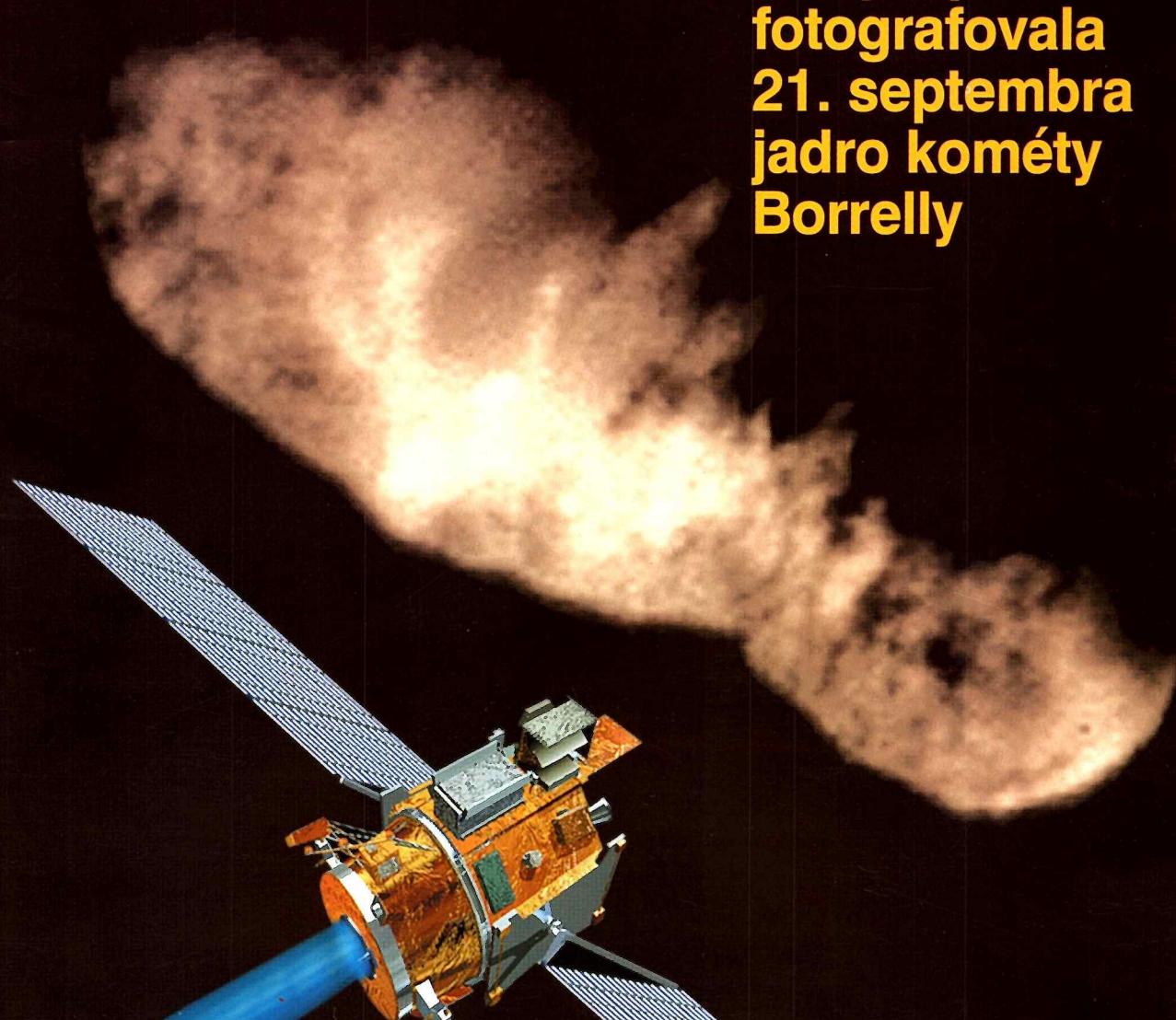


KO//MOS

2001
ROČNÍK XXXII.
Sk 30,-

6

Deep Space 1
fotografovala
21. septembra
jadro kométy
Borrelly



Vieme vysvetliť vesmír
aj bez tmavej hmoty?

Nekonečný príbeh čiernej diery

Mars Odyssey úspešne pri celi

Príbeh jedného ďalekohľadu

Sonda Deep Space 1 v chvoste kométy Borrelly

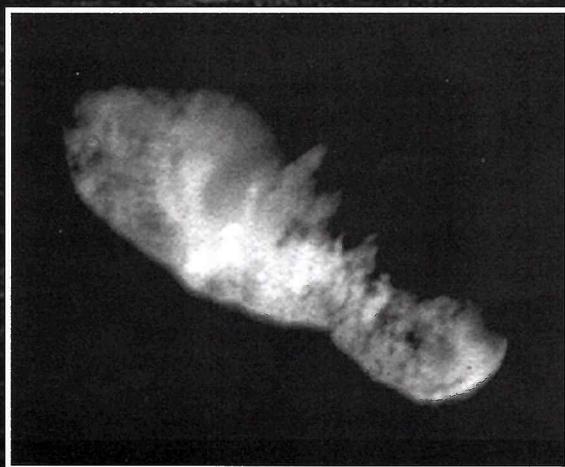
Posledný sepetembrový víkend preletela sonda Deep Space 1 chvostom kométy Borrelly iba 2000 kilometrov od jej jadra. Úspešný oblet dokumentuje 30 čiernobielych fotografií. Blízke stretnutie sa uskutočnilo vo vzdialosti 230 miliónov kilometrov od Zeme. Vo chvíli, kedy sa na obrazovke objavila prvá snímka kométy, tridsaťčlenný riadiaci tím misie spontánne povstal a aplaudoval.

„Je to riskantné stretnutie, nemusí sa podarí,“ vystríhal ešte niekoľko dní pred obletom Marc Rayman, jeden z patrónov misie. Sondu pred kometárnym prachom nechránil nijaký štít. Tridsať fotografií má neoceniteľnú vedeckú hodnotu.

Doteraz získali detailné snímky kometárneho jadra iba dve sondy: Giotto a Vega. V oboch prípadoch išlo o Halleyovu kométu. Na veľké prekvapenie vedcov sa ukázalo, že táto najznámejšia kométa je zároveň aj jedným z najtmavších telies Slnečnej sústavy.

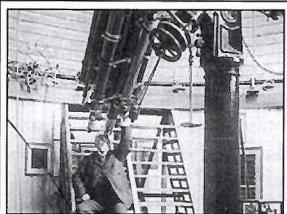
Sondu Deep Space 1 vypustili v roku 1998. Hlavným cieľom misie bolo overiť v kozmickom priestore tucet nových technológií, medzi inými aj nový navigačný systém, ktorý by sa obišiel aj bez riadenia zo Zeme a nový pohon. Sonda na svojej ceste obleteľa a fotografovala planétku Braille. Po troch rokoch je už opotrebovaná, kozmické žiarenie poškodilo viaceré jej prístroje. O to je úspech cennejší.

Na tejto snímke kométy Borelly jasne vidieť prúdy prachu a plynu tryskajúce z povrchu jadra. Na hornom okraji sú zreteľné obrysy veľkého krátera. Najmohutnejšie prúdy zvierajú so spojnicou Slnko-kométa Borelly uhol 35 stupňov.



Kometárne misie:

- 1986: Ruské sondy Vega 1 a Vega 2 fotografovali Halleyovu kométu; európska sonda Giotto preletela 600 km od jej jadra.
- 2003: Vyštartuje európska sonda Rosetta, ktorá sa v roku 2011 dostane na obežnú dráhu okolo kométy Virtanen a výše z nej na povrch kométy vedeckú minisondu.
- 2003: Sonda Contur uskutoční tesný oblet Encke-ho kométy a o tri roky neskôr preskúma kométu Schwassmann-Wachmann 3.
- 2004: Americká sonda Stardust sa priblíží ku kométe Wild 2, získa niekoľko gramov prachu z jej chvosta a o dva roky neskôr sa vráti na Zem.
- 2005: Americká sonda Deep Impact má plnou rýchlosťou naraziť na povrch kométy Tempel 1. Vedci budú študovať dôsledky kolízie.



Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove si pripomína dve jubileá:
130. výročie založenia hvezdárne
a 160. výročie narodenia zakladateľa hvezdárne Mikuláša Konkoly-Thegeho
Strany 24, 25 a 4. ob.

TÉMY ČÍSLA

- 3 Vieme vysvetliť vesmír aj bez tmavej hmoty? / Steve Nadis
- 6 Nekonečný príbeh čiernej diery / Neil F. Comins
- 9 MARS / Ako na Zemi, tak aj na Marse. Alebo naopak?
Martanská odysea (str. 10)
- Atmosféra Marsu / Miroslav Kocifaj (str. 26)
- 11 Príbeh jedného ďalekohľadu / Peter Ivan
- 14 O Slnku vieme opäť viac / Carolus J. Schrijver, Alan M. Title
- 17 Žen objevu 2000 / Jiří Grygar
- 21 Quo vadis, čínská kosmonautika? / Tomáš Přibyl
- 34 Planétka 20495 v Rimavskej Sobote / Pavol Rapavý

RUBRIKY

- 29 POZORUJTE S NAMI / Obloha v kalendári (december 2001 – január 2002) / Pavol Rapavý, Michal Prorok; Kalendár úkazov a výročí (december 2001 – január 2002) (str. 32)
- Blízkozemná planétka vizuálne / Peter Kušnírak (str. 35)
- 33 ALBUM POZOROVATEĽA / Murphy úraduje / Jaroslav Gerboš

PODUJATIA

- 33 Zákrytári na Korcháni / Pavol Rapavý
- 36 ESA 2001 / Ján Horňák; Astronomické Látkovice / Anna Rózová; Perzeidy v Prešove / Renáta Kolivošková; Kolonické leto 2001 / Igor Kudzej



Objednávací kupón

Objednávam časopis KOZMOS. Ročné predplatné 180,- Sk (30,- Sk / 1 výtlačok), alebo prvý polrok roku 2002 – polročné predplatné 90,- Sk (30,- Sk / 1 výtlačok)

(na stánkoch sa bude výtlačok predávať za 35,- Sk)

Platbu za predplatné vykonám týmto spôsobom:

Poštovou poukážkou typu „C“ na adresu:

L. K. Permanent spol. s r.o., pošt. prieč. 4

834 14 Bratislava 34

tel. 02/44453711

e-mail: lkperm@lkpermanent.sk

Meno / Firma:

Ulica / Číslo:

Mesto / PSČ:

Preplatením vystavenej faktúry.

IČO/DIČ:

www.lkpermanent.sk

Obálka



Snímka jadra kométy Borely, ktorú získala sonda Deep Space 1 (dole) je snímkou s doteraz najvyšším rozlíšením, akú sa kedy podarilo z nejakej kométy získať. Na snímke (45 metrov na pixel) možno rozoznať zmielený terén, rozličné útvary na povrchu, pohoria i trhliny. Povrch kométy tvorí prevažne tmavý materiál. Sonda získaла túto snímku 21. septembra 2001, 160 sekúnd pred najväčším priblížením zo vzdialenosťi 3417 kilometrov. Jadro kométy má dĺžku 8 kilometrov.

Kolorovanie a koláž: Kozmos

AKTUALITY

2. str. ob Sonda Deep Space 1 v chvoste kométy Borrelly
3. str. ob Io: veľký severný vulkanický oblak
- 2 Vandrujúca čierna diera mieri k našej Slnčnej sústave
- 8 Mrazivé oko Amandy
- 8 Havária Super-Kamiokande
- 13 Sonda SOHO odhalila podložie slnečných škvŕn

VÝROČIE

- 24 Na počiatku bol Konkoly-Thege (1) / Ladislav Druga

Vydáva: Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 035/760 24 84, fax 035/760 24 87. Za vydavateľa zodpovedný: Ing. Teodor Pintér. • **Redakcia:** Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – grafický redaktor, Tomáš Mikovíny – redaktor, Lídia Priklerová – sekretár redakcie, Mária Štefánková – jazyková redaktorka. Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 02/544 141 33, e-mail kozmos@nextra.sk • **Redakčný kruh:** doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, DrSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčárik, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, RNDr. Pavol Rapavý, RNDr. Ján Svoreň, DrSc., RNDr. Igor Túnyi CSc., RNDr. Juraj Zverko, DrSc. Predsedu redakčného krahu: RNDr. Milan Rybansky, DrSc. • **Tlač:** Tlačiareň GARMOND a. s., ul. gen. Svobodu 109/58, 958 30 Partizánske, tel. 038/493 111. • **Vychádzka:** 6x do roka. Neobjednané rukopisy nevraciamos. Cena jedného čísla 30,- Sk/Kč. Pre abonentov ročne 150,- Sk/Kč vrátane poštovného. Distribúcia: Ústredná expedícia a dovoz tlače, Pribinova 25, 813 81 Bratislava. **Predplatiť:** V Čechach 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 Riadiťstvom poštovéj 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. OZSeC 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 22. 11. 2001

ISSN 0323 - 049X

Vandrujúca čierna diera mieri k našej Slnečnej sústave

Dve a pol miliardy rokov pred tým, ako sa na periférii našej Galaxie rozsvietilo Slnko, bol osud istej čiernej diery a jej súpútika spečatený: súhra gravitačných síl ich prinútila vydáť sa veľkou rýchlosťou po mimoriadne excentrickej dráhe na osamelú púť po Galaxii. Teraz, po siedmich miliardách rokov, smeruje tento vandrujúci pári k našej Slnečnej sústave.

Medzinárodný tím astronómov oznámil, že vo vzdialosti 6000 svetelných rokov od Zeme objavil binárny systém s mikrovazárom: XTE J1118+480 sa pohybuje rýchlosťou 145 kilometrov za sekundu. Vedci zistili, že čierna diera uprostred mikrovazaru má hmotnosť 7 Slnk, zatiaľ čo hviezdný súpútik má sotva tretinu pôvodnej hmotnosti. Z toho vypočítali, že exotickí návštěvníci sú pozostatkom z najranejšieho obdobia našej Galaxie. Navyše: predpokladá sa, že systém vznikol v období prvých vzplanutí hviezd na našom galaktickom ostrove, v čase, keď vznikali veľké hviezdy a logicky (životnosť veľkých hviezd je relatívne krátka) aj prvé zvyšky (neutrónové hviezdy, čierne diery atď.) po finálnych explóziach prestarnutých hviezd.

„Hviezda, z ktorej vznikla táto čierna diera, sa zrodila pravdepodobne vo hviezdomope ešte predtým, ako sa sformoval disk našej Galaxie,“ vráví astrofyzik Felix Mirabel. „Stali sme sa astronomickými archeológmi. Študujeme pozostok intenzívneho vznikania hviezd v najranejšom období vývoja našej Galaxie.“

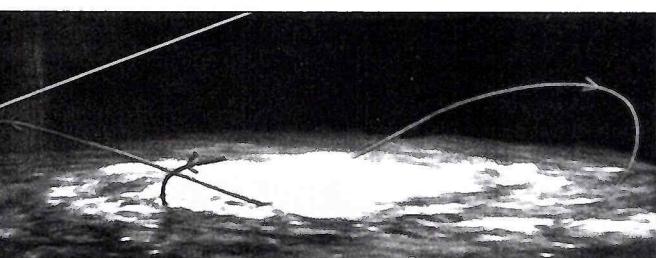
Astronómovia objavili objekt XTE J1118+480 v marci 2000 pomocou röntgenovej sondy Rossi X-ray Timing Explorer. Tím momentálne študuje párik v trelovcu pomocou rádioteleskopu VLBA. Podarilo sa upresniť ich polohu, dráhu i rýchlosť.

Guľové hviezdomopy sú kompaktné sférické ostrovy, zuskupujúce stovky až tisíce najstarších hviezd našej Galaxie. Predpokladá sa, že patria k najstarším objektom, ktoré sa v Galaxii sformovali, takže ich dráhy okolo centra Galaxie sú mimoriadne excentrické. Tvoria akúsi vlnovku, ktorá opakovane pretína rovinu Galaxie. Z viacerých napozorovaných údajov vyplýva, že väčšina masívnych hviezd i pozostatkov po nich bola z týchto prastarých útvarov gravitačne vyhostená.

Tento osud postihol aj XTE J1118+480, ktorý dnes krúži okolo centra Galaxie po podobnej dráhe ako materská hviezdomopa. Vedci našli v archíve Palomarského observatória fotografické platne až do roku 1958. Pomocou kolegov zo Space Telescope Science Institute podarilo sa im zrekonštruovať dráhu kozmických bludárov. Ukázalo sa, že prepojenie snímkov teleskopov pracujúcich na rozličných vlnových dĺžkach s digitálnymi databázami, môže z kozmickej archeológie urobiť jednu z najakatraktívnejších disciplín astronómie.

Medzinárodný tím chce tieto objekty hľadať a študovať.

Nature



Cierna diera v mikrovazare XTE J1118+480 odsáva hmotu zo svojho planetárneho súpútika. Obežná dráha tohto binárneho systému (pozri kríiku so šípkou) sa zmenila a XTE J1118+480 zamieril na perifériu Galaxie, k našej Slnečnej sústave.



Mrazivé oko Amandy

Amanda je najpodivnejší teleskop sveta. Väčšina teleskopov mieri na oblohu, tento hľadí nadol. Väčšina teleskopov zachytáva žiarenie na rozličných vlnových dĺžkach, tento sa špecializuje na detegovanie neutrín – čiastočiek, o ktorých sa dlho predpokladalo, že nemajú nijakú hmotnosť. (Iba v minulom roku vedci superverkého detektora neutrín v Sudbury, Kanada, zistili, že prinajmenšom jeden z troch druhov neutrín má nepatrúnu „nenulovú“ hmotnosť.) Väčšina teleskopov stojí na vrcholoch hôr, Amanda zabudovali do antarktického ľadovca. Ide o kolmé vrty, hlboké 1 až 2,4 kilometra, ktoré sa

tíkajú s jadrami zemských atómov. Pri takejto zrážke môže veľmi vzácne dojst' k reakcii, ktorej produkтом sú mióny. Tie sa manifestujú zábleskmi modravého svetla, ktoré na počesť ich objaviteľa nazývame Čerenkovovým efektom. Amanda i Bajkalský teleskop dokážu tieto záblesky detegovať.

Amandu tvorí niekoľko desiatok detektorov, ktoré zabudovali do antarktického ľadovca. Ide o kolmé vrty, hlboké 1 až 2,4 kilometra, ktoré sa



vyhľbili prúdom horúcej vody, tryskajúcej pod veľkým tlakom. Do ľadových šacht, odspodu nahor, zabudovali detektory v sklenených guliach pospájaných káblami a tieto „retiazky“ opäť zahľadili vodou, ktorá okamžite zamrzla. Prečo zabudovali detektory tak hlboko? Antarktický ľad je až pod hranicou 1 kilometra taký priezračný, že ním Čerenkovove záblesky poľahky prenikajú.

Vzhľadom na to, že jeden záblesk môže zaznamenať viac detektorov, vedci dokážu zistiť, odkiaľ neutrín prileteli. Určiť na oblohe miesto, kde došlo ku kozmickej kataklizme. Okrem Bajkalského teleskopu to nedokáže nijaký iný detektor neutrín.

Amanda registruje iba mióny, ktoré priletajú z vnútra Zeme, kde za zrodili po kolízii materských neutrín, (ktoré sa vnorili do zemegule na severnom póle) s atómami zemskej hmoty. Tak ich možno spoplahliivo odlišiť od miónov, ktoré prichádzajú na Zem z horných vrstiev atmosféry, kde vznikli zo zrážok neutrín s inými časickami kozmického žiarenia, najmä s protónmi a neutrónmi. Tieto mióny však vnikajú do hĺbky Zeme a tam sa strácajú. Iba neutrín dokáže preletieť celou Zemou, odspodu vniknúť do antarktického ľadu a výprodukovať mióny, ktoré letia nahor.

Prvé „spodné mióny“ zaregistrovala Amanda už v marci. Zatiaľ sa ešte nepodarilo identifikovať ich zdroj. „Je to veľký úspech a príslub zásadného prelomu v astronomických výskumoch,“ komentuje prvé úlovky Amanda astrofyzik John Bahcall z Inštitútu pokročilých štúdií v Princeton.

Nature

Vieme vysvetliť vesmír aj bez tmavej hmoty?

Staré zvyky iba ďaleko vymierajú. V posledných rokoch si astronómovia osvojili niekoľko zvláštnych ideí. Sú to elegantné teórie, ale väčšina z nich stojí na predpokladoch, ktoré sú nanajvýš problematické.

Prijmajú ich v presvedčení, že časom sa nájdú spoľahlivejšie riešenia, lenže alternatívne koncepcie obsahujú obvykle skoro tie isté problémy. Pred menej ako sto rokmi sa najrenomovanejší astronómovia zhodli na tom, že žijeme v statickom vesmíre, ktorý sme stotožňovali s Mliečnou cestou. Dnes by sa väčšina astronómov stavila o vysoký obnos, že žijeme v nekonečnom, čoraz rýchlejšie sa rozpínajúcim vesmíre, ktorého evolúciu riadi mysteriózna tmavá energia/kvintesencia/piata sila; vo vesmíre, v ktorom prevláda tmavá hmota, ktorá je akési médium, v ktorom sa pohybujú kúsky normálnej, viditeľnej hmoty.

Koncom 60. rokov astronómka Vera Rubinová z Carnegie Institute objavila, že sa hviezdy a plyn na okrajoch špirálových galaxií, akou je napríklad Andromeda (M 31), pohybujú až 10-krát rýchlejšie, ako by sa vzhľadom na hmotnosť a gravitačné pôsobenie viditeľných hviezd pohybovali mali. Dnes, po uplynutí troch desaťročí, sme prijali nehypotézu/neštandardu, podľa ktorej musí existovať nejaký tmavý gravitačný glej, ktorý drží vesmír pokope a zabráňuje galaxiam a hviezdam, aby sa nerozpŕchli v nekonečnom priestore.

To nie je všetko: renomovaní astronómovia si dali veľkú námahu a pomenovali obyvatelov tejto bizarnej kozmickej zoologickej záhrady sugestívnymi názvami, definovali a kategorizovali ich. Tak sme sa zoznámili s MASÍVNymi Compaktnými Halo Objektami (MACHO), medzi ktoré by mali patriť hnedí trpaslíci, bieli trpaslíci, čierne diery a neutrónové hviezdy. Potom sa z fantázie fyzikov vynorili Weakly Interacting Massive Particles/Slabo interagujúce masívne časticie (WIMPy), ktoré sú majú hmotnosť, ale z nejakých dôvodov neinteragujú s časticami normálnej hmoty – baryónmi, akými sú protóny a neutróny, pretože sa skladajú z nejakej neznámej nebaryonickej hmoty. Fyzici tmavú hmotu dokonca rozdelenili do dvoch skupín: HDM je horúca tmavá hmota, CDM je chladná tmavá hmota. Ba dokonca, fyzici všetky chatrné teórie tmavej hmoty dopodrobna rozpracovali, bez toho, že by sa dostali do kontaktu čo len s jedinou exotickou časticou.

Kde však všetka tmavá hmota je? Už vyše 30 rokov ju hľadáme, ale po WIMPoch ani stopy a objekty MACHO netvoria (podľa posledných odhadov) ani 5 % z celkového objemu tmavej/skrytej/chýbajúcej hmoty.

Stacy McGaugh, neortodoxný astronóm z Maryland University, sa rozhadol vysvetliť súčasné kozmické paradoxy aj bez tmavej hmoty.

„Ešte pred 100 rokmi sa väčšina astronómov nazdávala, že priestor vypĺňa éter“, vráví McGaugh. „Existencia tmavej hmoty vychádza možno z rovnakého omylu.“

McGaugh vstúpil do veľkej astronómie už v roku 1992, keď obhájil na Michiganskej univerzite doktorskú prácu, v ktorej sa pokúsil dokázať štandardnú teóriu vesmíru, podľa ktorej CDM (pomaly sa pohybujúca, neviditeľná hmota drží galaxie pohromade a pomáha pri formovaní väčších štruktúr) – galaktických kôp a superkôp. Tak ako väčšina jeho predchodcov neverovala dostatočnému pozornosť teoretickým alternatívm tmavej hmoty, napríklad Modifikovanej newtonovskej dynamike (MOdified Newtonian Dynamics – MOND), ktorú rozpracoval už v roku 1983 astrofyzik Moti Milgrom na Weizmanovom vedeckom inštitúte v Izraeli.

Základom newtonovskej dynamiky sú Newtonove zákony pohybu. Tieto zákony spoľahlivo objasňujú gravitáciu a pohyb v pozemskej škále. V kozmologických škáloch však nefungujú. V roku 1915 ich Albert Einstein prepísal do podoby Všeobecnej teórie relativity.

MOND nie je prevratnou teóriou; ide skôr o jemnej modifikácii newtonovskej dynamiky.

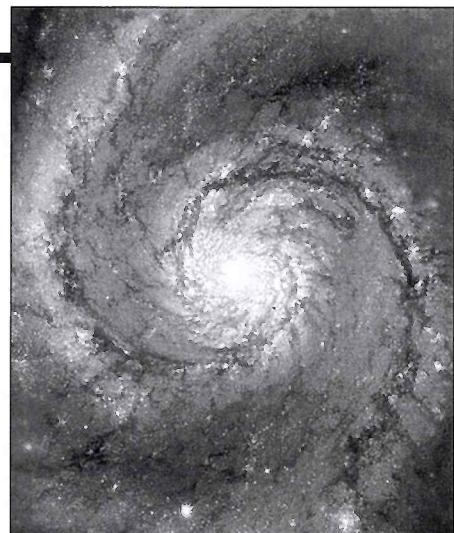


McGaugh

MOND efektívne modifikuje gravitačnú silu. Presnejšie: zosilňuje jej pôsobenie vo veľmi difúznych systémoch, takých ako špirálne galaxie a galaktické kopy.

Milgromov MOND vysvetluje Newtonove zákony v extrémne riedkom prostredí. Nárast gravitačnej sily, vyplývajúci z MOND, je totiž taký nepatrny, že sa prejaví iba vtedy, keď gravitácia zoslabne pod hranicu 100/1 000 000 000 pozemskej gravitácie. Nakoľko je tento efekt taký nepatrny, v štúdiach našej sústavy neboli zohľadnený, pretože sa prejavuje iba v galaxiách, kde je hmota mimoriadne rozptýlená.

Dnes ešte nikto nedokáže vysvetliť, prečo by v riedkom prostredí mali gravitačné zákony fungovať inakšie, prečo by sa mali extrémne zmeniť. Milgrom a celý rad ďalších astronómov vyrukovali s celým priečrútom možných vysvetlení. (Jedným z nich je predpoklad, že konštantu modifikovanej gravitačnej akcelerácie, ktorú MOND zaviedol, vyplýva z tmavej energie, či presnejšie z kozmologickej konštanty, ktorá spôsobuje neustále zrýchľovanie rozpínajúceho sa vesmíru.) MOND však presvedčivo vysvetľuje, že generátorom tohto zrýchľovania môže byť aj



Dokazuje existenciu veľkých špirálových galaxií (na snímke M51), že vesmír je plný tmavej hmoty, ktorá ich drží pohromade? Podaktorí vrvia, že áno. Iní sú však presvedčení, že ide o veľké nedorozumenie.

gravitácia hmoty, ktorá sa v riedkom prostredí prejavuje silnejšie a dokáže preto udržať galaxie pokope a formovať ich do väčších štruktúr aj bez generátora tmavej energie! Vesmír podľa MOND je zložený v podstate iba z normálnej hmoty. Chladná tmavá hmota, ak vôbec existuje, vytvára iba zanedbateľnú časť celkového objemu hmoty.

Poučné krivky

Ako postdoktorand na Cambridge University sa McGaugh sústredil na galaxie s slabou povrchovou svietivosťou (LBS), čo sú veľké, mimoriadne jemné, roztahnute verzie normálnych špirálov, oproti ktorým sú vzdialenosť medzi hviezda-

Prijateľná alternatíva

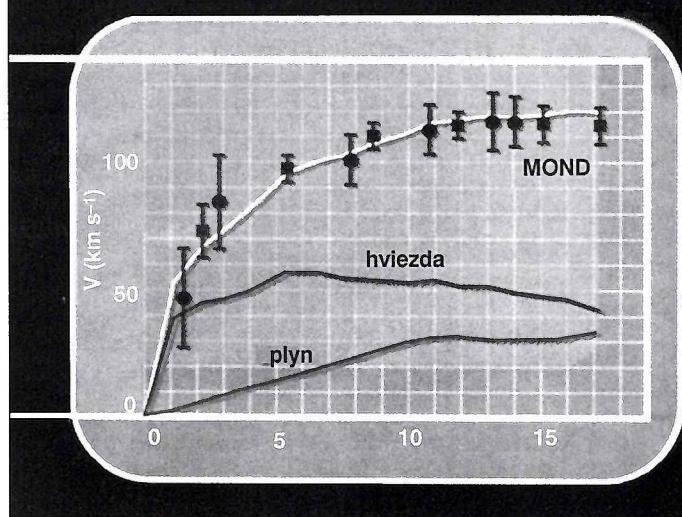


Kozmológ John Peebles z Princeton University súhlasi s tým, že MOND je prijateľným vysvetlením údajov, ktoré poskytol experiment BOOMERanG. „Je rozčuľujúce, že väčšina hmoty vo vesmíre je hypothetická. Teória modifikovanej newtonovskej gravitácie je momentálne jedinou rozpracovanou alternatívou k modelom tmavej hmoty. Možné sú však aj iné riešenia.“

Peebles spolu s astronómom Colemanom Millerom (Maryland University) uverejnili nedávno iné vysvetlenie pre malý druhý vrchol, vyplývajúci z údajov BOOMERanG. Predpokladajú, že ionizácia z neznámeho zdroja mohla interagovať s fotónmi už krátko po rekombinácii, teda po oddelení žiarenia a hmoty (svetla) 300 000 rokov po big bangu. Takéto interakcie by druhý a ďalšie vrcholce (zviditeľňujúce zvukové vlny v primordiálnej hmoti) podstatne znížili, ale prvý vrcholec by ostal nezmenený.

Miller sa nazdáva, že zdrojom ionizácie by mohli byť primordiálne čierne diery. Radiácia z takýchto objektov by atómy ionizovala a uvoľňovala by elektróny, ktoré by rozptýlili kozmické žiarenie pozadia.

MOND: revolučná teória



Najväčšou prednosťou MOND je to, že spoločne reprodukuje rotačné krivky, v tomto prípade ide o krivku LSB galaxie F563-1. Snímka tejto galaxie v kombináciach falošných farieb (vpravo) zviditeľňuje emisie z oblakov plynného vodíka a mladých hviezd v rádiovej oblasti a v optickom svetle. Spodné dve krivky na grafu vľavo ukazujú, kde by mali údaje (čierne kruhy a štvorce) ležať, keby sa hviezdy a plyn správali podľa Newtonovej dynamiky. Ak by dynamiku telies riadil MOND (silnejšia gravitácia, pôsobiaca iba vo veľmi riedkom prostredí), potom by platila najvrchnejšia krivka.

mi oveľa väčšie. V roku 1994 analyzoval množstvo tzv. rotačných kriviek, výsledníc pomeru relatívnej rýchlosťi galaktickej hmoty a vzdialenosť skúmanej hmoty od stredu galaxie. McGaugh predpokladal, že rotačné krivky normálnych, hustých galaxií sa budú podstatne odlišovať od riedkych LBS (Low Brightening Spirals). Nepochyboval, že veľké vzdialenosť medzi jednotlivými hviezdami sa prejavia slabším gravitačným pôsobením a pomalšou rotáciou galaktického materiálu.

Aké bolo jeho prekvapenie, keď zistil, že rotačné krivky LBS sa v podstate ničím nedlišujú od nameraných hodnôt v normálnych špirálach. Ani zohľadnenie potenciálnej tmavej hmoty v galaktických halo na jeho výsledkoch nič nezmenilo.

V tom čase mal Milgrom v Cambridge prednášku, kde sa zmienil aj o dynamickej vlastnostiach riedkych galaxií. Po prednáške sa McGaugh oboznámil s originálom Milgromovej štúdie z roku 1983 a zistil, že už vtedy veľmi presne opísal vlastnosti vtedy ešte neobjavených riedkych galaxií. Keď ich porovnal s výsledkami vlastných pozorovaní, zistil, že teoretické a napozorované hodnoty sa zhodujú.

Modifikácia vedeckých zákonov v závislosti od fyzikálnej škály nie je pre venu ničím novým. „Relativita a kvantová mechanika opisujú, čo sa deje s hmotou v špeciálnych podmienkach, napríklad vtedy, keď sa rýchlosť jej pohybu blíži k rýchlosťi svetla, alebo keď ide o extrémne malé častice. Milgromova teória opisuje prípad, keď je zrýchlenie, vzhľadom ku gravitácii, veľmi malé.

Vychádzajme z faktov

„Skepsia voči teórii MOND je pochopiteľná,“ vraví Milgrom. „Kacírske teórie to nikdy nemali ľahké. MOND si zatiaľ nezískal široké podporu, ale čoraz viac ľudí sa oň začalo aspoň zaujímať.“

Jedným z nich je Robert Sanders z Kapteynovho astronomickejho inštitútu v Holandsku. V roku 1984 publikoval vlastnú koncepciu modifikovanej gravitácie, ktorá sa on MOND odli-

šovala. European astrophysics journal dostal vzápäť od Motiho Migroma list, v ktorom viaceré Sandersove argumenty podrobili kritike. Sanders ich prijal, ale nekapituloval. V súčasnej dobe preveruje rýchlosť rotácie vo viac ako 100 špirálových galaxií, pričom aplikácia predpokladov MOND ho pri analýze výsledkov ho priam ohromuje: „Keď sa pozerám na všetky tie perfektné rotačné krivky, verím, že tam čosi musí byť.“

Kozmické kostry

McGaugh je presvedčený, že MOND vysvetluje rotačné krivky galaxií lepšie ako modely tmavej hmoty. Keď nedávno uviedol, spolu sa austrálskym astronómom Erwinom de Blokom svoje posledné výsledky, stretol sa s mrazivou odozvou. „Čo by vás presvedčilo?“ spýtal sa skeptických kolegov.

„Keby si našiel dôkazy aj v mikrovlnnom žiareni kozmického pozadia,“ odpovedal.

V roku 1999 uviedol McGaugh v Astronomical Journal článok, v ktorom predpovedá, že by sme v žiareni kozmického pozadia mali nájsť „jasný dôkaz“ toho, či podstatnú zložku vesmírnej hmoty tvorí chladná tmavá hmota (CDM), alebo normálne baryóny.

Mikrovlnné žiarenie vesmírneho pozadia zviditeľňuje podobu kozmu 300 000 rokov po big bangu. Vtedy sa svetlo oddelilo od hmoty a slobodne sa začalo šíriť v priestore. Pred oddelením (a rekombináciou) bola vesmírna hmota vo forme plazmy. Bola nepokojná, oscilovala, generovala zvukové vlny, ktoré sa na mikrovlnnom horizonte prejavujú vo forme opakovanych vrcholkov.

„To, ako sa plazma správa, závisí iba od toho, aká hmota ju tvorí,“ vysvetluje McGaugh. „Baryóny s fotónmi silne interagujú, pôsobia ako sila, ktorá zmieruje oscilácie, takže vrcholky sú nižšie. Chladná tmavá hmota s fotónmi neinteraguje, takže vrcholkom trvá dlhšie, kým sa zmenia.“

Už prvé výsledky merania mikrovlnného žia-

renia pozadia v rámci experimentu BOOMERanG, (ide o meranie mimogalaktického žiarenia v milimetrovej oblasti a geofyzikálnych hodnôt z balónov vypúštaných v Antarktíde) sa poskladali do grafu s druhým, menším vrcholcom, ktorý sa očakával v prípade, že vo vesmíre dominuje chladná tmavá hmota (CDM). McGaugh okamžite publikoval v Astrophysical Journal článok, v ktorom opísal existenciu vesmíru, ktorý sa skladá iba z normálnej, baryonickej hmoty, ak do rovníc vložíme premenné, vysvetlujúce podľa teórie MOND problém „chýbajúcej hmoty“, ktorou by mala byť exotická „tmavá hmota“. Inými slovami: výsledky experimentu BOOMERanG dovoľujú vysvetliť pohyb galaxií a hviezd aj ako dôsledok gravitácie normálnej hmoty, pravda, ak platí, že gravitácia v riedkom prostredí pôsobí silnejšie. Podrobnejšie skúmanie mikrovlnného žiarenia kozmického pozadia v rámci experimentov BOOMERanG i špecializovanými satelitmi už onedlho preveria správnosť predpokladov MOND. Dozvieme sa, či chladná tmavá hmota vo vesmíre naozaj dominuje, alebo jej nie. Ak sa ukáže, že jej nie, potom budeme musieť hľadať pre pohyby hviezd a galaxií iné vysvetlenie. Jedným z nich je MOND.

MOND si získava čoraz viac priaznivcov. Jacob Bekenstein z Hebrew University sa pokúsil zahrnúť do Všeobecnej teórie relativity aj MOND. Je presvedčený, že vytvorí takúto teóriu by nemal byť problém, ale „či úplný, relativistickej MOND bude v súlade s prírodou, je neisté“.

Podľa Milgroma treba vypracovať takú teóriu, ktorá v prípade veľkého zrýchlenia bude fungovať ako všeobecná teória relativity aj v prípade veľmi malého zrýchlenia ako MOND: „Vieme, že MOND musíme rozšíriť. Rovnako musí byť rozšírená aj kvantová mechanika, bez toho teóriu kvantovej gravitácie nevypracujeme. To však neznamená, že MOND dovtedy nemôžeme používať.“

Sanders a McGaugh dnes pracujú na modeli,

kde by kozmológia a formovanie kozmických štruktúr fungovali vo vesmíre, ktorý by neriadila tmavá hmota, ale MOND. Je jasné, že v ranom, superhustom vesmíre nemohol hrať MOND klúčovú rolu. V neskorších štadiách však mohol hrať rozhodujúcu úlohu pri organizovaní evolúcii všetkých štruktúr rozprávajúcej sa hmoty. Rozmedzím, po ktorom prevzal nadväzu MOND, bolo obdobie, keď vesmír už natoliko vychladol, že objem hmoty prevýšil objem žiarenia.

„Gravitácia, ktorá dokáže usporiadať ostrovčeky s nízkou hustotou hmoty do galaxií, potrebuje štartovný impulz. Funkciu štartérów mohli podľa niektorých fyzikov splniť nebaryonické WIMPy,“ vysvetluje McGough. „To by však prichádzalo do úvahy iba vtedy, keby sa hodnota gravitácie v rozličných prostrediacích nemenila.“

Ak gravitácia vo veľmi riedkom prostredí silne, formovanie galaxií sa zrýchli.

„Náš scenár zaujal väčšinu kozmológov,“ dodáva McGaugh. „Máme však aj ostrých kritikov.“

Gravitácia v centre záujmu

Fyzik Michael Turner, jeden z najrenomovannejších teoretikov chladnej tmavej hmoty (University of Chicago a Fermilab), patrí k najväčším

kritikom MOND. „Milgrom urobil skvelé pozorovania. Z jeho údajov možno odvodíť rozlične silné štartovné impulzy skôr v istých škálach zrýchlenia ako v rozličných škálach vzdialenosť,“ vysvetluje Turner. „Vyzerá to tak, akoby s gravitáciou čosi nebolo v poriadku. Ibaže: hodnoty, na ktorých stojí MOND, nám veľa neprezrádzajú. Napríklad: ‘mondisti’ nám nevedia vysvetliť, ako dokážu galaxie spútavať svetlo.“

„Richard Feynman zvykol hovorieť, istotu, že ste s novou myšlienkou na správnej ceste, máte iba vtedy, keď do nej vložíte 15 centov, ale získať späť 2 doláre,“ vraví Turner. „V prípade MOND investujete dolár, aby sa vám vrátil opäť iba dolár.“

Milgrom tuší, že väčšina astronómov nebude MOND ešte dlho akceptovať. „Nečakám zásadnú zmenu postoja. Vo vede je to normálne. Nová paradigma sa iba vzácne presadí po jednom dramatickom objave, ktorý všetkých presvedčí. Nové veci sa obyčajne presadzujú postupne, gradualisticky, krok za krokom.“

Extrémne riešenia

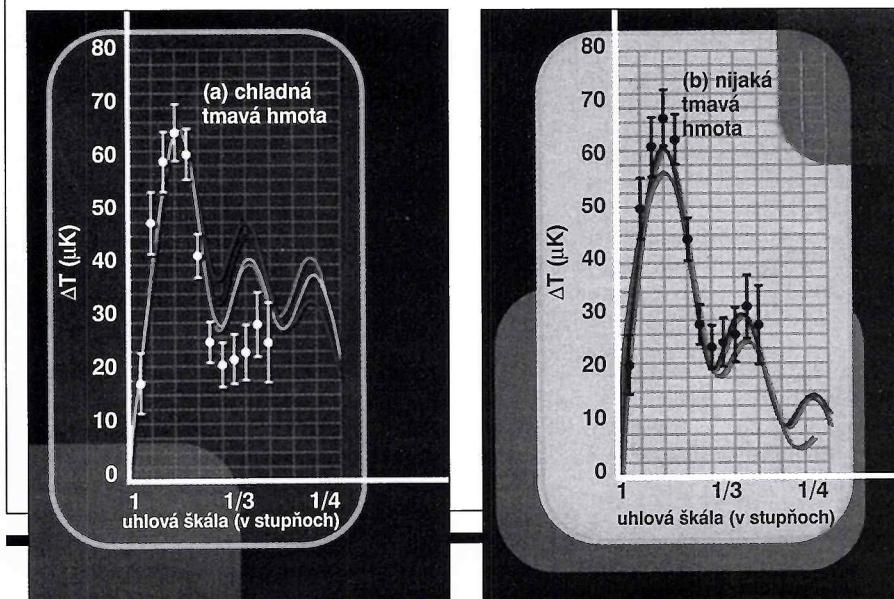
Rubin, ktorý s McGaughom a deBlokom spolupracuje pri výskume difúznych galaxií (LBS) tvrdí, že doteraz získané údaje ešte neumožňujú

rozhodnúť v prospech MOND či tmavej hmoty. „Z histórie vieme, že čokoľvek urobíte s tmavou hmotou, môžete urobiť aj s MOND. Lenže: ak po 30 rokoch nikto nedokázal ani objaviť tmavú hmotu, ani nadobro spochybniť MOND, potom predpokladám, že počet ľudí, očotných prijať iné vysvetlenia, narastá.“

Theoretici pracujú na vysvetlení fyzikálnej základne pre MOND, astronómovia – pozorovatelia študujú rozličné galaktické systémy. Okrem špirálových a LBS-galaxií skúmajú aj kopy galaxií, veľkoškálové filamenty a usilujú sa zistíť, do akej miery je ich správanie konzistentné s MOND. Všetci si veľa slabujú od satelitu MAP, ktorý zmapuje súostrovie fluktuácií mikrovlnného žiarenia na celej oblohe s rovnakým rozlíšením, ako to urobil BOOMERanG zo štvorca s hranou 1 stupeň.

„Ak sa ukáže, že MOND funguje, stanem sa populárnym,“ vraví McGaugh. „Ak by však niekto objavil tmavú hmotu priamo, potom zvyšok života strávím vysvetlovaním dôvodov, prečo sa pomocou MOND dajú tak dobre predpovedať veci, za ktoré je zodpovedná tmavá hmota. Jedno však viem: Milgromova teória MOND vysvetluje rotačné krvinky oveľa lepšie ako modely tmavej hmoty.“

STEVE NADIS, Astronomy



Vrcholce na mape mikrovlnného žiarenia kozmického pozadia

Z viacerých štúdií akustických vrcholcov v súostroví mikrovlnného žiarenia jednoznačne vyplýva, že podiel tmavej a viditeľnej hmoty vo vesmíre vyjadruje pomer 8:1. Vyplýva z toho, že teória MOdifikovanej Newtonovej Dynamiky neplatí?

Podľa teórie chladnej tmavej hmoty by mal byť tretí vrcholec vyšší ako druhý. Podľa MOND by mal byť tretí vrcholec nižší. Doterajšie štúdie nepriniesli jednoznačný verdikt. Údaje pre definitívne rozhodnutie môžu poskytnúť už satelit MAP, ktorý bude vypustený koncom tohto roku.

V roku 1999 McGaugh predpovedal, ako bude vyzerať graf mikrovlnného žiarenia pozadia, ak tmavá hmota neexistuje. Pozorovania z balónového experimentu BOOMERanG priniesli predbežne výsledky, ktoré McGaughovu predpověď do značnej miery potvrdzujú. Vľavo vidíte graf, ktorý vyhádza z nameraných údajov pri predpoklade, že väčšinu hmoty vo vesmíre tvorí chladná tmavá hmota. Ako vidíte, druhý vrcholec nie je jednoznačne vyšší ako tretí. Na grafe vpravo je druhý vrcholec jednoznačne vyšší ako tretí, z čoho vyplýva, že tmavá hmota je neexistuje a vesmír riadi modifikovanou gravitáciu (MOND).

(Vrcholce zviditeľňujú zvukové vlny šíriace sa primordiálnou hmotou krátko po rekombinácii)

Nekonečný príbeh ČIERNEJ DIERY

Nijaký iný objekt vo vesmíre nevyvoláva vo verejnosti toľko nedorozumení ako čierne diery. Najčastejšie nezmysly, ktoré sa bežne šíria: „Čierne diery sú vysávačmi vesmíru.“ Alebo: „Čierne diery deštruuju a pohltia všetko.“

Čierne diery sa zrodili z rovníc teoretickej fyziky ako hypotetické, virtuálne objekty, ktorých gravitačná sila je taká veľká, že z nich nedokáže uniknúť ani svetlo. Za otca čiernej diery sa považujú Angličan John Mitchell a Francúz Pierre-Simon Laplace. Obaja naprojektovali čiernu dielu (prvý v roku 1793, druhý o dva roky neskôr) ako výsledok logickej extrapolácie Newtonových gravitačných zákonov a korpuskulárnej povahy svetla. Ich „čierne teleso“ sa dostalo do histórie vedy až vtedy, keď Einstein dokázal, že Newtonov gravitačný zákon neplatí v podmienkach extrémne hustej hmoty a jeho teóriu o korpuskulárnej povahy svetla museli moderní fyzici zásadne revidovať.

Súčasné predstavy o čiernej diere odvodil Robert Oppenheimer z Einsteinovej všeobecnej teórie relativity. Z Einsteinových rovníc vyplýva, že ak je hmota dostatočne hustá, jej gravitácia dokáže eliminovať všetky ostatné efekty a vytvoriť priestor, z ktorého ani hmota ani svetlo nemôžu uniknúť. Názov „čierna diera“ po prvýkrát použil astrofyzik z Princetonu John Wheeler. Vo svojej prednáške z roku 1967 označil takto oblasť, z ktorej neuniká ani svetlo.

Hranica medzi čierной dierou a zvyškom vesmíru sa nazýva *horizontom udalostí*. Táto hranica je virtuálna, netvorí ju nijaká hmota. Hranica udalostí je podstate hypotetická šupka v istej vzdialosti od centra čiernej diery. Táto vzdialenosť je tým väčšia, čím väčšia je hmotnosť čiernej diery. Čokoľvek čierna diera nasaje pod horizont udalostí, nadobro zmizne z vonkajšieho vesmíru. Ak hmota, z ktorej čierna diera vznikla, nerotovala, jej hmotnosť sa skoncentruje v strede objektu. Ak rotovala, čo je oveľa pravdepodobnejšie, potom by mala vytvoriť prstenec pod horizontom udalostí.

Čierne diery nevidíme, pretože svetlo z nich neuniká. Ako teda vieme, že naozaj existujú? Pretože vidíme, ako pôsobia na hmotu v okolí: na gigantické oblaky plynu a hviezdy. Gravitačný rukopis čiernej diery si nemôžeme pomýliť s nijakým iným telesom. Astronómom sa pomocou Hubblovho teleskopu a ďalších výkonných prístrojov podarilo počas uplynulých dvadsiatich rokov identifikovať veľké množstvo čiernych dier, pričom ich počet z roka na rok narastá. Niektoré z nich vznikli po kolapse masívnych hviezd, ktoré mali prinajmenšom 8-násobnú hmotnosť Slnka. Väčšina však vznikla už krátko po Big Bangu, po kolapse gigantických oblakov plynu. Okolo týchto čiernych dier sa začali formovať galaxie. V roku 1997 astronómovia na základe napozorovaných údajov dospeli k záve-

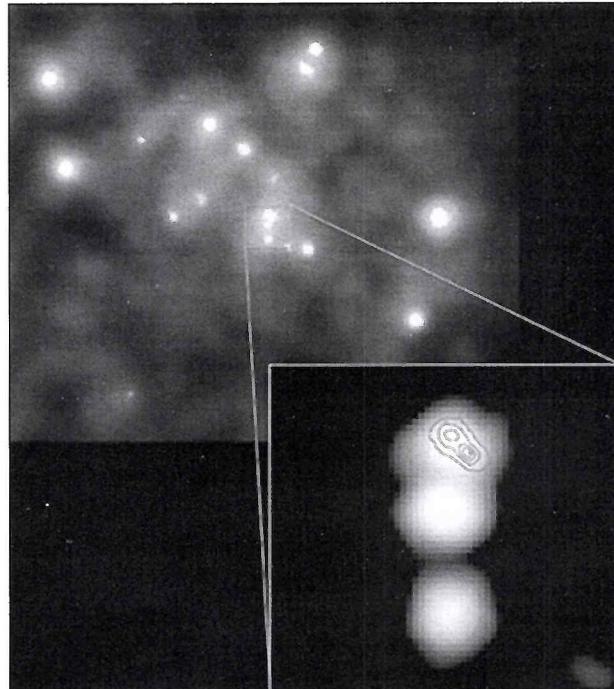
ru, že supermasívne čierne diery tvoria jadro väčšiny z miliárd galaxií.

Teória sa potvrdila: v posledných rokoch boli objavené supermasívne čierne diery v mnohých galaxiách. Sú to s odstupom najhmotnejšie telesá vo vesmíre, niekolkomilión – až niekolkomiliárdnásobne väčšie ako naše Slnko. Čierne diery, ktoré vznikli po kolapse masívnych hviezd, majú hmotnosť

Nešfastné pomenovanie

Problémy čiernej diery sa začínajú už s ich menom. Po prvý: čierne diery nemusia byť ani čierne, a už vôbec nie diery. Prídavné meno „čierny“ sugeruje absolútne neprítomnosť farby, lenže v prípade čiernej diery to znamená absenciu využívanej svetla či iných emisií. Veľké čierne diery sú v tomto zmysle naozaj veľmi čierne. Menšie čierne diery však energiu využívať môžu. Hawking už v roku 1974 navrhol mechanizmus, pomocou ktorého by čierne diery mohli transformovať svoju hmotu na žiarenie a časticu, ktoré by dokázali uniknúť z čiernej pasce. Takéto čierne diery by už neboli celkom čierne.

Hawkingov proces „vyparovania“ čiernych dier funguje takto: vo vesmíre sa odjakživa a na každom mieste spontánne tvoria páry častic. Tie-to časticice sa navzájom po uplynutí 10 až 23 sekúnd anihilujú, takže ich krátká prítomnosť nenaaruší nikajý zákon fyziky. Napríklad aj vo vnútri našich tel doslova kypí pena týchto „virtuálnych“ častic. O existencii týchto častic vieme



Na kombinovanej snímke Hubblovho vesmírneho dalekohľadu a röntgenovej sondy Chandra vidíte (aj v detaile) tri zdroje röntgenového žiarenia blízko jadra galaxie Andromeda (M31). Poloha röntgenových zdrojov tesne pri jadre galaxie, ale najmä ich nápadne nízka teplota (vzhľadom k iným röntgenovým zdrojom v M31) naznačuje, že sa nachádzajú v blízkosti supermasívnej čiernej diery v jadre Andromedy. Predpokladá sa, že čierna diera leží uprostred ostrovčeka vrstevníc, zviditeľňujúcich intenzitu röntgenových zdrojov žiarenia.

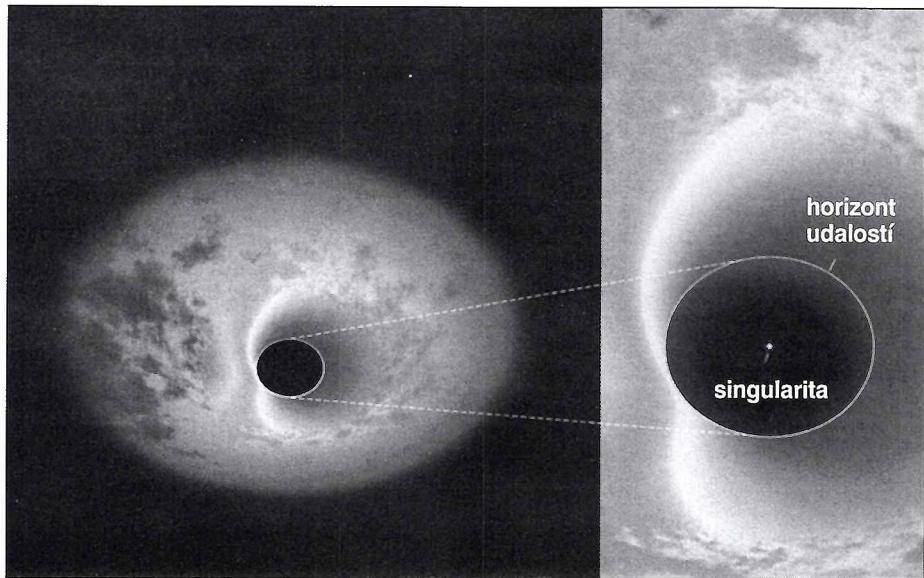
nosť 3–50-krát väčšiu ako Slnko. Steven Hawking navrhol aj tretí, doteraz neobjavený typ čiernej diery. Tieto primordiálne či mini čierne diery sa teoreticky mohli sformovať na začiatku času, keď sa z big bangu zrodil vesmír plný malých, ale superkomprimovaných balíkov hmoty. Slovo malý je relativné: miničierne diery mali podľa Hawkinga hmotnosť od 1 gramu až po hmotnosť veľkej planéty.

Vedci začali skutočnú podstatu čiernych dier chápať až po roku 1960. Čierne diery sa stali, aj vďaka astrofyzikom, oblúbenou tému literatúry sci-fi, prostredníctvom ktorej si verejnosť osvojila viaceré skreslené predstavy. Mnohí ľudia si myslia, že nenásytné čierne diery pohltia časom všetku hmotu vesmíru a jedného dňa deštruuju a vycucnú aj našu Zem. Početné filmy a televízne seriály imputovali do vedomia divákov sugestívne obrazy čiernych dier ako prázdnego priestoru či „dier vo vesmíre“.

preto, lebo boli pozorované vo vysokoenergetických urýchľovačoch. Ak rýchlo pohybujúca sa reálna častica koliduje s párom virtuálnym častic skôr, ako sa stihnu vzájomne anihilovať, oddelí ich a uvedie do sveta reálnych častic.

Aj virtuálne časticie, ktoré sa tvoria mimo čiernej diery na horizonte udalostí, môžu sa stať reálnymi. Ak sa jedna častica z páru ocitne o kúsok bližšie k horizontu udalostí ako jej súpôsobník, gigantická gravitácia čiernej diery pôsobí na bližšiu časticu oveľa silnejšie ako na tú vzdialenejšiu a ešte preto anihiľáciu ich oddelí. Vytvorí z nich dve reálne časticie. Bližšiu časticu čierna diera vždy prehlne, lenže tá vzdialenejšia, často už v reálnej podobe, dostane taký gravitačný kopanc, že sa jej z dosahu čiernej diery navždy podrá uniknúť.

Na prvý pohľad sa zdá, že tento mechanizmus umožňuje rýchlejší rast hmotnosti čiernej diery, pretože prinajmenšom jednu časticu z každého



Akrečný disk hustého plynu obiehajúci čierne dielu. Odtiene chladných farieb (vľavo) označujú plyn, ktorý sa blíži k pozorovateľovi, odtiene teplých farieb (okolo čiernej diery a vpravo) zviditeľňujú vzdialujúci sa plyn. Okraj čiernej diery sa nazýva horizont udalostí. Uprostred je nekonečne hustá singularita.

dočasného páru sú vytvorených, reálnych častíc pohltí. Lenže takto to nefunguje: gravitačná energia, ktorá tvorí reálne časticie, generuje sa v hmote vo vnútri čiernej diery. Množstvo hmoty, ktorá sa premieňa na gravitačnú energiu, schopnú roztrhnúť a zreálniť virtuálne časticie vyplýva z Einsteinovej rovnice: $E = (2m)c^2$, kde $2m$ je celková hmotnosť dvoch nových častíc. Táto gravitačná energia pôsobí aj za horizontom udalostí a po vytvorení dvoch reálnych častíc sa hmotnosť zmenší o hodnotu $2m$. Ak čierna diera nasaje iba jednu z častíc, hmotnosť čiernej diery sa zväčší iba o hodnotu m , čo je iba polovica hodnoty, o ktorú sa hmotnosť pred chvíľou zmenšila. Dôsledok: hmotnosť, ktorú čierna diera stratila sa rovná hmotnosti časticie, ktorá z nej nadobro unikla. Vzdielený pozorovateľ môže teda detegovať emisie hmoty i elektromagnetického žiarenia, ktoré vznikajú nad horizontom udalostí. Teda: nie všetky čierne diery sú naozaj čierne.

Ked sa čierna diera zmenšuje, scvrkáva sa aj jej horizont udalostí. Približuje sa k jej centru. Z rovníc vyplýva, že hodnota vyparovania sa

zväčšuje, keď sa hmotnosť čiernej diery zmenšuje. Každá čierna diera teda napokon zmizne. Ostane po nej iba záblesk Hawkingovej radiacie.

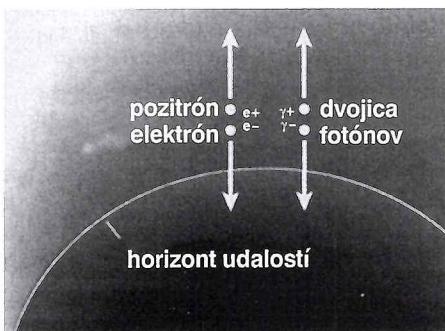
Astronómovia tieto hypotetické záblesky hľadajú. Časová škala úplného vyparenia sa čiernej diery je veľmi inštruktívna. Najmenšie priomordálne čierne diery sa vyparili ešte pred uplynutím prvej miliardy rokov. Čierna diera s hmotnosťou Slnka zmizne po 10^{62} rokoch, zatiaľ čo čierne obri v jadrach galaxií až po uplynutí milión až miliardkrát dlhšieho času.

Sú čierne diery naozaj diery?

Anglický slovník má 20 definícií slova diera; iba dve z nich sú relevantné. Prvá: diera je dutina v pevnej hmote. A presne takto si mnohí ľudia čiernu dielu predstavujú: ako dutinu, prázdnotu či vakuum uprostred priestoru. Lenže čierne diery sú priam nabité neuveriteľne kondenzovanou hmotou.

Druhý výklad: diera je otvor v niečom, napríklad v priestore. Einsteinove rovnice sú v tomto prípade dvojzmyselné. Vyplýva z nich sice, že čierne diery nespájajú rozličné časti vesmíru tak ako „červie diery“, cez ktoré tak často putujú hrdinovia sci-fi filmov, ale zároveň sú aj miestom mimo normálneho vesmíru, teda dierou či trhlinou v tkanine univerza. Navyše: o čiernych dierach nemožno povedať, že sú celkom mimo univerza. Komunikujú s ním troma spôsobmi.

1. Hmotá v čiernej diere pôsobí presne takou gravitačnou silou na vzdialé objekty ako pôsobila v čase, keď ešte nebola v čiernej diere.



Virtuálne časticie, podobné tým, ktoré vytvorili stopy na troch poličkach, (vpravo) sú produkтом čiernych dier; majú veľmi krátku životnosť, pretože sa navzájom anihilujú. Gravitačia čiernej diery dokáže roztrhnúť páry virtuálnych častic a uchrániť ich tak pred anihiláciou. Jednu časticu gravitačia „vtiahne“ po horizont udalostí, druhú vykatapultuje do okolitého priestoru.

2. Uhlový moment čiernej diery je presne taký istý, aký mala hmotá predtým, než sa stala čiernej dierou. To znamená, že jej rotácia pôsobí na priestor iba za horizontom udalostí. (Deformuje ho.)

3. Výsledný elektrický náboj všetkej hmoty v čiernej diere (ide o rozdiel medzi počtom pozitívnych a negatívnych nábojov), sa prejavuje iba za horizontom udalostí, presne ako to bolo pred okamihom, keď náboje vstúpili do čiernej diery.

Teda: čierne diery nie sú diery. Čím sú teda? Gigantickými kozmickými vysávačmi? Najmenej z dvoch dôvodov nemožno čierne diery považovať za efektívny zhustovač hmoty.

Prvý dôvod: hviezne jadrá čiernych dier sú také malé, že dokážu skonsumovať v ľubovoľnom čase iba veľmi malé množstvo hmoty. Horizont udalostí čiernej diery s hmotnosťou 10 Slnk je vzdialenosť od jej centra asi 16 kilometrov. Normálna hvieza s rovnakou hmotnosťou by mala polomer 32 miliónov kilometrov. Čo z toho vyplyva? Čierna diera sice dokáže gravitačne pritiahať obrovské množstvá plynu (napríklad z blízkej hviezdy), lenže vzhľadom na to, že je taká malá, plyn krúži okolo nej v horúcom disku celé roky, (rovnako ako voda vytiekajúca z vane okolo výtokovej diery), kym ho čierna diera nevucne pod horizont udalostí.

Druhý dôvod: jediný spôsob, ktorým čierne diery dokážu absorbovať hmotu, je ich gravitačná sila. Normálna hvieza s rovnakou hmotnosťou dokáže nabábať hmotu aj s pomocou iných fyzikálnych efektov. Napríklad: ak ku hviezde s hmotnosťou desiatich Slnk letí kométa po dráhe, ktorá by minula jej jadro vo vzdialnosti 10 000 kilometrov, horúčava premení exotické ľadu na plyn už dávno pred impaktom na fotosféru, zatiaľ čo horniny a kovy sa vyparia v horných vrstvách slnečnej atmosféry.

Čierna diémie je vysávač

Predstavme si, že tá istá kométa letí k čiernej diere, ktorá má hmotnosť 10 Slnk. Čierna diera na ňu bude pôsobiť rovnakou silou ako normálna hvieza s rovnakou hmotnosťou. Nakolko hmotný výmetok čiernej diery (v podobe Hawkingovej radiacie) je v porovnaní výdatom energie normálnej hviezdy minimálny, kométa sa pod jeho vplyvom nevypari. Navyše: čierna diera je taká malá, že bod najväčšieho možného priblíženia sa k nej leží vo vzdialosti necelých 1600 kilometrov od horizontu udalostí. V tejto vzdialnosti bude gravitačia čiernej diery pôsobiť rovnako ako gravitačia hocijakej hviezdy: zmení dráhu komety. Kométa sa začne vzdalať bez toho, aby utrpela ne-



jaké škody. Nestratí hmotu, nezmenší sa, ani sa nerozpadne. Slapové sily čiernej diery prinajhoršom vyvolajú v pevnom jadre komety podobný efekt ako vyvoláva Mesiac na povrchu zemských morí a oceánov. Takéto gravitačné hnietenie môže kométa prežiť bez poškodenia, prinajhoršom sa rozpadne na niekoľko kusov.

Dokonca ani gigantické galaktické čierne diery s hmotnosťou miliardy Slnk, nemôžu hmotu z okolitého vesmíru nasávať, hoci na ňu gravitačné pôsobia. Astronómovia pozorujú oblaky plynu a hviezdy obiehajúce takéto telesá, ale čierne diery ich nenasávajú!

Čierne diery však na priestor v najbližšom okolí pôsobia. Vzdialenosť medzi stredom čiernej diery a horizontom udalostí nazývame Schwarzschildovým polomerom. Všetky sprievodné efekty gravitácie čiernych dier sa prejavujú do vzdialenosť 10 Schwarzschildovych polomerov od centra čiernej diery. Za touto hranicou pôsobí čierna diera na hmotu tak ako iné telesá: normálne príťažlivosťou.

Vari s najbizarnejším vysvetlením povahy čiernej diery vyrúkovali niekoľkí americkí teológovia. Na istej cirkevnej škole označili čiernu dielu za peklo, alebo za miesto, kde prebývajú duše nenaistených detí. Vyplynulo to z ankety, ktorú som sám inicioval.

Astrofyzici už nazhromaždili o čiernych dielach pozoruhodné množstvo vedomostí, ale ešte zdaleka o nich nevieme všetko. Najväčšie me-



Kométa, ktorá obieha akolo čiernej diery s hmotnosťou 10 Slnk (vľavo) absolvuje aj najväčšie priblíženie bez viditeľných škôd, akurát sa zmení jej dráha. Kométa, ktorá obieha normálnu hviezdu s rovnakou hmotnosťou, sa pri rovnakom priblížení rozpadne.

dzery máme v chápání procesov, ktoré spôsobujú kolaps hmoty do čiernych dier. Hmota v čiernych dierach je taká komprimovaná, že tento jav fyzici nedokážu predbežne vysvetliť.

Riešenie tejto záhady nájdeme možno v trinástej komnate modernej fyziky, keď sa nám podarí skombinovať všeobecnú teóriu relativity s teóriou hmoty, nazývanou kvantová mechanika. Fyzici sú presvedčení, že kvantová gravitácia im

pomôže objasniť nielen podstatu čiernych dier, ale aj povahu hmoty krátko po big bangu.

NEIL F. COMINS

Autor je profesorom fyziky na University of Maine a autorom knihy „Čo ak Mesiac neexistuje?“ Sústredíuje sa na omyly a nesprávne koncepcie v astronómii, ktoré štria popularizátori astronómie.

Havária Super-Kamiokande

Vedci v japonskom fyzikálnom observatóriu Kamioka, vzdialenom 250 km od Tokia, začali vyšetrovať príčinu nehody, ktorá sa udala 12. novembra a bude pravdepodobne znamenať spomalenie výskumu neutrín, ktoré neustále prenikajú našu planétu. (Neutrino vzniká pri rádioaktívnom rozpadе jadra, kedykoľvek jadro vyšle alebo pohltí elektrón či pozitrón. Neutrino nemajú ani elektrický, ani baryónový náboj. Ich interakcia s ostatnými časticami, vrátane iných neutrín, je teda veľmi slabá. Tok neutrín z jadra Slnka a hviezdy nemôžu zadržať ani obrovské množstvá hmoty, ktorými sú jadrá hviezd obklopené. Iba jedno neutrino zo 100 milárd sa cestou zachytí. – Podľa J. Kleczka.)

Dôsledkom nehody v laboratóriu Super-Kamiokande, komore umiestnejenej jeden kilometer pod zemou, je bližšie neidentifikovaná nestabilnosť. Škoda predstavuje dve miliardy jenov (asi 16 miliónov dolárov.)

„Je to veľká strata pre venu,“ povedal riaditeľ Kamioka Observatory Yoji Totsuka po nehode, pri ktorej boli poškodené tisícky laserov. „Na svete sú celkovo len dve zariadenia takéhoto druhu, takže výskum v oblasti neutrín sa spomalí,“ dodal. (Tým druhým myslí je SNO – Sudbury Neutrino Observatory v Kanadskom Ontáriu.)

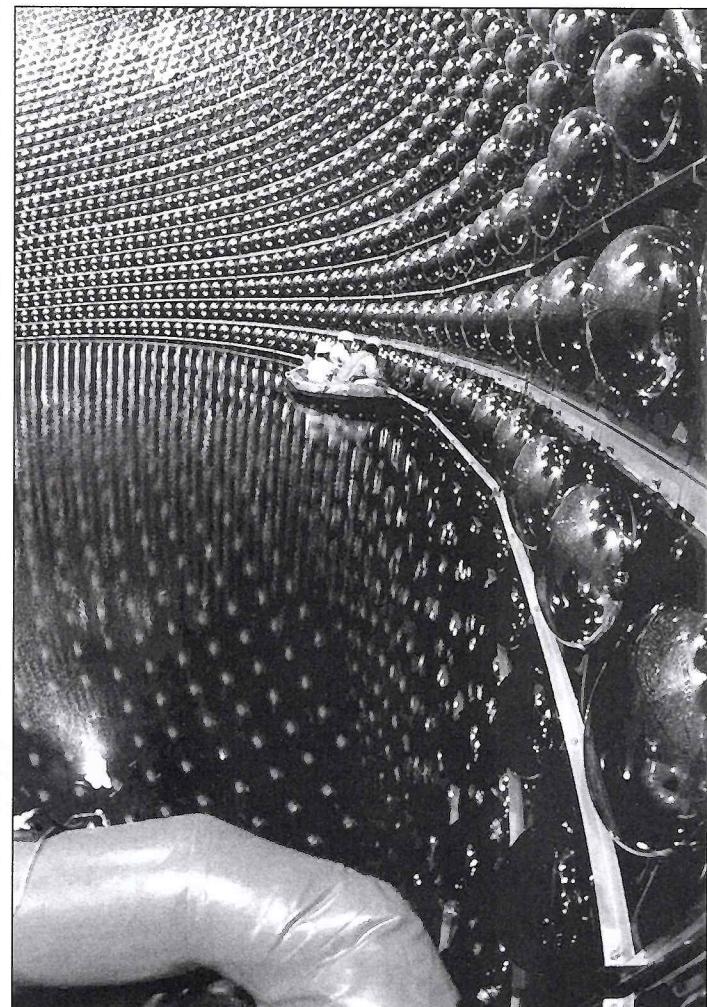
Laboratórium Super-Kamiokande, umiestnené v starej bani, si v roku 1998 získalo uznanie vedcov po celom svete dôkazom, že prinajmenšom jedno z troch typov neutrín má nenulovú hmotnosť.

Výskum týchto častic môže objasniť zloženie a vlastnosti tmavej hmoty, ktorá tvorí 90 % celkovej hmoty vesmíru.

V elektronickom viac-menej zdvorilostnom oznamení riaditeľ Yoji Totsuka oslovia svojich „drahých kolegov“ z Japonska, Spojených štátov a Kórey, apelujúc na ich kolegiálne city žiada ich o podporu pri oprave, ktorá by mala byť urobená do jedného roka. Znova by sa mal reštartovať experiment K2K a pokračovať na novom experimente JHF-Kamioka.

(Podľa internetových správ –ml–)

← Časť japonského detektora neutrín Super-Kamiokande.



Ako na Zemi, tak aj na Marse. Alebo naopak?

Nová teória vysvetľujúca procesy zemskej tektoniky pomohla planetológom a planetárnym geológom objasniť niekoľko martešských záhad. Na pravidelnom zasadaní Americkej geologickej spoločnosti vystúpili s touto teóriou dvaja vedci: profesor Victor Baker, vedúci Oddelenia hydrologie a vodných zdrojov Arizonskej univerzity a Šigenori Marujama z Japonského technologickejho inštitútu. Obaja referovali o fenoméne „supergundže“, ktorý suvisí dynamikou pozemskej magmy, a aplikovali to na marteškú vysočinu Tharsis, kde sa vypínajú najmohutnejšie sopky cervenej planéty.

„Ide o relativne novú myšlienku, ktorá vychádza z poznatkov o dlhodobých cykloch pozemského geostroja,“ vyhlásil Baker, ktorý Marujamu koncepciu aplikoval na martešké podmienky. Spoluautormi teórie sú aj viacerí planetární geológovia a hydrológovia.

Marujama dokazuje, že v podzemí našej planéty existuje cyklus s períodom pol miliardy rokov, ktorý riadi pohyb kontinentov: spája ich do superkontinentu, aby vzápäť jednotlivé kryhy súše opäť rozptýlili po celom povrchu Zeme. Táto teória tektonických platní je všeobecne prijatá. Ľahké kryhy zemskej ktorý plávajú po ohnivom oceáne magmy v zemskom plášti a kolidujú s tažšími a zanorenejšími kryhami, tvoriacimi podložie oceánov. Pozdĺž zlomov, kde dochádza k kolíziam a podsúvaniu platní (subdukcii) vznikajú reťazce sopiek, ktoré vracajú ponárajúce sa a pretavené usadeniny späť na zemský po-

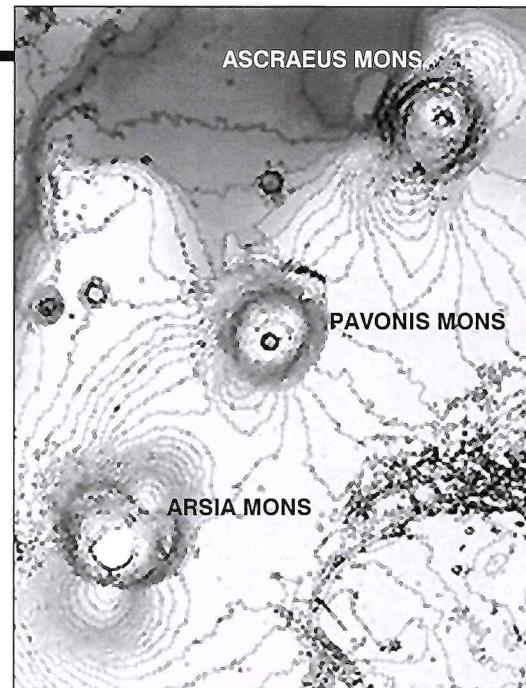
vrch. Tento recyklačný proces sprevádzajú zemetrasenia a vznik nových sopiek, ba celých vulkanických pohorí.

Baker vysvetlil proces vytvárania „supergundže“ pomocou metafore „hrnca, v ktorom vrie polievka“. V hustej magmatickej polievke, pri pomíňajúcej skôr kašu, sa vytvorí horúca „gunda“, ktorá začne stúpať k povrchu. Tento proces načrtol Marujama už v roku 1994 na príklade neustále prebiehajúceho procesu kolízie indickej kryhy s ázijským kontinentom. Marujama dokázal, že Himaláje (a Tibetská vysočina) sú iba prvým prejavom pôsobenia „supergundže“ na mieste, ktoré sa stane o 250 miliónov rokov centrom nového superkontinentu. Iná „supergundža“ pôsobí podľa japonského vedca aj na Afriku. Afričká kryha už praskla (dôkazom sú pozdĺžne zlomy vyplnené veľkými jazerami) a obe kryhy sa už od seba vzdalujú. Afrika má, mimochodom, najväčšie priemerné prevýšenie zo všetkých kontinentov, pričom na jej povrchu je mimoľadne malé množstvo vysokých hôr.

Vysočina Tharsis na Marse pripomína Afriku. Jej existencia je dôkazom dlhotrvajúcej tektonickej aktivity. Práve na Tharsis vidíme mohutné zlomy, hlboke údolia, obrovské vysočiny a celý rad iných pozoruhodných útvarov, ktoré možno vysvetliť iba tlakom „supergundže“ v podloži.

Keby bol stred vysočiny Tharsis v Arizone, vypnali by sa okolo nej 26 kilometrov vysoké sopky. Systém „kaňonov“ (podľa Bakera ide skôr o spleť gigantických tektonických trhlin), by sa

Oblast Valles Marineris s vrchmi Arsia, Pavonis a Olympus. Obrázok je spracovaný podľa dát MOC a MOLA umiestnených na sonde Mars Global Surveyor.



Mapka vysočiny Tharsis spracovaná podľa údajov MOLA na Global Surveyoru.

tahal od Los Angeles až po New York. Pod Tharsis funguje najväčší generátor tepla na Marse. Jeho vek sa odhaduje na 3,5 miliardy rokov.

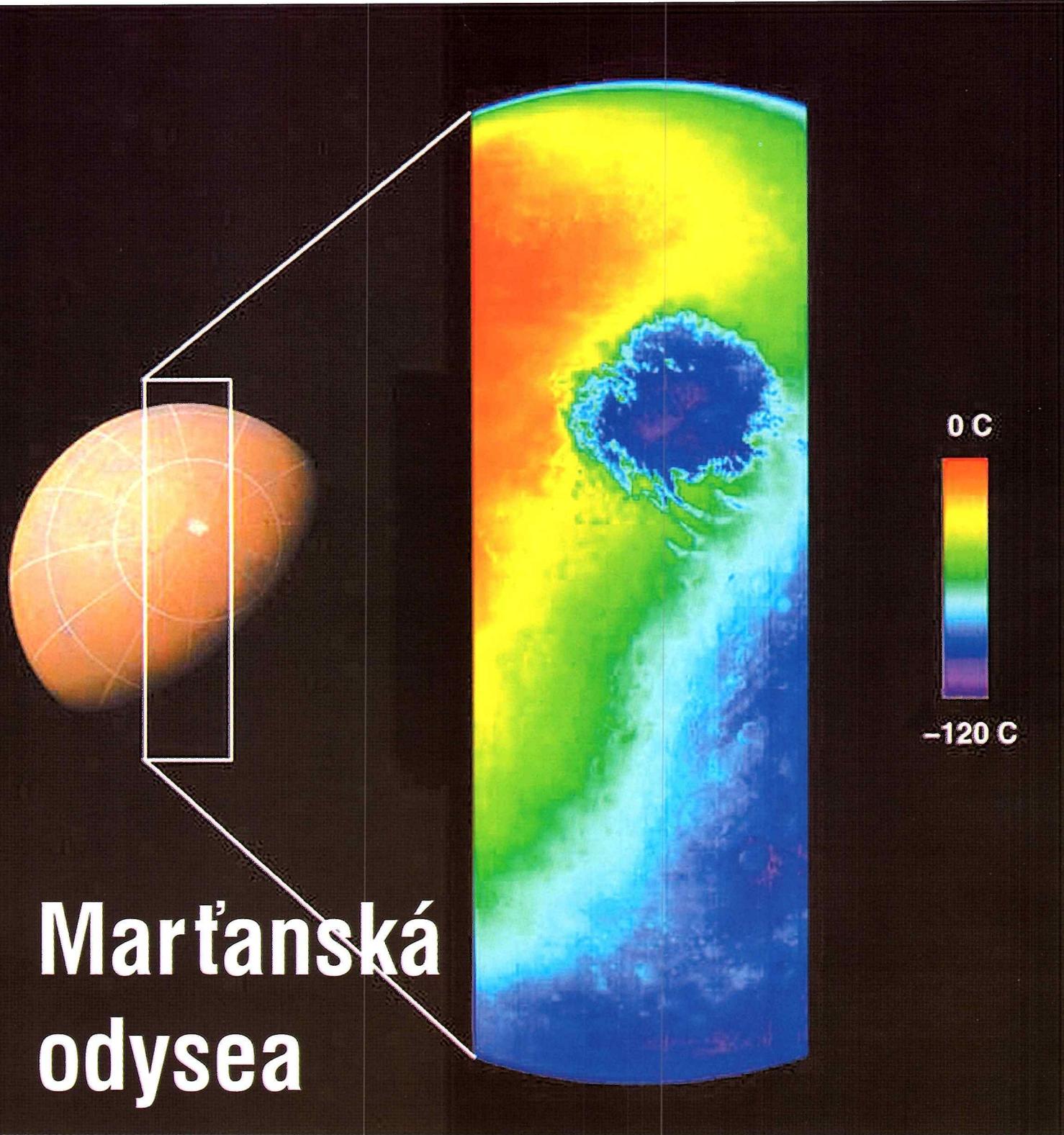
Na planinách Tharsis pozorujeme aj spleť koryt, ktoré sú oveľa mohutnejšie ako koryto Mississippi. Podľa Bakera ide o zvyšky gigantických záplav, ktoré sa na Marse sporadicky a krátkokodobu prejavujú, hoci 99 percent geologickej história Marsu bola táto planéta chladná a suchá.

„Supergundža“ pod planinou Tharsis bude ovplyvňovať martešké geodejiny po celý zvyšok evolúcie cervenej planéty. Iba pomocou tejto dokážu vedci vysvetliť celý rad záhad, ktoré sa doteraz diskrétnie obchádzali.

Napríklad: Čo iné ako cyklus supergundže môže vysvetliť periodickú vulkanickú aktivitu v oblasti Tharsis, ktorá spôsobovala mohutné topenie pieskom a pudrom zaviatych ľadovcov i kryštálikov ľadu, premiešaných s čiastočkami iných hornín v povrchových vrstvach? Čo iné by mohlo vyvolať periodické uvolňovanie vody z obrovských podpovrchových rezervoárov? Z periodicky sa prebúdzajúcich vulkánov sa uvoľní do atmosféry obrovské množstvo oxidu uhličitého, vznikne skleníkový efekt. Oteplovanie planéty dramaticky urýchli hromadenie vodnej pary v atmosféri. V takýchto podmienkach nie je vylúčený dočasný globálny kolobeh vody. Vedci si ešte nie sú načistom, či rieky, ktorých korytá erózia podnes z povrchu nevyhľadila, vytvorila voda z normálneho kolebhu, alebo jednorazové a relativne krátke globálne záplavy z topiacich sa depozitov ľadu.

Teória „supergundže“ ešte nie je dopracovaná. Jej autori očakávajú, že misia Odyssey im poskytne definitívne dôkazy. Prvé snímky s vysokým rozlíšením získa sonda až vtedy, keď sa usadí na mapovacej obežnej dráhe. Stane sa tak niekedy v januári 2002.

University of Arizona Press Release



Martanská odysea

Túto infračervenú snímku získala sonda Mars Odyssey 30. októbra 2001, počas deviateho obлетu červenej planéty. Snímka vznikla ako vedľajší produkt kalibrácie a najrozličnejších testov kamerového systému. Zo snímky môžete odčítať teplotu Marsu. Vo chvíli expozície tejto snímky sa sonda nachádzala nad južným pólem, vo výške 22 000 kilometrov. Na južnej hemisfére Marsu bola neskorá jar. Výrazný okrúhly útvar je južná polárná čiapočka, ktorú tvorí najmä zamrznutý oxid uhličitý. Tento odtieň modrej farby na displeji označuje najnižšiu teplotu – ménus 120 stupňov Celzia.

Južná polárná čiapočka Marsu má v priemere 900 kilometrov a s príchodom leta sa asi o šestinu scvrkáva. V oranžových farbách vidite mraky unášané chladnými prúdmi vzduchu, pohybujúcimi sa od pólu smerom k rov-

níku. Chladná oblasť v pravom dolnom rohu snímky „zviditeľňuje“ nočné teploty na Marse a zároveň demonštruje výkon kamerového systému, ktorý dokáže snímať aj povrch nočnej hemisféry Marsu. Najteplejšie miesto sa nachádza v blízkosti posuvajúceho sa poludnia.

V hornej časti snímky môžete vo svetle skorého dopoludnia rozlíšiť obrys impaktného krátera Agryre (priemer 900 km). Tenučký kosáčik nad horným okrajom planéty je martanská atmosféra. Pás martanského povrchu, exponovaného na snímke, dlhý 6500 kilometrov, zviditeľňuje povrch od jedného okraja planéty po druhý. Maximálne rozlíšenie: 5,5 km na pixel, pravda, iba priamo pod sondou. Keď sa sonda Mars Odyssey usadí na mäpovacej obežnej dráhe, rozlíšenie dosiahne až 100 metrov na pixel.

Jet Propulsion Laboratory

Príbeh jedného ďalekohľadu

Život každého človeka je jedným veľkým, neopakovateľným príbehom. Tento príbeh si každý do určitej miery môže ovplyvniť sám, alebo ho čiastočne môžu ovplyvniť iní ludia či okolnosti. Aj veci majú svoje príbehy. Ibaže ony nemajú možnosť nám ich vyzoprávať. Ale je až zarážajúce, ako ich príbehy závisia iba od konania ľudí. Voči nim sú bezmocné. Tak sa to dialo aj v nasledujúcim príbehu.

Každý príbeh vždy niekde a niekedy začína. Začiatok tohto príbehu spadá do obdobia prvej ČSR (1918–1939). Miestom príbehu je Ó Gyalla, teda Stará Ďala, kde pred prvou svetovou vojnou stala jediná maďarská štátnej hvezdárňa. Preto je zrejmé, že Stará Ďala bola ako hvezdárňa veľmi dôležitá. Ó Gyalla bola po druhej svetovej vojne premenovaná na Hurbanovo a odtedy toto slovenské mesto nesie tento názov.

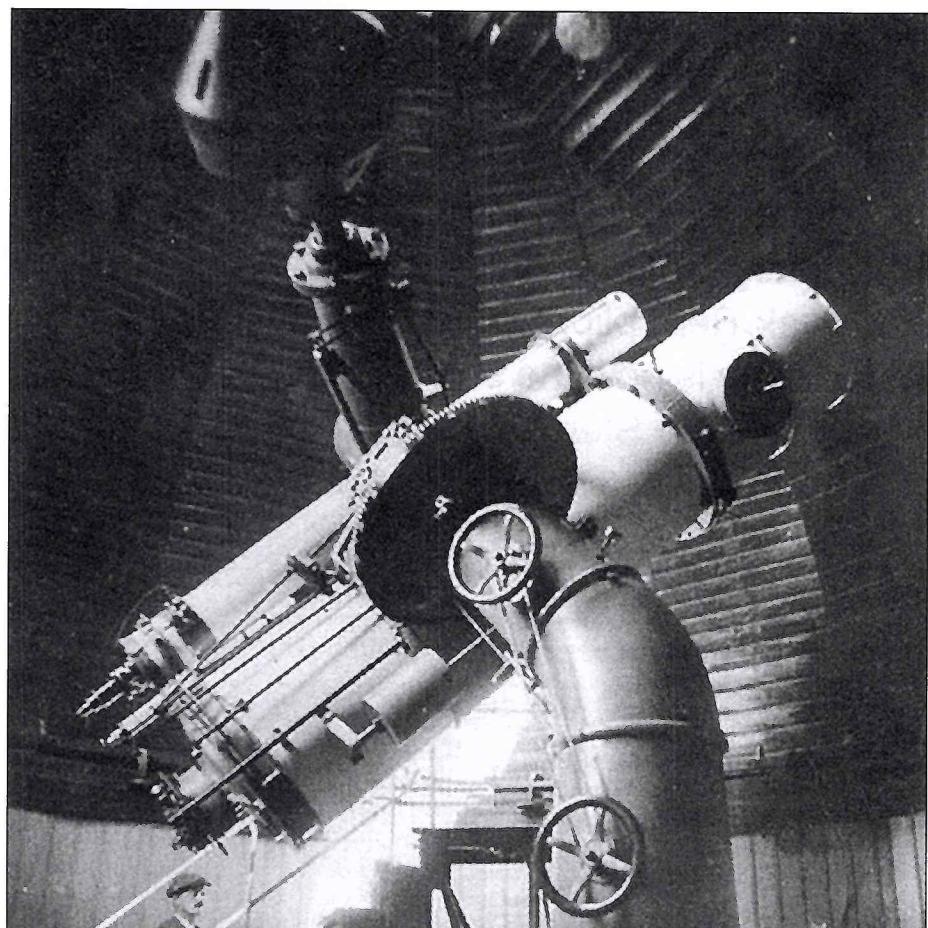
Ale vráťme sa na začiatok príbehu. Roku 1919 Hvezdárňa v Starej Ďali bola organizačne pričlenená k Prajskej štátnej hvezdárni (čiže ku Klementinu). Stala sa Štátnym astrofyzikálnym observatóriom prajskej hvezdárne a toto observatórium bolo zriadené vtedajším Ministerstvom školstva a národnej osvety. Starodálské čiže hurbanovské observatórium ešte v r. 1922 si objednalo u firmy Zeiss väčší astronomický ďalekohľad. A ten sme naozaj získali od Nemecka v rámci náhrad za vojnové škody. Išlo o zrkadlový ďalekohľad s priemerom objektívu 60 cm. Na vtedajšie časy to bol unikátny kus a uviesť ho do prevádzky nebola vôbec jednoduchá úloha. S osadením ďalekohľadu bolo napríklad potrebné prerobiť celú elektrickú inštalačiu, lebo bol skonštruovaný iba na 120 V jednosmerného prúdu. Napriek mnohým problémom sa však všetko podarilo, najmä zásluhou dr. Bohumila Šternberka.

Ďalekohľad začal naplno pracovať v roku 1928. Práve tento ďalekohľad bol takmer 35 rokov najväčším a najmodernejším prístrojom československej astronómie. Ním sa získávali aj patričné výsledky a niektoré z nich dosahovali až svetovú úroveň. Napr. dr. B. Šternberk pomocou neho ako prvý v Európe (18. a 21. 3. 1930) určil fotograficky polohu novooobjavenej planéty Pluto. Boli to prvé merania polohy fotografickou cestou v našom štáte a získané výsledky patrili k najpresnejším na svete. Významnou prácou boli aj Šternberkove merania fotometrického prierezu Finslerovej kométy. Bol to prvý pokus na svete, ktorého cieľom bolo určiť rozloženie svetla v hlave komety.

Po desiatich rokoch činnosti ďalekohľadu však hrozilo, že ož pídem. Schylovalo sa k Viedenskej arbitráži, po ktorej v jeseni r. 1938 boli južné časti Slovenska násilne pripojené k horthyovskému Maďarsku. Na tomto území sa nachádzalo aj Hurbanovo (Stará Ďala je vzdialá iba niekoľko kilometrov od Komárna). Náš majetok bolo treba zachrániť. Dr. Šternberk sa snažil zachrániť majetok z územia, ktoré malo byť odstúpené Maďarsku, evakuáciou do Čiech. (Majme na pamäti, že Starodálské observatórium bolo pobočkou Praž-

servatóriu so štátnej hvezdárňou v Starej Ďali. Bolo pre prípad odstúpenia tohoto územia Maďarsku premiestnené do Prešova. Mesto Prešov má pre tento účel nezariadenú najmodernejšiu stavbu hvezdárne, v ktorej je možné celé zariadenie bezpečne umiestniť a mestská rada sa po stará tiež o umiestnenie všetkého osobníctva.

Na dotaz krajinského úradu zdelil dňa 10. októbra 1938 správca štátneho observatória Dr. Šternberk telefonicky, že približný náklad na odmontovanie strojov a premiestnenie hvezdárni by činil vyše 20 000 Kč. Evakuácia ústavov by vyžadovala doby aspoň 14 dní v predpoklade, že bude k dispozícii dostatočný počet odborných pracovných sil a materiálu.



60-cm zrkadlový ďalekohľad starodálskej hvezdárne, ktorý v Hurbanove bol v činnosti od r. 1928 do r. 1938.

skej hvezdárne.) Ministerstvo školstva a národnej osvety s týmto zámerom súhlasilo prípisom vydaným ešte 20. 9. 1938. V tomto zmysle, za dramatických okolností, v druhej dekáde októbra riadiel dr. Šternberk odsun materiálu. Blesková demontáž ďalekohľadu trvala iba niekoľko hodín. Pri demontáži a odsune výdatne pomáhalo aj armáda, ktorá po mobilizácii bola rozmiestnená v pohraničí. Všetok majetok uložený v debnách mal byť železnicou odoslaný do Ondrejova.

Avšak v hodine dvanásťej sa do boja o záchrannu prístrojov prihlásil aj Prešov, o čom svedčí aj list adresovaný Prezídiu ministerstva školstva pre Slovensko so sídlom v Bratislave. Jeho podstatná časť doslova i do písma znala nasledovne:

„Mestská rada v Prešove žiada prípisom zo dňa 6. októbra číslo 17.673/38, aby štátne ob-

Nakoľko sa jedná o veľmi cenný štátny majetok, žiada sa láskave o súrne rozhodnutie v tejto záležitosti.“

Prešovčania, v snahe mať veci pod kontrolou, neostali iba pri písomných urgenciach. Do diania sa zapájali aj telefonicky. Intenzívne sa telefonovalo medzi Prešovom a ministerstvom v Bratislave. Napríklad 12. 10. 1938 o 9 hod. 25 min. Bratislava telefonicky informuje Prešov, že ministerstvo je ochotné vyhovieť žiadosti mesta, pokiaľ bude ochotné znášať trovy na premiestnenie do výšky 20 000 Kč. V ten istý deň o 11.05 hod. prišla telefonická odpoved, že mesto Prešov trovy zaplatí. Navyše sa dohodlo, že evakuovať sa môže a bude iba to zariadenie, ktoré je majetkom Čs. štátu. Staré zariadenie z doby Uhorského štátu ostáva v Starej Ďali.

Počas započatej evakuácie došla do Staréj Ďali (13. 10. 1938) žiadosť ministerstva, aby sa pre-sun všetkých predmetov presmeroval nie do Prahy, ale do Prešova. Výsledok týchto hektických aktivít bol nasledovný: časť materiálu (spektro-helioskop) došla do Čiech, časť materiálu, v ktorom bol aj ďalekohľad, došla do Prešova. Ako sa to stalo, to by možno vedel povedať iba sám ďalekohľad. Dôveryhodné sú hádam iba 3 verzie.

Prvá verzia je takzvaná byrokraticko-dôvodová. Podľa nej náklad na miesto určenia neboli doručený, napokoľa železničná stanica Ondrejov neexistovala. Preto náklad bol poslaný späť na Slovensko. Podľa druhej verzie ďalekohľad do Čiech neprišiel, pretože pári hodín predtým boli hranice uzavorené. Tretia verzia je asi najpravdepodobnejšia. Podľa nej sa ďalekohľad do Prešova dostal na priamu intervenciu dr. A. Duchoňa (verejného notára, v r. 1932–38 starostu Prešova a majiteľa súkromnej hviezdarne v Prešove). Jeho snahou bolo zriaďiť štátne observatórium v Prešove.

Ďalekohľad sa nakoniec predsa dostal do Prešova. Ostalo iba finančne ho vysporiadat a inštalovať. Prvý bod sa splnil za nasledujúcej podmienky, ktorá je uvedená v „Konečnom rozhodnutí“ zo dňa 9. novembra 1938, ktoré doslovne znies:

„Vládny komisár mesta Prešova v obore pôsobnosti finančnej komisie a mestského zastupiteľstva – rozhodnul poskytnúť hradenie prestáhovacich trov štátneho observatória so štátnej hviezdarňou zo Starej Ďali do Prešova do výšky Kč 20 000 (dvadsaťtisíc) pod podmienkou, že spo-menutá štátma inštitúcia zostane stále v Prešove. V pade, žeby ustanovizeň štátneho observatória a hviezdarne bola prestáhovaná na iné miesto, štátna správa bude povinná mestom Prešovom hradenie prestáhovacie trov vynahradíť.“

Musíme pripomenúť, že mesto Prešov všetky svoje finančné povinnosti v tomto smere poctivo splnilo. Zaplatilo všetkým dovozcom, celé dopravné, armáde, atď., ba aj hurbanovským stolárom, ktorí zhotovili prepravné debny a ktorí si nezabudli vyúčtovať aj 26.– Kč za seno k baleniu.

Problémy však vznikli s inštalovaním ďalekohľadu. Prišlo sa na to, že vybudovaná kupola na vodárenskej veži je malá pre taký veľký ďalekohľad. Mala priemer iba 4,5 m. Ďalekohľad si však vyžadoval kupolu s priemerom aspoň 7 metrov a 2,5-metrovú štrbinu. Vodárenská kupola nevyhovovala ani po statickej stránke.

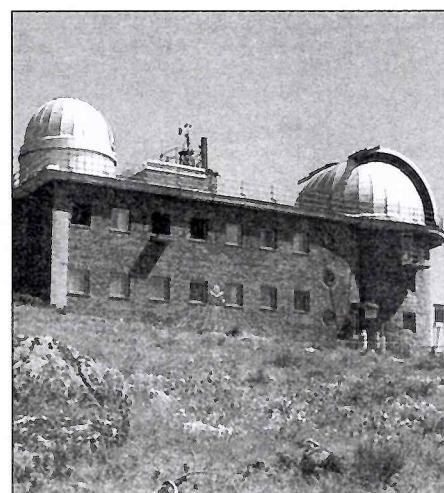
Nezostávalo nič iné, iba vybudovať novú väčšiu kupolu. Je zaujímavé, že pre prešovských majstrov to v tých časoch nebolo žiadny problém. Už v decembri 1938 František Pekárik („stavebne a strojné zámočníctvo“) by za 25 500 Kč dodal a osadil konštrukciu kupoly s priemerom 7,5 m. Karol Cocek („klampiar a zakryvač“) by ju za 7 872 Kč pokryl pozinkovaným plechom.

Zdalo by sa, že všetko bolo naštartované tým najlepším spôsobom. Prešov vlastní unikátny ďalekohľad a s jeho osadením si Prešovčania vedia poradiť aj sami. Tento projekt sa stretol s výdatnou pomocou a ústretovým konaním mestskej rady. Za takejto konštelácie sa rysovalo, že Prešov sa stane významným astronomickým centrom s medzinárodným kreditom. Až sa človeku chce povzdychnúť „staré dobré časy“. Avšak plány sa neuskutočnili. Prepásli sme ďalší šancu.

Nech je ako je, Prešov však v tomto príbehu



Budova vodárne v Prešove ukončená astronomickou kupolou, ktorá pre 60 cm ďalekohľad bola primálá.



Observatórium astronomického ústavu SAV na Skalnatom Plese. Starodalský ďalekohľad bol inštalovaný vo väčšej kupole v čase od r. 1944 do r. 1977.

zohral veľmi kladnú rolu. Zachránil ďalekohľad pravdepodobne pred istou skazou. O tom svedčí aj list dr. Bečvára z 5. 2. 1943 dr. Šternberkovi, v ktorom opisuje stav hviezdarne v Starnej Ďali:

„Hviezdárna v S. Ď. už neexistuje, zlikvidovali ju. Všetky kupole odstránili a domečky zbouvali, jen tu nejvŕši (kopuli) ... darovali některé ľiné maďarské hviezdarne. Knihovnu ... darovali hlavu hviezdarne Budapešť-Svábhegyi. Hviezdarne tedy patrí minulosť a můžete napsat nekrolog.“

Za ten čas sa pôvodný zámer Prešovčanov neustále komplikoval a pridlhlo tiahlo, až nakoniec stroskotal na nedostatku financií. Navyše sa tu objavil konkurenčný projekt dr. Bečvára s observatóriom na Skalnatom Plese. Konkurenčný projekt dostal zelenú. Ministerstvo už 9. júna 1939

s definitívou platnosťou rozhodlo, že astronomické observatórium sa bude stavať na Skalnatom Plese. S týmto riešením nakoniec súhlasiel aj Prešov. Udalosti potom nabrali rýchlejší spád. 23. augusta 1940 bolo mestskej rade v Prešove oznámené listom z Ministerstva školstva a národnej osvety, že starodalský inventár uskladnený v Prešove bude premiestnený na Skalnaté Pleso. V septembri 1941 sa tak aj stalo.

Namiesto observatória ostal Prešovu byrokratický súboj o finančný obnos, pretože „...inštitúcia nezostala v Prešove“.

– 18. septembra 1940 zasiela mesto Prešov žiadosť o refundáciu výdavkov spojených s pre-stahovaním materiálu zo Starej Ďali vo výške 5 221,70 korún (zrejme nie všetky výdavky sa podarilo zdokumentovať).

– 11. januára 1941 ministerstvo odpovedá, že nemá 5 521,70 korún.

– 18. apríla 1941 sa Prešov napriek tomu nechce vzdáť svojho nároku na finančný obnos. Žiada teraz 6 444,40 korún (po revízii výdavkov) + 3 300 korún za nájomné, teda spolu 9 744,40.

– 8. augusta 1941 ministerstvo preplatiilo iba 5 858,50 korún. Za nájomné odmietlo preplatiť s odôvodnením, že bolo národnou povinnosťou každého jednotlivca prispeť k záchrane národného majetku.

– 9. februára 1942 – pretože Prešov sa ani ďalej nevzdal svojho nároku, ministerstvo namiesto 3 300 korún uhradilo mestu za nájomné iba 1 800 korún.

Vráime sa však k ďalekohľadu, ktorého cesta bola nasmerovaná preč z Prešova.

Presadíť výstavbu hviezdarne v tažkých vojnových rokoch nebolo vôbec ľahké. Navyše na mieste ľahko dostupnom (v nadmorskej výške 1783 m) a podľa možnosti v čo najkratšom termíne. Avšak všetko sa podarilo. Stavba hviezdarne bola dokončená vo veľmi krátkom termíne – na jeseň r. 1943.

Súbežne s výstavbou sa zahájila aj inštalácia hlavného prístroja. Poskladať taký veľký ďalekohľad (vo vojnových podmienkach), podľa neúplnej dokumentácie, sa zdalo nad ľudské sily. Až neskutočne pôsobil fakt, že prakticky jeden človek, mechanik Vladimír Kiss za pomocí astronóma Antonína Bečvára, dokázal poskladať taký veľký ďalekohľad bez možnosti konzultovania, bez toho, aby kedykoľvek predtým videl v činnosti veľký astronomický ďalekohľad. A predsa, podarilo sa. Hlavným 60-centimetrovým ďalekohľadom sa prvá fotografická snímka urobila 16. októbra 1944.

Netrvalo dlho a ďalekohľadu opäť hrozilo nebezpečenstvo, dalo by sa povedať, zo strany národa, ktorý ho vyrobil. Koncom vojny, v januári 1945 bola všetka práca na observatóriu prerušená. Jedna ustupujúca nemecká jednotka dostala pred svojím odchodom príkaz zničiť celé zariadenie na hviezdarne na Skalnatom Plese. Opäť bolo nutné pracovať na záchrane ďalekohľadu. Bez statočnosti a odvahy ľudí, by to nebolo možné. Tieto vlastnosti najviac prejavili pracovníci lanovky, ktorí odvážne odmietli vyvieziť Nemcov hore. Veľkou výhodou sa ukázala skutočnosť, že strojovňa lanovky bola hore na Plese. Preto Nemcom neostávalo nič iné, iba na Skalnaté Pleso vyliezť pešo. Šťastie však stálo na strane ďalekohľadu. Pre zlé počasie a nedostatok času sa voja-

ci hore už nedostali. Vyhodili však do vzduchu dolnú stanicu lanovky, prvý stožiar a prerušili elektrické vedenie na Skalnaté Pleso. Pozorovania sa obnovili až po polročnej prestávke, 19. júla 1945.

Starodalský ďalekohľad na Skalnatom Plese slúžil verne 33 rokov. Koncom 50. rokov 20. storočia začal program fotografického sledovania premenných hviezd, najmä pulzujúcich hviezd typu RR Lyrae. V polovici 60. rokov boli v newtonovom, neskôr v cassegrainovom ohnisku inštalované fotoelektrické fotometre, ktoré boli využívané na výskum zákrytových dvojhviezd, che-micky pekuliárnych hviezd a komét.

Služil, ale procesu starnutia neunikol ani on. V roku 1977 bol rozobraný a na jeho miesto bol osadený iný ďalekohľad, s takými istými parametrami (ďalšia šesťdesiatka), ale bol modernejší, kvalitnejší, spoľahlivejší.

Bať rozobratý a ležať niekde v sklede, to sú pre ďalekohľad veľmi krušné chvíle. Iskierka nádeje svitia až po dlhšom čase. V rokoch 1980–88 prešiel celkovou rekonštrukciou a bol zaslaný ďalšiemu majiteľovi – do Bratislavu, Katedre astronómie MFF univerzity Komenského. Po ďalších chvíľkach neistôt, po ďalších opravách a modernizačiach sa napokon dočkal svojho znovuobnova-venia. Bol inštalovaný v Modre pri Bratislave a od 1. novembra 1994 je využíva sa najmä na astrometriu a fotometriu asteroidov a komét, ale aj pri výuke študentov astronómie.

Ako vidieť, prístroj je cenný ešte aj teraz, nieto vtedy v minulosti. Aj keď chvíľky svojej najväčšej slávy má už za sebou, je na seba hrud. Veď to bol on, ktorý ako prvý v Európe sfotografoval Pluto. Pre nás je potešiteľné, že Prešov a jeho astronomickí nadšenci vpísali do jeho životopisu iba svetlé stránky.

Okrem neho aj v súčasnosti slovenskí astronómovia majú doma k dispozícii iba ďalšie 60-ky, ktoré sú modernejšie, ale nie väčšie. Veľmi pravdepodobne sa to v blízkej budúcnosti zmení. Na Kolonici (vysunuté pracovisko humenskej hvezdárne) sa inštaluje nový zrkadlový ďalekohľad, ktorý bude na Slovensku najväčší. Priemer jeho objektívového zrkadla je jeden meter. Ale to je už o niečom inom. Jeho príbeh sa iba teraz začína. Kto vie, aký osud ho čaká.

PETER IVAN
HaP Prešov



Hlavná budova astronomického observatória MFF UK Modra-Piesky. Jej kupola je súčasným sídlom starodalskej šesťdesiatky.

Snímka: WWW stránka AGO MFF UK

Sonda SOHO odhalila podložie slnečných škvŕn

Vedci získali prvé viero-hodné „snímky“ podložia slnečných škvŕn. Ako vieme, škvŕny sú záhadné tmavé oblasti, objavujúce cyklicky i sporadicky na celom povrchu Slnka. Ich priemer je neraz väčší ako priemer Zeme. Predpokladá sa, že ich vytvárajú obrovské bubliny, (uzly) elektricky nabitých plynov či plazmy, ktoré vystupujú z centrálnych oblastí Slnka na povrch a tam sa vynárajú s plejádou sprievodných úkazov.

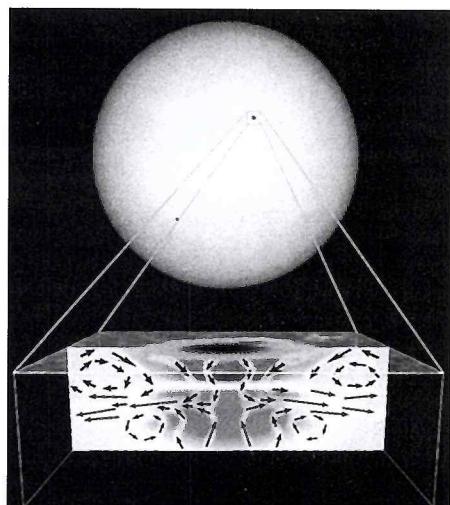
Prelom vo výskume škvŕn spôsobili „snímky“, ktoré získal Michelsonov dopplerovský snímač na palube solárnej a heliosferickej sondy (SOHO). Slnečné škvŕny vyrúšajú solárnikov už oddávna, najmä preto, lebo majú v astronomických reláciach veľmi krátku životnosť. Navýše: škvŕna a jej sprievodné efekty, sú iba záverečnou fázou zložitých a neveľmi jasných procesov v hlbke slnečného telesa.

Astronómovia už dávno vedia, že škvŕny sú oblastami, kde sa magnetické polia prejavujú v koncentrovanej podobe. Solárniči dokázali, že škvŕny (teda magnetické polia) na seba pôsobia, čo generuje ich skorý rozpad. Prístroje s vysokým rozlíšením zviditeľnili, že materiál zo škvŕn sa na povrchu Slnka rozteká na všetky strany. Trojica vedcov Alexander Kozovičev a Junwei Zhao zo Stanfordskej univerzity, spolu s Thomasom Duvalom z NASA's Goddard Space Flight Center využili senzačné schopnosti MDI na palube SOHO, ktorý dokáže „nakuknúť“ aj pod slnečné škvŕny, a zistili, že hmota v hlbke prúdi opačne – vteká do škvŕny, ktorá v priereze pripomína pohár vnorený do kvapaliny!

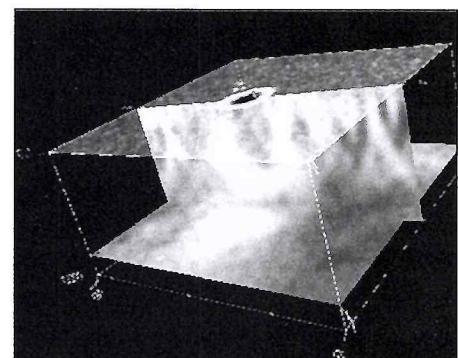
„Objavili sme, že hmota zo škvŕny odteká iba na povrch,“ hovorí Zhao. „Ak nahliadnete o čosi hlbšie, vidíte čosi ako okrúhly vodopád, či skôr oko hurikánu, ktorý nasáva z okolia všetko. A práve toto nasávanie zráža magnetické polia dohromady.“

Solárniči už dávno vedia, že intenzívne magnetické pole pod škvŕnou tlmi stúpajúci prúd energie z horúceho slnečného vnútra, čím sa škvŕna stáva chadnejšou, a teda aj tmavšou ako jej okolie. Tlmenie konvektívnych pohybov pripomína pokrývku či zátku, ktorá zabráňuje energii z horúceho vnútra vybuľať na slnečný povrch.

Hmota nad zátkou sa ochladí, zhustne, začína klesať naspäť k jadru rýchlosťou 4600 kilometrov za hodinu. Podľa posledných pozorovaní práve toto ponáranie sa chladnej hmoty náti okolitú plazmu a magnetické pole premiestňovať sa do centra škvŕny. Koncentrované pole spôsobí ďalšie ochladzovanie plazmy. Aj ochladená plazma začína klesať a na jej miesto sa hrnie plazma z okolia. Tento mechanizmus pripomína perpetuum mobile. Kým je magnetické silné, proces ochladzovania udržuje stály vtok materiálu, takže celá štruktúra je pomerne stabilná. Odstredivé prúdenie materiálu, ktoré po-



Horný obrázok je grafikou, ktorá približne znázorňuje podložie slnečných škvŕn, týchto tajomných tmavých oblastí, veľkých ako naša Zem. Na spodnom obrázku vidíte tomografický prierez podložím slnečnej škvŕny.



zorujeme okolo škvŕn na povrchu, prebieha iba vo veľmi tenkej vrstve.

Čo sa deje pod zátkou, ktorá zabráňuje materiálu vystúpiť na povrch? Hmota, ktorú zátku zadržala, sa začína otepľovať. Dôkazy sú jednoznačné. „Prekvapilo nás, že škvŕny sú pomerne plytké,“ vraví Kozovičev. „V hlbke 4600 kilometrov sme zistili, že rýchlosť zvuku tam bola vyššia, čo znamená, že korene škvŕny sú horúcejšie ako ich okolie, zatiaľ čo na povrchu je to presne naopak.“

Pozoruhodné je, že zostupné prúdy sa rozpadajú v hlbke, ktorá je rozhraním, na ktorom sa aj vzostupné prúdy rozptyľujú do strán. Tento efekt zatiaľ vedci do detailov vysvetliť nedokážu. Donedávna sme slnečné škvŕny pozorovali ako vrcholce stromov. Dnes vidíme aj kmeň a jednotlivé vetvy, ktoré vytvárajú štruktúru škvŕny. Korene tohto stromu/škvŕny sú však pre nás ešte vždy záhadou.

Michelsonov dopplerovský snímač skúma podpovrchové procesy Slnka pomocou analýzy zvukom generovaného čerenia, čo umožňuje technológiu akustickej tomografie. Ide o techniku, ktorá pripomína ultrazvukovú diagnózu v medicíne, využívajúcu zvukové vlny na zviditeľnenie rozličných orgánov vnútri ľudského tela.

Údaje satelitu SOHO otvárajú novú epochu slnečnej astronómie.

Spracoval –eg–

O SLNKU

vieme opäť viac

Žijeme vedľa hviezdy. Hviezda každé ráno vychádza a večer zapadá. Zopár ľudí už Slnko dosť dobre pozná, ale ani zďaleka nedokáže vnímať jeho nekonečne premenlivé prejavy. Procesy na Slnku pôsobujú poruchy v prevádzke satelitov, solárne vzplanutia ohrozujú kozmonautov, slnečné poruchy narušujú navigačné systémy, ochromujú naše rozvodné siete, spôsobujú zmenu klímy a zapaľujú nádherné polárne žiary.

S ohľadom na potenciálne nebezpečenstvo je účelné študovať možnosť predpovede slnečných erupcií a ich účinku na pozemské deje. Komplexný slnečný výskum však môže dať oveľa viac. Chceme pochopiť rolu, ktorú hrá naša centrálna hvieza pri vzniku a spojitej existencii života na našej planéte. Slnko nám pomáha pochopiť aj procesy, ktoré sú dôležité v celom vesmíre.

Podmienky na Slnku sú natolikorozdielne od tých, čo panujú na Zemi, že ani naša predstavivosť nám v tomto prípade nepomôže. O väčšine slnečných procesov, kym neboli pozorované, sme nemali ani tušenia. Aj pri pozorovaniach sme často v rozpakoch, čo vlastne vidíme. Tieto procesy sú príliš obrovské na to, aby ich bolo možné študovať v laboratóriu a príliš komplikované.

Naše Slnko, spolu so Slnečnou sústavou sa sfornovalo z medzihviezdneho plynu pred asi 4,6 miliardami rokov. Prvých niekoľko miliónov rokov Slnko rotovalo veľmi rýchlo, a teda bolo silne magnetický aktívne. Bolo posiate gigantickými škvŕnami. Postupne sa rotácia spomaľovala a Slnko prešlo do dlhej etapy pokojného života ako žltý trpaslík, s postupne slabnúcou magnetickou aktivitou.

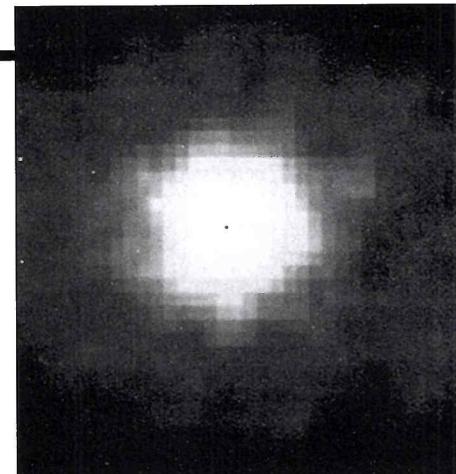
Nasledujúcich 7 miliárd rokov bude aktívita Slnka klesať, prícom však jeho jas a veľkosť budú rásť. Postupne sa minie všetok vodík, ktorý je palivom pre termonukleárnu reakciu v jeho jadre. Postupne sa budú spaľovať ďalšie prvky a Slnko sa stane oranžovým obrom. Pretože tak, ako sa bude rozpínať, bude gravitácia na povrchu klesať, budú konvektívne buňky oveľa väčšie, ako sú dnes.

Nasledujúcich niekoľko sto miliónov rokov prejde Slnko ako červený veleobor, s priemerom 100-krát väčším, ako je súčasný. Táto krátkaa fáza bude známenáť zánik Zeme. Potom Slnko odvrhne vonkajšie vrstvy a dokončí svoj život ako bieleho trpaslíka. Tento zvyšok postupne vychladne.

vané, aby ich bolo možné úplne modelovať na počítačoch.

Neobyčajné fyzikálne procesy na Slnku pochádzajú z jeho horúceho, plynného povrchu. Tento plyn je ionizovaný, elektricky vodivý. Magnetické pole môže teda jeho jednotlivé časti od seba izolovať. Slnko je 109-krát väčšie ako Zem. V našej hvieze môžeme nájsť širokú škálu fyzikálnych parametrov; hustoty a teploty sa v rôznych miestach líšia s faktorom od tisícov do miliónov; rozmerové škály jednotlivých procesov od subatomárnych veľkostí po stovky tisíc kilometrov. Rýchlosť často prekračuje rýchlosť tryskových stíhačiek, prícom ich slneční fyzici označujú za „pomalé“. Blízko povrchu sú rýchlosťi vetra okolo 1600 km/h, avšak v korone sa materiál pohybuje rýchlosťami okolo 32 000 km/h.

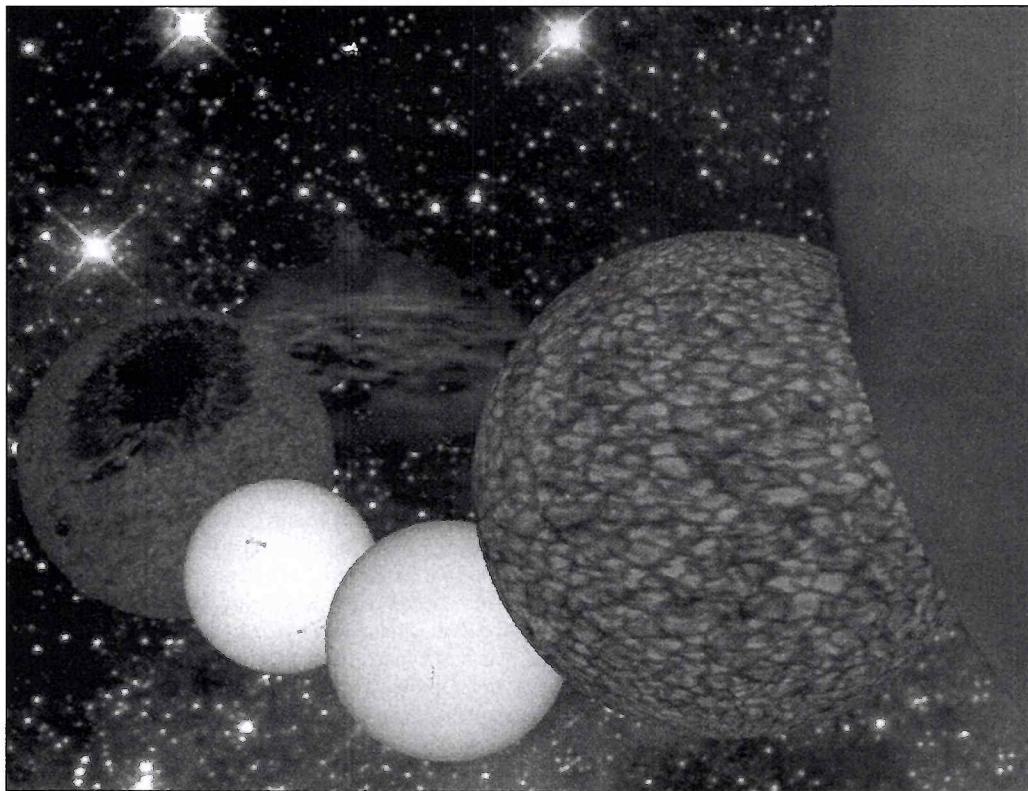
Klúčové slnečné procesy nevieme rozlúštiť ani s pomocou obvyklých zjednodušujúcich predpokladov. Slneční astronómovia stojia teraz pred riešením veľmi komplexného obrazu Slnka, ktorý sa (zatiaľ) nedá modelovať. Magnetické polia a turbulentné pohyby tvoria veľmi rôznorodú škálu vzájomných, teóriou nepredpokladaných väzieb. Magnetické polia, rýchlo sa pohybujúce



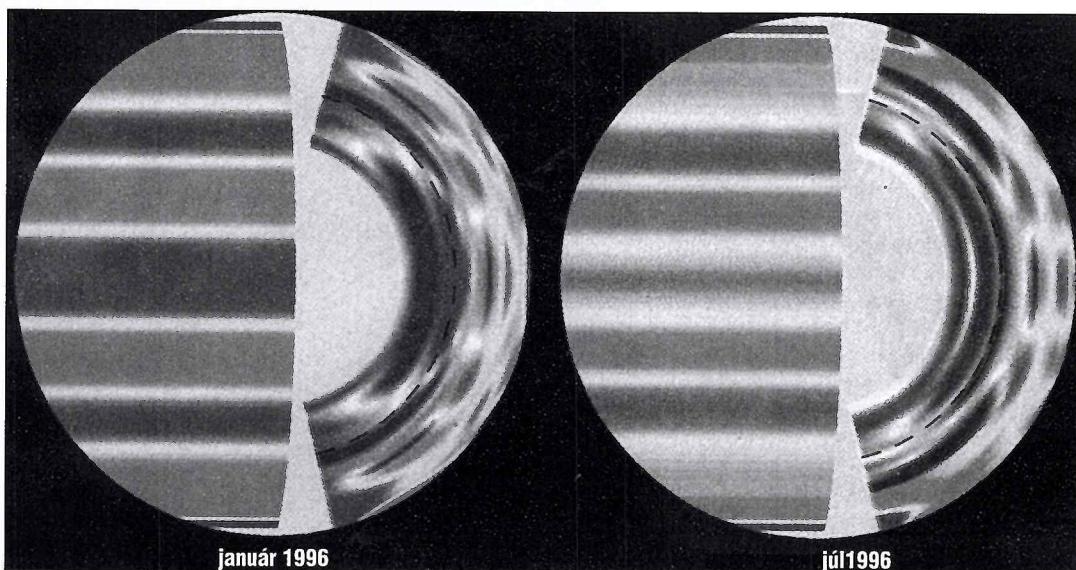
Priamy obraz slnečného jadra v „neutrínovom svetle“. Neutrína sú tajomné produkty slnečných jadrových reakcií a obyčajné materiály sú pre ne takmer úplne priesvitné. Z obrovského množstva neutrín, ktoré prechádzajú cez Zemeguľu sa iba pár zachytí v tomto gigantickom detektore. Obrázok slnečného jadra zhotoval japonský detektor Super-Kamiokande s „expozíciou“ 500 dní. Na obrázku je obloha v rozsahu 90°×90°. Neutrínový obraz slnečného jadra je silne rozostený, vzhľadom na malé priestorové rozlišenie prístroja. Malá bodka v strede obrázku predstavuje veľkosť Slnka.

častice a všeadeprítomné intenzívne svetlo, umožňujú rýchly prenos energie aj medzi veľmi vzdialenosťmi regiómnimi. Priemerný stav tohto rýchlo sa vyvíjajúceho systému môže byť iba vzácné aprobujovaný stacionárny stavom. Mnohé procesy na Slnku nemôžeme riešiť tak ako na Zemi, napríklad ich rozdelením na čiastkové, jednoduchšie segmenty. Pri štúdiu určitého

Evolúcia našej hviezdy



Zmeny rýchlosťi rotácie vnútorných oblastí Slnka. Na povrchu v ľavej časti oboch snímok sú tmavšou farbou označené pásy, ktoré rotujú rýchlejšie, svetlejšou farbou pásy ktoré rotujú pomalšie ako priemer. Vo vnútorných vrstvách (v pravej časti oboch snímok) sa toto rozdelenie zachováva iba v tenkej vrstve. Blízko hranice konvektívnej zóny (do istej miery ju zviditeľňuje prerušovaná čiara polkružnice) znázorňuje najtmavšia farba rýchlu, svetlejšia farba pomalšiu rotáciu. Porovnaním obrázkov zistíme, že počas polročného intervalu sa zóny rýchlej a pomalšej rotácie vymenili. Takýto cyklus sa opakuje každých 1,3 roka.



slnečného procesu musíme zohľadniť (takmer) všetky úkazy, ktoré do deja vstupujú.

Skutočnosť, že správanie komplexného systému sa fundamentálne odlišuje od súčtu správania jednotlivých procesov, je relatívne nová, hoci nelineárna fyzika a teória chaosu je na tomto princípe založená, (neplatí tu princíp superpozície). V obvyklom fyzikálnom postupe študujeme najprv jednoduché izolované procesy, potom ich spojíme a uvažujeme o správaní sa celku. V mnohých prípadoch takýto postup k cieľu vedie, ale keď narazíme na reálny veľký problém (napríklad predpoved počasia na Zemi či pohyby hmôr na Slnku), je takýto postup zásadne nesprávny.

Predstavte si, že komponujete symfóniu. Přesite part pre každý nástroj zvlášť, pričom v duchu počujete melódii celého orchestra. Môžete to urobiť, keď viete, ako znejie určitá nota na určitom nástroji. Avšak v mnohých prírodných procesoch takýto postup k cieľu kvôli *nelineárnej interakcii nevedie*. Je to tak, akoby sa výška tónu určitého nástroja menila v závislosti od toho, čo hrajú druhé nástroje v orchestri.

Ak chceme pochopiť Slnko ako celok, musíme zohľadniť celý komplex nelineárnych procesov. Komplexné „viazané škály“ sa vyskytujú v mnohých astrofyzikálnych problémoch. Napokon, máme šťastie, že Slnko je dosť blízko, takže solárne procesy môžeme študovať detailne. Nové prístroje v pozemských a kozmických observatóriach poskytujú dosiaľ nevídané pohľady na Slnko: od jadra až po jemnú vonkajšiu atmosféru. Aj počítače sa už stali výkonným pomocníkom. Modelujú časti celého systému so stále stúpajúcou dôveryhodnosťou.

Vnútorné väzby veľmi stážajú predpoveď slnečnej aktivity a jej odozvy v kozmickom priestore, ktorú nazývame kozmickým počasím (space weather). Namiesto toho, aby sme míňali energiu na predpovedanie nepredpovedateľného, snažíme sa nájsť určité pravidelnosti, ktoré umožňujú oddeliť možné výsledky od nemožných. Ak budú tieto rozdiely lepšie definované, budeme môcť dokázať užitočnosť takejto predpovede pre ľudstvo.

Kľúčovým pre pochopenie podstaty slnečnej aktivity je zistenie úlohy magnetického pola. Tento zjednocujúci aspekt slnečnej dynamiky

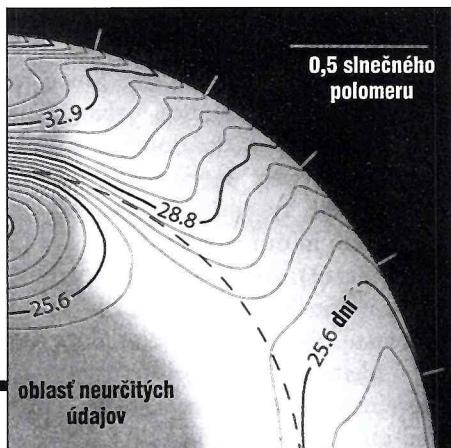
ovplyvňuje všetky pozorované procesy, či už na povrchu Slnka, alebo aj v jeho vnútri a v slnečnej koróne.

Generátor magnetického pola

Slnečné magnetické pole vzniká pri vzájomnom pôsobení rotácie a búrlivých konvektívnych pohybov vonkajších 29 % slnečného polomeru (200 000 km). Pohyby generujú elektrické prúdy, okolo nich vytvárajú magnetické polia, ktoré späťne prúdy zosilujú. Ide o efekt dynama. Keď pole dostatočne zosilnie, stúpajúci plynný uzlisk ho vynáša na povrch. Pole sa následkom rôznych polarít rozdelí a umiestní na povrchu na dve susediace plošky. Pár takýchto plošiek (niekedy veľmi rozľahlých) voláme *aktívnu oblasťou* a obyčajne ju, vďaka škvŕnám, môžeme ľahko identifikovať. Počet týchto bipolárnych oblastí rastie a klesá s periódou približne 11 rokov. Túto premennosť nazývame *slnečným cyklom*. Bipolárne oblasti sú orientované prevažne v smere východ-západ a ich magnetické polarity sú orientované opačne na severnej a južnej slnečnej pologuli. Pri prechode od jedného slnečného cyklu k druhému dochádza k prepôlovaniu magnetického pola, takže celý magnetický cyklus trvá vlastne 22 rokov.

Magnetické oblasti majú rozmer od 100 000 km až po hranicu rozlíšenia, t. j. po približne 500

Rotačné periódy slnečného vnútra, ako ich námeral prístroj MDI na observatóriu SOHO. Izociáry označujú períodu rotácie v dňoch. Šedé miesta označujú slabý signál, kde sú výsledky neurčité.



km. Počet malých oblastí je väčší, ako veľkých, avšak posledné sú dominantné. Oblasti všetkých veľkostí prispievajú k celkovej magnetickej aktívite, takže pri štúdiu nesmieme žiadnu zanedbať.

Detailedy generovania pola v hĺbkach Slnka sú pre nás zatiaľ nepoznatelné. Ide o zastrašujúco zložitý problém. Magnetické pole obklopuje celé Slnko, hoci je generované a udržované vo veľkostíach, ktoré sa lišia rádove až 1000-krát. Toto všetko sa uskutočňuje v slnečnej konvektívnej obálke, ktorej hustota od základne po povrch klesá až 10 000 000-krát. Konvektívne bunky s veľkosťou niekoľko sto km sú pre magnetickú aktivitu aspoň také dôležité ako mohutná cirkulácia, ktorá prebieha v celom rozsahu konvektívnej zóny. Určit výpočtom podmienky v celom systéme si bude vyžadovať počítač s kapacitou, ktorá dnes ďaleko presahuje naše možnosti.

Prínos helioseizmológie

V popise generovaní pola sme značne pokročili. Pred nedávnou dobou sme sa konečne niečo dozvedeli aj o vnútornej stavbe Slnka. Pomocou *helioseizmológie* môžeme pozorovať jeho vnútorné vrstvy až do jadra pomocou analýzy nepatrých kmitaní povrchu Slnka, generovaných rozpadom zvukových vln veľmi nízkych frekvencií. Helioseizmológia umožňuje merať rýchlosť zvuku v rôznych hĺbkach slnečného vnútra.

Análýzou jemných oscilácií povrchu v mnohých miliónoch frekvencií možno odvodiť teplotu, rýchlosť pohybu hmoty a jej chemické zloženie. Väčšina períod týchto oscilácií trvá okolo 5 minút. Keď porovnávame pozorovania s *helioseizmológickou teóriou*, merané štruktury na Slnku súhlasia s teoretickým modelom s presnosťou 0,2 % pozdĺž celého polomeru, od jadra až po povrch.

Takáto presnosť v astrofyzike nemá obdobu. UKazuje sa, že problém deficitu neutrín musia riešiť fyzici, pretože nezákon neutrín slnečného vnútra, ale nezákon správania sa neutrín. V dôsledku tohto názoru sa objavili mnohé radikálne nové fyzikálne teórie, medzi nimi aj tá, že existujú tri typy neutrín, presnejšie tri stavy, v ktorých sa môže neutrino nachádzať, pričom stavy sa samovolne menia – o tejto možnosti fyzici predtým neuvažovali. (Teóriu potvrdili merania zo Sudbury Neutrino Observatory, KOZMOS 4/2001 s. 5).

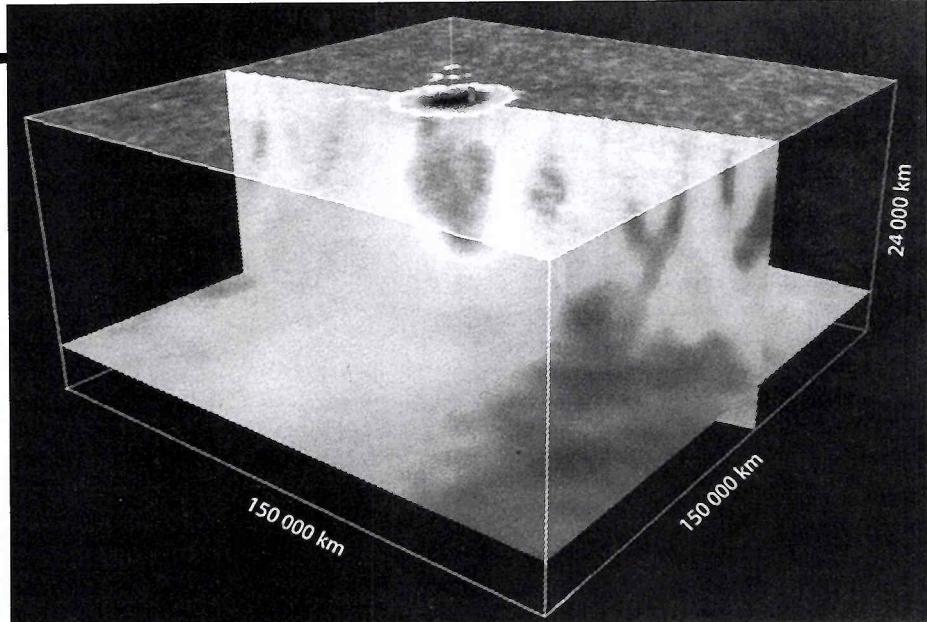
Napriek všetkému zhoda medzi teóriou a pozorovaním vnútornej štruktúry Slnka nie je úplná. Existuje neistota až do 0,4 % v polohе hraničnej medzi zónou radiatívneho prenosu energie, ktorá predstavuje statické hlbky Slnka, a konvektívnu zónou, kde sa energia prenáša k povrchu hromadným prúdením bublín horúcej hmoty. Túto malú odchýlku spôsobujú silné magnetické polia a malé prieniky konvektívnych pohybov do pokojného vnútra. Helioseizmológia študuje túto odchýlku pomocou veľkokapacitných počítačov.

Helioseizmológia však ponúka oveľa viac, ako iba informáciu o štruktúre. Umožňuje napríklad mapovať rýchlosť rotácie rôznych slnečných štruktúr v celom slnečnom objeme. Teoretici očakávali, že v rovnakých vzdialostiach od slnečnej osi, bude rýchlosť rotácie konštantná, pretože moment hybnosti pre určitý uzlík plynného materiálu sa zachováva a medzi rôznymi uzlíkmi sa nevymieňa. Zdá sa však, že miešanie pri konvekcií alebo spojenie pôsobenia vln a hromadnej cirkulácie spôsobuje, že moment hybnosti sa prenáša úplne inak, ako sme očakávali. Výsledky štúdia tohto komplexu problémov sú veľmi podivné a hoci sú známe iba niektoré predbežné závery, model rotácie nie je zatiaľ celkom akceptovaný. V rotačnom profile nás čakalo viacero prekvapení.

Napríklad: povrchová vrstva, asi 50 000 km hrubá, rotuje pomalšie ako hlbšie vnútro. Nikto nevie prečo. Navyše sa ukazuje, že v susedstve polárnych oblastí sa nachádza akási rieka rýchlejšieho prúdu. Najnovšie helioseizmológovia objavili, že smerom hore od základnej konvektívnej zóny sa rýchlosť rotácie periodicky zväčšuje a smerom dole zmenšuje, pričom períoda je o niečo dlhšia, ako jeden rok. A napokon: zdá sa, že vnútorné oblasti Slnka, v ktorých sa nachádza podstatná časť slnečnej hmoty, rotujú ako tuhé teleso. Počítačové simulácie začínajú objasňovať možnosť, ako konvekcia indukuje zmeny vo velkoškálovej diferenciálnej rotácii, ale tieto výsledky ešte nie sú podložené dostatočným množstvom pozorovaní.

Záhadný uzlík

Máme dosť dôvodov si myslieť, že vrstvička, ktorá oddeľuje zónu žiarenia od konvektívnej zóny hrá dôležitú úlohu aj pri generácii magnetického poľa. Pole je tu stlačované, zosilňované a namerané do smeru východ – západ. Ak pole dosiahne určitú intenzitu, táto potom samovolne vzrástá. Je tu však problém. Počítačový model ukazuje, že pole musí byť neobyčajne silné, ak sa má udržať počas stúpania k povrchu bez skresle-



Priestorový obrázok rozdelenia rýchlosťi zvuku pod škvrnou, podľa merania prístrojom MDI na observatóriu SOHO. Horná plocha znázorňuje povrch Slnka so škvrnou. Výška rezu je 24 000 km. Oblasť s väčšou rýchlosťou zvuku, ako je priemer je znázornená červenou farbou, oblasť s menšou rýchlosťou modrou. Rýchlosť zvuku ovplyvňuje jednak teplota a jednak magnetické pole. Spodná plocha znázorňuje rýchlosť zvuku v hĺbke 22 000 km. (Vertikálny rozmer nie je v mierke.)

nia, prípadne roztrhania na drobné kúsky. Navyše: iba silné pole sa dokáže vyhnúť povrchu v polárnych oblastiach Slnka, kde sa aktívne oblasti nepozorujú.

V každom prípade, ak je uzlík poľa dostatočne silný na to, aby odolal deformácii, potom môže ovplyvniť spôsob prúdenia plynu, v ktorom sa nachádza. Úplný model generovania poľa by teda mal opísat aj väzbu medzi magnetickým poľom a prúdením. Takýto model zatiaľ neexistuje, lebo počítačový model rastúceho poľa je platný iba dovtedy, kým sú jeho rozmery relatívne malé. Ak sa uzlík stane príliš veľkým, predpoklady o jeho stabilité nebudú splnené.

Lenže stabilita poľa je veľmi dôležitá. Keď uzlík poľa stúpa cez konvektívnu zónu, rozpína sa, lebo okolitý tlak klesá. Pripomína stúpajúci balón. Uzlík nadobudne približne 10 000 km pod povrchom také rozmery, že už nemôže byť stabilný. Nikto nerozumie tomu, ako uzlík prežije tieto posledné kilometre bez toho, aby explodoval a roztriedil sa na malé fragmenty. Pri balóne chráni plyn pred uniknutím vonkajší obal.

V porovnaní so slnečným polomerom (približne 700 000 km) sa zdá, že posledných 10 000 km tvorí nepatrú vzdialenosť. Lenže práve v posledných 6000 km klesne hustota tisícásobne, čiže priemer uzliska magnetického poľa by tiež mal primerane zväčšovať. Uzlík sa však nezväčší. Napriek fyzikálnej podloženej predpovedi

pole sa objaví na povrchu v pôvodnej veľkosti. Vzhľadom na tento paradox pochybujeme o platnosti modelu pre väčšie hlbky, hoci predpoveďe vzniku, orientácie a objavenia sa aktívnych oblastí na povrchu boli také úspešne.

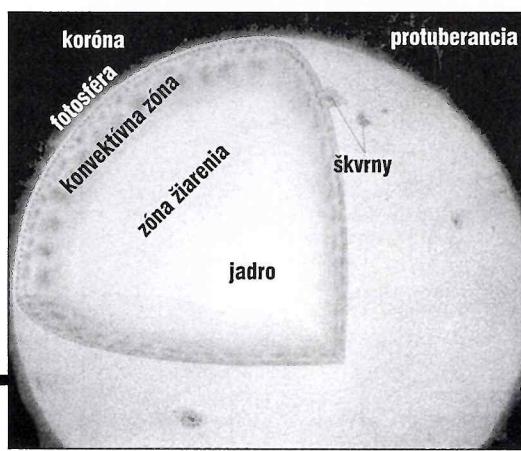
Je zaujímavé, že k úspechu pri riešení problému tejto tenkej vrstvy vede lepší spôsob pozorovania resp. zmena metodiky pozorovania. Nové odvetvie helioseizmológie, nazvané *čas-vzdialenosť* alebo *lokálna helioseizmológia*, mapuje malé perturbácie rýchlosťi zvuku v tejto blízkopovrchovej vrstve, ktoré nedokázala odhaliť počítačová simulácia.

Pole generuje nejaký typ malého generátora poľa, ktoré pravdepodobne pôsobí cez celú konvektívnu obálku a sčítia sa s všeobecným magnetickým poľom Slnka. Počítačové experimenty ukazujú, že konvekcia môže vytvoriť magnetické polia, v ktorých je skryté asi 20 % pohybovej energie, z ktorej toto pole vzniká. Takéto procesy sa asi vyskytujú všade, v určitom rozsahu hlbok pod povrchom, avšak postihnutý problém v celej jeho zložitosti je ešte stále nad naše sily. Vedci sa iba práve začínajú zaoberať tým, ako môžu jednotlivé vrstvičky v danom rozsahu interagovať.

Teoretici napríklad v poslednom čase zistili, že väzby medzi maloškálovou a veľkoškálovou generáciou poľa spôsobuje nepravidelnosti v modulácii jedenásťročného cyklu slnečnej aktivity a môžu byť príčinou vzniku dlhého obdobia s nízkou aktivitou. Tak vzniklo pravdepodobne aj Maunderovo minimum, obdobie s počítačom slnečnou aktivitou na niekoľko desaťročí. Toto zistenie je povzbudením pre naše snaženie o dlhodobú predpověď slnečnej aktivity.

**CAROLUS J. SCHRIJVER
a ALAN M. TITLE**

*Carolus Schrijver – fyzik zaobrajúci sa štúdiom slnečnej koróny a prechodovej vrstvy pomocou kozmického observatória TRACE.
Allan M. Title – slnečný astrofyzik, hlavný výskumník projektu TRACE a zástupca riaditeľa Stanfordského „Lockheed Institute for Solar Research“.*



Rez Slnkom znázorňuje jadro, v ktorom sa produkuje energia, pokojnú zónu radiácie a turbulentnú konvektívnu zónu, kde búrlivé pohyby vynášajú spletene siločiary magnetického poľa na povrch.

Jiří Grygar:

Žeň objevů 2000 (XXXV.)

Věnováno památce astronoma-amatéra Ing. Václava Hübnera (1922–2000) z Vysokého Mýta, čestného člena České astronomické společnosti Josefa Kodýtka (1910–2000) z Chocně a českého astronoma Mgr. Jindřicha Šilhána (1944–2000) z Brna.

Pozn.: Elektronická verze této přehledu od r. 1995 je přístupná na WWW domovenkách časopisu Kozmos (<http://www.ta3.sk/kozmos/kozmos.html>) resp. Instantních astronomických novin (<http://www.ian.cz>), kde je navíc uložena i zvuková podoba posledních dvou stejnojmenných přednášek.

2. Hvězdy

2.1. Extrasolární planety a hnědí trpaslíci

S. Terebeyová aj. definitivně odvolali objev exoplanety u dvojhvězdy **TMR-1**, původně ohlášený v květnu 1998 na základě krásného snímku HST NICMOS, na němž je patrné jasné vlákno, vybíhající z dvojhvězdy, na jehož konci přesně seděl jasnější bod. Titíž autoři totiž nyní pořídili pomocí Keckova teleskopu spektrum údajné exoplanety, a zjistili, že jde o standardního červeného trpaslíka s efektivní teplotou přes 2700 K v podstatně větší vzdálenosti od nás než je zmíněná dvojhvězda (140 pc), což jenom potvrdo neuveritelnou zlomyslostí přírody, jež nám promítá vzdálenějšího trpaslíka přesně na špičku zmíněného vlákna, které skutečně souvisí s mnohem bližší dvojhvězdou. Jak uvádějí G. Covone aj., prvním člověkem, jenž se vážně zabýval hledáním exoplanet, byl holandský fyzik C. Huygens již roku 1698. Tehdejší technika však přirozeně na něco takového zdaleka nestačila – ostatně dodnes se žádnou exoplanetu nepodařilo přímo pozorovat. **První exoplanety** paradoxně našli radioastronomové (A. Wolszczan aj., 1994) u rychle rotující neutronové hvězdy zásluhou faktu, že mateřská hvězda-pulsar PSR 1257+12 s rotační periodou 6,2 ms má tuto periodu konstantní s relativní přesností 3.10⁻²⁰, což jsou fakticky nejlepší známé hodiny ve vesmíru. Naštěstí však díky stále přesnějším spektrografům objevu exoplanet u standardních hvězd hlavní posloupnosti nyní utěšeně přibývá, takže v přehledu uvádí jen ty nové objevy, které jsou něčím zvláštní.

Na observatoři ESO instalovali D. Queloz aj. na 1,2 m teleskopu Euler spektrograf **CORALIE**, jenž je dvakrát přesnější než jejich průkopnický spektrograf ELODIE ve Francii. Tímto zařízením studují od června 1998 soustavně celkem 1600 hvězd tříd G a K. M. Kürster aj. zde odhalili na základě sledování hvězdy u **Hor** (sp. GV; vzdálenost 17 pc), obklopené prachovým diskem, že kolem ní obíhá exoplaneta s minimální hmotností 2,3 M_J ve výstředné dráze (e = 0,16) s poloosou a = 0,925 AU v periodě 320 dní. Další dvě exoplanety s hmotnostmi blízkými Jupiteru a v těsné vzdálenosti od mateřských hvězd nalezli tým spektrografem S. Udry aj. u hvězd **HD 75289** (sp. G0) a **HD 130322** (K0).

S. Korzenník aj. objevili exoplanetu u hvězdy **HD 89744** (sp. F7V) o hmotnosti 1,4 M_J, rotační

periodě 9 d a stáří 2 Gr, vzdálené od nás 39 pc. Dráha exoplanety má sklon 42 stupňů, velkou poloosu 0,9 AU a rekordní výstřednost 0,7. Obíhá kolem mateřské hvězdy v periodě 256 d a její hmotnost činí 11 M_J. R.

Jayawardhana aj. zkoumali v submilimetrovém a infračerveném pásmu planetární soustavu kolem hvězdy 55 Cnc (sp. G8V), vzdálené 13 pc. Z měření Keckovým teleskopem, družicí ISO a aparaturou SCUBA JCMT vyplynulo, že soustava je obklopena prachovým diskem o poloměru větším než 50 AU, jehož stáří odhadli na 1 Gr a hmotnost na 0,5 % M_z. Uprostřed disku je prázdno o poloměru 10 AU, v němž obíhá exoplaneta s hmotností alespoň 2 M_J a poloosou dráhy 0,11 AU. Obdobné zárodečné disky jsou známy u hvězd beta Pic, HR 4796A, Vega, Fomalhauta a ε Eri. U posledně jmenované hvězdy sp. třídy K2V, vzdálené jen 3,2 pc, proslulé tím, že byla jedním z cílů projektu hledání signálů mimozemšťanů OZMA, byla loni objevena exoplaneta s poloosou dráhy 3,2 AU a oběžnou dobou necelých 7 let.

G. Henry aj., D. Charbonneau aj., T. Castellano aj., T. Mazeh aj., D. Queloz aj., W. Hubbard aj. a N. Robichon s F. Arenonem se podrobně věnovali exoplanetě u hvězdy **HD 209458** (sp. dG0) s hmotností 1,1 M_J a poloměrem 1,2 R_o, vzdálené od nás 47 pc. Její exoplaneta o hmotnosti 0,7 M_J a poloměru 1,4 R_J obíhá kolem hvězdy v periodě 3,52474 d (chyba činí jen 4 sekundy!) po kruhové dráze se sklonem 87 stupňů, takže periodicky přechází přes hvězdný disk a zpusobuje tak pokles jasnosti hvězdy až o 0,02 mag i deformaci profilu spektrálních čar hvězdy, což právě dává možnost zpřesnit všechny parametry soustavy. Odtud pak vyplývá, že hustota této obří exoplanety dosahuje jen třetiny hustoty vody v pozemských podmínkách – jinými slovy jde o obří plynnou exoplanetu, řídit se než Saturn.

G. Marcý aj. odhalili pomocí přesného (10 m/s) spektrografova u Keckova 10 m dvě exoplanety s hmotností nižší než Saturn. První se nachází jen 6 milionů km od hvězdy **HD 46375** (Mon; sp. K1IV-V; 1,0 M_o), vzdálené od nás 33 pc. Má hmotnost 0,8 M_s, zatím vubec nejkrašší známou oběžnou periodu 3,0 d (vzdálenost od hvězdy jen 6 milionů km) a její povrchová teplota dosahuje 1100 stupňů Celsius. Druhá exoplaneta o hmotnosti pouze 0,7 M_s obíhá ve vzdálenosti 52 milionu km od hvězdy **79 Cet** (sp. G5IV; 1,0 M_o), vzdálené od nás 36 pc, za 76 d. Její povrchová teplota činí 800 stupňů Celsius. G. Henry se bezúspěšně pokusil o odhalení případných přechodů exoplanety před hvězdou **HD 46375**, z čehož plyne, že sklon

její dráhy je menší než 83 stupňů, ale ani to nijak neohrožuje fakt, že její hmotnost je srovnatelná s hmotností Saturnu. Tito autoři nyní soustavně sledují 1100 hvězd do 100 pc od Slunce a do konce března 2000 nalezli celkem již 32 exoplanet. Podle S. Vogta aj. pracuje nyní u Keckova teleskopu na **hledání exoplanet** čtyři týmy, které zatím dokázaly zkontrolovat všechny žluté a červené trpaslíky jasnější než 7,5 mag. Mezi objevenými exoplanetami převažují objekty s nízkými hmotnostmi (= cca. 0,4 M_J) a vysokými výstřednostmi (e > 0,1), zejména pro velké poloosy nad 0,2 AU. Relativně často jsou pozorovány exoplanety v ekosférách mateřských hvězd, takže alespoň v principu jsou vhodné pro život. Mateřské hvězdy se v porovnání se Sluncem vesměs vyznačují vyšším obsahem kovů. V přehlídce se podařilo najít relativně málo hnědých trpaslíků, takže jejich deficity je nejspíš reálný.

G. Marcy a R. Butler uvádějí, že z **dosasadní statistiky** vyplývá, že asi 5 % hvězd hlavní posloupnosti je doprovázeno exoplanetami s hmotnostmi 0,4–11 M_J ve vzdálenostech 0,04–3,8 AU, zatímco méně než 1 % těchto hvězd má kolem sebe hnědé trpaslíky s hmotnostmi 5–80 M_J. K podobnemu závěru dospěli též J. Halbwachs aj., když prozkoumali dráhy 11 spektroskopických dvojhvězd s malými hmotnostmi sekundárních složek a také astrometrické dvojhvězdy pozorované družici HIPPARCOS. Ukázali, že hmotnosti 5 sekundárních složek odpovídají trpasličím hvězdám a jen v jednom případě je sekundární složka skoro určitě hnědým trpaslíkem. Mnohem běžnější jsou **osamělí hnědí trpaslíci**. Podle X. Fana aj. bylo v přehlídce SDSS dosud objeveno 7 hnědých trpaslíků třídy L0–L8, takže jeden hnědý trpaslík připadá asi na 15 čtv. stupňu oblohy.

Vloni uplynulo pět let od objevu prvního hnědého trpaslíka Gl 229B, jenž je průvodcem trpasličí hvězdy sp. dM1 a jehož povrchová teplota činí 950 K. A. Burgasser aj. jakoby k tomuto výročí odhalili pomocí infračervené přehlídky 2MASS ještě chladnějšího hnědého trpaslíka **Gl 570D**, jenž je průvodcem trojhvězdy hlavní posloupnosti sp. K4 + M1.5 + M3, vzdálené od nás 6 pc. Prozradil se absorpčními páry metanu typickými pro trpaslíky třídy T. Jeho svítivost činí jen 3.10⁻⁶ L_o, hmotnost 50 M_J a absolutní hvězdná velikost 16,5 mag, takže jeho povrchová teplota dosahuje pouze 790 K. Vzápětí ohlásil Z. Tsvetanov, že díky přehlídce SDSS objevil ještě o něco chladnějšího (700 K) trpaslíka T u hvězdy **1346-00**, vzdálené od nás 11 pc.

Spektra hnědých trpaslíků nyní soustavně zís-

kávají I. McLean aj. u II. Keckova teleskopu pomocí spektrografovi NIRSPEC s maticí InSb 1024x1024 pixelů. Zatím odhalili 6 hnědých trpaslíků sp. tříd L2–L9 a jednoho třídy T. Podle D. Kirpatricka aj. činí efektivní teploty trpaslíků třídy L 2–1,3 kK, zatímco u třídy T 1,3–0,75 kK. Dosud známe 67 trpaslíků třídy L. Trpaslíci třídy T mají měřitelné magnetické pole. Dle S. Leggetta aj. mají trpaslíci L ve spektru pásy CO₂, H₂O a čáry alkalickej prvků, kdežto trpaslíci T se vyznačují pásy metanu, vody, TiO a VO. Tím více šokuje objev R. Rutledge aj. a C. Basriho aj., kteří u hnědého trpaslíka **LP 944-20** (For) vzdáleného 5 pc pozorovali pomocí družice Chandra během 12 h sledování rentgenové vzplanutí s výkonem až 6.10²² W o trvání 2 h. Tento objekt, vzdálený od nás jen 5 pc a starý pouhých 500 Mr, má totiž při hmotnosti 60 M_⊕ poloměru 0,1 R_⊕ a svítivosti 1 mL_⊕ povrchovou teplotu určitě nižší než 2,5 kK. Z toho důvodu nemá vůbec korónu a tak jediné kladné vysvětlení rentgenové erupce spočívá ve faktu, že hnědý trpaslík rotuje velmi rychle (< 5 h), takže se na jeho povrchu zaplérají siločárky mimořádně silného magnetického pole, čímž dochází k magnetickým zkratům. Naproti tomu se T. Bastianovi aj. nepodařilo pomocí VLA nalézt pro 7 známých exoplanet a dva hnědé trpaslíky známky rádiového záření na frekvencích 0,3 a 1,5 GHz, odpovídající maserovému cyklotronovému mechanismu v magnetickém poli zkoumaných objektů.

R. Gilliland aj. studovali **kulovou hvězdokupu 47 Tuc** pomocí HST s cílem objevit tam exoplanety z fotometrických poklesů jasnosti mateřských hvězd při přechodu exoplanety přes hvězdný kouč. Jelikož v zorném poli sledovali jasnosti celkem 34 tisíc hvězd hlavní posloupnosti po dobu více než 8 dnů, očekávali za předpokladu, že exoplanety se tam vyskytují stejně často jako ve slunečním okolí, objev 17 poklesů jasnosti, ale přestože našli 75 proměnných hvězd, ani jedna neodpovídá tomuto předpokladu. Z toho lze usoudit, že ve staré hvězdné soustavě jsou exoplanety nejméně o řadu významnější než v relativně mladém okolí Slunce. J. Najitaová aj. usuzují na odlišné mechanismy vzniku exoplanet a hnědých trpaslíků z počtu hnědých trpaslíků, pozorovaných HST v mladé **hvězdokupě IC 348** (Per) a dále z objevu slabých infračervených objektů v mlhovině Orionu. Domnívají se, že hnědý trpaslík vzniká podobně jako málo hmotné hvězdy gravitačním hroucením z mezihvězdných mračen, ale pro skrytu hmotu Galaxie téměř nic neznamenají; představují úhrnem jen 0,1 % hmotnosti hala Galaxie. Naproti tomu exoplanety vznikají akumulací prachu a plynu ze zárodečných protoplanetárních disků kolem mateřských hvězd. Podobně A. Whitworth uvádí, že hlavním rysem planet je jejich chemické zvrstvení zásluhou gravitace, zatímco hnědý trpaslíci jsou všechny objekty s hmotnostmi v rozmezí 0,02–0,07 M_⊕. Zajisté však existují na obou okrajích zmíněného pásma i přechodné, obtížně zařaditelné objekty.

P. Lucas a P. Roche objevili pomocí UKIRT v okolí **Trapezu** v mlhovině Orionu 535 bodových zdrojů z nichž plnou třetinu představují osamělý hnědý trpaslíci a 13 velmi mladých obřích (=cca. 10 M_⊕) exoplanet-nomádů. Autoři soudí, že v mlhovině již skončila tvorba hvězd, takže to, co vzniká nyní, je pouze ono „drobné smeti“. Méně hmotné exoplanety však patrně nevznikají, jelikož tomu zabránil intenzívni hvězdný vítr mladých

hvězd. Podobně M. Zapaterová-Osoriová aj. odhalili v blízké infračervené oblasti asi 20 osamělých planet-nomádů o teplotách 220–1700 K v okolí známé temné mlhoviny v Orionu „**Koňská hlava**“ ve vzdálenosti 325 pc. Jejich průměrné stáří se pohybuje v rozmezí 1–5 Mr a hmotnosti spadají do intervalu 5–15 M_⊕. Celkový počet nomádů v Galaxii tak odhadují na řádově 108 exoplanet.

M. Cuntz aj. ukázali, že exoplanety ve vzdálenostech do 0,5 AU zřetelně zvyšují **aktivitu mateřských hvězd**, neboť ovlivňují slapoře a magnetickým polem jak sluneční vítr, tak i korónu a možná dokonce i chromosféru hvězdy. Studovali totiž obdobné vlivy ve 12 soustavách velmi těsných (<0,1 AU) dvojhvězd typu RS CVn a zejména pro synchronní systémy je taková interakce naprostě zřetelná. E. Rivera a J. Lissauer studovali numericky stabilitu extrasolární planetární soustavy **ψ And** s hmotností 1,3 M_⊕ sp. F8V a ukázali, že systém obsahující 3 exoplanety, vykazuje chaos planetárních druh s oběžnými dobami od 4 dní do 4 roků na časové stupnici od stovek tisíc po 1 miliardu let. Na závěr malou perlíčku. S ohledem na rostoucí počet exoplanet vzniká otázka jejich jednotného označování či dokonce pojmenování. Kosmické aparáty příští generace totiž téměř určitě objeví možná až miliony exoplanet. Jak uvádějí M. Lattanzi aj., astrometrická družice **GAIA** bude schopna nalézt exoplanety až do vzdálenosti 200 pc od Slunce pro mateřské hvězdy jasnější než 17 mag. Astronomové se však dosud na žádných nomenklaturních pravidlech neshodli, ač otázce věnoval značnou pozornost i loňský kongres Mezinárodní astronomické unie v Manchesteru.

2.2. Prahvězdy

G. Moriarty-Schieven aj. našli v mikrovlnném pásmu 1,3 mm **dvojitou prahvězdu L155NE** ve vzdálenosti 160 pc s velmi nízkou úhrnnou hmotností 0,08 M_⊕. Složky soustavy jsou od sebe vzdáleny přes 230 AU a celý systém obklopuje společná obálka o hmotnosti 0,044 M_⊕ a rozměrech 860×370 AU, zatímco každá složka je vnořena do vlastní obálky o hmotnostech 0,014 resp. 0,022 M_⊕. Rozměry hlavní složky prahvězdy dosahují hodnot 131×112 AU. R. Chini aj. objevili naopak pomocí snímků v blízké infračervené oblasti a dále anténou VLA mimořádně hmotnou vznikající dvojhvězdu spektrální třídy O či B v oblasti H II v **mlhovině M17** (Omega). Složky soustavy jsou od sebe vzdáleny plných 8900 AU a její svítivost činí 10³ L_⊕.

Dalším poněkud podivným případem je soustava **HD 155826**, vzdálená od nás 31 pc. Jde o normální dvojhvězdu, ve vzdálenosti 33 AU od níž byl nyní pomocí IRTF objeven velmi červený průvodce o barevné teplotě pouhých 130 K. Patrně jde o prahvězdu, neboť na exoplanetu je příliš velký a na hnědém trpaslíku zase příliš slabý. J. Krist aj. zkoumali proměnnou hvězdu **TW Hya** (sp. K7eV) typu T Tau, vzdálenou od nás 56 pc a starou nějakých 15 Mr. Problémem, jak vysvětlit její existenci, byla nepřítomnost molekulového mračna v okolí, ale pomocí HST se nyní podařilo zobrazení okolní zárodečné mlhoviny, viditelnou jako plochý disk z čelního pohledu.

HST rovněž dokázal zobrazení okolí velmi mladých (pod 1 Mr) hvězd **XZ Tau** a **HH 30** v obřím molekulovém mračnu τ-Aur ve vzdálenosti 140 pc. Metodou sběrného filmu se podařilo dolo-

žit změnu jasnosti, směru a rychlosti plynových výtrysků z prahvězd už po několika týdnech sledování. Jsou to přirozeně naprostě průkopnická pozorování. Podobné výtrysky objevili pomocí HST S. Kwok a B. Hrivnak u protoplanetární vřetenové **mlhoviny 17106-3046** (Sco). Mlhovina je navíc obklopená prachoplynovým diskem o průměru 5000 AU.

Podle měření z družice Chandra lze u řady prahvězd s protoplanetárními disky (tzv. **proplydy**) pozorovat rentgenové záření, odpovídající teplotám 80–100 MK. Takové případy byly zpozorovány jak ve známém Trapezu v Orionu tak v komplexu temných mlhovin poblíž hvězdy ρ Oph a též měř určitě souvisejí s výskytem magnetických siločar, zapletených do sebe rychlou rotací zárodečných objektů.

2.3. Hvězdná astrofyzika

F. Allard aj. sestavili nové sféricky symetrické **modely atmosfér** hvězd před hlavní posloupností a hnědých trpaslíků s efektivními teplotami v rozmezí 2–6,8 kK, do nichž zahrnuli aktuální údaje o pásech TiO a H₂O, tj. celkem 175 a 350 milionů spektrálních čar. E. Churchwell uvedl, že dosud zůstává záhadou, jak vznikají **velmi hmotné hvězdy**, neboť pozorovaný molekulový výtok z oblasti prahvězdy trvá alespoň 10 tisíc let a ročně se tak odnáší 0,0001–0,01 M_⊕ hmoty. D. Sugimoto a M. Fudžimoto upozornili, že konvenční představa o vývoji hvězd, končícím stádiem červených obrů, neplatí všeobecně, jak o tom svědčí anomální chování předchůdců supernovy LMC 1987A.

M. Limongi aj. sledovali vývoj hmotných hvězd s počáteční hmotností 13–25 M_⊕ a chemickým složením Y = 0,285 a Z = 0,02 po opuštění hlavní posloupnosti až do gravitačního zhroucení jejich železného jádra. Ve hvězdě se postupně tvoří slupky He, C, O, Ne, Mg a Fe. Když teplota nitra hvězdy dostoupí k 1,3 GK, dochází nejprve k termo-nukleárnímu hoření Ne. Po 1500–92 letech následuje hoření C a za dalších 8–0,3 roku hoření O. K zapálení Si musí teplota nitra hvězdy stoupnout až na 2,3 GK, k čemuž stačí dalších 160–11 d.

Tempo nukleogeneze v nitru hvězd se tudíž ke konci termonukleárního vývoje překotně zvyšuje a intervaly se dále výrazně zkracují v přímé závislosti na celkové hmotnosti hvězdy. Ve shodě s klasickou teorií termonukleárních reakcí závisí pro hvězdy hlavní posloupnosti produkce neutrín na 25. mocnině centrální teploty, což dává skvělou možnost velmi přesně určovat centrální teplotu Slunce byť i jen přibližným měřením toku slunečních neutrín podzemními detektory. Už dnes tak lze určovat teplotu v nitru Slunce s přesností na několik málo procent a nepřímými postupy lze pak tuťto přesnost zvýšit až na neuvěřitelné 1 promile.

Theorie termonukleárních reakcí ve hvězdách se začala fakticky rozvíjet po Einsteinově formuli E = mc² z roku 1905 a po zjištění F. Astona z roku 1920, že jádro atomu He je lehčí než součet hmotností čtyř jader H. Konečně v r. 1928 ukázal G. Gamow, že dvě kladně nabité atomová jádra se k sobě mohou přiblížit více, než vyplýválo z klasické fyziky – tento tzv. Gamovový faktor naznačil, že pravděpodobnost termonukleárních reakcí je dostatečně vysoká, aby mohly hrát roli zdroje hvězdné energie. Příslušné úvahy rozvíjel zejména A. Eddington, jenž již roku 1920 napsal tato prorocká slova: „Pokud se subatomární energie ve hvězdách vskutku volně využívá k udržování

ní jejich obrovitých pecí, zdá se, že jsme o něco blíže k uskutečnění našich snů o řízení této skryté síly pro dobro lidstva – anebo pro jeho sebevraždu.“

2.4. Osamělé hvězdy

D. Gray podrobně studoval proměnnou veleobří hvězdu α Ori (Betelgeuze); sp. M2Iab o efektivní teplotě 3600 K, vzdálenou od nás 130 pc, jejíž poloměr činí $800 R_\odot$ (3,7 AU!) a hmotnost dosahuje $15 M_\odot$. Jasnou hvězdu kolísá v rozmezí 0,5 mag, což autor vysvětluje proměnnou opacitou vnějších vrstev. Navzdory tomu jsou široké profily fotosférických spektrálních čar velmi stabilní. T. Tsuij a. znova prohlédli 35 let stará spektra veleobří α Ori a μ Cep, pořízená z gondoly balónu Stratoscope II a objevili v nich pásy vody.

D. Buzas a. využili fungující kamery s průměrem optiky 52 mm na selhavší infračervené družici WIRE k odhalení multimodálních oscilací obří složky A dvojhvězdy α UMa (Dubhe); sp. K0III; hmotnost $4,2 M_\odot$; stáří 150 Mr. Nalezli tak celkem 10 módů počítajíce fundamentální oscilace na frekvenci $1,82 \mu\text{Hz}$. Jelikož frekvenční rozdíly mezi módy činily konstantně $2,94 \mu\text{Hz}$, jde o módy radiální. D. Guenther a. našli při další analýze měření také módy g.

A. Tej a T. Chandrasekhar měřili **úhlové průměry 11 obrù** metodou zákrytu hvězd Měsícem pomocí rychlého infračerveného fotometru ve spojení s 1,2 m reflektorem. Kombinací s údaji astrometrické družice HIPPARCOS tak dostali pro tři hvězdy efektivní teploty v rozmezí 2,2–3,6 kK a lineární poloměry v rozmezí 144 – $217 R_\odot$. C. Canizares a. použili družice Chandra k pozorování Capella (α Aur A); sp. G1III, vzdálené od nás 13 pc. Objevili tak řadu rentgenových emisí, odpovídajících teplotě hvězdné koróny až 16 MK, což je ještě více než u Prokyonu (α CMi). Stanovili též rotační periodu hvězdy na 8 d. Capella má ovšem průvodce sp. G8III, jenž s ní obíhá kolem společného těžiště v periodě 104 d. S. Heapová a. odstínili hvězdu β Pic speciálním zástinem v ohnisku HST a mohli tak pohodlně studovat vzhled prachového disku v jejím okolí s úhlovým rozlišením $0,1''$. Disk sahá až do vzdálosti 15 AU od hvězdy a navíc jej doprovází vedlejší složka, skloněná vůči němu pod úhlem 5 stupňů, sahající do vzdálosti až 80 AU od hvězdy.

2.5. Těsné dvojhvězdy

A. Richichiiová a. pokračovala na observatořích TIRGO v Alpách a Calar Alto ve Španělsku v objevování **astrometrických dvojhvězd** metodou zákrytu hvězd Měsícem. Během roku tak našli 16 nových soustav, z toho 13 dvojhvězd, 1 trojhvězdu a 2 vícenásobné soustavy s úhlovými vzdálostmi $0,005$ – $0,16''$. Nejzajímavější nově rozpoznanou vícenásobnou soustavou je hvězda ζ Cnc (F8V).

D. Guenther a P. Demarque uveřejnili zlepšené údaje pro nejbližší dvojhvězdu α Cen AB na základě měření družice HIPPARCOS a nových opacitních tabulek OPAL. Soustava je od nás vzdálena 1,34 pc a obě hlavní složky obíhají kolem sebe v periodě 79,9 r. Jejich stáří činí něco přes 7 Gr a zastoupení hélia 28 %. Hmotnosti složek dosahují $1,08$ a $0,90 M_\odot$, svítivosti 1,6 a $0,5 L_\odot$ a efektivní teploty $5,8$ a $5,3$ kK.

T. Girard a. revidovali na základě 600 expozic za 83 let údaje o Prokyonu (α CMi AB), jenž je vizuální dvojhvězdou, vzdálenou od nás 3,5 pc a je-

hož primární složka A má sp. F5IV-V, zatímco složka B je bývalý trpaslík. Nové hmotnosti složek činí $1,5$ a $0,6 M_\odot$, v dobrém souladu s vývojovými modely. Oběžná doba této vizuální dvojhvězdy činí plných 40 let.

C. Deliyannis a. pořídili Keckovým teleskopem kvalitní spektra těsné dvojhvězdy 16 Cyg AB, vzdálené od nás 22 pc, jež se považuje za „sluneční dvojčata“, neboť obě složky mají spektrum G2V. Kromě toho u složky B byla nedávno objevena exoplaneta s hmotností nad $1,5 M_J$. Metalická složka je o 11 % vyšší než u Slunce a efektivní teploty jsou velmi blízké: 5795 a 5760 K. Tíhové zrychlení na povrchu složek je však o 38 % resp. 10 % nižší než na Slunci.

P. Hendry a S. Mochnicki využili v letech 1991–1993 k zobrazení povrchu složek blízké (26 pc) kontaktní dvojhvězdy VW Cep třídy W UMa dopplerovské tomografie a nyní zveřejnili výsledky této průkopnické práce. Na obou složkách – žlutých trpaslících o téměř shodné teplotě $5,3$ kK – našli velké polární tmavé skvrny o průměrech 50 stupňů; resp. 30 stupňů a další menší tmavé skvrny v nižších astrografických šířkách, úhrnem pokrývající 66 % resp. 55 % povrchu složek. Oběžná rovina soustavy je skloněna pod úhlem 64 stupňů, což umožňuje určit hmotnosti složek na $1,2$ a $0,5 M_\odot$ a jejich svítivosti na $0,43$ a $0,22 L_\odot$.

J. Depasquale a. našli skvrny na těsně dvojhvězdě MT Peg sp. GV, jejíž absolutní hvězdná velikost při vzdálenosti 24 pc činí $+4,7$ mag a proto se hodně podobá Slunci, jenž je mnohem mladší a tudíž vhodná pro poznání rané minulosti naší materinské hvězdy. Rotuje v periodě 8 dnů a její stáří se odhaduje na 600 milionů let. Patří do hvězdné nadkopky kolem Síria. Její proměnnost byla paradoxně objevena, když sloužila jako srovnávací etalon pro blízkou jasnou hvězdu 51 Peg, u níž byla v roce 1995 poprvé objevena exoplaneta. Jak uvádí T. Lebzelter, ke slunečním dvojčatům patří i proměnná HD 77191 sp. G0V s absolutní hvězdnou velikostí $+4,83$. Proměnnost však v tomto případě není dána dvojhvězdností; hvězda je podle všeho osamělá s rotační periodou 10 d a amplitudou světelných změn jen 0,04 mag, jež jsou vyvolány výskytem skvrn na povrchu hvězdy. Dalším dvojčetem Slunce je dle J. Halla a G. Lockwooda hvězda 18 Sco. Sledovali totiž proměnnost vápníkové čáry K v jejím spektru v letech 1995–2000 a zjistili, že aktivita hvězdy je vyšší než u Slunce a perioda delší než 11 let.

Podobně S. Berdjuginová a. zobrazili povrchu primární složky sp. K2III ($T_{\text{eff}} = 4560$ K) zákrytové dvojhvězdy IM Peg (typu RS CVn) díky přesné fotometrii z let 1996–99. Oběžná perioda systému činí $24,65$ d a sklon dráhy 70 stupňů rotační rychlost primární složky dosahuje 28 km/s . Složka vyzkoušela periodickou aktivitu v intervalu 6,5 let; magnetický cyklus má podobně jako u Slunce vícenásobnou délku. Poslední maximum aktivity bylo zaznamenáno v roce 1995. Zmíněná autoři odhalili ve vysokých astrografických šířkách rozsáhlou aktivní oblast o rozměrech $6,5 \times 10,5 R_\odot$, rotující v periodě 24,7 d. Ke třídě zákrytových dvojhvězd typu RS CVn náleží též aktivní soustava RT And (sp. F9V a K2V) ve vzdálenosti 75 pc s oběžnou dobou 0,63 d, jejíž mnohobarevnou optickou a infračervenou fotometrii zpracovali T. Pribulla a. Odtud vyplýnulo, že sklon dráhy činí 88° a hmotnosti složek $1,1$ a $0,8 M_\odot$.

R. E. a R. F. Griffinovi se zabývali dvojhvězdou

HR 2030 (sp. K0IIb a B8IV) se shodnými hmotnostmi složek ($4,00 M_\odot$), vzdálenou od nás 420 pc a starou 150 Mr. Oběžná dráha má sklon 30° a chladnější složka rotuje synchronně, kdežto teplejší hvězda má rotační periodu 6,5 d. Chladná hvězda dosahuje poloměru $41 R_\odot$, zatímco teplejší má jen $6 R_\odot$, což dává zajímavé okrajové podmínky pro vývoj těsných dvojhvězd. G. Torres a. uveřejnili parametry dosud málo využívané zákrytové dvojhvězdy GG Ori (sp. B9.5 těsně před hlavní posloupností), jež je současně dvoučárovou spektroskopickou dvojhvězdou. Obě složky mají touž hmotnost $2,34 M_\odot$, poloměr $1,8 R_\odot$ a efektivní teplotu $10,0$ kK. Obíhají kolem sebe po eliptické dráze s výstředností $e = 0,22$ v periodě 6,6 d. Soustava vykazuje stáčení přímky apsid s periodou 10,7 kr; z toho 70 % představuje relativistické stáčení ve výborné shodě s teoretickou předpovědí.

Překvapením byl objev rentgenového záření u primární složky sp. O9.5Ia jasné hvězdy ζ Ori, vzdálené od nás 250 pc. Horká plasma v atmosféře velmi masivní hvězdy (=cca. $30 M_\odot$) je důkazem konvekce, což se u tak žhavé hvězdy nečekalo. Podle C. Hummela a. jde však o interferometrickou dvojhvězdu, kterou se podařilo rozlišit novým interferometrem Lowellovy observatoře. Při úhlové vzdálenosti složek $0,042'$ byl během dvou měsíců sledování na počátku r. 1998 naměřen pohyb o 2 mag slabší složky v pozici úhlu a odtud pak vychází hmotnosti složek 28 a $23 M_\odot$. Pozoruhodný problém „dočasně“ zákrytové dvojhvězdy SS Lac v otevřené hvězdokupě NGC 7209, vzdálené 900 pc, shrnuli E. Milone a. Periodu světelné křívy $14,4$ d určila již r. 1907 H. Leavittová, ale dle G. Torrese a R. Stefanika byla hvězda rozpoznána jako zákrytová až v r. 1921, když amplituda primárního minima činila 0,4 mag. Z rozboru světelné křívy se pak postupně podařilo určit parametry soustavy. Obě složky mají shodné spektrum třídy A i týž hmotnosti $2,6 M_\odot$. Liší se však mírně efektivními teplotami $8,75$ a $8,54$ kK, avšak podstatně poloměry ($2,4$ a $3,6 R_\odot$) a zejména svítivosti (30 a $63 L_\odot$). Z archivních údajů vyplýnulo, že během času se soustavně měnila hloubka primárních mincí; stoupala v mezidobě 1890–1902 a pak zase klesala v letech 1920–1940. Podobněji rozbor pak ukázal, že zákryty začaly v roce 1885,3 a skončily r. 1937,8. Astronomové to však zjistili s velkým zpožděním až r. 1990. Přičinu těchto proměn odhalila teprve spektroskopie soustavy z r. 1998. Oběžná dráha má stále stejnou velkou poloosu a výstřednost $0,14$, jenž sklon dráhy k zornému paprsku se mění tempem $0,13^\circ/\text{r}$, což způsobuje neviditelná třetí složka soustavy, obíhající kolem těžiště soustavy po mírně excentrické dráze s periodou 679 d. Třetí těleso je rovněž přičinou stáčení přímky apsid hloubky rychlosíti $0,014^\circ/\text{r}$.

V nikdy nekončícím výzkumu záhadné zákrytové dvojhvězdy β Lyrae pokračovali loni D. Biskal a. Ve skutečnosti jde o šestihvězdu, vzdálenou od nás 270 pc, jejichž hlavní složky A a B kolem sebe obíhají po kruhové dráze v periodě 12,9 d, které se sekulárně prodlužuje o 19 s/r . Opticky nejjasnější složka A sp. B6-8II je ve skutečnosti méně hmotná než složka B, ukrytá v tlustém akrečním disku. Prvním modelováním tohoto tlustého disku se loni zabýval A. Linnel.

A. Daminielli a. věnují podobně dlouhodobou pozornost podivuhodné svítivé modré proměnné hvězdě η Car, o jejíž dvojhvězdné povaze se už téměř nepochybuje. Oběžná doba činí dle zpřesně-

ných výpočtu 5,53 r. Autoři soudí, že každá složka má úctyhodnou hmotnost kolem $70 M_{\odot}$, takže z nich vyvěrá mocný hvězdný vítr, a obě vichřice se navzájem srážejí, což vede k dalším pozorovatelným efektům. Autoři předpokládají, že k nejbližšímu vzplanutí soustavy dojde v letech 2003. N. Shaviv se zabýval mocnou erupcí hvězdy, která se odehrála v polovině 19. stol., při níž se uvolnila energie $3 \cdot 10^{42} \text{ J}$ a hvězda ztratila patrně až $2 M_{\odot}$ tempem $0,1 M_{\odot}/\text{r}$ s rychlostí rozplínání plynných obálk 650 km/s. Energetický výdaj v té době přesahoval asi pětkrát Eddingtonovu mez, takže hrozilo naprosté rozplynutí hvězdy. K tomu však na konci nedošlo a současná tempo ztráty hmoty ze soustavy nepřevyšuje 0,001 M_{\odot} . Podle K. Davisona a N. Smithe obkloupuje hvězdu chladný (110 K) prachový torus a také teplota prachu v proslulé mlhovině Homunculus je nízká (200K). Z měření družice ISO však vychází hmotnost mlhoviny až na $5 M_{\odot}$.

Další originální soustavou je spektroskopická dvojhvězda SS 433 s oběžnou dobou 13,1 d, vyznačující se protilehlými výtrysky plynu, jež dosahují rychlosti 0,26 c. A. King aj. zjistili, že soustava ročně ztrácí $10^{-5} M_{\odot}$, a že kompaktní sekundární složka má minimální hmotnost $5 M_{\odot}$, ale možná i dvojnásobnou. Právě z ní proudí zmíněné rychlé výtrysky a to zvyšuje astrofyzikální zajímavost této bezká už jedinečné soustavy. R. Fender objevil radiointerferometrem v Narrabri, že z výtrysku vychází též kruhově polarizované rádiové záření na frekvencích 1–9 GHz.

P. Ostrov aj. pořídili v letech 1995–98 přesnou světelnou křivku velmi hmotné polodotykové základní dvojhvězdy HV 2543 v hvězdné asociaci OB ve Velkém Magellanově mračnu (VMM). Od tutu odvodili základní parametry obou složek: hmotnosti 26 a $16 M_{\odot}$; poloměry 15,5 a 14,0 R_{\odot} ; efektivní teploty 35–28 kK a svítivosti $3,3 \cdot 10^5$ a $1,2 \cdot 10^5 L_{\odot}$. Další základní dvojhvězdu HV 2274 ve VMM zkoumali pomocí HST GHRS I. Ribas aj. Pořídili kvalitní spektra obou složek, jejichž spektra lze shodně klasifikovat jako B1–B2IV–III ($T_{\text{eff}} = 23 \text{ kK}$) a které kolem sebe obhají v periodě 5,7 d po dráze s výstředností $e = 0,14$. Hlavní parametry složek jsou velmi podobné: hmotnosti po řadě 12,2 a $11,4 M_{\odot}$ a poloměry 9,9 a 9,0 R_{\odot} ; poměrně zastoupení hélia činí 26 %, což dává stáří soustavy 17 Mr. Systém je oddělený a vykazuje stáčení přímky apsid s periodou 123 let. Tyto údaje mají mj. velký význam pro zpřesnění vzdálosti VMM od nás, na čemž stojí celá stupnice vzdáleností galaxií ve vesmíru. Ve VMM již bylo zásluhou přehlídky MACHO a OGLE objeveno na 2500 základních dvojhvězd, k jejichž spektroskopickému sledování jsou ovšem zapotřebí dalekohledy s průměrem zrcadla alespoň 5 m, takže obdobně soustavný výzkum reprezentativního vzorku zabere ještě hodně času.

A. Tokovinov hledal tzv. dvojčata mezi dvojhvězdami, definovaná poměrem hmotností $q \geq 0,95$. Ukázal, že představují plných 15 % všech těsných dvojhvězd, takže jejich vznik je předem nějak zvýhodněn. Dvojčata mají nejčastěji oběžné periody delší než 2 d a kratší než 30 d, bývají obklopena společnými obálkami a vyskytují se hlavně mezi trpaslíky slunečního typu. S. Söderhjelm se zabýval statistikou výskytu dvojhvězd v astrometrickém katalogu HIPPARCOS. Do 8 mag a pro úhlové vzdálosti 0,1–10 arcsec našel celkem 12 tisíc rozlišených dvojhvězd a vícenásobných hvězd, tj. dvakrát více než se čekalo. Z toho je 235 astromet-

rických dvojhvězd s dobré určenými drahami. V lineární míře jsou vzdálenosti mezi složkami hvězd hlavní posloupnosti v rozmezí 30–500 AU při poměrech hmotností složek $q \approx \text{cca. } 0,6–1,0$. I. Semeniuková porovnávala *paralaxy*, odvozené z parametru základních dvojhvězd s trigonometrickými paralaxami družice HIPPARCOS pro 19 těsných dvojhvězd a zjistila, že chybou modulu vzdálenosti pro základní dvojhvězdy nepřevyšuje ±0,08 mag.

A. Boss shrnul výsledky postupimského sympozia o vzniku dvojhvězd, jež proběhlo loni v dubnu. Dnes už je jisté, že alespoň polovina hvězd žije v párech či dokonce vícenásobných soustavách, což odpovídá procesu vznikání hvězd – ukazuje se totiž, že osamělé prahhvězdy jsou velmi vzácné. Častěji se spíše stane, že vznikne vícenásobná soustava, z níž posléze některá hvězda unikne a jeví se jako osamělá. Platí to jak pro hvězdy s hmotností v rozmezí 1,0–0,1 M_{\odot} tak pro hnědé trpaslíky a staré hvězdy v galaktickém halu. Mezi hmotnými hvězdami třídy OB dokonce dvojhvězdy převažují nad osamělymi hvězdami v poměru 2:1. Je také zřejmé, že čím dál dokonalejší pozorovací technika přispívá k odhalení podvojnosti mnoha objektů, jež se starším přístrojům jeví jako osamělé.

Nejvíce dvojhvězd a vícenásobných soustav se vyskytuje mezi mladými hvězdami, kde se však špatně vyhledávají, mj. kvuli své výrazné spektrální proměnnosti. Zvláště hvězdy typu T Tau mají hodně průvodců – sám prototyp je dokonce trojhvězda. Mladé dvojhvězdy se relativně nejsnáze prozradí molekulovým výtokem – to bývá dobrá postačující podmínka vícenásobnosti. Pokud má vícenásobná soustava rovné vzdálenosti mezi složkami, jde o nestabilní systém, který snadno ztrácí jednotlivé hvězdy. Zbude pak stabilní těsná dvojhvězda, popřípadě hierarchický systém: těsná dvojhvězda plus vzdálená třetí složka. Obecně platí, že intenzívní ztráta hmoty vede rovněž k rozpadu dvojhvězdy. Takto vyvržená prahhvězda však přitom díky slabému výtoku svého cirkumstelárního disku, takže ji nezbude stavební materiál pro vznik vlastní planetární soustavy.

Z modelování vyplývá, že hvězdy vznikají zejména štěpením (fragmentací) zárodečného oblaku na více složek. Naproti tomu rychle rotující prahhvězda pouze ztrácí hmotu odstředivou silou v okolí rovníku, ale to nikdy nevede k vytvoření průvodce. Fragmentace též snadno vysvětlí častou existenci společně okolo hvězdám obálky ve dvojhvězdě i stejně stáří složek vícenásobných soustav, neboť případné zachycení druhé prahhvězdy je mimořádně málo pravděpodobné. Fragmentace též podporuje turbulence a magnetické pole, což dále posiluje možnost vzniku vícenásobných soustav. Pro kulové hvězdokupy jsou nejtypičtějšími těsnými dvojhvězdami kontaktní soustavy typu W UMa. Autor přehledu též sestavil přehlednou tabulku hmotností hvězd hlavní posloupnosti i některých speciálních typů:

Sp. typ	Rozmezí hmotností (M_{\odot})
O	60 – 16
B	16 – 3
A	3 – 1,5
F	1,5 – 1,0
G	1,0 – 0,8
K	0,8 – 0,5
M	0,5 – 0,08
Herbig Ae-Be	6 – 2
T Tau	2 – 0,2

2.6. Proměnné hvězdy

2.6.1. Novy a kataklyzmické proměnné

Nova V382 Vel, která vzplanula koncem května 1999, zeslábla v únoru 2000 na 9,7 mag a v březnu na 10,1 mag. I. Platais aj. zjistili, že před výbuchem byla 16,6 mag a změřili i její vlastní pohyb 0,012' / r. M. Oriová aj. uvedli, že šlo fakticky o druhou nejjasnější novu druhé poloviny XX. století, když v maximu dosáhla $V = 2,6$. (Ostatně jen pět nov v minulém století dosáhlo v maximu jasnosti vyšší než 5 mag, takže očima viditelná nova je v září než očima viditelná kometa.) Patřila k třídě ONeMg s velmi rychlým rozpínáním plynné obálky tempem 3500 km/s. Zeslábla o 3 mag za pouhých 10 d. Její vzdálenost od nás vychází na 3 kpc. Od 12. dne po výbuchu ji sledovala družice BeppoSAX v pásmu velmi měkkého rentgenového záření, což je docela vzácnost, neboť předtím bylo takové záření pozorováno jedině u nov GQ Mus (1983), V1974 Cyg (1992), LMC 1995 a U Sco (1999). R. Casalegno aj. studovali chování emisní čáry H_{α} pro novu V1974 Cyg a zjistili, že cirkumstelární mlhovina se zpočátku rozpínala rychlostí blízkou rychlosti světla; později však rozpínání kleslo na 0,35c. Jde tudíž určitě o projev tzv. světelné ozvěny. A. Moro-Martín aj. sledovali spektrální vývoj novy v ultrafialovém i optickém pásmu od 4. dne po explozi po dobu plných 4 let. Určili tak průměrnou rychlosť rozpínání plynných obálk na 1100 km/s a potvrdili, že jde o novu třídy ONeMg.

P. Bonifacio aj. zjistili, že nova V1493 Aql, jež dosáhla maxima 8,8 mag v polovině července 1999, je od nás vzdálena téměř 19 kpc, takže leží za hranicí spirální struktury Galaxie. Nova V1493 Aql, objevená počátkem prosince 1999 a viditelná v té době i očima, začala vzhledem k slabému výkonu vzdálenou 9 mag. V polovině listopadu zeslábla na 11,5 mag. Podle L. Kissse a J. Thomsona se její jasnost snížila po maximu o 2 mag za 6,6 d a o 3 mag za 16 d; patří tudíž k rychlým novám, čemuž též nasvědčuje vysoká rychlosť rozpínání plynného obalu 2000 km/s. Při vzdálenosti 3,6 kpc dosáhla v maximu absolutní hvězdné velikosti -8,8 mag. V červnu se na světelnou křivku novy objevily sinusové variaze s periodou 0,06 d a amplitudou 0,03 mag. V té době přešla do koronální fáze spektrálního vývoje. Současně se začala prodlužovat orbitální perioda 0,135 d.

Y. Sakurai objevil 4. února 2000 Novu Sgr (V4642 Sgr) v poloze 1755-1946, jež v té době měla 10,5 mag. Archivní snímky ukázaly, že ještě 20. ledna nebyla nova v dosahu přehlídkových přístrojů, ale 25. ledna už byla 11,5 mag. První spektrum z 11. února prokázalo pomalé rozpínání obálky rychlostí 765 km/s, takže jde o standardní klasickou novu. Do poloviny února zeslábla na 12,8 mag a počátkem června na 15 mag. V červenci přešla do koronální fáze spektrálního vývoje. Její spektrální vývoj se podobá Nově Sgr 1998 (V4633 Sgr), která se však dostala do koronální fáze až 850 dnů po explozi. Ve spektru novy V4633 Sgr se podařilo objevit dvě blízké periody 0,129 a 0,126 d, jejichž amplitudy s časem rostou a loni dosáhly až 0,10 d. 5. března objevil K. Haseda Novu Sct (V463 Sct) v poloze 1834-1445 jako objekt 10,6 mag. Její obálka se rozpínala rychlosť 940 km/s. (Pokračování v příštím čísle)

Quo vadis, čínská kosmonautiko?



Start kosmické rakety CZ-2F.

V polovině devadesátých let kosmický výzkum v Číně prošel skutečným „očistcem“. V poměrně krátké době totiž zaznamenal nepříjemně mnoho nezdarů – čtyři. Od zatím posledního nezdaru do konce srpna 2001 ovšem ČLR zaznamenala úspěšnou sérii 23 startů v řadě bez nehody a podle mnohých bude zanedlouho aspirovat na pozici světové kosmické velmoci.

Co jí vlastně ještě chybí nejlidnatější zemí světa k tomu, aby se stala onou „supervelmcí“? Moc toho není a prostředky k tomu rozhodně má.

Základem každého vesmírného programu je spolehlivá a dostatečně výkonná nosná raketa. Čína disponuje řadou nosných raket CZ (Chang Zheng – Dlouhý pochod; dříve bylo možné setkávat se i s anglickým překladem tohoto názvu Long March a zkratkou „LM“).

Mimo to Čína několikrát použila nosič FB-1. Napsoudle ale v roce 1981, v současnosti se již ne používá.

Základní charakteristiky v současné době používaných či vyvýjených nosičů CZ jsou na následujících řádcích (jako pohonné látek používají všechny rakety oxid dusičitý a asymetrický dimethylhydrazin, jen u typů 3A, 3B a 3C je ve třetím stupni použita kombinace kapalný vodík/kapalný kyslík).

CZ-1D – Dvoustupňový nosič, nejslabší člen celé „rodiny“. Nosnost 930 kilogramů na nízkou oběžnou dráhu, na svou premiéru teprve čeká. Podle některých informací by si ji mohl odbyt ještě před koncem roku 2001.

CZ-2C – Raketa s kapacitou maximálně 2400 kilogramů nákladu. Raketa dosud zaznamenala 11 úspěšných startů a ani jeden nezdar (varianta 2C/SD vytvořena přidáním třetího stupně na tuhá paliva pro vypouštění dvojic družic Iridium tuto statistiku „obohatila“ o dalších šest úspěchů).

CZ-2E – Dvoustupňová nosná raketa se čtveřicí urychlovacích bloků na kapalná paliva navěšených na prvním stupni. Nosnost 9200 kilogramů na dráhu nízkou, resp. 3500 kg na dráhu přechodovou ke stacionární. Uvažuje se i o vytvoření verze 2E(A) s mohutnějšími pomocnými bloky, což by nosnost navýšilo na 14 tun nákladu (s touto úpravou se údajně počítá při startu vlastní čínské orbitální stanice).

CZ-2F – Varianta 2E upravená pro použití v programu pilotovaných letů s kabinou Shen Zhou. Změny spočívají

především ve vylepšení navigačních aparatur, řídícího systému, instalaci spolehlivějších motorů a systému autodetecte závad. Díky této úpravám nosnost rakety o několik set kilogramů poklesla.

CZ-3A – Třistupňová raketa, která vznikla přestavbou dnes již nepoužívané verze CZ-3 (13 startů/3 havárie). Dosud má stoprocentní úspěšnost (6 startů), její nosnost je maximálně 2500 kg na dráhu přechodovou ke stacionární.

CZ-3B – Konstrukční shodný typ jako 3A, jen první stupeň je „obohacen“ o čtyři návěsné pomocné startovací bloky a druhý stupeň má zvětšené nádrže pohonného látek. Díky této změnám došlo ke zdvojnásobení nosné kapacity na 5000 kg nákladu na dráhu přechodovou ke stacionární.

CZ-3C – Dosud neodzkoušená verze rakety „trojkové“ řady. Jedná se vlastně o variantu 3B, ale jen se dvěma námišto čtyř pomocných urychlovacích bloků. Nosnost na dráhu přechodnou ke stacionární 3700 kilogramů, první let očekávaný v roce 2002.

CZ-4B – Třistupňový nosič, s nímž se počítá především pro vynášení nákladů na sluneční synchronní dráhu. Dosud tři úspěšné starty.

CZ-5 – Další pokračování vývojové řady raket CZ. Jedná se o nosič, který by mohl být k dispozici v roce 2006. Má jít o raketu „stavebnicovité“ konstrukce (jako se nyní připravuje např. ruská Angara nebo americká Delta-4). Počítá se s jedenačistupňovou koncepcí – k prvnímu stupni budou připojovány pomocné bloky. Základní verze má první stupeň o průměru 5 metrů a pomocné bloky s průměrem 3,35 m (jejich předpokládaný počet nebyl zveřejněn). Střední nosič bude mít průměr hlavního stupně 3,35 m a pomocných motorů 2,25 m. A konečně nejlehčí varianta neponese návěsné motory, ale bude jí tvořit první stupeň o průměru 2,25 m. Tyto tři základní kombinace bu-

Z výcviku čínských kandidátů.



dou dle potřeby vybavovány horními stupni. V současné době jsou ve vývoji dva nové motory: na kapalný kyslík a kerosen (což budou hlavní pohonné látky) o tahu 120 tun a na kapalný kyslík a vodík (pro horní stupně) o tahu 50 tun. Nový nosič bude mít v nejsilnější variantě nosnost až 25 tun nákladu na nízkou dráhu, resp. 13 tun na dráhu přechodovou ke stacionární.

Čína se hodlá věnovat vývoji svých kosmických raket ve třech krocích. Prvním s termínem realizace dvou až tří let je úprava stávajících nosičů s cílem zvýšit jejich nosnost a spolehlivost. Druhým krokem bude vývoj zcela nové rakety stavebnicovité konstrukce (viz CZ-5) s ekologicky „příjemnějšími“ pohonné látkami a větší kapacitou než stávající nosiče.

A konečně ve třetí fázi bychom se měli dočkat čínského vícenásobně použitelného nosiče. Vzhledem k tomu, že se jedná o hudbu vzdálenější budoucnosti, bylo zveřejněno jen nemnoho detailů. V současnosti se nejvíce rozpracovává projekt dvoustupňové rakety se čtyřmi motory na kapalný kyslík a kerosen v prvním stupni. Raketa (35,2 metry výška, 5 metrů průměr) by mohla do kosmu dopravit dvoutunový náklad. Přitom oba stupně by přistávaly pomocí padáků a air-bagů (podobné koncepte využívá návrh rakety od soukromé společnosti Kistler). Raketa by měla být použitelná paděsátnásobně s nutností vyměnit motory po každých deseti startech.

Před několika lety se objevily také návrhy rakety CZ-Mars, ale zde šlo především o studii nosiče pro (jak již název napovídá) pilotovanou výpravu k „rudé planetě“. Pro úplnost uvádíme několik základních informací. K hlavnímu trupu nosiče s motory na kapalný kyslík a vodík měly být napojeny čtyři urychlovací bloky (kapalný kyslík/kerosen). Celá sestava měla mít vzletovou hmotnost kolem 2000 tun s možností vynášet až stotunové náklady.

Mimo řadu raket CZ se v současné době vyvíjí v Číně ještě jeden nosič, který lze zařadit do kategorie těch „menších“. Jde o raketu Kaituzh („Výzkumník“), což bude čtyřstupňový nosič využívající ve svých motorech pouze tuhých pohonného hmot (první dva stupně by přitom měly být odvozeny z mezikontinentální střely DF-31). Díky této v čínské kosmonautice neobvyklé směsi nebude vázaný na jednu pevnou vypouštěcí plošinu, ale do vesmíru se bude moci vydávat z mobilního zařízení. Očekávaná nosnost je 100 kg nákladu, přičemž premiérový let se plánuje na rok 2002. Některé zprávy hovoří bez dalšího upřesnění o tom, že půjde o částečně vícenásobně použitelný nosič.

Statistika čínských nosných raket:

Celkem startů: 73
Úspěšné starty: 62
Neúspěšné starty: 7
Částečně neúspěšné starty: 4

Je zajímavé, že z výše uvedených celkových 73 startů bylo 21 komerčních! Vzhledem k nízkým výrobním nákladům v Číně a levné pracovní síle jsou zdejší rakety pro zahraniční zájemce nesmírně levné. Tato konkurenční výhoda je ovšem vykozena nižší spolehlivostí raket čínské provenience (stejně jako nižší přesností navedení satelitu na plánovanou dráhu) spolu s mnoha omezeními vývozu pokročilých technologií (tedy družic) ze strany vyspělých zemí.

Série několika nehod (zřícení CZ-3B s družicí Intelsat či havárie dvou CZ-2E se satelity Optus B2 a Apstar 2) v rozmezí let 1992 až 96 sice znamenala citelné ochlazení zájmu o čínské rakety, ale po řadě vydařených letů se tyto v poslední době stávají

opět středem zájmu. Namátkou jmenujeme právě nadnárodní konsorciu Intelsat, které po zničení svého satelitu okamžitě zrušilo objednávky na další starty, nyní si ovšem raketu CZ-3B vyhledá jako nosič družice Intelsat APR-3 (start 2002).

Tolik tedy k čínským nosným raketám. Jenže rakety jsou zde od toho, aby něco nosily, a i to „něco“ má ČLR k dispozici. Po prvotním spíše rozpačitém přešlapování nyní buduje nesmírně rozsáhlou a výkonnou flotilu družic. Podle loni zveřejněného zámeru má být do roku 2006 vysláno do kosmu třicet nových satelitů – navigační, komunikační, meteorologické, pro dálkový průzkum Země, pilotované...

V rozpětí necelých dvou měsíců se na podzim 2000 do vesmíru vydaly dvě čínské kosmické rakety CZ-3A, které na oběžnou dráhu dopravily dvojici navigačních družic Beidou. Čína si tak vytvořila vlastní národní systém pro kosmickou navigaci.

První satelit Beidou byl vypuštěn do vesmíru 31. října 2000, druhý jej následoval 21. prosince. Poněkud propagandisticky byl předeším druhý start označován jako „konec závislosti Číny na zahraničních technologiích“ (celosvětově je v současné době dostupný americký navigační systém GPS či ruský Glonass, během několika let bude k dispozici také evropský Galileo).

Družice typu Beidou jsou umístěny na stacionární dráze – to je dráha ve výšce 35890 kilometrů nad rovinou, na níž se pohybující těleso oběhne Zemi jednou za 24 hodin. V praxi to vypadá, že družice jakoby „visí“ nad jedním místem zemského povrchu. Podle kusých informací z Číny sately Beidou vysílají signály, podle nichž probíhá navigace silniční dopravy, železnic, lodí i letadel. Dosažená přesnost sice nejspíše není příliš vysoká, ale pro základní navigaci dostačuje.

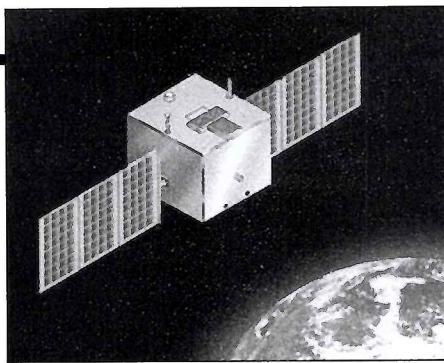
Do roku 2008 se připravuje start šest nových meteorologických družic Feng Yun (Vítěr a mrak). Během dvou až tří let má do vesmíru zamířit i první družice čínské výroby pro přímé televizní vysílání.

Pozadu nezůstává Čína ani v oblasti vědeckých programů. Společně s Evropskou kosmickou agenturou (ESA) je realizován projekt DoubleStar, což bude dvojice 270 kilogramů těžkých družic určených ke studiu zemské magnetosféry (pokračování, resp. doplnění mise Cluster-2). Jedna bude v prosinci 2002 vypuštěna na dráhu s nízkým sklonem k rovinu, druhá o půl roku později na dráhu polární.

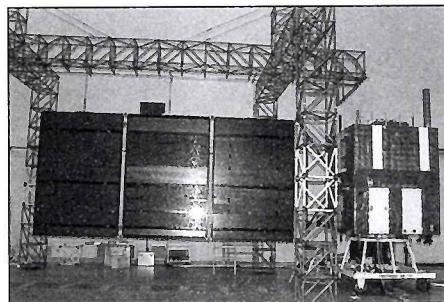
Ve spolupráci s Brazílií byla v říjnu vypuštěna družice CBERS-1 (alias Zi Juan-1, „Prostředek“) pro dálkový průzkum Země. Sesterský satelit by ji měl následovat na přelomu letošního a příštího roku, přičemž již se rodí plány na další dvě podobné observatoře. Ty by měly být vybaveny kamerami schopnými pořizovat snímky s rozlišením pětimetrových detailů (CBERS-1 a -2 mají dvacetimetrovou rozlišovací schopnost). Ani zde by se čínsko-brazilská spolupráce neměla zastavit, protože na platformě CBERS má vzniknout také meteorologická a komunikační družice (není jasné, zda jde o jeden či dva samostatné projekty).

V nejbližší době se také očekává vzlet oceánografického satelitu HY-1 (Hau Jang-1). Nejméně každé dva roky by jej měly následovat další družice podobného zaměření.

Pro předvídání a monitorování přírodních katastrof stejně jako pro monitorování životního prostředí je připravována flotila osmi malých družic. Čtyři budou mít hmotnost 400 kilogramů a budou vybaveny optickou sledovací aparaturou, další čtyři mají vážit 700 kg a ponesou radarovou aparaturu SAR. A když jsme u pozorování Země, univerzita Tsinghua vyvíjí nanosatelit THNS-1 10 kg pro sledování naší mateřské planety. Ten bude v nejbližší době



Kresba oceánografického satelitu HY-1.



Jedna ze dvou družic DoubleStar připravovaných ve spolupráci s ESA.

vypuštěn do vesmíru jako druhotný náklad některou raketou CZ.

Spíše velmi opatrně se hovoří o možnosti letu čínských meziplanetárních sond. Čas od času problesknou zprávy o projektu automatického průzkumníka k Marsu, Venuši či k některému asteroidu, ale v praxi má asi největší šanci na realizaci projekt lunární sondy s předpokládaným datem startu v roce 2006. Zveřejněno bylo také několik snímků robotů vyvíjených pro průzkum Měsíce, ale s žádným podobným projektem se v dohledné době nepočítá.

Bezkonkurenčně největší zájem je ovšem o plány Číny na poli pilotované kosmonautiky. Čínská lidová republika snila již od počátku sedmdesátých let svůj sen o letu vlastního kosmonauta na palubě lodi „Made in China“. První náznaky, že se podobná mise připravuje (či že se o ní alespoň uvažuje) se objevily krátce poté, co se 24. dubna 1970 vydala na oběžnou dráhu první družice DFH (Dong Fang Hong – Východ je rudý) na palubě nosiče CZ-1.

V sedmdesátých letech dokázala Čína úspěšně vyslat do kosmu návratové družice FSW (Fanhui Shi Weixing), které na padáku bezpečně dosedly zpět na zemi. To by samo o sobě mnoho neznamenalo – ovšem na druhou stranu technologie bezpečného návratu z vesmíru je základní podmínkou uskutečnění pilotovaného letu. Čína také neopomnala při různých příležitostech zdůrazňovat, že těmito návraty byly učiněny první kroky na cestě k pilotované lodi.

Na konci sedmdesátých let se začaly objevovat další náznaky. Z čínských loděnic vyplula trojice sledovacích lodí – podobnými v dobách největší slávy své kosmonautiky disponoval také dnes již neexistující Sovětský svaz. Paralela se přímo nabízela – ani Čína ani SSSR neměli dostatek spojenců kolem celé zeměkoule, na jejichž území bylo možné vybudovat potřebnou síť sledovacích stanic při pilotovaných letech. (Používat sledovací lodi při bezpilotních výpravách je nesmírně nákladné a vpravdě zbytečné, byť SSSR v případě některých složitých letů – např. startech sond k Marsu, takto činil.)

V čínském tisku se v té době začaly objevovat v mříže větší než obvyklé reportáže z přípravy pilotů procházejících „speciálním“ výcvikem – na centrifugách, v barokomorách, při práci ve skafandrech.

Mezitím probleskly informace, že první oddíl čínských kosmonautů se již zformoval.

V roce 1980 náhle jako mánuvitý kouzelného proutku oficiální místa obrátila směr. Reportáže o přípravách kosmonautů zmizely ze stránek novin a časopisů. Výprava družice s lidskou posádkou byla označena jako úkol vzdálenější budoucnosti (pokud by o této misi vůbec někdo najednou ochotn hovořit). Opět se zde přímo nabízí srovnání s historií, kdy se v šedesátých letech Sovětský svaz netajil svými plány na pilotovaný průzkum Měsíce a až poté, co se starty jeho lunární rakety N-1 skončily nezdarem, náhle prohlásil lety na našeho přirozeného souputníka za zbytečné mrhání časem a penězi.

Hovořilo se o tom, že čínská pilotovaná kabina (resp. její prototyp) uskutečnil v květnu 1980 zkušební let po balistické dráze s cílovou oblastí přistání v Tichém oceánu. Mise se však údajně nevydařila, což mělo za následek nedůvěru v připravované pilotované starty a rozhodnutí o předčasném ukončení celého programu. Protože šlo o zkušební výpravu, raketa s největší pravděpodobností nenesla lidskou posádku.

Čína se ale nevzdávala šance vyslat svého zástupce do vesmíru a pokusila se vydat cestou, kterou zvolila dřívá většina zemí. Pokusila se jednat o možnosti letu svého pilota na palubě amerického raketoplánu nebo ruské kabiny. Nejdřívejší vypadala jednání s americkou stranou, ale tragický výbuch raketoplánu Challenger v lednu 1986 způsobil, že bylo nutné zamýšlenou misi odložit na neurčito. A kravavé události na pekingském Náměstí nebeského míru spojené s následným ochlazením čínsko-amerických vztahů znamenaly, že ze zamýšleného společného letu sešlo.

Také s Ruskem byla vedena jednání o možnosti vyslání čínského kosmonauta do vesmíru. Je zajímavé, že poslední rozhovory proběhly ještě na počátku roku 2001 (!), kdy Čína projevila zájem o let svého kosmonauta některou z lodí Sojuz v roce 2002. Cílem mise bylo získat zkušenosti před vlastním pilotovaným letem lodi Shen Zhou. Dohoda ale nakonec nebyla uzavřena.

Ještě před dvěma roky probleskovaly zprávy, že Čína má zájem o odkoupení ruského orbitálního komplexu Mir za 750 mil. dolarů, který by po tří letech provozovala. Mir se měl stát jakousi platformou pro budování vlastního ambiciozního programu a prvním cílem lodí Shen Zhou. S největší pravděpodobností ale šlo o čistou spekulaci než o reálný zájem.

Ale to jsme trochu předběhli dobu – na konci osmdesátých let se Čína pokusila svůj program pilotovaných letů do vesmíru oživit. Tehdy představila veřejnosti projekt nové nosné rakety, která měla pracovat na kapalný kyslík a kerosen a která by byla vyrobena právě pro použití v programu pilotovaných letů. Finance potřebné na její vývoj byly nakonec převedeny na program vývoje balistických raket na tuhé pohonné hmoty. Lodí s kosmonauty si se bylo možné „převést“ najinou nosnou raketu, ale programu se nepodařilo získat podporu nejvyšších míst, a tak zasel na úbyt.

Až v roce 1992 se Ústřední výbor komunistické strany Číny rozhodl, že jedním z hlavních úkolů osmé a deváté pětiletky bude právě pilotovaný kosmický program. Přípravné práce se rozjely naplně, avšak již po dvou letech se celý projekt ocitá ve velké krizi. Technické potíže se objevují na všech stranách, Projekt-921 (což bylo jeho kódové označení) se zpozdí, náklady drasticky rostou.

Nad programem pilotovaného letu visel pověstný Damoklův meč, když se objevila velice atraktivní

nabídka z Ruska, konkrétně z konstrukční kanceláře NPO Enérgejia (mj. výrobce kabín Sojuz). Vzhledem k tomu, že hospodářskou krizi sužované Rusko tehdy nemělo finanční prostředky na rozvoj kosmonautiky, nepohrdli představitelé NPO Enérgejia nabídkou deseti miliónů dolarů výměnou za některé komponenty a technologie. Do Číny tak odcestovaly k podrobným studiím padákové soustavy, přístroje pro zabezpečení životních podmínek v pilotovaných lodích, navigační aparatury, skafandry a dokonce i jeden korpus návratového modulu kabiny Sojuz. (Čína se k tomuto ruskému podílu na vlastním pilotovaném programu nerada vyjadřuje a její představitelé neopomínají zdůraznit, že loď je celá čínským výrobkem.)

Čínský pilotovaný program tak chytal druhý dech. Spolupráce s Ruskem pokračovala dále a na konci devadesátých let pobývali ve Hvězdném městečku u Moskvy čínští piloti Wu Ji a Li Quinlong. Ti byli oficiálně deklarováni jako „instruktoři oddílu čínských kosmonautů“, neoficiálně se o nich hovořilo jako o nejvážnějších kandidátech na místo prvního kosmonauta. V Rusku strávili půl druhého roku.

Dalo by se říci, že vlnu celosvětového zájmu o pilotovanou lodě „la Čínu“ odstartovaly v květnu 1999 na Internetu publikované fotografie rakety CZ-2F. Ukazovaly nosič s aerodynamickým štítem ne nepodobným ruským pilotovaným sojuzem, navíc raketa byla vybavena záchrannou věží – nebylo pochyb, že v případě pravých snímků (o jejich důvěryhodnosti se vedly dlouhé debaty) jde o záběry nosiče připravovaného pro čínské kosmonauty.

Podzim roku 1999 nám pak dal konečnou odpověď: Snímky rakety byly skutečně pravé! Devatenáctého listopadu nosič CZ-2F po startu z kosmodromu Jinquan dopravil do vesmíru ke čtrnácti obletům naší modré planety kabini Shen Zhou, což by se dalo přeložit jako „Božská loď“. (Název prý navrhl samotný čínský prezident Jiang Ce-min.)

Loď je na první pohled velice nápadně podobná ruským kabinám Sojuz. Kompletní loď Shen Zhou má hmotnost 8400 kilogramů, přičemž se skládá ze tří částí: Přístrojové sekce pro manévrování a zajištění pobytu ve vesmíru, modulu pro posádku zvonovitého tvaru ve střední části a konečně orbitální části tvaru válce pro práci na oběžné dráze. Loď má dva páry panelů slunečních baterií – jeden na úseku přístrojovém, druhý na orbitální sekci (při prvním letu byl ovšem instalován jen pář na přístrojovém bloku). Při premiérovém letu nesla Shen Zhou na palubě mj. figurínu kosmonauta a několik čínských vlajek.

Na druhý zkušební start jsme si museli počkat do ledna 2001. Zatímco předcházející Shen Zhou-1 byla označována jako „experimentální loď“, v případě Shen Zhou-2 již média hovořila o „první bezpilotní kosmické lodi“. Důvod je poměrně prostý – první let sloužil k základnímu zalétání (nejen kabiny, ale i rakety), takže šlo spíše o jakýsi „polootovar“ kabiny bez mnoha klíčových systémů, v případě druhého šlo skutečně o odzkoušení lodi.

Jak již bylo uvedeno, čínská kosmická loď se



Shen Zhou-1 po úspěšném přistání.

skládá z několika základních komponent. Jednak je to motorová sekce, jednak kabina pro posádku (v ní budou přebývat až tři piloti v průběhu startu i přistání) a jednak orbitální modul. Za pozornost rozhodně stojí právě orbitální modul, který je zcela autonomní, je vybaven vlastní orientační, stabilitační i komunikační soustavou a je schopen samostatného letu! Toto bylo v praxi prokázáno při letu Shen Zhou-2, kdy modul pracoval ve vesmíru ještě půl roku po přistání návratové sekce a během této doby několikrát změnil parametry své oběžné dráhy.

Tato modulová koncepce lodi Shen Zhou dává tušit, že se s ní počítá nejen pro „bežné“ pilotované lety, ale že jde o kabini s promyšlenou filozofií. Pozorovatelé se shodují na tom, že např. prodloužený orbitální modul ve spojení s motorovou sekcí (či bez ní) by se mohl stát základem budoucí čínské vesmírné stanice. Tato by ev. mohla být složena i z několika podobných modulů – tomu ostatně nasvědčují i některé kusé kresby či oficiálně prezentované modely.

Vratme se ale zpět ke zkušebním letům lodí Shen Zhou. Zatímco „jednička“ pobyla na oběžné dráze necelý jeden den (přesněji 21 hodin a 11 minut), „dvojka“ už pracovala v kosmu celý týden. Na své palubě nesla i první „cestující“ – opici, psa, králička a několik slimáků. Je ale zajímavé, že na rozdíl od prvního letu, kdy bylo po přistání zveřejněno velké množství snímků a dalších materiálů, v případě druhého letu šlo jen o několik záběrů startující rakety. Nebyl zveřejněn ani jeden záběr kabiny po přistání – objevily se dohady, že přistávací padákový systém nepracoval zcela korektně a že loď byla při závěrečném manévrku vážně poškozena.

I po návratu přistávacího modulu pokračoval v letu orbitální modul Shen Zhou-2, a to až do 24. srpna 2001, kdy byl provedený jeho řízený (!) zánik v zemské atmosféře.

A jaké jsou tedy další plány? Je jisté, že nás čeká ještě několik bezpilotních letů, protože Čína si prostě nemůže dovolit katastrofu při prvním zkušebním startu. Tím by se celý projekt pilotovaného letu stal kontraproduktivním – místo vytouženého mezinárodního uznání by sice přinesl pozornost, ovšem v nežádoucím směru.

Na přelomu července a srpna 2001 se objevily zprávy, že flotila čtyř čínských sledovacích lodí vylupla z mateřských přistáváků, aby zaujala své pozice ve světových oceánech. Přestože se objevilo několik „zaručených“ zpráv o chystaném letu Shen Zhou-3, jako nejpravděpodobnější datum startu se jeví říjen

2001. Podle dostupných informací má jít o další technologický let, který ovšem bude kratší než předchozí mise „dvojky“.

Brzdící manévr, který je prováděn nad pobřežím Namibie tentokrát bude řízený nikoliv ze sledovacího plavidla, ale z nově vybudované pozemní stanice. Čína se totiž dohodla s Namibií na výstavbě radarové základny na ploše 150 krát 85 metrů, kde se bude nacházet administrativní budova, ubikace pro personál a dvojice velkých parabolických antén. Jak vidno, CLR buduje svůj pilotovaný kosmický program velmi pečlivě.

Start Shen Zhou-4 se měl podle odhadů uskutečnit ještě před koncem roku 2001 – ovšem „trojka“ se podle všeho poněkud zpozdila (že by skutečně důsledek potíží při přistání s lodí číslo 2?), takže se o přesných termínech můžeme jen dohadovat. Ledaže by měli pravdu ti, kdo tvrdí, že se připravuje společný let bezpilotních lodí Shen Zhou-3 a -4, které se k sobě alespoň přiblíží (pokud se ve vesmíru rovnou nepokusí o spojení). Rozhodně je pravdou, že v montážní budově na čínském kosmodromu Jinquan lze souběžně připravovat dvojici raket CZ-2F. Mimořád, tato montážní hala je nejvyšší jednoposchodovou budovou na světě s betonovou střechou (montážní hangár amerických raketoplánů VAB na Floridě je sice téměř dvojnásobně vyšší, ale jeho střecha je železná). Betonová střecha montážní hal na čínském kosmodromu se nachází výše 86,1 metru nad zemí – což je také vnitřní výška celého prostoru.

V roce 2002 by měl proběhnout zkušený let Shen Zhou-5. A pokud půjde vše bez potíží, někdy v polovině téhož roku jej může následovat „šestka“ – první loď s kosmonauty na palubě (některé zdroje uvádí, že s lidskou posádkou může letět už kabina číslo 5). Někdy se tvrdí, že bezpilotní Shen Zhou-5 bude vypuštěna krátce před šestou lodí s kosmonauty a že poslouží jako cíl pro setkání v kosmu. Ten to scénář (byť atraktivní) je ale nepravděpodobný, protože při první misi půjde především o bezpečné absolvování celého letu.

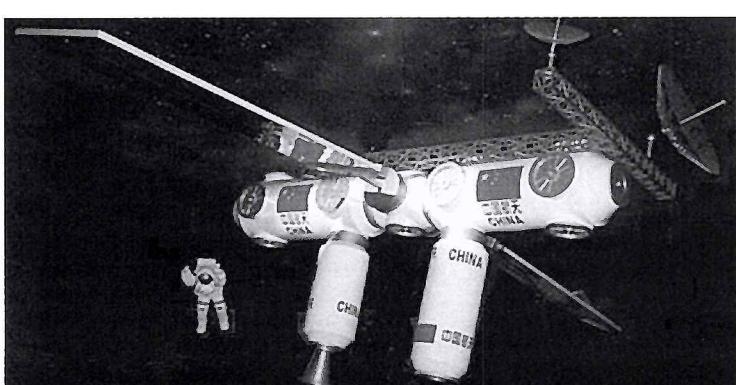
Misí s kosmonauty na palubě bude završena první fáze čínského pilotovaného programu. Ve druhé fázi se má uskutečnit řada setkání těles přímo na oběžné dráze, déletrající lety a také výstupy do otevřeného prostoru ve skafandrech. Třetí fáze má představovat nejprve experimentální orbitální stanici s následující stálou přítomností čínských specialistů ve vesmíru. Zatím pouze ve stádiu fantastických snů jsou úvahy o letech Shen Zhou na mezinárodní kosmickou stanici ISS.

(Spíše než s kosmonautech či astronautech se ovšem v souvislosti s čínskou kosmonautikou hovoří o „taikonautech“, což je odvozenina z čínského „Tai Kong“ znamenajícího „kosmos“.)

Přestože se CLR netají svým zájmem o Měsíc či Mars – a pilotované lety na ně (někteří odborníci upozorňují, že loď Shen Zhou lze poměrně snadno upravit od podoby lunárního výsadkového modulu), je velmi nepravděpodobné, že by se Čína o podobnou výpravu v dohledné době několika let pokusila. Časem by se ale nejdlnatější země světa mohla stát katalyzátorem světové kosmonautiky – ostatní kosmické věmoci nejspíše nebudou chtít nečinně pozorovat její vesmírnou expanzi.

Tomáš PŘIBYL
Foto: archiv

Informace v tomto článku jsou k 31. srpnu 2001.



Jeden z projektů vlastní čínské orbitální stanice.

PS: Zajímavým zdrojem informací o čínské kosmonautice je webovská stránka <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Launchpad/1921/>

Na počiatku bol Konkoly-Thege

Celá história astronómie na našom území je úzko spätá s Hvezdárňou v Hurbanove. Jej vznik v 2. polovici 19. storočia charakterizovala orientácia na „pokiaľ možno najmodernejšie pozorovania a dosiahnutie pokroku v astronómii“. Táto snaha pretrvávajúca celé 20. storočie vystihuje jej činnosť podnes. Na sklonku roka 2001 sa s menom Hvezdárne v Hurbanove spájajú dve významné výročia: 130. výročie jej založenia (1871) a 160. výročie narodenia jej zakladateľa dr. Mikuláša Konkolyho-Thege (1842).

Zakladateľ jednej z prvých astrofyzikálnych hvezdární v strednej Európe, ako aj meteorologického a geofyzikálneho observatória v Hurbanove sa narodil 20. januára 1842 v Budapešti.

Gymnaziálne štúdiá začal na benediktínskom gymnáziu v Komárne a pokračoval v nich v Budapešti. Popri tom od roku 1857 navštievoval i prednášky na budapeštianskej univerzite. Pravdepodobne tu sa pod vedením profesora fyziky A. Jedlika (rodáka zo Zemného nedaleko Nových Zámkov) a vplyvom jeho originálnych fyzikálnych úvah začal formovať jeho záujem o spektrálnu analýzu.

Od roku 1860 pokračoval v štúdiu práv na univerzite v Berlíne. Popri štúdiu práv navštievoval na berlínskej univerzite aj prírodovedné prednášky významných predstaviteľov vtedajšej vedy (J. H. Döwe, J. F. Encke, H. G. Magnus a ďalší), ktorí poznačili viaceré aktivity jeho ďalšieho života.

Po štúdiach uskutočnil M. Konkoly svoju prvu cestu po európskych observatóriách. Navštívil Heidelberg, Göttingen, York, Greenwich, Paríž a Brusel. Druhú, obdobnú cestu podnikol roku 1883 a pribudli v nej ešte aj návštevy observatórií v Postupime a Štrasburgu. V styku s prostrediami, kde sa pracovalo najprogresívnejšími metódami astronomického a astrofyzikálneho výskumu, si osvojil nielen najnovšie poznatky astronómie, ale aj chémie a širšie ponímanie fyziky, pričom vnikol i do tajomstiev konštrukcie astronomických prístrojov.

Meno Mikuláša Konkolyho Thege bolo vo vtedajšej vzdelaneckej Európe pojmom. Udržiaval styky s poprednými vedcami, medzi nimi boli napríklad H. C. Vogel, A. Secchi, J. Z. F. Zöllner, z ďalších spomenieme G. Schiaparelliho, E. Weissa a L. Weineka. Bol v styku aj so známymi umelcami tých čias. Medzi jeho osobných priateľov patrili aj hudobní skladatelia F. Liszt a R. Wagner.

V rokoch 1890–1900 bol dr. M. Konkoly riaditeľom Štátneho ústavu pre meteorológiu a zemský magnetizmus v Budapešti. Počas jeho pôsobenia na tomto poste bolo v Hurbanove postavené i nové meteorologické observatórium (1899). Je aj jeho zásluhou, že počet meteorologických staníc v Uhorsku vzrástol z pôvodného počtu 190 (stav z roku 1870) až na 1438 (stav z roku 1911).

Dr. M. Konkoly bol v rokoch 1896–1906 aj poslancom Uhorského snemu. Na jeho pôde viackrát vystúpil na obranu vedeckej kultúry a zdôrazňoval potrebu demokratizácie vzdialovania.

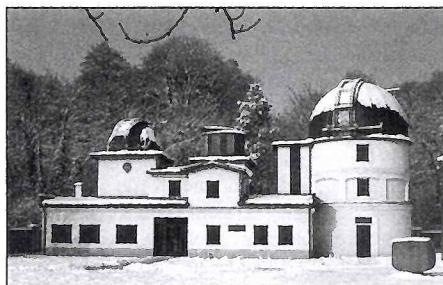
Priam fanaticky veril, že vedecko-technický rozvoj prináša len pokrok a šťastie ľudstva. Preto do konca života zanietene popularizoval vedecké poznatky, písal knihy, príručky a pohotovo zverejňoval svoje astronomické pozorovania. Dr. M. Konkoly si však ako konštruktér ani jeden zo svojich originálnych prístrojov neautorizoval a nepatentoval – zastával totiž názor, že vedomosti sú spoločným pokladom ľudstva a prinášajú úžitku tým viac, čím viac je tých, ktorým slúžia.

Astronomickopubliačné dielo Dr. M. Konkolyho tvorí 3763 tlačených knižných strán. Bol členom mnohých vedeckých spoločností: Astronomische Gesellschaft, Royal Astronomical Society, Società dei Spektroscopisti Italiani, Association Scientifique de France a mnohých ďalších. Od roku 1876 bol členom korešpondentom akademie vied a od roku 1884 jej riadnym členom. Za uvedené 7-ročné obdobie publikoval vyše 40 pôvodných vedeckých a odborných prác. Za svoju záslužnú prácu dostal mnohé uznania a vyznamenania: čestný doktorát Philadelphskej univerzity, rad Pro Litteris et Artibus, pruský, württemberský a srbský rad, ako aj viaceré zlaté medaily za fotografovanie hviezdnnej oblohy. Menom Konkolyho aj menom Hurbanova boli nazvané aj dve planétky (č. 1445 – Konkoly, č. 1259 O Gyalla).

Dr. Mikuláš Konkoly Thege zomrel 17. februára 1916 v Budapešti a je pochovaný v Hurbanove.

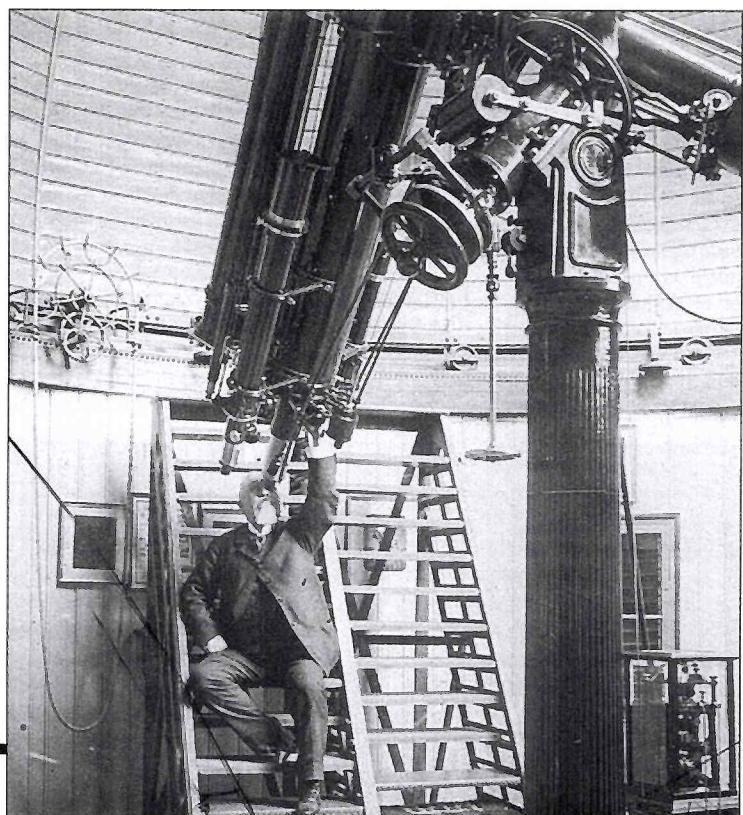
Astronómia v Hurbanove v období Rakúska-Uhorska (1871–1918)

Dr. Mikuláš Konkoly Thege začal so svojimi astronomickými pozorovaniami v lete roku 1871. Spôsobom pozoroval z kupoly postavenej na severovýchodnej strane svojho kaštieľa, a to pomocou 10 cm Steinhelovho refraktora a kvalitných kyvadlových hodín. Svoje prvé pozorovania orientoval na výskum slnečných škvŕn, slnečných protuberancií, ďalej na pozorovanie jasných komét a meteorov. Výstavba hvezdárne spadá do



Slovenská ústredná hvezdáreň – národné metodické centrum – v Hurbanove. Foto: J. Csipes

Pretože nemal priamych dedičov (dvaja synovia mu zomreli), roku 1902 daroval štátu celý svoj majetok v okolí dnešného Hurbanova (1560 katastrálnych jutárov) – s tým, že po jeho a manželkej smrti sa má rozpredať bezzemkom. Svojím konaním demonstroval jednotu myslenia a činu, pričom aj ideu obohacovania vlastnej krajiny a napomáhania jej kultúrneho rozvoja, povznášajúceho ju na dôstojné miesto medzi krajinami v kultúrnej Európe podriadať celiu ešte vyšiemu – rozvoju celej civilizácie na našej planéte.



Dr. Mikuláš Konkoly-Thege pri pozorovaní Halleyovej komety

Foto: archív SÚH



Účastníci expedície za úplným zatmením Slnka v Brazílii (Passa Quatro), kde roku 1912 pozoroval úplné zatmenie Slnka
M. R. Štefánik.

Foto:
archív SÚH

čias, keď sa dr. M. Konkoly začal venovať aj meteorologickým pozorovaniam. Jeho súkromná meteorologická stanica sa roku 1872 stala súčasťou Štátneho meteorologického ústavu. Roku 1899 buduje na svojom majetku nové meteorologické observatórium, ktoré sa časom stalo najvýznamnejším meteorologickým pracoviskom v Uhorsku. O progresivnosti Konkolyho ústavov svedčí i to, že hvezdáreň, meteorologickej a geomagnetické observatórium v Hurbanove sú jedinými prírodrodovednými ústavmi na Slovensku, založenými za Uhorska, ktoré pracujú dodnes.

Dr. M. Konkolymu záležalo na tom, aby jeho hvezdáreň bola vybavená vedecky na úrovni doby a účelne. Z Konkolyho dielne okrem 25 cm Merzovo-Zeissovo-Konkolyho refraktora (1883), ktorý bol doplnený 16 cm astrografom (1904), hodno spomenút 135 mm dalekokľad na fotografovanie Slnka (1908), Konkolyho nastavovač kazety, spektroskop a malú kamieru na fotografovanie Mesiaca (1905). V dielni observatória sa vytvárali aj ďalšie spektroskopické prístroje, od širokopásmových meteoroskopov, cez spektroskopy s veľkou rozlišovacou schopnosťou až po infračervený spektrograf. Jeden z týchto prístrojov na pozorovanie protuberancií prevzala aj firma Zeiss v Jene, ktorá ho vyrábala i v 60-tych rokoch nášho storočia. Konkoly projektoval aj komparátory na prezeranie fotoplátní, z ktorých jeden typ slávna drážďanská firma Gustáva Heydeho istý čas vyrábala sériovo. Viaceré z originálnych astronomických prístrojov Dr. M. Konkolyho boli odmenené Veľkou cenou na výstave v Londýne roku 1908.

Dr. M. Konkoly však astronomické prístroje nielen konštruuval a používal na astronomické pozorovania, ale podrobne študoval aj ich chod a konštrukčné kvality. Nadobudol pritom toľko poznatkov, že o stavbe týchto prístrojov a metodike astronomických pozorovaní napísal 3 knihy: *Praktische Anleitung zur Anstellung astronomischer Beobachtungen mit besonderer Rücksicht auf die Astrophysik, nebst einer modernen Instrumentenkunde* (Braunschweig, 1833), *Praktische Anleitung zur Himmelsphotographie, nebst einer kurzgefassten Anleitung zur modernen photographischen Operation und Spectralphotographie im Cabinet* (Halle, 1887) a *Handbuch für Spectroscopiker im Cabinet und am Fernrohr* (Halle, 1897).

Vďaka bohatému prístrojovému vybaveniu patrila hvezdáreň v Hurbanove už od prvých rokov svojho pôsobenia (popri Catani, Greenwichi, Postupime a Zürichu) medzi prvé observatóriá v Európe, ktoré sa systematicky zaoberali pozorova-

vaním Slnka. Už od mája 1872 sa pravidelne zakreslovali slnečné škvíry, určovali sa ich poloha a relatívne čísla. Od roku 1896 sa Dr. M. Konkoly venoval i fotografovaniu slnečnej fotosféry a od roku 1908 zaviedol aj fotografickú registráciu slnečných škvír. Už na začiatku storočia bol zvolený za člena Medzinárodnej komisie pre výskum Slnka (International Solar Comitee). Súvislé pozorovateľské výsledky výskumov Slnka začali v tomto období, v ktorých sa pokračuje i v súčasnosti, majú nesmierne vedecký význam pre modernú slnečnú astronómiu.

Dr. M. Konkoly patril medzi prvých astronómov, ktorým sa podarilo zachytiť spektrá viacerých meteorov. Nezávisle od anglického astronóma Alexandra Herschela vyslovil domnieku, že jadro meteorov tvorí rozzeravená pevná hmota, obsahujúca aj kovy a sodík. Ešte zaujímavejšie bolo jeho zistenie, že vysoké vrstvy atmosféry obsahujú tiež sodík. Na základe práce V. G. Schiaparelliho a E. Weissa sa v súvislosti s meteorickým daždom pozorovaným na observatóriu v Hurbanove 27. novembra 1872 (frekvencia 38 meteorov za minútu) začal zaoberať i meteorickými rojmi. Z 1641 pozorovaní tunajších meteorov sa odvodilo 251 radiantov. Na tento účel vytvoril Dr. M. Konkoly dômyselnú sieť meteorických staníc, ktoré boli vybavené meteoroskopmi na určovanie výšky a radiantu. Roku 1875 zorganizoval aj komparativne pozorovanie Perzeída, ktoré okrem Hurbanova prebiehalo súčasne v Záhrebe a Banskej Štiavnici. Vo finálnej časti spracúvania týchto výsledkov sa mu ako jednému z prvých začala jačieť zaujímavá súvislosť – konštatuje nesporný vzťah medzi polohami radiantov meteorických rojov a elementmi dráh niektorých komét.

Na sklonku storočia patril Dr. M. Konkoly medzi najaktívnejších pozorovateľov komét. Prvé spektrum kométy (Coggia) zaregistroval roku 1874. Až po návrat Halleyho kométy roku 1910 napozoroval 40 komét, z ktorých 23 podrobil aj spektrálnemu výskumu. Do svojej smrti vykonal spektroskopické pozorovania ďalších siedmich komét. Ako jeden z prvých zistil v spektri jadra jasnej kométy z roku 1881 tmavé absorpcné Fraunhoferove čiary a jasné emisné čiary sodíka. Tento úkaz neskôr potvrdili aj W. Huggins (Londýn), H. C. Vogel (Postupim) a F. A. Bredichin (Petrohrad – Pulkovské observatórium). Výsledky spektroskopických pozorovaní komét, ktoré uskutočnil Dr. M. Konkoly, predstavujú ešte i v súčasnosti vzácny faktografický materiál, ktorý významne prispieva k pochopeniu problematiky ich pôvodu a vývoja.

Dr. M. Konkoly sa od roku 1877 venoval aj to-

pografickému štúdiu planét, výsledkom čoho je celý rad pozorovaní. V rokoch 1879–1892 boli najmä kresby Jupitera a jeho červenej škvíry, ktoré rotačnú dobu na základe Konkolyho pozorovaní s veľkou presnosťou určil nemecký astronóm Herman Kobold. Roku 1874 prechádzala Venuša pred slnečným diskom. Aj na túto vzácnu udalosť boli na Konkolyho observatóriu dobre pripravení. Zaujímavé pokusy sa urobili aj v oblasti spektrálneho fotografického štúdia rôznych oblastí na Mesiaci, pričom metodika rozlišovania mesačných hornín sa operala o porovnanie ich spektier so spektrami pozemských hornín. Pri pozorovaní úplného zatmenia Mesiaca roku 1877 Konkoly zistil, že červenkastá farba vzniká lenmom svetla v atmosfére Zeme, a nie v dôsledku slnečných protuberancií, ako sa dovtedy nazdávali niektorí vedci.

Medzi významné práce hvezdárne v Hurbanove patrili aj spektroskopické pozorovania hviezd. Dr. M. Konkoly a jeho spolupracovníci v rámci európskeho programu pri katalogizácii opísali vyše 2000 hviezd, čím významne prispeli k dotvoreniu principov spektrálnej klasifikácie. Svoje pozorovania zverejnili hvezdáreň aj vo dvoch zväzkoch publikácie Fotometrické pozorovania južnej hviezdnej oblohy Ó Gyalla (*Stará Ďala – Hurbanovo*) 1916, 1918.

Z ďalších pozorovaní z tohto obdobia si zaslhuje pozornosť fotometria Novy Persei (marec 1901), pozorovania S Sagittae a T Vulpeculae, určovanie teploty hviezd pomocou Zöllnerovho kalorimetra, spektrálne a kalorimetrické pozorovania α Uma, β Lyr, γ Cas, Novy And, Novy Ori, ako aj fotografické štúdium hmlovín a hviezdkôp. Konkoly s obľubou študoval aj spektrá bleskov pri búrkach. Hvezdáreň pomocou pasážnika dlhé roky určovala presný čas pre potreby pôšt a železníc v celej krajine.

V uvedenom období tu pracovalo mnoho významných astronómov. Z mimohorského územia to boli najmä H. Kobold (neskôr hlavný vydavateľ Astronomische Nachrichten), O. Tetens, C. Schrader a mnohí ďalší. Najdlhši čas tu strávili astronómovia R. Kövesligethy (spolutvorca Konkolyho spektrálneho katalógu), B. Harkányi (autor metodiky merania teploty hviezd), L. Terkán a A. Tass, ktorí vykonali veľkú prácu v štúdiu refrakcie a extinkcie, ako aj v oblasti hviezdnej fotometrie.

Výsledky svojich astronomických pozorovaní publikovala hvezdáreň spočiatku v Astronomische Nachrichten a neskôr vo vlastných ročenkách, nazvaných Beobachtungen, angestellt am Astrophysikalischen Observatorium in Ó Gyalla (Hurbanovo). Obsahujú každoročne výsledky pozorovaní z rokov 1871–1902. Pokračujúce série (ide o 14 tzv. malých vydaní) informujú o odborových programoch hvezdárne, ale aj o konštrukčnom zdokonaľovaní astronomických prístrojov (s presným opisom a schémou prístroja a pozorovateľskej metódy).

Polstoročná nepretržitá činnosť hvezdárne, počínačajúca aj po smrti jej zakladateľa dr. M. Konkolyho Thege roku 1916, bola v dôsledku politických zmien v Európe po rozpade Rakúska-Uhorska a vzniku Československej republiky v roku 1918 na niekoľko mesiacov prerušená.

LADISLAV DRUGA
(Dokončenie v budúcom čísle)

Optické efekty prachových častíc v planetárnych atmosférach

Atmosféra MARSU

Analýza informácií o atmosfére Marsu, klimatických pomeroch, či radiačnej a tepelnej bilancii sú neoceniteľné pre systematický výskum fyziky planetárnych atmosfér.

Dôležitým aspektom je porovnanie charakteristických črt atmosférickeho prostredia ostatných planét s pomery typickými pre atmosféru Zeme. Výsledky nám pomáhajú pochopiť predovšetkým pôvod podobnosti, ale tiež rozdielov medzi jednotlivými atmosférami. Klimatické zmeny v atmosfére Zeme sú zaujímavé z hľadiska evolúcie života na Zemi. Podobné záujmy sa však často spájajú aj so štúdiom atmosféry Marsu. Klimatické pomery planét Slnečnej sústavy sú priamo ovplyvnené hodnotami „planetárnych konštant“, ako napr. polomer planéty, jej sploštenie, orbitálna excentricita, hmotnosť, stredná hustota, gravitačné zrýchlenie na povrchu planéty, úniková rýchlosť, albedo systému planéta-kozmický priestor, dĺžka stredného slnečného dňa, rýchlosť vlastnej rotácie planéty, sklon rotačnej osi k rovine obehu, vzdialenosť planéty od Slnka, hodnota univerzálnej plynovej konštanty, špecifická teplota pri konštantnom tlaku, tepelná kapacita, tlak na povrchu planéty a pod. Vlastná rotácia a sklon rotačnej osi Marsu sú podobné ako v prípade planéty Zem, vzhľadom na čo sú denné a sezónne zmeny v marťanskej atmosfére náhodné — podobne ako je to v zemskej atmosfére. Navyše, obe atmosféry sú opticky riedke, a teda priezračné pre žiarenie vo viditeľnej a blízkej infračervenej časti spektra. Parametre regulujúce výmenu energie v systéme atmosféra-planetárny povrch sú teda v prípade Marsu podobné pozemským. Výsledkom je podobnosť atmosférickej cirkulácie oboch planét.

Mohutné prachové búrky detegované sondami Mariner 9 a Viking začiatkom roka 1970 podniehli záujem o počítacové simulácie s celom určiť, ako takéto prachové incidenty (prinášajúce kvantá prachových častíc do marťanskej atmosféry) môžu ovplyvniť povrchovú teplotu planéty. V tej súvislosti vedci sústredili pozornosť aj na možné dopady dramatického zvýšenia koncentrácie častíc vyprodukovaných počas skúšok jadrových zbraní v pozemských podmienkach. Ukázalo sa, že jadrové výbuchy môžu viest k fatalným zmenám klímy Zeme z dôvodu rápidného radiačného ochlazovania.

Prachové časticie v atmosfére Marsu

Systematický výskum prachovej substancie atmosféry Marsu má svoje zrejmé dôvody. Významné postavenie má napríklad monitoring vlastností extraterestriálneho materiálu, získavanie špecifických údajov potrebných na presnejšiu analýzu dát diaľkového prieskumu a súčasne na testovanie teoretických metód korekcií nameraných údajov, detailné modelovanie energetickej bilancie a radiačných pomeroch v opticky tenkej atmosfére a v blízkosti povrchových vrstiev planéty, sledovanie vplyvu prachovej substancie na tepelné pomery atmosféry a širokoškálovú cirkuláciu, objasnenie príčin posilnenia skleníkového efektu z dôvodu prítomnosti aerosolových častíc rôznych absorpných schopností.

Charakteristické črty povrchu Marsu možno pozorovať aj v značnej vzdialosti od planéty, nakoľko atmosféra na Marse je veľmi riedka. Pozorovania z povrchu Zeme sú však obmedzené, a to nielen vzhľadom na vzdialenosť Zeme od Marsu, ale tiež na turbulenciu v zemskej atmosfére a jej znečistenie. Napriek tomu, presné fotometrické a polarimetrické merania charakteristik slnečného žiarenia odrazeného povrchom Marsu a rozptýleného v jeho atmosfére môžu poskytnúť dostatok informácií o vlastnostiach atmosférickeho prostredia.

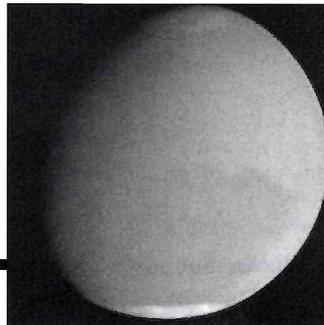
Ešte prednedávnom sa predpokladalo, že atmosféra Marsu je tvorená predovšetkým plynnými zložkami. Na základe tejto predstavy boli vybudované teoretické modely molekulárnej atmosféry, ktoré predstavovali základ viacerých vedec kých prácu. Vysoké hodnoty optickej hrúbky atmosféry Marsu vo viditeľnej časti spektra detegované sondami Viking však naznačili, že významnou zložkou marťanskej atmosféry budú s najväčšou pravdepodobnosťou aj aerosolové časticie. Ich vplyv je zásadný hlavne vo viditeľnej časti spektra. Modely molekulárnej atmosféry brali do úvahy predovšetkým prítomnosť CO₂. Kysličník uhličitý však žiarenie významne ovplyvňuje až vo vzdialejnej infračervenej časti spektra (spôsobuje napríklad značné ochladzovanie tropofórskej Marsu). Atmosféra Marsu sa teda v krátkovlnnej časti spektra javí ako prachové prostredie.

Ukázalo sa, že v atmosfére Marsu môžu byť obsiahnuté malé zrnká zeminy, priezračné kryštáliky sfomované do oblakov alebo veľmi malé aerosolové časticie tvoriace opary a hmly. Kozmické sondy uskutočnili niekoľko experimentov zamenaných na výskum prachovej substancie atmosféry Marsu. Výsledky projektu IRIS (Mariner 9) potvrdili napríklad očakávanú prítomnosť kremičitanov v minerálnych prachových časticach. Kamery umiestnené na Vikingoch poskytli zase údaje o atmosférickej extinkcii v rôznych častiach spektra (v závislosti od zenitového uhla), ale tiež údaje o uhlovej distribúcii intenzity rozptýleného žiarenia v atmosfére. Namerané hodnoty optickej hrúbky boli prekvapujúco vysoké (medzi 0.2 až 1.0). Dá sa predpokladať, že hodnoty okolo 1.0 zodpovedajú prachovým búrkam. V prízemných vrstvách atmosféry Marsu treba v bežných atmosférických podmienkach rátat s prítomnosťou takzvanej „konštantnej“ hmly, ktorá predstavuje permanentný tok prachových zrín v atmosfére Marsu. Prudký pokles intenzity rozptýleného žiarenia s vlnovou dĺžkou (charakteristický aj pre opticky riedke prostredie vyšších vrstiev atmosféry Zeme) súvisí pravdepodobne s prítomnosťou veľkého množstva malých čiastočiek, teda menších než vlnová dĺžka žiarenia. Pôjde zrejme o submikrónové zrnká. Merania sondy MARS-5 na vlnovej dĺžke 592 nm potvrdili existenciu permanentného atmosférickeho zákalu (s optickou hrúbkou väčšou než 0.1) tvoreného zrejme submikrónovými prachovými časticami s indexom lomu 1.55 priponímanajúcimi pozemský kontinentálny aerosol. Vlastnosti atmosféry nad rovníkom Marsu boli detektované sondou Phobos-2. Namerané hodnoty optickej hrúbky atmosféry (0.1–0.2) korešpondovali s meraniami aerosolovej komponenty atmosféry Marsu pomocou iných prístrojov. Ebisawa a Dollfus na základe týchto meraní odhadli veľkosť častic na zhruba 0.4 mikrometra. Dá sa pritom očakávať, že tento údaj bude dosť blízky skutočnosti, na-

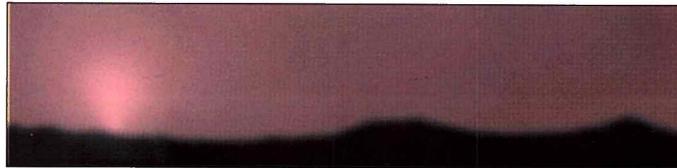


26. júna
2001

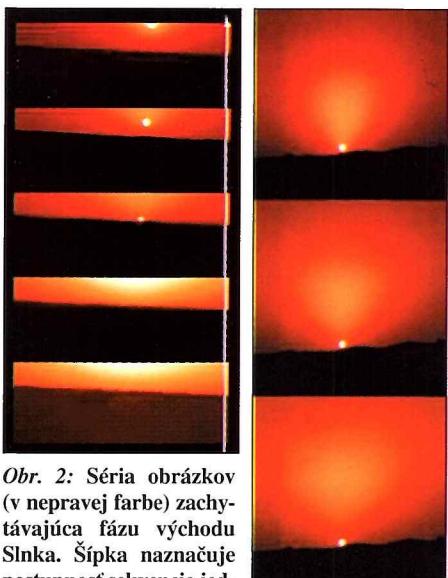
Hubbluv teleskop zaznamenal najväčšiu prachovú búrku na Marse za posledných 30 rokov. Snímka hore je z júna, keď sa búrka iba dvíhala. Presnejšie, dve búrky. Prvá vznikla v bazéne Hellas (vír vpravo do stredu), druhá v okolí severnej polárnej čiapočky. Na snímke dole viditeľ Mars v septembri, zahalený zvýreným prachom, ktorý sa iba pomaly usadzuje. Prach v atmosfére absorbuje slnečnú energiu, čím sa horné vrstvy atmosféry zahrievajú.



4. sep-
tembra
2001



Obr. 1: Západ Slnka na Marse. Atmosféra má v okolí slnečného kotúča hrudavo-červenú farbu. Farba ako i tvar svetelného stĺpca súvisia s charakteristikami častic rozptýlenými v marťanskej atmosfére. Podľa http://mpfwww.jpl.nasa.gov/MPF/ops/best_sunset.gif.



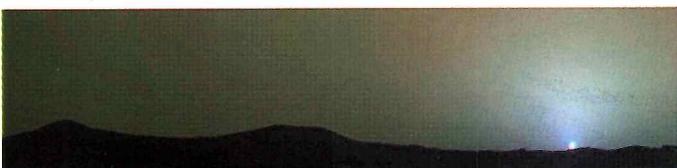
Obr. 2: Séria obrázkov (v nepravej farbe) zachytávajúca fázu východu Slnka. Šípka naznačuje postupnosť sekvenie jednotlivých obrázkov. Podľa http://mpfwww.jpl.nasa.gov/MPF/ops/sunrise_stills.gif a http://mpfwww.jpl.nasa.gov/MPF/ops/sunset_3_v.gif.



Obr. 3: Modrasté oblaky tvorené ladowými kryštálmi, ktoré vznikajú sublimáciou vodných pár počas marťanskej noci. Podľa http://mpfwww.jpl.nasa.gov/MPF/ops/cloads_pic.jpg.

koľko príspevok molekulárnej atmosféry k celkovej optickej hrúbke je vo viditeľnej časti spektra zanedbateľný. Zmeny tlaku jednotlivých plynných zložiek sa prejavia len ako nepatrné fluktuácie intenzity rozptýleného žiarenia. Významnejšie zmeny redistribúcie pola rozptýleného žiarenia súvisia so zmenami v konzistencii prachových časticiek. Haan predpokladá slabo absorbijúci aerosól tvorený dvoma hlavnými zložkami, čadičom a montmorilonitom (jednoklonný biely až ružový ne-

Obr. 4: Modré sfarbenie oblohy počas západu Slnka je spôsobené rozptylom svetla na prachových častočkách obsiahnutých v atmosfére Marsu. Podľa <http://mpfwww.jpl.nasa.gov/MPF/science/PDS/PIA01547-lg.jpg>.



rast zo skupiny ťlovitých minerálov) s variabilným objemovým zastúpením (v priemere 50–50 %). Zdá sa však, že celkovú absorpciu žiarenia aerosolovým systémom atmosféry Marsu možno zanedbať, pretože imaginárna časť komplexného indexu lomu väčšinu častic je veľmi malá (táto hodnota je podobná pozemským čadičom a andezitom).

Vplyv optických vlastností častic na prenos a transformáciu žiarivej energie

Vieme už, že prachové časticie tvoriacé prízemné hmly v atmosfére Marsu by mohli byť nesférické zrnká submikrónových rozmerov. Aj keď ich tvar môže nadobúdať rôzne formy, zdá sa, že nebude úplne náhodný, čo súvisí s charakterom vzniku (pôvodu) väčších častic. Analýzy ukázali, že značná časť populácie častic mikrónových rozmerov má diskovitý tvar. Takéto časticie sa udržia v atmosfére Marsu aj niekoľko týždňov a ich celková optická hrúbka môže presiahnuť hodnotu 0,4, čo je hodnota porovnateľná s optickou hrúbkou celej pozemskej atmosféry (za bezoblačných podmienok). Prenos žiarenia v takomto prostredí silne závisí na rozmerovej distribúcii častic (teda na funkcií, určujúcej percentuálny podiel častic istého rozmeru na celkovom počte častic v atmosfére), ich indexe lomu (ktorého hodnota závisí na chemickom zložení častic, ale môže sa meniť s okolitou teplotou), ich priestorovom rozložení a samozrejme tiež na charakteristikách slnečného žiarenia (napr. intenzite žiarivej energie v rôznych častiach spektra). Veľkou komplikáciou je fakt, že optické vlastnosti častic nie sú konštantné, ale menia sa s vlnovou dĺžkou žiarenia, čo má za následok inú odozvu atmosférického systému na rôzne zložky polychromatického žiarenia Slnka. V praxi to znamená, že ak by sme napríklad pozorovali rozdelenie intenzity rozptýleného žiarenia v rôznych častiach oblohy Marsu (teda svetlo oblohy) s použitím dvoch rôznych úzkopásmových filtrov (teda na dvoch rôznych vlnových dĺžkach), videli by sme dva celkom rozdielne obrazce. Obloha Marsu by sa nám zdala v oboch prípadoch inak „nasvietená“. Ěste markantnejšie rozdiely by priniesli pozorovania polarizovaného svetla. Pri aplikácii polarizačného filtra by sa polohy najjasnejších a najtmavších miest na oblohe (teda miest s najmenším a najväčším stupňom polarizácie) za použitia oboch úzkopásmových filtrov značne líšili. Tento fakt sa ďalej komplikuje tým, že výška Slnka nad horizontom (elevácia) sa pre dané pozorovacie miesto na povrchu Marsu pohopiteľne mení, čím sa menia aj uhlové charakteristiky rozptylu a tým aj celková štruktúra pola difúzneho žiarenia v atmosfére. Je preto zrejmé, že tieto zmeny sa budeť prejavia aj v integrálnych charakteristikách žiare-



Obr. 5: Žlté sfarbenie oblohy počas marťanského dňa je dôsledok rozptylu žiarenia populáciou súboru malých a veľkých častic. Podľa <http://mpfwww.jpl.nasa.gov/MPF/science/PDS/PIA01546-lg.jpg>.

nia, teda napr. v sumárnom toku energie v istej spektrálnej oblasti. Zmeny rozloženia jasu na oblohe Marsu počas marťanského dňa sú preto zaujímavou vizuálnou scenériou. Príkladom je západ Slnka nad horizontom v hrudavo-červenej farbe (obr. 1).

Príčinou takého nezvyčajného sfarbenia môžu byť oblaky čiastočiek zoxidovaného železa cirkujúce v atmosfére Marsu. Oblaky sa objavujú pri východoch a západoch Slnka, ale zvyčajne sa rozpadnú počas dňa.

Obrázok 2 znázorňuje zmeny v rozložení jasu na oblohe krátko pred a po východe Slnka. Pre lepšiu demonštráciu zmien intenzity žiarenia rozptýleného v blízkom okolí slnečného disku nie sú na obrázku použité skutočné farby. Jas oblohy v určitej výške nad horizontom tesne pred východom Slnka zreteľne stúpa, čo je opäť spôsobené rozptylom žiarenia prachovými časticami. Všeobecne možno povedať, že zmeny v rozložení jasu na oblohe počas východu Slnka citlivzo závisia od priestorového rozloženia čiastočiek v atmosfére, od ich rozmerov, chemického zloženia, tvaru a pod. Preto merania tohto typu môžu poskutnúť množstvo cenných informácií o aerosólovej zložke atmosféry.

V podobnom zmysle bol pre atmosféru Zeme publikovaných množstvo kvalitných vedeckých prác s hodnotnými výsledkami. Problematika interakcie žiarenia a aerosolu sa stala natoľko závažná, že sa usporadúva množstvo konferencií na túto tému (posledne napr. Conference on Visibility, Aerosols and Atmospheric Optics, Viedeň, Rakúsko 2000, <http://visibility.exp.univie.ac.at/>), a tradičiou sa už stali teoreticko-fyzikálne konferencie o rozptyle žiarenia na nesférických časticach (posledná 5th Conference on Electromagnetic and Light Scattering by Nonspherical Particles: Theory, Measurements, and Applications, sa konala v Halifaxe, Kanada 2000, <http://www.mscs.dal.ca/~videen/h2000.htm>). Existujú tiež rôzne vedecké spoločnosti a nadácie, ktorých cieľom je podporovať a usmerňovať výskum práve v tejto oblasti (napr. Gaeaf Association for Aerosol Research, <http://www.gaeaf.de/eng/index.html>).

Na druhej strane, modrasté sfarbenie marťanských oblakov (obr. 3) je v kontraste s optickými efektami počas západov a východov Slnka. Na rozdiel od pozemskej atmosféry, ktorá je prevažne tvorená dusíkom a kyslíkom, obsahuje atmosféra Marsu vysoké percento kysličného uhličitého. Vodu možno v atmosfére Marsu považovať za stopovú prímes; napriek tomu sa jej prítomnosť zreteľne prejavuje – a to práve existenciou modrých oblakov. Vodné parí totiž počas mrazivých nocí sublimujú tvoriac pritom viditeľné oblaky, ktoré možno s pozorovať počas dňa vďaka svetlu, ktoré odrážajú a lámu. Rozmery častic vodného ľadu sú asi desaťkrát menšie ako väčšina prachových častic pozorovaných v atmosfére Marsu (ich veľkosť sa dá prirovnáť k tisícine hrúbky vlasu). Také malé

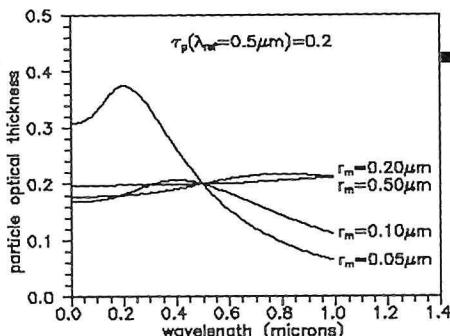
časticie sú jasné v modrom svetle, ale takmer neviditeľné v červenom svetle.

Už skôr sme uviedli, že obloha v blízkosti horizontu nadobúda hrdzavo-červenú farbu. Nezriedka však možno pozorovať aj modré západy Slnka (obr. 4). Modrá farba v blízkom okolí Slnka tentokrát nesúvisí s oblakmi ľadových častic, ale s bežnými prachovými časticami obsiahnutými v atmosfére. Prach absorbuje žiarenie z modrej časti spektra, čoho dôsledkom je dočervena sfarbená obloha (modré svetlo bolo pohltene časticami). Na druhej strane však časticie intenzívne rozptylujú modré svetlo v smeroch blízkych smeru šírenia sa pôvodných slnečných lúčov – teda v blízkom okolí Slnka (do 30° v azimute a asi do 6° v elevácii). Modré sfarbenie možno pozorovať len počas západov, alebo východov Slnka, kedy je dráha slnečných lúčov v atmosfére Marsu najdlhšia.

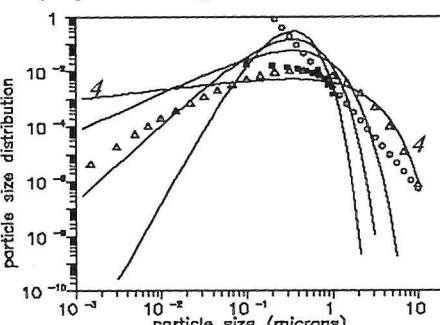
Na rozdiel od západov a východov Slnka možno na martanskej oblohe počas dňa spozorovať zreteľnú prímes žltej (obr. 5). Je to dôsledok rozptylu svetla v opticky tenkej atmosfére obsahujúcej súbor rôznorodých častic, ktorých rozmery sú menšie, ale i väčšie ako vlnová dĺžka viditeľného žiarenia. Dráha lúčov v atmosfére je počas dňa podstatne kratšia ako počas východov, či západov Slnka a rozdelenie energie v spektri meraného žiarenia je tak podobné rozdeleniu energie v spektri Slnka (počas súmraku sa rozdelenie energie prijímaného žiarenia veľmi rýchlo mení).

Optické metódy identifikácie charakterísk aerosolu v atmosfére Marsu

Nezávislé merania stupňa lineárnej polarizácie odrazeného žiarenia potvrdili malú hodnotu optickej hrúbky atmosféry Marsu. Pokles koncentrácie častic s výškou nad povrchom planéty je menej výrazný než je tomu v atmosfére Zeme, pričom vcelku dobre vyhovuje známej Gausovej funkcií. Tento fakt ovplyvňuje účinnosť viacnásobného rozptylu, teda takzvaného samoožarovania atmosféry. Pri detailnej analýze meraných dát je potrebné počítať aspoň s prvými dvoma rádmi rozptylu. Merané hodnoty intenzity odrazeného žiarenia obsahujú jednak informáciu o vlastnostiach povrchu planéty a jednak o charakteristikách atmosféry. V prípade atmosféry Zeme nie je spracovanie dát diaľkového prieskumu jednoduché vzhľadom k širokej variabilite spektrálnych a priestorových charakteristík odrazivosti zemskejho povrchu. Povrch Zeme totiž pokrýva rôznorodá vegetácia, ale aj umelá zástavba s netypickými reflexnými vlastnosťami. V prípade Marsu je situácia podstatne jednoduchšia. Povrch planéty možno totiž s dostatočnou presnosťou považovať za Lambertovský, teda rovnomerne odrážajúci. Priemerná hodnota albeda Marsu je asi 0.1 až 0.2. Ak zoberieme do úvahy charakter unikajúceho žiarenia (teda žiarenia odrazeného planetárnym povrhom a rozptýleného v atmosfére Marsu), tak je zrejmé, že merané charakteristiky žiarenia v oblasti malých elevácií budú typické najväčším informačným obsahom (naoko takto detegované žiarenie prechádza v atmosfére Marsu po najväčšej dráhe a „nazbiera“ tak najviac informácií). Príroda je však nekompromisná a kvalitatívne zlepšenie dát je takmer vždy na úkor matematicko-fyzikálneho modelu – pri nízkych eleváciách totiž prudko vzrástá vplyv viacnásobného rozptylu žiarenia, čo značne skomplikuje všetky výpočty. Aproximácia



Obr. 6: Teoretická závislosť optickej hrúbky častic – particle optical thickness (τ_p) od vlnovej dĺžky – wavelength pre distribúcie častic s rôznym modálnym polomerom r_m .



Obr. 7: Závislosť rozmerovej distribúcie častic – particle size distribution (v relatívnych jednotkách) od rozmeru častic – particle size. Údaje Haana sú označené trojuholníkmi, model Ebisawa a Dollfusa označujú krúžky. Výsledky riešenia inverzného problému zodpovedajú plným štvorčekom. Teoretické modely vychádzajúce z rôznych distribučných funkcií sú zobrazené plnými čiarami.

reálnej atmosféry teoretickým modelom v priblížení rozptylu prvého rádu je totiž v takom prípade už dosť nepresná. Ak pritom výpočet prvého rádu trvá niekoľko sekúnd CPU času na power PC, tak každý vyšší rád vyžaduje desiatky až stovky minút výpočtu. Štúdium charakteru prenosu žiarenia v atmosfére s premenlivými charakteristikami častic, akou atmosféra Marsu nepochybne je, predpokladá teda veľké množstvo simulácií, ktoré môžu trvať až niekoľko dní. Každá optimalizácia matematicko-fyzikálneho alebo numerického modelu (pri zachovaní požadovanej presnosti výpočtu) je preto vitaná. V roku 1999 sa nám podarilo vyvinúť akcelerovanú verziu MRSR (Multiple Radiation Scattering Model – model viacnásobného rozptylu žiarenia), ktorý dáva dobré výsledky tak pre atmosféru Zeme, ako aj pre atmosféru Marsu. Doba výpočtu sa pritom skrátila asi 10-krát. Výpočty ukázali, že intenzita žiarenia sa rýchlosťou mení prevážne len v blízkom okolí Slnka, pričom vo vzdialejších častiach oblohy sa intenzita v danej výške nad horizontom mení len pozvoľna. Takyto výsledok je typický pre difúzne, silne zakalené prostredie, alebo pre prachové prostredie s charakteristikou širokou distribúciou (teda prostredie, v ktorom sa nachádza veľké množstvo tak malých ako i veľkých častic). Kedže atmosféru Marsu možno jednoznačne považovať za opticky riedke prostredie, je prvá možnosť prakticky vylúčená. Dá sa ukázať, že účinok vyšších rádov rozptylu klesá podobne ako hodnoty členov geometrického radu. Priemerná hodnota kvocientu geometrického radu pre atmosféru Zeme získaná numerickými simuláciami je okolo 0.33 a pre atmosféru Marsu asi 0.54. Vklad vyšších rádov rozptylu sa preto zdá väčší u atmosféry Marsu. Nie je to však pravda, naoko uvedená

aproximácia je u atmosféry Zeme platná až od 2–3 rádu (v závislosti od podmienok), ale u atmosféry Marsu platí vo väčšine prípadov už počnúc 1 rádom. Znamená to teda, že ak v prípade Marsu stačí spočítať rozloženie poľa difúzneho žiarenia v priblížení prvého rádu (pripomínam, že ide zhruba o sekundy počítacového času) a vyššie rády počítať rekurentnými vzťahmi, tak pre atmosféru Zeme treba explicitne spočítať minimálne prvé dva rády (doba výpočtu siaha od minút do niekoľko hodín). Ďalšie výpočty sú už pochopiteľne rýchle, lebo používajú ten istý rekurentný algoritmus. Uvedené fakty boli základom pre riešenie inverzného problému pre extinkčné dátá – teda určenie rozmerovej distribúcie aerosolu z hodnôt optickej hrúbky atmosféry Marsu meraných na rôznych vlnových dĺžkach.

Merania kozmických sond ukázali, že optickej hrúbky martanskej atmosféry sa vo viditeľnej časti spektra príliš nemení – jej priemerná hodnota je 0.2. Už tento fakt naznačuje, že časticie musia byť väčšie než desatiny mikrometra. Na základe známych fyzikálnych princípov sa dá spočítať teoretická závislosť optickej hrúbky τ_p na vlnovej dĺžke pre aerosolové systémy s rôznym modálnym polomerom (pripomíname, že modálny polomer r_m distribučnej funkcie aerosolu korešponduje s rozmerom tých častic, ktorých je v danom prostredí najviac). Výsledky výpočtov pre niekoľko distribúcií sú na obr. 6. Z obrázku je zrejmé, že ak chceme dosiahnuť stav, aby sa optickej hrubke časticie vo viditeľnej časti spektra príliš nemenila s vlnovou dĺžkou, musí byť modálny polomer časticie väčší než 0.2 m. Dobrý výsledok dáva už distribúcia s modálnym polomerom 0.5 m.

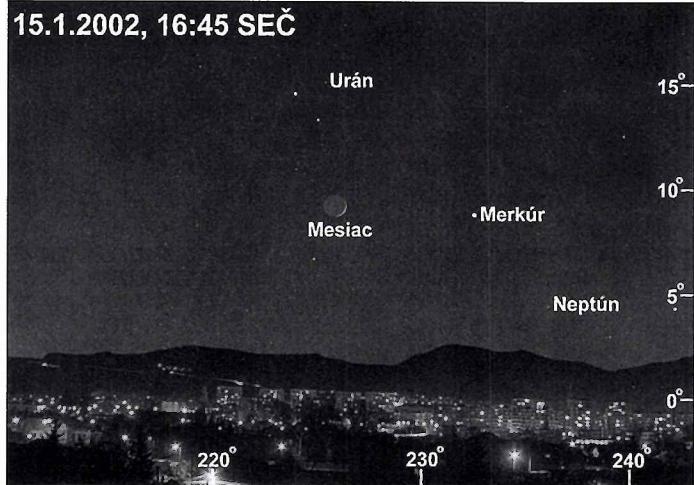
Na druhej strane sa ukazuje, že modálny polomer by nemal byť väčší, než 1 mikrometer. Výsledok analýzy je napokon prezentovaný na obr. 7, ktorý porovnáva rôzne rozmerové distribúcie. Trojuholníky zodpovedajú dátam Haana, krúžky zodpovedajú modelu Ebisawa a Dollfusa a plné čiary teoretickým distribúciám. Závislosť reprezentovanú plnými štvorčekmi sme získali riešením integrálnych rovníc Fredholmovo typu použitím hodnôt optickej hrúbky marťanského aerosolu na meraných kozmických sondami. Je zrejmé, že toto rigorózne riešenie je v relatívne dobrej zhode s modelom Haana. Z teoretických funkcií vyhovuje skutočnosť najlepšie distribučná funkcia 4. To je napokon aj fyzikálne zdôvodnenie už skôr diskutovanej prítomnosti tak hrubožrnnej ako aj submikrónovej frakcie časticie v aerosolovej atmosfére Marsu.

Záver analýzy je teda zrejmý – jednoznačne dokumentuje efektivitu optických metód. Už tak (na prvý pohľad chudobná) informácia o nemenosti optickej hrúbky aerosolovej substancie vo viditeľnej časti spektra nám totiž umožnila teoreticky dokázať, že časticie v atmosfére Marsu musia mať submikrónové až mikrónové rozmery, pričom hodnota modálneho polomeru nebude menšia než 0.2 mikrometra (vysoko pravdepodobná sa ukázala byť hodnota 0.5 m). Ako vieme, merania ukazujú na r_m 0.4 m, čo je v úplnej zhode so závermi našej analýzy. Model Ebisawa a Dollfusa, predpokladajúci Jungeho distribúciu časticie je zrejmé nevhodný.

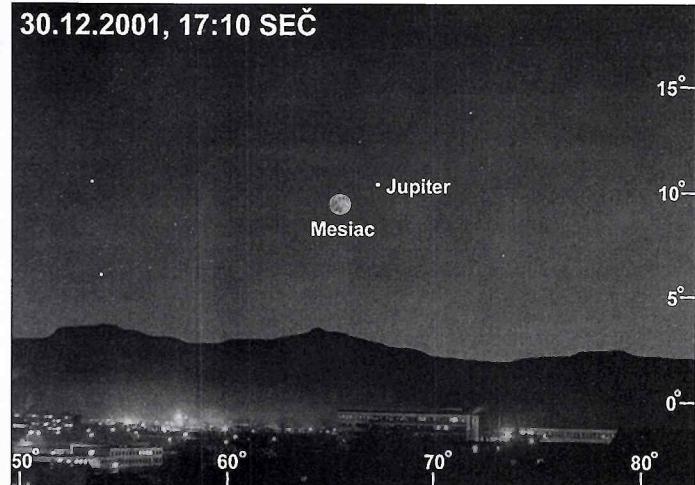
MIROSLAV KOCIFAJ,
Astronomický ústav SAV,
kocifaj@astro.savba.sk

Niekteré informácie o výskume Marsu možno nájsť aj na internetovej stránke
<http://mpfwww.jpl.nasa.gov/MPF/index1.html>.

15.1.2002, 16:45 SEČ



30.12.2001, 17:10 SEČ



Obloha v kalendári december 2001 – január 2002

Pripavili: P. RAPAVÝ a M. PROROK

Všetky časové údaje sú v SEČ

V týchto dvoch mesiacoch nás čakajú najdlhšie, ale zároveň aj najchladnejšie noci. 21. 12. nastane zimný slnovrat a 2. 1. budeme k Slnku najbližšie. Ani chlad by nás však nemal odraziť od skvelej kométy LINEAR WM1 a tí vytrvalejší si určite prídu na svoje pri pozorovaní meteorov. Geminidy majú ideálne pozorovacie podmienky, veľa jasných meteorov, a tak sa môžeme tešiť... Hned prvého decembra si nenechajme ujsť príležitosť pozorovať zákryt Saturna Mesiacom!



Planéty

Merkúr je v decembri nepozorovateľný, na prelome rokov bude na konci občianskeho súmraku vo výške 3° ako objekt -0,8 mag, podmienky jeho viditeľnosti sa budú zlepšovať, nakoľko 11. 1. bude v najväčšej východnej elongácii (19°). Vtedy ho na konci súmraku nájdeme vo výške 7° nad horizontom. Vo večernom súmraku sa stratí začiatkom druhej januárovej dekády. 9. 1. bude v jeho blízkosti Neptún, čo stojí nielen za pozretie ďalekohľadom, ale aj zaznamenanie na film. 15. 1. večerný obzor skrášli aj kosáčik Mesiaca a obom telesám budú ako slabšie objekty asistovať aj Urán s Neptúnom.

Venuše je začiatkom decembra pred východom Slnka nízko nad obzorom (-3,9 mag), jej viditeľnosť sa však bude zhoršovať, nakoľko sa blíži do hornej konjunkcie so Slnkom 14. 1. Na večernej oblohe ju uvidíme až v druhej polovici februára. 14. 12. krátka (15 min) pred východom Slnka bude Venuše v tesnej blízkosti Mesiaca vo výške 2° nad obzorom (ešte pred východom Venuše nastane mimo nášho územia zákryt Venuše Mesiacom).

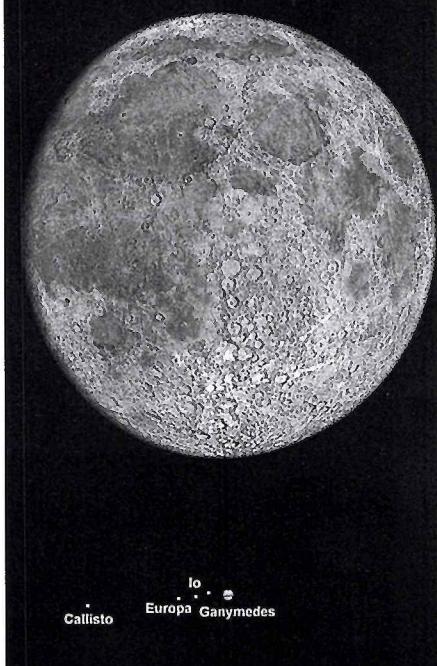
Mars (0,4 mag) je začiatkom decembra v Kozoročovi a zapadá 2,5 hodiny pred polnocou. Jeho nočná viditeľnosť sa po oba mesiace prakticky nemení, zoslabne však na 0,7 mag a presunie sa až do Ryb (4. 12. Vodnár, 9. 1. Ryby, 28. 1. Velyryba, 28. 1. Ryby).

Jeho uhlový priemer klesne zo 7,3 na 5,4" a jeho vzdialenosť od Zeme sa zväčší z 1,2776 na 1,7356 AU.

20. 12. a 18. 1. sa k nemu priblíži Mesiac, vzdialenosť oboch telies však bude len okolo 5°.

Jupiter (-2,7 mag) v Blížencoch bude kraľovať na nočnej oblohe po celú noc, nakoľko 1. 1. je v opozícii so Slnkom. Jeho uhlový rozmer bude 45". 3. 12. nastane krátko popoludní (ešte pod obzorom) jeho konjunkcia s Mesiacom, ďalšia 30. 12. bude pozorovateľná večer po východe planéty. Z hľadiska pozorovateľnosti je priam skvelá konjunkcia 26. 1., keď večer bude Jupiter len 10° od južného okraja Mesiaca. Na fotografovanie takéhoto priblženia už môžeme použiť aj ďalekohľad. 17. 12. nastane aj zákryt hviezdy SAO 78850 (9,1 mag) Jupiterom, rozdiel jasnosti je však príliš veľký...

Konjunkcia Mesiaca s Jupiterom 26.1.2002, 19:20 SEČ



Prechody Veľkej červenej škvŕny
centrálnym poludníkom Jupitera

1.12. 0:13	18.12. 19:03	3.1. 22:11	20.1. 21:11
1.12. 20:05	19.12. 4:59	4.1. 18:02	21.1. 17:02
2.12. 6:00	20.12. 0:50	5.1. 3:58	22.1. 2:58
3.12. 1:51	20.12. 20:41	5.1. 23:49	22.1. 22:49
3.12. 21:42	21.12. 6:37	6.1. 19:40	23.1. 18:40
5.12. 3:29	22.12. 2:28	7.1. 5:36	24.1. 4:36
5.12. 23:20	22.12. 22:19	8.1. 1:27	25.1. 0:27
6.12. 19:12	23.12. 18:10	8.1. 21:18	25.1. 20:18
7.12. 5:07	24.12. 4:06	9.1. 17:09	27.1. 2:05
8.12. 0:58	24.12. 23:57	10.1. 3:05	27.1. 21:56
8.12. 20:49	25.12. 19:48	10.1. 22:56	28.1. 17:48
9.12. 6:45	26.12. 5:44	11.1. 18:47	29.1. 3:43
10.12. 2:36	27.12. 1:35	12.1. 4:43	29.1. 23:35
10.12. 22:27	27.12. 21:26	13.1. 0:34	30.1. 19:26
11.12. 18:18	28.12. 17:17	13.1. 20:25	1.2. 1:13
12.12. 4:14	29.12. 3:13	14.1. 16:16	1.2. 21:04
13.12. 0:05	29.12. 23:04	15.1. 2:12	2.2. 16:55
13.12. 19:56	30.12. 18:55	15.1. 22:03	3.2. 2:51
14.12. 5:52	31.12. 4:51	16.1. 17:55	3.2. 22:42
15.12. 1:43	1. 1. 0:42	17.1. 3:50	4.2. 18:34
15.12. 21:34	1. 1. 20:33	17.1. 23:41	5.2. 4:29
16.12. 17:25	2. 1. 6:29	18.1. 19:33	6.2. 0:21
17.12. 3:21	2. 1. 16:24	19.1. 5:28	6.2. 20:12
17.12. 23:12	3. 1. 2:20	20.1. 1:19	

Saturn (-0,4 mag) v Býkovi je začiatkom decembra viditeľný celú noc (3. 12. je v opozícii so Slnkom), koncom januára zapadá 3 hodiny po polnoci. Počas dvoch mesiacom zoslabne o 0,3 mag a bude sa pohybovať smerom k Hyádam. 1. 12. nastane jeho zákryt Mesiacom. Jedinou chybäckou krásy však bude, že Mesiac bude len krátko po splne... Pri pozorovaní ďalekohľadom to však nevadí, oto sa dokáže veľkému rozdielu intenzity prispôsobiť, fotografovanie a záznam televíznou CCD kamerou však bude o niečo problematickejšie ako pri zákryte (výstupe) 3. 11. Začiatok vstupu nastane o 3:46 a koniec výstupu o 4:51. Ďalšia konjunkcia nastane 28. 12. dopoludnia pod obzorom, ráno sa však môžeme obe telesá vychutnať na peknom pozadí Hyád. Aj tretia konjunkcia nastane počas dňa (24. 1.), no tentokrát bude v čase priblženia Saturna nad obzorom a jeho vzdialenosť od severného okraja Mesiaca bude len 21°, a tak obe telesá uvidíme bez problémom už menším ďalekohľadom. Zákryt hviezdy TYC 1275 354 (10,0 mag) Saturnom bude, podobne ako u Jupitera, pozorovateľný len obtiažne.

Urán (5,9 mag) je v Kozoročovi a začiatkom decembra zapadá okolo 21:30. Doba jeho viditeľnosti sa skracuje a koncom januára už zapadá na konci občianskeho súmraku. Hned na začiatku decembra ho ľahko nájdeme vpravo od Marsu a spolu s hviezdam delta (2,8 mag) a gama Cap (3,7 mag) vytvoria fotogenický lichobežník, ktorý môže byť zaujímavý na farebné fotografiu či diapositív... 19. 12. bude v konjunkcii s Mesiacom a 15. 1. na večernej oblohe bude spolu s Mesiacom, Merkúrom a Neptúnom.

Neptún (8,0 mag) je podobne ako Urán v Kozoročovi, zapadá však o 1,5 hodiny skôr. V polovici

januára sa začne strácať vo večernom súmraku, nakoľko 28. 1. bude v konjunkcii so Slnkom. Za zmienku možno stojí len jeho konjunkcia s Merkúrom 9. 1. Obe telesá si môžeme pozrieť silnejším triédrom po západe Slnka.

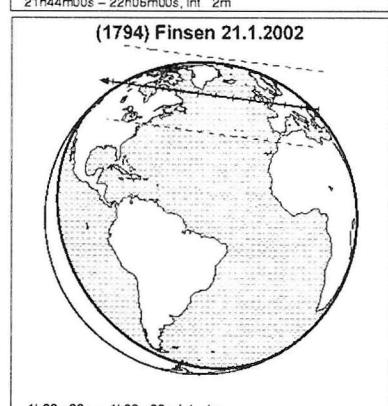
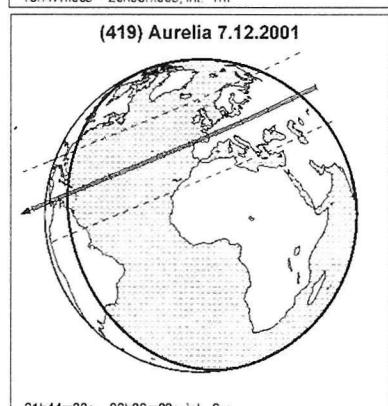
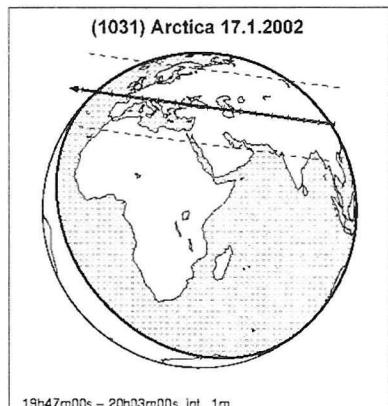
Pluto (13,9 mag) je 7. 12. v konjunkcii so Slnkom, a tak výkonným dalekohľadom sa ho môžeme pokúsiť nájsť len koncom januára v Hadonosovi nevysoko nad východným obzorom.

14. 12. nastane prstencové zatmenie Slnka a 30. 12. polotieňové zatmenie Mesiaca. Žiaľ, ani jeden z týchto úkazov nebudem môcť pozorovať z nášho územia.

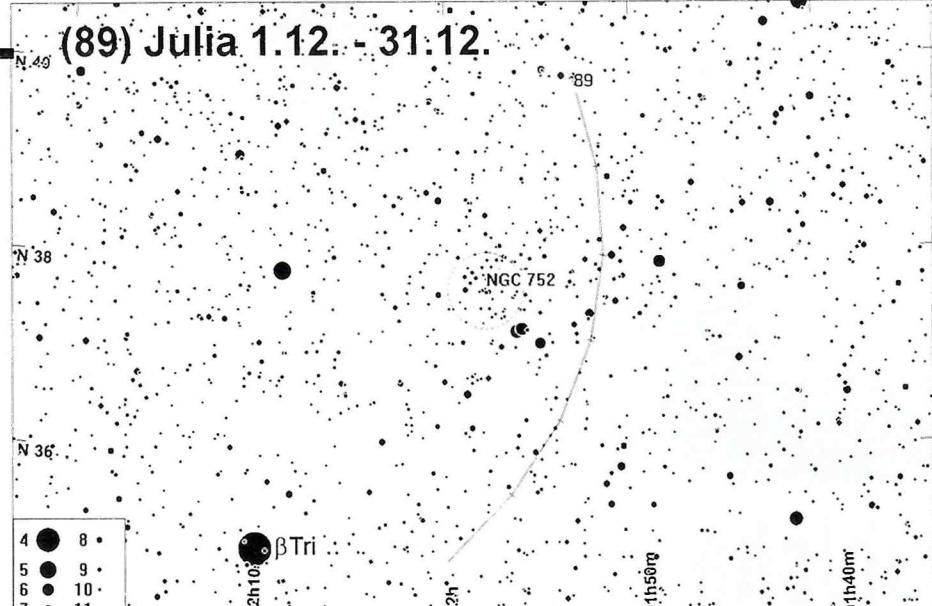
Planétky

Predpovedaných je 12 zákrytov hviezd planétkami. Podľa nominálnych predpovedí sú najperspektívnejšie zákryty hviezd planétkami (419) Aurelia 7. 12., (1031) Arctica 17. 1. a (1794) Finsen 21. 1.

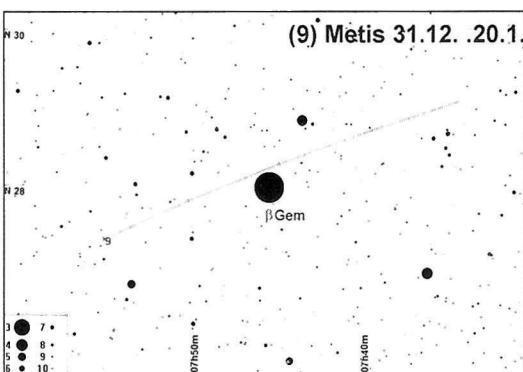
Najjasnejšou planétkou bude (4) Vesta (6,5–7,7 mag), ktorú nájdeme vpravo od Hyád. Niektoré zaujímavé konjunkcie sú na obrázkoch, a tak záleží len na každom, či sa rozhodne pre pozorovanie viuzáline alebo fotografický (CDD) záznam.



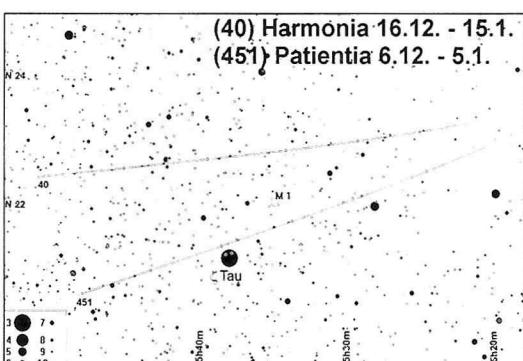
Zákryt hviezdy planétkami Arctica, Aurelia a Finsen.



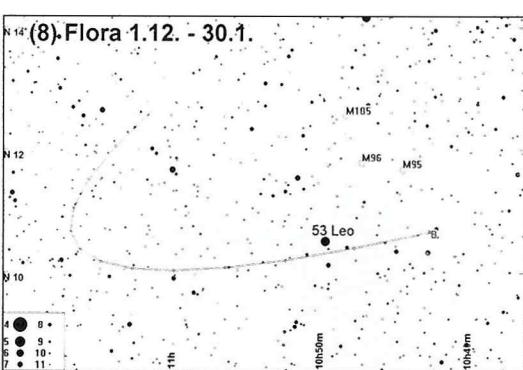
Priblíženie planétky Julia k hviezdkope NGC 752.



Konjunkcia planétky Metis s beta Gem.



Planétky Harmonia a Patientia v blízkosti M1.



Dráha planétky Flora.

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1.12.	4h16.0m	+14°05.5'	6.5
6.12.	4h10.6m	+14°05.0'	6.6
11.12.	4h05.6m	+14°06.3'	6.7
16.12.	4h00.9m	+14°09.7'	6.8
21.12.	3h56.7m	+14°15.4'	6.9
26.12.	3h53.2m	+14°23.3'	7.0
31.12.	3h50.3m	+14°33.6'	7.1
5. 1.	3h48.2m	+14°46.2'	7.2
10. 1.	3h46.8m	+15°00.9'	7.3
15. 1.	3h46.2m	+15°17.8'	7.4
20. 1.	3h46.3m	+15°36.5'	7.5
25. 1.	3h47.1m	+15°56.9'	7.6
30. 1.	3h48.6m	+16°18.8'	7.7
4. 2.	3h50.8m	+16°42.0'	7.8

Efemerida planétky (4) Vesta

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1.12.	10h42.1m	+10°41.3'	10.6
6.12.	10h47.3m	+10°25.9'	10.6
11.12.	10h52.9m	+10°14.3'	10.5
16.12.	10h56.1m	+10°06.7'	10.4
21.12.	10h59.6m	+10°03.6'	10.4
26.12.	11h02.4m	+10°05.3'	10.3
31.12.	11h04.5m	+10°11.9'	10.2
5. 1.	11h06.0m	+10°23.8'	10.1
10. 1.	11h06.6m	+10°41.1'	10.0
15. 1.	11h06.4m	+11°03.8'	9.9
20. 1.	11h05.4m	+11°31.7'	9.8
25. 1.	11h03.6m	+12°04.5'	9.7
30. 1.	11h01.0m	+12°41.4'	9.6

Efemerida planétky (8) Flora

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1.12.	10h42.1m	+10°41.3'	10.6
6.12.	10h47.3m	+10°25.9'	10.6
11.12.	10h52.9m	+10°14.3'	10.5
16.12.	10h56.1m	+10°06.7'	10.4
21.12.	10h59.6m	+10°03.6'	10.4
26.12.	11h02.4m	+10°05.3'	10.3
31.12.	11h04.5m	+10°11.9'	10.2
5. 1.	11h06.0m	+10°23.8'	10.1
10. 1.	11h06.6m	+10°41.1'	10.0
15. 1.	11h06.4m	+11°03.8'	9.9
20. 1.	11h05.4m	+11°31.7'	9.8
25. 1.	11h03.6m	+12°04.5'	9.7
30. 1.	11h01.0m	+12°41.4'	9.6

Efemerida planétky (9) Metis

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
31.12.	7h55.2m	+27°20.3'	8.8
5. 1.	7h50.1m	+27°50.9'	8.7
10. 1.	7h44.7m	+28°19.3'	8.6
15. 1.	7h39.1m	+28°44.8'	8.6
20. 1.	7h33.6m	+29°06.3'	8.7

Efemerida planétky (40) Harmonia

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
16.12.	5h50.9m	+22°21.3'	9.5
21.12.	5h45.0m	+22°31.1'	9.5
26.12.	5h39.2m	+22°40.4'	9.7
31.12.	5h33.7m	+22°49.1'	9.8
5. 1.	5h28.8m	+22°57.2'	10.0
10. 1.	5h24.4m	+23°05.0'	10.1
15. 1.	5h20.8m	+23°12.6'	10.3

Efemerida planétky (89) Julia

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1.12.	1h53.1m	+39°52.1'	9.9
6.12.	1h51.8m	+38°56.6'	10.0
11.12.	1h51.6m	+38°01.7'	10.1
16.12.	1h52.3m	+37°09.1'	10.2
21.12.	1h54.0m	+36°19.6'	10.3
26.12.	1h56.5m	+35°34.0'	10.5
31.12.	1h59.8m	+34°52.5'	10.6

Efemerida planétky (451) Patientia

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
6.12.	5h47.7m	+20°33.4'	10.6
11.12.	5h43.1m	+20°56.4'	10.5
16.12.	5h38.2m	+21°19.6'	10.4
21.12.	5h33.3m	+21°42.7'	10.5
26.12.	5h28.5m	+22°05.6'	10.6
31.12.	5h24.0m	+22°28.0'	10.7
5. 1.	5h19.8m	+22°49.9'	10.9

Zákryty hviezd Mesiacom (december 2001 – január 2002)

(J. Gerboš)

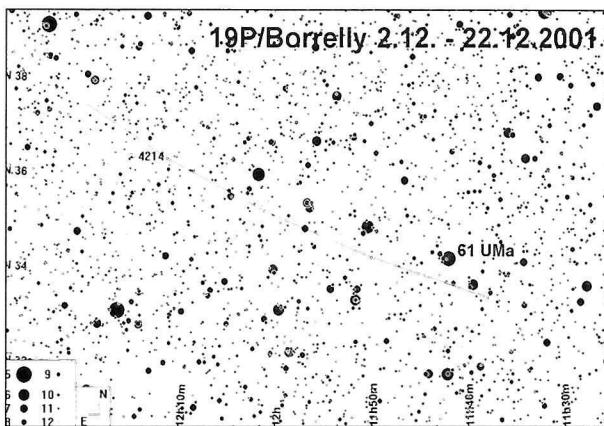
Dátum	UT h m s	D/R	Mg	PA °	CA °	h	fáza	Hviezda	a	b	hs
							XZ				
1/12/ 2	17 29 14	R	70	311	50N	10	0.58	8787	-0.20	0.50	
1/12/ 2	20 7 54	R	68	247	66S	35	0.58	9012	-0.39	1.88	
1/12/ 2	19 59 4	R	60	220	39S	34	0.58	9013	0.01	2.64	
1/12/ 3	2 27 44	R	68	228	46S	56	0.59	9458	-1.71	1.00	
1/12/ 5	2 48 11	D	47	47	-34N	63	0.66	13242	-2.39	2.66	
1/12/ 5	3 26 5	R	47	347	26N	61	0.66	13242	-0.41	-4.18	
1/12/ 6	23 50 22	R	57	317	64N	27	0.72	15783	-0.70	-0.15	
1/12/ 7	23 56 32	R	68	246	43S	16	0.76	17187	-0.31	2.61	
1/12/ 9	0 25 53	R	51	348	37N	9	0.79	18326	-0.19	-1.58	
1/12/19	17 37 22	D	75	49	66N	12	0.16	30098	-0.61	-0.24	
1/12/21	16 35 6	D	78	52	74N	31	0.22	31499	-1.35	0.60	
1/12/22	16 59 27	D	47	24	48N	36	0.26	51	-0.83	1.59	
1/12/22	20 23 3	D	60	95	62S	18	0.26	150	-1.06	-1.79	
1/12/23	21 25 16	D	77	58	82N	19	0.30	1217	-0.62	-0.44	
1/12/24	18 23 51	D	79	75	81S	46	0.33	2229	-1.77	0.32	
1/12/25	17 28 26	D	76	110	47S	47	0.36	3186	-2.47	-0.16	
1/12/25	20 7 47	D	76	34	56N	48	0.36	3248	-1.08	1.42	
1/12/25	22 34 29	D	65	352	14N	30	0.37	3302	-0.39	6.84	
1/12/27	22 34 46	D	66	104	61S	50	0.43	5422	-1.45	-1.66	
1/12/28	20 20 16	D	47	24	33N	61	0.46	6454	-0.80	3.30	
1/12/28	20 44 32	D	63	116	55S	62	0.47	6483	-2.01	-0.98	
1/12/29	20 22 6	D	43	96	88N	57	0.50	8201	-1.48	0.59	
1/12/31	19 41 13	R	59	284	81N	32	0.57	12216	-0.65	0.98	
2/ 1/ 3	2 39 11	R	61	346	31N	56	0.64	15531	-0.48	-2.96	
2/ 1/ 4	5 12 0	R	67	336	45N	43	0.68	17082	-0.50	-2.27	
2/ 1/ 5	2 46 55	R	68	338	43N	43	0.71	18156	-0.71	-1.69	

Zákryty hviezd planétkami (december 2001 – január 2002)

dátum	UT	planetka	trv	hviezda	m*	dm	h*	el	%
1.12.	20:26-20:38	2009 Voloshina	4.9	HIP 11249	5.5	9.8	52	45	99-
3.12.	18:22-18:34	1269 Rollandia	10.4	TYC 0634 54	9.4	5.5	46	72	90-
7.12.	21:45-21:57	419 Aurelia	14.0	TYC 1223-01599	10.5	2.7	52		
9.12.	1:51- 1:59	395 Delia	4.0	TYC 1830-01346	9.8	4.7	39	113	35-
31.12.	1:05- 1:12	1303 Luthera	6.1	HIP 34462	6.4	7.1	66	14	100
5. 1.	18:49-18:57	416 Vaticana	5.6	TYC 2450 492	10.1	2.6	45		
14. 1.	0:08- 0:16	516 Amherstia	5.3	HIP 36335	7.6	4.7	67		
17. 1.	3:28- 3:40	21 Lutetia	7.7	TYC 1407 130	10.2	1.5	39		
17. 1.	19:54- 20:03	1031 Arctica	7.3	TYC 131 50	11.0	3.2	34	105	16-
18. 1.	0:12- 0:22	242 Kriemhild	4.0	TYC 182 175	10.0	3.2	39		
21. 1.	1:26- 1:32	1794 Finsen	3.7	TYC 154 2070	9.9	5.8	20		
27. 1.	16:44-16:48	366 Vincentina	3.6	HIP 3712	9.0	5.5	48	94	98+
2. 2.	20:34-20:40	1051 Merope	6.5	TYC 4742 609	11.0	4.7	29		

Z predpovedí sú vylúčené hviezdy slabšie ako 10.5 mag. V tabuľke sú len úkazy, u ktorých je pokles jasnosti väčší ako 1 mag. Vyber úkazov je pod podmienkou, že Slnko je pod obzorom viac ako 12 stupňov a hvieza minimálne 10 stupňov nad obzorom (pre polohu Rimavskej Soboty)

trv – trvanie zákruty v sekundach, m^* – jasnosť hviezdy h^* – výška hviezdy nad obzorom, **dm** – pokles jasnosti, **el** – uhlová vzdialenosť Mesiaca, **%** – percento osvetlenej časti Mesiaca + dorastá, – ubúda



Dráha kométy 19P/Borrelly v decembri 2001.

Meteorické roje (december 2001 – január 2002)

Roj	Aktivita	Maximum	Radiant		Pohyb rad.		v	ZHR	Zdroj
			RA	D	RA	D			
XOR	26.11.-31.12.	2.12.	05:28	+23	1.2	0.0	28	3	IMO
MON	27.11.-17.12.	11.12.	06:40	+08	0.8	+0.2	42	3	IMO
HYD	3.12.-15.12.	12.12.	08:28	+02	0.7	-0.2	58	2	IMO
GEM	7.12.-17.12.	14.12.	07:29	+33	1.0	-0.1	35	120	IMO
COM	12.12.-23. 1.	25.12.	11:40	+25	0.8	-0.3	65	5	IMO
URS	17.12.-26.12.	23.12.	14:28	+76	0.0	-0.4	33	10	IMO
QUA	1. 1.- 5. 1.	3. 1.	15:20	+49	0.8	-0.2	41	120	IMO
DCA	1. 1.-24. 1.	17. 1.	08:40	+20	0.9	-0.2	28	4	IMO
AHY	5. 1.-14. 2.	19. 1.	08:52	-11	0.7	-0.3	44	2	DMS
VIR	25. 1.-15. 4.	(24.3.)	13:00	-04	0.5	-0.3	30	5	IMO

XOR – chí Orionidy, **MON** – Monocerotidy, **HYD** – sigma Hydrydy, **GEM** – Geminidy, **COM** – Koma Berenicidy, **URS** – Ursidy, **QUA** – Kvadrantidy, **DCA** – δ Kanridy, **AHY** – α Hydrydy, **VIR** – Virginidy

Zdroj: IMO-International Meteor Organization, DMS-Dutch Meteor Society

Dráha kométy LINEAR WM1.

Kométy

Konečne sme sa dočkali avizovanej jasnej komety C/2000 WM1 (LINEAR). Je na hranici viditeľnosti voľným okom, no s jej pozorovaním by sme nemali otákať, nakoľko svoj pohyb na južnú oblohu zrýchľuje a v polovici decembra prestane byť od nás pozorovateľná. Z Rýb sa presunie do Veľryby a Sochára, no to už bude nízko nad obzorom. Najlepšiu príležitosť teda máme hneď na začiatku decembra a v jeho prvej dekáde.

Periodická kométa 19P/Borrelly je súčasťou slabšia, no začiatkom januára sa stane cirkumpolárna a na 12 mag zoslabne až v polovici mesiaca. 8.1. prejde necelý stupeň od galaxie M 94.

POZORUJTE S NAMI

Efemerida kométy C/2000 WM1 (LINEAR)

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
01.12.	01 ^h 33.5 ^m	+04°56.6'	5.9
02.12.	01 ^h 25.2 ^m	+01°23.9'	5.8
03.12.	01 ^h 16.9 ^m	-02°09.4'	5.8
04.12.	01 ^h 08.6 ^m	-05°40.8'	5.7
05.12.	01 ^h 00.5 ^m	-09°08.0'	5.7
06.12.	00 ^h 52.5 ^m	-12°28.9'	5.7
07.12.	00 ^h 44.6 ^m	-15°41.6'	5.6
08.12.	00 ^h 36.8 ^m	-18°45.1'	5.6
09.12.	00 ^h 29.2 ^m	-21°38.4'	5.6
10.12.	00 ^h 21.8 ^m	-24°21.1'	5.6
11.12.	00 ^h 14.5 ^m	-26°53.0'	5.6
12.12.	00 ^h 07.4 ^m	-29°14.4'	5.6
13.12.	00 ^h 00.5 ^m	-31°25.5'	5.6
14.12.	23 ^h 53.8 ^m	-33°26.9'	5.6
15.12.	23 ^h 47.1 ^m	-35°19.2'	5.6

P/Borrely 2.12. - 22.12.2001.

Meteory

Ideálne podmienky sú na pozorovanie Geminíd, nakoľko v čase ich maxima je Mesiac v nove. Pozorovať môžeme prakticky už po skončení súmraku, no dostatočnú výšku nad obzorom (30°) bude mať radiant až pred 20. hodinou. Ak prekonáme chlad decembrovej noci, odmenou nám bude množstvo meteorov. Geminidy sa vyznačujú nielen stabilnými frekvenciami, ale aj veľkým počtom jasných, relativne pomalých meteorov. Geminidy majú pomalší nárast aktivity, po maxime frekvencia klesá rýchlosť. Máme sa teda na čo tešiť! Nezabudnite si prípraviť fotoaparát.

Druhým skvělým rojem sú Kvadrantidy. Ich maximum nastane 3.1. vo večerných hodinách, teda ešte pred dolnou kulmináciou radiantu. Maximum Kvadrantíd je ostré, a tak pri dobrém počasí nezaváhajte. Mesiac pred poslednou štvrtou bude pozorovanie rušíť len po polnoci.

Vianočné Ursidy bude čiastočne rušíť Mesiac po prvej štvrti, no keďže radiant je cirkumpolárny, môžeme pozorovať po jeho západe. Ursidy sú tretím najsilnejším rojom tohto obdobia a môžeme si ich venovať „pod vianočný stromček“.

Z hľadiska rušenia pozorovania svitom Mesiaca sú výhodné podmienky aj na Monocerotidy, Hydry a Canceridy.

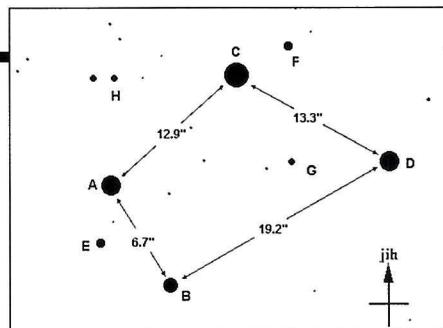
Pavol Rapavý

Noční obloha

Nad jižním obzorem září nejvznešenější souhvězdí zimní oblohy – nebeský lovec Orion. Obrazec tvoří sedm jasných hvězd, jejichž spojnice připomínají přesýpací hodiny či letícího motýla. V severovýchodní části souhvězdí svítí rudá stálice Betelgeze. Kousek od ní, spodní části souhvězdí napravo najdeme světlomodrý Rigel. Tři jasné hvězdy tvoří páš Oriona, pod nímž se nachází jeden z nejkrásnějších útvarů, mlhavý obláček, který patří k nejoblíbenějším objektům nebeských fotografů – Velkou mlhovinu v Orionu.

Nejjasnější hvězdou Orionu je β Orionis – Rigel. Jeho modrobílý odstín prozrazeno vysokou povrchovou teplotu. β Ori se nachází asi 773 světelných let od Země. Přesto patří k nejjasnějším hvězdám, které na nebi můžeme pozorovat. Není divu – Rigel není žádný hvězdný drobeček. Posudte sami – jeho průměr je srovnatelný s 50-násobkem slunečního a zářivý výkon přesahuje 50000× výkon naší mateřské hvězdy. Tato hodnota zajišťuje Rigelu jisté místo v žebříčku hvězd s nejvyšším zářivým výkonom. Název Rigel je arabského původu. V překladu znamená Noha. Asi 7° od Rigelu se nachází modrobílý průvodce 7. velikosti. Spektroskopické pozorování ukazují, že v blízkosti průvodce se nachází další hvězda s oběžnou periodou 9,86 dne.

Zajímavou stálicí je také naoranžovělá α Orionis – Betelgeuse. Díky změnám jasnosti je Betelgeuse občas srovnatelný s Rigelem. Jasnost hvězdy kolísá v rozmezí 0,3–1,2 mag. První zmínky o této hvězdě se nacházejí již v Amalgestu. Proměnnosti Betelgeuse si všiml až roku 1836 John Herschel. Ve svém díle, publikovaném v roce 1846, se zmíňuje o nápadných změnách jasnosti α Orionis v letech 1836–1840. O několik let později ji Herschel dokonce označil za nejjasnější hvězdu na nebi. Kolísání jasnosti je způsobeno pulsacemi obrovské atmosféry hvězdy. Podle měření sondy Hipparcos je průměr α Orionis 1500× větší než průměr Slunce. Světelný výkon v maximu nepřesahuje jednu pětinu výkonu Rigelu. Jedná se o jednu z mála stálic, které se podařilo rozlišit jako kotouček. Na snímku, který byl 3. března 1995 pořízen pomocí přístroje Faint Object Camera na Hubblově dalekohledu, se podařilo pořídit první přímou foto-

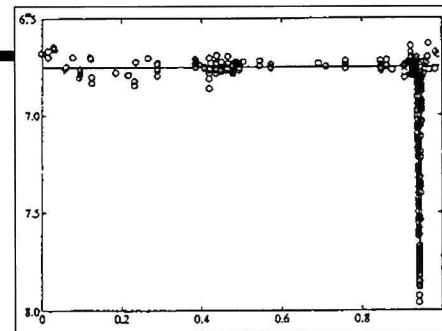


Jasnosti hvězd

A – proměnná 6,8–7,7 mag	E – 11 mag
B – proměnná 7,59–8,52 mag	F – 11 mag
C – 5,1 mag	G – 16 mag
D – 6,7 mag	H – 16 mag

grafii hvězdného disku. Na něm je patrná rozsáhlá světlá skvrna, ježíž teplota je vyšší než 5000 stupňů (povrchová teplota Betelgeuse je přitom asi 3100 K). Podle astrometrických měření se Betelgeuse nachází 600 světelných let daleko. Do vzdálenosti 1000 světelných let bychom ve vesmíru nenašli větší hvězdu, než právě α Orionis. Výrazný pokles jasnosti byl naznamenán v letech 1927 a 1941, kdy Betelgeuse ve východním cípu Oriona zářila jen jako hvězda 1,2 mag.

Jedním z nejhezčích objektů na hvězdném nebi je bezpochyby Velká mlhovina v Orionu. Její krása naplně vynikne až na fotografiích, pěkný obraz však poskytne i světelný dalekohled při menším zvětšení. Obrovský komplex mezihvězdného prachu a plynu je na mnoha místech rozdelen rozsáhlou strukturou temných zálivů (nejvýraznější temný záliv Sinus Magnus se nachází na severozápadě mlhoviny). M42 se nachází ve vzdálenosti 1600 světelných let. Jako první mlhovinu spatřil roku 1618 tehdy 32 letý švýcarský astronom Johann B. Cysat. Ze záznamu o pozorování je zřejmé, že Cysatus pouze zběžně porovnal jasnost mlhoviny s jasností komety, která byla tentýž rok pozorována. Podrobnější záZNAMY o pozorování pochází teprve od holandského astronoma Huygense. Ve svém díle Systema Saturnium píše: „Ve meči Oriona nalezli hvězdiři tři velmi blízko u sebe se nacházející hvězdy. Když jsem roku 1659 náhodou pozoroval prostřední z těchto hvězd, objevil jsem místo této jediné hvězd dvanáct, což ovšem není při použití dalekohledu nic zvláštního. Z těchto tří dotýkaly se zase tři, podobně jako první již uvedené a čtyři svítily ja-



Detailní mapka Trapezu a průběh světelné křivky hvězdy V 1016 Ori (Ori A).

koby mlhou, takže prostor kolem nich se jeví mnohem jasnější než kdekoli jinde na nebi zcela černém. Zdálo se, že je zde otvor do nebe, kterým poledně vnikal do zářepelné oblasti.“

Mlhovinu pozoroval také William Herschel. Poté, co se mu ji nepodařilo rozložit na jednotlivé hvězdy, ani když použil největší dalekohled, připustil, že mezi hvězdami existují i mlhoviny složené z plynného fluida, z něhož se postupem času vytvoří nová hvězda. Na tu myšlenku jej přivedla pozorování planetárních mlhovin, v jejichž centru občas zahlédl zářit slabou hvězdu. Dnes víme, že se uvnitř mlhoviny v Orionu překotně formují nové hvězdy. Uvnitř Mléčné dráhy neexistuje místo intenzivnějšího zrodu nových hvězd než právě M42.

Zajímavým objektem pro pozorování je čtyřasobná hvězda ϑ Ori uvnitř M42, tvořící známý Trapez. Zajímavým detailem jsou drobné rozdíly v jasnostech a barvách hvězd. Jednotlivé složky mají 6,8, 7,9, 5,4 a 6,9 mag a jejich odstíny se pohybují od jasné bílé přes šeríkovou, karneolovou až k červené. Obrovská energie, uvolňovaná hvězdami v Trapezu, nutí zářit okolní oblačky vodíku a prachu, které dodávají mlhovině M42 neodolatelné kouzlo. Složka A, označovaná též jako V1016, je základovou dvojhvězdou. Její jasnost kolísá v období 65,4323 dne mezi 6,8–7,7 mag (základ trvá 19 hodin). V okolí Trapezu se nachází obrovské množství hvězd. Jsou však dosud pozorovatelné jen v infračerveném oboru spektra neboť se zrodily teprve nedávno z chuchvalců prachu a plynu, který se v okolí ϑ Orionis nachází.

MICHAL PROROK

Kalendář úkazov a výročí (december 2001 – január 2002)

(v SEČ)

1.12. 4.2 konjunkcia (základ) Saturna Mesiacom	15.12. 19.0 minimum β Per (A=2,1–3,4 mag, P=2,867 d)	2. 1. 8,2 Mesiac v prizemí (365409 km)
1.12. 21,5 základ hvězdy HIP 11249 (5,5 mag) planétou 2009 Voloshina	16.12. planéta 451 Patientia v opozici (10,4 mag)	3. 1. 19 maximum meteorického roja Kvadrantidy
2.12. 30. výročí (1971) sondy Mars 3	17.12. 0,6 základ hvězdy TYC 0717-00205 (9,5 mag) planétou 712 Boliviána	4. 1. 20,7 minimum β Per (A=2,1–3,4 mag, P=2,867 d)
2.12. 23,7 základ hvězdy TYC 1275-00354 (10,0 mag) Saturnom	17.12. 21,1 základ hvězdy SAO 78850 (9,1 mag) Jupiterom	6. 1. 4,9 Mesiac v poslednej štvrti
3.12. 12,6 konjunkcia Jupitera s Mesiacom (Jupiter 0,7° južne)	18.12. planéta (40) Harmonia v opozici (9,4 mag)	7. 1. 17,5 minimum β Per (A=2,1–3,4 mag, P=2,867 d)
3.12. 15,2 Saturn v opozici	19.12. 15,6 konjunkcia Uránu s Mesiacom (Urán 4,4° severne)	8. 1. 60. výročie (1942) narodenia S. Hawkinga
3.12. 19,4 základ hvězdy TYC 0634 54 (9,4 mag) planétou 1269 Rollandia	19.12. planéta 48 Doris v opozici (10,9 mag)	9. 1. 6,1 konjunkcia Merkúra s Neptúnom (Neptún 1,2° severne)
4.12. 5.výročie (1996) sondy Mars Pathfinder	21.12. 2,0 konjunkcia Marsu s Mesiacom (Mars 4,5° severne)	10. 1. planéta (654) Zeliná v opozici (9,7 mag)
4.12. 22,6 Merkúr v hornej konjunkci	21.12. 14,1 Mesiac v odzemí (404630 km)	12. 1. 0,6 Merkúr v najväčszej východnej elongácii (19°)
6.12. 22,3 základ hvězdy HIP 20019 (8,5 mag) planétou 168 Sibylla	21.12. 20,4 zimný silnoverat	13. 1. 14,5 Mesiac v nove
6.12. 23,9 Mesiac v prizemí (370114 km)	22.12. planéta 712 Boliviána v opozici (11,0 mag)	14. 1. 12,5 Venuša v hornej konjunkci so Slnkom
7.12. 4,6 minimum β Per (A=2,1–3,4 mag, P=2,867 d)	22.12. 21,9 Mesiac v prvej štvrti	15. 1. 5 konjunkcia Mesiaca s Merkúrom (Merkúr 4,5° severne)
7.12. 4,9 Pluto v konjunkci so Slnkom	23.12. maximum meteorického roja Ursidy	18. 1. 9,8 Mesiac v odzemí (405502 km)
7.12. 20,9 Mesiac v poslednej štvrti	23.12. planéta 116 Sirona v opozici (11,0 mag)	18. 1. 10,3 Merkúr v zastávke
7.12. 22,7 základ hvězdy TYC 1223-01599 (10,5 mag) planétou 419 Aurelia	25.12. planéta (3) Juno v zastávke (začína sa pohybovať retrogradne)	18. 1. 4,2 konjunkcia Mesiaca s Marsom (Mars 5,4° severne)
8.12. planéta (24) Themis v opozici (10,9 mag)	27.12. 430. výročie (1571) narodenia J.Keplera	21. 1. 18,8 Mesiac v prvej štvrti
9.12. 2,9 základ hvězdy TYC 1830-01346 (9,8 mag) planétou 395 Delia	28.12. 9,3 konjunkcia Saturna s Mesiacom (Saturn 0,6° severne)	22. 1. 1,6 minimum β Per (A=2,1–3,4 mag, P=2,867 d)
10.12. 1,4 minimum β Per (A=2,1–3,4 mag, P=2,867 d)	30.12. 3,1 minimum β Per (A=2,1–3,4 mag, P=2,867 d)	24. 1. 15,8 tesná konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 37° severne)
12.12. 22,2 minimum β Per (A=2,1–3,4 mag, P=2,867 d)	30.12. 11,7 Mesiac v splne (zatmenie Mesiaca – od nás nepozorovateľne)	26. 1. 19,4 tesná konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 26° južne)
14.12. 5,7 konjunkcia Venuše s Mesiacom (Venuše 0,3° južne)	30.12. 14,5 konjunkcia Jupitera s Mesiacom (Jupiter 0,4° južne)	27. 1. 19,3 minimum β Per (A=2,1–3,4 mag, P=2,867 d)
14.12. planéta (22) Kalliope v opozici (9,9 mag)	31.12. 2,1 základ hvězdy HIP 34462 (6,4 mag) planétou 1303 Lutherou	27. 1. 19,9 Merkúr v dolnej konjunkci so Slnkom
14.12. maximum meteorického roja Geminidy	1. 1. 6,9 Jupiter v opozici	28. 1. 14,8 Neptún v konjunkci so Slnkom
14.12. 21,8 Mesiac v nove (prstencové zatmenie Slnka – od nás nepozorovateľne)	2. 1. 15,1 Zem v perihéliu	28. 1. 23,8 Mesiac v splne
	1. 1. 23,9 minimum β Per (A=2,1–3,4 mag, P=2,867 d)	30. 1. 10,0 Mesiac v prizemí (360000 km)
		30. 1. 16,1 minimum β Per (A=2,1–3,4 mag, P=2,867 d)
		4. 2. 14,5 Mesiac v poslednej štvrti

Zákrytári na Korcháni

Predposledný septembrový víkend sa v rekreačnom zariadení Korcháň v Rakovej pri Čadci zišli vďaka grantu Ministerstva kultúry SR priznivci pozorovania zákrytov. Seminár zorganizoval Slovenský zväz astronómov amatérov v spolupráci s hvezdárnou v Rimavskej Soboti. Na príprave programu sa podielala aj Sekcia zákrytov a zatmení SAS pri SAV a potrebnú techniku skvele zabezpečila Kysucká hvezdáreň.

Tridsiatka účastníkov sa na seminári zoznámila so všetkým, čo do oblasti pozorovania zákrytov patrí – od histórie až po najnovšie novinky vo svete. Bohatý, doslova nabity program (15 príspevkov) skončil až v neskorých nočných hodinách. Medzi lektormi sme privítali aj zahraničných kolegov – J. Mánka z Prahy a L. Benedyktovicza z Krakova, ktorí poskytli pohľad „zvonku“. Priamo na mieste boli porovnané presnosti určenia súradníc pomocou profesionálneho a „vreckového“ GPS. Zhoda bola viac než dobrá ($\pm 0,1''$)...

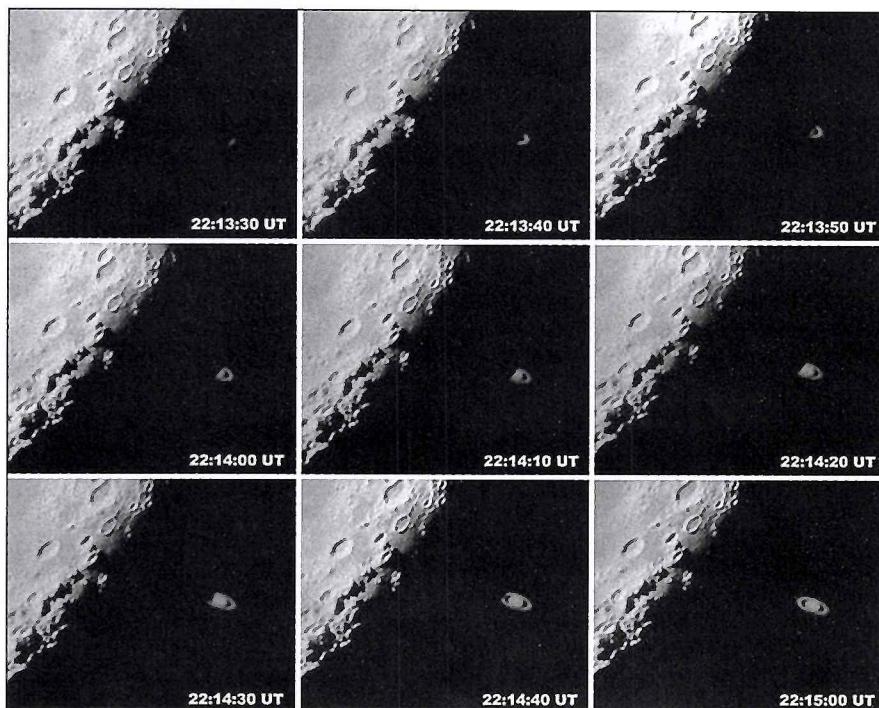
Diskusie po prednáškach nasvedčovali, že lektori „trafili klinec po hlavičke“. Medzi novinkami z XX. ESOP-u (European Symposium on Occultation Project, Sabadel 24.–29.8.) sme sa dozvedeli, ako je možné využiť astronomické CCD kamery na pozorovanie zákrytov i dôležitý fakt, že kvalitné vizuálne pozorovania sú na úrovni pozorovaní televíznymi CCD kamerami. Tícho sme závideli O. Canalesovi zo Španielska, ktorý zo svojej pozorovateľne v Pinsore v priebehu troch rokov videl 5(!) pozitívnych planétových zákrytov! Jeden z referátov sa venoval aj samotnému zmyslu pozorovania zákrytov a zodpovedal časť otázku, či ešte aj v dobe kozmických sond (Clementine, Hipparcos) má vôbec význam zákryty pozorovať. Môžeme byť spokojní, naše pozorovania sú stále užitočné! Značná pozornosť sa venovala nielen príprave pozorovaní, ale aj ich spracovaniu. Tento seminár určite inšpiruje organizátorov pri príprave pozorovaní dotočnicových zákrytov na území Slovenska. Účastníkom bola predstavená takmer „kuchárska kniha“, z ktorej sa dozvedia, čo všetko je nutné urobiť pred pozorovaním, počas neho i po ňom. Eutovať môžu všetci, ktorí na Korcháni neboli.

Tu je úryvok z listu jedného z účastníkov:

„So zákrytovým seminárom v Rakovej som bol veľmi spokojný. Už som sa zúčastnil niekoľkých seminárov, u nás i v Čechách, ale nikde nevládla taká priateľská a kamarátska atmosféra ako na Korcháni.“

Zákryt
Saturna
Mesiacom
3. 11. 2001.
Coudé
refraktor
150/2250 +
sln. mes.
komora.

Foto:
P. Rapavý



Murphy úraduje

Tohtoročná dotočnicová sezóna sa rozbehla až na jejštv. V marci (slávne-neslávne) skončila expedícia Maďarsko. Počasie neprialo: predpovede boli veľmi zlé. Napriek tomu sa cez Tatry vybrali do Rimavskej Soboty štyri autá z polskými pozorovateľmi. Kvôli snehu prešli len dve. Na miesta pozorovania nakoniec vyrazili len Poliaci a Miloš Socháň. Všetci ostatní to vzdali. Aké bolo naše prekvapenie, keď sa „optimisti“ vrátili s nameranými časmi, hoci (kvôli mrakom) nie celkom kompletne. *1:0 pre povinný optimizmus.*

Začiatkom septembra bol pripravený výjazd pracovníkov štyroch stredoslovenských hvezdárn do západnej Európy. Počas troch po sebe idúcich nocí tam mali nastať v nevelkých vzdialenosťach tri dotočnicové zákryty hodne jasných hviezd (3.5 m, 4.9 m a 2.9 m). Prípravy na výjazd boli skutočne hektické: pripraviť plány a rozpis stanovišk, vybaviť kontakty s mestnými organizátormi, získať predpokladané profily a presné súradnice hraníc tieňov, zohnať automobil s veľkým batožinovým priestorom pre techniku, elektrické meniče 12/230V, kvalitné GPS atď. (o tom by asi vedel napísat najviac Stanley Kaniansky). Napokon sme to zabalili kvôli počasiu. Babie leto sa kdesi pozabudlo, celý týždeň bolo zamračené nielen u nás, aj v Belgicku. Do poslednej chvíle sme čakali na profesionálne predpovede a simulácie počasia z Prahy. Posledná predpovede s pravdepodobnosťou cca 90 % prorokovala „zamračenie“. Nakoniec sme to vzdali. „Potešil nás“ azda len e-mail od Henka Buldera (Hol.), kde píše, že ani domáce expedície kvôli počasiu neuspeli. *Pre optimizmus 1:1.*

Odmienou za neuskutočnený výjazd „na západ“ bol dotočnicový zákryt 9. 10., ktorého hranica tieňa tesne miňala Hvezdáreň Rimavská Sobota. Išlo len o slabú hviezdu ôsmej magnitúdy (podľa SAO dokonca len 8.5 m), ale výhoda dvoch kupol s veľkými ďalekohľadmi (v porovnaní s prenosnými) dávala šancu na úspech. Oblačnosť sa menila každú chvíľu, oblaky hustli. Polhodinu pred zákrytom som začal rozoberať a ukladať celú techniku, ktorú som predtým odskúšal. Vzápäť som dostal poriadnu „facku“. Predo mnou svietili hviezdy, zdalo sa, že veľká diera medzi oblakmi vydrží. Začala panika, všetko znova poskladať a zapojiť. Ak si niekto myslí, že

po mnohých absolvovaných dotočnicových expediciách má už dosť skúseností na to, aby sa vyhol všetkým známym problémom, určite objaví problém nový. Zapájanie techniky ma zamestnalo natoliko, že som zabudol na čas. Presnejšie: kvôli kamere som nestihol ani vizuálne pozorovanie. Peťo Klúčovský v druhej kupole obišiel ľepšie, hoci ani on sa už známym chybám nevyhol. Na miesto medzičasov „mačkal“ na stopkách Start–Stop. Naštastie mal pustený diktafon s DCF signálom a tak sme neskôr v počítači vydolovali 10 z 12-tich pozorovaných kontaktov. *2:1 pre optimistov (prečo som bol práve ja v kolónke pesimista?).*

25. október – Biel, jasná hvieza na juhovýchodných hraniciach Slovenska. Do Ukrajiny len pár kilometrov, niekoľko miest by sa hodilo obsadiť až v Maďarsku. Naštastie, všetko podstatné z profilu sa malo odohrať na našom území (s technikou na hranici by sme vyzerali ako teroristi?). Vopred sa nám (RS) prihlásili len účastníci z Prešova a Rožňavy, na poslednú chvíľu aj z Humenného a J. Másiar z Kysúc. Počasie bolo žiľlivé. Stretli sme sa, už tradične, v krčme na námestí v Bieli, asi 2 hodiny pred zákrytom. Ešte krátko predtým sme si obzreli terén a vybrali pozorovacie miesta – po prvýkrát takto na „blind“. Využili sme nielen mapu 1:50 000, ale aj software Autoroute a GPS. Dohodli sme dokonca aj dve miesta s elektrinou pre kamery a tak sme sa tešili na výjazd. Do prvej várky sa vošli „kameramani“, ja a Janko Másiar. Kým sme Janka vybaľovali, oblačná clona nad juhom sa začala povážlivovo dvíhať. Kým som vybalil ja, bol už Mesiac v mrakoch. Kamenu a techniku som ani nerozbaloval (zase pesimista?). Akurát som domácom stihol ukázať v dalekohľade χ a h v Perzeovi a deka bola takmer kompletná. Vytrvalo som čakal na náhodnú die-ročku so stopkami v rukách. Dieročka prišla a zodpovedne prehlasujem, (podobne ako Paťo Rapavý), že od 18:50:00 do 18:51:30 kontakt nenastal. Ani nemal: na prvý vstup som čakal až do 18:53 UT. Väčšie šťastie mali Humenčania: rovnaká diera ich zastihla vo vhodnejšej chvíli. Mišo Maturkanič „stihol“ jeden vstup, Jano On-drúš dokonca vstup a výstup. Na jedenásť pozorovateľov 3 kontakty. *Je to optimistické víťazstvo, prehra, či remíza?*

Celková bilancia od januára je veľmi zaujímavá: tri „úspešné“ expedície, ale len 19 kontaktov od štyroch slovenských pozorovateľov.

J. Gerboš

Náš príbeh sa začal písat počas tmavej noci z 15. na 16. augusta 1999, keď Petr Pravec a Peter Kušnírak pri fotometrickom pozorovaní planétky 1998 QR52 objavili na CCD snímke nový objekt (1999 PW4).

Planétka 20495 v Rimavskej Sobote



Takto by vyzerala planétka snímaná objektívom kozmickej sondy.

Objavitelia sa v tomto prípade vzdali svojho práva vybrať pre novú planétku číslo 20495 meno a ponúkli ho hvezdárni Rimavská Sobota. Po dlhom zvažovaní sa riaditeľ rozhodol pre meno Rimavská Sobota. Bol to dar mestu i SZAA, pretože v zdôvodnení názvu, ktoré môže mať v angličtine najviac 50 slov sa spomína aj to, že v Rimavskej Sobote sídli i Slovenský zväz astronómov amatérov.

Po oficiálnom pomenovaní zverejnenom v cirku MPC 42678 dňa 9. 5. 2001, niektorých členov SZAA planétka natoľko nadchla, že padol návrh urobiť jej model. Planétka, krúžiaca v dalekom vesmíre, sa mala stať hmatateľným objektom v meste. Lahko sa povie, ťažie urobí. Nápadov, zväčša nereálnych, bolo viac než dosť. Nakoniec sa rozhodlo, že model v mierke 1:5000 bude vyrobený z kostry a betónovej škrupiny, ktorá vznikla počas jedného víkendu v Bratislave. S „výrobou“ planétek však nikto nemal skúsenosť a tak sa improvizovalo. Okrem betónarskeho železa sa použili aj krabice od monitorov, telefónne zožnamy a staré koberce. A priebežne sa telefonovalo do Rimavskej Soboty: „...už máme severnú pologuľu, ide nám to dobre, Roman má depresiu“. „Čože? Nemá vari z práce radosť?“ Ukázalo sa, že depresia sa neprejavila v jeho psychike, ale na povrchu planétky, v podobe efektného prehľenia terénu.

Dopravil škrupinu planétky do Rimavskej Soboty nebolo ľahké. Model sa ocitol na dvore našej hvezdárne, kde sme ešte mali dotvoriť povrch a doriešiť umiestnenie. Na hvezdárni sa práve za-

číval i letný astronomický tábor a tak sa na „výrobe“ kráterov podieľali takmer všetci jeho účastníci. Každý si mohol urobiť ten svoj, to bol zážitok. „Kráterovalo“ sa všakovako: od guličiek, cez kamienky až po časti tiel účastníkov. Jeden kráter bol vytvorený na vlastné želanie hlavou. Mladý adept astronómie však bol dôsledne upozornený na opatrnosť, lebo pri neopatrnom náraze čelom do tvrdnúceho betónu sa mohol udrieti o železnú kostru. V takom prípade by sme pozorovali prvý úraz človeka po zrážke s asteroidom. Dopadlo to však dobre. Bol vytvorený povrch, ktorý by mal byť do značnej miery reálny. Inšpiráciou boli predovšetkým snímky Erosu – jedinej planétky, o ktorej takmer do detailov vieme, ako vyzerá. Opäť sa potvrdilo, že predstava a realizácia sú dve rôzne veci a ak si k tomu pripočítame takmer 10 dní uplakaného počasia, a prácu pod dždnikom, tak nám veru nebolo čo závidieť.

Hotová planétka dostala svoj podstavec i stabilné miesto v parku hvezdárne. Planétka sa teda doslovne narodila, ešte ju bolo treba pokristiť. Pretože o planétku boli informovaní i predstaviteľia mesta, nadšený primátor rád súhlasil, že bude krstným otcom. Aby z tej slávy mali čosi i ostatní občania, padol návrh pokristiť ju koncom septembra, kedy býva v meste tradičný jarmok. Medzičím sa obyvatelia mesta i regiónu pomaly zožnámi s faktom, že kdeži vo vesmíre je teleso, ktoré sa volá rovnako ako naše mesto. A tak na slávnostnom otvorení jarmoku už ľudia nečakali len na historické kroje, koruhvy, ale i na prvé stretnutie s tým malým čudom, čo lieta vo vesmíre a čo patrí tak trochu aj im. V slávnostnej atmo-

sfére zástupcovia hvezdárne i SZAA odovzdali primátorovi mesta symbolický maketu planétky, aby ju pokrstil „prachom hviezdy a mesta“. Ľudia zatieskali; sú hrdí na svoju planétku, mesto si hvezdárne váži...

Skutočný krst nášho modelu sa však uskutočnil vo hvezdárni. Zíšli sa tu zástupcovia mesta, štátnej správy i astronomickej komunity. Pribudol ďalší krstný rodič, minister kultúry Milan Kňažko a po krátkom prekáraní sa s primátorom mesta na tému, kto je otec a kto matka, bol hviezdný závoj strhnutý, planétka pokrstená a krstný list podpísaný. Hostia sa po originálnom pohostení, kde nechýbal i sponzorský chlieb v tvare planétky, obložená misa s logom SZAA a zoznámení sa prácou, výsledkami i atraktívnym areálom hvezdárne, rozišli. Planétka však zostala v centre pozornosti. Tráva v jej okolí si neoddýchne, početní návštěvníci si ju obzerajú zo všetkých strán, fotografujú sa s ňou. Nadšenie z našej planétky teda nevyšumelo počas slávnosti: jej obrázok je na novej pohľadnici mesta, na tričkách a riaditeľ hvezdárne už onedlho vypije svoj čaj z planétkového hrnčeka... A terminátor na planétku meria čas...

Pavol Rapavý



Predsedza SZAA Roman Piffl a riaditeľ hvezdárne v Rimavskej Sobote Pavol Rapavý.

Foto: P. Rapavý a I. Majchrovič

Primátor Rimavskej Soboty Ladislav Bartákovč (vpravo) krstí maketu planétky.



● Predám Newton zrkadlo 300 mm F 1800 mm s hľadáčikom 95 mm a prirobeným dalekohľadom HD 800 s hľadáčikom. Okuliár Dobson. Zdarma pridám par. montáž, časopisy KOZMOS 15 ročníkov, knihy a pod. Dohoda. Klíma Karel, Husova 110, 28002 Kolín 1, tel.: 00420 321 723069.

● Predám paralalektrický montáž. Refraktor – obj. Zeiss 80 mm, F=500, zv. 50–100×. Refraktor – obj. 50, F=540, zv. 25× z el. osvetlením zameriavacieho kríza. Masívny statív – kov. trojnožka. Sadu drob. optiky. Cena dohodou. Ján Sokol, Clementisa 19, 050 01 Revúca, tel.: 0904 518015.

● Kúpim Huygensov okulár F5, alebo F6 na AD 800 / okuláru 23 mm. Anna Havličková, Máležnická 4, 974 04 Banská Bystrica, tel.: 048 4136654.

● Predám dvojice achromatov úplne rovnakých parametrov na binokuláre o priemere 135 mm f=1000 mm a 155 mm f=1500 mm (aj jednotlivé) ďalej fotoobjektív Meyer 110 mm f=600, ako aj iné objektívy a rôznu hranolovu techniku. Vojtech Dvorník, Mudroňova 78, 811 03 Bratislava, tel.: 02/62802205.

● Predám zrkadlový dalekohľad typu Newton (130/800) na Dobsonovej montáži, hľadáčik 5×30, okuláre f = 20 mm, f = 10 mm a slnečný filter. Cena 10 000 Sk. e-mail: hvezdap@nextra.sk, tel.: 038 / 52 282 60.

● Predám zrkadlový dalekohľad GS 580, 152/1210 Dobson, hľadáčik 6x30, okuláre Plossl f25 mm a f9 mm, barlowova šošovka, slnečný filter (z fólie Astrosolar), rozlišovacia schopnosť 0,74“, medzenná hviezdna veľkosť 13,5 mag, váha 16 kg, r. v. 2000, vo výbornom stave, veľmi málo používaný. Cena 13 000 Sk. Telefón: 0907 779 703, 032 7713590.

● Predám okulárové výťahy. Zaostrovanie otvoreným prstencom bez otáčania okulára alebo fotoaparátu. Vnútorný priemer 2" (50,8 mm) umožňuje uchytenie zariadenia pomocou kužela. Základňa je rovná, odnímateľná, hliníková (prírodný elox). Uchytenie na tubus 4×M5. Minimálna výška 48 mm, zdvih 24 mm. Obrázok je na adrese <http://travels.host.sk/newimg/focuser01.jpg>. Cena 2500 Sk. Kontakt: maruska@posam.sk, tel.: 02/49239 111.

● Prodám parabolické zrcadlo 146 mm/f 890 mm + elliptické zrcátko 34×48mm. Tel.: +420 607 136 956.

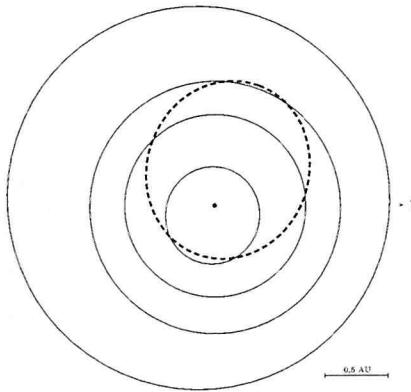
● Prodám dalekohľad MEADE LX 50, k jehož standardnej výbavé (statív, superkolibka, hľadáček, okulár 25mm,...atd.) ponechám nasledujúci zoznam zariadení: prieskumný slnečný chromový filtr (fa. INDENTI WIEW), okulár 140 K, f 13 P, f 18 E (fa. ATC), revolvorová hlava 4x (fa. ATC), nádobe pre foto za okulárom s pohyblivým ohniskom (fa. MEADE), mimoosový hľadáček pre foto v ohnisku, vhodný pre dlhú expozíciu čas (fa. Meade). K mimoosovému hľadáčku pripomíname okulár Plossl 9 mm (fa. Meade), s podpísaným nitkovým krízem a zařízením, kterým lze měnit jas nitkového kríže. Vše je v pořádku a při rychlém jednání (do konce roku 2001) mohu poskytnout i slevu. Cena kompletu je 110 000 Kč. Nikola Botká, Jungmannova 9, Hodonín tel. +420-628 352336 nebo +420-628 341426.

● Predám teleobjektív MTO1000 10.5/1100 7500 Sk, okuláre 1.25" á1300 Sk Kellher 25mm a 9mm, Plossl 6 mm. René Anovčík, Stredná 563, 956 31 Krušovce. Tel: 07/64364312, po 19 h.

Blízkozemná planétka vizuálne!

Kto z vás už videl blízkozemnú planétku? V polovici decembra sa nám takto možnosť naskytne! K Zemi sa totiž priblíži asteroid 1998 WT24 a dosiahne maximálnu jasnosť +9,4 mag.

V súčasnosti poznáme v Slnečnej sústave okolo 150 tisíc asteroidov s aspoň približne určenými dráhami. Malú časť tejto populácie (asi 1 %) tvoria tzv. blízkozemné asteroidy, charakterizované hodnotou perihélia $q \leq 1,3$ AU. Podľa parametrov dráhy rozlišujeme v tejto populácii tri skupiny telies, nazvaných Amor, Apollo a Aten. Viac ako polovica z nich obieha po dráhach, ktoré križujú dráhu Zeme a predstavujú pre nás potenciálne nebezpečenstvo. Telesá typu Aten majú obežnú dobu menej ako 1 rok a k Zemi sa priblížujú v okolí afélia svojej dráhy. Z predpokladaného počtu 900 telies väčších ako 1 km bola začiat objavená polovica. Tú druhú tvoria asteroidy na výrazne excentrických a sklonených dráhach, ktorých detekcia bude náročnejšia.



Obr. 1: Dráha planétky 1998 WT24.

Planétku 1998 WT24 bola objavená 25. novembra 1998 v rámci projektu LINEAR, ktorý v súčasnosti disponuje najväčším dalekohľadom určeným pre vyhľadávanie blízkozemných asteroidov. V čase objavu mala vizuálnu jasnosť 18 mag a nachádzala sa v súhviedzi Leva. Dnes vieme, že táto planétna patrí do skupiny Aten, okolo Slnka obehne raz za 223 dní ($a=0,718$ AU) po excentrickej dráhe s perihéliom vo vnútri dráhy Merkúra (obr. č. 1) a má veľkosť asi 1 km.

Súčasné priblženie k Zemi je mimoriadne priaznivé pre pozorovateľov na severnej pologuli. Planétku dosiahne maximálnu zdanlivú jasnosť +9,4 mag a bude tak v dosahu amatérskych prístrojov. Nemyslím tým iba fotografiu, či citlivé CCD kamery, ale najmä vizuálne pozorovanie! Pre skúseného pozorovateľa by mala byť viditeľná v dalekohľade s priemerom objektívū 6 cm.

Planétku bude jasnejšia ako 12. magnitúda v období medzi 10. až 19. decembrom, pričom 13. až 16. decembra jej jasnosť prekročí 10. magnitúdu. Pozorovacie podmienky budú priaznivé aj vzhľadom na Mesiac, ktorý bude 14. decembra v nove. Treba si však uvedomiť, že v dôsledku malej geocentrickej vzdialenosť bude uhlová rýchlosť pohybu planétky po oblohe značná (až 22 stupňov/deň) a v priebehu jedného týždňa sa rýchlo presunie zo súhviedzia Raka cez Blížen-

cov, Povoznsku, Perzea a Andromédu do Pegasa. V okamihu maximálneho priblíženia (0,012 AU, ráno 16. 12.) bude rýchlosť jej zdanlivého pohybu takmer $60''/\text{min}$ a nájdeme ju v centrálnej časti Perzea, 80° severne od jasnej hviezdy ε Per. V tom čase bude možné sledovať zmenu polohy planétky vzhľadom na okolité hviezdy v zornom poli dalekohľadu, najmä v tesnej blízkosti niektorej z hviezd pozadia. Jej vlastný pohyb sa zviditeľní použitím väčšieho zväčšenia.

Tabuľka č. 1

Dátum	Čas	α	δ	Δ	V	μ	h
[UT]	[J2000]	[J2000]	[J2000]	[AU]	[mag]	[°/min]	[°]
2001 12 13 20	07 08.42	+23 49.0	0.018	10.3	30.53	+33	
2001 12 13 21	07 06.59	+24 07.1	0.017	10.3	31.30	+44	
2001 12 13 22	07 04.70	+24 25.3	0.017	10.3	32.01	+53	
2001 12 13 23	07 02.76	+24 43.7	0.017	10.2	32.65	+62	
2001 12 14 00	07 00.75	+25 02.1	0.017	10.2	33.20	+66	
2001 12 14 01	06 58.70	+25 20.5	0.017	10.2	33.65	+65	
2001 12 14 02	06 56.61	+25 39.0	0.017	10.1	34.03	+59	
2001 12 14 03	06 54.49	+25 57.6	0.017	10.1	34.33	+50	
2001 12 14 04	06 52.34	+26 16.2	0.016	10.1	34.57	+40	
2001 12 14 19	06 15.63	+31 25.6	0.015	9.6	44.53	+38	
2001 12 14 20	06 12.58	+31 48.1	0.014	9.5	45.52	+48	
2001 12 14 21	06 09.42	+32 10.5	0.014	9.5	46.42	+59	
2001 12 14 22	06 06.17	+32 32.7	0.014	9.5	47.21	+68	
2001 12 14 23	06 02.83	+32 54.7	0.014	9.5	47.87	+74	
2001 12 15 00	05 59.41	+33 16.4	0.014	9.4	48.39	+72	
2001 12 15 01	05 55.93	+33 37.8	0.014	9.4	48.79	+64	
2001 12 15 02	05 52.39	+33 58.8	0.014	9.4	49.07	+54	
2001 12 15 03	05 48.79	+34 19.6	0.014	9.4	49.26	+44	
2001 12 15 04	05 45.16	+34 40.0	0.014	9.4	49.40	+34	
2001 12 15 17	04 52.86	+38 56.9	0.013	9.4	57.06	+37	
2001 12 15 18	04 48.17	+39 15.0	0.013	9.5	57.93	+47	
2001 12 15 19	04 43.36	+39 32.2	0.013	9.5	58.66	+58	
2001 12 15 20	04 38.45	+39 48.6	0.013	9.5	59.25	+69	
2001 12 15 21	04 33.45	+40 04.0	0.013	9.5	59.66	+79	
2001 12 15 22	04 28.38	+40 18.3	0.013	9.5	59.88	+81	
2001 12 15 23	04 23.26	+40 31.5	0.013	9.6	59.91	+72	
2001 12 16 00	04 18.11	+40 43.6	0.013	9.6	59.77	+62	
2001 12 16 01	04 12.94	+40 54.5	0.012	9.6	59.48	+51	
2001 12 16 02	04 07.77	+41 04.4	0.012	9.6	59.07	+41	
2001 12 16 03	04 02.62	+41 13.4	0.012	9.7	58.60	+31	

Tabuľka č. 1 obsahuje topocentrické efemeridy planétky 1998 WT24 na obdobie troch nocí, v ktorých jej jasnosť prekročí 10,5 mag. Uvedené sú iba okamihy keď je planétna viac ako 30 stupňov nad obzorom počas astronomickej noci (údaje platia pre hvezdáreň Partizánske). Pri geocentrickej vzdialenosť 2 mil. km by odchýlky v rámci Slovenska nemali presiahnuť hodnotu $1'$, čo je dostatočná presnosť k úspešnému pozorovaniu. Tabuľka okrem rovníkových súradníc (α , δ) obsahuje aj geocentrickú vzdialenosť planétky Δ , uhlovú rýchlosť jej zdanlivého pohybu μ a výšku nad obzorom h. Efemeridu na dlhšie obdobie si možno spočítať na stránkach Minor Planet Centra na adrese <http://cfa-www.harvard.edu/iau/MPEph/MPEph.html> – do kolónky „Observatory code“ treba zadať jeden z nasledujúcich číselných kódov: 056 (Skalnaté Pleso), 118 (Modra), 457 (Partizánske) alebo 551 (Hurbanovo) podľa vašej polohy. Inou možnosťou je využiť službu „Horizons“ (JPL), ktorá počíta topocentrické efemeridy aj podľa zadaných zemepisných súradníc. Nachádza sa na adrese <http://ssd.jpl.nasa.gov/cgi-bin/eph>.

V tabuľke č. 2 sú uvedené priblženia planétky 1998 WT24 k niektorým deep-sky objektom

Tabuľka č. 2

Dátum	Čas	Objekt	Jasnosť [mag]	Asteroid [mag]	Uhlová vzd.	Súh. [mag]
12/2001	[UT]					
15.	1,4	M 37	5,6	9,4	1,3°	Aur
15.	5,9	M 36	6,0	9,4	1,2°	Aur
16.	0,6	52 Per	4,7	9,6	20°	Per
16.	3,8	ε Per	2,9	9,7	1,3°	Per
16.	18,7	M 34	5,2	10,1	40°	Per
17.	2,3	γ And	2,3	10,4	1,2°	And
17.	19,5	μ And	3,9	11,0	52°	And

Priblženia planétky 1998 WT24 k niektorým jasným objektom a hviezdam.

a hviezdam jasnejším ako 5 mag, ktoré nastávajú v čase najlepšej viditeľnosti planétky. Určite sú to zaujímavé námety na fotografické zdokumentovanie jej rýchleho pohybu. Žiaľ, konjunkcia s otvorenou hviezdkopou M38 nastáva 15. decembra v dopoludňajších hodinách a nebude pre nás pozorovateľná. Planétna sa k nej priblíži na vzdialenosť iba $15'$.

Poslednou jasnou blízkozemnou planétkou bola 1999 KW4, ktorá v máji t.r. dosiahla počas priblženia k Zemi maximálnu jasnosť +10,7 mag. Hoci podmienky jej viditeľnosti neboli príliš priaznivé, podarilo sa ju fotograficky napozorovať napr. v Partizánskom (Kozmos 4/2001).

Ak sa pozrieme do budúcnosti tak spomedzi dnes známych blízkozemných asteroidov bude jasnejší ako 10. magnitúda (a zároveň dobre pozorovateľný z našich zemepisných šírok) až asteroid (1036) Ganymed v októbri roku 2011.

Veríme, že využijete túto mimoriadnu príležitosť na vizuálne pozorovanie blízkozemnej planétky a v prípade úspechu sa o svoje zážitky a skúsenosti podelíte s ostatnými čitateľmi Kozmosu.

PETER KUŠNIRÁK

Planétna 1998 WT24 bola objavená 25. novembra 1998 v rámci projektu LINEAR, ktorý v súčasnosti disponuje najväčším dalekohľadom určeným pre vyhľadávanie blízkozemných asteroidov.



Kometá C/2000 WM 1 (LINEAR) 11. 11. 2001, 0,65-m reflektorm (F/3,6) a CCD Apogee AP7p (R-filter), nasnímaná na Astronomickom ústave AV ČR, Ondřejov. Najjasnejším objektom je hviezda 9. magnitúdy.

Autori: Peter Kušnirák, Petr Pravec

ESA 2001

Teplé a suché prázdninové počasie okolo mesačného splnu; presne to účastníci Ebicykla slovenských astronómov potrebujú. Ebicykl vznikol v Čechách, jeho slovenskú verziu ESA organizuje od roku 1994 hvezdáreň v Partizánskom. Celá trasa 8. ročníka merala približne 500 kilometrov a mala päť etáp. Od 30. 7. do 3. 8. 2001 sme navštívili astronomické zariadenia v malebnom kraji južnej Moravy a Záhorí.

Start bol v Hornonitrianskej hvezdárni v Partizánskom. Po prejazde štátnej hranice nás čakalo prvé náročnejšie stúpanie za Starým Hrozenkovom, ktoré našu fyzickú kondíciu poriadne preverilo. Nad obcou Bojkovice sme si pozreli zámok Nový Světlou, za Luhačovicami sme sa prijemne schladili na kúpalisku v Ludkoviciach. Po niekoľkých kopcoch sme dorazili do Zlína, prvého etapového mesta. Tam už čakali členovia Zlinskej astronomickej spoločnosti, ktorí nás srdečne privítali a občerstvili. Večer nám predstavili svoje astronomické zariadenie, odkiaľ sa onedlho odstahujú do novej hvezdárne.

Ráno sme sa vydali do hvezdárne v Prostějove. Po ceste, v Kroměříži, objavili sme malú pozorovateľňu s kupolou, ale majiteľov klúčov sme nenašli. Prostějovskú hvezdáreň nám predstavil riaditeľ RNDr. Jiří Prudký, ktorý sa rozhovoril o minulosťi i budúcnosti astronómie v regióne. Prekvapilo nás, že regionálne zariadenie vlastní dalekohľady, aké by im mohla závidieť nejedna slovenská hvezdáreň: najväčší dalekohľad má priemer 63 centimetrov.

Tretiu etapu sme prerušili v brnianskej Hvezdárni a planetáriu M. Koperníka. Prezreli sme hvezdáreň, v planetáriu nám ukázali zaujímavý program. Z Brna sme zamierili do Ždánic. Aj Hvezdáreň v Ždániciach nás prekvapila prístrojovým a technickým vybavením.

Predposledná etapa nás doviedla späť na Slovensko. Po ceste sme si ešte prezreli mestá Kyjov a Strážnice, popoludní sme dorazili do hvezdárne v Sobotišti. Niektorí sa po najhorúcejšom dni celého ebicykla radi schladili v nedalekej Kunovskej priehrade. Hostitelia najmenšej hvezdárne na Slovensku nám na večeru pripravili chutné zemiakové placky.

Posledná etapa, ktorá viedla cez Brezovú pod Bradlom na Košariská, kde sa nachádza múzeum M. R. Štefánika. Cez Piešťany a Topoľčany sme dorazili do cieľa tohtoročného ebicykla – hvezdárne v Partizánskom.

Naše podávanie patrí Martinovi Horváthovi, vodičovi sprievodného vozidla, ktoré sponzorsky poskytla firma SURPACK – VL z Veľkých Levárov a Svetozárovi Štefečkovi, ktorý robil spoluvedúča a technické zabezpečenie akcie.

Cielom budúceho ročníka bude východné Slovensko a návšteva najväčšieho dalekohľadu na Slovensku. Pridajte sa k nám.

Ján Horňák, Hornonitrianska hvezdáreň

Astronomické Látkovce

Dvadsaťdva detí z Nitry, Bratislav, Košíc, Topoľčian, Partizánskeho, Žemberovce, Trenčína sa zúčastnilo od 17. do 22. augusta 2001 na Zraze mladých astronómov v letnom tábore Látkovce, ktorý organizovala Hornonitrianska hvezdáreň Partizánske.

Žiaci si v dopoludňajších hodinách vypočuli tieto prednášky: orientácia na oblohe, Slnko a Slnečná sústava, hviezdy. Naučili sa vyhľadávať v astronomickej ročenke východy a západy Slnka, Mesiaca, planéty Slnečnej sústavy. Poobede športovali, hrali stolný tenis, futbal, bedminton. Jasné večery boli určené na praktickú orientáciu na oblohe a pozorovanie oblohy dalekohľadom. Pozorovali Mesiac, dvojhviezdu Albireo, prstencovú hmlovinu v Lyre, dvojité hviezdomokupu v súhviedzi Perzea, gulôvové hviezdomoky M13 a M92 v Herkulovi, galaxiu M31 v Andromede a iné objekty. Cez deň pozorovali Slnko a jeho najnovšie škvry.

Na celodennej túre sme navštívili Jankov vrchok a obec Uhrovec. Pri pamätníku na Jankovom vrchu sme sa poklonili pamiatke padlých v SNP, prezreli si partizánske bunkre. V Uhroveči sme sa zoznámili s velikánmi národa – Ludovitom Štúrom a Alexandrom Dubčekom. V rodnom dome týchto významných osobností sme si prezreli expozíciu o ich plodnom živote a diele.

Na záver si účastníci zrazu v teste preverili svoje nadobudnuté vedomosti a postreh. Mladí astronómovia si pri lúčení slúbili, že v budúcom roku sa stretú opäť na ďalšom zraze, ktorý zorganizuje hvezdáreň.

Anna Rózová, Hornonitrianska hvezdáreň

Perzeidy v Prešove

Hvezdáreň a planetárium v Prešove v spolupráci s miestnou organizáciou SZAA zorganizovala už po piatykrát meteorickú expedíciu v krásnom prostredí Hvezdárne v Roztokoch. Cieľom expedície bolo a je pozorovanie meteorického roja Perzeíd, preto sa aj tohtoročná expedícia konala v dňoch 9.–19. augusta. Pozorovali sme vizuálnou metódou tak, aby spĺňala požiadavky medzinárodnej meteorickej organizácie IMO. Počas 6 jasných nocí (z desiatich) sme zaznamenali až 1188 meteorov. Pracovali sme v jednej až v dvoch pozorovacích skupinách.

Okrem suchých čísel a štatistického výhodnotenia, by som chcela vyjadriť aj svoje pocity z týchto u nás veľmi oblúbených akcií. Účastníkov expedícií spája nielen záujem o astronómiu, ale aj dlhoročné priateľské vzťahy, čo vytvára neopakovateľnú atmosféru. Mnohí už dávno nepatria do školských lavíc, majú dospelácke a rodičovské povinnosti, takže záujem o astronómiu sa prenáša z rodičov na deti. Niektorí rodičia pozorujú už so svojimi ratolestami. Aj preto má astronómia v Prešove stále zelenú.

Renáta Kolivošková,
Hvezdáreň a planetárium Prešov

Kolonické leto 2001

V súlade s plánom Vihorlatskej hvezdárne a MO SZAA v Humennom sa v termíne 12.–15. júla 2001 uskutočnila na Astronomickom observatóriu na Kolonickom sedle akcia *Kolonický ebicykel*. Dvadsať účastníkov 1. ročníka tejto akcie formou pešej turistiky a cykloturistiky spoznávali blízke i vzdialenejšie okolie astronomickej observatória. V oblasti cykloturistiky bolo prejazdených 280 km. Priažná meteorologická situácia umožnila aj večerné pozorovania astronomických objektov prenosnými dalekohľadmi, zácvik pozorovania meteorov a zákrytov hviezd Mesiacom. Akciu odborne a organizačne zabez-

pečoval Štefan Gojdič, externý pracovník hvezdárne, člen výboru MO SZAA v Humennom.

Výsledky 13. ročníka premenárskej expedície *Variable 2001*, ktorá sa konala v dňoch 16. 7.–25. 7. 2001 na Astronomickom observatóriu na Kolonickom sedle, boli v značnej miere závislé od premenlivých poveternostných podmienok, ktoré sú už po niekoľko rokov charakteristické pre toto obdobie leta. Expedíciu, ktorej sa zúčastnilo 19 pozorovateľov z celého Slovenska, zorganizovali a finančne zabezpečili Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, Vihorlatská hvezdáreň v Humennom a MO SZAA v Snine. Počas pozorovateľných nocí v čase expedície sa uroblilo 78 odhadov u 4 fyzikálnych premenných – R Sct, RS Cyg, WZ Cas, R CrB – a 207 odhadov u troch krátkoperiodických dvojhviezd: RT And, CG Cyg a RX Her s cieľom určenia momentu minima. Výsledky boli spracované do protokolov, ktoré sú zaslali do centra pozorovateľského programu Medúza a B.R.N.O. v Brne, Českej republike na publikáciu. Expedíciu odborne i organizačne viedol RNDr. Igor Kudzej, CSc.

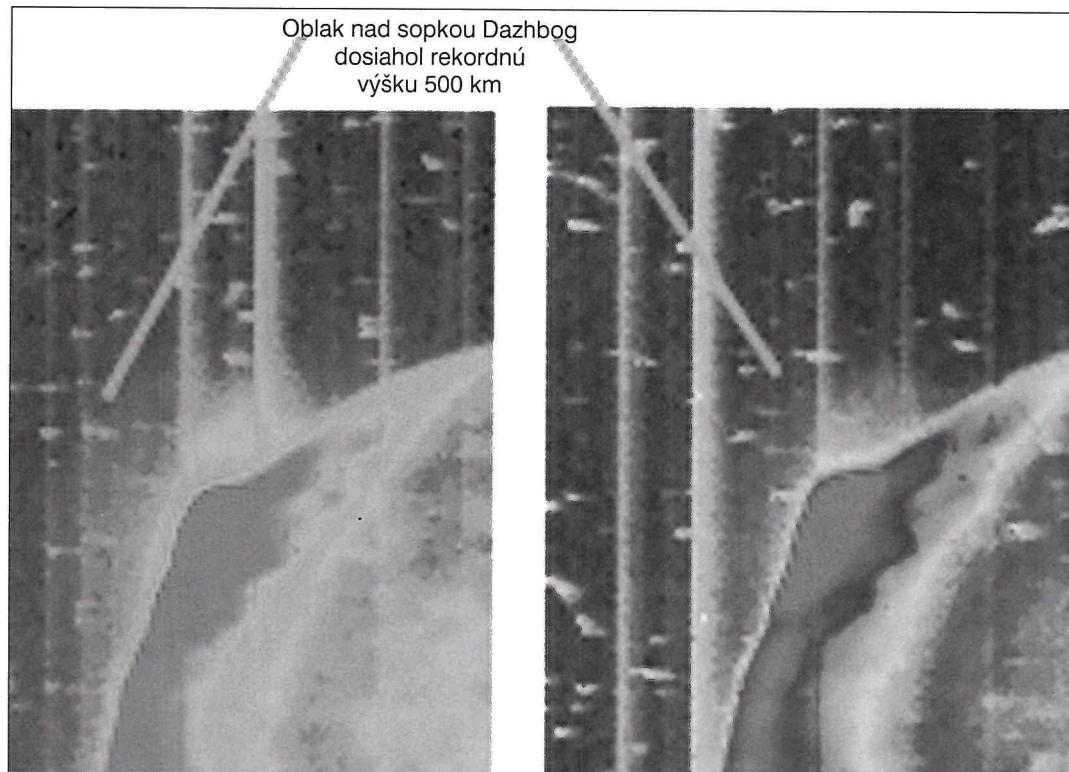
V termíne 9.–17. 8. 2001 sa uskutočnila meteorická expedícia *Perzeidy 2001*. Zameraná je na pozorovanie meteorov meteorického roja Perzeidy a vedľajších rojov spolu so zácvikom nových pozorovateľov. Expedíciu sa zúčastnilo 18 pozorovateľov, členov MO SZAA v Humennom, bývalých členov MO a nových členov astronomickej krúžku. Striedavá poveternostná situácia umožnila pozorovania iba počas troch nocí. Poslednú noc, poznáčenú čiastočnou oblačnosťou a bleskovou činnosťou okolitých búrok, sme využili na teleskopické pozorovania dostupných nestieraných objektov. Počas expedície sme napozorovali 2736 meteorov. Po základnom spracovaní sme výsledky pozorovaní poslali na hvezdáreň v Rimavskej Sobote. V oblasti fotografickej dokumentácie sme zachytili jeden jasný meteor. Organizačne a odborne akciu zabezpečoval p. Michal Maturkanič, odborný pracovník hvezdárne. Aj touto cestou dakujeme Cestovnej kancelárii Karpatytour v Humennom a SZAA v Rimavskej Sobote za sponzorskú – finančnú pomoc pro čiastočnej úhrade nákladov na expedíciu.

18. 8. 2001 sa na Astronomickom observatóriu na Kolonickom sedle v spolupráci s Východokarpatským združením cestovného ruchu v Snine uskutočnilo podujatie *Objav svoju hviezdu*, ktorého sa zúčastnilo vyše 50 záujemcov o cykloturistiku a astronómiu v vihorlatského regiónu, Česka a Poľska. Astronomické prednášky a pozorovanie hviezdnych objektov boli kombinované s vystúpením skupiny historického šermu Vikomt, jazdeckej spoločnosti Palomino a prezentáciou sokoliarov zo strediska Nastaz.

Priažnivé podmienky kolonického neba už druhý rok v čase od 20. 8. do 25. 8. 2001 využívali siedmi astronómovia z Vedeckého kultúrneho centra na Orave pod vedením Pavla Dubovského. Hlavnou náplňou tejto expedície *Kolonica 2001* bol zácvik nových pozorovateľov fyzikálnych premenných hviezd.

RNDr. Igor Kudzej, CSc.,
riaditeľ Vihorlatskej hvezdárne

Io: velký severný vulkanický oblak



Sonda Galileo už počas predchádzajúcich obieťov Jupiterovho mesiaca Io pristihla viaceré vulkány pri vrcholiacej aktivite. Ešte nikdy však nezískala snímky takej mohutnej erupcie, ako začiatkom augusta 2001, počas (poslednej?) návštavy. Oblet sa uskutočnil sedem mesiacov po výbuchu veľkej sopky Tvashtar, ležiacej blízko severného pólu mesiaca. Galileo i sonda Cassini vtedy tento výbuch zaznamenali. Vedci sa preto rozhodli využiť výhodnú dráhu sondy Galileo, (obliehajúcej tentokrát od Slnka odvrátenú stranu Io) a získať bočné snímky erupcie gigantickej erupcie.

6. augusta 2001 však sopka Thvastar už spa-

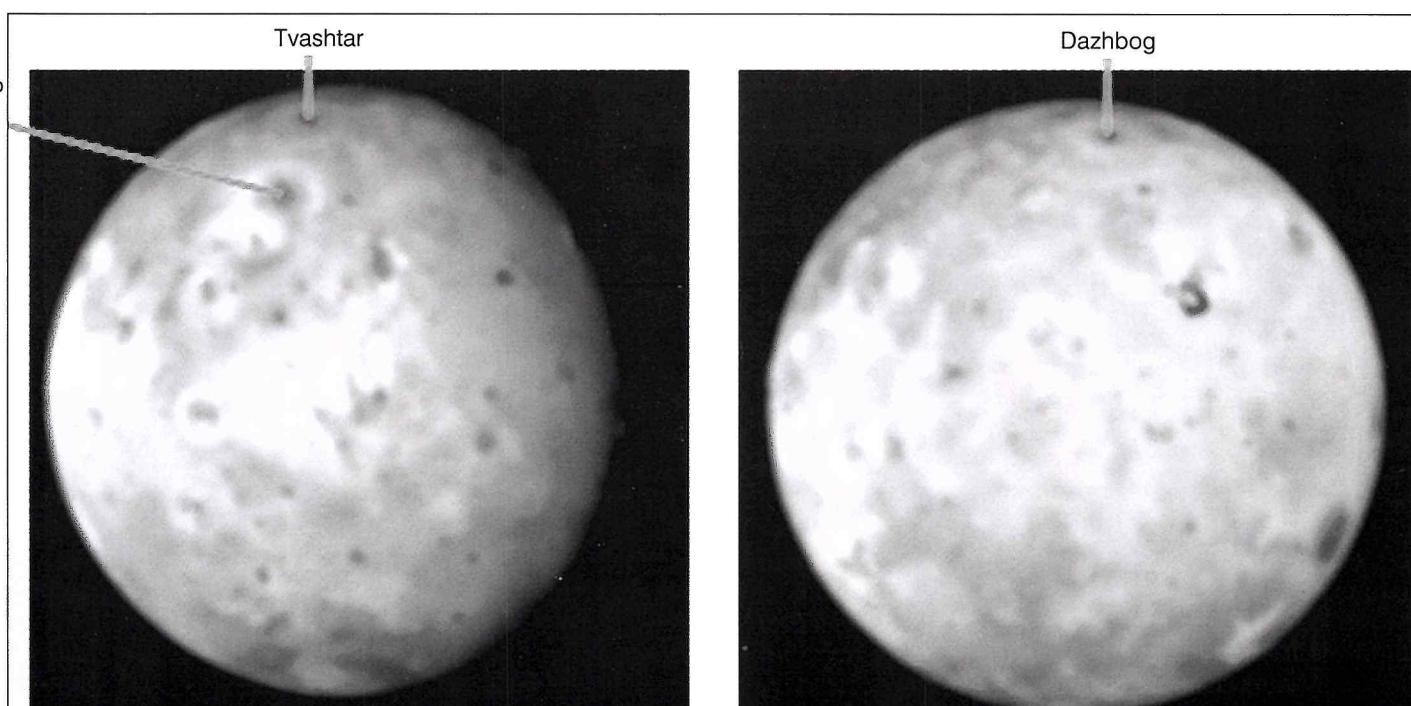
la, o to aktívnejší bol doteraz neobjavený a nepomenovaný vulkán Dazhbog, ležiaci 600 kilometrov južnejšie od Tvhastaru. (Pozri snímku 1) Vnútorný, jasný a hustý oblak, vyvrhl sopka do výšky 150 kilometrov, vrchol vonkajšieho, redšieho oblaku dosiahol výšku 500 kilometrov nad povrchom Io. Je to doteraz najmohutnejší vulkanický oblak, aký sa kedy podarilo na Io fotografovať. Na dvoch snímkach (hore) vidíte štruktúru sopečného oblaku v bočnom svetle ako virtuálny pahorok nad jasne rozlíšiteľným limbom Io. (Vertikálne stĺpiky a škvurny spôsobili poruchy).

Na prvej zo snímok Io (vľavo) vidíte jasny

kruh, uprostred ktorého je kráter novoobjaveného vulkánu Dazhbog. V týchto ioanských šírkach neboli počas predchádzajúcich obieťov objavený nijaký vulkanický útvar. Jasný prstenec prekrýva okrúhe depozity sopky Tvashtar, ležiace severnejšie. (Tvhastar po prvýkrát, v roku 2000, nasnímala sonda Galileo.)

Na vedľajšej snímke vidíte nový vulkán Dazhbog Patera blízko ioanského pólu. Kruh má priemer 1000 kilometrov, z čoho sa dá odvodniť výška erupciou vygenerovaného oblaku na 300 kilometrov. Tento kruh sa objavil až v poslednom čase, je priamym dôkazom novej erupcie.

Spracoval –eg





Slovenská ústredná hvezdáreň – národné metodické centrum – v Hurbanove.

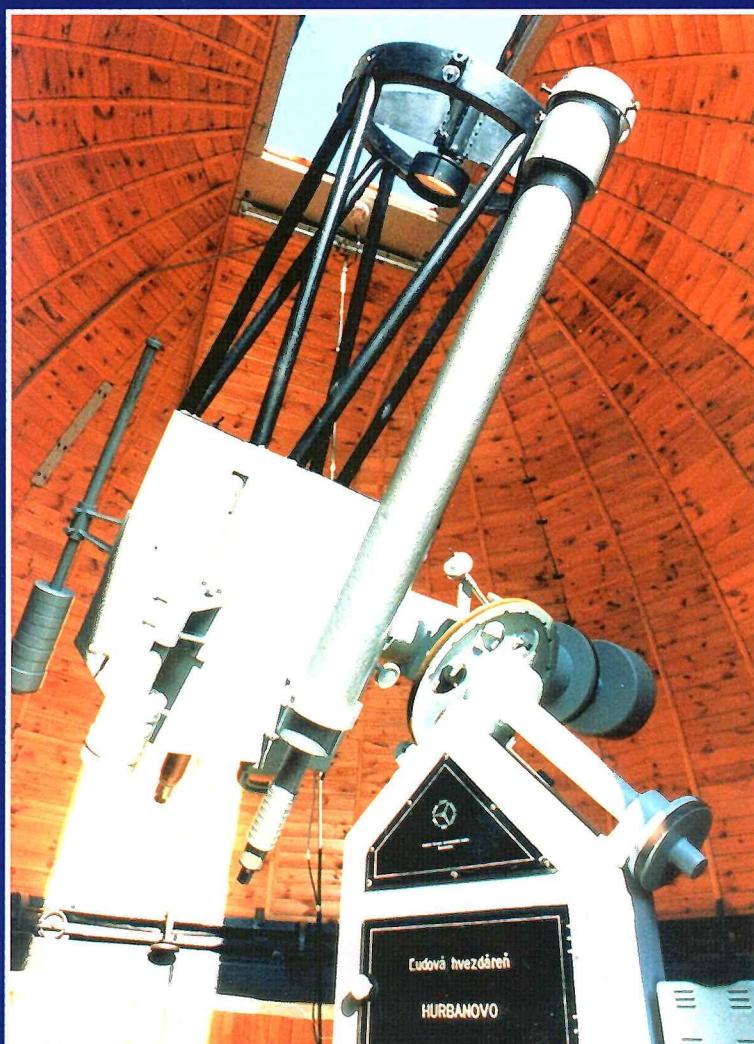
Foto: J. Csipes

Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove si pripomína dve jubileá: 130. výročie založenia hvezdárne a 160. výročie narodenia zakladateľa hvezdárne Mikuláša Konkoly-Thegeho

(Snímky k článku na strane 24)

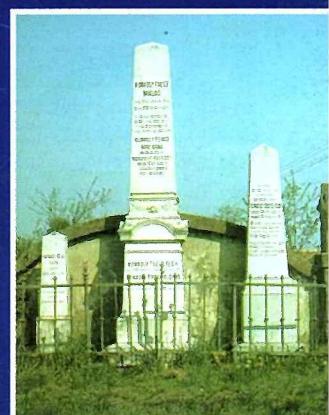


Zakladateľ Hvezdárne v Hurbanove Dr. Mikulás Konkoly-Thege. Foto: J. Csipes

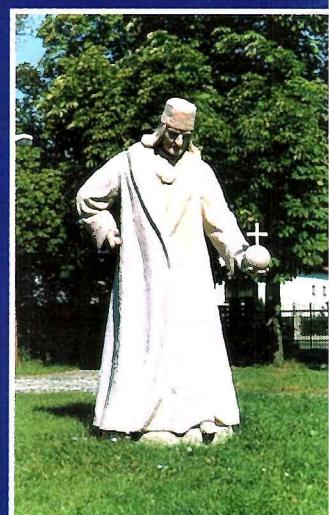


Hlavný ďalekohľad SÚH v Hurbanove.

Foto: archív SÚH



Rodinná hrobka Dr. Mikuláša Konkolyho-Thege v Hurbanove.



Mikulás Koperník v historickom parku Hvezdárne v Hurbanove. Foto: J. Csipes