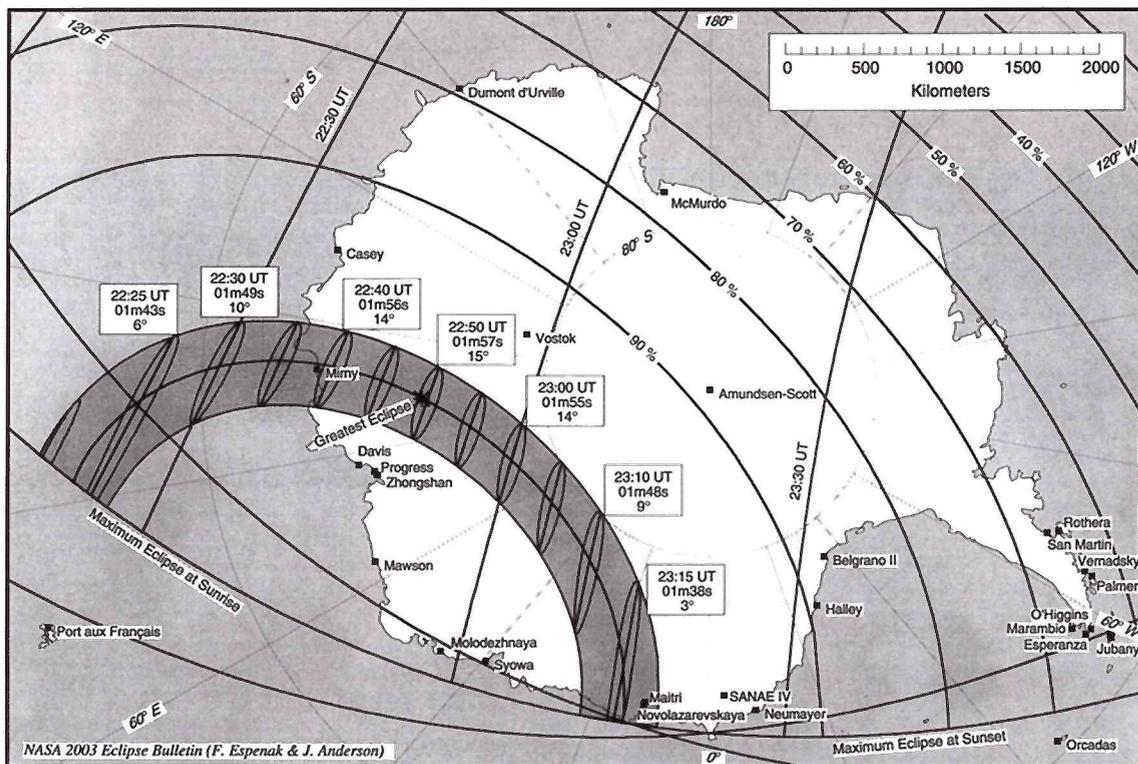


- Tmavý vesmír vystupuje spoza opony •
- Čierne Slnko z JAR • Koorbitálny asteroid Zeme 2000AA29
- Tajomný hvezdár na hrade Krásna hôrka • Leonidy 2002 •

Zatmenia nad Antarktídou

23. novembra 2003 bude zatmenie Slnka v Antarktíde. Tieň, široký 500 kilometrov a pohybujúci sa rýchlosťou 1000 metrov za sekundu veľkým oblúkom premera ruský sektor šiesteho kontinentu tesne pred začiatkom južného polárneho leta (prvý deň leta s nezapadajúcim Slnkom začne 10. decembra 2003).

Stred pásma totality pretnie o 22:40 UT najväčšiu ruskú základňu Mirnyj na východnom pobreží (Queen Mary Land), kde úplné zatmenie budú môcť pozorovať bezmála dve minúty (1:56). Ďalšiu možnosť pozorovania poskytujú na západnom pobreží (Queen Maud Land) antarktické základne Ruska (Lazarevskaja), Nemecka (von Neumayer), Indie (Maitri) a Japonska. Bude to prvé antarktické zatmenie Slnka, ktoré bude systematicky pozorované najmodernejšou technikou po celej dĺžke. Okrem pozorovateľov v pohodlných základniach budú expedičným spôsobom zriadené aj pozorovateľne vo vnútri kontinentu (uprostred, medzi pólom a pobrežím) i na palube ľadoborcov v priľahlých častiach oceánu. Výpravu do Antarktídy pripravujú aj hurbanovskí solárici, ktorých zbierka úplných zatmení patrí medzi najúplnejšie na svete a vo svojej kontinuite predstavuje unikátny vedecký materiál. O antarktickom zatmení Slnka vás podrobnejšie budeme informovať v niektorom z najbližších čísiel.



Časopis o všem, co se děje v kosmu!

- 4 čísla ročně + 1 speciál (letos o mlhovinách)
- původní články na aktuální témata
- mapa oblohy Ø 24 cm
- náměty k pozorování

Časopis pro astronomy amatéry!

roční předplatné (5 čísel): 295,- Kč (pro ČR), 545,- Kč (Evropa)

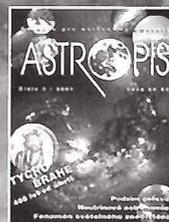
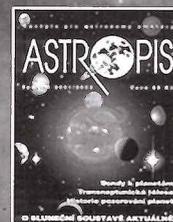
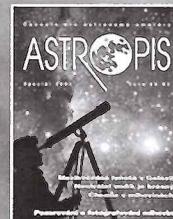
zvýhodněné předplatné pro Slovensko – 465,- Sk

ASTROPIS

Společnost Astropis
Štefánikova hvězdárna
Peříň 205
118 46 Praha 1

www.astropis.cz info@astropis.cz

+420 603 759 280
+420 607 835 288
+420 723 858 717
+420 608 072 336

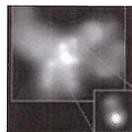


TÉMY ČÍSLA

- 3 **Tmavý vesmír vystupuje spoza opony** / Ray Willard
- 10 **Blízkozemné planétky vizuálne – 2002 NY₄₀** / Peter Kušnirák
- 12 **Čierne Slnko nad Limpopo** / Teodor Pintér
- 14 **Koorbitálny asteroid Zeme 2002AA29** / Peter Majchrák
- 15 **Je kosmologie mytologiii?** / Vladimír Wagner
- 19 **Žeň objavů 2001** / Jiří Grygar
- 24 **Tajomný hviezdár na hrade Krásna hôrka** / Juraj Lörinčík
- 27 **Deti tropického pacifiku – chlapec El Niño a dievča La Niña** / Anna Pibullová
- 31 **Symbiotické hviezdy na La Palma** / Augustín Skopal

AKTUALITY

- 2 **Jupiter sa (možno) sformoval za 300 rokov; Najrýchlejšia čierna diera**
- 6 **Kolízia dvoch čiernych dier v NGC 6240**
- 7 **Exotické vnútornosti neutrónovej hviezdy**
- 8 **Kolízie čiernych dier; Hviezdy bez ťažkých prvkov**
- 9 **Senzačná snímka slnečnej superškrvny**
- 11 **Exoplanéty na najnečakanejších miestach**
3. str. ob. **Sedem dvojplanétok v Kuiperovom páse**
4. str. ob. **Astronómovia našli hrdinu: 53W002 - HERO1**



Obálka



Koróna z Juhoafrickej republiky pri vyvrcholení zatmenia. Dĺžka expozície: 0,5 sekundy. Koróna je vzhľadom na cyklus slnečnej aktivity mimoriadne bohato štruktúrovaná. Dole vidíte snímku, získanú digitálnym fotoaparátom v štyroch farbách spektra. *Viac na stranách 12 a 13*

RUBRIKY

PODUJATIA

Letné školy astronómie na observatóriu Haute-Provence / Martin Vaňko, Andrej Dobrotka (str. 23); **O slnečnej polarizácii na Tenerife** / Ivan Dorotovič (str. 39)

ALBUM POZOROVATEĽA

Posledný dážď Leoníd? / Ján Horňák (str. 37); **Zákryt hviezdy mesiacom Tethys** / Pavol Rapavý (str. 37); **Tri dotyčníkovi zákryty, dvaja pozorovatelia a jeden „železný observator“** / Renáta Kolivošková; (str. 37); **Michalovce: Počasie nám prišlo** / Zdeněk Komárek (str. 37); **Leonidy 2002 – veľké finále** / Pavol Rapavý (str. 38);

- 31 **SLNEČNÁ AKTIVITA Október – november 2002** / Milan Rybanský
- 33 **POZORUJTE S NAMI / Obloha v kalendári (február – marec 2003)** / Pavol Rapavý; **Kalendár úkazov a výročí – str. 35; Vzájomné úkazy Jupiterových mesiacov** / Pavol Rapavý – 22. str.; **Kosáčik Mesiaca a popolavý svit** / Pavol Rapavý – str. 36

Vážení čitatelia,

iste ste si už všimli, že KOZMOS bude od roku 2003 o 5 Sk drahší. Vyrovnávame tak rastúce náklady spojené s výrobou časopisu ako i vlnajúce rozšírenie o 4 strany. Sme veľmi radi, že máme toľko verných predplatiteľov (90 percent čitateľov tvoria abonenti), vítame v našej rodine nových čitateľov (každý mesiac sa ich prihlási niekoľko desiatok), zápasíme však s problémom, ako na existenciu KOZMOS-u upozorniť tých potenciálnych čitateľov, ktorí o nás vôbec nevedia. Na stánkoch sa KOZMOS s dvojmesačnou periodicitou stráca v záplave iných časopisov, efektívna reklama v centrálnych elektronických médiách je pre nás finančne nedostupná. Z listov najnovších čitateľov vyplýva, že kým sa im KOZMOS nedostal do rúk náhodou, vôbec o existencii takého kvalitného astronomického časopisu nevedeli, a že keby boli vedeli, už dávno by si ho predplatili. Vzhľadom na to, že premýšľame o možnostiach efektívnejšieho marketingu v rámci našich možností obraciam sa aj na vás, aby ste porozmýšľali, ako by sme (možno aj s vašou pomocou, napríklad formou súťaže) získali v priebehu tohto roka tých, ktorí nás nepoznajú, ale o astronómii sa zaujímajú a radi by si prečítali aj zasvätenejšie a podrobnejšie články o fantastických objavoch, ktoré otvárajú, podbné ako v dobe po Kopernikovi, úplne iný pohľad na vesmír a naše miesto v ňom. Za dobré nápady a podnety vám vopred ďakujeme. **Redakcia**

Objednávací kupón

Objednávam časopis KOZMOS. Ročné predplatné 210,- Sk (35,- Sk / 1 výtlačok), alebo prvý polrok roku 2003 – polročné predplatné 105,- Sk (35,- Sk / 1 výtlačok)

(na stánkoch sa bude výtlačok predávať za 40,-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, Hatalova 12

tel. 02/44 453 711

e-mail: lkperm@lkpermanent.sk

Preplatením vystavenej faktúry.

IČO/DIČ:

www.lkpermanent.sk

Meno / Firma:

Ulica / Číslo:

Mesto / PSČ:

Vydáva: Slovenská ústredná hviezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hviezdáreň, 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, Peter Majchrák – redaktor, Lýdia Priklarová – 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 Kulčár, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, Mgr. Anna Pribullová, Pavol Rapavý, RNDr. Ján Svoreň, DrSc., RNDr. Igor Túňy, CSc., RNDr. Juraj Zverko, DrSc. Predseda redakčného kruhu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc. ● **Tlač:** Tlačiareň KASICO, a. s., Beckovská 38, 823 61 Bratislava. ● **Vychádza:** 6x do roka. Neobjednané rukopisy nevraciam. Cena jedného čísla 40,- Sk/Kč. Pre abonentov ročne 210,- Sk/Kč vrátane poštovného. Distribúcia: Ústredná expedícia a dovoz tlače; Pribinova 25, 813 81 Bratislava. **Predplatelia:** V Čechách A.L.L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1, tel. 663 114 38, na Slovensku L. K. Permanent, Hatalova 12, 831 03 Bratislava, tel. 44 453 711. Podávanie novinových zásielok povolené Riaditeľstvom poštovej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Čechách rozširuje A. L. L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1. Podávanie novinových zásielok v Čechách bolo povolené Českou poštou, s.p. OZSeČ Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8. © Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1998. Zadané do tlače 22. 1. 2003

Jupiter sa (možno) sformoval za 300 rokov

Na svete je prevratná štúdia, ktorá potvrdila jednu z najkontroverzejších teórií: teóriu rýchleho formovania planét. Najnovší, mimoriadne pružný počítačový model podporil teóriu, podľa ktorých sa joviánske planéty sformovali v neuveriteľne krátkom čase: za 300 rokov! Výsledok vysvetľuje viaceré záhady našej Slnčnej sústavy i doteraz objavených extrasolárnych systémov.

Planéty väčšie ako plynový obor Jupiter, ale i také „malé“ ako chladný Neptún sa podľa všetkého sformovali okolo mladých materských hviezd už v priebehu niekoľkých storočí. Podľa doteraz platných teórií trval tento proces milióny rokov. Tím, ktorý vedie Lucio Mayer z Ziürišskej univerzity, preveril viaceré z posledných planetologických teórií a dospel k záveru, že obrie planéty vznikli ako produkt niekoľkých gravitačných kolapsov, teda nie nabaľovaním primordiálnej hmoty na pevné skalnaté jadrá, ako sa dodnes učí na školách. Presnejšie: nazdávajú sa, že takéto formovanie obrích planét je rádovo pravdepodobnejšie.

Štandardný model patrí do múzea

Planetológovia už dávnejšie vedia, že štandardný model má viaceré nedostatky. Napríklad: nedokáže vysvetliť ani vznik veľkých chladných planét na okraji Slnčnej sústavy, ani sformovanie superobrov, väčších ako Jupiter, ktoré obiehajú viaceré hviezdy po neuveriteľne tesných obežných dráhach. Podľa štan-

dardného modelu sa najskôr sformovali skalnaté, Zemi podobné jadrá, na ktoré sa postupne gravitačne nabaľovali plyny a prach z primordiálneho disku. (Terestrické planéty vznikli v priestore, z ktorého hviezdny vietor vymietol plyn a prach, takže sa nemali z čoho gravitačne nabaľovať.) Tento proces, nazývaný aj akrécia jadra, prebiehal podľa teórie niekoľko miliónov rokov. Dôvtipný scenár však má medzery: nevysvetľuje, prečo si Urán a Neptún nenabaliť také masívne obálky ako Jupiter.

Štandardný model nefunguje ani v prípade doteraz objavených extrasolárnych sústav. Ak v prostredí intenzívnej hviezdotvorby vznikne planéta, ktorá má potenciál stať sa obrom, gravitačné nabaľovanie zneumožňuje viacero faktorov. V prvom rade je to intenzívne žiarenie mladej hviezdy; intenzívny hviezdny vietor a fotovyparovanie premiestnia a zlikvidujú potrebný materiál skôr, ako by sa protoplanéta dokázala nabaliť. Takto by obria planéta nikdy nevznikla.

Nakoľko sa väčšina planét vyvíjala a vyvíja práve v takomto nepokojnom prostredí, nemôže štandardný model, platný v prípade osamelých hviezd, platiť všeobecne.

Jedno z možných riešení

Autorom revolučnej teórie je Alan Boss z Carnegie Institution of Washington. Bossov model nestability disku (táto myšlienka vznikla už v roku 1950) hovorí, že planéty vznikajú gravitačným kolapsom zhustkov v prachoplynovom disku,

ktorý je zvyškom po formovaní novej hviezdy. Boss tvrdil, že surovina na vznik joviánskej planéty sa môže nazbierať za 1000 rokov, ale oveľa viac času treba na kondenzovanie tejto hmoty do podoby planéty. Boss uverejnil aj štúdiu, v ktorej vysvetľuje, prečo Urán a Neptún nemajú masívnejšie obálky. Predpokladá, že Slnko sa zrodilo v prostredí intenzívnej hviezdotvorby. Urán a Neptún sa začali nabaľovať podobne ako susedia s výhodnejšou polohou, ale žiarenie zo susednej hviezdy ich pripravilo o potrebný materiál.

Neskôr Slnko so svojimi planétami osamelo. Početné štúdie v posledných rokoch dokázali, že tento proces je vo vesmíre bežný.

Kritici Bossovho modelu upozorňovali na to, že nedokázal matematicky presvedčivo podložiť (nemal také výkonné počítače) ďalšiu evolúciu od vzniku protoplanét do súčasnej podoby. Boss si pomohol tak, že namodeloval zhustok materiálu, ktorý začal rotovať a kondenzovať. Tak vznikla protohviezda, okolo ktorej sa vyvinuli špirálové ramená. Mayer a jeho kolegovia na tento Bossov model nadviazali.

Po analýze syntéza

„Dnes už dokážeme rekonštruovať fragmentáciu Bossových špirálových ramien na jednotlivé planéty,“ vraví astrofyzik Thomas Quinn z Washingtonskej univerzity. Počítač vytvoril obrie planéty podobné Jupiteru za 300 rokov. Ostané planéty, vrátane Uránu a Neptúna

potrebovali viac, ale každá to stihla za menej ako 1000 rokov. Tieto výpočty podporili aj najkontroverzejšiu z Bossových teórií: Urán a Neptún pripravil o plyn gravitačný vplyv blízkych hviezd v oblasti intenzívnej hviezdotvorby.

Čo na to Boss? „Mayer a Quinn pri overovaní prijateľnosti mojej teórie nestability disku použili inú techniku. Vďaka tomu sa im podarilo dokázať, že zhustky v disku mohli existovať dostatočne dlho na to, aby sa z nich sformovali planéty.“ Nová teória má význam aj pre pochopenie extrasolárnych systémov. Napriek tomu, že niektoré z doteraz objavených exoplanét majú parametre Jupitera či Saturna, väčšina z nich je podstatne masívnejšia. Teoretici musia vysvetliť, ako sa tieto superplanéty sformovali. Viaceré hypotézy predpokladajú, že vznik a evolúcia superobrov väčších ako Jupiter ovplyvňuje distribúcia hmoty v oblaku, kde dochádza k hviezdotvorbe, (pričom vznikajú aj hneď trpaslíci a superjoviánske planéty, neraz v gravitácii „najúspešnejších“ hviezd), ale najmä veľkosť a typ materskej hviezdy, od čoho závisí aj distribúcia hmoty hviezdnyim vetrom. Najdôležitejším testom každého počítačového modelu je to, či sa jeho obdoba objaví aj v reálnom svete.

Ukazuje sa, že hmotnosti planét v extrasolárnych sústavách sa pohybujú v rámci limitov a predpovedí, ktoré z najnovšieho modelu vyplývajú.

<http://www.space.com/scienceastronomy/planets-quickly-021129.html>

Najrýchlejšia čierna diera

Rýchlosťou 400 000 kilometrov za hodinu, štyrikrát rýchlejšie ako najrýchlejšie hviezdy, pohybuje sa v našej Galaxii čierna diera. Hvezdári predpokladajú, že „delom“, ktorý tento exotický projektíl vystrelil takou rýchlosťou, bol výbuch supernovy. Aregentínski vedci dali uhaňajúcej čiernej diere meno: Speedy Gonzales.

Je známe, že masívne hviezdy v poslednom štádiu explodujú ako supernovy, pričom zvyškom po tejto kataklyzme sú, v závislosti na ich hmotnosti, buď neutrónové hviezdy alebo čierne diery. Astronómia zatiaľ nepriamo identifikovala iba tucet telies, o ktorých môžu s určitou povedať, že ide o čierne diery. Priamy dôkaz o vzťahu supernovy a jej pozostatku – čiernej diere, však donedávna nemali.

V tomto prípade má čierna diera hviezdu – súputníka, ktorej dráhu monitoruje Hubblov teleskop. Vďaka vysokej rozlišovacej schopnosti

HST podarilo sa vedcom na základe údajov (nabieraných v rokoch 1996 až 2001) zmerať pohyb tohto bizarného binárneho systému. Výsledok: čierna diera sa pohybuje štyrikrát rýchlejšie ako hviezdy v jej aktuálnom susedstve!!!

„Ide o prvú čiernu dieru ktorá sa rýchle pohybuje naprieč Galaxiou a iba výbuch supernovy mohol jej pohyb takto urýchliť,“ vyhlásil Felix Mirabel z French Atomic Energy Commission.

Merania pohybu tejto čiernej diery sú najpresnejšie zo všetkých, ktoré sa doteraz urobili pomocou HST, pričom iba optika Hubblov teleskopu takéto pozorovania umožňuje. Ešte precíznejšie merania sa očakávajú od satelitu Integral (ESA), ktorý vypustili v októbri 2002. Vedci už v tomto roku chcú pomocou Integralu objaviť ďalšie putujúce čierne diery, rekonštruovať ich dráhy a vystopovať miesta, kde po výbuchu supernovy vznikli.

Najrýchlejšia čierna diera, označená GRO

J1655-40 sa pozoruje v súhvezdí Škorpióna. Vedci odhadujú, že sa zrodila vo vnútornom disku našej Galaxie. Mimochodom: GRO J1655-40 je druhým mikrokvazarom objaveným v Mliečnej ceste. Mikrokvazary sú čierne diery, ktoré majú podobnú hmotnosť ako hviezdy. Tieto objekty sú trpasličou obdoba masívnejších čiernych dier, hniezdiacich v extrémne aktívnych galaxiách, pre ktoré máme synonymum – kvazary. O existencii čiernych dier s hmotnosťou hviezd vieme od roku 1970. Táto hmotnosť kolíše od 3,5- až po 15-násobok hmotnosti Slnka.

Pomocou HST sa astronómom podarilo binárny systém GRO J1655-40 popísať. Stará hviezda – súputník – podľa všetkého prežila výbuch supernovy, z ktorej vznikla čierna diera. Okolo čiernej diery, ktorá ju postupne konzumuje, obekne raz za 2,6 dňa. Zo systému, podobného úzkym kuželom svetla baterky, prúdia dva výtrysky; rýchlosť unikajúcej hmoty dosahuje 90 percent rýchlosti svetla.

ESA; NASA; French Atomic Energy Commission; Argentinean Institute for Radioastronomy; Max Planck Institute for Plasmaphysics

Všetko, čo sme sa doteraz dozvedeli o vesmíre, súvisí so svetlom. Žiarenie plynu, hviezd a galaxií vo viditeľnom svetle ovplyvnilo však predstavy o vesmíre asi tak, ako keby sme si pohľad o Zemi vytvorili iba na základe pozorovaní z lietadla, vznášajúceho sa v noci vysoko nad povrchom našej planéty. Rozlíšiť by sme dokázali iba pahreby väčších sídiel, ale o topografii povrchu by sme sa toho veľa nedozvedeli.



Astronómovia iba v posledných rokoch zistujú, že súostrovia svetiel na oblohe sú zahalené plášťom tmavej hmoty, ktorá podľa najnovších odhadov predstavuje 30 percent hmotnosti vesmíru. Ak k tejto hodnote pripočítame tvrdenie abstraktnejšej teórie, odvodené z meraní pohybov vzdialených galaxií, potom by ďalších 65 percent hmoty vo vesmíre mala tvoriť tmavá energia (nazývaná aj energiou vákua). Astronómovia a kozmológovia si predbežne nedokážu predstaviť inú silu, ktorá by dokázala udržať pokope v rozpínajúcom sa vesmíre galaxie. Svetlo, ktoré naše ďalekohľady zachytávajú, generuje menej ako 5 percent hmoty z celkového obsahu balíka (hmoty/energie) vo vesmíre.

Napriek skvelej rozlišovacej schopnosti HST, napriek vysokej citlivosti ozrutných dvojčiek Keck I a Keck II, nedokážeme dnes ohmatať viac ako povrch tohto tieňového, skrytého vesmíru. Ak by sme sa uspokojili iba s tým, čo nám prezárdza svetlo, architektúru vesmíru by sme nikdy

nepochopili. To všetko podporuje hvezdárov, ktorí volajú po radikálne novom „dark matter“ teleskope, ktorý už na papieri dostal meno LSST: Large-aperture Synoptic Survey Telescope. LSST by nemal pátrať po časticiach tmavej hmoty (nech sa už skrývajú kdekoľvek), mal by však pomerne spoľahlivo zmapovať distribúciu tmavej hmoty po celej oblohe. Jeho parametre dvadsaťnásobne prekonávajú výkon dnešných porovnateľných teleskopov. LSST nám otvorí nepredstaviteľne nový obraz oblohy; bude to čosi ako širokouhlý, trojdimenzionálny film.

Veterán prívržencov tmavej hmoty Tony Tyson z Bell Laboratories/Lucent Technologies a majster veľkých zrkadiel Roger Angel z Arizonskej univerzity sú členmi tímu astronómov a fyzikov, ktorí tento projekt uskutočňujú.

LSST je potomkom mimoriadne úspešného projektu Sloan Digital Sky Survey. Sloan zmapoval štvrtinu oblohy; určil polohu a svietivosť viac ako 100 miliónov nebeských telies; zmeral

Prehľad oblohy (Deep Lens Survey), ktorý je v archíve National Optical Astronomy Observatory, dokáže rozlíšiť neuveriteľné detaily v malých segmentoch oblohy. V porovnaní s LSST, Large-aperture Synoptic Survey Telescope, však jeho výkon zbledne.

vzdialenosti viac ako milióna galaxií a kvazarov. LSST zabezpečí aj niekoľko navrhovaných kozmologických (deep sky) misií, napríklad: Supernova Acceleration Probe (SNAP).

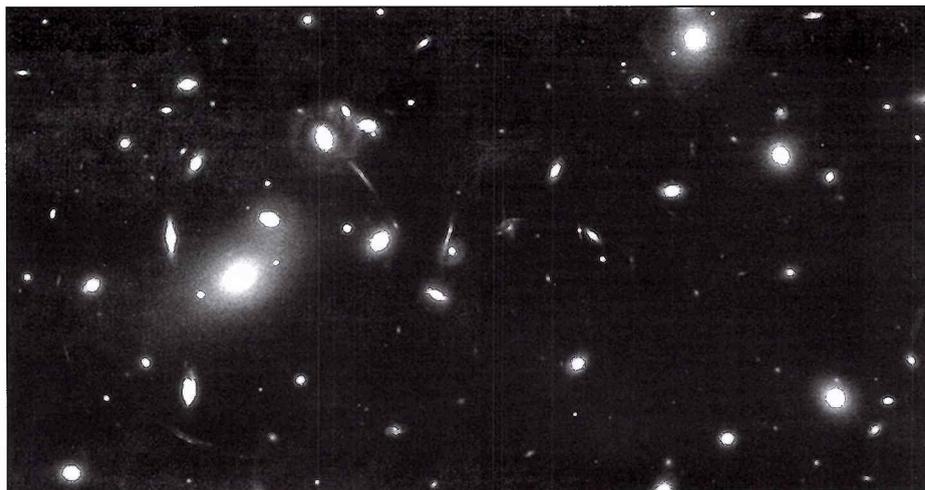
LSST uskutoční to, čo by sme ešte pre desiatimi rokmi označili za „Mission Impossible“: počas niekoľkých dní dokáže opakovane zmapovať všetky objekty na oblohe až po hranicu 24. magnitúdy! Každú noc preverí 200 miliónov objektov. „Očakávame, že v každom štvorcovom stupni oblohy preveríme 30 000 galaxií a 3000 hviezd a podľa všetkého najmenej niekoľko desiatok tisíc asteroidov!“ vraví Tyson. „Každú expozíciu zopakujeme každých 25 sekúnd, takže nadržanom budeme mať 'odfajknutých' 7 štvorcových stupňov oblohy.“

Po čase sa plocha (14 000 štvorcových stupňov) pokryje viacnásobnými expozíciami, čo prehĺbi pohľad až po hranicu 28. magnitúdy, čo znamená 600 000 galaxií na štvorcový stupeň. Výsledný, poskladaný obraz a fotometrický katalóg budú obsahovať okolo 10 miliárd objektov: galaxií, hviezd, hnedých trpaslíkov, komét, asteroidov a energetických výbuchov v mladom vesmíre.

LSST tak po prvýkrát zviditeľní ozrutné štruktúry tmavej hmoty, ktoré vytvárajú magickú sieť naprieč celým vesmírom. LSST, pripomínajúci filmovú kameru, dramaticky odhalí nielen skrytý vesmír, ale aj bubliny gigantických stelárnych explózií.

LSST zviditeľní aj doteraz skryté populácie objektov v našej Slnecnej sústave. Pomocou ne-

Vesmír je preplnený tmavou hmotou: v kope galaxií Abell 2218 rozkladá tmavá hmota svetlo viacerých vzdialených objektov. LSST bude mapovať rozloženie tmavej hmoty vo vesmíre až po najmenšie detaily.



ho získame údaje skoro o všetkých asteroidoch a kométach, ktoré by mohli ohroziť Zem. LSST zmapuje aj väčšinu telies v Kuiperovom páse, kde sú posledné biele miesta našej Slnecnej sústavy.

Záplava údajov umožní astronómom spresniť (alebo vyvrátiť?) súčasné predstavy o vzniku a evolúcii vesmíru a dovŕšiť inventúru v našej Slnecnej sústave. Vždy, keď sa otvára nové okno objavovania vesmíru, možno očakávať aj senzačné objavy, ktoré sa zapíšu do dejín astronómie.

Vytvoríť takýto teleskop, vyžaduje kolosálnu invenciu a prácu: úplne nový optický dizajn, superkamera (state-of-the-art) a extrémne operatívny systém selektovania a archivovania lavíny získaných údajov, ktorých množstvo prekoná čo do počtu a kvality všetko, čo získala súčasná generácia teleskopov.

Ešte pred desiatimi rokmi by sa takýto teleskop nedal ani len naprojektovať. Veľa zásadných vynálezov týkajúcich sa komplexného optického dizajnu ešte nebolo na svete. O veľkých, mozaikových detektoroch sa iba diskutovalo; na prelomových spôsoboch spracovania a uchovávaní údajov sa pracovalo iba v základnom výskume.

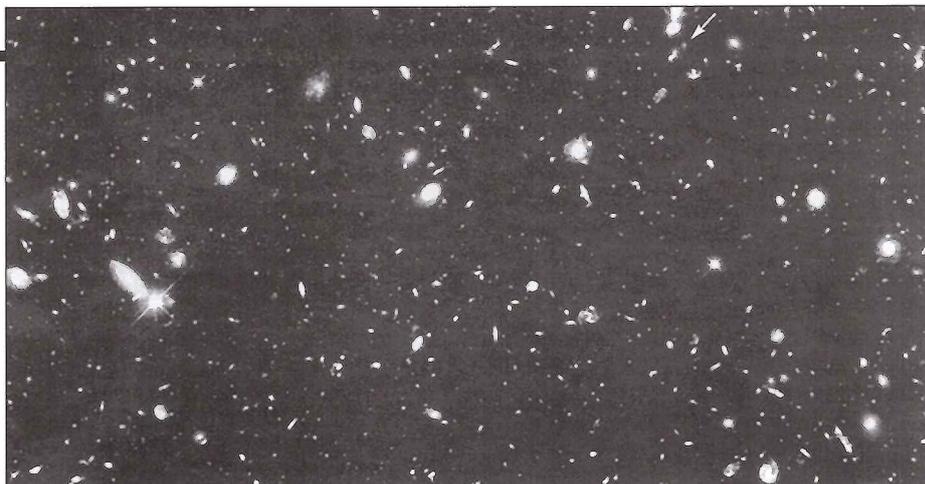
Širokouhlý LSST bude mať krátku, 10-metrovú ohniskovú vzdialenosť. Ťažisko gravitácie je umiestnené v tele teleskopu tak, že sa dokáže rýchle otáčať okolo malého polomeru vo vnútri relatívne malej kupoly. Široké pole záberu kontrolujú tri sady zrkadiel. Najväčšie, 8,4-metrové, je dvojkou zrkadiel osadených vo Veľkom binokulárnom teleskope na Arizonskej univerzite.

V porovnaní s inými 8-metrovými teleskopmi bude LSST pripomínať motorom poháňanú ručnú kameru skombinovanú s kamerou na statíve vo fotografickom štúdiu, kde sa robia portréty. Na to, aby vyhovelo takému ambicióznemu projektu, musí byť teleskop natoľko operabilný, aby dokázal v priebehu 5 sekúnd pointovať ďalší cieľový objekt do vzdialenosti 3 stupňov.

Revolučný optický dizajn umožní LSST nielen neobyčajne široký, ale aj maximálne hlboký záber. Teleskop preverí počas tmavej jasnej noci 4000 štvorcových stupňov oblohy, čo je 100-násobok plochy gigantického zhluku hmoty, nazývaného Big Dipper.

LSST umiestnia v oblasti s najlepším možným počasím. Vo výhlade je i lokalita v čílskych Andách. Dva teleskopy, optimálne umiestnené na oboch pologuliach, by preverili celú oblohu, pričom by poskytovali aj údaje z prekrývajúcich sa častí oblohy. Ak by sa tento teleskop postavil na Zemi (zvažuje sa aj možnosť vyslať ho na obežnú dráhu kolo Zeme), stála by jeho konštrukcia 100 miliónov dolárov. Nižšie náklady vyvážia handicap možného seeingu.

Rýchla optika relatívnej (blin-of-an-eye) 20-sekundovej expozície dokáže zachytiť aj svetlo mimoriadne slabých hviezd a galaxií. Terciálne zrkadlo bude zberať svetlo z poľa širokého 3 stupne na dve hexagonálne mozaiky, zostavené z niekoľkých tuctov optických detektorov s výkonom 2 gigapixelov. Pred exponovaním každej ďalšej časti oblohy (raz za 30 sekúnd) zbaví sa kamera LSST predtým získaných údajov rýchlosťou 500 megabajtov za sekundu. Takáto lavína údajov nemá vo svete optických teleskopov ob-



LSST objaví tisíce vzdialených supernov, podobných tej, ktorá je na snímke Hubble Deep Field označená šípkou. Astronómia po analýze parametrov objavených supernov dokáže odhadnúť rozloženie tmavej hmoty vo vesmíre.

dobu; porovnať ju možno iba s výkonom prístrojov v oblasti časticovej fyziky.

Softvér bude musieť tento prívál údajov takmer okamžite automaticky detegovať; rozlíšiť premenné hviezdy od pohybujúcich sa objektov, uložiť údaje do archívu, kde budú prístupné celej astronomickej obci.

Mapovanie tieňového vesmíru

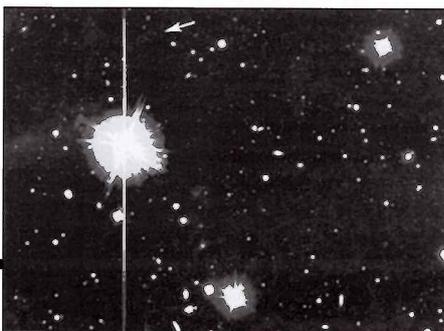
So súčasnými prístrojmi (napriek tomu, že v poslednom desaťročí začalo pracovať niekoľko naozaj výkonných teleskopov) sme nedokázali zatiaľ spoľahlivo identifikovať substanciu, ktorá vytvára väčšinu hmoty vesmíru a kontroluje evolúciu ozrutných štruktúr svojou gravitáciou. Názdávame sa, že práve táto tmavá/skrytá hmota dokázala v priebehu miliárd rokov vytvoriť maticu, podľa ktorej sa normálna hmota usporiadala do galaxií, hviezd, planét a vyprodukovala aj nepočtené ostrovčeky života.

Gravitačné efekty tmavej hmoty sformovali vesmír do podoby „opony plnej záhybov“; toto zdanie vyvolávajú gravitačné šošovky. Tento jav predpovedal už Albert Einstein, keď tvrdil, že gravitácia môže priestor deformovať, pokrčiť. Inými slovami: svetlo pri svojom pohybe priestorom môže gravitácia ohnúť, čo do istej miery pripomína golfovú loptičku, kotúľajúcu sa po nerovnom teréne.

Čo je však za touto oponou? Zdá sa, že svetlo z miliárd vzdialených galaxií vytvára čosi ako tapetu na pozadí, ktorú zlačňa tmavá hmota v popredí. LSST bude potrebovať optimálne podmienky, aby sa mu podarilo zmerať pri galaxiách tzv. „shear effect“, po slovensky: do akej miery skresľuje šoškovkovanie ich skutočnú podobu.

LSST získa údaje na vyhotovenie trojdimenzionálnej mapy tmavej hmoty. Kvôli tomu musí

LSST bude neprekonateľný pri zaznamenávaní vzplanutí žiarenia gama, podobných tomu, ktorý je označený šípkou na snímke z roku 2000.



neobyčajne presne zmerať nielen vzdialenosti gravitačne šoškovkovaných galaxií, ale aj vzdialenosti oblakov hmoty v popredí, ktoré toto šoškovkovanie spôsobujú. Vzdialenosti galaxií v pozadí zmeria na základe určovania ich farby. Táto technika, nazývaná *fotometrický červený posun*, je náhradou tradičnej spektroskopie, pomocou ktorej sa robia merania kozmologického červeného posunu. Mnohé vzdialené objekty sú však také slabé, že táto spoľahlivá technika je pri nich jednoducho nepoužiteľná.

V rámci mapovania tmavej hmoty pomocou LSST sa získajú údaje aj o geometrii vesmíru aj o veľkosti a počte jednotlivých štruktúr. Hodnota miery deformácie tvarov galaxií nám pomôže spresniť podiel hmoty a energie vo vesmíre. Tmavá energia utlmuje rast týchto štruktúr, takže LSST pomôže odvodit podstatu záhadnej tmavej energie, ktorá dnes urýchľuje rozpínanie sa vesmíru. Mapy LSST nám pomôžu identifikovať kopy galaxií vo veľkých vzdialenostiach, takže budeme môcť pomerne spoľahlivo odhadnúť, ako rýchlo sa dokázali veľkoškálové štruktúry uvoľniť zo siete tmavej hmoty v mladom vesmíre. Gravitačné šoškovkovanie dokáže rozložiť obrazy vzdialených kvazarov; z frekvencie týchto efektov možno odhadnúť, do akej miery gravitácia zakrivuje priestor.

LSST zohrá významnú rolu aj pri vyhľadávaní supernov, pomocou ktorých chcú astronómia spresniť predstavy o „konštrukcii vesmíru“. Supernovy sú oknami do vzdialenej minulosti a predbežne aj nespoľahlivejšími pomocníkmi kozmológov, ktorí potrebujú údaje o tom, ako sa vesmír počas expanzie menil.

Tím astronómov pri HST objavil v roku 2000 veľmi vzdialenú supernovu. Po analýze jej parametrov zistili, že rozpínanie vesmíru sa kedysi spomaľovalo, ale v poslednom období pod vplyvom negatívneho tlaku tmavej energie sa zrýchľuje.

Keby sa vesmír rozpínal rovnomerne, svetlo vzdialených supernov by predvídateľne pohlánilo v závislosti na vzdialenosti od Zeme. Ak je svetlo supernovy jasnejšie, ako sa predpokladalo, vesmír sa musel rozpínať pomalšie, ako by sa po explózii rozpínal mal. Ak je svetlo slabšie, ako sa predpokladalo, musel sa vesmír rozpínať rýchlejšie, ako sa očakávalo, prinajmenšom v dobe po výbuchu supernovy.

Kozmológovia i hviezdári vedia, že ak chcú

pochopiť podstatu tmavej energie, ktorá pred 7 miliardami rokov iniciovala čoraz rýchlejšie rozpínanie sa vesmíru urýchľovať, musia objaviť ešte veľa supernov. Pozorovania zo Zeme nedokážu objaviť viac ako 300 supernov ročne. Jeden z ťžiadostivých projektov LSST predpokladá, že sa podarí objaviť 1000 supernov z kritického rozmedzia, keď sa vesmír začal rozpínať. V rámci projektu SNAP získame obraz o vybraných „hlbokých“ oblastiach vesmíru. Konštruktéri LSST sa však dušujú, že kombináciou širokého a hlbokého pohľadu na oblohu sa im podarí objaviť najmenej 200 000 stredne vzdialených supernov ročne!

Mnohí teoretici sa nazdávajú, že zdrojom tmavej energie je vákuum. Táto teória má svoj háčik: vypočítaná hodnota energie vákuua je taká silná, že by už veľmi dávno rozmetala vesmír na všetky strany. Jediným riešením tejto dilemy je pripustenie možnosti, že hodnota energie vákuua narastala postupne. Tento predpoklad stál pri zrode inej teórie (nazývanej aj kvintesencia/piata sila), ktorá predpokladá, že súčasťou vesmíru je pole negatívnej, odstredivej energie. Podľa tejto gravitácia v rozpínajúcom sa a chladnúcom vesmíre postupne slabla v prospech kvintesencie (anti-gravitácie, ktorá je onou piatou silou), a tá prevzala kontrolu a urýchlila pohyb navzájom sa vzdalujúcich galaxií. Supernovy, popri tom, že sa stali pomôckami pri hľadaní tmavej energie gravitačným šošovkovaním, môžu pomôcť aj pri odhadovaní presného množstva tmavej energie i množstva tmavej hmoty.

LSST teda otvorí nové okno do mladého búrlivého vesmíru. V mladom vesmíre kolidovali galaxie oveľa častejšie ako dnes, pričom produktmi týchto kolízií bol košatý ohňostroj mladých, zažihajúcich sa hviezd.

Astronómovia získali o búrlivosti mladého vesmíru prvú predstavu v roku 1970, keď vojenský satelit zachytil niekoľko vzplanutí žiarenia gama, nazývaných dnes skrátene GRB. Tieto vzplanutia, 100-krát energetickejšie ako vzplanutie supernov, objavujú sa v priemere raz za deň na rôznych miestach oblohy. Väčšina z nich vo vzdialenosti miliárd svetelných rokov. Sú svedkami doby, keď v dôsledku bohatej hviezdotvorby vznikali v mladom vesmíre aj hypernovy, ultramasívne hviezdy, ktorých výbuch generuje gigantické vzplanutie žiarenia gama.

S pomocou LSST dokážeme odhalíť aj tie najslabšie vzplanutia GRB. Teleskop dokáže zaznamenať ich farbu, svietivosť a odhadnúť smer pohybu svetla.

Objekty GRB predstavujú iba vrchol ladovca. Neobyčajne pestrá paleta astronomických fenoménov sa objavuje a zaniká na oblohe ako svätovánske mušky v noci. Majú aj spoločný názov: transient effects, *krátkodobé efekty*. Patria sem výtrysky z čiernych dier, ktoré sú generátormi aktívnych galaxií a kvazarov, premenlivých hviezd, stelárnych erupcií, ale i mikrošošovkových udalostí, keď hviezda pohasne vo chvíli, keď ju míňa nejaký tmavý objekt v popredí.

LSST nám umožní nový pohľad na našu galaxiu. Pomocou LSST vybudujeme obrovskú databázu premenlivých hviezd najrozličnejších typov, napríklad zákrytových dvojhviezd (eclipsing binaries). Po analýze takejto databázy objavíme veľký počet extrasolárnych planét. Astro-



Astronómovia už objavili vyše 500 objektov Kuiperovho pásu. Jedným z nich je 1966 T066, pripomínajúci zagulatenú šmuhu. LSST objaví najmenej 10 000 takýchto telies.



LSST skompletizuje katalóg objektov približujúcich sa k Zemi, alebo periodicky križujúcich jej obežnú dráhu. Najmenšie objekty, ktoré dokáže rozlíšiť, majú rozmery Tunguzského meteoritu, teda asi 100×60 metrov.

nómovia tušia, že LSST, ako každý nový prístroj, urobí aj celkom neočakávané objavy.

Širokouhlá optika a citlivosť LSST nie sú najvhodnejšie na skúmanie najhlbšieho vesmíru. Iba neďaleko, na hraniciach našej Slnčnej sústavy, vieme o existencii Kuiperovho pásu, ktorého súčasťou je bezpočet, možno miliardy malých telies obiehajúcich našu Zem. V posledných rokoch počet objavov nových telies za Neptúnom dramaticky rastie. Vyše 500 týchto Kuiperových (KBO) objektov bolo už objavených, medzi nimi i binárne KBO, ktorých vývoj a dynamiku zatiaľ nikto presne nechápe.

Kuiperov pás je jedným z posledných bielych miest našej Slnčnej sústavy. Bez poznania KBO objektov však nemôžeme spoľahlivo rekonštruovať vznik a evolúciu našej Slnčnej sústavy i planetárnych sústav okolo iných hviezd. Predpokladá sa, že LSST objaví najmenej 10 000 KBO. Takýto štatistický súbor bude pre planetológov neoceniteľný.

Analytici doteraz objavených extrasolárnych systémov zaznamenali, že obrovské planéty migrujú, čo je proces, ktorý kedysi prebiehal aj v našej Slnčnej sústave. Obežné dráhy KBO sú jediným zachovaným záznamom z tejto doby, môžeme z nich odvodiť, či sa veľké planéty po svojom vzniku od Slnka vzdalovali, alebo sa k nemu

približovali, koľko tých planét bolo, aké boli dôsledky gravitačného biliardu na konečnú zostavu našej sústavy. Možno získame odpoveď aj na otázku, prečo náš Jupiter zaparkoval stabilne na svojej dráhe, zatiaľ čo tretina extrasolárnych Jupiterov sa po špirále spustila na veľmi blízke obežné dráhy okolo materských hviezd. Mnohé objekty KBO (vrátane Pluta) majú s Neptúnom rezonančné obežné dráhy. Po získaní istého súboru údajov môžeme zistiť, ako Neptún vymetal hmotu zo Slnčnej sústavy.

Dnes už nepochybujeme o tom, že okolohviezdne disky v iných sústavách vznikli v dôsledku kolízií objektov typu KBO. Zdá sa, že tento proces je v prípade mladých hviezd obvyklý, takže má veľký vplyv na vznik planetárnej sústavy. Je paradoxné, že dnes vieme o našom okolohviezdnom disku (presnejšie o jeho zvyškoch) oveľa menej ako o okolohviezdnych diskoch iných hviezd. Rovnako málo vieme aj o KBO objektoch.

LSST sa zameria i na vyhľadávanie a kontrolu asteroidov a komét, ktoré sa periodicky približujú k Zemi. Astronómovia doteraz objavili asi 2000 NEO-objektov s priemerom väčším ako 800 metrov, ktoré križujú obežnú dráhu Zeme. Astronómovia pomocou LSST zostavia katalóg objektov NEO, v ktorom budú tisíce telies s priemerom až 100 metrov. Rovnako úspešne si bude počínať aj pri objavovaní blízkozemných komét, ktoré väčšinou žiaria iba veľmi slabo. Aj malé NEO objekty môžu na Zemi spôsobiť nepredstaviteľnú katastrofu. Pri kolízii s menším asteroidom (priemer 170 m) uvoľ-

ní sa energia ekvivalentná 1000-megatonovej explózii. LSST v priebehu 10 rokov objaví a zaeviduje 90 percent asteroidov až po priemer 200 metrov.

Nebeské patroly

LSST bude fungovať inakšie ako existujúce veľké teleskopy. V minulosti sa teleskopy projektovovali pre jednotlivcov a skupiny pracujúce na špecifickom poli astronómie; služby LSST budú môcť využívať špecialisti z mnohých oblastí astronómie, všetci, ktorých projektom pomôže možnosť efektívneho preverenia 10 000 stupňov nočnej oblohy v priebehu štyroch dní. Po spustení LSST sa astronómia určite zmení. Vedci budú oveľa viac pracovať s archivovanými údajmi.

Istým problémom bude zabezpečiť rýchly prístup k narastajúcej hore archivovaných petabajtov snímok a terabajtov katalogizovaných údajov. Archív LSST sa stane Virtuálnym observatóriom, ktoré umožní všetkým astronómom, denne a simultánne, využívať niekoľko tisícov založených a permanentne inovovaných databáz.

RAY VILLARD

Autor pracuje vo Vedeckom inštitúte vesmírneho teleskopu (STSI) v Baltimore.

Kolízia dvoch čiernych dier v NGC 6240

Astronómia objavila dve supermasívne čierne diery v jednej galaxii! Po podrobnejšej analýze dospeli k záveru, že sa v budúcnosti pravdepodobne zrazia a splynú. Tento „čierny karambol“ uvoľní také množstvo energie, že hviezdy z vnútorných oblastí galaxie budú vykatapultované mimo galaxie a okolitý vesmír zaplaví prúd žiarenia a gravitačnej energie.

Tento objav vzbudil pozornosť, pretože doteraz sa o možnosti existencie dvoch supermasívnych čiernych dier v jednej galaxii pochybovalo. Navyše: ide o pozorovanie, ktoré poopraví platnú teóriu o čiernych dierach a ich eventuálnom splynutí.

Už dávnejšie sa vedelo, že v galaxii NGC 6240 sú blízko jej stredu dve svetlé škvrny; dve jadrá, ktorých existenciu potvrdili rádioteleskopy, infračervené i optické ďalekohľady. Detailnejšie pozorovania znemožňujú veľkú koncentráciu prachu v centrálnej oblasti, takže jediným prístrojom, ktorý umožňuje ďalší výskum, je predbežne iba röntgenový satelit Chandra. „Chandra mala zistiť, či aspoň jedno jadro bolo aktívnou čiernou dierou,“ vraví Stefanie Komossaová, pracovníčka Inštitútu Maxa Plancka pre mimozemskú fyziku. „S prevkapaním sme zistili, že oba objekty sú aktívnymi čiernymi dierami.“

Aktívne čierne diery konzumujú okolitú hmotu. Astronómia to dokáže detegovať vďaka tomu, že časť hmoty čierne diery neskončujú a tá sa mení na energiu v prostredí, kde sa častice pohybujú vysokou rýchlosťou. Tieto procesy generujú röntgenové žiarenie i iné formy radiačie a navyše menia hmotu na plazmu. Vlni bola uverejnená štúdia, ktorej autori predpokladajú, že gravitačné splnutie dvoch čiernych dier môže byť modelom, z ktorého sa bude dať odhadnúť množstvo prijímanej a vypudzovanej hmoty z týchto záhadných objektov.

Aj v centre našej Galaxie je supermasívna čierna diera s hmotnosťou 2,6 miliónov Slnk, ktorá nie je príliš aktívna, ba zdá sa, že momentálne spí.

Kedy dôjde ku kolízii?

Galaxia NGC 6240 je vo vzdialenosti 400 miliónov svetelných rokov, ak pravda vychádzame z astronomických štandard vesmíru, ktorý je väčší ako 12 miliárd svetelných rokov. Čierne diery, ktoré sa k sebe približujú, delí momentálne 3000 svetelných rokov. Každá z nich hniezdila kedysi vo vlastnej galaxii; tieto galaxie pred 30 miliónmi rokov kolidovali.

Kolízia a splnutie galaxií by nemali mať na väčšinu hviezd stelárneho ostrova významnejší vplyv. Ak však kolidujú dve čierne diery, vznikne chaotické prostredie. Momentálne obe čierne diery na seba gravitačne nevlývajú, prinajmenšom nie priamo. Proces splývania galaxií pohyb hviezd neovplyvňuje, pretože ich delia veľké vzdialenosti. Centrá oboch galaxií, oblastí nabitých

hmotou okolo čiernych dier, však už na seba gravitačne pôsobia.

Ak sa čierne diery k sebe približia, niektoré hviezdy začnú pociťovať dôsledky. „Jednotlivé hviezdy, ktoré sa k čiernym dieram približia, sa budú pohybovať čoraz rýchlejšie, takže ich nakoniec gravitačný kaptapult vymrští mimo galaxie,“ vraví Komossaová. „Generátorom tohto gravitačného kaptapultu bude orbitálna energia binárneho systému dvoch čiernych dier.“ Rovnaký efekt využívajú aj inžinieri NASA, keď vyšlú na obežnú dráhu okolo Zeme sondy, pričom využijú aj zlomok energie planéty ako „gravitačný kopanec“; ten pohyb sondy urýchli natolko, že unikne z príťažlivosti Zeme a vydá sa k vzdialenému cieľu.

Gravitačné vlny

Keď sa obe čierne diery približia na vzdialenosť 1 svetelného roka, začnú sa pohľovať. „Teraz sa približujú po spirále,“ vysvetľuje Komossaová. „Vo chvíli, keď dve čierne diery splynú do jednej, masívnejšej, vygenerujú mohutné gravitačné vlny.“

Tieto vlny sa budú šíriť vesmírom, pričom poriadne poprehýbajú, pokrčia tkaninu priestoru. Toto gravitačné čerenie umožní astronómom detegovať nepatrné zmeny vzdialeností medzi dvoma bodmi v priestore. „Po prvýkrát vidíme čier-

nu dieru v akcii. Vidíme objekty, ktoré vyvolajú v budúcnosti silné gravitačné vlnenie,“ vraví Günter Hasinger, ďalší člen tímu.

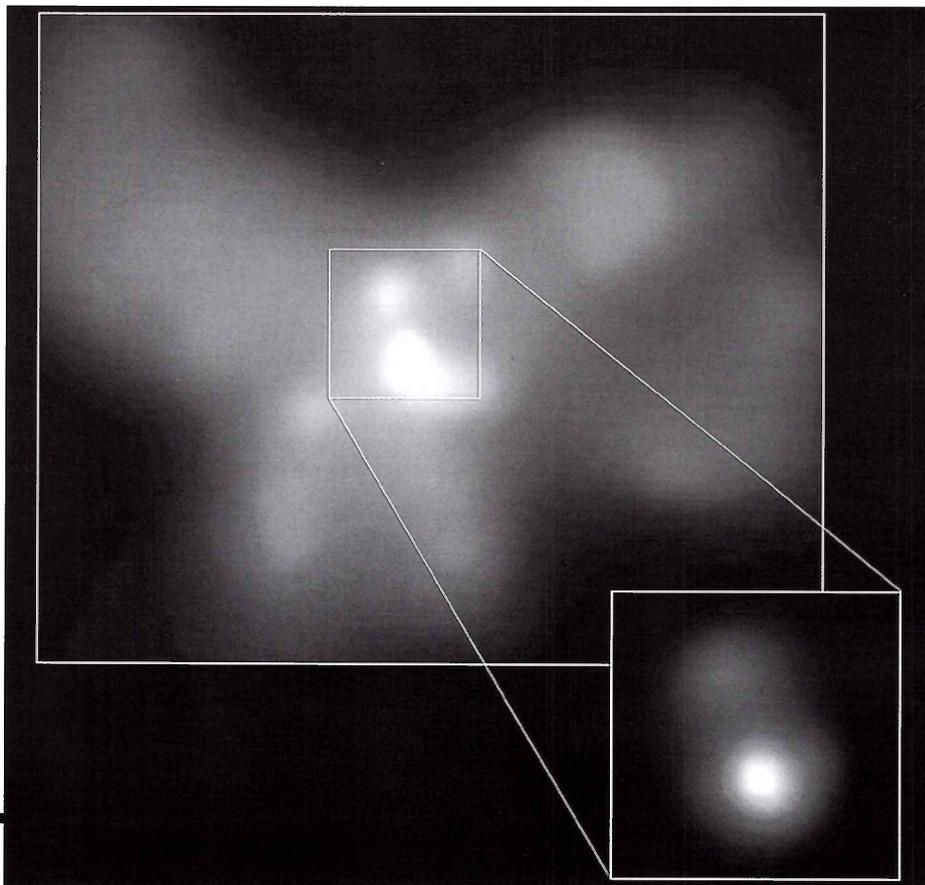
Vo finálnej fáze pohlcovania sa bude k obom čiernym dieram plynúť čoraz viac plynu. Komossaová: „Gravitačne nasávaný plyn bude prúdiť čoraz rýchlejšie a bude čoraz horúcejší, takže svietivosť jadra galaxie sa dramaticky zvýši. Jeho svietivosť prekoná luminozitu zvyšku galaxie o niekoľko rádov. Silné radiačné pole začne deštruovať prachovú záclonu okolo jadra, takže vonkajší pozorovatelia budú mať čoraz lepšie podmienky na jeho pozorovanie.“

Mimoriadne silné žiarenie zabráni časti gravitačne nasávanej hmoty priblížiť sa k horizontu udalostí a prepadnúť sa do čiernej diery; silný tlak žiarenia vytlačí časť hmoty smerom od jadra, vzniknú mohutné prúdy i výtrysky hmoty. Keď dôsledky kolízie oslabnú, v blízkosti jadra NGC 6240 ostane iba zopár hviezd.

Kolko je vo vesmíre čiernych dvojčiek?

Komossaová tvrdí, že objav „black hole binaries“ je nepriamym dôkazom existencie čiernych dier v najrozličnejších štádiách vzájomného pohlcovania sa v celom vesmíre. Je výhodné, že NGC 6240 je relatívne blízko, čo umožňuje podrobné pozorovania. „Fakt, že sme objavili binárnu čiernu dieru v blízkej galaxii svedčí o tom, že takýchto objektov je vo vesmíre veľa,“ vraví Komossaová. Z viacerých štúdií vyplynulo, že každý rok sa vo vesmíre odohrá aspoň jedna udalosť, ktorá generuje gravitačné vlny. Až LISA (Laser Interferometer Space Antenna), detektor, ktorý už onedlho začne pracovať v USA, dokáže gravitačné vlny detegovať a merať.

Z röntgenovej snímky satelitu Chandra vyplynulo, že objekt, pokladaný dlho za galaxiu NGC 6240 sú vlastne dve kolidujúce galaxie, s dvoma jadrami, ktorých kôstkami sú masívne čierne diery, vzdialené od seba iba 3000 svetelných rokov. Keď raz tieto dve diery splynú, tkanina vesmíru sa pokrčí.



Exotické vnútornosti neutrónovej hviezdy



Model dvojhviezdneho systému EXO 0748/676. Neutrónová hviezda vysáva hmotu so svojho súputníka. Vysávaná hmota sa po špirále približuje k neutrónovej hviezde. Väčšie balíky hmoty pri kontakte s povrchom neutrónovej hviezdy explodujú, pričom sa uvoľňuje intenzívne žiarenie.

Špecialisti na neutrónové hviezdy dostali vzácny darček. Röntgenový satelit XMM-Newton z dielne ESA získal senzačné údaje o vnútri týchto záhadných objektov, ktoré po prvýkrát umožnili konfrontovať teóriu so skutočnosťou.

Ide o neutrónovú hviezdu, ktorá je súčasťou dvojhviezdneho systému EXO 0748-676 v súhvezdí Lietajúcej ryby vo vzdialenosti 30 000 svetelných rokov. Zo Zeme ju možno pozorovať na Južnej oblohe, ale iba veľkými teleskopmi.

EXO 0748-676 má 1,4 hmotnosti Slnka, nahustenej do telesa s priemerom 16 kilometrov. Pri takejto hustote sa štruktúra hmoty zborť; protóny a elektróny vytvoria neutróny, či presnejšie, vznikne neutrónová supertekutina. Presným vypočítaním pomeru hmotnosti a hodnoty polomeru možno odhadnúť vlastnosti tejto supertekutiny i pátrať po prítomnosti exotických častíc, ktoré časticoví fyzici študujú pomocou pozemských urýchľovačov.

Posledný odhad pomeru hmotnosti/polomeru pri tomto telese je 0,152 slnečnej hmotnosti na kilometer, čo vyplývalo z hodnoty gravitačného červeného posunu: 0,35. Ide o prvý dôkaz získaný pozorovaním, že neutrónová hviezda je naozaj je vytvorená z nepredstaviteľne nahustených neutrónov, tak ako to teoretici predvídali. „Na rozdiel od Slnka, o vnútri ktorého už čosi vieme, neutrónové hviezdy sú pre nás čiernou skrínkou,“ vraví Frits Paerels z Kolumbijskej univerzity. „Po prvýkrát sa nám podarilo vyvŕtať do neutrónovej hviezdy malú dierku. Teoretici sa idú od radosti zbláznit.“

Podľa Mariana Mendeza z Holandského inštitútu pre výskum vemíru (SRON) je oveľa dô-

ležitejší fakt, že sa nám podarilo vyvinúť metódu na skúmanie bizarného vnútra superhustého balíka neutrónov s priemerom 16 kilometrov vo vzdialenosti tisícov svetelných rokov. „Kľúčom k objavu je gravitačný červený posun. Vďaka neuveriteľnému potenciálu satelitu XMM-Newton môžeme zmerať pomer hmotnosti/polomeru aj pri ďalších neutrónových hviezdach s možnosťou potvrdenia zatiaľ hypotetických kvarkových hviezd.“ V kvarkovej hviezde, ktorá je hustejšia ako neutrónová hviezda (a má teda aj iný pomer hmotnosti a polomeru), sú neutróny nahustené do takej miery, že sa spontánne uvoľňujú gluóny a kvarky, subatomárne častice, základné komponenty blokov atomárnej hmoty.

Uskutočniť takéto merania bolo možné iba preto, že sa hviezdárom podarilo pristihnúť neutrónovú hviezdu pri opakovaných, mimoriadne silných vzplanutiach žiarenia, ktoré zviditeľnili hmotu tam, kde je gravitácia najsilnejšia, teda v tesnej blízkosti neutrónovej hviezdy. V priebehu 93 hodín sa podarilo pozorovať 28 vzplanutí.

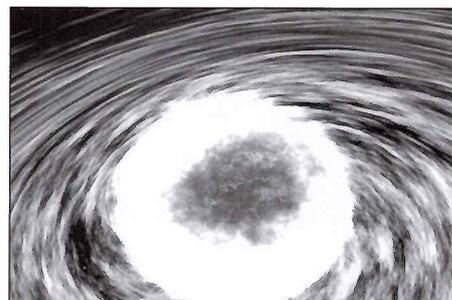
Dnes poznáme niekoľko tuctov dvojhviezdnych systémov s neutrónovou hviezdou pripomínajúcich EXO 0748-676. Pri týchto „dvojičkách“ dochádza k vzplanutiu niekoľkokrát denne, vždy vo chvíli, keď neutrónová hviezda konzumuje ďalší balík hmoty zo svojho súputníka.

Satelit XMM-Newton bol vypustený v roku 1999. NASA prideluje pozorovateľský čas aj hosťujúcim tímom.

Goddard Space Flight Center



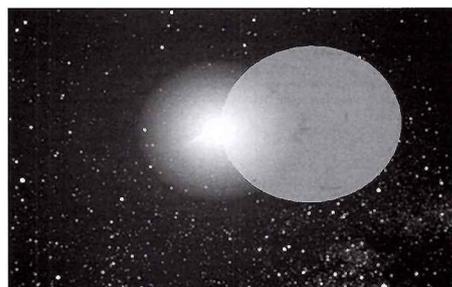
Pomocou tejto detailnej snímky sa podarilo určiť pomer hmotnosti a polomeru ultrahustej hviezdy v extrémne gravitačnom prostredí.



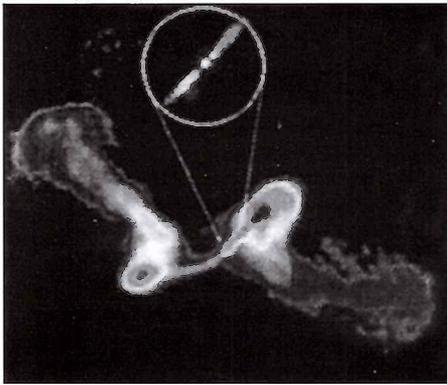
Neutrónová hviezda, zvyšok po hviezde, ktorá bola väčšia ako Slnko, nemá obvykle väčší priemer ako 20 kilometrov. Takýto balík nahustenej hmoty mohli sformovať sily, ktoré (možno) pôsobili aj momente big bangu; na Zemi ich nedokážeme napodobniť. Neutrónové hviezdy sú momentálne najperspektívnejším objektom testovania základných vlastností hmoty a energie.



Kľúčom k prvým údajom z vnútra neutrónovej hviezdy sa stalo svetlo prenikajúce tenučkou (necelé 2 cm!) atmosférou neutrónovej hviezdy, v ktorej sa svetlo pôsobením gigantickej gravitácie deformuje. Hodnota gravitačného červeného posunu, tak ako to predpovedal Einstein, vyplýva priamo z pomeru hmotnosti a polomeru skúmaného telesa. Z takto získanej hodnoty možno odvodiť vlastnosti hmoty aj pod povrchom neutrónovej hviezdy.



Iba počas vzplanutí je okolie neutrónovej hviezdy zaplavené dostatočne silným svetlom; svetlom, pomocou ktorého možno odvodiť vlastnosti hmoty sformovanej extrémnymi gravitačnými silami.



Rádiové výtrysky z jadra galaxie NGC 326 často menia smer, čo je dôsledok splývania čiernych dier po zrážke. Na snímke (v kruhu) vidíte výtrysky smerujúce k dvojke a osmičke na hodinovom ciferníku. Pred zrážkou smerovali k desiatke a štvorke.

Kolízie čiernych dier

S čiernymi dierami majú astronómovia problémy. Jeden z nich: ak dve čierne diery kolidujú, čo sa s nimi stane? Predpokladá sa, že vytvorí jediný objekt, ale nevedno, či splynú aj ich jadrá, alebo ostanú navzájom gravitačne zviazané, ale oddelené. Odpoveď na túto otázku je romantická: zdá sa, že masívne čierne diery, ktoré ležia v jadrách galaxií, po zrážke týchto hviezdnych ostrovov naozaj fúzujú.

„Mnohí astronómovia sa nazdávajú, že príroda dokáže čierne diery pospájať,“ vraví David Merrit z Rutgerskej univerzity. „Máme však dôkaz, že fúzujúce čierne diery naozaj existujú.“

Merrit a jeho partner Ronald Ekers z Australia Telescope National Facility študovali emisie z bizarne tvarovaných rádiových emisií, ktoré ešte pred nimi pozorovali pomocou prístroja Very Large Array v Novom Mexiku. Tieto zvláštne galaxie majú štyri laloky, ktoré na rádiových snímkach vyzerajú ako písmeno X.

Tieto laloky sú vlastne výtrysky vynášajúce častice rádiových emisií z jadra galaxie. Výtrysky štartujú z masívneho disku krúžiaceho okolo centrálnej čiernej diery v galaxii a menia sa podľa nasmerovania osi, okolo ktorej čierna diera rotuje. Merrit a Ekers sa nazdávajú, že tvar písmena X je najzreteľnejší vtedy, keď sa čierna diera v tej-ktorej galaxii pootočí, pričom sa zmení aj smer výtryskov. Zatiaľ čo jeden pár výtryskov označuje pôvodnú orientáciu čiernej diery, druhý pár reflektuje novú rotačnú os čiernej diery.

„Čierne diery sú také veľké a masívne,“ vraví Merrit, „že jediný objekt, ktorý by nimi dokázal 'pohnúť', je iba iná čierna diera.“ Ekers pomocou počítačového modelu vypočítal, že čierna diera dokáže 'pohnúť' aj pätnásobne masívnejším objektom.

Vyššie 7 percent galaxií má tvar písmena X. Tieto „ixaté“ laloky sú nepriamym dôkazom toho, že každý rok sa udeje prinajmenšom jedno splnutie čiernych dier. „O 'ixatých' galaxiách už vieme dlho, ale nedokázali sme ich vysvetliť,“ vraví Merrit. „Viaceri astronómovia to vysvetľovali koalescenciou čiernych dier. Dnes vieme, že ide o dôsledky 'čiernych karambolov'.“

Podľa internetových zdrojov

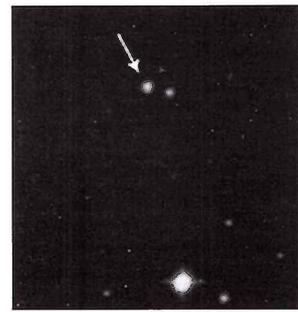
Hviezdy bez ťažkých prvkov

Už pred 60 rokmi nemecko-americký astronóm Walter Baade rozdelil hviezdy našej Galaxie do dvoch základných skupín. Mladé hviezdy, obiehajúce stred Galaxie v rovine ekliptiky označil ako hviezdy „populácie I.“; oveľa staršie hviezdy, vyskytujúce sa najmä v galaktickom halo a v guľových hviezdokopách označil za hviezdy „populácie II.“. Pre staré hviezdy je príznačné, že obsahujú mimoriadne málo prvkov ťažších ako hélium; astronómovia ich už pokladajú za kovy.

Stelárnici si už dávno lámu hlavy nad vlastnosťami najstarších hviezd, ktoré sa sformovali už krátko po big bangu a preto ich tvorí iba vodík a hélium. Väčšina stelárnikov sa nazdávala, že dôkazy o existencii hviezd „populácie III.“ sa im nikdy nepodarí získať. Konvenčné teórie tvrdia, že hviezdy z „populácie III.“ by mali byť 100- až 1000-násobne hmotnejšie ako Slnko (hviezda populácie I.) a preto by mali mať iba krátky život a skončiť svoju púť ako prvé supernovy v Galaxii. Iba nedávno získal medzinárodný tím astronómov údaje, z ktorých vyplýva, že objavili niekoľko hviezdnych matuzalemov.

Údaje, ktoré otriasli teóriou, získal tím zo spektra červeného obra, hviezdy HE 0107-5240, ktorá si razom získala primát ako hviezda s najnižším obsahom kovov. Metalicita tejto hviezdy, iba o 80 percent hmotnejšej ako naša hviezda, predstavuje jednu dvestotisícimu (1/200 000) metalicity Slnka. Objav tejto 13 miliárd rokov starej hviezdy a jej „súrodencov“ umožnil desať rokov starý prehľad Hamburg/ESO, zostavený pozorovateľmi na Európskom južnom observatóriu v Chile. Ukazuje sa, že hviezdy populácie III. asi ešte všetky nezanikli; hľadať ich budeme v najodľahlejších oblastiach galaktického halo.

Väčšina hviezd populácie III. už dávno zanikla výbuchom supernovy, ktoré rozptýlili ťažšie kovy, vytvorené v jadrách hviezd v procese nukleárnej fúzie. Niektoré z nich, tie najmenšie, presnejšie tie s najnižšou hmotnosťou, však pretr-



Hviezda HE 0107-5240 obsahuje najmenej ťažkých prvkov zo všetkých doteraz preskúmaných hviezd.

vali dodnes, pretože ich nízka hmotnosť vylučuje rýchle spotrebovanie paliva.

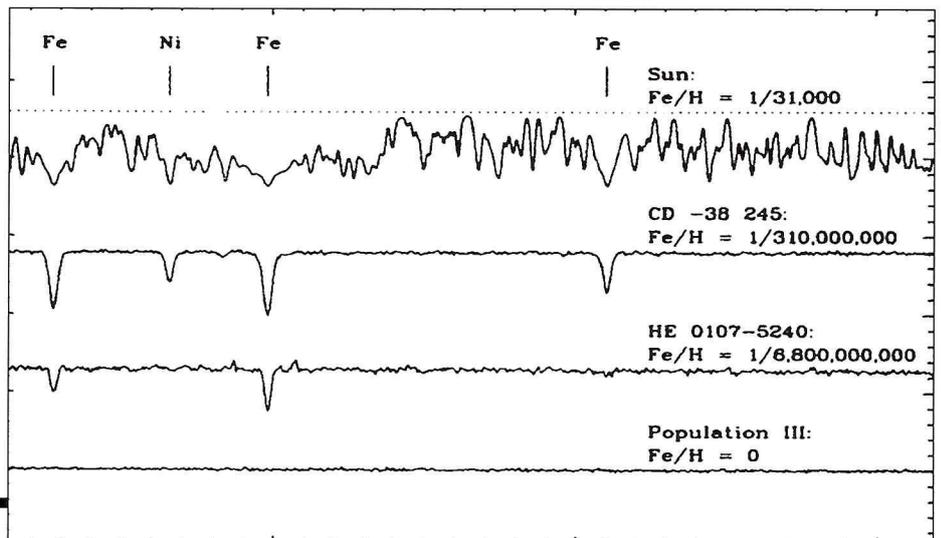
„Pri výbuchu supernovy sa do okolia rozptýli oblak plynu, ktorý dosiahne veľkosť priemernej hviezdokopy. Obsah kovov v takejto bubline kolíše od nuly až po 1/200 metalicity Slnka“, vraví Timothy Beers, jeden z členov tímu. „Hviezda HE 0107-5240 sa sformovala práve z takéhoto koktajlu. S týmto objavom sme vstúpili do kráľovstva hviezd populácie III. Tušíme, že čoneviedieť objavíme hviezdy, ktoré okrem vodíka a hélia neobsahujú nijaké dodatočné prímesty.“

HE0107-5240 sa nachádza v súhvezdí Phoenix, vo vzdialenosti 36 000 svetelných rokov od Zeme, vo vysokých šírkach južného galaktického halo. Je to hviezda 16. magnitúdy, 10 000-násobne slabšia ako najslabšie hviezdy viditeľné voľným okom. Pomocou ultrafialového a virtuálneho spektroskopu Echelle na 8,2-metrovom Very Large teleskope v Chile sa podarilo získať spektrum, z ktorého vyplýva, že metalicita objektu je neobyčajne nízka.

Tím v najbližších rokoch preverí získané spektra ďalších 8000 hviezd z vonkajších oblastí galaktického halo. Timothy Beers: „Čím ďalej do vonkajších oblastí halo prenikneme, tým pravdepodobnosť, že narazíme na hviezdy s nízkou metalitou rastie. V budúcich rokoch spektrálne preveríme hviezdy 17. magnitúdy vo vzdialenosti 100 000 svetelných rokov.“

Nature

Malá časť spektra vo vizuálnej oblasti demonštruje výnimočnosť hviezdy HE 0107-5240. Celkom hore vidíte spektrum Slnka, kde na 1 atóm železa pripadá 31 000 atómov vodíka. V ďalšom riadku je spektrum hviezdy CD-38 245, ktorá bola donedávna držiteľkou rekordu nízkej metalicity s 1 atómom železa na 310 miliónov atómov vodíka. HE 0107-5240 má 1 atóm Fe na 6,8 miliárd atómov vodíka. Hypotetické hviezdy populácie III. na samom spodku obsahujú iba vodík a hélium, nanajvýš malé množstvo líthia.



Senzačná snímka slnečnej superškvvrny



Slnečný ďalekohľad v La Palma na Kanárskych ostrovoch zhotovuje najostrejšie zábery slnečného povrchu.

Ak sa v astronómii objaví nový prístroj alebo technológia, ktoré umožňujú rádovo vyššie rozlíšenie, neraz sa stane, že aj snímky najznámejších objektov nás mimoriadne prekvapia. Výnimkou nie je ani Slnko: doteraz najostrejšie snímky slnečného povrchu získali astronómovia pomocou celkom nového švédskeho solárneho teleskopu. Snímka odhalila pred slniečkarmi celkom nový úkaz v penumbre slnečnej škvvrny.

Penumbra, vonkajšia, polotmavá časť slnečnej škvvrny, je utkaná z tenkých, radiálnych filamentov*) plynu, ktoré sú na snímke skvele rozlíšené. Na snímke jasne vidíme, že tieto filamente majú široké, tmavé jadrá. Predbežne nikto netuší, ako tento objav interpretovať.

Dan Kiselman z Kráľovskej švédskej akadé-

mie vied vyhlásil, že penumbriálne filamente, 150 až 180 kilometrov široké, sú pravdepodobne magnetickými prietokovými trubicami, ktorými prúdi plazma (ionizovaný plyn). Skutočná podstata filamentov, ich vznik, evolúcia a rozpad sú zatiaľ zahalené tajomstvom. Pozorované tmavé jadro sa môže objaviť vtedy, keď je vnútro prietokovej trubice chladnejšie, alebo (možno) aj vtedy, keď široká rieka chladnejšieho plynu dosiahne „ústie“ každého filamentu. Nakoľko je vonkajšia strana prietokových trubíc chladnejšia a chladný plyn je ťažší ako horúci, obe vysvetlenia sú málo pravdepodobné. Švédi sa chcú s problémom popasovať teoreticky.

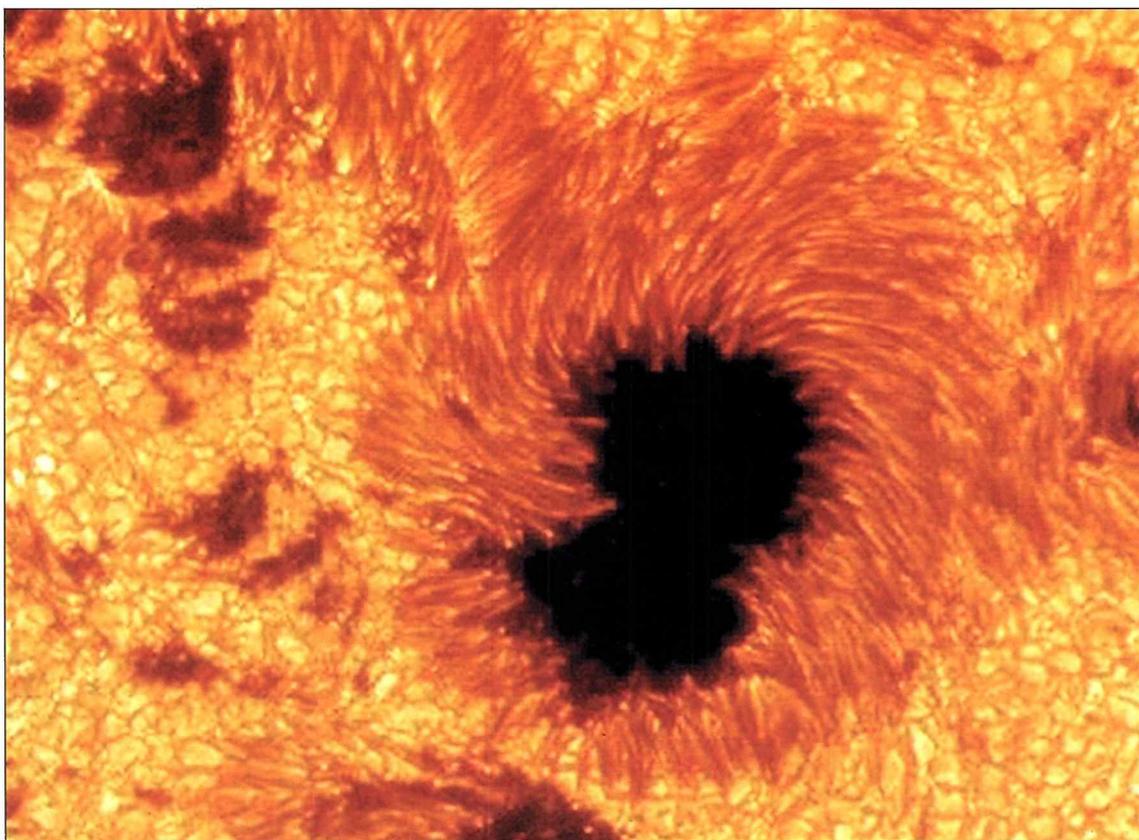
Senzačné snímky získal švédsky 1-metrový solárny teleskop, ktorý nedávno uviedli do pre-

vádzky na Roque de los Muchachos Observatory v La Palme na Kanárskych ostrovoch. Teleskop využíva adaptívnu optiku na korigovanie atmosférických turbulencií a špeciálny počítačový program, ktorý umožňuje zvyšovať ostrosť snímok. Švédsky tím vedený Göranom Scharmem dosiahol rozlíšenie 0,1 oblúčovej sekundy, čo zodpovedá 75 kilometrom na povrchu Slnka.

Podľa solárneho fyzika Roba Ruttena (z Utrechtskej univerzity) možno so švédskym prístrojom dosiahnuť o 100 percent lepšie výsledky, ako dosiahli Holanďania na svojom 45-centimetrovom Dutch Open Telescope (DOT) pomocou metódy škvvrnovej interferometrie. „Výhodou adaptívnej optiky je,“ vraví Rutten, „že ju môžete s úspechom používať aj pri spektrografii a polarimetrii.“ A presne to chcú Švédi urobiť.

Aj v Spojených štátoch sa podarilo pomocou adaptívnej optiky (na 76-cm R.B. Dunn Solar Telescope, ktorý stojí na Sacramento Peak v Novom Mexiku) dosiahnuť rovnaké rozlíšenie (0,1"), ibaže nie na takej ploche.

Rutten je presvedčený, že penumbriálne filamente sa podarí už onedlho podrobne preštudovať, pretože nepredpokladá, že existujú aj v menšom vydaní. Podaktorí solárni astronómovia sa naopak domnievajú, že podstata filamentov je fraktálna, teda že existujú v niekoľkých škálach v čoraz jemnejšom vydaní. Tento spor môžu rozhodnúť iba numerické simulácie, alebo výkonnejšie prístroje, napríklad japonský satelit Solar-B, ktorý vypustia v roku 2005; alebo 4-metrová Advanced Technology Solar Telescope v U.S. National Solar Observatory. Kiselman je presvedčený, že jeho tím sa na čele solárnej fyziky udrží niekoľko rokov.



Túto snímku slnečnej škvvrny exponoval švédsky 1-metrový solárny teleskop na Kanárskych ostrovoch. Na snímke môžete jasne rozlíšiť filamente vytvárajúce polotmavú „šticu“ penumbry. Rozlíšenie 0,1 oblúčovej sekundy, (75 km na povrchu Slnka); ide teda o doteraz najostrejšiu snímku slnečného povrchu. Pôvodne čiernobiela snímka bola dodatočne kvôli výraznejším kontrastom kolorovaná.

Séria obrázkov, ktorú ďalekohľad zhotovil v priebehu polhodiny, dáva po spojení peknú animáciu.

*) V bežnej terminológii sa pojem filament používa pre štruktúru v čiare H α , viditeľnú v absorpcii na disku. V tomto článku ide o filament (pozdĺžnu štruktúru v bielom svetle).

Blízkozemné planétky vizuálne

2002 NY₄₀

Mnohí z nás majú ešte v čerstvej pamäti planétku (33342) 1998 WT₂₄, ktorá sa v polovici decembra minulého roku priblížila k Zemi na vzdialenosť 1,87 mil. km a dosiahla jasnosť +9,5 mag. Uplynulo iba 8 mesiacov a príležitosť na pozorovanie blízkozemnej planétky v amatérskych podmienkach sa zopakovala. Tentokrát to bol asteroid 2002 NY₄₀.

Okolnosti objavu

Asteroid 2002 NY₄₀ bol objavený 14. júla 2002 pomocou automatického ďalekohľadu LINEAR, ktorý sa nachádza na juhozápade Spojených štátov (štát Nové Mexiko) a je určený práve na vyhľadávanie blízkozemných asteroidov. V čase objavu sa asteroid nachádzal v západnej časti súhvezdia Vodnár, iba 49' južne od jasnej hviezdy β Aqr (Sadalsuud, +2,9 mag) a mal zdanlivú jasnosť +19 mag. Následné astrometrické pozorovania z mnohých svetových observatórií (vrátane slovenskej Modry, juhočeskej Klete a Ondřejova) spresnili dráhu telesa v Slnčnej sústave. Už krátko po objave bolo známe, že asteroid patrí do skupiny Apollo a križuje nielen dráhu Zeme ale aj dráhu Venuše a Marsu. Okolo Slnka obieha s periódou 2,93 roku, pričom tesné priblíženia k Zemi nastávajú v polovici februára a v polovici augusta (obrázok č. 1). Má priemer asi 500 m a patrí medzi tzv. potenciálne nebezpečné asteroidy. Vďaka svojim rozmerom je najväčším známym telesom, ktoré sa k Zemi približuje na vzdialenosť menšiu ako 1 milión kilometrov (trochu väčším bol iba asteroid Hermes, pozorovaný počas 4 nocí v roku 1937 a v súčasnosti stratený^{[1])}.

Priblíženie k Zemi

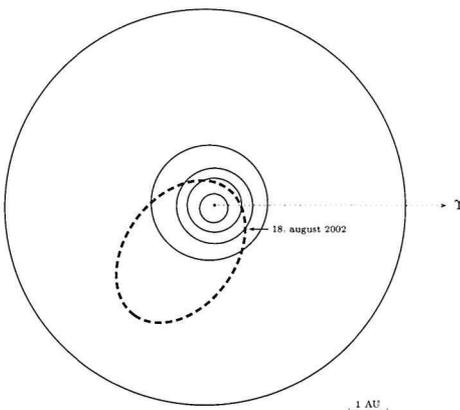
V dopoludňajších hodinách 18. augusta 2002 sa asteroid 2002 NY₄₀ priblížil k Zemi na minimálnu vzdialenosť 527 tisíc kilometrov a na oblohe dosiahol zdanlivú jasnosť okolo +9,5 mag. Vďaka tomu sa stal dostupným aj aj pre malé ďalekohľady a triédre. Mnohí si ešte spomenú na planétku (33342) 1998 WT₂₄, ktorá počas tesného priblíženia k Zemi v polovici decembra 2001 dosiahla podobnú jasnosť. Ak sa pozrieme do budúcnosti, tak najbližším známym blízkozemným asteroidom, ktorý na oblohe dosiahne takúto jasnosť a bude dobre pozorovateľný z našich zemepisných šírok bude až asteroid (1036) Ganymed v októbri roku 2011 (tabuľka č. 3). Keďže som decembrovú planétku nevidel a rok 2011 je pomerne ďaleko, nechcel som ponúknuť augustovú šancu premárniť.

Vzájomný pohyb Zeme a asteroidu 2002 NY₄₀ spôsobil, že planétka bola pozorovateľná iba krátko pred okamihom najväčšieho priblíženia. Potom už jej jasnosť veľmi rýchlo klesala, rovnako ako jej uhlová vzdialenosť od Slnka.

[1] Ráno 30. septembra 2002 ďalekohľad LINEAR objavil teleso, ktoré neskôr dostalo označenie 2002 SY₅₀ a jeho počiatková dráha veľmi pripomínala dráhu strateného Herma. Následné astrometrické pozorovania však ich vzájomnú totožnosť vylúčili.

Stredná vzdialenosť od Slnka	<i>a</i>	2,048 AU
Excentricita	<i>e</i>	0,711
Sklon dráhy	<i>i</i>	5,891°
Dĺžka výstupného uzla	ω	146,817°
Argument perihélia	Ω	268,118°
Absolútna magnitúda	<i>H</i>	19,23 mag
Vzdialenosť perihélia		0,593 AU
Vzdialenosť afélia		3,503 AU
Minimálna vzdialenosť od Zeme	<i>d</i> _{min}	474 tis. km
Obežná doba	<i>P</i>	1070,36 d

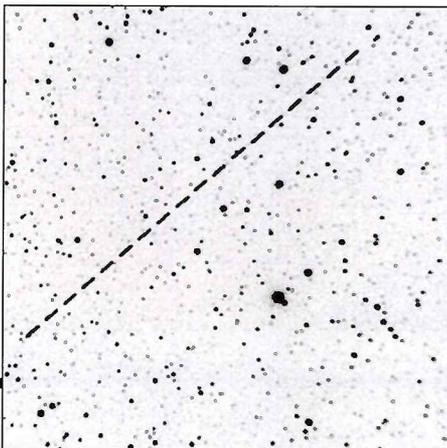
Tab. 1: Základné údaje o dráhe asteroidu 2002 NY₄₀.



Obr. 1: Dráha asteroidu NY₄₀ v Slnčnej sústave.

V priebehu niekoľkých hodín sa planétka dostala z večernej na dennú oblohu a 24 hodín po stretnutí už bola o 10 magnitúd slabšia. Úspech pozorovania teda silne závisel od pozorovacích podmienok v noci 17./18. augusta 2002, keď na-

Obr. 2: Obrázok zložený z 18 snímok získaných večer 17. augusta 2002 v Ondřejove pomocou 0,65-m ďalekohľadu a CCD kamery Apogee AP7p. Dĺžka jednotlivých expozícií v R-filtri bola 15 s, snímka má rozmery 16'×16' a dosah ~17 mag. Zaznamenaný je pohyb medzi 19:25 a 19:32 UT, keď sa planétka nachádzala v SV výbežku.



stali najlepšie podmienky na pozorovanie malými ďalekohľadmi (*m* < 10 mag). Planétka v tú noc kulminovala okolo 21 UT vo výške necelých 60 stupňov a rýchlo sa presúvala zo súhvezdia Šípu do Lžičky. V tom čase bola vo vzdialenosti asi 670 tisíc km od Zeme.

V dôsledku malej geocentrickej vzdialenosti a veľkej uhlovej rýchlosti bola najväčším problémom pri príprave pozorovania presnosť efemeridy – nielen, že oblúk z ktorého bola počítaná jej dráha bol relatívne krátky, ale v čase najväčšieho priblíženia sa planétka pohybovala uhlovou rýchlosťou až 8'/min! Ráno 18. augusta, teda v čase maximálnej jasnosti a najlepšej viditeľnosti z územia Slovenska, bola jej uhlová rýchlosť približne polovičná. Paralaxa spôsobená malou vzdialenosťou planétky od Zeme bola pri najväčšom priblížení asi 40" na 100 km. To boli fakty známe už niekoľko dní pred priblížením, s ktorými bolo potrebné počítať pri príprave pozorovania.

Vizuálne pozorovanie

Moju prípravou na pozorovanie bolo najmä zaobstaranie si aktuálnej efemeridy deň pred pozorovaním a príprava vyhľadávacích mápiet na predpokladaný čas pozorovania v programe MEGASTAR. Na získanie efemeridy som použil službu JPL's Horizons, ktorá počíta presné topocentrické efemeridy na základe zadaných zemepisných súradníc. Podmienky v ten večer však neboli vôbec ideálne a do výšky asi 30 stupňov nad obzorom bol viditeľný silný opar alebo zákal, navyše nasvietený Mesiacom pár dní pred splnom. Na pozorovanie som mal k dispozícii len môj malý Newton 65/502 s vyskúšaným dosah do +11 mag. Dúfal som, že to bude za daných podmienok stačiť. Mojm pozorovacím stanovištom bol balkón na 7. poschodí s výhľadom na západ. Preto som mohol pozorovať až po kulminácii daného hviezdneho poľa, teda asi od 23 UT. V tom čase bol už aj Mesiac pod obzorom. Vyhľadávanie som začal od jasnej hviezdy α Vul, ktorá sa v tom čase nachádzala asi 2,5' SZ od planétky. Vyhľadanie „pohybujúcej sa hviezdičky“ bolo až prekvapivo ľahké a planétka bola presne tam, kde mala podľa efemeridy byť. Pri zväčšení 33× bola zmena jej polohy viditeľná po niekoľkých sekundách, najmä keď prechádzala tesne okolo niektorej z početných hviezd pozadia. Neskôr som použil aj 88-násobné zväčšenie, ale kvôli nízkej svetlosti nebolo príliš vhodné, lebo planétka bola viditeľná iba bočným videním. Pozoroval som ju od 23,40 do 0,44 UT. Potom sa už začala ponárať do hustejších vrstiev zákalu, viditeľne zoslabla a prestávala byť viditeľná. Ako sa neskôr ukázalo z fotometrických pozorovaní, výrazný pokles jej jasnosti bol spôsobený vlastnou rotáciou, nakoľko jedno z miním v jej svetelnej krivke nastalo práve okolo 1 UT.

Získané výsledky

A čo sme sa o asteroide 2002 NY₄₀ dozvedeli počas tohoto mimoriadneho priblíženia? Vďaka fotometrickým pozorovaniam vykonaným začiatkom augusta nielen v Ondřejove dnes vieme, že asteroid rotuje okolo svojej osi s periódou 20 hodín. Veľká amplitúda jeho svetelnej krivky (až 1,1 mag) naznačuje, že tvar telesa je značne nepravidelný, pričom pomer najdlhšej a najkratšej osi je väčší ako 2:1. Ďalšie informácie o asteroi-

Dátum	MJD	d_{\min} [AU]	
1965/01/29,90	38789,9	0,188757	Z
1965/03/31,25	38850,3	0,044312	M
1970/08/20,15	40818,1	0,056159	Z
1994/02/21,80	49404,8	0,173765	Z
1997/03/20,87	50527,9	0,047834	M
2002/08/18,33	52504,3	0,003523	Z
2038/02/11,12	65465,1	0,006888	Z
2046/08/14,67	68571,7	0,085045	Z
2073/02/15,68	78253,7	0,058378	Z
2081/08/13,48	81354,5	0,096859	Z

Tab. 2: Priblíženia k Zemi (Z) a k Marsu (M) v období rokov 1950–2100.

de nám mali poskytnúť plánované radarové pozorovania z 300-metrového rádioteleskopu v Arecibe. Žiaľ, doteraz neboli žiadne výsledky z radaru publikované. Jedným z nich však určite bude aj skutočný tvar asteroidu.

Stretnutia asteroidov so Zemou

Toto stretnutie bolo najtesnejším v období rokov 1950–2100 ako to ukazuje *tabuľka č. 2*, ktorá obsahuje zoznam všetkých priblížení planétky 2002 NY₄₀ k Zemi a k Marsu za obdobie 150 rokov. V tabuľke je uvedený dátum priblíženia, modifikovaný Juliánsky dátum a minimálna vzdialenosť asteroidu od Zeme, resp. Marsu, d_{\min} . Najbližší tesný prelet okolo Zeme nastane až 11. februára 2038, keď nás bude deliť vzdialenosť 1,03 mil. km, čo je takmer dvojnásobok vzdialenosti v auguste 2002.

V *tabuľke č. 3* sú uvedené priblíženia blízkozemných asteroidov k Zemi v období rokov

Asteroid	Dátum	δ	El	V_m	Obdobie $m < 10$ mag	n
(1620) Geographos	1994 08 28	- 39	149	9,9	1994 08 24 – 1994 09 03	10
(1036) Ganymed	1998 10 26	+12	150	9,5	1998 07 17 – 1998 12 08	144
1999 KW ₄	2001 05 26	+04	144	10,5	2001 05 25 – 2001 05 27	3
(33342) 1998 WT ₂₄	2001 12 15	+36	167	9,2	2001 12 13 – 2001 12 17	5
2002 NY ₄₀	2002 08 18	+29	122	9,7	2002 08 17 – 2002 08 18	1
(4179) Toutatis	2004 09 28	- 52	100	8,9	2004 09 20 – 2004 09 29	10
(433) Eros	2005 03 24	- 47	133	10,5	2005 01 14 – 2005 05 02	108
(1036) Ganymed	2011 10 25	+15	157	9,1	2011 07 09 – 2011 12 09	153
(433) Eros	2012 02 02	- 06	149	8,4	2011 11 16 – 2012 04 20	156
(3122) Florence	2017 08 30	- 09	175	8,1	2017 08 21 – 2017 09 08	18
(433) Eros	2019 01 07	+45	133	9,3	2018 10 27 – 2019 03 26	150

Tab. 3: Priblíženia známych blízkozemných asteroidov v období rokov 1990–2020, pri ktorých ich jasnosť v maxime prekročí +11 mag.

1990–2020, pri ktorých zdanlivá vizuálna jasnosť planétky prekročí +11 mag. Uvedené je označenie asteroidu, dátum maximálnej jasnosti, deklinácia d a elongácia El v tomto okamihu a maximálna zdanlivá vizuálna jasnosť V_m . Tabuľka ďalej uvádza interval, v ktorom bude planétka jasnejšia ako 10. magnitúda a dĺžku tohoto intervalu v dňoch. K výpočtu bola použitá databáza obsahujúca dráhy všetkých blízkozemných asteroidov známych ku koncu roku 2002. Hoci podľa tabuľky bude najbližšia možnosť na pozorovanie blízkozemnej planétky v amatérskych podmienkach z našich zemepisných šírok až v októbri roku 2011, nemusíme byť smutní. Určite sa dovedy podarí objaviť nejaké nové teleso, ktoré nám takúto príležitosť opäť ponúkne tak, ako tomu bolo aj v prípade planétky 2002 NY₄₀, ktorá bola objavená iba mesiac pred stretnutím so Zemou. Dá sa však predpokladať, že vhodne „pozorovacie okná“ počas tesných priblížení takýchto

nových asteroidov budú veľmi krátke (maximálne niekoľko málo dní). Približne totiž platí priama úmernosť medzi priemerom telesa a dĺžkou príslušného „pozorovacieho okna“ počas priblíženia k Zemi. A neobjavené už zostávajú väčšinou iba tie malé asteroidy.

Záver

Vďaka svojej práci som na monitore počítača videl už niekoľko stoviek blízkozemných asteroidov, často bezprostredne po ich objave iným observatóriom, keď bolo potrebné potvrdiť ich totožnosť a ďalšími pozorovaniami zabrániť ich strate. Vidieť však takéto teleso na vlastné oči, rovnakým malým ďalekohľadom, ktorým som pred 13 rokmi objavoval hviezdnu oblohu, je niečo úplne iné. Podobný príjemný zážitok prajem každému pozorovateľovi.

PETER KUŠNIRÁK

Exoplanéty na najnečakanejších miestach

Každý mesiac ohlásia lovci extrasolárnych planét v našej Galaxii najmenej jeden nový objav. Najväčší údiv astronómov však vzbudili dva objavy z októbra minulého roka: dva tímy objavili dve exoplanéty tam, kde ich vonkoncom nečakali. Jedna krúži vo vnútri prachového disku materskej hviezdy, druhá obieha materskú hviezdu v neobyčajne tesnom dvojhviezdnom systéme!

Medzinárodný tím z United Kingdom Astronomy Technology Centre (UKATC) v Edinburgu objavil masívny nehomogénny disk studeného prachu obiehajúci Fomalhaut, hviezdu 1. magnitúdy, pričom sklon tohto disku i jeho roztrieštenosť svedčí o prítomnosti obrej planéty.

Disk je veľký; jeho vonkajší okraj je v rovnakej vzdialenosti ako okraj Kuiperovho pásu v našej planetárnej sústave. Na snímkach pripomína lievanec s veľkou dierou uprostred, pričom okraje lievanca sú znateľne jasnejšie.

„Počítačové modely tohto disku naznačujú, že planéta, čo do parametrov pripomínajúca Saturn, generuje akýsi prachový chvost,“ vraví Mark Wyatt. „Gravitácia tejto planéty vytvára blízko obežnej dráhy rezonančné zóny, ktoré pôsobia ako pasce na kométy. V tejto pasci kométy kolidujú, rozpadajú sa a zo zvyškového materiálu vzniká veľa prachu, ktorý pozoruje-

me ako svetlú škvrnu v disku.“

Disk je taký tmavý, že takmer neemituje svetlo. Ani HST ho nedokáže rozlíšiť. Preto ho astronómovia študujú v submilimetrovej oblasti, na vlnových dĺžkach medzi infračerveným a rádiovým oknom. Pri pozorovaní využívajú špeciálnu kameru SCUBA, ktorej detektory sú iba o 0,1 stupňa Celzia teplejšie ako je hodnota absolútnej nuly. SCUBA je prídavným zariadením 15-metrového James

Na ilustrácii vidíte ako asi vyzerá exoplanetárny systém Fomalhaut. Zatiaľ čo vnútorné planéty (a tlak hviezdneho vetra) vymietli prach z vnútra masívneho disku, saturnická planéta v ňom „vyoralá“ brázdou.



Clerk Maxwell teleskopu na sopke Mauna Kea (Havajské ostrovy).

Ďalšiu bizarene umiestnenú planétu objavili astronómovia v dvojhviezdnom systéme Gama Cephei (3. magnitúda) pomocou zariadenia McDonald Observatory Planet Search. Planéta obieha väčšiu z oboch hviezd, ktorá má hmotnosť 1,59 Slnka. Hmotnosť planéty, obiehajúcej materskú hviezdu vo vzdialenosti 2 AJ je 1,76 J, čo je iba o málo väčšia vzdialenosť aká delí Mars od Slnka. Materskú hviezdu obekne za 2,5 roka. Druhá, menšia hviezda binárneho systému je vo vzdialenosti nášho Urána.

Astronómovia objavili v dvojhviezdných systémoch už niekoľko exoplanét, lenže vo všetkých prípadoch obiehali hviezdne dvojčky spoločné ťažisko v najmenej stonásobne väčšej vzdialenosti ako dvojčky z Gama Cephei. Vo všetkých týchto prípadoch vzdialenosť znemožňovala bezprostredný gravitačný vplyv na ich extrasolárne systémy.

Objav umožní pochopiť ako sa planéty formujú v binárnych systémoch. Objav zároveň naznačuje, že hviezd s planetárnymi systémami bude oveľa viac ako sa predpokladalo, pretože ešte dodneďavna sme si mysleli, že najvhodnejším prostredím pre vznik a vývoj planetárnej sústavy sú osamelé hviezdy, také ako naše Slnko. Stačí pripomenúť, že väčšina hviezd v našej Galaxii je súčasťou dvoj- a viac-hviezdných systémov.

Astronomy 2/2003

Čierne Slnko nad Limpopo

Limpopo je hraničná rieka medzi Juhoafrickou republikou a Zimbabwe. Ešte koncom 19. storočia boli severne nad ňou biele miesta na mape; nepreskúmané končiny prinajmenšom z hľadiska európskych cestovateľov. Limpopo, začiatkom južného leta pomalá žltá riečka, pojme v období dažďov trojnásobne viac vody ako jarný Dunaj. Niekedy sa vyleje z brehov a zaplaví krajinu väčšiu ako stredná Európa. Vtedy trčia nad hladinu iba bizarné baobaby v neďalekej rezervácii a v uliciach pohraničného mestečka Messina premávajú taxikári na motorových člnoch. A práve v Messine si zvolili hurbanovskí sniečkári za svoj hlavný stan.



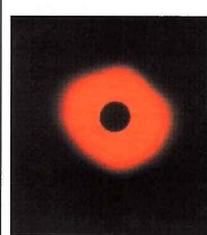
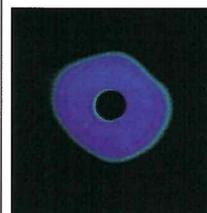
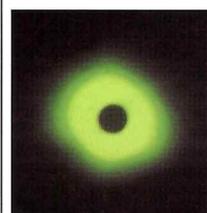
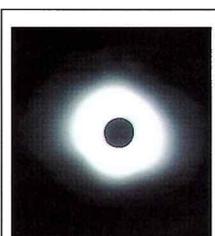
Teodor Pintér krátko pred zatmením, keď bola ešte obloha pokrytá mrakmi.



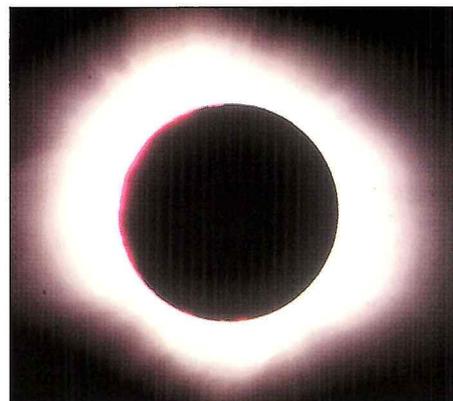
S kolegami z Astronomického ústavu SAV, už po zatmení. Vpravo Vojtech Rušin, vľavo Peter Zimmerman.



Prípitok na šamanov, ktorí zariadili čistú oblohu.



Fotografia s digitálnym aparátom Canon (60D). Svetelnosť: 2,8; objektív: 300 mm. Ide o tú istú snímku v štyroch oblastiach spektra.



Biele koróny počas úplného zatmenia. Jednotlivé snímky (zdola nahor) s rozlične dlhou expozičiou. Na najspodnejšej fotografii si všimnite nádherný sprievodný úkaz na okraji – Baileyove perly. Tieto snímky umožnia štúdium koronálnych štruktúr až do vzdialenosti dvoch slnečných polomerov.



Na tejto unikátnej snímke vidíte tieň úplného zatmenia z roku 1999, ktoré exponovala posádka vesmírnej stanice MIR. Tieň sa pohybuje nad Európou rýchlosťou bezmála 2000 kilometrov za sekundu.

Desiate úplné zatmenie Slnka, za ktorým sme vycestovali malo však v Messine trvať iba 1 minútu a 8 sekúnd. Aj skúsení pozorovatelia vedia, že 68 sekúnd je pre náročnejšie experimenty primálo; aj v prípade, že všetko klapne tak, ako by malo a človek premôže neodolateľnú chuť iba tak stáť so zaklonenou hlavou a pozeráť sa. Všetko si treba dopredu dopodrobna premyslieť. Rozhodnúť sa pre také experimenty, ktoré sú napriek krátkemu trvaniu úplného zatmenia a použitia malých prístrojov zmysluplné a prínosné.

Pripravené experimenty:

a) Fotografovanie bielej slnečnej koróny

Pomocou objektívu s priemerom 100 mm a ohniskom 1000 mm získkať sériu snímok bielej koróny s expozíciami od 1/1000 s až po 1 s. Takto sme získali materiál pre fotometriu až do vzdialenosti dvoch slnečných polomerov a pre štúdiu celkovej štruktúry koróny.

b) Pohyb neutrálnej hmoty vo veľkých vzdialenostiach koróny

Pomocou krátkoohniskového objektívu sme exponovali niekoľko snímok v čiare H α v rôznych časových intervaloch s expozíciami od 2 s až po 1/100 s. Takto sme získali údaje o pohybe neutrálnej hmoty vo veľkých vzdialenostiach v koróne.

c) Fotometria K+F koróny z digitálnych snímok

Pomocou 300 mm objektívu sme fotografovali bielu korónu digitálnym fotoaparátom D-60. Tento experiment možno označiť pri výskume bielej koróny za základný. Nevýhodou je malá plocha záznamu, výhodou – rýchle, operatívne spracovanie snímok. Získali sme snímky s rôznou expozíciou priamo v digitálnej forme. Kalibráciu sme urobili pomocou neutrálneho filtra na stred slnečného disku.

d) Videozáznam

Pomocou televíznych CCD videokamier sme získali záznam priebehu zatmenia Slnka, ktoré využijeme nielen pri prednáškach, ale aj ako materiál pri štúdiu koronálnych štruktúr v rôznych vzdialenostiach.

(Tieto získané materiály budeme postupne spracovávať a prezentovať na domácich aj zahraničných stretnutiach koronálnych odborníkov.)

Prístáli sme v Johannesburgu, v takmer dvojmiliónovom meste, kde (vraj) v priebehu posledných siedmich rokov zahynulo násilnou smrťou viac ľudí ako počas celého desaťročia vojen a etnických čistiek na Balkáne. Toto mesto sa považuje za vôbec najbezpečnejšie miesto na svete, pričom výnimkou nie je ani stred mesta na pravé popoludnie. Mraťodrapy v centre sú čoraz prázdnnejšie; dôležité inštitúcie, napríklad burza a dôležité úrady, stahujú sa z Johannesburgu buď do bezpečnejších miest, alebo do niektorého zo satelitných sídiel v okolí Johannesburgu, ktoré sú doslova opevnené. Dobrým príkladom je inžinier Branislav Hradský odviezol z letiska na veľvyslanectvo v Pretórii, kde sme v bezpečí prespali.

Veľvyslanec pán František Hudák nám vzhľadom na vysokú kriminalitu neodporúčal používať prostriedky verejnej dopravy, a tak sme sa rozhodli prenajať si rent-a-car priamo na letisku v Johannesburgu. Tam sme sa stretli aj s priateľmi, „konkurenčnou“ minivýpravou tatranských slniečkárov z Astronomického ústavu SAV – dr. Vojtechom Rušinom a Petrom Zimmermanom. Po vynikajúcich cestách sme 500-kilometrovú vzdialenosť do Messiny prešli za osem hodín.

Každú expedíciu za zatmením Slnka morí už v prípravnej fáze obava, že v deň zatmenia bude obloha zatiahnutá mrakmi, alebo, čo je ešte denervujúcejšie, že bude pekne, ale oblačno a práve počas totality premiestni vietor medzi čierne Slnko a pozorovateľa, ktorý sem meral cestu z opačnej pologule, veľký mrak, ktorý znemožní vedecké monitorovanie úkazu.

Takéto mrzutosti patria vo svete slniečkárov k riziku podnikania. Ani keď si čo najstarostlivejšie, po preštudovaní meteorologických záznamov oblastí, kadiaľ sa bude šnúť pás totality, vyberiete si miesto s najlepším počasím, nikdy nemôžete mať stopercentnú istotu. Je to ako ruleta, so všetkým, čo k hazardnej hre patrí. Náhoda býva neraz náramne zlomyseľná; napríklad Milan Rastislav Štefánik, zakladateľ slovenskej solárnej astronómie, vycestoval za zatmením Slnka sedemkrát, ale iba raz sa mu podarilo študovať čierne Slnko pri ideálnych podmienkach. Ja som mal zatiaľ šťastie. Všade, kde som viedol expedíciu a vo vlastnej réžii fotografoval bielu korónu, bolo ideálne počasie. Veril som, že ma

šťastie neopustí ani v Juhoafrickej republike.

Predpovede juhoafrických meteorológov pre deň zatmenia boli pesimistické. Domorodci žartovali, že optimistické predpovede týkajúce sa budúcnosti JAR aj v iných oblastiach ako počasie sú vyslovene zriedkavé. Miestni hotelieri sa však durdili; báli sa, že predpoveď zlého počasia odradí najmä domácich turistov. Keď sme dorazili do Messiny, bolo krásne. Na oblohe nebolo ani mráčika, teplota v tieni 30 stupňov, juhoafrické leto ako z pohľadnice. Ubytovali sme sa v skromnom penzióne s priestrannou záhradou, priamo v strede pásma totality. Na trávniku pripravili a justovali pozorovaciu techniku. Denne sme niekoľko hodín kalibrovali naše prístroje, pozorovali Slnko, fotografovali fotometrické škály.

V Messine bolo na uliciach oveľa viac belochov ako černocho. V krajine, kde biela menšina, domorodí potomkovia Búrov a Angličanov, predstavuje sotva desatinu celkového počtu obyvateľov (50 miliónov), nás to trochu zarazilo. Biely bol i tradičný folklórny festival, ktorý otvoria mesta kvôli turistom presunúť do septembra na december ako jednu zo sprievodných atrakcií. Každý večer vystupovalo na miestnom štadióne niekoľko desiatok skupín, súborov i jednotlivcov. Skoro všetci účinkujúci boli belosi – domorodci, potomkovia Búrov, prisťahovalcov zo stredovekého Holandska. „Biele“ boli i nástroje: rozličné husličky, harmoniky, píšťaly a iné dychové nástroje; „biele“ európske boli i tradičné tance bielych kolonistov. Niekoľko veľkých cirkevných súborov malo v repertoári iba náboženské piesne. Búri sú puritáni; majiteľ penzióna nás upozornil, že ani v záhrade by sme nemali pobiehať v plavkách, s obnaženou hornou polovicou tela. A tak sme si obliekli košeľe a krátke nohavice.

Už dva dni pred zatmením sa začali schádzať turisti. Všetky hotely, hoteličky, bungalovy i voľné priestranstvá, kde sa dali postaviť stany a zaparkovať karavany, boli úplne obsadené. Na uliciach zadarmo rozdávali tmavé špeciálne okuliare aj s poučením. V televízii niekoľkokrát na celoštátnom, ale permanentne na lokálnom programe bežali programy o zatmení. O jeho fyzikálnej podstate, o príčine nerovnakej dĺžky zatmenia, o úplných i prstencových zatmeniach, o význame pozorovania zatmení pre solárnu vedu....

Dookola, veľmi názorne, až naturalisticky, opakovali sa výstrahy a varovania spojené s možnosťou poškodenia zraku. Popularizačná kampaň, akú sme pri nijakom inom zatmení nezažili. Popularizačný prog-

ram dopĺňali prednášky vedcov z celého sveta v miestnych školách, ale aj vo verejných budovách. Mímoreadne úspešnú prednášku mal aj Vojto Rušin. Obecenstvo jeho výklad spojený s premietaním diapozitívov zatmení na rozličných kontinentoch odmenilo dlhotrvajúcim potleskom postojačky.

V deň zatmenia nás zobudil budík o štvrtj hodine ráno. Prvý kontakt bol vypočítaný na 6,20 UT ráno. Keď sme vyzykli z okna, obloha bola beznádejne zatiahnutá. Napriek tomu sme prístroje ešte raz preverili. Okolo pol šiestej sa privliali nízke biele oblaky. „Všetko má svoj koniec, aj moje šťastie,“ povedal som si v duchu. Z vedľajšieho stanoviska, kde si rozložili prístroje kolegovia z Astronomického ústavu SAV, ozvalo sa hlasné hromčenie. A vtedy sa zrazu nad východným obzorom objavila v mrakoch diera s belasou oblohou. O 6,20 UT, keď došlo k druhému kontaktu, diera sa presunula nad nás. Nebeská opona sa rozhrmula, uprostred diery žiarilo Slnko. V týchto zemepisných šírkach už bolo vysoko nad horizontom. S prížmúrenými očami sme ryčali od radosti a začali pracovať. Réžisér počasie udržal diery počas celého zatmenia.

Pri každom zatmení mám pocit, že čas počas totality plynie oveľa rýchlejšie. Ani sa nenazdáte, a magické prestavenie sa skončí. A to som už zažil zatmenia, pri ktorých totalita trvala viac ako päť minút. Tentoraz sme mali na všetko iba 68 sekúnd. Koróna bola neočakávane bohatá, členitá, väčšia, ako sme očakávali vzhľadom na to, že aktivita Slnka mala byť v tejto fáze cyklu relatívne nízka. Pracovali sme ako v tranze; sústredene, ticho, snažili sme sa neurobiť ani jedinú chybu. Diery a oblohe vydržala, domorodí šamani nám priali. Až po totalite prekryli slnečný kotúč ľahké cirusy. Všetky experimenty sa nám podarilo uskutočniť.

Všade na okolí ostala obloha zatiahnutá. V Krügerovom národnom parku, o niekoľko desiatok kilometrov východnejšie, kde sa zhromaždilo niekoľko stoviek solármikov s celého sveta, pršalo. Snímky čierneho Slnka nad exotickou krajinou so žirafami a slonami „sa nekonali“.

Pripili sme si zamenitým juhoafrickým vínom a zbalili sme svoje prístroje. O dva dni sme už sedeli v lietadle. Ďakujem všetkým inštitúciám, ktoré nám túto expedíciu za čiernym Slnkom umožnili, i pracovníkom slovenského veľvyslanectva v Pretórii, ktorí ústretovosťou, pohostinnosťou a dobrou radou prispeli k úspechu našej výpravy.

TEODOR PINTÉR



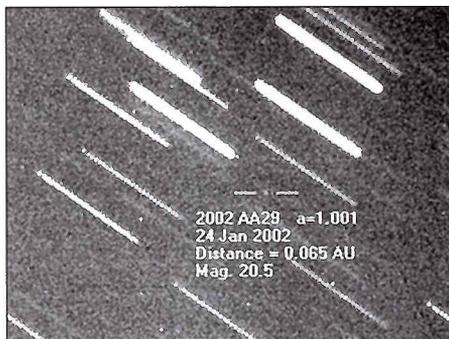
Známka z obálky vydanej pri príležitosti zatmenia.

Koorbitálny asteroid Zeme 2002AA29

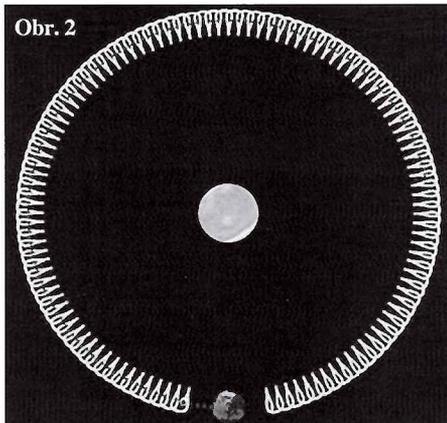
Medzinárodný tím astronómov zistil, že asteroid objavený začiatkom roku sleduje dráhu Zeme okolo Slnka. Zdá sa, že najbližších 600 rokov bude obiehať okolo Zeme. V októbri astronómovia oznámili, že asteroid pomenovaný 2002 AA29 obieha po dráhe v tvare podkovy. Ďalšie priblíženie bude 8. januára 2003, ale aj napriek tomu bude omnoho ďalej ako Mesiac (58,3 mil. km). Budeme ho môcť pozorovať len s použitím veľkých teleskopov. Gravitácia Zeme a Slnka „spolupracujú“ tak, že aj keď zemská gravitácia priťahuje asteroid k sebe, tým ho len urýchli a začne sa pohybovať ďalej od Zeme. Týmto spôsobom sa Zem „chráni“ pred dopadom takéhoto asteroidu.

Na špeciálny typ podkovovitej dráhy upozornil Paul Chodas z JPL krátko po objave v januári. Prvé výpočty potvrdili zvláštnu povahu dráhy a hneď potom nasledovali pozorovania s veľkým kanadsko-francúzskym teleskopom na Havaji. Okrem objavu blízkeho priblíženia k Zemi na budúci rok a následného pohybu pozdĺž dráhy Zeme s návratom v roku 2098. Tím objavil, že o 600 rokov sa tento asteroid stane „kvázisatelitom“ Zeme. Zatiaľ čo Zem má iba jediný prirodzený Mesiac, najbližších približne 50 rokov sa bude tento asteroid pohybovať v blízkosti Zeme, pričom bude obiehať po podobnej dráhe s obežnou dobou jeden rok. „V skutočnosti,“ vysvetľuje člen tímu Paul Wiegert z Queens University, „budú oba objekty, Zem aj asteroid, naďalej obiehať okolo Slnka, ale pohyb asteroidu po slučkovitých dráhach v niektorých prípadoch pripomína obehy družice s periódou jeden rok.“ Výpočty Seppa Mikkolu napovedajú, že asteroid už bol „kvázi-satelitom“ Zeme v rokoch 550 – 600 n. l.

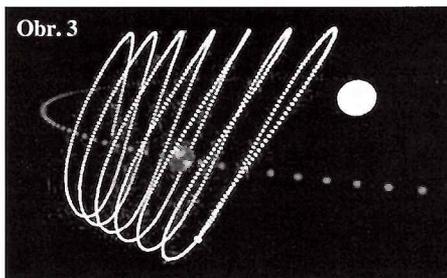
Veľká väčšina asteroidov sa nachádza v páse medzi Marsom a Jupiterom, teda v pomerne veľkej vzdialenosti od Zeme. Len blízkozemné planétky občas spôsobujú paniku pri blízky preletoch, zvyčajne však majú dráhu zasahujúcu až do pásma asteroidov. Sú známe koorbitálne planétky, v mnohom podobné 2002 AA29, ktoré obiehajú v okolí dráhy Marsu resp. Jupitera, ale toto je prvá takáto planétka zaznamenaná v okolí zemskej dráhy. Niektoré asteroidy sú známe podobnou „hrou“ so zemskou gravitáciou, ale nesledujú dráhu Zeme tak tesne, ako to robí 2002 AA29. Wiegert, Mikkola a Innanen objavili prvý podobný objekt v polovici deväťdesiatych rokov. Je to planétka Cruithne, ale jej dráha je oproti 2002 AA29 veľmi rozťahnutá. Dráha 2002 AA29 má veľmi malú excentricitu tak ako dráha Zeme a je trochu sklonená. Teleso s dráhou natoľko podobnou Zemi je ľahko dostupné pre kozmické sondy. Vedci dúfajú, že 2002 AA29 budú môcť použiť ako dôkaz existencie asteroidov pohybujúcich sa na podobných dráhach okolo Zeme. Aby mohli začať s hľadaním ďalších planétok podobných 2002 AA29. Podobné planétky sú ľahkým cieľom pre kozmické misie a raz v budúcnosti môžu byť významným zdrojom nerastných surovín. Na druhej



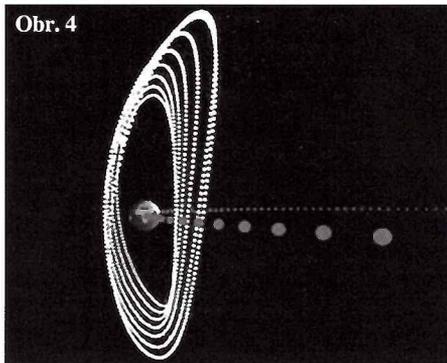
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



strane nebude vôbec jednoduché objaviť ostatné „koorbitálne“ asteroidy. Ako hovorí člen výskumného tímu Kimmo Innanen: „Matka Príroda nám opäť ukázala, že jej repertoár je omnoho bohatší, ako sme si kedy mysleli!“

Viac o „koorbitálnych“ planétkach Zeme

Čo vlastne nazývame „koorbitálnym“ asteroidom Zeme? (ECA-Earth Coorbital Asteroid) Sú to planétky v rezonancii stredných rýchlostí 1:1 so Zemou. To znamená, že obehnú okolo Slnka za rovnaký čas, teda za jeden rok (siderický). Napriek tomu sa Zem a asteroid nepohybujú v každom okamihu rovnakou rýchlosťou, ich priemerná (stredná) rýchlosť je rovnaká. Odtiaľ pochádza názov rezonancia stredných rýchlostí 1:1.

Najznámejším prípadom rezonancie sú Trójania Jupitera. Vyše 400 asteroidov sa pohybuje na spoločnej dráhe v stabilnej polohe asi 60° pred alebo za Jupiterom. Všetky planétky spolu s Jupiterom majú rovnakú obežnú dobu 11,86 roka. Je možné, že naša planéta má tiež takýchto spoločníkov, ale zatiaľ nie je známy žiadny.

Čo robí asteroid 2002 AA29 takým zaujímavým?

Planétku 2002 AA29 objavili programom LINEAR v januári toho roka. Krátko po objave astronómovia upozornili na „koorbitálne“ správanie jeho dráhy. Obr. 1 vytvoril Kyle Smalley 75 cm teleskopom Powellovho observatória v Kansase. Obrázok je zložený z viacerých expozícií pointovaných na planétku. To spôsobilo, že hviezdy na obrázku vidíme ako rozmazané pásiky.

Väčšinu času vyzerá dráha asteroidu 2002 AA29 tak ako na obrázku 2. Musíme si však uvedomiť, že sa pozeráme na sústavu Slnko–Zem zhora a zo vzťažnej sústavy pohybujúcej sa spolu so Zemou. V takejto vzťažnej sústave ostáva Zem stationárna (na spodnej strane obrázku).

Pri pohľade z tejto vzťažnej sústavy je podkovovitý tvar dráhy asteroidu zjavný. Planétka tvorí slučky pozdĺž dráhy Zeme, ale mení ich smer, keď sa priblíži z druhej strany. Toto je priamym dôsledkom 1:1 rezonancie stredných rýchlostí. Planétke 2002 AA29 trvá rok, kým uzatvorí jednu slučku, a 95 rokov (slučiek) trvá, kým prejde z jednej strany podkovy na druhú.

Avšak na určitý čas sa 2002 AA29 stáva „kvázisatelitom“. Vtedy namiesto toho, aby sa „vyhýbala“ blízkosti Zeme je pohyb planétky obmedzený práve týmto priestorom. Dráha planétky už nepokrýva celú „podkovu“, je dočasne uväznená práve v jej medzere. Na obr. 3 je znázornený pohyb 2002 AA29 v tomto čase. Aj v období keď je „kvázisatelitom“, vykonáva naďalej svoj pohyb okolo Slnka. Presne povedané, 2002 AA29 vykonáva každoročný obchod okolo Slnka, presne tak, ako to robí Mesiac spolu so Zemou.

Na obr. 4 je pohľad pozdĺž dráhy Zeme. Slnko je mimo obrázku na pravej strane. Vidíme, že zachytený sused našej planéty bezpečne obieha okolo nej. Pretože existujú malé rozdiely v rýchlostiach Zeme a 2002 AA29, nemôžu ostať v navzájom stabilnej, nehybnej polohe. Asteroid sa počas roka pomaly posúva, čoho výsledkom sú slučky okolo našej planéty.

Po čase 2002 AA29 unikne a prejde opäť na podkovovitou dráhu. Naposledy bol 2002 AA29 „kvázisatelitom“ okolo roku 550 a nabadúce ním bude až okolo roku 2600. Schopnosť prejsť z podkovovitej (koorbitálnej) dráhy na dráhu „kvázisatelitu“ je to, čo robí 2002 AA29 takým zaujímavým. Žiadny iný doteraz známy asteroid sa nespráva takýmto spôsobom. Tiež má veľmi malú excentricitu e (iba 0,012 pri objave, menej ako Zem – 0,0167) v porovnaní s ostatnými blízkozemnými planétkami. Výsledkom je takmer kruhová dráha veľmi blízka zemskej. Len sklon dráhy 2002 AA29 k ekliptike $i = 10^\circ$ udržiava tieto dve telesá od seba. Efekt malej excentricity a väčšej inklinácie môžeme pozorovať na obr. 4. Výsledkom sú slučky natiahnuté v smere zhora-dole (to je spôsobené zväčšením i), ale zúžené v strede (kvôli malej e).

PETER MAJCHRÁK

Je kosmologie mytologií?

aneb

úvaha experimentálního fyzika o kosmologických hypotézách a modelech

„Ne, otázkou není, zda jedna či druhá myšlenka nebo co je na dané myšlence přitažlivého. Otázkou je dostat co nejvíce různých myšlenek a dovést je tam, kde rozhodne experiment.“

„Jediné, co mě zajímá, je najít soubor pravidel, která by souhlasila s chováním přírody, a nezkoušet jít příliš daleko za to. Zjistil jsem, že většina filozofických diskusí je psychologicky užitečná, ale nakonec, když se podíváte zpátky do historie, zjistíte, že to, co bylo kdysi řečeno s takovou pádností, je téměř vždy – do jisté míry – nesmyslné!“

R. Feynman v rozhovoru v knize P. Daviese a J. Browna „Superstrings: A Theory of Everything“

Šéfredaktor časopisu *Kozmos* Eugen Gindl mě požádal o napsání příspěvku s uvedeným názvem jako komentáře ke kosmologické hypotéze ekpyrotického vesmíru navrhované například N. Turokem a představené v *Kozmosu* č. 4. Měl se zabývat nejen touto představou, ale obecněji kosmologií z pohledu experimentálního fyzika. Nejdříve jsem byl hodně na rozpacích. Nejsm ani kosmolog a ani expert na obecnou teorii relativity, či dokonce různé modely kvantové gravitace. Jako experimentální fyzik se zabývám studiem velmi horkých a hustých stavů hadronové hmoty. Znalost jejich vlastností je sice důležitá pro poznání počátečních stádií vývoje vesmíru, ale je jen malým kamínkem v příslušné pestrobarevné mosaice. Jisté existuje řada povolanejších, kteří by tuto problematiku popsali lépe a asi u mě najdou řadu nepřesností. Protože se však o kosmologii zajímám a snažím se aspoň trochu její vývoj sledovat, dovolil jsem si nakonec napsat následující úvahu. Byl bych však rád, abyste můj příspěvek považovali spíše za námět pro zamýšlení a diskusi.

Hypotéza, model, teorie

Je třeba připomenout, že to, čím se věda zabývá a co vytváří, je popis reálného světa a ne reálný svět samotný. Podle stupně přesnosti a spolehlivosti bych si dovolil popis rozdělit do tří stupňů na hypotézu, model a teorii. Hypotéza je návrh, jaké by měly být hlavní předpoklady a pravidla pro popis dané reality. Platnost tohoto návrhu však zatím nebyla prokázána. Modelem pak lze nazvat soubor předpokladů, pravidel a postupů, které umožňují zjednodušený popis experimentálních údajů s odpovídající přesností. Teorie podává systematický a zobecněný obraz. Obsahuje základní principy a postupy, které umožňují při znalosti počátečních podmínek popsat přesně kvalitativně i kvantitativně experimentální data v celé komplexnosti. Bohužel se tyto termíny často používají dost volně a v různém kontextu. Například ve zmíněném článku o ekpyrotickém vesmíru se tato hypotéza uvádí jako „nová teorie“. Ostatně i „teorie velkého sjednocení“ či „superstrunové teorie“ jsou zatím pouze hypotézy. Protože však tyto termíny jsou zavedené, budu je užívat i já.

Rozdíl pojmech hypotéza, model, teorie bych si dovolil přiblížit na vývoji heliocentrické představy, která se dá označit za takový počátek kosmologie. První Koperníková představa o pohybu planet včetně Země okolo Slunce byla hypotéza. V té době ještě nebylo možno podle experimentálních údajů rozhodnout, která z představ (heliocentrická nebo geocentrická) je správná. Popis experimentálních dat s použitím Koperníkovy hypotézy byl dokonce horší než při použití v té době uznávané geocentrické. Bylo to dáno předpokladem, že planety se pohybují po kružnicích. Nesmírnou výhodou heliocentrické představy však byla elegantní jednoduchost na rozdíl od geocentrické hypotézy plné epicyklů. Přesná data Tycho de Brahe umožnila vybrat mezi hypotézami tu správnou a na jejich základě vytvořil J. Kepler fungující heliocentrický model umožňující i velmi přesné kvantitativní předpovědi. Jeho dovršení a přeměna na teorii byly provedeny I. Newtonem na základě jeho teorie gravitace.

Historický aspekt kosmologie

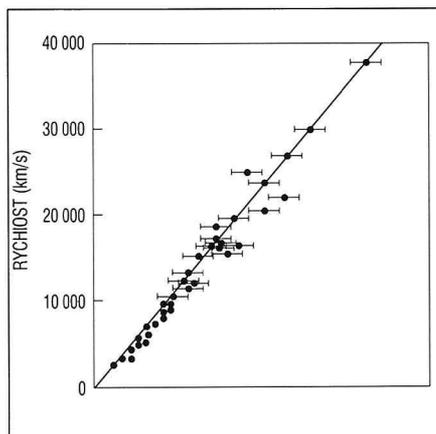
Kosmologie, stejně jako studium dějin nebo vzniku a vývoje života, zkoumá události, které proběhly, a zatím si dost těžko dovedeme představit uskutečnění opakování tohoto experimentu. Naše testovatelné předpovědi se v případě kosmologických modelů týkají podobně jako u modelů evoluce života situace pozorované teď a projevů předcházejícího vývoje v současném stavu. Výhodou kosmologie je, že díky konečné rychlosti světla má možnost i přímého pozorování minulosti.

Možnost extrapolace a poznávání minulosti je založena na předpokladu jednoty a poznatelnosti fyzikálních a dalších zákonitostí v minulosti a dnes, a to v různých částech vesmíru a na různých rozměrových škálách. To neznamená, že se nemohou fyzikální zákonitosti či „konstanty“ měnit v čase, že se na různých rozměrových škálách neprojevují nejvýrazněji různé zákonitosti. Znamená to však, že pokud zákonitosti fungující například v mikrověvět použijeme v limitě makroskopických rozměrů, musí být v souladu se zákonitostmi používanými v této oblasti. Tato koncepce se plně prosadila pracemi I. Newtona, který sjednotil popis pohybu pozemských a vesmírných těles. Na jejím základě stojí úspěšný rozvoj vědy v posledních staletích i letech.

Standardní kosmologický model!

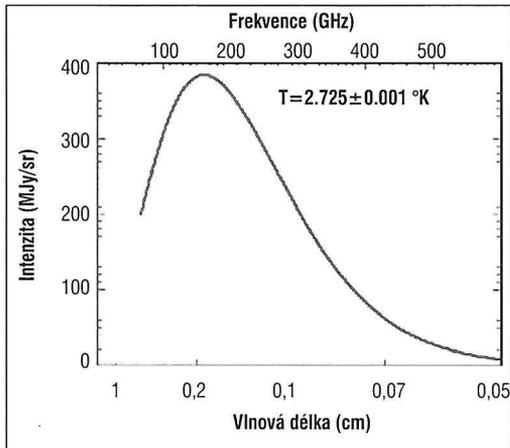
Základem standardního kosmologického modelu (velkého třesku) je předpoklad, že námi pozorovaný vesmír byl v minulosti ve velmi horkém a hustém stavu. Od té doby probíhá rozpínání vesmíru a jeho ochlazování. Průběh rozpínání je dán počátečními podmínkami (např. poměrem mezi hustotou hmoty a energie ve vesmíru a hustotou kritickou) a je popsán obecnou teorií relativity. Jeho chladnutí a vývoj lze od jistého okamžiku popsat pomocí standardního modelu částic a interakcí. Zopakujme si, na kterých experimentálních faktech je standardní kosmologický model postaven. Uváděné číselné hodnoty jsou většinou převzaty z velmi seriózní a v dobrém slova smyslu konzervativní kompilace „Review of Particle Physics“ z roku 2000 vypracovanou skupinou „Particle Data Group“. V případě hodnot založených na měření fluktuací reliktního mikrovlnného záření byly použity nejnovější údaje, publikované skupinami pracujícími na experimentech zmíněných v dalším textu.

Důkazem velkého třesku je především vzdalování galaxií měřené pomocí rudého posuvu, které ukazuje na rozpínání vesmíru. Nestabilitu vesmíru v řešení rovnic obecné teorie relativity našel A. Friedman, a to, že v našem případě jde o rozpínání, poprvé experimentálně pozoroval E. Hubble.



Obr. č. 1: Závislost rychlosti vzdalování galaxií na jejich vzdálenosti. Převzato z kompilace „Review of Particle Physics“ z roku 2000 vypracovanou skupinou „Particle Data Group“

Druhým experimentálním základem standardního modelu je existence reliktního mikrovlnného pozadí, které vzniklo při oddělení hmoty od záření. Fotony elektromagnetického záření už neměly dost energie, aby mohly interagovat s hmotou. Od té doby se jejich vlnová délka vlivem rozpínání vesmíru prodlužovala, jejich energie klesala a tím klesala i teplota záření. Existenci takového pozadí předpověděl G. Gamow a experimentálně ho objevili A. A. Penzias a R. Wilson.



Obr. č. 2: Závislost intenzity mikrovlnného reliktního záření na vlnové délce. Převzato ze zdrojů NASA.

Třetím experimentálním potvrzením je existence primordiálních lehkých prvků (převážně hélia), jejichž množství nelze vysvětlit hvězdnou nukleosyntézou a je v souladu s představou velkého třesku. Současná experimentální hodnota podílu primordiálního ^4He je například 0.238 s chybou 2 %.

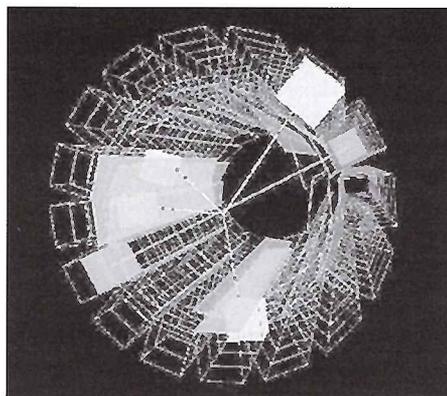
Všechny tři zmíněné astrofyzikální jevy standardní kosmologický model vysvětluje a umožňuje popsat jejich kvalitativní i kvantitativní vlastnosti. V současné době je velmi dobrá shoda mezi kosmologickými parametry určenými různými způsoby. Současná hodnota Hubblovy konstanty, která charakterizuje současnou rychlost rozpínání vesmíru, se ustálila na hodnotě $65 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ s chybou okolo 10. Rychlost rozpínání vesmíru se může měnit a podle nejnovějších pozorování supernov Ia se zdá, že se rozpínání zrychluje. Po započtení této skutečnosti se dostává hodnota stáří vesmíru 15 miliard let s chybou okolo 10 %. To je hodnota, která je v souladu s měřeními hodnotami stáří nejstarších objektů v galaxiích, stejně jako s daty z datování pomocí radionuklidů s dlouhým poločasem rozpadu. Důležitá pro popis vývoje vesmíru v rámci standardního kosmologického modelu je znalost počátečních podmínek, které z tohoto modelu nevyplývají a musí se stanovit experimentálně. Je třeba určit hustotu a složení vesmíru. Řada nezávislých měření založených na různých fyzikálních principech v posledních desetiletích velmi přesvědčivě ukazují, že celková hustota vesmíru je velmi blízká kritické a viditelná hmota v něm tvoří jen okolo 0,5 %. Tuto hmotu můžeme pozorovat prostřednictvím elektromagnetického záření. Je složena z protonů a neutronů. Ty patří mezi baryony, a proto mluvíme o baryonové hmotě. Vi-

ditelné a neviditelné formy baryonové hmoty je ve vesmíru jen okolo 5 %. Zbytek tvoří exotická temná hmota a temná energie.

Temná hmota a temná energie

O částicích se dovídáme pouze prostřednictvím jejich přímé nebo zprostředkované interakce s námi. V současné době známe čtyři typy interakcí: silnou, elektromagnetickou, slabou a gravitační. Pokud bude existovat hmota nebo částice, která s námi nemůže interagovat ani přímo ani zprostředkovaně pomocí těchto interakcí, neznáme ji. O její existenci se nedovíme, i kdyby se celý svět složený z této hmoty prolínal s naším. Řada poznatků ukazuje, že ve vesmíru je velké množství hmoty a energie, která interaguje jen prostřednictvím nejslabších ze zmíněných interakcí a neprojevuje se jinak než gravitačně nebo slabě. Její pozorování a identifikace je tak značně složitá. Shrňme si experimentální evidence, které pro existenci takové temné hmoty a energie hovoří a naznačují jejich vlastnosti:

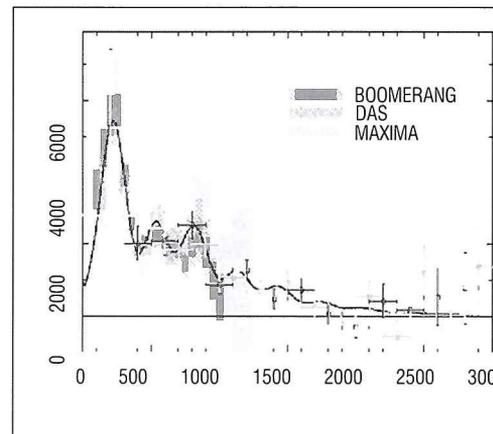
1. Nejstarší pozorovanou skutečností je pozorování dynamiky pohybu galaxií, kup galaxií i větších vesmírných struktur. Již od 30. let minulého století se pozoruje, že rotace galaxií a kup galaxií se nedá vysvětlit pouze viditelnou hmotou. Je potřeba předpokládat masivní halo složené z neviditelné temné hmoty. U normálních galaxií je podíl temné hmoty okolo 70 %, u trpasličích až 90 %. U větších struktur pak platí, že čím větší struktura, tím větší podíl temné hmoty.
2. Teplota horkého plynu v galaxiích určená z jeho rentgenovského záření ukazuje, že tento plyn by z galaxií už dávno unikl, pokud by jejich hmotnost nebyla větší než hmotnost viditelné hmoty.
3. Studium gravitačních čoček lze zjistit hmotnosti galaxií nebo kup galaxií, a ta je mnohem větší, než je hmotnost jejich viditelné hmoty.



Obr. č. 3: CBI (Cosmic Background Imager) – zařízení složené ze 13 částí a určené pro interferometrii ve frekvenční oblasti 26–36 GHz. Používá se pro studium mikrovlnného reliktního pozadí s vynikajícím úhlovým rozlišením. Nachází se v severním Chile v nadmořské výšce 5080 m.

4. Pozorování anizotropie v teplotě mikrovlnného reliktního záření na velmi malé úhly. Tyto fluktuace odpovídají fluktuacím hustoty (akustickým vlnám), fluktuacím gravitace či fluktuacím jiných vlastností prostředí v okamžiku posledního rozptylu reliktních fotonů. Dají se

tak pozorovat vlastnosti prostředí v okamžiku, kdy se záření oddělovalo od hmoty. První pozorování z pozemního experimentu CBI provedené v nedávné době potvrzují a zpřesňují data pozemního experimentu DASI a balónových experimentů BOOMERANG a MAXIMA. Měření se zobrazují ve formě spektra úhlových fluktuací – závislost velikosti fluktuací na převrácené hodnotě úhlové vzdálenosti porovnávaných míst (viz. obr. č. 4). **Jasně potvrzují existenci temné hmoty** a zdají se vylučovat hypotézy vysvětlující rotační křivky galaxií pomocí modifikace teorie gravitace, která byla popisována v Kozmosu č.6/2001. Je velmi dobrá shoda mezi šesti různými experimentálními týmy, které se zabývají studiem mikrovlnného záření. Poloha prvního píku ve spektru úhlových fluktuací ukazuje, že vesmír je velmi blízký plochému (poměr mezi hustotou vesmíru a kritickou hustotou je velmi blízký jedničce) a dává odhad celkové hustoty hmoty a energie. Průběh spektra fluktuací velmi striktně omezuje množství baryonové hmoty ve vesmíru na pouhých 5 % (vzdálenost sudých a lichých maxim) a to, že celková hmota tvoří 30 % a energie 70 % (srovnání amplitudy prvního píku a následujících). Důležitý je i poznatek, že pro měření frekvence a v mezích současné přesnosti měření nezávisí amplituda těchto fluktuací na vlnové délce, ve které ji měříme. Ovšem rozsah měřených frekvencí je zatím dost omezený.



Obr. č. 4: Shrnutí experimentálních dat o průběhu úhlové anizotropie mikrovlnného reliktního záření získaných v posledních experimentech. Zkoumá se závislost velikosti fluktuací intenzity mikrovlnného pozadí na parametru $l = 180/\theta$, kde θ je úhlová vzdálenost porovnávaných měřených míst ve stupních. $l = 3000$ odpovídá úhlu 0.06°. Body s chybami jsou data CBI. Čára je modelový fit (standardní model s kosmologickými parametry a složením hmoty a energie blízkým uvedeným v článku) na všechny experimentální data. Převzato z J. L. Sievers et al., astro-ph/0205387.

5. Pozorování stále vzdálenějších hvězd a galaxií pomocí Hubblova teleskopu posunují počátek formování galaxií a hvězd stále blíže k počátku velkého třesku. Tuto skutečnost podporuje například i nedávná studie kosmického infračerveného pozadí v program 2MASS. Počáteční formování zárodků struktury vesmíru tak

muselo probíhat už v době, kdy byla teplota natolik vysoká, že formování normální hmoty bránila. Pro úspěšné formování velkorozměrové struktury vesmíru byla nutná existence nebaryonové temné hmoty. Tato hmota musela být navíc chladná (částice, které ji tvoří, měly krátce po velkém třesku nerelativistické rychlosti). Vysvětlení formování samotných galaxií však potřebuje i malou příměs horké temné hmoty (její částice měly krátce po velkém třesku relativistické rychlosti).

6. Pozorované produkty primordiální nukleosyn-
tény (poměr lehkých prvků ^4He a deuteria) striktně vymezuje hustotu baryonové hmoty a výsledky jsou ve velmi dobré shodě s hodnotou získanou ze zkoumání anizotropie reliktního záření.
7. Vztah mezi rudým posuvem a vzdáleností určený pomocí supernov Ia naznačuje zrychlení expanze, a tedy existenci temné neviditelné energie, která způsobuje odpudivou sílu.

Takže zkusme si shrnout do dnešní doby získané poznatky. Hustota vesmíru je dnes s přesností lepší než 5 % rovna hustotě kritické, která odpovídá plochému vesmíru. Její složení je pak 70 % temná energie, 25 % temná chladná nebaryonová hmota, 5 % baryonová hmota a malá příměs horké temné hmoty.

Standardní inflační kosmologický model?

Standardní model vývoje vesmíru je velmi úspěšný v popisu vývoje vesmíru od jistého okamžiku. Chceme-li však popsat vývoj vesmíru před tím a zároveň vysvětlit nastavení počátečních podmínek, potřebujeme vybudovat nový model. Připomeňme si, které základní počáteční podmínky standardního modelu musí takový model vysvětlit:

Vysokou stejnorodost a izotropnost vesmíru. Je třeba vysvětlit, proč jsou hustota hmoty ve vesmíru i teplota reliktního záření velmi stejnorodé a shodují se i v místech, které by při průběhu rozpínání vesmíru podle standardního modelu byly díky omezené rychlosti (maximální možnou rychlostí je rychlost světla) odděleny a jejich parametry (hustota, teplota...) by se nemohly vyrovnat.

Zároveň i **jisté nehomogenity**, které umožní formování velkoškálové struktury vesmíru, galaxií i hvězd. Z posledních měření se zdá, že toto formování probíhalo velmi rychle.

Plochosť vesmíru. To znamená blízkost hustoty hmoty a energie ve vesmíru hustotě kritické. Proč je to právě tato hodnota?

Poměr mezi jednotlivými složkami hmoty a energie. Tedy to složení vesmíru, které bylo ukázáno v předchozí části a tvoří počáteční podmínky standardního kosmologického modelu.

Vznik přebytku hmoty nad antihmotou (baryonovou asymetrií). Zjistit, jak se to vlastně stalo, že vůbec existujeme. Komplexnější rozbor tohoto problému z pohledu inflačních kosmologických modelů lze najít v Kozmose č 6/2000.

Absence pozorovatelných topologických singularit (např. magnetických monopólů). Měli by vznikat v hojném množství na počátku velkého třesku, ale zatím nebyla ani jedna pozorována.

Zároveň je důležité, aby takový model řešil i **problém počáteční singularity**, tedy toho, že při extrapolacích k počátku roste hustota i teplota vesmíru do nekonečna.

Řešení většiny a možná i všech těchto problémů nabízí hypotéza inflační etapy na počátku vývoje vesmíru. Ta je založena na předpokladu, že v nejranějším období velkého třesku existovala fáze, kdy se rozpínání vesmíru exponenciálně zrychlovalo. Rychlá expanze zvětšila rozměr vesmíru 10^{30} krát během řádově 10^{-32} s. Tím by byla zajištěna homogenita a izotropnost námi pozorované části vesmíru. Její komponenty byly totiž před inflací velmi blízko sebe. Nehomogenity potřebné k formování velkoškálové struktury a galaxií jsou pak dány kvantovými fluktuacemi, které se rozepluly během inflace. Pokud by vesmír, ve kterém probíhá inflace, nebyl plochý, tak by se buď rychle zhroutil, nebo „rozfoukl“. Hustota monopólů se během inflace zmenšila natolik, že se jejich počet v námi pozorované části vesmíru pohybuje v řádu jednotek. Přesné hodnoty zvětšeného rozměru i doby, po kterou inflace probíhala, závisí na variantě navrhovaného inflačního modelu. Inflace by probíhala v průběhu vydělování jednotlivých interakcí ze sjednocené interakce. Existuje několik možností, podle toho, jestli by inflace proběhla při vydělení gravitační, silné nebo slabé interakce. Úplně vyloučeno není, že by inflačních fází mohlo být i více. Konkrétní průběh pak velmi silně závisí na variantě teorie sjednocení interakcí, která se uplatňovala. Ta by také určovala podstatu vzniku baryonové asymetrie a poměr a podstatu jednotlivých složek hmoty a energie. Největším problémem zůstává počáteční singularita. Tu by měla řešit jednotná teorie interakcí, na jejíž místo v současné době aspirují superstrunové teorie.

Jak už bylo zmíněno, z pozorování supernov se zdá, že i dnes probíhá zrychlování expanze vesmíru. Také není úplně vyloučeno, že nás v budoucnu čeká vydělení nové páté síly a s tím spojené nové inflační období. Nebo, jak třeba ve své nové hypotéze předložil A. Linde, se podpudivá síla energie vakua změní na přitažlivou. Expanze se zastaví a obrátí, dojde ke smrštění a „velkému krachu“. Jak je vidět, nabízí hypotéza inflace velmi širokou škálu možností popisu vlastností vesmíru i jeho vývoje v minulosti i budoucnosti.

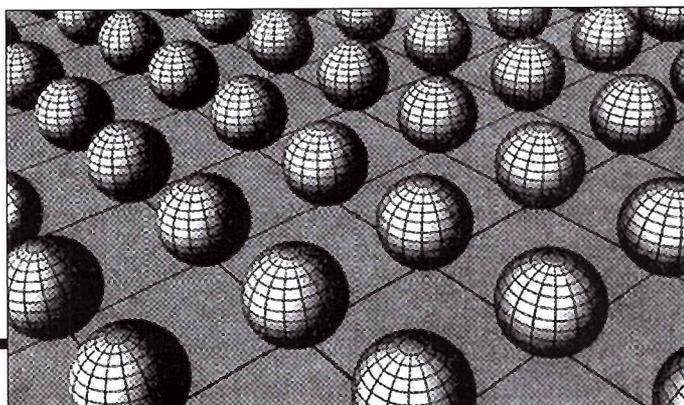
Jednotná teorie interakcí (teorie superstrun?)

Jaká konkrétní varianta inflace se ukáže správná, závisí na tom, jak vypadá správná jednotná teorie interakcí. Připomeňme si krátce, jak daleko jsme došli na cestě k ní. Spolehlivě je potvrzen jen standardní model částic a interakcí. Ten v sobě zahrnuje teorii elektroslabých interakcí, která

sjednocuje popis slabé a elektromagnetické interakce. Její součástí je i popis elektromagnetické interakce pomocí kvantové elektrodynamiky. Tato teorie umožňuje dělat vůbec nejpřesnější kvantitativní předpovědi. Například shoda mezi teoretickou a experimentální hodnotou magnetického momentu elektronu je až na jedenáct platných cifer. Kvantová chromodynamika pak popisuje silné interakce. Stranou stojí obecná teorie relativity popisující gravitační interakci, jejíž kvantovou podobu dosud neznáme. Standardní model částic a interakcí je extrémně úspěšný. Dokáže popsat téměř všechny jevy v mikrosvětě, přesto existují důvody, proč je třeba jít za něj:

- a) Ve standardním modelu existuje velký počet parametrů (hmotnost leptonů, kvarků, intermedialních bozonů a Higgsů, různé parametry míchání.
- b) Existuje řada symetrií mezi částicemi a interakcemi standardního modelu (např. symetrie mezi leptony a kvarky).
- c) Je třeba zahrnout do popisu i gravitaci a vypracovat kvantovou teorii gravitace.
- d) Díky tomu, že ve standardním modelu pracujeme s bodovými částicemi, existuje zde problém singularit (některé fyzikální veličiny mohou v některých případech růst do nekonečna).
- e) Z experimentálních důvodů jsou to hlavně už zmíněná baryonová asymetrie vesmíru a existence temné hmoty a energie. Mezi další patří zjištění oscilací neutrin. Poslední velmi přesná měření magnetického momentu mionu ukazují na odchylku od předpovědi standardního modelu (kvantové elektrodynamiky).

Existuje řada rozšíření standardního modelu. Hypotézy velkého sjednocení vycházejí ze symetrie leptonů a kvarků. Zavádějí částice, které dokáží měnit kvarky na leptony a naopak. Tím vzniká nezachování baryonového čísla, což je jednou z hlavních podmínek vzniku baryonové asymetrie. Jejich důsledkem je i rozpad protonu. Ještě obecnější jsou supersymetrické teorie. Ty vedou k předstávě, že každá částice hmoty (fermion) má svého supersymetrického partnera (bozon) a každá částice interakce (bozon) má svého supersymetrického partnera (fermion). Supersymetrické teorie, které zahrnují gravitaci se nazývají supergravitace. V současné době se zdají v oblasti hledání jednotné teorie pole nejspokladnější superstrunové teorie. Ty popisují částice jako vibrace elementárních objektů, které se nazývají struny. V nedávné době se podařilo najít takovou verzi superstrunové teorie tzv. M-teorie, která spojuje všech pět variant superstrunových teorií, které byly dosud známy. Náš vesmír se v této teorii rozprostírá na čtyřrozměrné membráně (bráně), která se pohybuje v pátém rozměru (první tři rozměry jsou prostorové a čtvrtý je



Obr. č. 5: Dva dodatečné rozměry k časoprostoru svinuté do tvaru sféry (převzato z knihy B. Greene: *Elementární vesmír*).

časový). Zároveň existuje ještě pět dalších rozměrů, které jsou svinuty a natolik malé, že jejich projevy nelze zatím pozorovat. Struny nejsou bodové objekty, proto odstraňují problém singularit. Jako každá supersymetrická teorie vysvětluje superstrunová teorie symetrie mezi různými typy částic a interakcí. Zahnuje do sjednocování i gravitaci. Mohla by vysvětlit oscilace neutrin, baryonovou asymetrii a poskytuje i dostatečný sortiment částic, který kromě těch známých zahrnuje i dostatek kandidátů pro vysvětlení temné hmoty. Vidíme, že superstrunová M-teorie je výborným kandidátem na finální teorii všeho. Má to ovšem dva háčky.

Prvním problémem je, že zatím chybí matematický aparát, který M-teorie potřebuje pro výpočet kvantitativních předpovědí. Druhým je pak to, že předpovědi, ve kterých jde superstrunová teorie za standardní model nebo se liší od jiných supersymetrických teorií, se týkají jevů při takových energiích, že jsou za možnostmi současných urychlovačů. Jeden ze zakladatelů superstrunových teorií B. Greene si tak postěžoval, že pracují již dvě desítky let na teorii bez nových dat.

Ukažme si, jaké experimentální údaje lze v oblasti ověřování teorií sjednocení interakcí očekávat v dohledné době. Podle předpokladů by se hmotnosti supersymetrických partnerů mohly dostat do dosahu právě budovaných největších urychlovačů (např. budovaný urychlovač LHC v CERNu). Tyto částice jsou sice součástí každé supersymetrické teorie, ale jejich konkrétní vlastnosti by měly umožnit výběr mezi nimi. Na LHC by se mohly objevit i takové exotické jevy, jako vznik mikroskopické černé díry, které předpovídají superstrunové teorie. S hledáním takových exotických jevů se počítá.

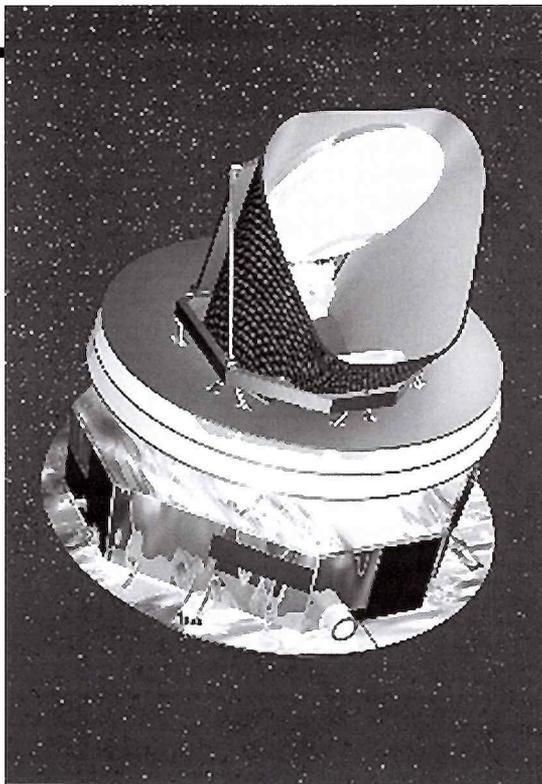
Některé projevy jevů, které jsou za hranicemi standardního modelu, by mohly být pozorovatelné i v oblasti nízkých energií. Rozpad protonu už byl zmiňován. Pozorován zatím nebyl, ale experimentální určení dolní hranice doby života protonu už vyloučilo některé z nejjednodušších variant teorií velkého sjednocení. Hledají se i další exotické typy rozpadů. Také velmi přesná měření oscilací neutrin, vlastností různých částic, narušení zákonů zachování v různých reakcích. Důležité údaje by mohlo přinést i studium gravitace při stále menší vzdálenosti interagujících těles.

Pokud se však chceme dostat k nejvyšším energiím, máme v současnosti jedinou možnost. Musíme se obrátit k vesmíru a hlavně k jeho počátku. Studium disperze světla ve vakuu – různá doba přiletu fotonů s různou energií z gama záblesku, kosmická neutrina s vysokou energií, vlastností temné hmoty a temné energie, reliktního mikrovlnného pozadí, reliktních neutrin a případně gravitačních vln. Právě proto je pozornost teoretiků, kteří pracují v oblasti hledání jednotné teorie hmoty a interakcí, upřena na kosmologii.

Kdo by se chtěl o superstrunových teoriích dozvědět více, může sáhnout po populární knize B. Greena *Elegantní vesmír*, kterou do češtiny přeložil L. Motl.

Inflace, nebo srážka dvou brán?

Standardní inflační hypotéza poměrně dobře vysvětluje řadu pozorovaných skutečností. Přesto však N. Turok vyzývá k tomu, abychom měli



Obr. č. 6: Návrh sondy Planck, připravované pro zkoumání reliktního mikrovlnného záření (převzato ze zdrojů NASA).

hlavu otevřenou i pro jiné koncepty. V jím podporovaném scénáři ekpyrotického vesmíru je inflace nahrazena hypotézou, že náš rozpínající se vesmír vznikl ve srážce dvou čtyřrozměrných brán, které se pohybují v pátém rozměru. Taková hypotéza by skutečností, které objasňuje inflační etapu, vysvětlila také. Výhodou představy ekpyrotického vesmíru je, že v něm neexistuje singularita. Při srážce brán je dosažena pouze konečná hustota a teplota, která je navíc tak nízká, že v ní vznikají monopoly jen s velmi malou pravděpodobností (pravděpodobnost, že se srazí dvě částice s kinetickou energií takovou, aby se vyprodukovala částice s klidovou hmotností předpokládaného monopolu).

Rozhodujícím testem, který by rozhodl mezi hypotézou inflačního vesmíru a vesmíru ekpyrotického, by mohlo být pozorování reliktního pozadí gravitačních vln. Amplituda fluktuací gravitačního reliktního záření by měla v ekpyrotickém vesmíru velmi prudce klesat s růstem vlnové délky tohoto záření (spektrum fluktuací bude silně modré). V inflačním vesmíru je tomu naopak. Amplituda fluktuací s vlnovou délkou (i když jen slabě) stoupá (spektrum fluktuací bude slabě rudé). Pokud by se nám podařilo tyto fluktuace gravitačního pozadí měřit, pak jejich neexistence v dlouhovlnné oblasti je známkou ekpyrotického vesmíru a jejich existence hovoří ve prospěch inflace. Takové pozorování je však v současnosti neuskutečnitelné a i v budoucnu bude jeho provedení velmi obtížné. Vliv gravitačního pozadí by se však měl promítnout do vlastností mikrovlnného reliktního záření (jeho polarizace). Vliv modelu na fluktuace hustoty vesmíru (tedy i teploty reliktního záření) už není tak jednoznačný a pozorování modrého nebo rudého spektra fluktuací mezi inflačním a ekpyrotickým vesmírem nevybere. Pozorování fluktuací reliktního záření by ovšem mohla omezit počet variant těchto hy-

potéz. Příslušná měření už by mohla být v dosahu experimentu, které začaly fungovat nebo se pro nejbližší desetiletí připravují (sondy MAP a PLANCK). Vůbec je momentálně studium různých vlastností reliktního mikrovlnného pozadí (jeho fluktuace, polarizace...) jedním z nejperspektivnějších zdrojů dat pro testování různých kosmologických hypotéz.

Dalším z možných experimentálních testů by například bylo určení časového vývoje poměru hustoty různých složek hmoty a energie v našem vesmíru.

Ovšem představa ekpyrotického vesmíru se s představou inflace nemusí striktně vylučovat. Jak poznamenal A. Linde, i v ekpyrotickém vesmíru by mohla proběhnout inflace. To by pochopitelně mělo důsledky i na možnosti využití různých testů pro určení správné teorie počátečních stádií vesmíru.

Můj názor na odpověď na titulní otázku

Jak to s tou kosmologií tedy je? V předchozích částech jsem se pokusil o poměrně obsáhlý přehled experimentálních dat, na kterých jsou postaveny naše současné kosmologické představy. Hlavní mojí snahou bylo podložit svůj názor, že kosmologie je dnes standardním vědeckým oborem s velice pevnou vazbou na jadernou a částicovou fyziku. Její hypotézy a modely jsou konfrontovány s širokou škálou experimentálních údajů. Zatímco velký třesk je opravdu standardním modelem, který stojí na pevných základech standardního modelu částic a interakcí a je velmi dobře proěřen experimentálními daty, představy inflačního či ekpyrotického vesmíru jsou zatím pouze hypotézy. Snažil jsem se také ukázat, že i ty nejdřívejší rozebírané hypotézy dávají ověřitelné předpovědi, které by umožnily vybrat správnou. I když ve většině případů bude provedení potřebných měření velmi náročné a u některých se dá o jejich proveditelnosti značně pochybovat.

Trochu bych proto pozměnil konec článku z Kozmosu č.4/2002. V příslušném případě není třeba čekat na nového Koperníka. Hypotézy inflace, ekpyrotického vesmíru i řada dalších jsou na stole. Nyní je třeba čekat na nového Tycho de Brahu, který získá dostatečně přesná data, která umožní najít mezi hypotézami tu správnou a umožní tak novému Keplerovi vytvořit model popisující vývoj vesmíru v době před platností standardního modelu. Hlavně pak čekáme na nového Newtona, který by vypracoval sjednocenou teorii interakcí (pravděpodobně ve formě superstrunové teorie) a její matematické postupy, které umožní přesný popis celého vývoje vesmíru a vytvoření kosmologické teorie. I když není úplně vyloučeno, že i ten nový Koperník bude potřeba, protože správná hypotéza může být jiná než ty, které se zatím objevily.

VLADIMÍR WAGNER
Ústav jaderné fyziky AVČR Řež
www: hp.ujf.cas.cz/~wagner/

Jiří Grygar:

Žeň objevů 2001 (XXXVI.)

Věnováno památce českého astronoma a čestného člena České astronomické společnosti Ing. Vladimíra Ptáčka, CSc., (1920–2001) z Prahy a dlouholetého předsedy západočeské pobočky ČAS v Rokycanech prof. Milana Vonáška (1933–2001).

Pozn.: Elektronická verze těchto přehledů 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 tří stejnojmenných přednášek (Radio IAN).

2. Hvězdný vesmír

2.1. Extrasolární planety a hnědí trpaslíci

V historii astronomie zůstane už navždy zaznamenán heroický, m leč marný pokus holandsko-amerického astronoma P. van de Kampa, jenž se pokusil na základě dlouhodobé přesné astrometrie odhalit výskyt průvodců známé **Barnardovy hvězdy**.

Po plných 46 let od r. 1916 pořizoval astrometrické snímky hvězdy týmž 0,6 m refraktorem, z nichž pak r. 1963 odvodil vlnovitý vlastní pohyb této velmi blízké hvězdy, který považoval za důkaz přítomnosti exoplanety s oběžnou dobou 24 roků. Jeho měření zopakovali v letech 1969–1998 astronomové na McCormickově observatoři, aniž by tu vlnovku vůbec našli. Je proto zřejmé, že van de Kamp byl osálen periodickými změnami geometrických parametrů samotného refraktoru, což znamená, že Barnardova hvězda žádné takové exoplanety nemá. Jak známo, úspěch při objevu skutečných exoplanet pochází z přesných měření radiálních rychlostí mateřských hvězd, ale fakticky nejcitlivější metodou zůstává i nadále měření změn impulsních period radiových pulsarů.

Právě tak objevil A. Wolszczan a D. Frail u milisekundového pulsaru **PSR 1257+12** (Vir) vůbec první exoplanety již r. 1992 a posléze dokonce i „exoměsíc“. Ten obíhá kolem mateřské neutronové hvězdy – pulsaru ve vzdálenosti 0,19 AU a má minimální hmotnost jen 0,015 M_z ; exoplanety o minimálních hmotnostech 3,4 a 2,8 M_z pak ve vzdálenostech 0,36 a 0,47 AU. Podle M. Millera a D. Hamiltona je však pravděpodobné, že ve vzdálenosti nad 6 AU obíhá kolem pulsaru ještě čtvrtá exoplaneta s hmotností minimálně 0,05 M_z , ale maximálně až 81 M_z . Pokud se měření potvrdí, bude to zatím nejbohatší známá soustava exoplanet vůbec. Další zatím nepřilíš rozšířenou metodou je přesné měření malých poklesů jasnosti mateřské hvězdy při přechodu (transitu) exoplanety přes hvězdný kotouček, jež může dosáhnout až 0,5 mag po dobu několika hodin.

První tranzity exoplanety byly před časem objeveny u hvězdy 7,7 mag sp. třídy G2 **HD 209458** (Peg), vzdálené od nás 46 pc. Povrch exoplanety je vzhledem k blízkosti hvězdy ohřát na teplotu

1100 °C. Autoři objevu D. Charbonneau aj. využili nyní HST k porovnání vzhledu spektra hvězdy během tranzitu a mimo něj a odhalili tak nepřímo atmosféru exoplanety, jež obsahuje sodík. Jde o mimořádně citlivou analytickou metodu. Pomocí HST STIS měřili změny jasnosti hvězdy T. Brown aj. Dosáhli tak fantastické přesnosti měření $\pm 0,0001$ mag při celkovém poklesu jasnosti až 0,02 mag. Celý přechod exoplanety přes hvězdný kotouč trval 3 h, když celková oběžná doba exoplanety činí 3,5 d. Tak se zpřesnily parametry exoplanety, neboť vůbec poprvé známe spolehlivě sklon dráhy 87°; hmotnost 0,7 M_J ; poloměr 1,35 M_J . Jelikož však dráhové parametry u nadějných soustav s vhodným úhlem sklonu dráhy exoplanety vůči zornému paprsku dávají předpovědi transitů s chybou řádu 10 h, naskytá se tak nečekaně výtečná příležitost pro astronomy-amatéry, neboť pokles jasnosti o více než 0,3 mag lze rozpoznat i při pozorování očima.

Vhodným typem je trpasličí hvězda **GI 876** (Aqr) sp. třídy M, vzdálená od nás pouhých 4,6 pc. Nejproduktivnější skupině hledačů exoplanet, vedené G. Marcym a P. Butlerem, se totiž právě u ní podařil počátkem r. 2001 kapitální úlovek dvou obřích planet, jež vykazují základní dráhovou rezonanci 2:1, když jejich poloosy činí 0,13 a 0,21 AU, výstřednosti 0,28 a 0,10 a oběžné doby činí po řadě 30 a 61 dnů; nepřesnost rezonance navíc prokazuje, že jde určitě o plynná tělesa. Podle J. Lissauera aj. jsou jejich minimální hmotnosti 0,5 a 1,8 M_J . Jelikož odstup poloměrů drah je pouze 0,08 AU, považovali astronomové dlouho výsledky měření za důkaz existence jediného tělesa na velmi výstředné dráze. Teprve 6 let velmi přesných měření radiálních rychlostí na dvou různých dalekohledech odhalila tuto kamufláž a naprosto udivující základní rezonanci. V naší Sluneční soustavě vykazuje jedinou planetární dráhovou rezonanci 3:2 pouze Pluto vůči Neptunu. Nepřesnost dráhové rezonance v soustavě GI 876 však znamená, že budoucnost soustavy je omezená: exoplanety nakonec buď na mateřskou hvězdu spadnou, anebo od hvězdy uniknou do mezihvězdného prostoru a stanou se z nich nomádi.

B. Reipurth a C. Clarkeová usuzují na základě počítačových simulací, že **planetární nomádi** jsou velmi běžní: jsou to třeba i hvězdné zárodky, které však uniknou z mateřské soustavy dříve, než si nabudou dost hmoty na to, aby z nich byly pořádné hvězdy. Výpočty J. Lissauera a E. Rivery

prokázaly naopak poměrně dobrou dlouhodobou stabilitu drah tří exoplanet s oběžnými dobami od 4,6 d do 3,6 roků u hvězdy ypsilon Andromedae (sp F8 V). Soustava se udrží pohromadě alespoň 100 milionů roků. Také druhá nejproduktivnější skupina, vedená švýcarským astronomem M. Mayorem, zaznamenala při pozorování na jižní polokouli pomocí spektrografu CORALIE řadu pozoruhodných objevů.

U hvězdy **HD 82943** (Hya) našli dvě exoplanety v dráhové rezonanci 3:2 s oběžnými dobami 445 a 668 d. U hvězdy **HD 74156** našli exoplanetu na typicky kometární dráze s oběžnou dobou 112 d a výstředností 0,93! Tento rekord však vzápětí vyrovnali D. Naef aj. když objevili exoplanetu s touž výstředností u složky B vizuální dvojhvězdy **HD 80606**. Exoplaneta o minimální hmotnosti 4 M_J obíhá v periodě 112 dnů, takže v pericentru se doslova otírá o mateřskou hvězdu! N. Santos aj. objevili dvě exoplanety s hmotností větší než 5 M_J , obíhající kolem mateřských hvězd **HD 28185** (Éri) a **HD 213240** (Gru) po kruhových drahách v periodách 1,05 a 2,6 roků. G. Israelian aj. našli v atmosféře hvězdy **HD 82943** (Hya, sp. G0) nuklid $6Li$, pocházející nejspíš z exoplanety o hmotnosti asi 2 M_J , která se na hvězdu kdysi zřítla. Není vyloučeno, že kolem hvězdy obíhá v periodě 220 dnů další exoplaneta s hmotností minimálně 0,9 M_J . Nepřímo odtud plyne, že asi čtvrtina hmoty hlavního pásma planetek Sluneční soustavy se již zřítla na Slunce. Během r. 2001 stoupl počet známých exoplanet na 80, což je velmi prudký nárůst, související s tím, že se začínají zúročovat mnohaleté souvislé řady přesných měření radiálních rychlostí, takže zejména přibývají exoplanety s dráhovými poloosami nad 3 AU, jejichž oběžné doby činí více let.

To je např. důvod, proč D. Fischerová aj. objevili druhou exoplanetu u hvězdy **47 UMa**, takže tato soustava obsahuje nejenom „jupiter“ ve vzdálenosti 2,1 AU s oběžnou dobou 3,0 roků, ale i „saturn“ ve vzdálenosti 3,7 AU a oběžné době 7,1 let. S. Zucker a T. Mazeh vybrali 47 mateřských hvězd známých exoplanet a hnědých trpaslíků, jejichž přesné polohy změřila družice HIP-PARCOs, takže se jim podařilo určit sklon oběžných drah průvodců k zornému paprsku. Jakmile je sklon znám, lze stanovit spolehlivé horní meze pro jejich **hmotnosti**, zatímco spektroskopická pozorování dávají meze spodní. Nejnížší horní mez přísluší zmíněnému u „jupiteru“ u hvěz-

dy 47 UMa – 0,014 M_{\odot} , což je na rozhraní mezi obří exoplanetou a hnědým trpaslíkem. V dalších 13 případech je jako průvodce vyloučena „lehká“ hvězda, ale není vyloučen hnědý trpaslík. Naproti tomu mnoho údajných hnědých trpaslíků jsou ve skutečnosti právě ony velmi lehké hvězdy.

A. Boss se domnívá, že bychom měli relativně nejnásadit **velmi hmotné exoplanety** s hmotnostmi kolem 10 M_J , ale jejich počet je ve skutečnosti překvapivě malý. To zřejmě souvisí se způsobem, jak vznikají dvojhvězdy, kde je zřetelná tendence, aby méně hmotný zárodek nabral z prahvězdného mračna relativně více hmoty, než zárodek hmotnější. Velmi hmotné exoplanety proto vznikají jedině z fluktuací hustoty v zárodečném protoplanetárním disku, a proto jsou tak vzácné.

Jestliže hmotnost takto vzniklých těles přesáhne hranici 13 M_J , nejde však již o exoplanetu, nýbrž o hnědého trpaslíka. Podle J. Gizise byl **první hnědý trpaslík** prokázán až v r. 1995. Ačkoliv jejich počet je patrně větší než počet hvězd, nepřispívají příliš k zastoupení tzv. skryté hmoty Galaxie. Zhruba pětina hnědých trpaslíků tvoří páry ve vzájemné vzdálenosti od 1 do 10 AU. Přestože nemají rentgenovou korónu, vyskytují se na jejich povrchu rentgenová vzplanutí. Hranice mezi méně hmotnými hnědými trpaslíky a obřími exoplanetami není ostrá a takové objekty pak prakticky nelze jednoznačně zařadit.

C. Ladovi aj. se podařilo v **mlhovině v Orionu** odhalit dalších 100 hnědých trpaslíků o stáří pouze 1 milionu roků, jež jsou obklopeny asi ve třech pětinach případů horkými cirkumstelárními disky, což prakticky znamená, že i hnědí trpaslíci mohou mít kolem sebe posléze exoplanety. M. Kenworthy aj. našli vícenásobnou soustavu 300 milionů roků starých a 10 pc vzdálených hnědých trpaslíků **GI 569B** (sp. dM8.5) s úhrnnou hmotností nanejvýš 0,2 M_{\odot} . Tři trpaslíci o hmotnosti kolem 50 M_J jsou od sebe navzájem vzdáleni po řadě 50 a 1 AU. Totéž nezávisle potvrdili i B. Lane aj. A. Burrows aj. konstatovali, že **modely exoplanet a hnědých trpaslíků** jsou už fakticky samostatným oborem astrofyziky na pomezí mezi hvězdami a planetami Sluneční soustavy. Z těchto důvodů bylo potřeba doplnit spektrální třídění o nové spektrální typy pro hnědé trpaslíky a obří exoplanety, tj. L a T. Dosud známe něco přes 150 hnědých trpaslíků a bezmála stovku exoplanet. Exoplanety se zatím objevují v sousedství hvězd spektrálních tříd F7 ÷ M4 a jejich minimální hmotnosti vesměs přesahují 0,25 M_J . Méně hmotné exoplanety určitě existují, ale leží dosud pod prahem možnosti detekce metodou přesných radiálních rychlostí. Tato mez se ovšem neustále posouvá.

U obřího dalekohledu VLT v Chile byl nedávno uveden do chodu **spektrograf HARPS**, dosahující přesnosti měření radiálních rychlostí ± 1 m/s, takže brzy lze očekávat objevy exoplanet s hmotností kolem 0,1 M_J . Všechny exoplanety s poloměry většími než 0,75 M_J se skládají výlučně z vodíku. Menší exoplanety mohou být ledové, anebo obsahují kamenná olivínová jádra. Podle R. Butlera aj. má 7% hvězd blízkých ke Slunci exoplanety typu Jupiteru s oběžnou dobou kratší než 5 roků. Nejhmotnější exoplanety mají zhruba 5 M_J a s klesající hmotností až do pozorovací me-

ze **funkce hmotnosti** plynule roste, takže je prakticky jisté, že daleko nejvíce exoplanet se vyskytuje pod rozlišovací mezí současné pozorovací techniky. Podle V. Bějara aj. je výskyt exoplanet nomádů s hmotností 5 M_J srovnatelný s výskytem červených trpaslíků třídy M, tj. méně hmotných exoplanet je pak nesmírně mnoho, i když jejich příspěvek ke skryté hmotě vesmíru není nijak významný. D. Barrado y Navascués aj. odhalili na snímcích dalekohledem ESO VLT1 v kupě kolem hvězdy σ Ori již 15 nomádů s hmotností 8 ÷ 18 M_J . Exoplanety podobné **prototypu 51 Peg** těsně u mateřských hvězd na kruhových drahách s oběžnou periodou řádu dní jsou asi o řád vzácnější, ačkoliv se dají poměrně nejnásadit objevit. Podle J. Donnisona a I. Williamse je průměrná hodnota hmotnosti obřích exoplanet 2,4 M_J a pro hlavní poloosu drah nad 0,2 AU je typická značná výstřednost jejich drah. Mateřské hvězdy mají většinou vyšší metalicitu než je sluneční; jinými slovy, čím bude vesmír starší, tím bude více exoplanet.

I pro exoplanety lze již sestavit docela jednoznačnou závislost mezi efektivní teplotou a zářivým výkonem, tedy formální **obdobu Hertzsprungova-Russellova diagramu** pro hvězdy. Podle W. Hubbarda aj. posloupnosti hvězd, hnědých trpaslíků a obřích exoplanet na sebe zcela plynule navazují. V současné době se soustavně sledují změny radiálních rychlostí pro 1200 nejbližších hvězd na 8 observatořích po celém světě, takže lze očekávat podstatné zlepšení statistických údajů již v blízké budoucnosti.

Velkým překvapením bylo první pozorování rentgenové erupce na hnědém trpaslíku **LP944-20**, odhalené družicí Chandra v prosinci 1999. Nyní E. Berger aj. zjistili, že trpaslík prodělal několikaminutové radiové vzplanutí koncem srpna r. 2000, jehož maximální zářivý výkon bezmála 10^{20} J překonal o tři řády i ty neoptimističtější odhady; skoro určitě jde o synchrotronové záření na gigahertzových frekvencích.

2.2. Prahvězdy

U nejmladších prahvězd se pozorují jednak masivní **akreční disky** a jednak **výtrysky** hmoty kolmo k rovině disku. Pro hvězdy slunečního typu trvá tato klíčová epizoda vývoje pouhé statisíce let. Pak akrece materiálu na prahvězdu skončí, výtrysky zmizí a z akrečního disku zůstává jen tenký **prachový disk**, z něhož pak vznikají planety. Naproti tomu velmi hmotné prahvězdy prodělávají tak bouřlivý raný vývoj, že kolem nich žádné planety nevznikají.

Typickým příkladem je podle D. Sheperda aj. prahvězda **G192.16-3.82** v Orionu o hmotnosti kolem 10 M_{\odot} a stáří 200 tisíc let, vzdálená od nás 1,8 kpc. Podle měření rozšířenou anténní soustavou VLA (nová přídavná anténa je od původní konfigurace obřího Y vzdálená plných 50 km) bylo ve dvou protilehlých výtrscích z této prahvězdy již vyvrženo na 100 M_{\odot} (!) do vzdálenosti až 5 pc. Akreční disk o průměru 130 AU kolem prahvězdy má však ještě stále dvakrát větší hmotnost, než samotná prahvězda.

Podle G. Basriho se v okolí Slunce vyskytují **extrémně mladé hvězdy** nejvíce v obřím molekulovém mračnu ve vzdálenosti pouhých 120 pc od nás. Prozradily se intenzivním rentgenovým

zářením asi tisíckrát větším než u Slunce a pohybují se souběžně v malých skupinách. Nejbližší **asociace TW Hya**, tvořená 20 prahvězdami, se nalázá ve vzdálenosti pouze 50 pc od Slunce a prozradila se společným vlastním pohybem. B. Zuckerman aj. objevili společný vlastní pohyb 17 mladých hvězd o průměrném stáří 12 milionu let v čele se známou hvězdou β Pic, kolem nichž se často nacházejí prachové disky nebo jež jsou doprovázeny hnědými trpaslíky. Právě zde lze hledat budoucí planetární soustavy.

Nejaktivnější hvězdnou kolébkou v našem okolí je pak oblast **Velké mlhoviny v Orionu**, vzdálená od nás 450 pc, jak ukázali Y. Tsuboi aj. pomocí snímků rentgenové družice Chandra. Příslušné obří molekulové mračno **OMC-3** se díky překotné tvorbě hvězd prakticky rozplyne během pouhých 10 milionů let. Podle A. Bosse končí proces vzniku hvězd ve skupinách tím, že gravitačním hroucením zbytků zárodečného chuchvalce vznikají osamělé planety o hmotnostech až 13 M_J . Prototypem rané planetární soustavy se stala hvězda **zéta Lep** (sp A3) o hmotnosti 2 M_{\odot} , zářivém výkonu 15 L_{\odot} a minimálním stáří 50 milionů let, vzdálená od nás 22 pc. Podle C. Chena a M. Jury je obklopena prachovým pásem ve vzdálenosti 6 AU od hvězdy, jenž obsahuje asi 200krát více materiálu, než hlavní pás planetek u Slunce. Jelikož stávající prach by měl být v krátké době ze soustavy vymeten, je zřejmé, že se neustále doplňuje drcením větších planetek o úhrnné hmotnosti 4.10²³ kg. Autoři se domnívají, že právě takto mohla vypadat naše Sluneční soustava asi 100 milionů let po svém vzniku. Současný pás planetek ve Sluneční soustavě je ovšem pouhým nepatrným zbytkem původního, neboť jeho nynější hmotnost dosahuje řádu 10²¹ kg.

2.3. Hvězdná astrofyzika

Když před 40 lety započal výzkum oscilací slunečního poloměru, jenž vedl k rozvoji **helioseismologie** jako mimořádně účinné metody pro průzkum pozorovatelsky nepřístupného slunečního nitra, málokdo tušil, že v tak krátkém mezidobí se podaří něco obdobného pro hvězdy podobné Slunci. První stelární seismologická měření se zdařila v r. 1999 u jasného **Prokyonu** (sp. F5 IV–V) a vloni ještě ve vyšší kvalitě (přesnosti měření dosáhla neuvěřitelných 2,7 m/s) F. Carrierovi aj. pro hvězdu β Hvi sp. třídy G2 IV a F. Bouchymu a F. Carrierovi pro α Cen A (sp. G0). Tím se otevírá jedinečná příležitost zkoumat fyzikální poměry v nitrech hvězd, podobně jako geofyzici dokáží pomocí seismických měření studovat nitro Země. I. Baraffe aj. ukázali, že radiální pulsace vyvolávají **nestabilitu** velmi masivních hvězd III. populace (tj. historicky první generace; bez příměsí kovů) pro hmotnosti vyšší než 120 M_{\odot} . Tím je dána praktická mez hmotnosti hvězd kolem 100 M_{\odot} .

Naproti tomu P. Madau a M. Rees se domnívají, že i **hvězdy III. populace** nad 150 M_{\odot} mohou vznikat, ale vzápětí se hrouť na černé díry. Je velmi těžké to ověřit, jelikož takové hvězdy v naší Galaxii už dávno neexistují, a ve vzdálených částech vesmíru jsou příliš slabé na to, aby je bylo možné odhalit.

P. Young aj. se zabývali problematikou veli-

kosti **apsidálního pohybu** v zákrytových těsných dvojhvězdách, jehož hodnoty jsou často v rozporu jak s představami o stavbě hvězd, tak s obecnou teorií relativity. K měření se hodí nejlépe zákrytové soustavy, kde jsme schopni vidět spektrální čáry obou složek, což je v tuto chvíli pouze 18 dvojhvězd s hmotnostmi složek v rozsahu $1,1 \div 2,6 M_{\odot}$; z toho tři případy obsahují hvězdy ještě před hlavní posloupností. Odtud vyplývá, že skutečné hvězdy mají vyšší koncentraci hmoty směrem do centra, než dosavadní modely předpokládaly a dále, že v nitru jsou více než se čekalo zastoupeny těžší prvky. Když k tomu připočteme vliv rotace hvězd na stáčení přímků apsid, je odstraněn i zmíněný rozpor s obecnou relativitou.

P. Wesson shrnul **nevyřešené problémy astrofyziky**, které se ponejvíce vyskytují na rozhraní mezi astronomií, teorií relativity a kvantovou fyzikou. Výslovně uvedl problematiku vakuového pole a supersymetrie, jednotné teorie interakcí GUT, kvantové gravitace, topologie prostoru, povahy a velikosti kosmologické konstanty, skryté hmoty, Machova principu, horizontů a dimenzionality vesmíru, fundamentálních fyzikálních konstant, vlastností neutrin a dalších zejména pak supersymetrických částic. Z čistě astrofyzikálních otázek pak připomněl původ galaxií a dalších struktur, příčinu jejich rotace, vztah mezi hmotností a momentem hybnosti kosmických těles, zda skutečně došlo k velkému třesku, a konečně otázky výskytu života ve vesmíru resp. Fermiho paradoxu.

2.4. Osamělé hvězdy

M. Wittkowski aj. využili Námořního interferometru Lowelloy observatoře k proměření **úhlových průměrů tří pozdních obrů** na základnách až 37,5 m dlouhých. Odtud vplynuly jejich lineární poloměry od 56 do 114 R_{\odot} a potvrdily se teoretické modely rozložení jasnosti na kotoučích obřích hvězd. G. van Belle aj. se podařilo poprvé zobrazit kotouček hvězdy hlavní posloupnosti díky optickému interferometru na Mt. Palomaru o velmi dlouhé základně 100 m. Šlo o jasného **Altaira** (sp A7 IV–V) v Orlu o poloměru 1,8 R_{\odot} a efektivní teplotě 7,7 kK. Kotouček je zploštělý s poměrem poloos 1,14 a úhlovým průměrem 0,003". Hvězda totiž rychle rotuje s minimálním obvodovou rychlostí 210 km/s.

N. Smith aj. ukázali pomocí pozorování HST, že proměnná **VY CMa**, M5e Ia, vzdálená 1,5 kpc, patří k nejsvitějším červeným veleobřím vůbec, neboť dosahuje 500 kL_{\odot} . Je obklopena rozsáhlou mlhovinou rozptýlené hmoty, protože ročně ztrácí $3 \cdot 10^{-4} M_{\odot}$. Při absolutní bolometrické hvězdné velikosti -9,5 mag ji řadíme k tzv. hyperobřím třídě OH/IR.

M. Jura aj. studovali v milimetrovém pásmu hvězdu **HD 179821** (sp G5 Ia), která ještě před 1600 lety byla červeným hyperobřem a která ročně ztrácí $3 \cdot 10^{-4} M_{\odot}$. Autoři zjistili, že je obklopena rozsáhlým plynným obalem a směřuje k výbuchu supernovy (typu Keplerovy supernovy z r. 1604) za pouhých 100 tisíc let. Podle T. Tsujihho vyplývá z měření infračervené družice ISO, že obří hvězdy K a M mají ve své atmosféře **vodní páru** u. P. Tenjes aj. ukázali, že hvězda **HIP 60350** (sp B4-5 V) o hmotnosti $5 M_{\odot}$ unikla před 20 miliony lety z otevřené hvězdkupy NGC 3603,

vzdálené od nás 3,5 kpc, rychlostí plných 417 km/s.

F. Walter aj. zase uvedli, že z oblasti Trapezu v mlhovině v Orionu unikly před 2,5 miliony lety hvězdy \propto **Col** a **AE Aur**, podobně jako 60 pc vzdálené rentgenová dvojhvězda **RX J1856-37** (CrA), která prchá od skupiny ve Štíru tempem 0,3"/r.R. Scholz aj. našli díky vlastnímu pohybu 0,8"/r blízkého červeného trpaslíka **LHS 2090** (sp dM6.5) ve vzdálenosti 6 pc od Slunce. Pořídili totiž spektra pro všechny červené hvězdy s vlastním pohybem nad 0,18"/r a odtud usoudili, že ve vzdálenosti do 10 pc od Slunce nebyla dosud třetina zde pobývajících hvězd objevena. Do této vzdálenosti je zatím známo 280 hvězd, přičemž hlavním důvodem neúplnosti přehledky je nedostatek dostatečně starých měření na jižní polokouli.

2.5. Těsné dvojhvězdy

P. Tuthill aj. zkoumali originálním způsobem dvojhvězdu **LkH α 101** pomocí Keckova teleskopu. Na sekundární zrcadlo totiž umístili speciální masku, která sice pohltila 90% dopadajícího světla, ale zato fantasticky zvýšila rozlišovací schopnost dalekohledu, jenž pak umožnil čtyřikrát lepší rozlišení než má HST! Díky tomu prokázali, že složky dvojhvězdy jsou od sebe vzdáleny 27 AU, a že kolem primární složky se nachází horká prachová obálka ve tvaru koblíhy.

Naprostou kuriozitou se stal objev **nejjasnější zákrytové dvojhvězdy** na nebi pomocí kosmické sondy Galileo. Sonda totiž používala podle palubního programu pro svou orientaci jasné hvězdy 2 mag na jižním nebi **δ Vel** a v červnu 2000 přitom došlo k výpadku orientace, který se zprvu přičítal nějaké poruše samotné navigační aparatury, což se dodatečně zjistilo teprve pro pozorování z listopadu 1989, kdy sonda teprve k Jupiteru směřovala. Posléze se však ukázalo, že k selhání navigace došlo v krátkém intervalu, kdy jasnost hvězdy poklesla o 0,3 mag během zákrytu složek dosud neznámé dvojhvězdy! Dohledání v archivu americké asociace AAVSO odhalila příležitostná pozorování zákrytu argentinským astronomem-amatérem S. Oterem již od r. 1997, což pak umožnilo snadno stanovit neobvykle dlouhou oběžnou dobu soustavy 45 dnů, zatímco zákryty složek trvají jenom pár hodin. Tím lze vysvětlit, že zákryty tak dlouhou unikaly pozornosti, ale svou roli zřejmě sehrál i fakt, že na jižní polokouli působí daleko méně astronomů profesionálů i amatérů než na polokouli severní. C. Laws a G. Gonzales zjistili, že spektroskopická dvojhvězda **16 Cyg AB** je prvním párem slunečních „dvojčat“, který známe. Obě složky mají totiž se Sluncem téměř shodné spektrum; liší se od něho pouze o něco vyšším zastoupením kovů. Složku B navíc obíhá obří exoplaneta.

M. Barstow aj. využili širokoúhlé kamery HST k rozlišení 8 dvojhvězd **typu Síríus AB**, tj. kombinace ranější hvězdy hlavní posloupnosti a bílého trpaslíka. Oběžné doby bílých trpaslíků se přitom pohybují od stovek po tisíce let; nejkratší periodu 18 let má dvojhvězda zéta Cyg. Z těchto měření je možné odvodit jak hmotnost jednotlivých bílých trpaslíků tak gravitační (Einsteinovy) červené posuvy. J. Bochanski a E. Sion odhalili pomocí družice IUE povahu **průvodce proměn-**

né omikron Cet, vzdálené od nás 128 pc. Jde o bílého trpaslíka o hmotnosti $0,6 M_{\odot}$ a efektivní teplotě 9 kK, jehož stáří činí asi 850 milionů roků. Trpaslík je zahalen ještě teplejším akrečním diskem, který vzniká prouděním hvězdného větru ze samotné Míry Ceti. M. Perryman aj. použili poprvé ve hvězdné fotometrii supravodivý Josephsonův můstek, jenž je jednak mimořádně citlivý a jednak může měřit v intervalech řádu mikrosekund. Dokázali tak pokrýt světelnou křivku zákrytové dvojhvězdy **UZ For** (18 mag) během oběžné periody 126,5 min i během vlastního zákrytu v trvání pouhých 8 min. Zjistili, že jde o tzv. polar s indukci magnetického pole bílého trpaslíka řádu 1 kT.

R. White a A. Ghezová se zabývali výzkumem vlastností 44 **mladých dvojhvězd** v oblasti Tau-Aur pomocí HST a IRTF. Ukázali, že tyto dvojhvězdy vesměs vznikly drobením původního mezihvězdného mračka, nikoliv nestabilitami v zárodečném hvězdném disku nebo dokonce pozdějším zachycením osamělých zárodků hvězd.

A. Čerepaščuk shrnul údaje o **Wolfových-Rayetových hvězdách** (WR) a relativistických hvězdných objektech ve dvojhvězdách. Nejvíce složek dvojhvězd WR má hmotností v rozmezí jednak $1 \div 2 M_{\odot}$ a dále $20 \div 44 M_{\odot}$. Relativistické objekty, doprovázející WR hvězdy, mají bimodální rozložení hmotností, s maximy kolem 1,35 M_{\odot} (neutronové hvězdy) a dále 9 M_{\odot} (hvězdné černé díry). Složky s hmotnostmi v pásmu $2 \div 4 M_{\odot}$ jsou vzácné. Autor upozorňuje, že C-O jádra hvězd WR mají podobné hmotnosti jako hvězdné černé díry, takže není vyloučeno, že hvězdy WR právě tak skončí.

V. Niemela připomněl **historické mezníky** ve zkoumání dvojhvězd. Podvojnost Mizara odhalil J. Riccioli kolem r. 1650; C. Huygens rozlišil první tři složky Trapezu v Orionu a C. Mayer r. 1781 pořídil první katalog 80 hvězdných párů. O rok později objevil J. Goodricke první zákrytovou dvojhvězdu – Algol, a vyslovil domněnku, že je o soustavu dvou objektů kolem sebe navzájem obíhajících, které se periodicky zakrývají. V témže roce vydal W. Herschel obsáhlejší katalog 269 dvojic, ale sám zprvu nevěřil, že může jít o skutečné kosmické páry – domněl se, že jde o náhodné promítání nestejně vzdálených hvězd přibližně do téhož směru. Svůj názor však změnil, když mohl r. 1797 potvrdit, že některé vizuální dvojhvězdy vykazují relativní oběžný pohyb. Vyhledávání dvojhvězd na jižním nebi pak uskutečnil jeho syn John v letech 1833–1838. V r. 1824 získal W. Struwe na observatoři v Tartu (Estonsko) první přístroj na paralaktické montáži od samotného J. Fraunhofera. Dokázal pak přímo u dalekohledu proměřit až 400 poloh hvězd za hodinu! Ve 129 nocích tak získal údaje o polohách 120 tisíc hvězd. V r. 1889 odhalil E. Pickering Mizara A jako spektroskopickou dvojhvězdu. Dvojhvězdy, které jsou zároveň zákrytové a spektroskopické (obzvláště s čarami obou složek ve spektru soustavy), jsou základem pro určování spolehlivých geometrických i fyzikálních vlastností hvězd. Díky jim je ověřen mj. **vztah hmotnost-zářivý výkon** pro hvězdy s hmotnostmi v intervalu $1 \div 25 M_{\odot}$; pro vyšší hmotnosti jde o pouhou extrapolaci.

(Pokračování)

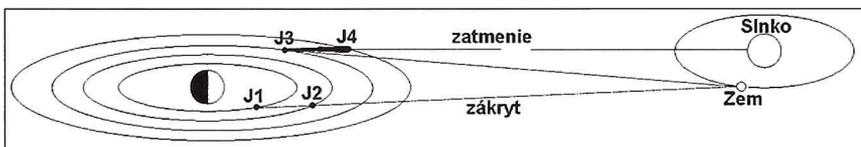


Schéma vzájomných úkazov Jupiterových mesiacov

Vzájomné úkazy Jupiterových mesiacov

Jupiterove mesiace pozoroval vari už každý astronóm amatér, je to taká milá zmenšenina Slnčnej sústavy... Môžete sa však pokúsiť ich vidieť aj voľným okom. Stačí, ak si nájdete vhodné pozorovacie miesto tak, aby ste nejakým vzdialeným predmetom (napr. drôtom) odclonili jasný Jupiter.

Objavil ich 7. 1. 1610 Galileo Galilei (Kozmos 6/1999) a v priebehu niekoľkých dní zistil, že obiehajú okolo Jupitera. Existuje však aj správa, že údajne ešte 2 mesiace pred Galileom ich videl S. Mayer. Mesiace Jupitera zohrali v astronómii dôležitú úlohu, napr. z ich pozorovania určil O. Roemer rýchlosť svetla. Ak by sme si však mysleli, že o ich pohybe už vieme všetko, boli by sme na omyle. Presnosť ich polohy je známa len na 5–10"... Z pozorovaní je možné určovať nepravidelnosti v ich pohybe (zrýchľovanie) a ďalej určiť napr. vnútornú stavbu mesiacov, spočítat negravitačné efekty či študovať rezonancie.

Najjednoduchšie, ako prispieť „svojou hrivnou“, je pozorovanie vzájomných úkazov Jupiterových mesiacov. Je to mimoriadna šanca aj pre amatérov!

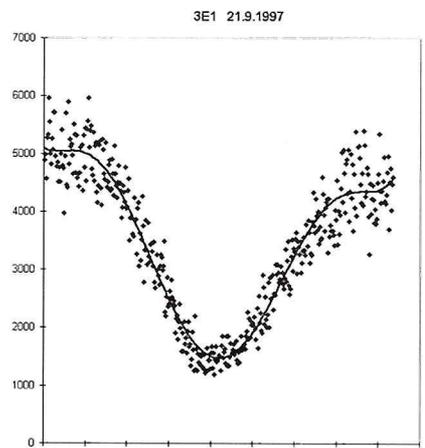
Tieto úkazy sa opakujú len každých 6 rokov, v tomto roku sú pozorovacie podmienky mimoriadne priaznivé, nakoľko Jupiter je v okolí svojej opozície (2. 2. 2003) a má dostatočne vysokú deklináciu. Podobné pozorovacie podmienky sa zopakujú až v rokoch 2014–2015. Vzájomné úkazy nastávajú totiž len vtedy, keď je Zem v obežnej rovine mesiacov (t.j. keď je jovicentrická deklinácia Zeme nulová).

Na pozorovanie vzájomných úkazov sa od roku 1973 organizujú pozorovacie kampane. V roku 1973 bolo získaných 100 kvalitných pozorovaní, v roku 1979 len 20 pozorovaní, nakoľko Jupiter bol blízko konjunkcie so Slnkom. V roku 1985 svojím dielom prispeli aj amatéri, bolo získaných 160 svetelných kriviek zo 70 úkazov. V roku 1991 sa pozorovalo na 56 miestach a bolo získaných 371 pozorovaní. Prispejú v tejto kampani aj naši! Najvhodnejšie je v našich podmienkach po-

zorovať TV CCD kamerou so súčasným záznamom presného času. Kalibrácia jasnosti nie je nutná, stačí určenie času. Najcennejšie sú, samozrejme, napozorované celé svetelné krivky. V prípade, že by niekto mal možnosť pozorovať tieto úkazy fotoelektrickým fotometrom, význam jeho pozorovania ešte vzrastie. Použiteľné sú však aj kvalitné vizuálne či fotografické pozorovania, čo by našim amatérom nemalo robiť problémy. Veľkú šancu tu majú pozorovatelia premenných hviezd pomocou Argelanderovej metódy. U nás s úspechom tieto úkazy pozoroval Ing. Příbáň z Prahy pomocou televíznej CCD kamery.

Pri organizovaných kampaniach je dôležité získať čo najviac pozorovaní, veď na celom svete je takýchto pozorovaní len niekoľko stoviek... Pri dostatočne hustej sieti pozorovateľov v rozličných zemepisných dĺžkach by táto kampaň PHEMU03 mohla byť veľmi úspešná. Nenechajte si teda ujsť túto skvelú príležitosť pozorovať tieto veľkolepé úkazy!

Viac informácií nájdete na http://www.bdl.fr/Phemu03/phemu03_eng.html
Pavol Rapavý



Pozorovanie V. Příbáňa.

Predpovede vzájomných úkazov mesiacov Jupitera za predpokladu, že Slnko je pod obzorom viac ako –6° a Jupiter nad obzorom minimálne 10° (pre stred SR).

Vzdialenosť mesiacov od planéty je minimálne 1,2 polomeru planéty a pokles jasnosti aspoň 20 %.

Date of maximum (TT)	Event	Drop	Dur s	Dist (RP)
Year m D	h m s			
2003 2 3	5 10 2	4 OCC 2	T 0,294	375 3,3
2003 2 3	17 13 12	4 OCC 1	T 0,361	340 1,7
2003 2 3	23 31 56	2 OCC 3	A 0,479	771 9,3
2003 2 3	23 40 40	2 ECL 3	A 0,320	576 9,3
2003 2 11	2 34 43	2 OCC 3	A 0,479	730 9,2
2003 2 11	3 21 1	2 ECL 3	A 0,346	535 9,5
2003 2 17	2 51 24	1 OCC 2	P 0,403	218 1,3
2003 2 18	17 54 44	4 OCC 3	P 0,335	810 13,3
2003 2 18	20 49 53	4 ECL 3	P 0,384	386 13,9
2003 2 19	20 32 20	4 OCC 1	P 0,299	347 2,9
2003 2 19	22 16 46	4 ECL 1	0,419	0 4,1
2003 2 27	17 49 0	1 OCC 2	P 0,334	215 1,5
2003 2 27	22 4 0	1 OCC 4	P 0,254	415 4,6
2003 2 28	1 17 12	1 ECL 4	A 0,483	390 3,3
2003 2 28	17 12 36	1 OCC 4	P 0,317	1285 3,3
2003 3 1	3 3 8	2 OCC 4	A 0,405	469 7,2
2003 3 6	19 48 57	1 OCC 2	P 0,290	211 1,7
2003 3 9	22 6 23	4 ECL 2	0,232	0 7,8
2003 3 11	17 23 47	2 ECL 3	A 0,377	402 9,8
2003 3 13	21 50 27	1 OCC 2	P 0,253	208 1,9
2003 3 15	22 15 53	3 ECL 4	A 0,649	519 10,4
2003 3 18	20 47 57	2 ECL 3	A 0,353	363 9,7
2003 3 20	23 53 38	1 OCC 2	P 0,225	205 2,2
2003 3 21	1 19 54	1 ECL 2	P 0,613	148 1,2
2003 3 26	0 10 30	2 ECL 3	A 0,314	318 9,6
2003 3 28	22 9 28	3 ECL 1	0,244	0 1,4
2003 4 2	22 59 5	2 ECL 1	P 0,296	163 3,9
2003 4 5	0 53 7	3 ECL 1	P 0,465	134 2,2
2003 4 14	19 19 3	1 OCC 2	P 0,219	214 2,9
2003 4 21	21 30 27	1 OCC 2	P 0,247	224 3,1
2003 4 27	18 54 44	2 ECL 1	A 0,662	201 2,9
2003 5 4	21 9 41	2 ECL 1	A 0,608	189 2,7
2003 5 21	19 34 49	1 ECL 3	P 0,230	137 4,0
2003 5 23	19 43 5	1 OCC 2	P 0,422	275 4,1
2003 5 24	20 52 8	3 ECL 1	P 0,694	350 5,7
2003 5 31	20 11 49	3 ECL 2	P 0,940	341 8,5

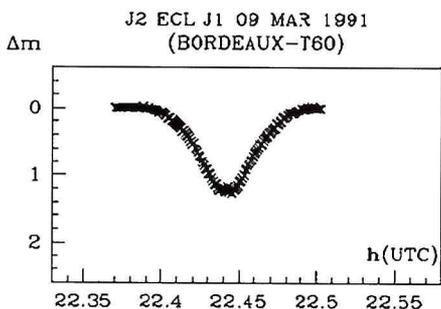
Dátum a čas maxima javu v TT (terestrický čas = UTC+63 sek)

Typ javu: OCC = zákryt, ECL = zatmenie, P = čiastočné, A = prstencové, T = úplné, bez označenia, ide len o konjunkciu alebo polotieňové zatmenie. (1 – Io, 2 – Europa, 3 – Ganymedes, 4 – Callisto).

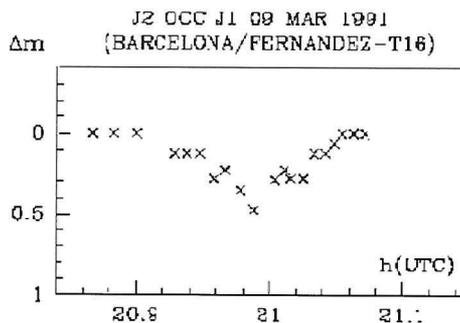
Pokles jasnosti od 0 pre dot. zákryt alebo konjunkciu po 1 pre úplný úkaz (0,35 = 35 %)

Trvanie úkazu v sekundách (polotieň nie je započítavaný)

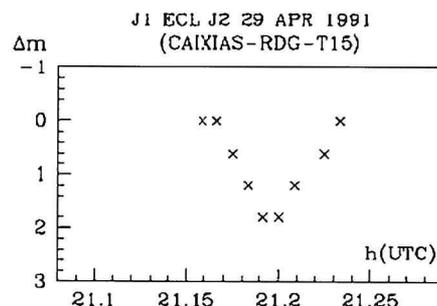
Vzdialenosť od stredu planéty (pre hodnotu menšiu ako 1 by úkaz nastával pred alebo za planétou).



Fotoelektrické pozorovanie.



Vizuálne pozorovanie.



Fotografické pozorovanie.

Letné školy astronómie na observatóriu Haute-Provence



Observatórium Haute-Provence (ďalej OHP) je jedno z najznámejších francúzskych observatórií. Leží na juhovýchode krajiny pri mestečku St. Michel (asi 90 km južne od Avignonu) v nadmorskej výške 650 m. Vzniklo v roku 1937, avšak prvé astronomické pozorovania boli uskutočnené až v roku 1943. O päť rokov neskôr začali prístrojové vybavenie observatória využívať aj zahraniční astronómovia. Pre dnešnú astronómiu je toto pracovisko významné objavmi extrasolárnych planét. OHP je spolu s observatóriami Calar Alto v Španielsku a Asiago v Taliansku známe aj ako miesto konania letných škôl astronómie pre PhD študentov z európskych krajín. Jedno z týchto observatórií každoročne navštívi 18 perspektívnych doktorandov z celej Európy.

Prístrojové vybavenie OHP

Na OHP sa v súčasnosti nachádza osem ďalekohľadov, z čoho štyri patria CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique), čo je francúzsky ekvivalent našej akadémie vied.

Najväčším ďalekohľadom OHP je 1,93 m Cassegrain s ohniskom 28,6 m (obr. 1). Dá sa tiež používať ako Newton s ohniskom 9,6 m. Je vybavený dvoma spektrografmi CARELEC a ELODIE. Spektrograf ELODIE umožňuje meranie radiálnych rýchlostí hviezd s presnosťou 15 m.s⁻¹. Vďaka nemu bolo objavených 19 exoplanét u hviezd 51 Peg, 14 Her, Gliese 857 a ďalších. Koncom roka 2004 bude tento prístroj nahradený novým spektrografom SOPHIE, vďaka ktorému sa zvýši presnosť merania radiálnych rýchlostí hviezd až na 3 m.s⁻¹. Druhým v poradí je 1,52 m reflektor, kópia reflektora z La Silla (obr. 2). V jeho Coudé ohnisku je umiestnený spektrograf AURELIE s vymeniteľnými difrakčnými mriežkami. V súčasnej dobe je využívaný najmä na spektroskopiu pulzujúcich hviezd typu β Cephei. Tretím v poradí je 1,2 m Newton s ohniskom 7,2 m. Používa sa na CCD fotometriu a snímkovanie extragalaktických objektov. Posledný z ďalekohľadov patriacich CRNS je 0,8 m Cassegrain s ohniskom 12 m. Detektorom je tu taktiež CCD kamera. Využíva sa na širokopásmovú fotometriu hviezd a štúdium morfológie galaxií.

Ďalšími prístrojmi OHP sú: 0,5m robotický teleskop ROSACE, 0,6 m robotický teleskop patriaci Univerzite v Tübingene a švajčiarsky 1 m Cassegrain. Posledným prístrojom OHP využívaným hlavne na študentskú prax je Schmidtov teleskop 60/90.

Letné školy na OHP

Jeden z autorov tohto článku (M.V.) mal v roku 2001 to šťastie, že bol zo 120 uchádzačov vybraný medzi 18 účastníkov Medzinárodnej letnej školy

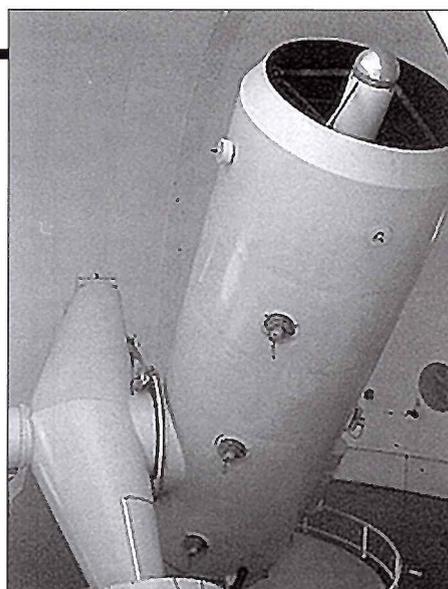
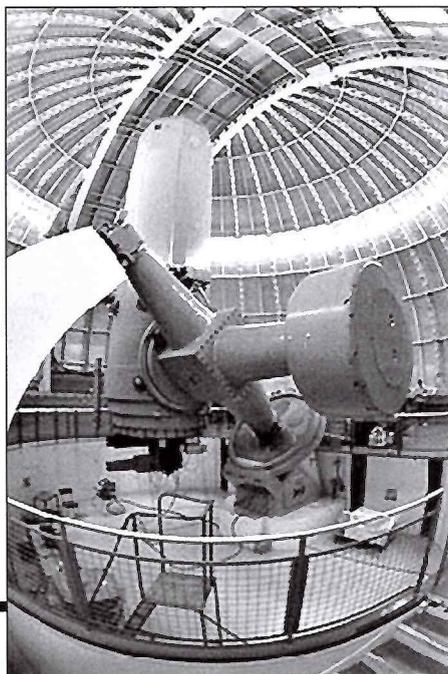
astrofyziky pre PhD študentov, ktorá sa konala na OHP. Kým v roku 1998 sa na letnej škole na OHP zúčastnili len študenti z členských krajín Európskeho južného observatória (ESO), o rok neskôr už organizátori letných škôl umožnili účasť PhD študentov aj z ostatných európskych krajín.

Cieľom letných škôl je výučba komplexného výskumného procesu týkajúceho sa observačnej astronómie. Dôkladne pripravený program zahŕňa odborné prednášky, pozorovania prístrojmi nachádzajúcimi sa na observatóriu, následné spracovanie a interpretáciu získaných dát. Účastníci sú rozdelení do trojčlenných skupín. Každá trojica má svojho školiteľa (člena ESO) a dva výskumné programy venované spektroskopii a CCD snímkovaniu zaujímavých astrofyzikálnych objektov. Po spracovaní a následnej analýze dát študenti prezentujú výsledky svojej práce vo forme referátov na seminári, ktorý sa koná v posledný deň letnej školy. Z tém, ktorým sa jednotlivé skupiny študentov venovali v letných školách na OHP v r. 1998 a 2001, spomenieme aspoň niektoré.

Odvodenie elipsoidu rýchlosti v blízkosti Slnka (štatistické rozdelenie rýchlosti hviezd v blízkosti Slnka vzhľadom na Galaxiu). Vychádzalo sa zo spektrier hviezd s vysokým rozlíšením získaných spektrografom AURELIE na 1,52 m ďalekohľade. CCD snímky z 1,2 m Newtona boli použité na určenie extinkčných koeficientov.

Pozorovanie Herbigových Ae/Be hviezd v mladých hviezdokopách a AGB hviezd v neskorých

Obr. 2. 1,52 m reflektor s Coudé ohniskom-kópia reflektora z La Silla.



Obr. 1. Najväčší ďalekohľad na OHP s priemernou zrkadla 1,93 m.

štádiách vývoja. Prístroj AURELIE poskytol spektrá emisných čiar Ae/Be hviezd a spektrá molekulových pásov C2, absorpčných čiar Na I a emisných čiar AGB hviezd. Farebné indexy týchto objektov boli určené využitím CCD UBV snímok získaných 0,8 m ďalekohľadom, ktoré poskytli aj informácie o obálkach obklopujúcich tieto hviezdy.

V prípade autora článku (M.V.) išlo tiež o tému zo stelárnej astronómie, ktorú vybral školiteľ Philippe Mathias z observatória v Nice. Pod jeho vedením sme spektrografom AURELIE získali 76 spektrier tripletu Si III pulzujúcej hviezdy BW Vul, každé z expozičnou dobou 200 sekúnd. BW Vul má periódu pulzácií približne 4,8 hodiny a patrí do skupiny hviezd typu β Cephei. Pre ďalšie spracovanie a interpretáciu bola využitá len zložka Si III s vlnovou dĺžkou 455,262 nm. Výsledkom bolo štúdium krivky radiálnych rýchlostí a zmien intenzity a ekvivalentnej šírky tejto čiary v priebehu pulzačnej periódy. Interpretáciu týchto výsledkov som prezentoval spolu s členmi mojej skupiny na záverečnom seminári.

Značná časť tímov sa venovala extra-galaktickej astronómii. Spektrografom CARELEC boli získané údaje o rýchlostnej disperzii galaxií. Ten istý prístroj bol použitý aj na presné určenie galaktickej extinkcie z meraní sčervnenia čiar Mg. CCD snímkovanie na 1,2 m teleskope viedlo k štúdiu morfológie galaxií a na odvodenie empirických vzťahov, ako napr. závislosť medzi jasnosťou a zdanlivou plochou galaxií. V galaktickom programe boli aj veľmi „divoké“ objekty, akými sú aktívne galaktické jadrá a Seyfertove galaxie.

Popri praktickej časti programu bola výučba rozšírená o prednášky, ktoré priamo nesúviseli s observačným programom na OHP. Týkali sa metodiky pozorovania, optiky a detektorov používaných na veľkých svetových observatóriách, napr. VLT, Keck a pod.

Letné školy na OHP, Asiagu a Calar Alto sú pre mladých, nádejných astronómov z európskych krajín výbornou príležitosťou stretnúť sa s observačnou technikou, metodikou pozorovania a spracovaním dát, ktoré sa vo svete štandardne používajú. Najbližšia letná škola na OHP bude v roku 2004. Prípadní záujemci z radov PhD študentov sa môžu podrobnejšie informovať na adrese:

<http://www.obs-hp.fr/www/ecole/neon.html>

Martin Vaňko
Andrej Dobrotka
AsÚ SAV Tatranská Lomnica

TAJOMNÝ HVEZDÁR na hrade Krásna Hôrka



Stelárna astronómia sa robí na hvezdárňach, rádiová v tieni monštruóznych antén, ale kde sa študujú dejiny astronómie? Všade okolo nás! Nemusia to nevyhnutne byť ponuré a zažltnuté steny archívov zvučných mien či turisticky atraktívne megalitické archeopamätníky. Stačí s otvorenými očami a ušami brázdíť slovenské hrady a zámky, ktorých hrubé múry dobre zachovali nejedno nerozlúštené posolstvo.

Význam obyčajného prachu je neobyčajne stručne a výstižne opísaný už v Biblii. Kasteláni a správcovia historických zbierok dobre poznajú izolačné a konzervačné vlastnosti hrubej vrstvy prachu na doposiaľ nedotknutých zbierkových predmetoch. Často sa stáva, že práve prach zachráni z histórie to, čo by zvedavé a neodborné ruky pri manipulácii nenávratne zničili.

Tak bol pri inventarizácii zbierok na hrade Krásna Hôrka v rožňavskom okrese pod číslom H 777/j objavený poklad zvaný *Atlas Novus Coelestis*, Norimberg 1742. Čitateľ sa dostane do obrazu zalistovaním v Encyklopédii astronómie, Obzor 1987, na stranách 40 a 46. Autorom Atlasu je norimberský profesor matematiky Joh. Gabriel Doppelmayr (1671–1750). Ten istý, ktorý v roku 1730 vydal dnes vysoko cenenú knihu z dejín astronómie *Historische Nachricht von den Nürnbergischen Mathematicis und Künstlern*. Bežný smrteľník si v Atlase, tomto úchvatnom, priam oslňujúcom umeleckom diele hocikedy nezalistuje. Nečudo, že sa stal predmetom a námetom mnohých reprodukcí a odborných prác.

Toto na prvý pohľad nevábne vyzerajúce škarredé káčatko v koženej väzbe môže fanúšikovi dejín astronómie na svojich tridsiatich ručne kolorovaných grafických listoch rozmeru 65×55 cm spôsobiť nemalé dýchacie problémy. Pozitívny vzťah k latinčine je povinný. Odmenou je objav vždy niečoho nového pri opakovanom listovaní. Napríklad pôvabne a dnes už nezvyklo znejúce nadpisy v hlavičke každého listu:

1. list Svetové sféry *Hlavné a vedľajšie kružnice, významné body, smery a uhly so zreteľom skutočných polôh na tradičnej aréne pred hviezdňým pozadím.* Rozumej: Súradnicový systém a určenie polohy bodu v priestore.

2. list Slnecný a planetárny systém *Podľa Kopernikovej hypotézy ako dôsledku nedávneho*



Titulná strana atlasu.

stručného a elegantného vysvetlenia. Na liste je aj porovnávacia štúdia veľkosti planét (od Merkúra – po Saturn), geometria úplného zatmenia Slnka z 12. mája 1706 a všeobecná geometria zatmenia Mesiaca.

3. list Tychov svetový systém *Podľa slávneho hvezdára Tycha de Brahe a Giovanniho Battistu Riccioliho.* Na liste je svetový systém Tychov, egyptský a Riccioliho. Porovnanie jasností planét podľa Tycha.

4. list Planetárna teória *Vlastný pohyb planét v Kopernikovom systéme a odlišných úvahách hvezdárov ako napr. Sethi Wardiho, Ismaela Bullialdiho a Nikola Merkatorisa, zástancu eliptickej hypotézy.* Z listu je zrejmy náčrt dráhových elementov od Merkúra po Saturn.

5. list Základné planetárne javy *Pozastavenie sa nad meniacimi sa podobami, fázami, škrvnami na tvárach planét a pôvodom týchto škvŕn.* Na liste sú fázy všetkých planét počas

dvanástich mesiacov roku 1730. Na tvári Venuše je rozlíšených a pomenovaných 9 útvarov (škvŕn) podľa Cassiniho a Blanchiniho pozorovaní z rokov 1666 až 1726. Na kotúčikoch Jupitera je detailne vyznačená pásová štruktúra so zrejmom Veľkou škvŕnou podľa Cassiniho pozorovaní z rokov 1665 až 1691. Meniaca sa tvár Marsu v rokoch 1565 až 1719 je zachytená na kresbách z pozorovaní Maraldiho, Hookiho a Cassiniho. Tieň prstenca na kotúči Saturna je vidieť z kresieb podľa Cassiniho a Huygensových pozorovaní z rokov 1675 až 1721. (Pozn. autora: Po 300 rokoch vývoja pozorovacej techniky som planetárne javy s dostupnou optikou takto detailne nepozoroval!)

6. list Svetové systémy *S ohľadom na výtvorné spracovanie neustále sa meniaceho slnečného času podľa Kopernikovej hypotézy a rozprava o rozličných názoroch významných svetových systémov.* Na liste prehľadne defiluje svetový systém Ptolemaiova, Plutarchov, Platónov, Po-

rfyriano, Guil. Gilbertov, Sebastian Clericov, Jacobi Coccoeiho.

7. list Nepravidelné pohyby Pre vnútorné planéty Merkúr a Venušu z roku 1710. Zdanlivé priame a retrográdne pohyby pozorované zo Zeme v obraze vynikajúceho a dôsledného kopernikového modelu. Na liste je rozanalyzovaný zdanlivý pohyb Merkúra a Venuše, ich uzatvorené a neuzatvorené slučky.

8. list Predpovede polôh a geometria pohybu nebeských telies Nepravidelnosť pohybov všetkých planét podľa Kopernikovej hypotézy, skúmanie tajomných príčin priamych a retrográdnych pohybov podľa pozorovaní z rokov 1708 a 1709. Na liste sa okrem slučiek piatich známych planét nachádza aj mimoriadne zaujímavé: Proportionálne vyjadrenie vzdialenosti slnečného systému od najbližšej hviezdy – Sírta – podľa Huygensovej hypotézy.

9. list Špirálový pohyb nebeských telies Pre vnútorné planéty Merkúr a Venuša podľa hypotézy Tycha de Brahe a pozorovaní z rokov 1712 a 1713. Tvar slučiek vid' Kozmos 1/2002, str. 30.

10. list Pohyb vonkajších planét Geometrické riešenie periodických špirál podľa hypotézy Tycha de Brahe z pozorovaní zo začiatku 18. storočia. Tvary slučiek opäť vid' Kozmos 1/2002 str. 30. Rozdiel oproti predchádzajúcemu listu je v časovej škále: slučky Jupitera sú zachytené od roku 1708 po 1719 a slučky Saturnu od roku 1701 po rok 1730.

11. list Mapa Mesiaca Detailná štúdia mesačných útvarov podľa názvoslovia vynikajúcich hviezdárov Hevelia a Riccioliho. (Pozn. autora: J. Hevelius vydal svoj atlas Mesiaca – Selegographia – takmer 100 rokov predtým). Neprehliadnuteľným a sympatickým momentom pri štúdiu tejto mapy je zrejma absencia značiek a skratiek dokumentujúcich úspechy sovietskej a americkej kozmonautiky. Na mape mesačnej moria nesú už dnešné mená.

12. list Teória Mesiaca Nepravidelný pohyb podľa hypotéz Newtonovej, Tychovej a Horroccianovej, predpovede periodických a libračných pohybov ako dôsledkov javov mesačnej prítlačivosti. Na liste je okrem iného detailne vysvetlený cykloidný pohyb počas lunácie.

13. list Teória zatmení Rôzne druhy zákrytov Slnka Mesiacom, zákryty hviezd Mesiacom a iné pozorované javy. Listu dominuje mapa Európy s vyznačeným pásom totality počas úplného zatmenia Slnka 12. mája 1706, ťahajúcim sa zo západného Atlantiku cez strednú Európu až po východnú Sibír.

14. list Teória satelitov Jupitera a Saturna Náčrt časom sa meniacich polôh satelitov v závislosti na danej geometrii úkazu. Na liste neujdu vašej pozornosti 300 ročné skrutkové diagramy polôh štyroch Jupiterových a piatich Saturnových mesiacov označených len číslami vzostupne od planét. Nechýba ani hypotéza Olafa Römera o konečnej rýchlosti svetla odvodená z pohybov mesiačikov Jupitera.

15. list Astronomický prehľad zemepisných polôh Presné polohy významných zemepisných bodov, slávných hviezdárov s najpočetnejšími záznamami polôh nebeských telies. Na oboch zemských pologuliach dominujú tvary kontinentov podľa vtedajších predstáv so všetkými významnými metropolami astronomického výskumu. V prehľadných tabuľkách okrem zemepisnej šírky a dĺžky daného miesta nájdeme aj meno hviezdára, ktorý ho niečím preslávil a znakom vyjadrený hlavný objekt jeho výskumu.

16. list až 25. list Mapy hviezdnej oblohy Rovníkové súradnice, šírky a dĺžky stálic podľa stavu oblohy v roku 1730 vyjadrené ako aritmeticky tak geometricky. Pre všetky označené hviezdy sú k dispozícii ich obe súradnice a hviezdna veľkosť v škále od 1 do 6.

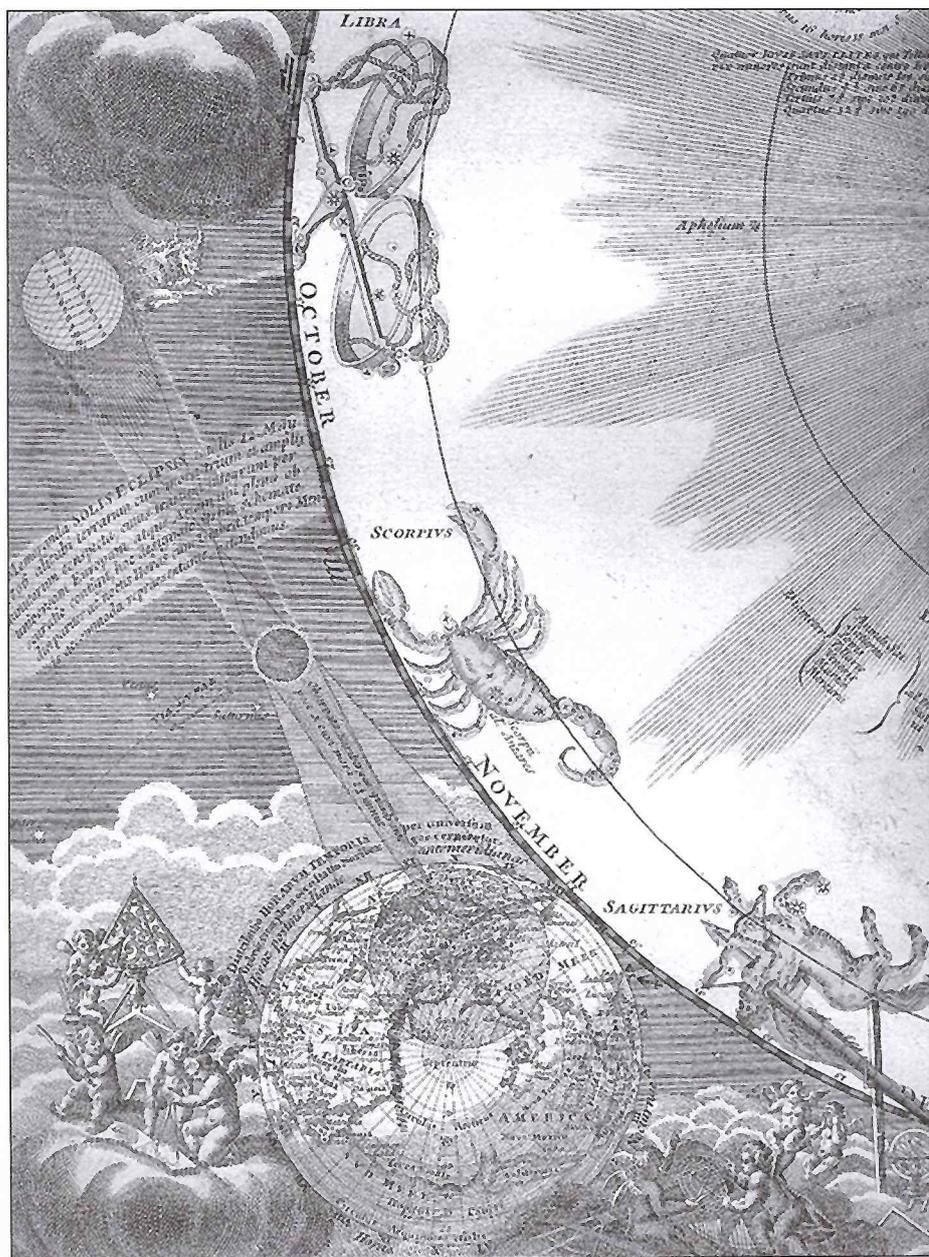
26. list Teória komét Náčrt pozorovaných astronomických javov podľa Newtonovej a Whistonovej hypotézy. List nás uvedie okrem iného do sveta kometárnych hypotéz Keplerovej, Hevelianovej, Petitiho, Cassiniho a zoznámi nás aj s myšlienkami Edmonda Halleyho.

27. list a 28. list Dráhy komét na severnej a južnej oblohe Geometrický záznam komét videných v rokoch 1530 až 1740, spolu s dvomi novými hviezdami pozorovanými slávnymi hviezdármi. Na listoch je zachytených spolu 38 komét ako na hviezdnych mapách, tak aj tabuľkovo s uvedením pozorovateľa, letopočtu a zmyslu pohybu po oblohe. Nápadné sú aj novy (supernovy) vo Veľrybe (1596) a v Hydre (1704).

29. list a 30. list Porovnávacia astronómia Ukázané sú najmä pozorovaním zistené javy o Slnku, Merkúre, Venuši a Mesiaci, hlavné planetárne javy zo skúmania pohybu vonkajších planét: Marsa, Jupitera a Saturna. Listy sú podrobnou učebnicou astronómie, ktoré si tak ako celý Atlas zaslúžia detailné štúdium.

Ako sa mohol dostať Atlas na hrad Krásna Hôrka? Dejiny Gemera posledné tri storočia písal šľachtický rod Andrášiovcov (maďarsky Andrassy), ktorého jedna vetva sídlila na hrade Krásna Hôrka a druhá vetva v neďalekom kaštieli v Betliari. Obidva monumenty sú dnes nár. kult. pamiatkami a zároveň magnetmi turistického ruchu. Členovia rodu Andráši vo svojej dobe neboli len úspešní politici (Július Andráš), vojvodcovia (Karol I. Andráš), podnikatelia (Leo-

Zatmenie Slnka 12. mája 1706.



Deti tropického Pacifiku – chlapec El Niño a dievča La Niña

Vedeli o nich už pôvodní obyvatelia Peru a Ekvádoru pred viac ako 13 000 rokmi. Kvôli nim si budovali svoje príbytky a zásobárne potraviny vysoko v horách, ďaleko od pobrežia Pacifiku aj od brehov veľkých riek.

Pôvodcami pomenovania El Niño sú peruánski rybári. V preklade to znamená chlapec, alebo aj Jezuliatko, a súvisí s pravidelným zvýšením teploty peruánskych pobrežných vôd Pacifiku okolo Vianoc, keď sa končí obdobie dobrej rybačky a rybári sa vracajú na niekoľko týždňov domov k svojim rodinám. V priemere raz za 4–5 rokov však tento nútený odpočinok trvá oveľa dlhšie než bežne. Vtedy hovoríme o nástupe fenoménu známeho pod skratkou ENSO – El Niño Južná oscilácia (El Niño Southern Oscillation) v zmysle slova, ako ho poznáme v súčasnosti.

La Niña (v preklade dievča) zvyčajne nasleduje svojho brata. Prejavuje sa opačnými sprievodnými procesmi ako jej viac známy brat, preto aj jej pôvodné pomenovanie bolo Anti El Niño. Keďže tento názov by sa dal zo španielčiny voľne preložiť aj ako antikrist, vedci radšej zostali pri názve La Niña. V niektorých prácach sa termínom El Niño označuje teplá a termínom La Niña studená fáza Južnej oscilácie.

Hoci hovoríme o deťoch Pacifiku, ich výčiny narúšajú globálnu cirkuláciu celej atmosféry. Aby sme mohli s určitou identifikovať nástup niektorého z týchto fenoménov, je potrebné definovať, aké podmienky môžeme v oblasti rovníkového Pacifiku považovať za normálne, čo je zložitá úloha vzhľadom na prirodzenú variabilitu atmosférickej cirkulácie a množstvo vlnových pohybov rôzneho druhu a rôznej frekvencie v atmosfére i v oceáne.

Pobrežie Peru a Ekvádoru sa nachádza v ob-

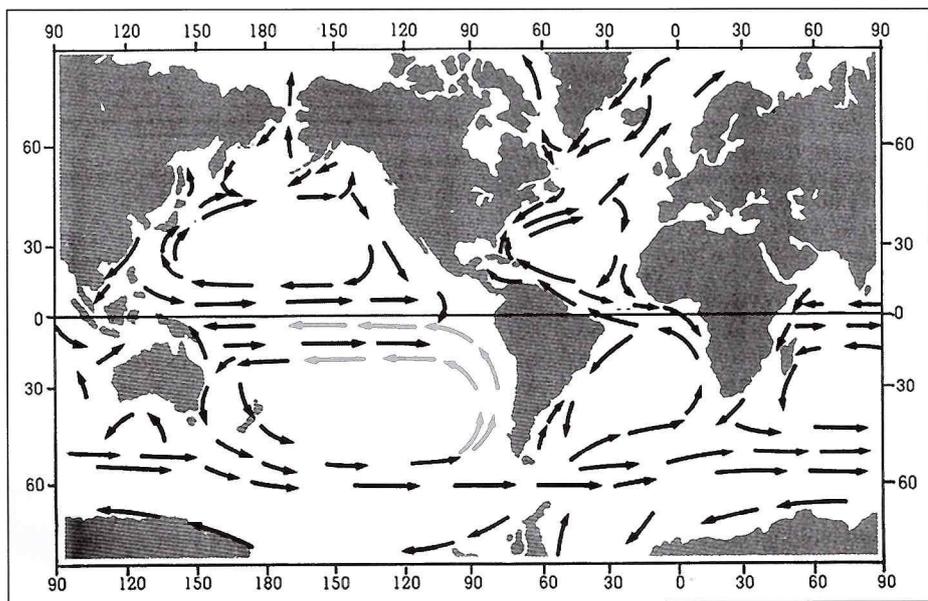
lasti pôsobenia studeného južného (tzv. Peruánskeho, alebo Humboldtovho) morského prúdu (obr. 1). Práve tu sa studená a na výživné látky bohatá chladnejšia voda dostáva k povrchu oceánu. Z infračervených družicových snímkov sú tieto oblasti viditeľné ako sivé jazyky vybiehajúce od pobrežia do tmavých relatívne teplejších vôd oceánu. Hraničnú plochu, medzi povrchovou teplejšou a spodnou studenšou vodou nazývame termoklin. Strmosť sklonu tejto plochy charakterizuje intenzitu výstupu chladnej vody k povrchu (v angličtine sa tento proces označuje termínom upwelling). Vodorovná poloha termoklinu signalizuje zastavenie tohto procesu a je typická práve pre El Niño. Vystupovanie chladnej vody k povrchu oceánu spôsobuje prísun vody bohatej na výživu fytoplanktónu, čo samozrejme láka nespočetné množstvá rýb, následne morských vtákov a iných živočíšnych druhov, ktorých potravou sú ryby. Tieto oblasti patria medzi najbohatšie oblasti rybolovu na svete. Enormné množstvá vtákov na pobreží Peru zabezpečujú ďalší nezanedbateľný zdroj príjmov ekonomiky tejto krajiny – guáno. Prítomnosť studenej vody pri povrchu oceánu blízko pobrežia a vysokého atmosférického tlaku nepriaznivo vplyva na tvorbu oblačnosti a zrážok, určuje ariditu – suchosť a chladný charakter – klímy tejto časti pevniny.

Ako je však možné, že v rozpore so základnými fyzikálnymi zákonmi tu k morskej hladine vystupuje relatívne chladnejšia voda? Vysvetlenie môžeme nájsť, ak si budeme všimáť aj atmosférickú cirkuláciu, ktorá je podmienená rozložením tlakových útvarov. Pre tropický Pacifik je typické východné prúdenie z oblastí relatívne vyššieho tlaku na juhovýchode Pacifiku do oblastí relatívne nižšieho tlaku na západe (obr. 2). Toto prúde-

nie využíval pri svojej výprave Kon-Tiki na balzovej plachteticovej plti aj nórsky cestovateľ Thor Heyerdhal. Východné vetry tlačia pred sebou povrchové teplejšie vrstvy oceánu. Táto chýbajúca voda je potom nahrádzaná chladnejšou vodou z hĺbok oceánu. Prechodom cez oceán sa voda putujúca na západ ďalej ohrieva a v Indonézii a pri východnom pobreží Austrálie sa nad zohriatym povrchom vody vytvárajú dobré podmienky na vznik oblačnosti a zrážok. Prísun teplej vody od východu sa prejavuje vzostupom hladiny na západe a naopak, poklesom na východe. Tento vlnový pohyb sa označuje termínom Kelvinova vlna. Teplé vzduchové hmoty zo západného Pacifiku s vysokým obsahom vodnej pary hrajú úlohu aj v monzúnovej cirkulácii v juhovýchodnej Ázii. V západnom Pacifiku vzduch prehriaty od povrchu oceánu stúpa, jeho ochladzovaním pri výstupe sa tvoria oblačnosť a zrážky. Východné prúdenie vo vyšších vrstvách atmosféry – subtropický jet stream¹⁾ – prenáša tieto vzduchové hmoty späť k pobrežiu Ameriky, kde ochladený vzduch v už spomenutých tlakových výškach klesá k povrchu oceánu. Tu sa dostávame na začiatok uzavretého cyklu, ktorý sa nazýva aj Walkerova cirkulácia, podľa Sira Walkera, ktorý už v 20-tych rokoch minulého storočia sledoval v Indii príčiny nepravidelnosti príchodu monzúnových zrážok. Pritom si všimol, že suchá v Indii súvisia s opačným prerozdelením atmosférického tlaku nad východným a západným Pacifikom, teda s prítomnosťou vyššieho tlaku na západe a nižšieho na východe. Sir Walker ešte netušil, že má do činenia s fenoménom El Niño, a tak bola táto anomália nazvaná Južnou osciláciou. Prerozdelenie tlaku nad Pacifikom silno ovplyvňuje prerozdelenie zrážok v oblasti tzv. intertropickej zóny konvergencie (zbiehavosti prúdenia) – prehriatej oblasti relatívne nízkeho tlaku v tesnej blízkosti rovníka (obr. 2).

Kedy teda hovoríme o nástupe El Niño? Prvotným prejavom jeho príchodu je už spomínaná zmena v prerozdelení tlaku vzduchu nad Pacifikom – nárast v západnej časti, pokles v juhovýchodnej. Táto zmena spôsobí zoslabenie, alebo zastavenie východných vetrov odtlačujúcich teplú povrchovú vodu oceánu od pobrežia Južnej Ameriky. Pri výraznejších prejavoch El Niño (ako napr. v rokoch 1982/1983) sa dokonca pozoruje mierne západné prúdenie a s tým spojené natlačenie horúcej vody k pobrežiu Ameriky. Zvyšky horúcej povrchovej vody boli vo východnom Pacifiku pozorované ešte ďalšie 2–3 roky po veľmi silnom 1982/1983 El Niño. Nárast teploty vody pri brehoch Ameriky sa pozoruje zhruba s 8,5 mesačným oneskorením za detegovanou anomáliou tlaku vzduchu, teplota sa tu môže zvýšiť až o 7–8 °C. Prísun vody od západu sa prejaví v zvýšení hladiny mora na východe a naopak poklese na západe (obr. 4), kde sa z mora vynoria rozsiahle plochy koralových útesov pri severovýchodnom pobreží Austrálie a niektorých Tichomorských ostrovov. Takéto opačovanie na horúcom tropickom slnku im samozrejme neprospieva, prejaví sa v zmene ich tvaru a farby (tzv. vybielenie koralov), niekedy aj úhynom koralov. Tieto zmeny potom slúžia ako dôkazový materiál o existencii El Niño v minulosti. Zastavenie výstupu chladnej vody na východe spôsobí postupný zánik fytoplanktónu a následný hro-

Obr. č. 1: Priemerná poloha hlavných povrchových oceánických prúdov. Farebne je vyznačená časť Peruánskeho (alebo Humboldtovho) a rovníkového prúdu.

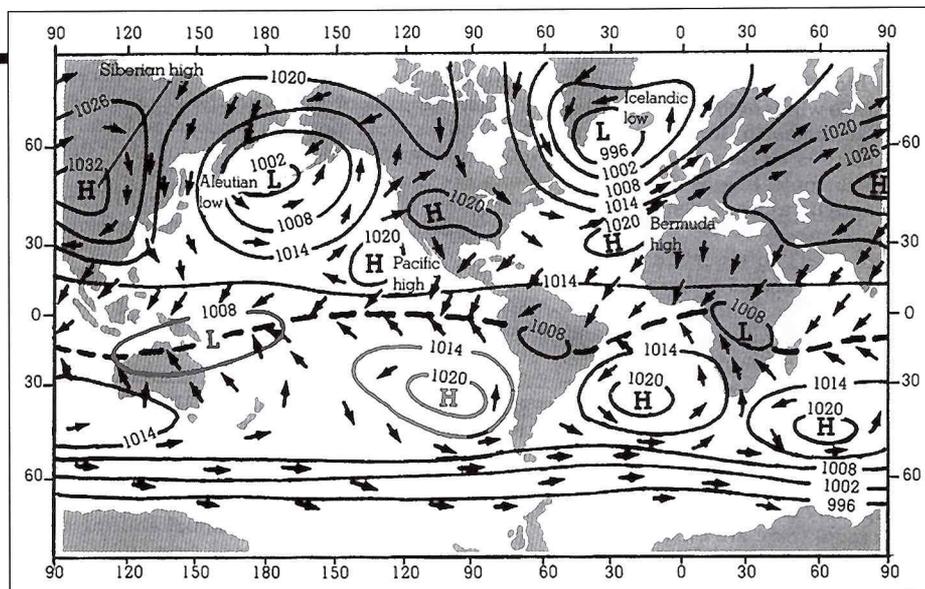


madný odsun rýb na juh k pobrežiu Čile, alebo na sever, k brehom USA. Nedostatok potravy pre vtáky, ale aj niektoré druhy tuleňov má za následok ich hromadný úhyn, pozorovaný nielen v Peru, ale aj v Antarktíde. Pokles populácií vtákov korelujúci s ENSO bol zaznamenaný na Aljaške. Obyvatelia Peru a Ekvádoru majú nielen obrovské hospodárske straty z nevydareného rybolovu, ale El Niño ich zvyčajne trápi aj prívalovými dažďami a záplavami. Nad nahromadenou horúcou vodou pri pobreží v nižšom tlaku vzduchu vznikajú ideálne podmienky pre vznik oblačnosti a zrážok. Nadbytok zrážok sa pozoruje aj v oblasti Mexického zálivu a juhu USA. Naopak, východnú stranu Južnej Ameriky – hlavne Brazíliu – sužuje sucho, tak ako západnú časť Pacifiku – severovýchodnú Austráliu, Indonéziu, kde dlhodobé bezzrážkové obdobie sprevádzajú početné lesné požiare. Extrémne teploty boli pozorované aj v Mongolsku. Výrazný vplyv El Niño siaha až do Afriky. Nadpriemerné zrážky v Somálsku a suchá v juhovýchodnej Afrike sú ďalšie sprievodné prejavy El Niño. Bola zistená silná korelácia medzi obdobiami neúrody v Zimbabwe a El Niño. Mierna zima na západe USA a Kanady pozitívne ovplyvňuje výdavky za kúrenie, neteší však majiteľov lyžiarskych stredísk (obr. 5). Časopis National Geographic dokonca uvádza súvis medzi ENSO a záplavami v strednej Európe v roku 1997.

Keby sme chceli byť struční, povieme, že La Niña sa prejavuje úplne opačne než jej brat. Tam kde je počas El Niño extrémne sucho (severovýchod Austrálie, Indonézia, juhovýchod Afriky, Brazília, Madagaskar), pozorujú sa extrémne zrážky, tam kde bolo nadpriemerné teplo (severozápad USA, Peru, Ekvádor, juhovýchodná a západná Afrika), pozoruje sa extrémne ochladenie. Výrazné východné prúdenie od severozápadného pobrežia Južnej Ameriky vytlačá teplú povrchovú vodu ďaleko na západ, kde jej nahromadené masy podporujú vznik oblačnosti a zrážok v západnom Pacifiku, zväzňujú monzúnové zrážky v Indii a Indonézii. Studené jazyky vody vystupujúcej z hĺbín Pacifiku siahajú od pobrežia Ekvádoru až k ostrovom Samoa (obr. 3), kde je tak ako na severozápade Južnej Ameriky sucho. Práve s ENSO spojená nerovnomernosť zrážok je jedným z možných vysvetlení, prečo napriek vysokým priemerným zrážkam, sú niektoré ostrovy vo východnom Pacifiku (napr. Velikonočné ostrovy) bez vegetácie.

Už sme spomínali, že oba fenomény ovplyvňujú všeobecnú cirkuláciu atmosféry. Mení sa poloha subtropického aj polárneho jet streamu. To spôsobuje, okrem iného, zmenu obvyklých trás tropických cyklón. Zoslabenie západného subtropického jet streamu nad Mexickým zálivom počas La Niña nebrzdí postup tropických cyklón z Atlantiku na západ a pravdepodobnosť ich výskytu na juhovýchodnom pobreží USA sa zdvojnásobuje. Naopak, El Niño zoslabuje prísun tropických cyklón z východného Atlantiku, ale ich výskyt je častejší na západ od Mexika.

Z toho, čo tu bolo napísané o výčinoch týchto pacifických nezbedníkov, by sa na prvý pohľad zdalo, že ich pôsobenie je iba negatívne. Nie je to však celkom tak. Ak by sme boli schopní predpovedať ich nástup s dostatočným predstihom, obyvatelia zasiahnutých regiónov by sa mohli



Obr. č. 2: Priemerné januárové hodnoty atmosférického tlaku na hladine mora. Šípkami je vyznačený smer atmosférického prúdenia pri zemskom povrchu. Prerušovanou čiarou je vyznačená intertropická zóna konvergencie – zbiehavosti prúdenia. Symbolom L (low) sú označené tlakové nízky, symbolom H (high) tlakové výšky. Farebne sú vyznačené kvázistacionárne tlakové útvary, ktoré určujú charakter atmosférickej cirkulácie v južnom Pacifiku. Pokles atmosférického tlaku v juhovýchodnej časti Pacifiku a vzostup spôsobí zoslabenie až zastavenie východného prúdenia – podmienky typické pre El Niño.

na ne pripraviť a využiť ich vo svoj prospech. Ako však predpovedať javy, ktorých príčiny nie sú doteraz jednoznačne vysvetlené?

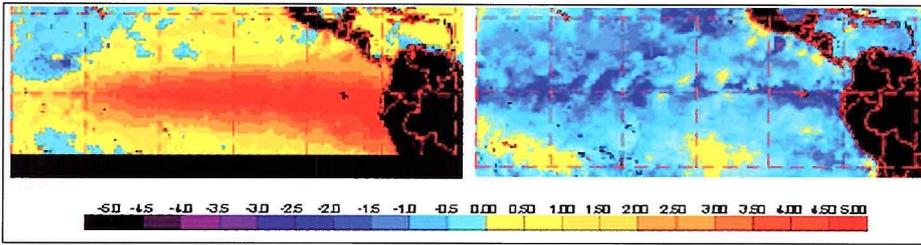
Niektoré teórie (napr. model Dr. Landscheidta, Schroeter Institute for Research in Cycles of Solar Activity, Canada) dávajú do súvisu ENSO so zmenami slnečnej aktivity. Iní vedci uvádzajú ako prvotnú príčinu spustenia mechanizmu El Niño podzemské zemetrasenia a teplo uvoľnené pri sopečnej činnosti v seizmicky aktívnej oblasti v okolí Velikonočných ostrovov (Dr. Walker, University of Hawaii). Ďalšie teórie hovoria o tom, že El Niño súvisí so šírkou Pacifiku, ktorá je príliš veľká na to, aby oceán 'stíhal' odpovedať na zmeny atmosférickej cirkulácie spojené s ročným chodom výšky slnka (Dr. Toole, Oceanographic Institution of Massachusetts), teda akýmisi 'rozfázovaním' medzi atmosférou a oceánom. Aká je skutočná odpoveď, nikto zatiaľ s určitou nevie...

Napriek tomu vznikajú rôzne predpovedné modely. Existujú modely založené na korelácii medzi El Niño a slnečnou alebo seizmickou aktivitou. Jednu veľkú skupinu tvoria tzv. štatistické modely. Predpoveď ENSO je tu založená na rozpoznávaní indikátorov jeho nástupu, akým je napr. Walkerova oscilácia, bez toho, aby sa bližšie skúmali príčiny vzniku týchto javov. Úspešnosť týchto modelov je pomerne vysoká, hoci každé ENSO je iné, a teda nie vždy sa správne predpovedajú všetky sprievodné javy a ich intenzita. Ďalšiu skupinu tvoria tzv. klimatické modely, ktoré berú do úvahy základné fyzikálne zákony prúdenia v mori aj v atmosfére. Vyžadujú množstvo presných vstupných údajov. Vydávané predpovede sú obvyčajne v škále širšej než sú regionálne alebo lokálne prognózy a predpovede sú zatiaľ vydávané na dobu kratšiu ako rok dopredu. Práve tieto modely by spolu s kvalitnou sieťou pozorovaní v Pacifiku mohli byť kľúčom k vysvetleniu tohto fenoménu.

Za posledných 20 rokov sa urobil veľký pokrok vo výskume Pacifiku – jeho súčasnosti aj

minulosti. Informácie o minulých El Niño sú dôležité pre zisťovanie frekvencie a intenzity jeho výskytu. Nenným zdrojom informácií o El Niño je napr. 100-ročný rad meraní atmosférického tlaku v austrálskom Darwine. Dôležité informácie o teplote oceánu a polohe tremoklinu poskytujú satelity (TOPEX/POSEIDON). Tie hrajú úlohu aj pri zbere dát z meracích bójí rozmiestnených v oceáne. V rámci projektu TAO (Tropospheric Atmosphere Ocean Project) bolo v období 1984–2001 rozmiestnených spolu 500 ukotvených bójí poskytujúcich hodinové informácie o prízemnom vetre, relatívnej vlhkosti vzduchu, teplote vzduchu a povrchu mora, teplote v niekoľkých hladinách pod povrchom mora nielen v Pacifiku, ale aj v rovníkovej časti Atlantiku. Vydávajú sa informácie o tzv. SOI indexe južnej oscilácie (normalizovaný tlakový gradient medzi Darwinom a súostrovím Tahiti). Negatívna hodnota signalizuje nástup El Niño, naopak, výrazne pozitívna nástup La Niña. Bežne prístupné sú tzv. SST (sea surface temperature) údaje o povrchovej teplote mora. Pre rybárov sa vydávajú informácie o tzv. PFEL indexoch (coastal upwelling indices), charakterizujúcich polohu a intenzitu vystupujúcej chladnej vody k povrchu Pacifiku (obr. 6). Aj samotná vláda Peru podporuje projekty výskumu El Niño. V spolupráci s NOAA²⁾ sa každoročne v novembri vydáva jednoduchá charakteristika situácie vyjadrená štyrmi stupňami – (1) takmer normálne podmienky, (2) slabé El Niño, mierne vlhkejšie než je normál, (3) plné prejavy El Niño, so záplavami, (4) La Niña, pobrežná voda chladnejšia než normál, sucho.

Z toho, čo sme doteraz povedali, vyplýva, že El Niño je prírodný fenomén, ktorý tu bol v minulosti a bude sa vyskytovať aj v budúcnosti. Prečo sa však o ňom stále častejšie hovorí v súvislosti s globálnymi klimatickými zmenami? Vedci sa domnievajú, že frekvencia a intenzita posledných El Niño stúpa. Zatiaľ nie je dostupný dostatočne dlhý rad meraní, aby bolo jasné, či ide



Obr. č. 3: Odchýlky povrchovej teploty mora v stupňoch Celzia od normálu v rovníkovej oblasti Tichého oceánu pre teplú fázu južnej oscilácie – El Niño (naľavo, december 1997) a studenú fázu – La Niña (napravo, december 2000).

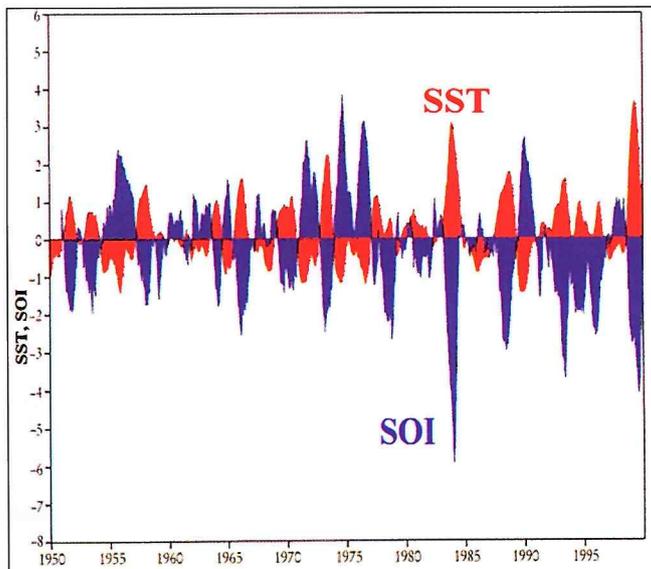
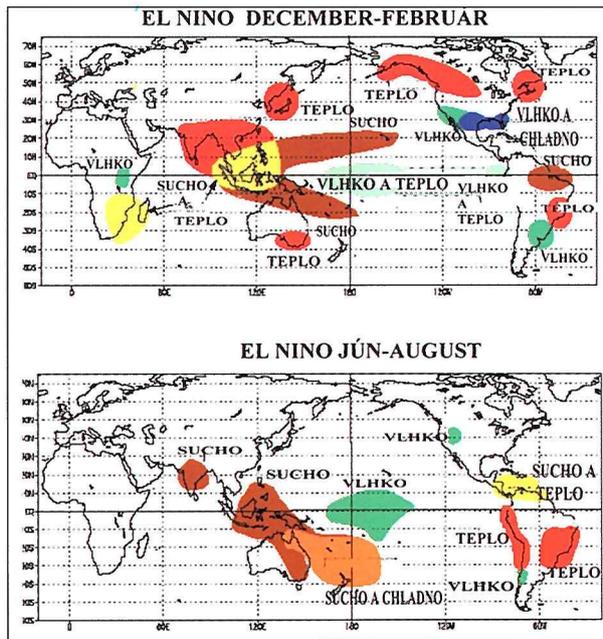
o trvalý trend, alebo o náhodnú štatistickú fluktuáciu. Za posledných 100 rokov sa vyskytlo asi 23-krát El Niño a 15-krát La Niña (podľa definície NOAA³⁾, z toho štyri najsilnejšie od roku 1980 (obr. 6). Globálne oteplenie môže znamenať ďalší prísun tepla do systému ENSO, jeho častejšie a výraznejšie prejavy.

Máme rok 2002, sme teda asi 4–5 rokov po poslednom 1997/1998 El Niño. V januári NOAA potvrdila otepľovanie v centrálnom Pacifiku. Vo februári 2002 bola teplota vo východnom Pacifiku o 2 °C vyššia, než je normál⁴⁾. V júli 2002 bolo pozorované zoslabenie východného prúdenia v západnom Pacifiku, SOI index má záporné hodnoty. Ešte v auguste 2002 NOAA

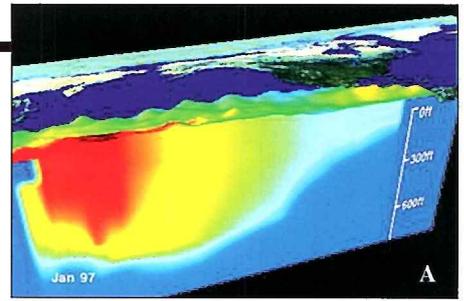
označuje zimu 2001/2002 a obdobie do začiatku 2003 ako slabú až neutrálnu ENSO fázu, to znamená podmienky bez El Niño. Pozorované El Niño indikujúce 'syndrómy' sú údajne spôsobené inými osciláciami, ktoré sú aktívne v ENSO neutrálnej fáze. Spomínaný model Dr. Landscheidta však už vtedy predpovedal koncom tohoto roka nástup El Niño so všetkým, čo k tomu patrí. V októbri 2002 NOAA vo svojej správe oficiálne potvrdila nástup El Niño 2002/2003, ktoré by však malo mať menej intenzívne prejavy, než predchádzajúce El Niño 1997/1998.

ANNA PRIBULOVÁ
apribul@ta3.sk

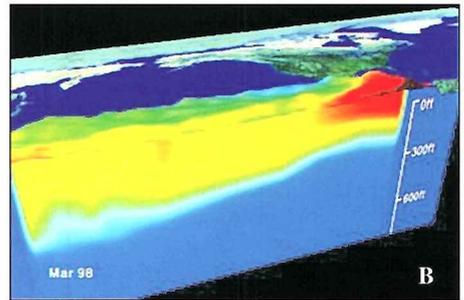
Obr. č. 5: Prejavy El Niño v jeho rôznych fázach v rôznych časťach sveta. Oblasti označené názvom SUCHO predstavujú oblasti, kde sa prítomnosť El Niño prejaví v danom období zrážkami nižšími než priemer, oblasti označené názvom TEPLA sú oblasti, kde sa El Niño prejaví nadpriemernými teplotami a pod. (Údaje podľa NOAA)



Obr. č. 6: Anomálie povrchovej teploty východnej časti centrálného Pacifiku SST (červená farba) spolu so SOI indexom – normalizovaným tlakovým gradientom medzi súostrovím Tahiti a austrálskym Darwinom – (modrá farba). Výrazné záporné SOI hodnoty a kladné SST teploty signalizujú prítomnosť El Niño (napr. 1982/83). Kladné hodnoty SOI a záporné hodnoty SST signalizujú La Niña. Z obrázku je viditeľný nárast amplitúdy týchto výkyvov za posledných 15 rokov. (Neelin a Latif, 1998)



Obr. č. 4: Priestorová simulácia podmienok v equatoriálnom Pacifiku podľa satelitných údajov a meraní z bóji pre El Niño 1997/1998. Obrázky ukazujú priestorové rozloženie povrchovej teploty oceánu a hĺbkový profil teploty vody. Červená farba zodpovedá teplote 30 °C, modrá teplote 8 °C. Vzostup, resp. pokles hladiny oceánu súvisiaci s prísunom, resp odsunom povrchovej teplej vody reprezentujú vypuklé, resp. duté oblasti povrchu mora. Časť A zobrazuje normálne podmienky bez prejavov El Niño z januára 1997 – teplá povrchová voda oceánu je odtlačená na západ od západného pobrežia Južnej Ameriky, viditeľný je rez plochou termoklinu (hranica medzi tmavomodrou a bledomodrou farbou) s výrazným sklonom. Časť B reprezentuje podmienky s prejavmi El Niño z marca 1998 – teplá povrchová voda je natlačená k západnému pobrežiu Južnej Ameriky, rovina termoklinu je takmer rovnobežná s hladinou oceánu. (NASA Goddard Space Flight Center)



Zdroje informácií:

- <http://www.vision.net.au/~daly/sun-ens/sun-ens.htm>
- http://www.pmel.noaa.gov/tao/proj_over/mooring.shtml
- <http://www.pmel.noaa.gov/tao/elnino/forecasts.html>
- <http://www.cdc.noaa.gov/ENSO/ens.current.html>
- <http://cwatchwc.ucsd.edu/cgi-bin/elnino.cgi?year=2002&month=7&legend=deg+F/+color&type=SST+anomaly>
- http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ens_update/index.html

- 1) Výškový subtropický jet stream – tryskové prúdenie (dosahujúce vysoké rýchlosti) vyskytujúce sa na rozhraní rovníkových a subtropických vzduchových hmôt v blízkosti subtropických tlakových výšív vo výške približne 13 km.
- 2) NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration – Národný úrad USA pre výskum oceánu a atmosféry
- 3) Početnosť výskytu El Niño sa mierne líši pre rôzne organizácie, ktoré sa týmto javom zaoberajú, pretože sa líšia aj ich definície El Niño.
- 4) Na posúdenie normality bol použitý 1953)1979 klimatický normál.
NOAA – National Geographic, vol.195, No.8, 1999
C. D. Ahrens, Meteorology today, West publishing company, 1988
J. D. Neelin, M. Latif: El Niño dynamics, Physics today, 1998

Symbiotické hviezdy na La Palma



Obrázok 1: Pohľad na skupinu ďalekohľadov Isaaca Newtona Severného európskeho observatória na vrchole ostrova La Palma (2426 m). V strede je kupola 4,2-metrového ďalekohľadu Williama Herschela.

Fotografia: autor príspevku

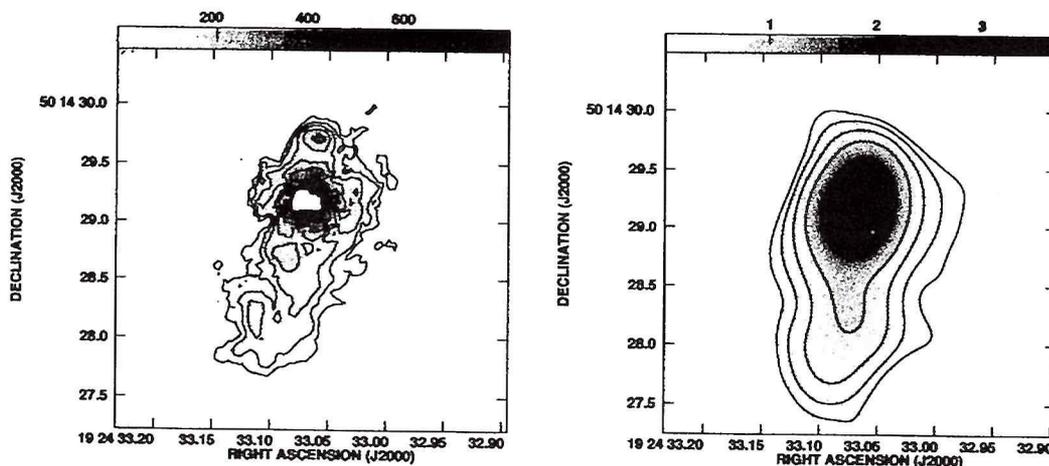
V dňoch 27. až 31. mája 2002 sa na jednom z Kanárskych ostrovov La Palma konala 1. Eurokonferencia „Symbiotic stars probing stellar evolution“. Konferenciu organizovala tzv. Skupina teleskopov Isaaca Newtona Európskeho severného observatória umiestneného na vrchole ostrova, v okolí krátera Roque de Los Muchachos (obrázok 1). Jednotlivé zasadania konferencie sa konali v priestoroch hotela Taburiente Playa na západnom pobreží ostrova, v miestnej časti Los Cancajos asi 5 km od hlavného mesta Santa Cruz de La Palma. Hlavným cieľom bola prezentácia najdôležitejších výsledkov výskumu symbiotických hviezd za uplynulých 6 rokov, od poslednej takejto konferencie konanej v júni 1996 v Koninkách v Poľsku. Na konferencii sa zúčastnilo 94 astronómov z celého sveta, pričom asi polovicu účastníkov tvorili mladí výskumníci do 35 rokov sponzorovaní Európskou komisiou „High-Level Scientific Conferences“. Program piatich dní rokovania bol vyplnený 16 prehľadovými (po 40 minút) a 30 príspevkovými (po 15 minút) referátmi, pričom ďalšie výsledky boli prezentované formou 43 posterov.

Prezentované výsledky, najmä v prehľadových referátoch Corradiaho a Bodeho, demonštrovali, že najvýznamnejší pokrok v porozumení symbiotického javu zohráva rozvoj pozorovacej techniky s vysokým rozlíšením. Predovšetkým pre tzv. D-typy symbiotických hviezd, kto-

rých rozmery môžu dosahovať niekoľko desiatok astronomických jednotiek, je možné priamym pozorovaním získať priestorovo rozlíšiteľné obrázky (až pod 1"), študovať ich morfológiu, časový vývoj, a tak sa domnievať o možných príčinách ich vzniku. Všeobecne sa akceptuje názor, že rozsiahla hmlovina v symbiotickej dvojhviezde je produktom interakcie dvoch zásadne rozdielnych hviezdnych vetrov – od chladnej a horúcej hviezdy v sústave – a okolohviezdnej látky. Procesu smerovania hmoty vyvrhovanej centrálnym objektom s možnosťou častého opakovania však zatiaľ rozumíme veľmi málo. Domnievam sa, že zatiaľ sme na úrovni teoretic-

kých špekulácií (napr. príspevok Noama Sokera o magnetickej aktivite chladných zložiek). Romano Corradi demonštroval tieto rozsiahle štruktúry vysokorychlostných výtryskov hmoty na príkladoch R Aqr, He2-147 a na impozantnom systéme He2-104, ktorý je dobre známy ako Južný Krab. Mike Bode v svojom príspevku potom ukázal priestorovo rozlíšené obrázky aj pre niektoré blízke S-typy symbiotických hviezd, ktorých rozmery sú rádovo len niekoľko astronomických jednotiek. Najzaujímavejším príkladom je nepochybne najbližšia symbiotika, CH Cygni ($d=270$ pc), pre ktorú je už k dispozícii rozsiahly pozorovací materiál nielen v rádio-

vej, ale aj v optickej oblasti spektra, získaný pomocou Hubbleovho teleskopu (HST). Posledné štúdie bipolárnej morfológie ionizovanej hmloviny systému ukázali na stáčanie osy vyvrhutej hmoty s periódou približne 19 rokov, ktoré priradzujeme precesnému pohybu dráhy vnútornej dvojhviezdy trojhviezdného systému CH Cygni. Obrázok 2 ukazuje príklad štruktúry CH Cygni z posledného obdobia aktivity (1998–2000) tak, ako ju videl HST vo viditeľnom svetle a pozemský systém rádiových ďalekohľadov (VLA) na frekvencii 5 GHz. K porozumeniu formovaní takýchto štruktúr je nevyhnutné trojrozmerné teoretické modelovanie hustoty častíc v systéme a jej okolí ako dôsledok úniku hmoty z obidvoch zložiek počas pokojných, ako aj aktívnych fáz. Harry Nussbaumer v svojom príspevku jednotlivé pokusy modelovania symbiotických hmlovín prehľadne zhrnul. Ako najzaujímavejší by som podľa môjho názoru uviedol prístup Mastrodemosa a Morrisa z roku 1998 a 1999, ktorí v svojom modelovaní akrecie hviezdneho vetra obrej hviezdy kompaktnou zložkou ukázali na možnosť trvalej prítomnosti akrečného disku okolo akretora. Tiež zistili, že rýchlosť akrecie sekundárnou zložkou je systematicky nižšia, než predpokladá tzv. Bondi-Hoyle teória. Andrzej Gawryszczak v svojom príspevku ukázal na možnosť tzv. gravitačnej fokusácie hmoty kompaktnou zložkou do roviny obehu. Jeho hydrodynamické modelovanie takto sústredenej hmoty s rýchlym vetrom pozdnej AGB komponenty navrhuje možnosti vzniku bipolárnych štruktúr pre S-typy symbiotických hviezd. Hans Martin Schmid v svojom prehľado-



Obrázok 2: Symbiotická hviezda CH Cygni. Ľavý panel ukazuje HST obrázok vo viditeľnom svetle okolo číary (OIII)5007 A, urobený 12. augusta 1999. Pravý panel zodpovedá obrázku CH Cygni získaného pozemným rádiovým ďalekohľadom VLA na frekvencii 5 GHz dňa 16. septembra 1999. Najväčší rozmer na obrázkoch zodpovedá približne 650 a. j. (Podľa S.P.S., Bode M. F., Skopal A. a kol., 2002, Mon. Not. R. Astron. Soc., v tlači)

vom príspevku potom zhrnul naše znalosti o fotometrických, spektroskopických a polarimetrických vlastnostiach žiarivých oblastí v symbiotických hviezdach. Sústredil sa na opis hlavných fyzikálnych procesov, ako napríklad proces ionizácie hmloviny, polarizácie jej svetla a Ramanovho a Rayleighovho rozptylu na neutrálnych atómoch vodíka. Na príklade V1329 Cygni demonštroval efekt zdanlivej zmeny orbitálnej periódy systému ako dôsledok rozloženia svietiacej hmloviny najmä pred horúcou hviezdou zo strany jej orbitálneho pohybu a postupnej zmeny jej tvarovania (efekt objavil autor tohto komentára v r. 1998).

Pozorované rozsiahle hmloviny okolo symbiotických hviezd sú výsledkom ich vzplanutí, pri ktorých dochádza k uvoľňovaniu značného množstva hmoty (rádovo $10E-7$ až $10E-6$ hmotností Slnka za rok) pri veľmi vysokých rýchlostiach ($1 - 4 \times 10E+3$ km/s). Príspevky, týkajúce sa podstaty vzplanutí klasických symbiotických hviezd, potvrdili, že naše súčasné znalosti sú stále nedostatočné na to, aby sme s istotou rozlíšili ako základný mechanizmus vzplanutí (nestabilita termonukleárneho horenia na povrchu bieleho trpaslíka, nestabilita akrečného procesu, expanzia fotosféry bieleho trpaslíka v dôsledku náhlej zmeny rýchlosti akrecie, či ich nejaká kombinácia?). V súvislosti s podstatou vzplanutí Icko Iben hovoril o možnostiach vývoja akreujúceho bieleho trpaslíka v symbiotických systémoch. Jeho teoretické úvahy o tom, ako sa takýto biely trpaslík vyvíja (t. j. určenie vzťahov medzi jeho svietivosťou, teplotou, polomerom a hmotnosťou) si však vyžadujú znalosť ďalších parametrov (napr. chemické zloženie po-

vrchových vrstiev, ich premiešavanie, strata hmoty vetrom atď.), čo veľmi sťažuje jednoznačne odpovedať na základnú otázku: Čo predchádza vývojovému stavu symbiotických dvojhviezd a ako sa vyvíjajú ďalej? Vyslovil podozrenie, že vzplanutia klasických symbiotických hviezd nie sú priamym dôsledkom erupcie samotného bieleho trpaslíka. Elena Kilpio predstavila výsledky numerického modelovania plynných prúdov v Z Andromedae. Ukázala, že malé zmeny rýchlosti hviezdneho vetra obrej zložky môžu viesť k prudkým zmenám štruktúry prúdu hmoty v blízkosti akretora. Na základe týchto výsledkov navrhla mechanizmus zmeny rýchlosti akrecie, ktorý by umožnil vysvetliť prechod medzi fázou pokoja a aktivity v klasických symbiotických hviezdach. Jennifer Sokolová si zaoberala možnosťou diagnózy akrečného procesu v symbiotických hviezdach na základe štúdia rýchlej premennosti ich optického svetla. Ako jeden z príkladov uviedla 28-minútovú osciláciu svetla Z Andromedae, ktorú interpretovala ako dôsledok akrecie hmoty na rýchlo rotujúceho magnetického bieleho trpaslíka. Zaujímavým výsledkom bolo modelovanie atmosféry horúcich zložiek symbiotických hviezd, ktoré predstavil Edward Sion. Na príkladoch RW Hydrae, CH Cygni a AG Draconis ukázal na prítomnosť rýchlo rotujúceho akrečného pásu okolo centrálnej hviezdy, ktorý tvorí akúsi absorpčnú záclonu jej horúceho žiarenia.

Základom správnej interpretácie pozorovaní je znalosť fundamentálnych parametrov skúmaného systému, t. j. hmotností, polomerov a svietivosti zložiek, vzdialenosti a elementov dráhy symbiotickej dvojhviezdy. Joanna Mikolajewska

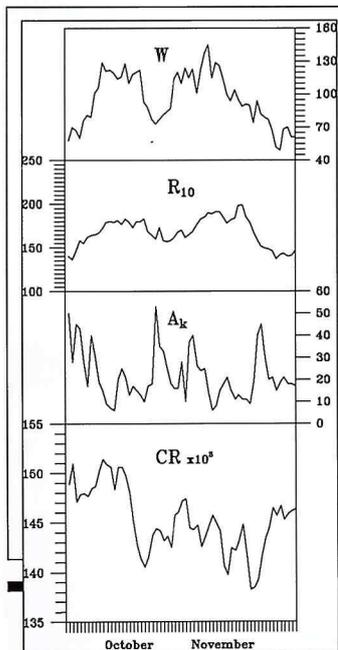
prezentovala prehľad súčasných znalostí týchto parametrov. Uviedla, že radiálne rýchlosti, odpovedajúce orbitálnemu pohybu chladných zložiek, sú známe (len) pre 27 systémov. Priemerná hmotnosť chladných a horúcich komponentov je 1.75 ± 0.12 a 0.64 ± 0.07 hmotností Slnka. Hmotnosti horúcich zložiek však môžu byť zaťažené väčšou chybou, lebo sa zväčša opierajú o nepriame merania. V poslednom čase sa stalo populárnym určovanie orbitálneho pohybu horúcich hviezd z krídel vodíkových a héliových emisných čiar. Výsledky takýchto meraní pre FN Sagittarii (Estela Brandí a kolektív), KX Trianguli australis a AR Pavonis (Claudio Quiroga a kolektív) ukazujú, že takto získané radiálne rýchlosti emisných čiar skutočne sú v protifáze k radiálnym rýchlostiam chladných zložiek, avšak často vykazujú posun priemernej hodnoty. Tento prístup je založený na interpretácii, že široké emisné krídla čiar sú výsledkom sféricky symetrického hviezdneho vetra, čo však nemusí byť vždy splnená podmienka (krídla sú často nesymetrické). Ďalším veľmi riskantným predpokladom je synchronná rotácia obrov v symbiotických dvojhviezdach, na základe ktorého sa často určujú ich polomery z rozšírenia fotosférických absorpčných čiar. Claudio Pereira totiž ukázal, že minimálne v troch systémoch, S190, AS201 a V417 Centauri, obrie hviezdy rotujú rýchlosťami vsin(i) = 25 – 100 km/s (!). Iným príkladom veľmi rozdielných interpretácií je podstata vlnových variácií v svetelných krivkách ako funkcia orbitálneho pohybu. Rajka Jurdana-Šepič rekonštruovala svetelné krivky 15 symbiotických hviezd z archívu platní na Observatóriu v Asiagu. Okrem nového určenia

periód pre CM Aquila (1058 dní) a QW Sagittae (390,5 dňa) u väčšiny objektov zistila, respektíve potvrdila vlnovú variáciu ich jasností, ktorú interpretovala reflexným, resp. zohrievacím efektom, čo predstavuje všeobecne prijímaný názor. Na strane druhej, autor tohto príspevku vysvetlil tieto variácie na základe jednoduchého ionizačného modelu symbiotických dvojhviezd. Jeho analýza rozdelenia energie v ultrafialovej až optickej oblasti spektra identifikovala hmlovinnú zložku žiarenia ako predmet variácií viazaných s orbitálnym pohybom. Potom, za predpokladu, že hmlovina je sčasti opticky hrubá a nesymetricky rozložená vzhľadom na os dvojhviezdy, jej svetelné príspevky sú rôzne v rozdielných orbitálnych fázach. Taký je jednoducho stav súčasného chápania symbiotického javu.

Na konferencii bolo prezentovaných veľa ďalších zaujímavých príspevkov, ktoré tu však nemôžem všetky uviesť. Hádám len heslovite by som spomenul tie, ktoré môžu mať väčší význam pre budúcu prácu. Myslím, že je to získanie kvalitného spektroskopického materiálu pre EG Andromedae pomocou HST a FUSE (Brian Espey), určenie 15-ročnej periódy symbiotickej novy V1016 Cygni (Štefan Parimucha), analýza symbiotickej novy RT Serpentis s 12-ročnou periódou (Sergej Shugarov), porovnanie symbiotických a normálnych premenných typu Mira (Patricia Whitelock) a zhromaždenie kvalitných fotometrických pozorovaní YY Herculis (Ladislav Hric).

Zborník všetkých referátov prezentovaných na konferencii by mal byť publikovaný začiatkom budúceho roka.

AUGUSTIN SKOPAL



Slnčná aktivita

október – november 2002

Slnčná aktivita je už viditeľná na nižšej úrovni, ako v predchádzajúcich dvoch mesiacoch.

Dnes využijeme náš stĺpček na informáciu o nových, veľkých slnečných ďalekohľadoch. Jeden je už v prevádzke a jeden je v štádiu konštruovania.

V októbri minulého roku bol na ostrove La Palma uvedený do plnej prevádzky nový švédsky slnečný ďalekohľad s doteraz najlepším rozlíšením. Priemer 97 cm, vákuum v tubuse a adaptívna optika, ktorá 1000-krát za sekundu prispôsobuje povrch objektívu na kompenzáciu nehomogenít v atmosfére, umožňuje dosiahnuť rozlíšenie 0,1", čo je okolo 70 km na Slnku. Pri spektrálnych pozorovaniach sa počíta s rozlíšením 0,2". Ďalekohľad je určený hlavne na pozorovanie maloškálových magnetických polí a na detailné pozorovanie slnečných škvr. 5 %

pozorovacieho času je určené pre medzinárodnú astronomickú komunitu, 20 % pre hostujúcu krajinu a zvyšok pre švédskych astronómov.

V USA sa však už konštruuje oveľa väčší slnečný ďalekohľad. Má mať priemer 4 m a bude vybavený adaptívnou optikou tak, aby sa dalo dosiahnuť rozlíšenie okolo 0,05", t. j. okolo 35 km na Slnku. Spektrálna oblasť pozorovania bude zasahovať ďaleko do infračervenej oblasti, vlnový rozsah bude od 300 do 35 000 nm. Zatiaľ sa rozhoduje medzi šiestimi miestami, kde má byť ďalekohľad umiestnený. Štyri sú v USA: Sacramento Peak, Big Bear Lake, Haleakala a Panguitch v južnom Utahu. Ďalšie dve miesta sú: La Palma na Kanárskych ostrovoch a San Pedro v Mexiku. Najmenej jeden rok pred rozhodnutím sa na týchto miestach bude sledovať turbulencia vzduchu, oblačnosť, vlhkosť a prašnosť. Predpokladá sa, že ďalekohľad bude uvedený do prevádzky pred rokom 2010 a náklady dosiahnu 70 miliónov dolárov.

Milan Rybanský

Posledný dážď Leoníd?

V dňoch 15.–19. novembra sa vo hviezdárni v Partizánskom vystriedalo niekoľko skupín pozorovateľov meteorárov. Už v piatok sa do hviezdárne dostavila veľká skupina 22 členov Astronomického klubu Antonína Bečvářa z Púchova, ktorú doplnili dvaja astronómovia z Bratislavy. Program stretnutia bol vyplnený prednáškami z astronómie, kozmonautiky a tiež predstavením hviezdárne a jej možností na rozvíjanie amatérskej astronómie. Príprava na pozorovanie meteorického dažďa spočívala v teoretickej príprave na vlastné pozorovanie a z prednášky o histórii pozorovania Leoníd.

Obrázok leonidy z videopásky.

Snímka: J. Horňák



Aj keď počasie neprispievalo k nálade, dokázali sme si spríjemniť program astronomickými a vedecko-fantastickými filmami, náladovým pozorovaním hviezdnej oblohy, chvíľami aj pomocou astronomického ďalekohľadu. Ale aj napriek tomu sme všetci verili, že to úžasné divadlo, ktoré pre nás roj Leoníd pripravuje, uvidíme. V nedeľu navyše dorazila menšia skupina šiestich pozorovateľov z Trenčína, ktorá len rozšírila rady nadšených astronómov vo hviezdárni.

Aj keď astronómovia z Púchova v pondelok odcestovali naspäť domov, vôbec sme sa nenudili. Okrem toho, že sme sa naplno venovali príprave na nočný dážď, a tentoraz meteorický, prišla nás povzbudiť ďalšia skupina, a to 14 mladých astronómov z Trenčína pod vedením p. Baxovej. Na piatu hodinu ráno 19. novembra bol predpovedaný dážď meteorov Leoníd pri prechode prachovým vláknom. Ide o prvé maximum spôsobené časticami uvoľnenými z materskej kométy roku 1767. Všetci sme sa veľmi tešili, pretože obloha sa nám krásne vyjasnila a my sme sa mohli nerušene pripravovať na ranné maximum.

Vzhľadom na silné mesačné svetlo sme síce nemohli očakávať mimoriadne výsledky, ale aj tak sme sa chceli pokúsiť niečo zachytiť. Takže sme pokusne pripravili digitálnu kameru Canon, ktorá mala snímať širokouhlý záber okolia radiantu. Ďalšia bola televízna CCD kamera, na ktorú bol namontovaný objektív s ohniskovou vzdialenosťou 35 mm. Vzhľadom na malé zorné pole sme museli nasmerovať kameru blízko radiantu. Okrem toho sme ešte nachystali fotoaparáty na statívoch aj celooblohovú komoru.

Už po polnoci sme začali pozorovať, ale obloha bola dosť presvetlená Mesiacom. Okolo štvrtej hodiny ráno sme pozorovali zvýšenie počtu meteorov, ale skutočné divadlo sa začalo až pred piatou hodinou. V tom čase sa nám časť oblohy asi na 10 minút zatiahla riedkou oblačnosťou. Odhadované maximum nastalo po piatej hodine. A to sme ešte

pri rozvidnievajúcej sa oblohe videli prelety posledných meteorov.

Digitálnou kamerou sa nám podarilo zaznamenať 4 meteory jasnejšie ako -3 mag. v čase od 5,00 do 5,10 SEČ. Hodnotnejšie výsledky boli z televíznej CCD kamery, ktorá bola prepojená s vkladáčom času. ňou sme nasnímali 15 meteorov v čase 4,57–5,34 SEČ. Viac ako polovica z nich bola jasnejšia ako nultá magnitúda a najslabšie zaznamenané meteory mali jasnosť asi 5. magnitúd. Okrem toho sme nafotili niekoľko slabších meteorov a jeden pekný kúsok celooblohovou komorou.

Ani Geminidy nesklamali

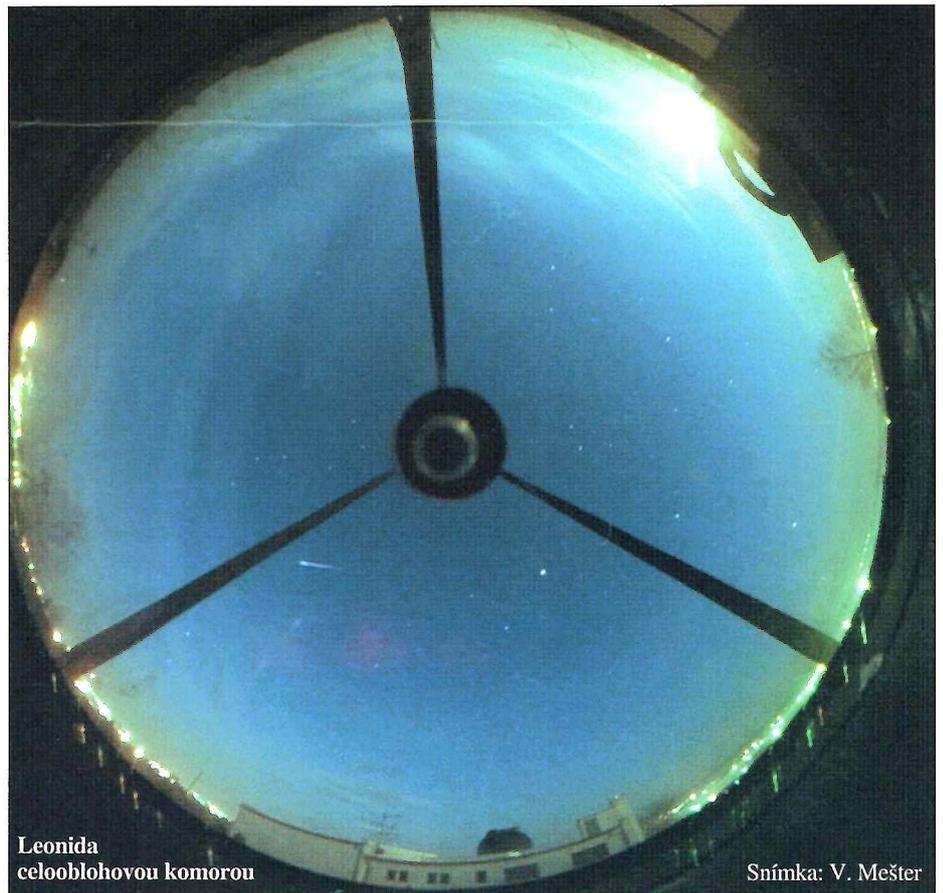
Po zážitku z pozorovania Leoníd sme sa pripravovali na pozorovanie meteorického roja Gemi-

níd, ktorého maximum pripadlo na 14. december v ranných hodinách. Vzhľadom na zlé počasie sme boli vo hviezdárni iba dvaja, takže sme si pripravili televíznu kameru s vkladáčom času a objektívom s ohniskovou vzdialenosťou 35 milimetrov. Potom sme ešte namontovali fotoaparáty na statívy a čakali. Tu sa ukázalo, aké vie byť počasie nevyspytateľné, pretože ešte o druhej hodine ráno bola obloha celkom zatiahnutá, ale asi o pol hodiny sa skoro celkom vyjasnilo. O tretej hodine ráno už bolo celkom jasno a aj podmienky boli veľmi dobré. Pozorovali sme od tretej až do šiestej hodiny. Každý popri fotení ešte napozoroval viac ako 70 meteorov. Podarilo sa nám nafotiť niekoľko pekných Geminíd, ale televíznou kamerou sme zachytili iba dva slabšie meteory.

Snímky si môžete pozrieť na www.hvezdaren.sk

JÁN HORŇÁK

Hornonitrianska hviezdáreň Partizánske



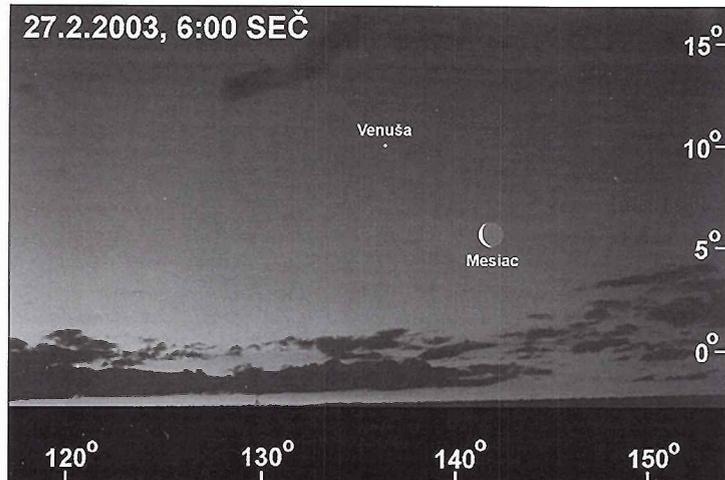
Leonida celooblohovou komorou

Snímka: V. Mešter

Geminida nad hviezdárňou.

Snímka: J. Horňák





Obloha v kalendári február – marec 2003

Pripravil: PAVOL RAPA VÝ

Všetky časové údaje sú v SEČ

Blížiaci sa jar sľubuje príjemnejšie nočné teploty, ruky už tak často nebudú primrzáť k ďalekohľadu. Po oboch mesiacoch bude raňajšiu oblohu skrášovať jagavá Venuša a skúsiť by sme si mohli aj kresby Jupitera, ktorý bude v opozícii. Toto obdobie však nepraje pozorovateľom meteorov, v činnosti nebude žiadny aktívnejší roj. Jasné kométy sú už síce za nami, no možno uvidíme jasnú kométu aj na dennej oblohe...

Planéty

Merkúr je začiatkom februára ráno pri občianskom súmraku vo výške len 5° (0 mag) a podmienky jeho viditeľnosti sa zhoršujú. 4. 2. je síce v najväčšej západnej elongácii (25°), no sklon ekliptiky k obzoru je malý. V polovici marca vychádza súčasne so Slnkom. 15. 3. bude najďalej od Zeme (1,364 AU) a 21. 3. v hornej konjunkcii so Slnkom. Koncom marca bude šanca na jeho pozorovanie už na večernej oblohe, nakoľko na konci občianskeho súmraku bude len vo výške 3° ako objekt -1,3 mag. Na lepšie pozorovacie podmienky si budeme musieť počkať do polovice apríla.

Venuša (-4,2 až -4,0 mag) bude viditeľná ráno po oboch mesiacoch, jej viditeľnosť sa však pomaly skraca a koncom marca sa začne strácať v rannom súmraku. Venušu by sme si mali užiť, pretože na večernej oblohe ju uvidíme až v novembri...

27. 2. bude v konjunkcii s Mesiacom (5,6°) a tak 26. a 27. 2. bude vcelku zaujímavé zoskupenie Venuše, Mesiaca a Marsu (vzdialenosť oboch planét však bude 30°). 12. 3. večer nastane konjunkcia Venuše s Neptúnom a tak 13. 3. ráno máme možnosť vidieť obe planéty v zornom poli ďalekohľadu vo vzdialenosti len pol stupňa. 28. 3. nastane tesná (3') konjunkcia Venuše s Uránom. Obe planéty nájdeme (28. a 29. 3.) na začiatku občianskeho súmraku (5 SEČ) vo výške 5° za asistencie kosáčika Mesiaca nízko nad obzorom.

Mars (1,1–0,6 mag) je viditeľný v druhej polovici noci. Začiatkom februára vychádza o 3. hod., koncom marca o hodinu skôr. Nájdeme ho na oblohe ako načervenalý, pokojne svietiaci objekt, ktorý kulminuje už po východe Slnka vo výške 18°. 27. 2. sa presunie z Hadonosy do Strelca. V ďalších mesiacoch sa obdobie jeho viditeľnosti bude predlžovať v súvislosti s blížiacou sa veľkou opozíciou 28. 8. Jeho uhlový priemer je ešte aj koncom marca malý (7") na pozorovanie albedových útvarov. 25. 2. bu-

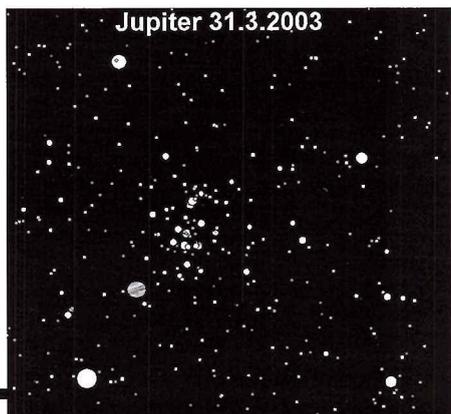
de v konjunkcii s Mesiacom po poslednej štvrti. Ďalšia, málo výrazná konjunkcia nastane o mesiac neskôr. Vlastný pohyb Marsu môžeme dobre pozorovať na zaujímavom pozadí Strelca od polovice marca. 18. 3. prejde necelý polstupeň severne od guľovej hviezdokopy M 22.

Jupiter (-2,6 až -2,4 mag) bude viditeľný začiatkom februára po celú noc, nakoľko 2. 2. je v opozícii so Slnkom. O deň skôr bude k Zemi najbližšie (4,327 AU) a jeho uhlový priemer dosiahne 43". Koncom marca bude zapadať o 3. hod. Počas oboch mesiacov bude v Rakovi a koncom marca sa priblíži k otvorenej hviezdokope M44 Jasličky. 15. 2. a 15. 3. bude v konjunkcii s Mesiacom, marcová konjunkcia je však fotogenickejšia (ráno pred západom oboch telies).

Prechody Veľkej červenej škvrny centrálnym poľudníkom Jupitera

1.2. 18:31	14.2. 4:19	27.2. 0:03	15.3. 3:14
2.2. 4:27	15.2. 0:10	27.2. 19:54	15.3. 23:05
3.2. 0:18	15.2. 20:01	1.3. 1:41	16.3. 18:56
3.2. 20:09	16.2. 5:57	1.3. 21:33	18.3. 0:43
4.2. 6:05	17.2. 1:48	3.3. 3:19	18.3. 20:35
5.2. 1:56	17.2. 21:39	3.3. 23:11	20.3. 2:22
5.2. 21:47	18.2. 17:31	4.3. 19:02	20.3. 22:13
6.2. 17:38	19.2. 3:26	6.3. 0:49	21.3. 18:04
7.2. 3:34	19.2. 23:18	6.3. 20:40	22.3. 23:52
7.2. 23:25	20.2. 19:09	8.3. 2:27	23.3. 19:43
8.2. 19:16	21.2. 5:04	8.3. 22:19	25.3. 1:30
9.2. 5:12	22.2. 0:56	9.3. 18:10	25.3. 21:21
10.2. 1:03	22.2. 20:47	10.3. 4:06	27.3. 3:09
10.2. 20:54	24.2. 2:34	10.3. 23:57	27.3. 23:00
12.2. 2:41	24.2. 22:25	11.3. 19:48	28.3. 18:51
12.2. 22:32	25.2. 18:16	13.3. 1:35	30.3. 0:38
13.2. 18:23	26.2. 4:12	13.3. 21:27	30.3. 20:30

Jupiter pri M44.



Saturn (-0,2–0,1 mag) bude po oboch mesiacoch v Býkovi. Začiatkom februára zapadá o 4. hod., koncom marca krátko po polnoci. 22. 2. bude v zastávke a jeho retrográdny pohyb sa zmení na priamy. 12. 2. bude v konjunkcii s Mesiacom po prvej štvrti, podobná (menej výhodná) konjunkcia nastane aj 11. 3. Jeho prstenec pozorujeme z južnej strany a sú maximálne rozozreté.

Vlastný pohyb planéty môžeme sledovať hneď začiatkom februára, keď bude v blízkosti hviezdy 114 Tau (4,9 mag). Ich konjunkcia (6') nastane 1. 2. a ďalšia (15') 14. 3.

Urán (5,9 mag) nájdeme vo Vodnárovi, začiatkom februára je pozorovateľný len krátko po západe Slnka, neskôr sa jeho viditeľnosť rýchlo zhoršuje, nakoľko sa blíži do konjunkcie so Slnkom 17. 2. V rannom súmraku ho nájdeme až koncom marca. 28. 3. bude v tesnej konjunkcii s Venušou (3'). Obe telesá nájdeme ráno na začiatku občianskeho súmraku (5 SEČ) vo výške 4°. Aj keď Urán pre malú výšku nad obzorom nevidíme voľným okom, určite nás poteší pohľad na obe planéty súčasne v triédri alebo ďalekohľade. Ich vzdialenosť bude ráno ešte len 25' a severne od nich bude hviezda 38 Aqr (5,4 mag). Modrobiela hviezda, žiariaca Venuša a zelenkastomodrý Urán tak vytvoria krásny pravouhlý trojuholník hodný aj fotografického záznamu.

Neptún (8,0 mag) je v Kozorožcovi. Po januárovej konjunkcii so Slnkom sa od neho uhlovo vzdaluje a v rannom súmraku ho nájdeme koncom februára. Koncom marca je pri občianskom súmraku vo výške 11°. Jeho vlastný pohyb môžeme pozorovať voči hviezde SAO 163996 (7,5 mag) s ktorou bude 26. 2. v tesnej konjunkcii (2'). 12. 3. nastane jeho konjunkcia s Venušou a tak obe planéty nájdeme ráno 13. 3. na oblohe vo vzdialenosti 0,5°. 27. 3. nastane jeho nevýrazná konjunkcia s Mesiacom.

Pluto (13,9 mag) je v Hadonosovi, 9. 2. sa presunie do Hada (chvost Hada). Podmienky jeho viditeľnosti sa zlepšujú, blíži sa do júrovej opozície so Slnkom. Začiatkom februára vychádza o 3. hod., koncom marca už pred polnocou a pri kulminácii (nautický súmrak) dosiahne výšku 28°. 23. 3. je v zastávke a začne sa pohybovať retrográdne.

Mesiác krátko po nove máme šancu vidieť práve v týchto mesiacoch, nakoľko sklon ekliptiky k obzoru je strmší.

Prvú možnosť máme 2. februára, keď pri západe Slnka bude Mesiác vo výške 7°. Jeho jasnosť bude len -5 mag a kosáčik mimoriadne úzky. Mesiác bude od Slnka v uhlovej vzdialenosti 15° a bude len 1,2 dni po nove (v azimute bude 12° vľavo). Zapadne takmer v rovnakom azimute ako Slnko. Na konci občianskeho súmraku bude vo výške 3°.

Druhá možnosť bude o mesiac neskôr 3. 3., pri západe Slnka bude Mesiác starý necelých 14. hodín, no na prekonanie rekordu (14,5 hodiny) to zrejme

Zákryty hviezd Mesiacom

(J. Gerboš)

Dátum	UT	D/R	Mg	PA	CA	h	fáza	Hviezda	a	b	hs
	h m s			°	°			XZ			
9.2	21 48 31	D	72	13	27N	24	0,28	4540	-1,06	2,33	
9.2	22 51 26	D	64	86	80S	14	0,28	4594	-0,05	-1,38	
10.2	20 36 22	D	54	83	87S	45	0,31	5588	-1,21	-1,05	
10.2	22 1 30	D	69	139	32S	32	0,32	5622	-0,08	-4,21	
10.2	21 51 25	D	71	96	74S	33	0,32	5624	-0,64	-1,73	
11.2	0 14 23	D	75	70	79N	11	0,32	5728	0,00	-0,93	
11.2	23 40 1	D	69	58	61N	26	0,35	6764	-0,62	-0,59	
12.2	18 45 44	D	70	35	33N	66	0,38	8203	-1,38	3,18	
13.2	0 39 51	D	77	61	57N	26	0,39	8651	-0,57	-0,75	
13.2	2 11 42	D	79	37	33N	12	0,39	8763	-0,47	-0,04	
13.2	18 24 15	D	69	98	87N	59	0,41	10287	-1,55	0,51	
13.2	18 34 17	D	72	112	79S	60	0,41	10300	-1,67	-0,18	
14.2	1 22 9	D	60	142	51S	28	0,42	10725	0,28	-2,46	
18.2	22 28 43	D	79	205	9S	38	0,59	17792	3,48	-13,83	
23.2	3 25 2	R	68	231	38S	21	0,73	21527	-3,07	1,99	
23.2	4 21 17	R	69	304	69N	22	0,73	21558	-1,37	-0,59	
7.3	19 0 20	D	75	41	58N	20	0,16	3275	-0,53	0,14	
8.3	19 23 54	D	76	119	46S	26	0,19	4181	-0,40	-3,05	
8.3	19 47 8	D	73	43	58N	22	0,19	4190	-0,62	0,03	
9.3	20 8 4	D	68	83	85S	29	0,23	5236	-0,58	-1,34	
10.3	21 13 24	D	66	59	66N	28	0,26	6269	-0,69	-0,60	
10.3	22 36 55	D	77	77	83N	15	0,27	6335	-0,04	-1,13	
11.3	20 20 59	D	77	80	81N	46	0,30	7524	-1,14	-0,97	
12.3	0 7 16	D	77	79	79N	11	0,30	7802	0,16	-1,10	
12.3	21 6 16	D	78	165	21S	47	0,33	9622	0,46	-5,62	
13.3	0 15 31	D	72	93	87N	18	0,34	9881	0,06	-1,40	
13.3	23 37 48	D	37	191	3S	31	0,37	11616	7,47	-14,47	
13.3	23 42 21	R	37	199	-6S	31	0,37	11616	-8,71	12,07	
14.3	1 9 59	D	71	80	66N	17	0,37	11730	-0,06	-1,21	
14.3	1 50 42	D	70	136	58S	11	0,37	11765	0,56	-1,78	
16.3	20 11 10	D	57	117	76N	51	0,47	15783	-1,34	-0,30	
20.3	22 22 6	R	69	265	69S	20	0,60	20111	-1,35	1,37	
22.3	0 20 2	R	63	310	64N	20	0,64	21094	-0,92	-0,08	

Predpovede pre polohu $\lambda_0 = 20^\circ$ E a $\varphi_0 = 48,5^\circ$ N s nadmorskou výškou 0 m. Pre konkrétnu polohu λ , φ sa čas počíta zo vzťahu $t = t_0 + a(\lambda - \lambda_0) + b(\varphi - \varphi_0)$, kde koeficienty a, b sú uvedené pri každom zákryte.

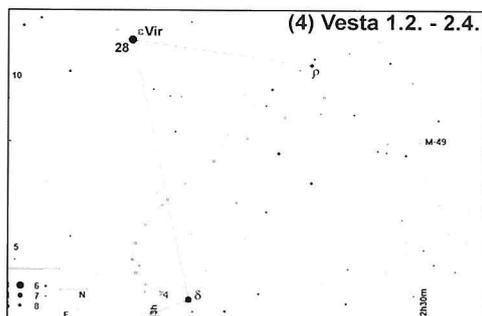
stačiť nebude, nakoľko Mesiac bude vo výške len 2°. Nasledujúci deň sa však zaskvie na večernej oblohe v plnej kráse a jeho kosáčik bude ešte prekvapujúco úzky. Na možné prekonanie rekordu si budeme musieť počkať až do konca mája.

Ak aj neuspějete priblížiť sa k rekord, určite Mesiac v malej fáze pozorujte (a samozrejme, fotografujte), nakoľko v jarných mesiacoch je popolavý svit najintenzívnejší.

Z nášho územia budú pozorovateľné tri dotyčnicové zákryty, pozorovacie podmienky sú však priemerné. Najjasnejší zákryt 14. 3. (3,6 mag), ktorý kríži celé Slovensko, bude na osvetlenej strane Mesiaca. Vo výhode budú pozorovatelia na západnom Slovensku. Pripravované pozorovania budú na stránke www.szaa.sk.

Planétky

Najjasnejšou planétkou bude (4) Vesta, ktorá je 27. 3. v opozícii. Za dobrých pozorovacích podmienok bude viditeľná v Panne koncom marca aj voľným okom (5,9 mag), čo by sme si mali v každom prípade vyskúšať. Táto 500 km planétka bola objavená v Brémach H. Olbersom 29. 3. 1807 a my máme teraz ju možnosť vidieť neozbrojeným okom... Elegantlym oblúkom sa bude presúvať k severozápadu a koncom mesiaca sa ostane do oblasti kopy galaxií v Panne.

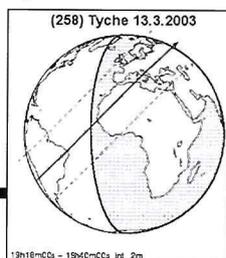


(4) Vesta 1.2. - 2.4.

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
Efemerida planétky (4) Vesta			
1.2.	12 ^h 56,6 ^m	+3°35,0'	7,0
6.2.	13 ^h 00,4 ^m	+3°49,8'	6,9
11.2.	13 ^h 01,5 ^m	+4°09,4'	6,8
16.2.	13 ^h 01,9 ^m	+4°33,4'	6,7
21.2.	13 ^h 01,6 ^m	+5°01,7'	6,5
26.2.	13 ^h 00,5 ^m	+5°33,9'	6,4
3.3.	12 ^h 58,7 ^m	+6°09,3'	6,3
8.3.	12 ^h 56,1 ^m	+6°47,1'	6,2
13.3.	12 ^h 52,9 ^m	+7°26,1'	6,1
18.3.	12 ^h 49,1 ^m	+8°05,3'	6,0
23.3.	12 ^h 45,0 ^m	+8°43,2'	5,9
28.3.	12 ^h 40,5 ^m	+9°18,7'	5,9
2.4.	12 ^h 35,9 ^m	+9°50,5'	5,9
Efemerida planétky (11) Parthenope			
8.3.	10 ^h 56,3 ^m	+11°37,4'	10,1
13.3.	10 ^h 51,8 ^m	+12°09,9'	10,2
18.3.	10 ^h 47,6 ^m	+12°39,6'	10,4
23.3.	10 ^h 43,7 ^m	+13°05,8'	10,5
28.3.	10 ^h 40,2 ^m	+13°27,9'	10,6
2.4.	10 ^h 37,2 ^m	+13°45,8'	10,7
Efemerida planétky (20) Massalia			
10.3.	5 ^h 20,4 ^m	+22°18,7'	10,4
15.3.	5 ^h 27,9 ^m	+22°26,5'	10,5
20.3.	5 ^h 35,9 ^m	+22°33,1'	10,6
25.3.	5 ^h 44,2 ^m	+22°38,3'	10,6
30.3.	5 ^h 52,8 ^m	+22°41,9'	10,7

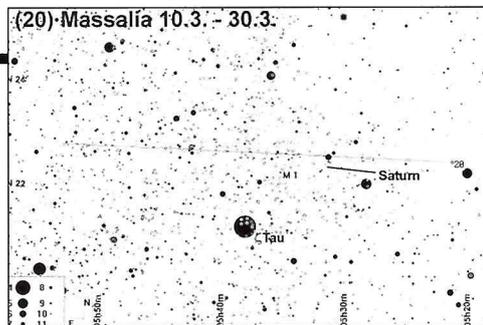
Do 11 mag budú v opozícii (41) Daphne (2. 2., 10,7), (89) Julia (19.2., 10,8), (97) Klotho (21. 2., 10,5 mag), (37) Fides (26.2., 10,4 mag), (19) Fortuna (2. 3., 10,5 mag), (11) Parthenope (4. 3., 10,0 mag),

Zákryt planétkou Tyche.



(313) Chaldaea (9. 3., 10,7 mag), (78) Diana (10. 3., 10,5 mag), (24) Themis (23. 3., 10,6 mag), (22) Kalliope (30. 3., 10,9 mag), (4) Vesta (31. 3., 5,9 mag).

Planétka (20) Mas-



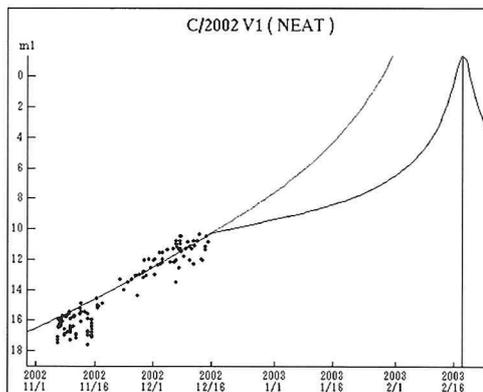
salia sa 19. 3. bude nachádzať len 0,5° od Krabej hmloviny, čo by mohlo byť inšpiráciou na získanie zaujímavej fotografie. Obom objektom bude asistovať Saturn.

So zákrytmi hviezd planétkami je to tentokrát poslabšie, predpovedané sú len tri, hádam najlepšie vyhlídky na úspech má 13. 3. (258) Tyche. Aj tu si však treba uvedomiť, že pripraveným a vytrvalým šťastie praje, vlnajší rok bol toho skvelým príkladom, aj keď niektoré pozorovania zmarilo počasie. O aktuálnych pozorovaniach sú aktívni pozorovatelia informovaní elektronickou poštou.

Kométy

Jasných komét bolo v uplynulom období ako šafaranu a vzhľadom na periodicitu nášho časopisu sme o to najlepšie prišli...

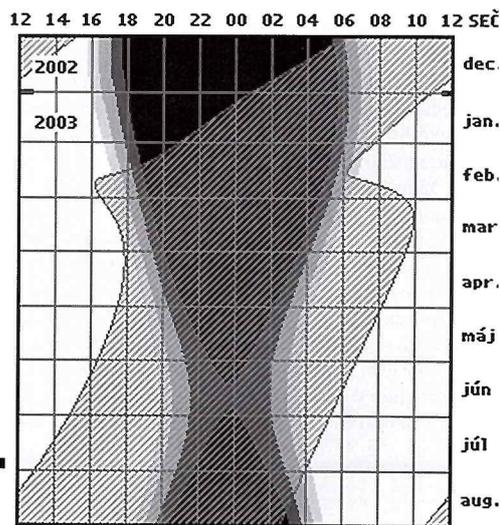
6. 11. bola v rámci projektu NEAT objavená nová kométa C/2002 V1 (NEAT) s atypickou dráhou. Kométa sa 18. 2. ráno priblíži k Slnku na vzdialenosť len 0,09 AU (necelých 14 miliónov kilometrov). Je veľmi pravdepodobné, že kométa toto tesné priblíženie neprežije a rozpadne sa. Odhady jej jasnosti sú veľmi neisté a po prechode perihéliom už od nás pozorovateľná nebude. Úplne bez šance však nie



Priebeh jasnosti kométy C/2002 V1 (NEAT) (Yoshida).

Graf viditeľnosti kométy C/2002 V1 (NEAT).

Autor: P. Zimmikoval



Zákryty hviezd planétkami

dátum	UT	planétka	trv	hviezda	m*	dm	h*	el	%
13. 2.	19:43	663 Gerlinde	13,4	TYC 4814 668	9,0	4,7	40	27	88+
13. 3.	19:29	258 Tyche	7,2	TYC 0156 65	9,5	3,9	44	22	74+
19. 3.	23:31	417 Suevia	8,2	TYC 0790 973	10,2	3,6	21	86	96-
4. 4.	20:29	82 Alkmene	3,3	TYC 1899 1174	10,9	1,8	42		

Z predpovedí sú vylúčené hviezdy slabšie ako 11 mag. V tabuľke sú len úkazy, pri ktorých je pokles jasnosti väčší ako 1 mag. Výber úkazov je pod podmienkou, že Slnko je pod obzorom viac ako 12 stupňov a hviezda minimálne 10 stupňov nad obzorom (pre polohu Rimavskej Soboty).

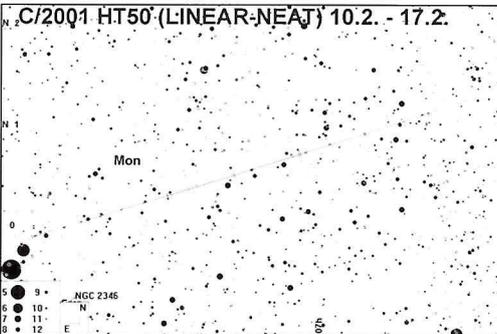
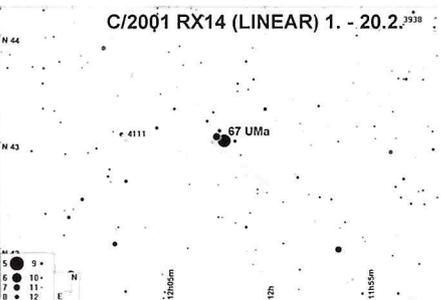
trv – trvanie zákrytu v sekundách, m* – jasnosť hviezdy h* – výška hviezdy nad obzorom, dm – pokles jasnosti, el – uhlová vzdialenosť Mesiaca, % – percento osvetlenej časti Mesiaca, + dorastá, – ubúda

Efemerida kométy C/2001 RX14 (LINEAR)

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
31.1.	12 ^h 10,4 ^m	+44°13,1'	10,2
5.2.	12 ^h 07,6 ^m	+43°44,4'	10,2
10.2.	12 ^h 03,6 ^m	+43°09,2'	10,1
15.2.	11 ^h 58,6 ^m	+42°25,9'	10,1
20.2.	11 ^h 52,8 ^m	+41°33,4'	10,1
25.2.	11 ^h 46,5 ^m	+40°30,9'	10,2
2.3.	11 ^h 39,8 ^m	+39°17,9'	10,2
7.3.	11 ^h 33,1 ^m	+37°54,5'	10,2
12.3.	11 ^h 26,6 ^m	+36°21,4'	10,3
17.3.	11 ^h 20,5 ^m	+34°39,9'	10,4
22.3.	11 ^h 15,1 ^m	+32°51,6'	10,5
27.3.	11 ^h 10,4 ^m	+30°58,3'	10,6
1.4.	11 ^h 06,6 ^m	+29°01,9'	10,7
6.4.	11 ^h 03,6 ^m	+27°04,1'	10,8

Efemerida kométy C/2001 HT50 (LINEAR-NEAT)

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
31.1.	7 ^h 39,0 ^m	-02°07,4'	11,4
5.2.	7 ^h 24,8 ^m	-01°10,1'	11,4
10.2.	7 ^h 11,1 ^m	-00°09,9'	11,4
15.2.	6 ^h 58,0 ^m	+00°51,6'	11,4
20.2.	6 ^h 45,9 ^m	+01°53,1'	11,4
25.2.	6 ^h 34,8 ^m	+02°53,4'	11,4
2.3.	6 ^h 24,8 ^m	+03°51,8'	11,4
7.3.	6 ^h 15,9 ^m	+04°47,7'	11,5
12.3.	6 ^h 08,0 ^m	+05°40,6'	11,5
17.3.	6 ^h 01,2 ^m	+06°30,5'	11,5
22.3.	5 ^h 55,4 ^m	+07°17,2'	11,6
27.3.	5 ^h 50,4 ^m	+08°01,0'	11,6
1.4.	5 ^h 46,3 ^m	+08°42,0'	11,6
6.4.	5 ^h 42,8 ^m	+09°20,2'	11,7



Kométy C/2002 X5 (Kudo-Fujikawa). Fotografované 25. 12. 2002 o 16:14 UT. f = 1000 mm, SBIG ST-8, 5x20 s, pole 10x12'.

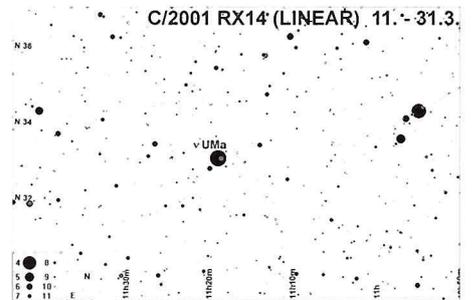
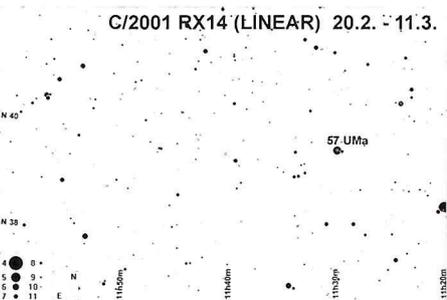
sme, pri optimistickom odhade jasnosti by mohla kométa dosiahnuť aj zápornú magnitúdu, a teda bola pozorovateľná aj na dennej oblohe. Ak by počasie bolo nepriaznivé, v perihéliu bude viditeľná na snímkach koronografu LASCO C3 družice SOHO.

Ďalšiu jasnú kométu objavil 13. 12. T. Kudo ako objekt 9,5 mag, ktorá dostala označenie C/2002 X5 (Kudo-Fujikawa) a bola skvelým objektom večernej oblohy v decembri a začiatkom januára. Po prechode perihéliom 28. 1. však jej

deklinácia rýchle klesá, a tak bude dobre pozorovateľná len z južnej pologule.

Kométy C/2001 RX14 (LINEAR) prešla perihéliom 18. 1. a bude pozorovateľná v polovici februára ako objekt 10 mag. Jej jasnosť je dostatočná aj pre menšie ďalekohľady a prvé dve februárové dekády bude cirkumpolárna.

O magnitúdu bude slabšia kométa C/2001 HT50 (LINEAR-NEAT), ktorá prejde perihéliom 9. 7. a ďalšie dobré pozorovacie obdobie (11 mag) bude v októbri.



Kalendár úkazov a výročí

(v SEČ)

1.2.	11,8	Mesiac v nove	26.2.	planétka (37) Fides v opozícii (10,4 mag)	20.3.	0,5	zákrut hviezdy TYC 0790 973 (10,2 mag)	
1.2.		Čínsky nový rok	27.2.	16,1	konjunkcia Mesiaca s Venušou (Venuša 5,6° severne)	21.3.	2,0	jarná rovnodennosť (začiatok astronomickej jari)
1.2.	20	Jupiter najbližšie k Zemi (4,327 AU)	2.3.	planétka (19) Fortuna v opozícii (10,5 mag)	21.3.	1,9	Merkúr v hornej konjunkcii so Slnkom	
2.2.	10	Jupiter v opozícii	3.3.	3,6	Mesiac v nove	22.3.	80.	výročie (1923) narodenia J. Klecška
2.2.		planétka (41) Daphne v opozícii (10,7 mag)	4.3.	planétka (11) Parthenope v opozícii (10,0 mag)	23.3.		Svetový deň meteorológie	
4.2.	2	Merkúr v najväčšej západnej elongácii (25°)	7.3.	310.	výročie (1693) J. Bradleya	23.3.		planétka (24) Themis v opozícii (10,6 mag)
8.2.	175.	výročie (1828) narodenia J. Verna	7.3.	17,5	Mesiac v odzemi (405 383 km)	23.3.	17,6	Pluto v zastávke (začína sa pohybovať späťne)
7.2.	23,0	Mesiac v odzemi (404 551 km)	8.3.	19,4	dotýčnicový zákrut hviezdy SAO 93318 (7,9 mag) Mesiacom (4,4D)	24.3.		110. výročie (1893) narodenia W. Baadeho
9.2.	12,2	Mesiac v prvej štvrti	9.3.	planétka (313) Chaldaea v opozícii (10,7 mag)	27.3.	1	Vesta v opozícii so Slnkom	
12.2.	4,5	konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 1,9° južne)	10.3.	planétka (78) Diana v opozícii (10,5 mag)	25.3.	2,8	Mesiac v poslednej štvrti	
12.2.	110.	výročie (1893) M. G. J. Minaerta	11.3.	8,2	Mesiac v prvej štvrti	25.3.	18,7	konjunkcia Mesiaca s Marsom (Mars 3,3° severne)
13.2.	20,7	zákrut hviezdy TYC 4814 668 (9,0 mag) planétkou (663) Gerlinde	11.3.	10,6	konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 2° južne)	27.3.	23,3	konjunkcia Mesiaca s Neptúnom (Neptún 5,5° severne)
15.2.	19,1	konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 3,3° južne)	11.3.	23,1	minimum β Per (A = 2,1–3,4 mag, P = 2,867 d)	28.3.	13,8	tesná konjunkcia Venuše s Uránom (Urán 3' južne)
16.2.	1,5	minimum β Per (A = 2,1–3,4 mag, P = 2,867 d)	12.3.	19,8	konjunkcia Venuša s Neptúnom (Neptún 11' južne)	29.3.	16,7	konjunkcia Mesiaca s Venušou (Venuša 4,7° severne)
16.2.	7	Vesta v zastávke (začína sa pohybovať späťne)	12.3.	11	Juno v zastávke (začína sa pohybovať späťne)	30.3.		planétka (22) Kalliope v opozícii (10,9 mag)
16.2.	55.	výročie (1948) objavu Uránovho mesiaca Miranda (G. Kuiper)	13.3.	2,6	dotýčnicový zákrut hviezdy SAO 78813 (6,8 mag) Mesiacom (1,7 D)	31.3.		planétka (4) Vesta v opozícii (5,9 mag)
17.2.	0,8	Mesiac v splne	13.3.	20,5	zákrut hviezdy TYC 0156 65 (9,5 mag) planétkou (258) Tyche	1.4.	20,3	Mesiac v nove
17.2.	23	Urán v konjunkcii so Slnkom	14.3.	0,7	dotýčnicový zákrut hviezdy κ Gem (3,6 mag) Mesiacom (3,0B)	2.4.	23,5	konjunkcia Mesiaca s Merkúrom (Merkúr 4,1° severne)
18.2.		kométa C/2002 V1 (NEAT) v perihéliu (0,099 AU)	14.3.	19,9	minimum β Per (A = 2,1–3,4 mag, P = 2,867 d)	3.4.	21,6	minimum β Per (A = 2,1–3,4 mag, P = 2,867 d)
19.2.	530.	výročie (1473) narodenia M. Kopernika	15.3.	3,3	konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 2,9° južne)	4.4.	5,5	Mesiac v odzemi (406 210 km)
19.2.	17,2	Mesiac v prízemí (364 849 km)	15.3.	290.	výročie (1713) narodenia N. L. de La Cailla	4.4.	6,1	Jupiter v zastávke (začína sa pohybovať priamo)
19.2.		planétka (89) Julia v opozícii (10,8 mag)	16.3.		Svetový deň planetárií	4.4.	21,5	zákrut hviezdy TYC 1899 1174 (10,9 mag) planétkou (82) Alkmene
19.2.	21,3	minimum β Per (A = 2,1–3,4 mag, P = 2,867 d)	18.3.	11,6	Mesiac v splne	7.4.	23,9	konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 2,4° južne)
21.2.		planétka (97) Klotho v opozícii (10,5 mag)	19.3.	20,0	Mesiac v prízemí (359815 km)			
22.2.	11	Saturn v zastávke (začína sa pohybovať priamo)						
22.2.	18,1	minimum β Per (A = 2,1–3,4 mag, P = 2,867 d)						
23.2.	17,7	Mesiac v poslednej štvrti						
25.2.	3,2	konjunkcia Mesiaca s Marsom (Mars 2,6° severne)						

Meteory

Pozorovatelia meteorov si vyššie aktivity neužívajú, v činnosti je len niekoľko rojov s veľmi nízkou aktivitou, ktoré si vyžadujú značné pozorovacie skúsenosti. Ak chceme získať dostatočne kvalitné pozorovania, zakresľovaniu sa nevyhneme. Najaktívnejším rojom tohto obdobia v pracovnom zozname IMO sú Virginidy, ktoré majú niekoľko maxim, najčastejšie v druhej polovici marca. Roj je zo sústavy Leoníd – Virginíd, jednotlivé prúdy sú len veľmi nedostatočne rozlíšené.

Pavol Rapavý

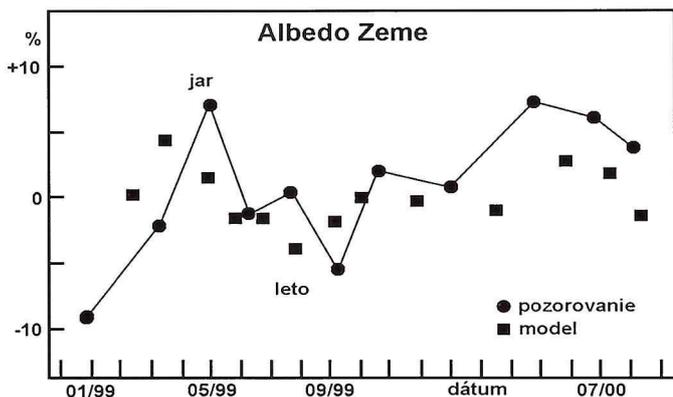
Meteorické roje

Roj	Aktivita	Maximum	Radiant		Pohyb rad.		v km/s	ZHR %/deň	Zdroj
			RA	D	RA	D			
AHY	5.1.–14.2.	19.1.	08:52	-11	0.7	-0.3	44	2	DMS
FLE	1.2.–28.2.		11:00	+06	0.5	-0.3	30	5	ALPO
DLE	15.2.–10.3.	26.2.	11:12	+16	0.9	-0.3	28	2	IMO
VIR	25.1.–15.4.	(24.3.)	13:00	-04	0.5	-0.3	30	5	IMO

AHY – α Hydridy, FLE – februárové Leonidy, DLE – δ Leonidy, VIR – Virginidy

Zdroj: DMS – Dutch Meteor Society, ALPO – Association of Lunar & Planetary Observers (Lunsford) IMO – International Meteor Organization

Kosáčik Mesiaca a popolavý svit



Graf zmeny albeda Zeme.

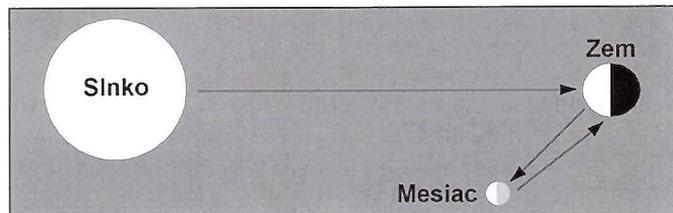
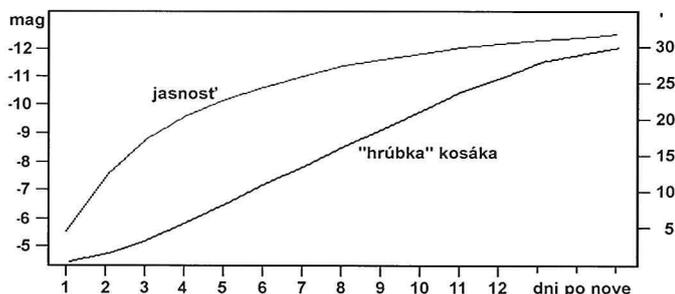
Pohľad na užučký kosáčik Mesiaca s popolavým svitom nízko nad obzorom je vari jedným z najkrajších úkazov na oblohe, ktorý je navyše umocnený nádherným sfarbením oblohy. Uvidieť Mesiac krátko po nove (alebo pred novom) je predmetom lovcov rekordov. Rekordmanom je L. King (Scarborough, Anglicko), ktorý videl voľným okom užučký Mesiac 2. mája 1916 len 14 hodín 32 minút (!) po nove. Najmladší Mesiac v ďalekohľade videl J. Stamm (Tucson, Arizona) 21. 1. 1996 – 12 hodín 7 minút po nove. U nás zatiaľ neprekonaný P. Pithart z Prahy, ktorý videl Mesiac v ďalekohľade 31. 1. 1996 17 hodín 20 minút po nove a o tri minúty ho našiel aj voľným okom. U moslimov má takého pozorovanie veľký význam pre ich lunárny kalendár, ktorý má začiatok v roku 16. 7. 622 n.l. (cesta Mohameda z Mekky do Mediny) a začína sa prvým spozorovaním Mesiaca po nove.

Uvidieť Mesiac 20 hodín po nove je však ťažké, pretože jasnosť jeho kosáčika je len 0,002 % (-4 mag) jasnosti v splne (12,5 mag)... Jedna z definícií, že kosáčik je pozorovateľný vtedy, keď jeho uhlový rozmer je nad rozlišovacou schopnosťou oka nie je najšťastnejšia, veď ešte deň po nove má šírku okolo 0,5".

Ak chceme nájsť Mesiac krátko po

nove, nájdeme si dobré, najlepšie vyvýšené pozorovacie miesto s dobrým výhľadom až k obzoru. Najlepším obdobím na pozorovanie „mladého“ Mesiaca sú jarné mesiace, keď je sklon ekliptiky k obzoru najväčší, pre „starý“ Mesiac (pred novom) je to na jeseň. Ako pomôcku použijeme ďalekohľad s veľkým zorným poľom, najvhodnejšie sú binokuláre (napr. 7x50). Po nájdení Mesiaca v ďalekohľade sa ho pokúsme nájsť aj voľným okom.

V čase malej fázy Mesiaca je najlepšie pozorovateľný aj tzv. popolavý svit Mesiaca, ktorý sa pomaly stráca s približovaním sa prvej štvrti. Úkaz je, samozrejme, pozorovaný aj pred novom. Je spôsobený slnečným svetlom, ktoré sa od Zeme odráža na Mesiac. V anglicky hovoriacich krajinách majú pre tento úkaz pekné slovné spojenie „the old Moon in the



Vznik popolavého svitu.

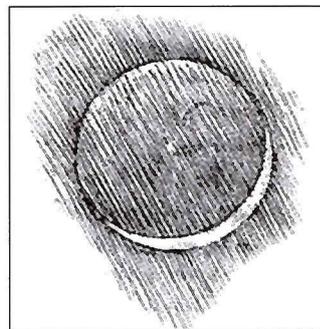


Leonardova kresba popolavého svitu (vpravo dole) a jeho vysvetlenie.

New Moon's arms“, teda „starý Mesiac v náručí nového“. Prvýkrát ho správne vysvetlil pred takmer 500 rokmi všestranný umelec a vedec Leonardo da Vinci. V Americkom prírodovednom múzeu je originál jeho kresby dorastajúceho Mesiaca s popolavým svitom a popis jeho vysvetlenia (Codex Leicester, medzi 1506 a 1510). Leonardo však nesprávne predpokladal, že na Mesiaci je voda.

Jasnosť popolavého svitu sa v priebehu roka mení a je predmetom skúmania aj v súčasnosti. Jedná sa vlastne o zmeny v celkovom albede Zeme a z vedeckého hľadiska je toto štúdium zaujímavé pre hodnotenie celkovej energetickej bilancie našej planéty, jej otepľovania. Rozdiely v jasnosti popolavého svitu dosahujú takmer 20%. Najintenzívnejší je v priebehu apríla a mája, keď je jasnejší o 10% ako priemer.

P. Goode z Big Bear Solar Observatory, vedúci projektu „Earthshine“, monitoruje zmeny zemského albeda a pozorovania porovnáva s modelmi počítanými na základe družicových pozorovaní. Relatívne tmavé oceány



odrážajú len 5% slnečného svetla, najvyššie albedo má sneh a ľad (40–90%). Pevniny odrážajú 10–25 percent a oblačnosť až okolo 50%. Práve oblačnosť je pri meraní dominantná a spôsobuje, že zmeny sú veľmi rýchle a dosahujú až 5% za hodinu.

Práve v jarných mesiacoch teda máme možnosť získať pekné fotografie Mesiaca s popolavým svitom, ktoré určite patria k perlam archívov astrofotografov, na ktorých je okrem svetlého kosáčika Mesiaca viditeľný aj dobre prekreslený povrch jeho neosvetlenej časti. Extrémnym prípadom je fotografia F. Espenaka počas úplného zatmenia Slnka 11. 8. 1999, na ktorej je sú po spracovaní viditeľné najvýraznejšie útvary na Mesiaci. Fascinujúci však musí byť však pohľad z Mesiaca na Zem... Naša modrozelená planéta s bielou oblačnosťou je na mesačnej oblohe štvornásobne väčšia a žiari 50-krát jasnejšie ako Mesiac v splne. Tento skvelý pohľad sa však naskytol len niekoľkým astronautom.

Pavol Rapavý

Zákryt hviezdy mesiacom Tethys

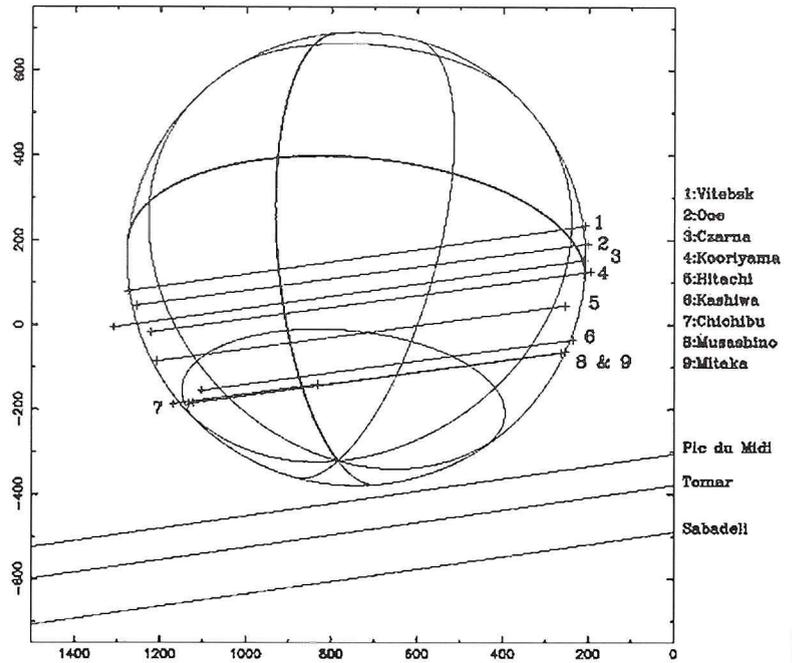
Vlajšia jeseň bolo mimoriadne bohatá na zaujímavé zákrytové pozorovania. Jedným z nich bol aj zákryt hviezdy TYC 1310-02435-1 (9,1 mag) Saturnovým mesiacom Tethys 15. decembra. Predpoveď poslal J. Mánek a na sieti boli k dispozícii všetky potrebné údaje. Pás zákrytu prechádzal od Japonska cez Kóreu, Čínu, Rusko až po väčšiu časť Európy, mal byť viditeľný aj z nášho územia.

Podmienky predpovede boli priaznivé, centrálny zákryt mal trvať 40 sekúnd pri poklese 1,2 mag. Jediným problémom bola malá uhlová vzdialenosť zakrývanej hviezdy od Saturna (0,7'), a tak to zároveň mala byť skúška na použitie vhodnej pozorovacej techniky. Počasie u nás však bolo nemilosrdne proti!

Podľa topocentrických efemeríd Bureau des Longitudes bola rýchlosť Tethysu v čase zákrytu 27 km/s (vzdialenosť 1 204 462 500 km), čomu zodpovedá priemer zistený z pozorovaní okolo 1090 km. Táto hodnota je však väčšia ako oficiálny údaj IAU: 1072×1056×1052 km. Rozdiel zatiaľ nie je možné vysvetliť refrakciou v atmosfére Tethysu, pretože táto musí byť (ak ju vôbec má) veľmi riedka. Do spracovania bude zahrnuté aj pozorovanie zákrytu tohto mesiaca 29. 10. 1998 (6,6 mag, PPM 145101). Je však možné, že konečné vyriešenie problému priemeru tohto mesiaca sa dozvieme až z výsledkov sondy Cassini v roku 2004.

Pavol Rapavý

Tethys 15 Decembar 2002



Spracovanie pozorovaní (B. Sicardy)

Tri dotyčnicové zákryty, dvaja pozorovatelia a jeden „železný obserwator“

Na to, aby ste pochopili názov tohto článku, si ho treba celý prečítať.

Tak teda začínam svoje rozprávanie pekne po poriadku.

V nedeľu 29. 9. sme sa vo večerných hodinách stretli na hviezdárni ja, Roman a Miloš. Cieľ tohto stretnutia bol pripravovaný už niekoľko dní predtým. Všetci traja sme sa mali zúčastniť dotyčnicového zákrytu. Teda presnejšie Roman Tomčík a ja sme mali za cieľ zúčastniť sa zákrytu v Poprade, ale „železný obserwator“ t.j. Miloš Socháň mal ambície odpozorovať ďalšie dva v Poľsku. Cieľ bol jasný a deň „D“ nastal. Po krátkej, už poslednej porade, príprave mapiek, ďalekohľadov, stopiek a pod. sme konečne naštartovali auto a vyrazili. A keďže „pripraveným šťastie praje“, noc sľubovala úspešné pozorovanie. Obloha bola „totálne“ jasná, mesiac v poslednej štvrti mal vyjsť o 22^h 47^{min} LSEČ. Zákryt mal nastať o cca 00^h 35^{min} LSEČ na neosvetlenej strane Mesiaca a hviezda 27 epsilon Gem (Mebstuta) so svojou jasnosťou 3,1^m žiarila aj v tesnej blízkosti Mesiaca krásne. Po hodine cesty na miesto pozorovania ostávalo už len jedinú, dohodnúť sa spolu s kolegami z Košíc (tí nás už čakali pri Poprade v Hozelci) na vhodných stanovištiach pre naše pozorovanie. Času do zákrytu už nebolo veľa, preto sme museli konať dosť rýchlo. Asi okolo 23^h 30^{min} som už stála na svojom stanovišti v blízkej dedinke

Švábovce a čakala pripravená pri ďalekohľade na okamih zákrytu. Nebolo mi však umožnené pokojne ničím nerušené pozorovanie, pretože po krátkej chvíli tesne pred vstupom hviezdy za neosvetlenú časť Mesiaca som počula šuškanie, dupot, funenie, no široko ďaleko nebolo nikoho vidno. Aby som prišla na pôvodcu týchto zvukov, nebolo dost času, takže s nepríjemným pocitom a strachom z neznámeho som dopozorovala zákryt. Môj osobný výsledok bol jeden vstup a jeden výstup. Hneď potom som sa rozhladla s baterkou po blízkom okolí a po krátkej chvíli som zbadala malé pichľavé kľbko, ktoré s veľkým funením dupkalo okolo môjho rucksaku s jedlom. Bol to ježko.

Ponaučenie: Pozor na ježkov! Nikdy nenechávajte rucksak s jedlom otvorený, ak chcete v pokoji a dobre odpozorovať zákryt!

Chlapci boli úspešnejší. Roman Tomčík mal 3 vstupy a 3 výstupy, Miloš Socháň 2 vstupy a 2 výstupy a Košičania okrem vizuálneho pozorovania mali aj videozáznam.

Miloš potom pokračoval vo „Wielkej expedycji“ v Poľsku, kde spolu s našimi poľskými kolegami mali odpozorovať ešte ďalšie dva dotyčnicové zákryty.

A my ostatní sme sa vrátili domov s presvedčením, že nabudúce pôjdeme zas.

Renáta Kolivošková

Hviezdáreň a planetárium Prešov

Michalovce: Počasie nám prialo

S malou dušičkou sa schádzalo večer na Hviezdárni v Michalovciach 7 členov astronomického krúžku pre stredoškôľakov (tzv. ATM = Astro Team Michalovce) spolu s autorom týchto riadkov. Cez deň totiž u nás zavládlo krásne slnečné a teplé počasie a veľmi sme neverili, že vydrží až do rána. Stále sme vychádzali na terasu, aby sme videli, či počasie ešte „drží“ a ako vysoko je už súhvezdie Leva. Najprv sme si stihli ešte pozrieť film na videu a po 1 hod. SEČ po polnoci sme začali pozorovať v dvoch skupinkách. Jedna členka, nováčik, bola len do počtu, aby videla pozorovanie a čo-to sa priučila. Nás sedem stotočných sa rozdelilo do dvoch skupín: zapisovateľ + dvaja pozorovatelia a zapisovateľ + traja pozorovatelia. Najskôr frekvencia bola ako pri Perzeidách a zvládali sme klasické vizuálne pozorovanie podľa metodiky IMO (International Meteor Organization). Ale ako sa čas blížil k očakávanému maximu, teda k 5. hodine nášho času, bolo treba prejsť len na zapisovanie jasnosti meteorov počas päťminútových intervaloch pre každého pozorovateľa. Potom sa už nedali písať ani jasnosti a v okolí maxima sme prešli na jednoduché rátanie meteorov v päťminútových intervaloch. V maxime sa meteory naozaj akoby sypali, pripomínalo to chvíľami ohňostroj, alebo simulátor meteorov v planetáriu. Niekedy počas sekundy naraz vyletelo niekoľko Leoníd rôznymi smer-

mi, prípadne vedľa seba či za sebou. A z toho sa dalo vidieť miesto, odkiaľ zdanlivo vyletujú – radiant. Mnoho meteorov bolo jasných so zápornými magnitúdami, mnohé boli so stopou. Farba tých jasných bola zreteľne do zelena a to isté platí aj pre farbu. O 5. hod. 20. min. sme uvideli pod Saturnom preletieť bolid asi tak -8 magnitúdy, za ktorým sme jeho zelenú stopu videli viac než minútu. Predbežne sme napočítali 3187 meteorov za 6 hod. a 50 min. pozorovacieho času. Podľa našej hrubej štatistiky maximum nastalo troška neskôr, ako bolo predpovedané. Predpoveď znela na 4 hod. UT (+/- 5 minút). Podľa nášho pozorovania maximum nastalo niekedy medzi 4:05 a 4:15 hod. UT. V maxime sme narátali (jeden pozorovateľ) za minútu 10–20 meteorov, teda po prepočte asi 600–1200 za hodinu. Takéto nebeské ohnivé divadlo ešte nevidel nikto z nás. Pozorovanie sme ukončili kvôli začínajúcemu svitaniu o 5 hod. 30 min. SEČ. Rozhodne sme neboli sklamaní. Po úplnom zatmení Slnka v roku 1999 to bol môj druhý najkrajší astronomický zážitok. A už mi mnoho astronomických či meteorologických úkazov a javov, ktoré som ešte nevidel, nechýba. Hádám ešte guľový blesk, po čom však až tak veľmi netužím, a fatamorgána.

RNDr. Zdeněk Komárek
Hviezdáreň v Michalovciach

O slnečnej polarizácii na Tenerife

Slnečné magnetické polia majú významnú úlohu pri ovplyvňovaní heliosféry a kozmického počasia. Polarizované svetlo poskytuje najspolahlivejší zdroj informácií o astrofyzikálnych magnetických poliach, vrátane slnečných. Diagnostika slnečných a hviezdnych magnetických polí si vyžaduje meranie a dôslednú fyzikálnu interpretáciu „odtláčkov“ polarizácie na spektrálnych čiarach, ktoré sú vyvolané rôznymi fyzikálnymi efektmi (napr. Zeemanov efekt, Hanleho efekt).

Slnečná polarizácia sa v Puerto de la Cruz (Tenerife, Kanárske ostrovy, Španielsko) skloňovala v dňoch 30. 9. – 4. 10. v každom páde, kde sa v konferenčnom centre Cabildo Insular de Tenerife (Parque Taoro) konal tretí medzinárodný pracovný seminár **THIRD INTERNATIONAL WORKSHOP ON „SOLAR POLARIZATION“**. Zúčastnilo sa ho 82 odborníkov v oblasti fyziky Slnka a hviezd, aby posúdili pokrok v pozorovateľskej a teoretickej spektropolarimetrii, ako aj v našej schopnosti simulovať vytvorenie a prenos polarizovaného žiarenia v zmagnetizovaných hviezdnych atmosférach, od posledného pracovného seminára, ktorý sa konal pred niekoľkými rokmi v Bangalore (India). Za to obdobie boli vyvinuté nové polarimetre a ďalšie sú pripravované pre budúce pozemské a kozmické ďalekohľady.

Odborný program seminára bol rozdelený do deviatich sekcií:

1. New Solar & Stellar Polarimeters (nové slnečné a hviezdne polarimetre)
2. Stokes Inversion Techniques and Strategies for Magnetic Field Diagnostics (Stokesove inverzné

techniky a stratégie pre magnetické polia)

3. Chromospheric Magnetism (chromosférický magnetizmus)
4. Laboratory Experiments and Molecular Spectropolarimetry (laboratórne experimenty a molekulárna spektropolarimetria)
5. Photospheric Magnetism (fotosférický magnetizmus)
6. Generation and Transfer of Polarized Radiation (vznik a prenos polarizovaného žiarenia)
7. Coronal Magnetic Fields and Solar Prominences (koronálne magnetické polia a slnečné protuberancie)
8. Stellar Spectropolarimetry (hviezdna spektropolarimetria)
9. Future Horizons (budúce horizonty)

Počas seminára sme prezentovali výsledky polarizačných meraní počas úplného zatmenia Slnka 21. júna 2001 v posterovom príspevku *I. Dorotovič, T. Pintér a M. Rybanský: Polarizácia slnečnej koróny v emisnej čiare 530,3 nm*. Pozorovanie polarizácie v emisných čiarach je pomerne komplikované a preto existuje i dnes málo spoľahlivých pozorovaní polarizácie zelenej koróny.

Oddychovým kultúrnym programom bola návšteva vinárskej pivnice Bodegas Monje spojená s ochutnávkou vín vyprodukovaných z hrozna pestovaného na lávových svahoch.

V stredu 2. 10. popoludní si účastníci mohli vbrať medzi návštevou Loro Parque (zoologická záhrada s exotickými živočíchmi), návštevou Observatorio del Teide, alebo turistikou po neďalekých kopcoch). Pre nás (T. Pintér a autor článku) bola za-



T. Pintér, A. Skumanich a I. Dorotovič.

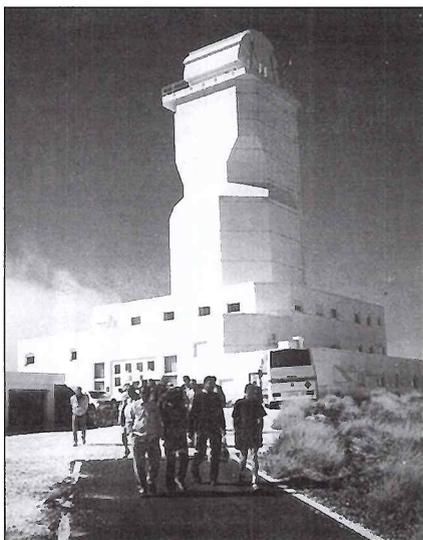
ujímavá druhá možnosť, najmä kvôli exkurzii ku Vacuum Tower Telescope – VTT (vákuový vežový ďalekohľad) a k nedávno inštalovanému francúzsko-talianskemu ďalekohľadu THEMIS.

Zvláštnu atmosféru vyvolalo stretnutie s A. Skumanichom z High Altitude Observatory, Boulder, USA, ktorý má rusínsky pôvod. Napriek tomu, že rusínsky jazyk sa učil len od rodičov, ktorý odišli do USA z východného Slovenska začiatkom minulého storočia, perfektne rozumel slovenčine.

Organizátori tretieho medzinárodného pracovného seminára o slnečnej polarizácii si kládli za cieľ poskytnúť prehľad najdôležitejších nových poznatkov v danej oblasti. Diskusia a spolupráca odborníkov z rôznych vedných disciplín zaiste podporí pokrok v slnečnej fyzike a astrofyzike.

<http://www.iac.es/project/spw3/>
IVAN DOROTOVIČ

Vacuum Tower Telescope (VTT) – štyri nemecké ústavy (Kiepenheuer-Institut für Sonnenphysik vo Freiburg, Universitäts-Sternwarte v Göttinge, Universitäts-Institut für Astronomie and Astrophysik vo Würzburgu a Astrophysikalisches Institut in Potsdame) prevádzkujú niekoľko ďalekohľadov v španielskom Observatorio del Teide na plani-
ne Izaña neďaleko najvyššieho miesta ostrova – sopky Teide vysokej 3718 m. Poloha observatória je 2400 m n. m., 16° 30' 37,1" W, 28° 18' 8,9" N. Jedným

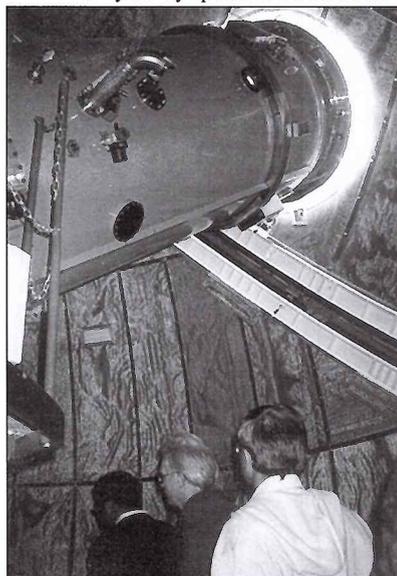


Kupola slnečného ďalekohľadu VTT.

z týchto ďalekohľadov je VTT – vákuový vežový ďalekohľad s priemerom hlavného zrkadla 60 cm a ohniskovou vzdialenosťou 46 m. Svetlo pre ďalekohľad zabezpečuje coelostatový systém. Kvalita obrazu môže byť vylepšená systémom stability obrazu (Solar Correlator Correlation Tracker). Postfokálnymi prístrojmi sú: vertikálny Echelle spektrograf s 15 m ohniskovou vzdialenosťou, sústava filtrov pre simultánne pozorovanie slnečných obrazov v niekoľkých vlnových dĺžkach, dvojdimenzionálny spektrometer TE-SOS a optické laboratórium s Fabry-Perotovým interferometrom. Pomocou takto vybaveného ďalekohľadu možno vykonávať pozorovania s vysokým priestorovým rozlíšením za účelom skúmania dynamiky, štruktúry a chemického zloženia slnečnej atmosféry.

<http://www.iac.es/gabinete/oteide/instala1.html>

Telescopio Heliográfico para el Estudio del Magnetismo y de las Instabilidades Solares (THEMIS) – tento ďalekohľad bol skonštruovaný na základe spolupráce medzi Talianskom a Francúzskom. S hlavným zrkadlom s priemerom 90 cm je THEMIS najväčším slnečným ďalekohľadom Observatorio del Teide. Bol vyrobený špeciálne na skúmanie magnetických polí pomocou me-



rania polarizácie slnečného svetla. Okrem toho umožňuje simultánne spektroskopické pozorovanie v niekoľkých oblastiach spektra. Ďalekohľad je vybavený tromi pozorovateľskými zostavami: spektrografická zostava, zobrazovacia zostava a kombinovaná zostava („spektro-zobrazovacia“). Konštruktéri THEMIS-u si (na rozdiel od VTT, kde pri pozorovaní je kupola úplne odotvorená) zvolili filozofiu úplne uzatvorenej kupoly – svetlo do ďalekohľadu sa dostáva cez kruhový otvor v kupole, ktorý je prikrýty plexisklom.

<http://www.iac.es/gabinete/oteide/instala1.html>



Na snímke hore kupola slnečného ďalekohľadu THEMIS. Na snímke dole pohľad na ďalekohľad THEMIS.

NAVŠTÍVTE
WWW.STRANKY
SPONZOROV SUŤAŽE

sponzorujú



KOZMOS PLNÝ VEDOMOSTÍ

VI. kolo

13. februára 2001 vyvrcholil projekt *NEAR-Schoemaker* prístátím sondy na asteroide *EROS*. Napíšte názov pripravovaného projektu NASA na výskum ďalších dvoch planétok, ktoré sa majú detailne preskúmať uveďte ich mena.
- Počas uplynulých 30 rokov boli detektory snečných neutrín plnené rozličnými látkami. Uveďte názov aspoň dvoch používaných látok.
- Asteroid (433) *EROS* obieha okolo Slnka po dráhe s veľkou poloosou $a = 1,46$ AU a excentricitou $e = 0,22$. Vypočítajte minimálnu a maximálnu vzdialenosť asteroidu od Slnka.
- Eta Carinae* je jednou z najzvláštnejších premenných hviezd na oblohe. Jej povrchová teplota je 29 000 K. Ešte stále sa však nachádza v štádiu spaľovania vodíka na hélium. Je pritom asi 150 × väčšia ako Slnko a niekoľkokrát hmotnejšia. Aký cyklus spaľovania prebieha v jej centre?
- Alternatívnu kozmologickú teóriu bola *teória ustáleného stavu* založená na platnosti *dokonalého kozmologického princípu*. Kto bol autorom a hlavným zástancom tejto teórie? Napíšte aspoň tri pozorovacie fakty, ktoré táto teória nedokáže uspokojivo vysvetliť.

INFORMÁCIE: HORNONITRIANSKA HVEZDÁREŇ, P.O. BOX 59,
958 01 PARTIZÁNSKE, tel.: 038 / 7497108, e-mail: hvezdap@nextra.sk, www.hvezdaren.sk

VÝHERCI 3. KOLA:

ROMAN GÁLIS, ul. A. Kaňceva 2530, 390 01 Tábor Česká republika. Vyhráva: Okulár PLOSSL 15 mm. Sponzor: www.bb.psg.sk/prezenta/tromf/. MIROSLAV VEDRAL, ul. Dolný rad č.14, 976 57 Michalovce. Vyhráva: mapu hviezdnej oblohy. Sponzor: www.dalekohledy.cz. HELENA FLIDROVÁ, Augustinova 2086, 148 00 Praha 4, Česká republika. Vyhráva: 10 cd-r PRECISION. Sponzor: www.astronox.sk. ROMAN KROŠLÁK, 956 16 Nitrianska Streda 30. Vyhráva: mapu hviezdnej oblohy. Sponzor: www.dalekohledy.cz. Slovenská ústredná hviezdáreň v HURBANOVE venuje všetkým výhercom ASTRONOMICKÚ ROČENKU A KALENDÁR 2003. SRDEČNE BLOHOŽELÁME

Leto 2003

HORNONITRIANSKA
HVEZDÁREŇ
V PARTIZÁNSKOM

11. ročník Malého Astronomického Regionálneho Stretnutia Mars 2003, určeného pre stredoškolskú mládež, ktoré sa uskutoční v dňoch 28. 7. – 3. 8. 2003 v areáli hviezdárne v Partizánskom. Program bude (ako tradične) bohatý: dopoludnia spoločné prednášky pre všetkých účastníkov stretnutia so zameraním na aktuálne problémy astronómie a astrofyziky, popoludní práca na tematických úlohách v jednotlivých doménach pod dohľadom zdatných odborníkov.

Putovanie Mliečnou cestou pre členov astronomických krúžkov, ktoré sa uskutoční 18. – 24. augusta 2003 v priestoroch Hornonitrianskej hviezdárne. Program zrazu mladých astronómov – žiakov Základných škôl je zameraný na praktické využitie teoretických vedomostí v praxi – pozorovanie dalekohľadmi, poznávanie súhvezdí, prednášky, športovanie. Ubytovanie účastníkov je v samostatných štvorpostelových bunkách, stravovanie je zabezpečené v reštaurácii.

INFORMÁCIE:
Tel: 038/7497108
Email:hvezdap@nextra.sk
www.hvezdaren.sk

Podporte astronómiu

Astronómia nemá u nás v súčasnosti „ustlaté na ružiaci“, no každý, kto má o ňu záujem alebo ju chce podporiť, môže tak urobiť venovaním 1 % svojej dane.

Jednou z organizácií, ktorá sa venuje astronómii je na Slovensku je Slovenský zväz astronómov amatérov, ktorý je ako prijímateľ 1 % registrovaný v centrálnom notárskom registri pod číslom 684/2002. Ak nás teda chcete podporiť, venujte nám svoje 1 %!

Potrebné tlačivá sú k dispozícii na každom daňovom úrade, prípadne na stránke www.szaa.sk.

Na vyplnenie budete potrebovať len niekoľko minút. Tu sú potrebné údaje:

Meno: Slovenský zväz astronómov amatérov
Sídlo: Rimavská Sobota
práv. forma: občianske združenie
IČO: 00470503

Ďakujeme!

Prodám astr. dalekohled 80/1200 refr., 150/620 refl. s paralaktickou mont. s el. pohonem v obou osách plus mnoho doplňků za cca 20 000 Kč. Předem děkuji, Pavel Augusta, Bezručova 12, Adamov 2, 679 04, tel. 605800019.

Prodám časopis KOZMOS úplné ročníky: 1988, 1989, 1990 a 1991. Cena za 1 ročník: 100 Sk. Při kúpe naraz pridám zdarma čísla: 4/1987, 6/1987. Ing. Mikuláš Čollák, Volgogradská, 1, 07101 Michalovce. Volajte tel: 0905-600095 alebo e-mail: collakm@ke.telecom.sk..

Prodám astronom. dalekohled GS 150/750 s okuláry 30 a 15 mm, s paralakt. montáží s polár. hledáčkem a jemnými pohyby. Cena 14 000 Kč za komplet, nebo 8000 Kč za dalekohled a okuláry. Tel: 608 920 902, zařízení je v Praze.

Prodám dalekohled KONUSTAR, priemer objektívu 60 mm, f = 700 mm, okuláre 31, 75, H10 a H20, Barlow 2x, statív. Pošlem aj na dobierku (4200 Sk). Tel.: 038/5311387, 0905/653918.

Budú dvaja Mikulášovia v Hurbanove?

Po mnohých neúspešných urgenciách na Ministerstve kultúry SR a Poľskom veľvyslanectve na Slovensku, dostali sme roku 1999 list od vdovy syna akademického sochára a maliara Andreja Kováčika. Písala v ňom o osirelej, pieskom zasypanej soche Mikuláša Kopernika na Dunajskej ulici v Bratislave, ktorá po víťaznom konkurze ešte za Slovenského štátu mala



stáť v aule Univerzity Komenského v Bratislave. Žiaľ, na sochu, ktorá mala vyjadriť aj ideu hrdosti na spolupatričnosti slovenských národov, Slovenský štát v čase vojen akosi pozabudol. Až z iniciatívy Slovenskej ústrednej hviezdárne v Hurbanove sa podarilo sochu M. Kopernika zachrániť a zreštaurovanú roku 1991 (akad. sochár Ladislav Šichman) postaviť v historickom parku hviezdárne v Hurbanove.

V súčasnosti sochu M. Kopernika obdivujú tisíce našich i zahraničných návštevníkov hviezdárne v Hurbanove. Pri letmom pohľade však v soche vidia zakladateľa hviezdárne v Hurbanove Mikuláša Konkolyho Thege. Zdá sa im čudné, že v parku stojí socha, ktorá nie je historicky spojená s hviezdárňou v Hurbanove.

Rozhodli sme sa, že zakladateľovi hviezdárne v Hurbanove dr. Mikulášovi Konkolyemu Thege, jednému z prvých astrofyzikov na svete a človeku, ktorý daroval svoju hviezdáreň a celý svoj majetok štátu, postavili tiež sochu. Po viacerých neúspešných žiadostiach o príspevok z fondu MK SR Pro Slovakia sme sa prostredníctvom Spoločnosti Mikuláša Konkolyho Thege pokúsili vyzbierať potrebné financie na sochu (cca 800 tis. Sk) z členských príspevkov a od firiem a inštitúcií v Hurbanove (zatiaľ cca 100 tis. Sk).

Vzhľadom na možnosť 1 % príspevku z daní zainteresovaných občanov pre občianske združenie oslovujeme aj čitateľov nášho časopisu, aby prispeli na dobrú vec (formulár môžete



Mikuláš Konkoly Thege.

vyplniť na – Spoločnosť Mikuláša Konkolyho Thege).

Názov organizácie: Spoločnosť Mikuláša Konkolyho Thege

Sídlo organizácie: 947 01 Hurbanovo, Komárňanská 134

Právna forma: Občianske združenie
IČo: 31870996

Ladislav Druga
predseda Konkolyho spoločnosti

Sedem dvojplanétok v Kuiperovom páse

V posledných rokoch objavili astronómovia viac ako 500 objektov Kuiperovho pásu, obrovského prstenca objektov na periférii Slnčnej sústavy za dráhou Neptúna. O siedmich takýchto objektoch sa zistilo, že tvoria binárne systémy: dva objekty obiehajú spoločné ťažisko na spoločnej dráhe okolo Slnka. Tieto systémy tvoria páry takmer rovnako veľkých objektov, ktoré sú však od seba značne vzdialené. To je záhada, pretože v omnoho lepšie preskúmaných binárnych systémoch (napr. Zem–Mesiac) je vzdialenosť gravitačne zviazaných telies oveľa menšia, pričom ich veľkosť (a hmotnosť) je nápadne rozdielna.

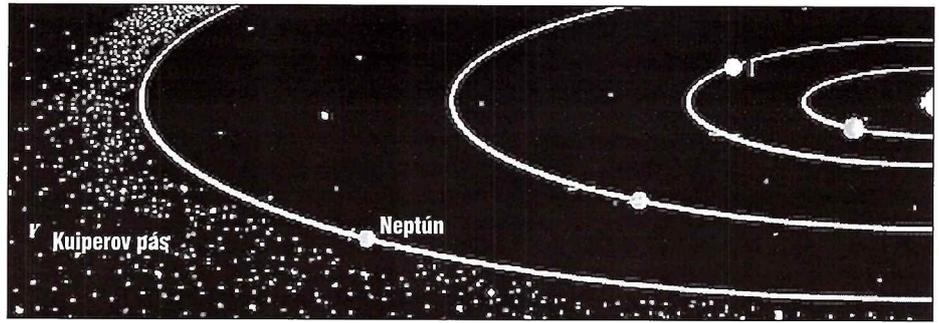
Vedci z California Institute of Technology (Caltech) prišli s teóriou vzniku binárnych sústav v Kuiperovom páse, ktorá tento nezvyčajný jav vysvetľuje. „Binárne systémy, ktoré dobre poznáme, napríklad systém Zem–Mesiac, vznikli po kolízii, pri ktorej bol vyvrhnutý materiál,“ hovorí Reem Sari z Caltechu. „Z vyvrhnutého materiálu sa na obežnej dráhe sformovalo menšie teleso. Spolupôsobenie slapových javov a vnútorného trenia spôsobuje zväčšovanie vzdialenosti od materského telesa.“

„Pri binárnych systémoch v Kuiperovom páse to takto nefunguje,“ tvrdí Sari. „Na to, aby slapové javy vyplývajúce z rotácie a gravitačného pôsobenia vyvolali dostatočný silný efekt, sú od seba príliš vzdialené.“ Objekty týchto siedmich binárnych sústav majú polomer približne 100 km, ale obiehajú sa vo vzdialenosti, ktorá je 100- až 1 000-násobkom ich polomeru. Zem je vzdialená okolo 400 000 km od Mesiaca, pričom jej priemer je čosi viac ako 6 000 km. Vo vzdialenosti 60-tich polomerov Zeme majú slapové sily na omnoho menší a oveľa menej hmotný Mesiac nezanedbateľný účinok.

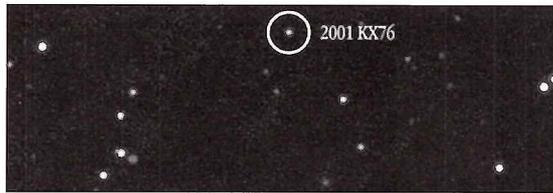
Sari a jeho kolegovia tvrdia, že možným vysvetlením je postupné približovanie sa objektov binárnych sústav Kuiperovho pásu. Pri planétach a ich obežniciach sa ich vzájomná vzdialenosť s časom zväčšuje.

Predpokladá sa, že jednotlivé objekty Kuiperovho pásu vznikli akreciou menších telies v počiatkových štádiách vývoja Slnčnej sústavy. Oblasť, kde prevláda gravitačný vplyv telesa nad gravitáciou Slnka, sa nazýva Hillova sféra. Pre teleso s priemerom 100 kilometrov v Kuiperovom páse je to približne milión kilometrov. Veľké telesá môžu náhodne vniknúť do Hillovej sféry iných telies. Takéto „stretnutie“ trvá niekoľko storočí a ak sa nič zvláštneho nestane, potom sa tento „prechodný“ binárny systém rozpadne a telesá sa pohybujú na rovnakých, alebo čiastočne pozemných dráhach okolo Slnka. Telesá v „dočasných“ binárnych systémoch musia stratiť časť svojej energie, inak medzi nimi gravitačná väzba nezvznikne. Vedci zistili, že počas jedného z 300 priblížení tretie teleso absorbuje časť ich energie, čím prispieje k vytvoreniu stabilného binárneho systému. Teleso stráca energiu aj v dôsledku relatívne častých interakcií s množstvom malých telies, podobných tým, z ktorých vzniklo. Takéto interakcie pohyb veľkých telies spomalujú. V jednom z tridsiatich prípadov stratí toľko rýchlosti, že môže byť gravitačne zachytené. Inými slovami: až 3,3 percenta „flirtujúcich“ telies v Kuiperovom páse končí v trvalom binárnom zväzku.

Pri vzniku binárneho systému gravitačne po-

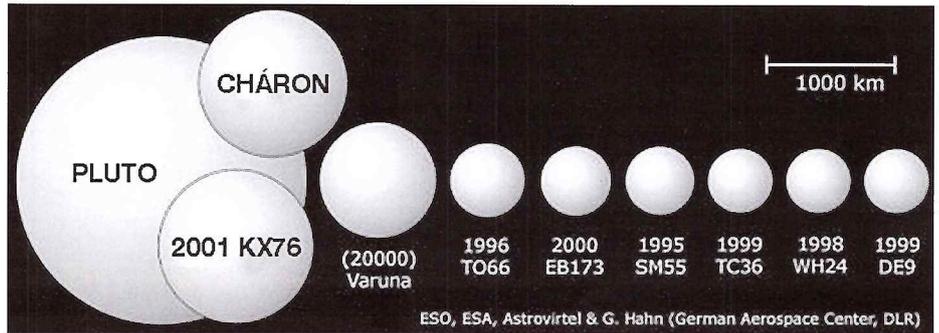


Kuiperov pás za dráhou Neptúna.

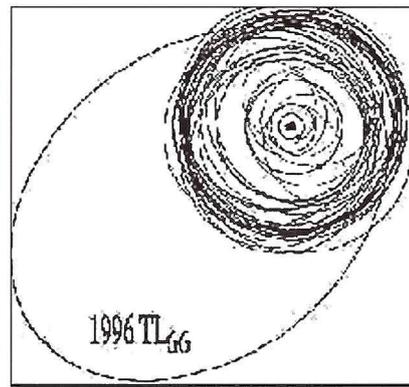
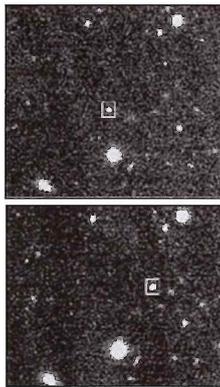


Snímka najväčšieho známeho objektu v Kuiperovom páse.

Osem najväčších objektov Kuiperovho pásu v porovnaní s Plutom a Cháronom.



Všetky objekty Kuiperovho pásu boli doteraz objavené pomocou optických ďalekohľadov. Na snímkach je pohybujúci sa objekt objavený na sérii snímkov.



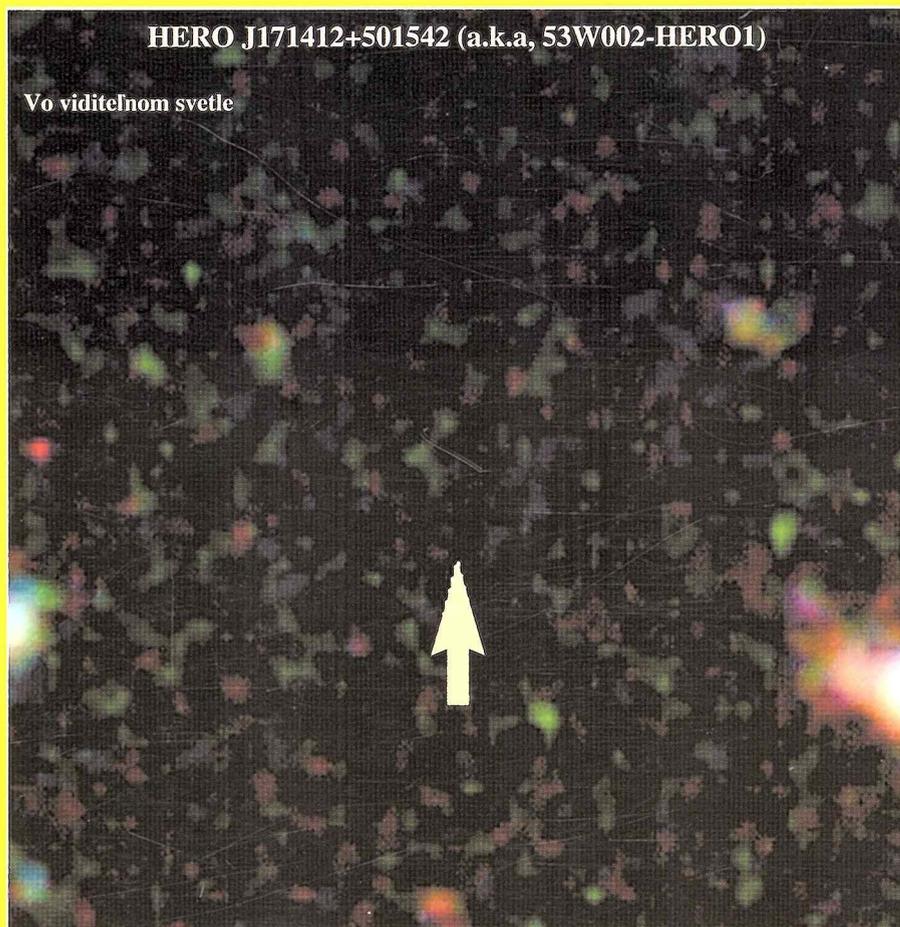
Prekvapenie: Rozdelenie objektov môže zasahovať omnoho ďalej, ako sme očakávali.

zliepaných telies býva vzájomná vzdialenosť rádovo milión kilometrov (čo je približne polomer Hillovej sféry). Pokračujúce interakcie s množstvom malých objektov vedú k ďalšiemu znižovaniu energie binárnej sústavy, telesá sa k sebe postupne približujú. Čas potrebný na sformovanie jednotlivých objektov je dostatočne dlhý na to, aby sa polomer dráhy binárneho systému zmenšil na nulu. Vedci predpokladajú, že väčšina binárnych sústav sa takýmto spôsobom „zlepila“, alebo vytvorila veľmi tesný systém. Lenže systémy, ktoré vznikli relatívne neskoro, keď už akreciálny proces v Kuiperovom páse ustal a „brzdzenie“ pohybu je vzhľadom na spotrebovanie materiálu nezanedbateľné, pretrvali dodnes s pomerne veľkými vzájomnými vzdialenosťami. To je vysvetlenie záhady vzdialených dvojčiek, ktoré v poslednom čase v Kuiperovom páse objavujeme.

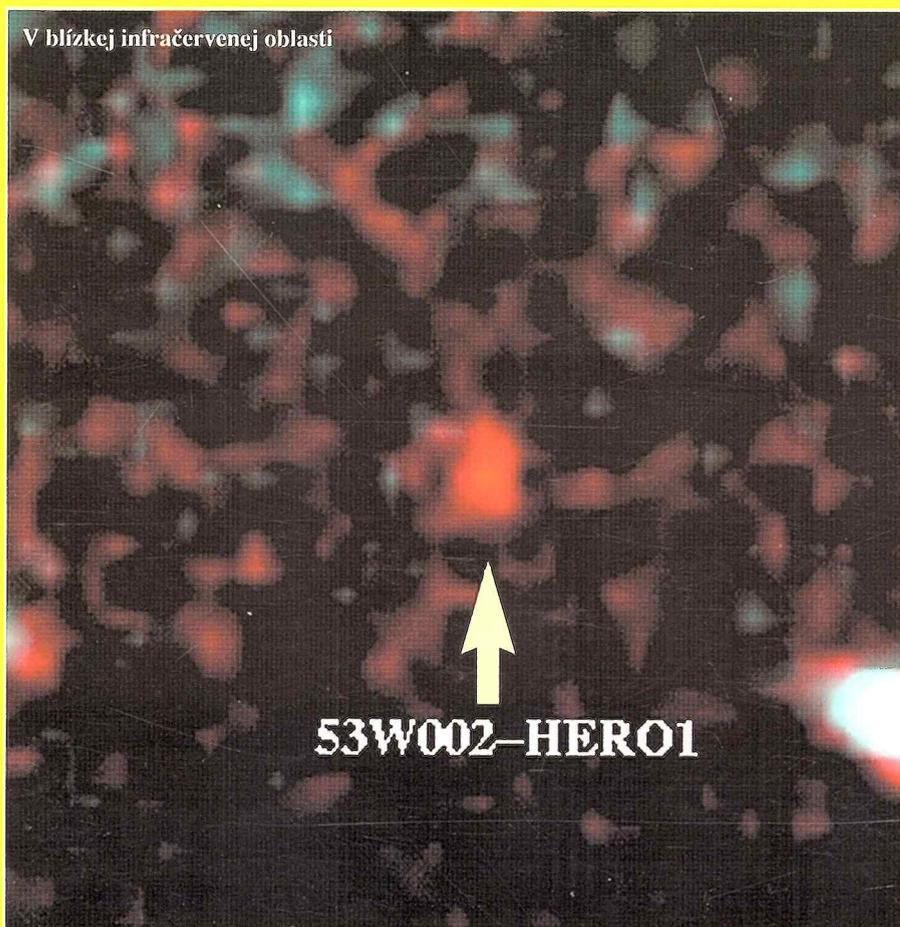
Teória predpovedá, že až 20 telies zo 100 sa

zafixovalo v takej vzdialenosti, aby sme ich mohli pozorovať ako binárne systémy. Tieto predpovede sú v zhode s nedávnymi objavmi výskumného tímu pod vedením profesora planetárnej astronómie v Caltechu Míka Browna. Väčšia objektivita skončila ako tesné binárne systémy. Na snímkach sa predbežne nedajú rozlíšiť od sólistov Kuiperovho pásu, aj keď ich pozorujeme najmodernejšou pozorovacou technikou. Táto teória bude overovaná objavmi ďalších rozlíšiteľných binárnych sústav. Nasledujúce teoretické práce nám môžu objasniť aj to, ako vplyva sklon roviny dráhy binárneho systému k rovine ekliptiky na zmenšovanie polomeru dráhy. Jedným z výsledkov môže byť dôkaz, že binárny systém Pluto–Charon, ktorý je veľmi tesný, vznikol práve takto, a to napriek tomu, že má relatívne veľký sklon roviny dráhy k ekliptike.

Astronómovia našli hrdinu: 53W002 - HERO1



Na snímke vo viditeľnom svetle (hore) nie je na mieste označenom šípkou nijaký objekt. Na kombinovanej snímke z blízkej infračervenej oblasti vidno slabučko svietiacu červenú machulu. To je HERO1.



Aj astronómia potrebuje hrdinov. Jedným z posledných je objekt z hlbokého tmavého vesmíru – Hyper Extremely Red Object (hyperextrémny červený objekt), ktorého akronym je Hero (Hrdina). Astronómovia z Pasadeny ho objavili neďaleko rádiogalaxie 53W002 vo vzdialenosti viac ako 10 miliárd svetelných rokov. Po prvýkrát sa podarilo nájsť objekt typu Hero neďaleko rádiogalaxie, čo naznačuje, že galaxie so silnými rádioemisiami, ale opticky veľmi slabé, by sa mohli stať pre hviezdárov vodídlom pri hľadaní ďalších Hero-objektov.

Objekty Hero sa pohybujú veľmi rýchlo; bezmála rýchlosťou svetla. Vzrušujú najmä galaktických astronómov, pretože práve tieto tajomné objekty by sa mohli stať kľúčom k pochopeniu vzniku a vývoja galaxií. Všetky hypotézy o objektoch Hero, týchto malých červených škvrniak preverí výskum pomocou infračerveného vesmírneho ďalekohľadu Space Infrared Telescope Facility, ktorý sa začne na jar tohto roku. Nie je vylúčené, že práve Hero sú najstaršími hviezdami vo vesmíre.

Rozpínanie sa vesmíru po big bangy spôsobuje, že všetky telesá, ktoré sa od nás vzdalujú, sa prezrádzajú svetlom s červeným posunom. Ak sa nejaké teleso vzdaluje rýchlosťou blížiacou sa rýchlosti svetla, často sa prejavuje na infračervených vlnových dĺžkach. Z teórie big bangy vyplýva aj to, že čím ďalej je to-ktoré teleso, tým rýchlejšie sa smerom od nás pohybuje.

53W002-HERO1 je tak ďaleko a pohybuje sa tak rýchlo, že sa javí ako slabý infračervený zdroj. Zviditeľniť ho sa podarilo iba spojeným výkonom dvoch silných teleskopov prepojených s infračervenými kamerami. Objaviteľ Myungshin Im objavil 53W002-HERO1 na snímkach blízko-infračervenej kamery a multispektrometra na Hubblovom ďalekohľade a chladeného infrašpektrografa a kamery, prepojených s 8-metrovým ďalekohľadom Subaru na vrchole Mauna Kea na Havajských ostrovoch.

53W002-HERO1 je predbežne najvzdialenejším objektom, ktorý pozorujeme. Pre objaviteľov predstavuje ťažký oriešok: ak chcú získať spoľahlivé informácie o mladom vesmíre, musia určiť farbu tohto objektu. Inými slovami: zistiť, ako by sa tento objekt javil blížkemu pozorovateľovi. Môže byť červený, čo by znamenalo, že je súčasťou prachom zahalenej galaxie, v ktorej prebieha búrlivá hviezdotvorba, alebo môže byť hviezdou v starej galaxii, ktorej populáciu tvoria staré červené hviezdy. V oboch prípadoch by išlo o objekty vo vzdialenosti 10 miliárd svetelných rokov. Ak sa pôvodné podmienky zachovali, astronómovia by chceli odhadnúť mocnosť prachového filtra, cloniaceho formovanie hviezd v tomto období. Ak sa im to podarí, objavíme v stave zrodu početnú populáciu hviezd, ktoré patria medzi najstaršie vo vesmíre.

Inou možnosťou je, že Hero môže byť v skutočnosti modrou, veľmi mladou galaxiou, plnou modrých, superhorúcich hviezd vo vzdialenosti 13 až 14 svetelných rokov. Ak je tomu tak, onedlho budeme svedkami formovania sa prvých galaxií v našom vesmíre.

Definitívny súd o tom, či je 53W002-HERO červený alebo modrý objekt, vysloví doktor Im až po porovnaní údajov zo satelitu Space Infrared Telescope Facility s údajmi, ktoré získajú pozorovaním z vyšších vrstiev atmosféry, nad hladinou, ktorá pohlcuje najčervenšie časti infračerveného žiarenia.

Na hrdinu z hlbok kozmu čaká početné vedecké publikum.