

Číslo 1

* február – marec 2013 *

Ročník 44

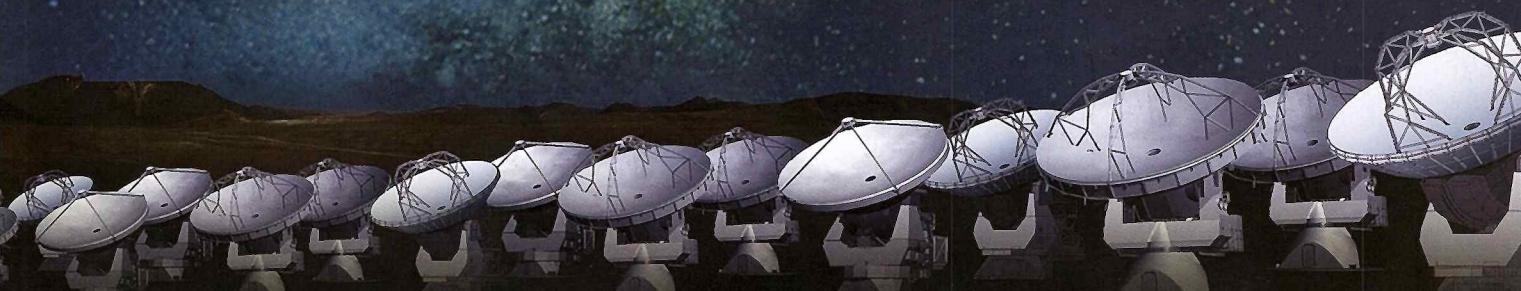
Cena 1,65 €



KOZMAOS

Rádioteleskop
ALMA
deteoval
v starej galaxii dusík

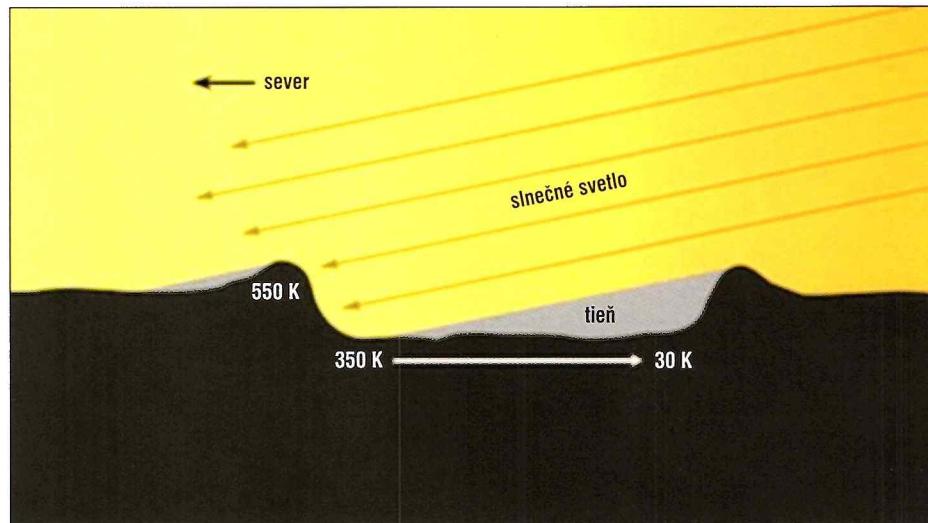
Kozmické kolízie
Slniečná sústava je mokrá
10 (objevů) × 25 (let rozvoje astronomie)
Kométa C/2012 S1 (ISON)



Bilión ton ľadu

Vo večne zatienených kráteroch okolo pólov Merkúra objavila sonda Messenger obrovské množstvá ľadu: najopatrnejší odhad je 100 miliárd ton, najsmelší až bilión ton. Prítom vedci zatiaľ netušia, do akej hĺbky siahajú vrstvy ľadu v podloží. Odhady sa pohybujú medzi 50 centimetrami a 20 metrami a zohľadňujú aj depozitá ľadu okolo južného pólu, kde sa tiež vyskytuje veľký počet večne zatienených kráterov. Tie však sonda zatiaľ podrobne nepreskúmala.

Oblasť severného pólu Merkúra na snímke rádioteleskopu v Arecibe. Žlté škvŕny označujú miesta, kde radar „vyhmatal“ ľad.



Prierez impaktným kráterom v polárnej oblasti Merkúra. Na severom svahu krátera, kam dopadá slnečné žiarenie, namerali extrémne vysokú teplotu. Na južnych svahoch, ktoré sú vo večnom tieni, extrémne nízke teploty. Odrazené žiarenie zo severných svahov dopadá aj na zatienené svahy. Aj tým sa vysvetlňuje, prečo je v povrchových vrstvách oveľa menej ľadu ako v podloží. Odrazené žiarenie určite ovplyvňuje aj chemické reakcie vyvolané interakciami organických látok a vody.



Kresba sondy Messenger pri Merkúre.

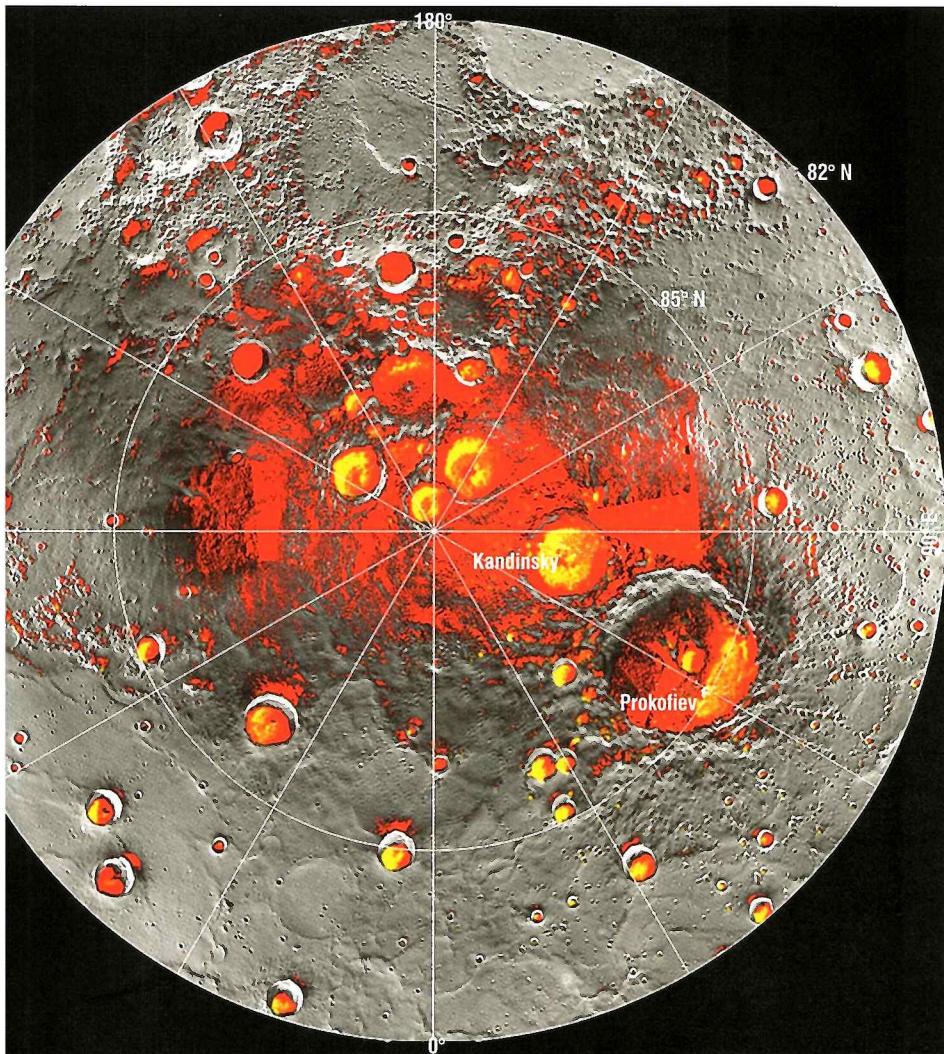
Ľad z polárnych končín Merkúra by hlavné mesto USA Washington DC aj s perifériami pokryl vrstvou s hrúbkou 4000 metrov!

Odhady množstva ľadu na Merkúre vypočítali z údajov, ktoré sonda zbiera 18 mesiacov. Objav nie je mimoriadnym prekvapením, pretože obrá rádioteleskop Arecibo (v Portoriku) už v roku 1991 vyhmatal okolo pólov oblasť, ktorú v roku 1970 fotografovala aj sonda Mariner 10. Oblast je posiate impaktnými krátermi, kde vo večnom tieni klesá teplota až na minus 190 °C. Ľad sa zachoval na telesie, ktoré obieha Slnko vo vzdialosti 58 miliónov kilometrov, pričom teploty na rozličných miestach jeho povrchu sa menia v rozpätí od plus 470 °C až po minus 190 °C!

Messenger preveril ľad pomocou neutrónového spektrometra, ktorý dokáže zachytiť neutróny uvoľnené z povrchu nárazmi kozmického žiarenia s vysokou energiou. Nad pólmami prúd detegovaných neutrónov dosiahol hodnotu, ktorú majú atómy vodíka vo vodnom ľade. Messenger s doteraz najvyššou presnosťou zmeral nad pólmami aj odrazené žiarenie v blízkej infračervenej oblasti. Aj tieto údaje prítomnosť vodného ľadu potvrdili.

Takmer čistý vodný ľad obsahuje 15 centimetrov hrubá vrstva, pokrytá tmavou vrstvou zmešaného materiálu. Táto povrchová vrstva má hrúbku 10 až 20 cm. Obsahuje podstatne

na Merkúre?



Oblast severného pólu Merkúra, ktorú vyhotovili podľa doterajších údajov sondy Messenger. Červená farba označuje oblasti, kde sú depozity vodného ľadu.

menej ľadu ako vrstva v podloží. Tmavý povrch objavili okolo miest s najväčšími koncentráciami ľadu, ale iba tam, kde je teplota o niečo vyššia (odrazené žiarenie z protisvalu), takže ľad z povrchu sa vyparil. Aj tieto tmavé materiály mohli na Merkúr dopraviť komety a istý druh asteroidov.

Podľa vedcov z Kalifornskej univerzity je tmavý materiál zmesou komplexných organických látok. Tieto látky pod vplyvom intenzívneho žiarenia postupne stmavli aj na večne zatienených svahoch polárnych kráterov.

Pozoruhodné sú aj údaje z laserového výskumetra (MLA). Tento prístroj zasiahol povrch Merkúra viac ako 10 miliónmi laserových pulzov a poskytol vedcom údaje, pomocou ktorých zostavili nielen podrobnejšiu mapu topografie planéty, ale pomohli im odhadnúť tak teplosť na povrchu, ako aj teploty nad povrhom v rozličných výskach.

S objavmi sa vynorili aj ďalšie otázky: aké množstvo organických látok sa uchovalo v polárnych depozitoch vodného ľadu? (Organické

neznamená biologické; sú to uhlovodíky.) Aké chemické reakcie v nich prebehli, kým nado budli súčasný vzhľad a vlastnosti? Sú na povrchu Merkúra aj iné oblasti, kde sa zachovala voda i organické látky? Odpovede na tieto otázky môže priniesť iba ďalší výskum.

Významným objavom sondy Messenger je aj to, že kôra Merkúra obsahuje až 60 % železa, čo je najvyšší podiel v celej Slnečnej sústave. Planetológovia získali okrem toho aj údaje o ďalších prvkoch v kôre; o mechanizme, ktorý generuje magnetické pole planéty, i o tom, ako toto pole interaguje so slnečným vetrom a mimoriadne riedkou atmosférou.

Správu o najnovších objavoch na Merkúre vydali vedci z Laboratória aplikovanej fyziky pri John Hopkins University (analýza údajov z radaru), z Goddardovho centra vesmírnych letov pri NASA (analýza údajov z výškometra) a Kalifornskej univerzity (analýza organických látok).

MESSENGER Press Release

Príhovor generálneho riaditeľa SÚH v Hurbanove
Ing. Teodora Pintéra

Vážení čitatelia,
ked sa v roku 1969 Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove rozhodla založiť Kozmos, nemali sme veľké oči. Chceli sme vydávať periodikum, ktoré by reflektovalo činnosť pomerne širokej, aktívnej obce astronómov amatérov združených okolo ľudových hvezdárn na Slovensku i v Čechách. Vzápäť, vzhľadom na relatívnu nepriístupnosť väčšiny významných zdrojov pôvodných informácií, objavila sa aj potreba aktuálne priblížovať najvýznamnejšie pokroky astronómie, kozmológie, geofyziky, meteorológie a kozmonautiky vo svete. Nás projekt mal úspech. Svedčí o tom najmä fakt, že sa nám neraz v zložitých podmienkach podarilo udržať záujem náročných čitateľov, abonentov a autorov, a časopis podstatne skvalitniť. Kozmos dnes patrí medzi najvýznamnejšie časopisy popularizujúce astronómiu a kozmonautiku v Európe.

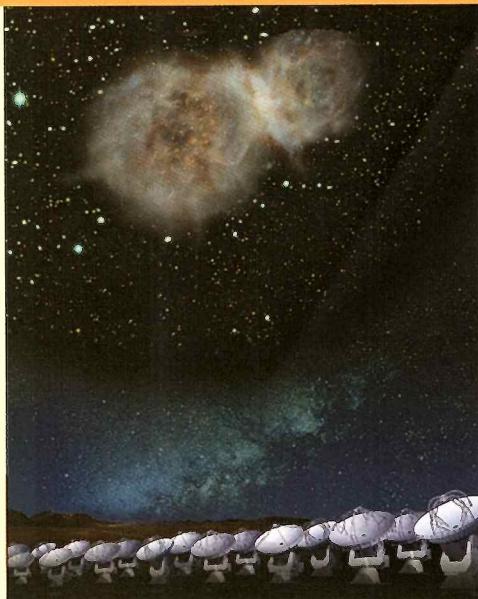
Týmto číslom vstupuje Kozmos do 44. ročníka svojej existencie. Takmer neobmedzený prístup k najaktuálnejším zdrojom informácií, neuveriteľný pokrok informačnej techniky i modernizácia tlačiarne, umožňujú nám, v rámci daných podmienok, vydávať časopis na úrovni doby. S podstatne bohatším obsahom (Kozmos má aj s prílohou v priemere 56 strán), celofarebne, s výraznou grafickou úpravou. Som presvedčený, že ste nám zachovali vernosť aj preto, že Kozmos nepodľahol tlakom komercionalizácie a bulvarizácie.

Osobitne oceňujem najmä vás, aktívnych čitateľov Kozmosu, ktorí ho obohacujete pôvodnými článkami a fotografiemi a dokazujete tým, že záujem o astronómii v našich končinách nevyhasína. Mimoriadne ma teší najmä narastajúci záujem o Kozmos v školách. Pedagógovia a študenti tvoria čoraz významnejšiu časť našich abonentov.

Rád by som pri tejto príležitosti upozornil aj na niektoré podujatia, ktoré SÚH v Hurbanove v minulom i nastávajúcom roku, najmä v súvislosti s významnými výročiami zakladateľa našej hvezdárne – Mikuláša Konkoly-Thege organizuje.

Vzhľadom na meniac sa podmienky na trhu printových periodík boli sme nútení zvýšiť celé roky zmrazenú cenu o 16 centov za číslo. Verím, že vzhľadom na rozšírenie obsahu a celofarebnú úpravu, odobrite zvýšenie ceny ako primeranú kompenzáciu výsnej kvality. (O tom, ako sa zvýšenie ceny premietne do celoročného predplatného na Slovensku a v Čechách dočítate sa v tiraži.)

Na prahu 44. ročníka chcem osobitne oceniť prácu redakčného kruhu a ostatných spolupracovníkov Kozmosu, ktorí sa významne podielajú na jeho kvalite. Ukazuje sa, že rok 2013 bude bohatý na vzrušujúce astronomicke udalosti a objavy. Želám vám všetkým silné zážitky pod jasnow oblohou i nad stránkami nášho časopisu.



Obálka

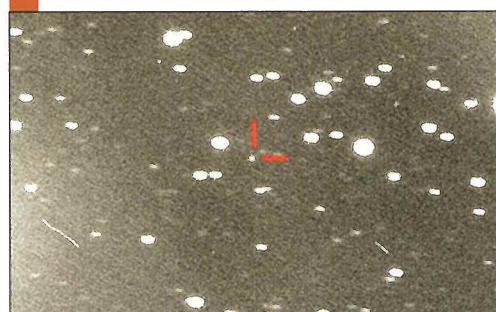
Na kombinovanej snímke vidíme časť antén rádioteleskopu ALMA na plošine v Andách vo výške 5 000 metrov n. m. Nad ňou, na pozadi reálnej oblohy, „sa vznáša“ zväčšená snímka submilimetrovej galaxie LESS J0332, vzdialenej 12,4 miliardy rokov. O objekte sa dočitate na 10. strane v článku Rádioteleskop ALMA detegoval v starej galaxii dusík.

Kozmológia

Svetlo vesmíru krátko po big bangu	s. 5
Kozmické kolízie	
Sky and Telescope	s. 25 – 28

Slnecná sústava

Bilión ton ľadu na Merkúre	s. 2 – 3
Níl na Titane	s. 5
Unikátny portrét Zeme	s. 12
Elektrický Mesiac pôsobí na slnečný vietor	s. 12
Vulkanická minulosť Marsu	s. 13
Naša Slnecná sústava je mokrá	
Astronomy	s. 14 – 19
Mesačný kráter plný ľadu	s. 19
Kométa C/2012 S1 (ISON)	



Ján Svoreň s. 32 – 34

KOZMOS populárno-vedecký astronomický časopis

Vydáva: Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 035/760 24 84, fax 035/760 24 87. Za vydavateľa zodpovedný: generálny riaditeľ SÚH v Hurbanove Ing. Teodor Pintér. * **Redakcia:** Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – redaktor, Daniel Tóth – redaktor, Lídia 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 * **Redačký kruh:** doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hrič, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, DrSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčár, CSc., RNDr. Leonard Kornoš, PhD, prof. RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, Mgr. Anna Pribulová, PhD, RNDr. Pavol Rapavý, doc. RNDr. Ján Svoreň, DrSc., RNDr. Igor Túnyi, DrSc. Predseda redačného krahu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc. * **Tlač:** Tlačiareň KASICO, a. s. Beckovská 38, 823 61 Bratislava. * **Vychádzka:** 6 × do roka. Neobjednané rukopisy nevracame. * **Cena jedného čísla** 1,65 € (41,30 CZK). Pre abonentov ročne 8,94 € (240 CZK) vrátane poštovného. * **Objednávky na predplatné** prijíma každá pošta. Objednávky do zahraničia vybavuje Slovenská pošta, a. s., Stredisko predplatného tlače, Námestie slobody 27, 810 05 Bratislava 15, e-mail: zahranicna.tlac@slposta.sk. * **Predplatiteľ:** V Českej republike A. L. L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1, tel. 663 114 38, na Slovensku L.K. Permanent s.r.o., PP 4, 834 14 Bratislava 34, tel. 00421-02 49 111 204. Podávanie novinových zásielok povolené Riaditeľstvom poštovnej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Českej republike rozširuje A. L. L. Productions, tel. 00420/3409 2856, e-mail: mila@allpro.cz. P. O. Box 732, 110 00 Praha 1. * Podávanie novinových zásielok v ČR bolo povolené Českou poštou, s.p. OZSeČ Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. * EV 3166/09 * Zadané do tlače 20. 1. 2013 * ISSN 0323 – 049X

1. časť článku Jiřího Grygara napísaná pre časopis Kozmos

10 (objevů) × 25 (let rozvoje astronomie)

s. 22 – 24



Článok uverejníme v troch pokračovaniach.

Prvá časť obsahuje kapitoly:

I. Supernovy

II. Neutrina

III. Gravitační čočky a mikročočky

Jiří Grygar: „Až na výjimky nevznikají nové objevy ve vědě naráz, ale vynořují se z rozsáhlého pozadí vědeckých prací zvolna, takže je někdy docela zapeklité zjistit, kdy došlo ke klíčovému průlomu v dané oblasti výzkumu. Je to vidět i na Nobelových cenách za objevy v přírodních vědách, kde téměř pokaždé vzniká po jejich udělení nanejvýš třem badatelům rozsáhlá debata o tom, kdo byl v tom konkrétním případě opomenut a zda byli laureáti opravdu ti praví. Abych si proto zadání usnadnil, vybral jsem ty objevy, kde podle mého mínění došlo ke klíčovému pokroku v intervalu let 1987 – 2011, ale snažil jsem se je pokaždé zasadit do širšího rámce soudobého astronomického poznání.“

Extrasolárne sústavy

CFBDSIR 2149-0403: najbližšia osamelá planéta?	s. 11
Terestrické planéty sa mohli sfomovať aj v mladom vesmíre	s. 11
Astronomovia objavili najmladšiu protoplanetárnu sústavu	s. 21
Kryštály kométy v blízkom planetárnom systéme	s. 35

Servis Kozmosu

Prihovor generálneho riaditeľa SÚH v Hurbanove Ing. Teodora Pintéra	s. 3
ASTRONOMICKÝ SPRIEVODCA 13	
O probléme n telies v nebeskej mechanike	
Milan Rybanský	s. 30 – 31
Slnecná aktivita (október – november 2012)	s. 31
Milan Rybanský	
2 % pre hviezdy	
Pavol Rapavý	s. 35
POZORUJTE S NAMI	
Obloha v kalendári (február – marec 2013)	
Pripravil Pavol Rapavý	s. 42 – 45
Kalendár úkazov a výročí	
Pavol Rapavý	s. 45
Tabuľky východov a západov (február – marec 2013)	
Pavol Rapavý	s. 45

Podujatie * Reportáz

V tieni Mesiaca nad Queenslandom	
Pavol Rapavý	s. 36 – 37

Kozmonautika

Vzpomínka na Neila Armstronga	
Tomas Pribyl	s. 39

Odborní posudzovatelia tohto čísla: RNDr. Pavol Rapavý a RNDr. Milan Rybanský, DrSc.

RNDr. Marián Lorenc má 60 rokov!

Ladislav Druga s. 29



Výročia a jubileá

RNDr. Marián Lorenc má 60 rokov!	
Ladislav Druga	s. 29

Časopis Kozmos si môžete objednať aj na e-mailovej adresi redakcie kozmos@nextra.sk (uveďte meno, adresu, prípadne telefónický kontakt).

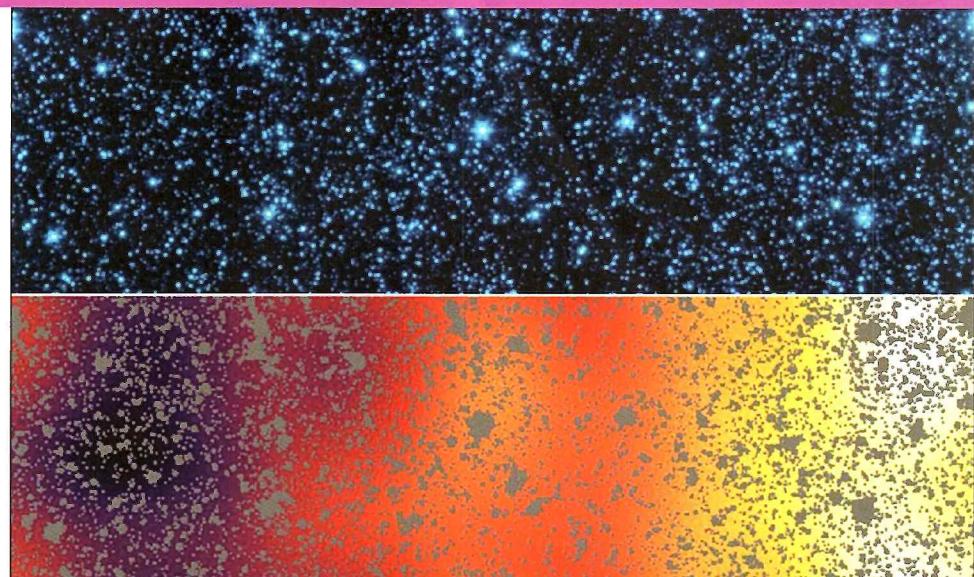
Svetlo vesmíru krátko po big bangu

Slabé vzorky svetla z prvých objektov v mla- dom vesmíre detegovali vesmírny ďalekohľad Spitzer s doteraz najväčšou presnosťou. Vyžiarili ho bud supermasíne hviezdy, alebo prvé galaxie. Na to, aby sme ich pozorovali jednotlivo, sú príliš vzdialené. Spitzer však zachytí čosi, čo by mohlo byť ich spoločným žiareniom v infračer- venej oblasti. Objav potvrdzuje existenciu veľ- kého počtu mimoriadne jasných objektov už krátko po big bangu.

Saša Kašinskij, člen tímu z Goddard Space Flight Center v Greenbelte, na okraj objavu vy- hlásil: „Nemôžeme vylúčiť, či mimoriadna jas- nosť týchto zdrojov žiarenia nepochádza zo susedného vesmíru?“. Jedno je však isté: zachytili sme čosi mysteriózne z najstaršieho obdobia evolúcie kozmu.“

Spitzer po prvý raz detegoval škvarky koz- mického infračerveného pozadia už v roku 2005 a o niečo presnejšie aj v roku 2007. V poslednom čase sa Spitzer využíva najmä na štúdium „hlbokých“, najvzdialenejších oblastí na oblohe. Dva z týchto ostrovčekov skúmal Kašinského tím. Na každý dostal 400 hodín pozorovacieho času.

Tím starostlivo odstránil zo snímok všetky známe hviezdy a galaxie. Ukázalo sa, že na mäs- tach, kde by mala byť iba čierna prázdnota, ob- javili matné vzorky svetla s niektorými charak- teristikami kozmického infračerveného pozadia. Úkaz pripomína zhľukovanie veľmi vzdialených objektov do kôp.



Astronómovia detegovali vzorky svetla z prvých hviezd a galaxií, ktoré sa sformovali po big bangu. Fotografie zviditeľňujú rovnaký pruh oblohy v súhvezdí Pastiera. Na hornom, pôvodne infračervenej snímke ďalekohľadu Spitzer, vidíte hviezdy i slabé galaxie na vlnovej dĺžke 4,5 mikrónov. Na dolnej snímke sú už všetky hviezdy a galaxie z popredia odstránené (sivé škvarky), čím sa žiarenie pozadia zvýraznilo. Na snímke vidíme to, čo predpovedali teoretiči. Práve takto by mali žiať kopy prvých zhľukujúcich sa galaxií v mladom vesmíre. Jednotlivé galaxie zatiaľ vedci rozlíšiť nedokážu, ale táto technika im umožní lepšie porozumieť tomu, ako vyzeral vesmír krátko po big bangu.

Kašinský na tlačovke prirovnal úkaz k ohňo- strojom nad New Yorkom a Los Angeles, pozorovaným z veľkej vzdialenosťi. Pozorovateľ nájskôr musí odstrániť všetky zdroje svetla medzi oboma mestami a až potom postrehne nejasnú mapu distribúcie svetla vo vyprázdenom pries- tore. Mestá však individuálne nerozliší.

. „Zo žiarenia, ktoré sme detegovali, sme sa dozvedeli, že v jeho zdrojoch prebiehajú jadrové reakcie,“ píše sa v správe.

Vesmír sa pred 13,7 miliardami rokov zrodil z big bangu. Postupne chladol, takže po 500 miliónoch rokoch sa začali formovať prvé hviezdy a galaxie. „Prvé svetlo“ k nám putovalo celé mi-

liardy rokov. Pôvodne to bolo optické a UV-žia- renie a až neskôr sa, kvôli rozpínaniu kozmu, premenilo na žiarenie na dlhších, infračervených vlnových dĺžkach. Toto žiarenie zachytí Spitzer.

Najnovšie štúdie merajú kozmické infračer- vené pozadie v oveľa väčších škálach. Vedci v budúcnosti preskúmajú stopy tohto svetla aj v ďalších ostrovčekoch a pokúsia sa zistíť, čo sa za touto oponou skrýva. Až vesmírny ďaleko- hľad James Webb však možno zistí, kde sa prvé hviezdy rozsvietili. Spitzer však dopredu vypíjuje oblasti, ktoré James Webb prednoste pre- skúma.

NASA Press Release

Slnecná sústava

Níl na Titane

Koryto je dlhé 400 kilometrov. Svojim tvarom od „prameňa“ až po ústie do mora Kraken na severnej pologuli pripomína naj- dlhšiu pozemskú rieku Níl. Na nijakom inom telese Slnecnnej sústavy sa zatiaľ nepodarilo nasnímať riečište s takým vysokým rozliše- ním.

Z radarových snímok vedci vyčítali, že ko- ryto nie je suché. Korytom počas expozície pretekala tmavá rieka etánu, alebo metánu.

Vedci predpokladajú, že tak ako v iných oblastiach, aj toto koryto sa napíňa iba po výdatnejších zrážkach nad pramennou ob- lastou. Uhlovodíky detegovali vo viacerých jazerach na južnej pologuli Titanu, do ktorých ústí najmenej jedna „rieka“. V jazere Ontario Lacus to bol čistý etán. Je to ďalší dôkaz to-

ho, že na Titane existuje kolobeh uhlovodí- kov, podobný kolobehu vody na Zemi.

Geológovia z tímu Cassini pripúšťajú, že rieky na Titane tečú v tektonických trhlinách. Vzhľadom na nedávne potvrdenie globálneho oceánu pod povrchom Titanu vedci po analýze všetkých snímok zvažujú, či na Saturnovom mesiaci nefunguje aj platňová tektonika.

ESA



Miniatúrna verzia Nilu na povrchu Titanu. Korytom, ktoré má dĺžku 400 km, pretekajú uhlovodíky

HST: najhlbší pohľad do vesmíru

Táto fotografia vznikla kombináciou bezpočtu snímkov malej škvrnky na oblohe, ktoré prístroje HST expoňovali v priebehu desiatich rokov. Toto poličko v súhvezdí Pec, nazývané eXtreme Deep Field (XDF), leží uprostred kedysi slávnej fotografie Hubble Ultra Deep Field (Hubbleovo ultrahlboké pole), ktorú HST expoňoval v rokoch 2003 a 2004. Dlhá expozícia zviditeľnila v zdanivo prázdnom poli tisíce galaxií. Blízkych i veľmi vzdialených. V tom čase to bola „najhlbšia“ snímka vesmíru.

Snímka XDF, pomocou veľmi dlhých expozícií v infračervenom svetle, zviditeľnila 5 500, väčšinou oveľa slabších, vzdialejších, starších galaxií. Tie najslabšie objekty majú jasnosť len 31 mag. To je $1/10\,000\,000\,000$ -krát menej, ako dokáže zachytiť ľudské oko. Aj táto oblasť sa stane jedným z prvých oblastí výskumu vesmírneho dalekohľadu novej generácie – James Webb.

HST Press Release



Tmavá hmlovina Fajka v Hadonosovi na snímke 2,2-m dalekohľadu MPG/ESO na La Silla v Čile.

Unikátna snímka tmavej hmloviny

Pipe Nebula (Fajka) je typickým príkladom tmavej hmloviny. Astronómovia sa dlho nazdávali, že tmavé hmloviny sú oblastami bez hviezd. Neskoršie sa zistilo, že ide o husté oblaky medzihviezdneho prachu, cez ktoré žiarenie hviezd neprenikne. Pipe Nebula, pripomínajúca dymiacu fajku, sa nachádza uprostred veľkých zoskupení hviezd nedaleko centra Mliečnej cesty. Pozornosť stelárikov vzbudila najmä detailná snímka časti tmavej hmloviny, nazývaná Barnard 59. Exponovala ju širokouhlá kamera na 2,2-metrovom dalekohľade MPG/ESO na La Silla. Hmlovina je

vzdialá od Zeme 600 až 700 svetelných rokov.

Hmlovinu pomenovali po americkom astronómovi Edwardovi Barnardovi, ktorý ako prvý mapoval tmavé hmloviny. Interpretoval ich ako husté zoskupenia prachu. V jeho katalógu nájdeme 370 tmavých hmlovín.

Barnard bol v podstate astronóm-amatér, ale mimoriadne invenčný a úspešný pozorovateľ. Koncom 19. a začiatkom 20. storočia obohatili jeho objavy viaceré odbory astronómie. Na samom začiatku kariéry bol jeho objav viacerých komét ocenený finančnou odmenou, za ktorú si postavil dom s pozorovateľňou.

Na snímke z ESO je pozoruhodná najmä centrálna časť, z ktorej sa rozbiehajú tmavé oblaky, pripomínajúce nohy pavúka. Útvary v strede snímky, pripomínajúce chuchvalce čmudu, iluminuje zvnútra žiarenie formujúcich sa hviezd. Husté molekulové oblaky, také ako tmavé hmloviny, sú najplodnejšími maternicami hviezd. V niektorých častiach týchto hmlovín začali segmenty prachu a plynu pod vplyvom gravitácie rotovať. Postupne zhustli, až kým v ich v centre nedosiahli tlak a teplota hodnoty, pri ktorých sa zapálili jadrové reakcie a oblak sa premenil na mladú hviezdu. Na rozdiel od podobných hmlovín sa v objekte Barnard 59 formuje pomerne málo hviezd. Väčšinu hmoty tvorí stále prach.

Pri pozornejšej prehliadke snímky uvidíte niekoľko desiatok rozmazených modrých, zelených a červených prúžkov. Sú to asteroidy, telesá pozliepané z hornín a kovov, s priemerom niekoľkých kilometrov, ktoré krúžia okolo Slnka medzi Marsom a Jupiterom. (Nakoľko ide o snímky s dlhou expozíciou, asteroidy sa na oblohe posunuli.)

Hmlovina Barnard 59 je 10-miliónkrát vzdialenejšia (600 – 700 ly) od Zeme ako tieto malé objekty.

Pipe Nebula je objekt poskladaný (okrem Barnard 59) zo segmentov Barnard 65, 66, 67 a 78.

ESO Press Release



Najhlbšia snímka oblohy

Na tejto fotografii vraj rozlíšili 5 500 galaxií. V popredí, medzi inými, aj veľké špirály s parametrami Mliečnej cesty a Andromedy. V tých načervenalých prebieha burlivá hviezdotvorba. Červené galaxie vznikli po kolízii viacerých malých galaxií v mladom, prehustenom vesmíre. Svetlé škvrnky v pozadí sú vzdialenejšie protogalaxie na samom začiatku vývoja. HST snímal túto škvrnku oblohy celých 50 dní.

Najvzdialenejšia galaxia

Čoraz výkonnejšie prístroje umožňujú pozorovateľom podchvíľou lámať platné astronomické rekordy. Činia sa aj lovci najvzdialenejších galaxií. Spojením vesmírnych dalekohľadov Spitzer a Hubble sa podarilo objaviť predbežne najvzdialenejšiu galaxiu – MACS J1149 + 2223. Sformovala sa 500 miliónov rokov po big bangu, v čase, keď sa rozpínajúci vesmír vynáral z „tmavého obdobia“ a z prvých hviezd sa začali formovať hviezdné ostrovy – galaxie. Objavovanie a štúdium týchto malých, slabo žiariacich galaxií otvára vedcom okno do najhlbších, najvzdialenejších oblastí vesmíru.

Astronómovia z Hopkinsovej univerzity s istotou tvrdia, že ide o doteraz najvzdialenejšiu z objavených galaxií. Svetlo, ktoré zachytili vesmírne dalekohľady, putovalo k nám 13,2 miliardy rokov, keď mal vesmír iba 3,6 % svojho veku. Svedčí o tom hodnota nameraného červeného posunu: $z = 9,6$. (Kozmologický červený posun je dôsledkom rozpínajúceho sa vesmíru. Čím je objekt vzdialenejší, tým sú jeho spektrálne čiary viac posunuté k dlhším vlnovým dĺžkam.)

Iné galaxie, či presnejšie kandidáti na galaxie zo skupiny tých najvzdialenejších, sa prejavovali na údajoch z HST iba jedinou farbou. Galaxia MACS 1149-JD sa prejavila v spektre štyrmi optickými a infračervenými pásmi. Detektory z dalekohľadu Spitzer zaznamenali aj piaty, najdlhší infračervený pás.

Priame štúdium najvzdialenejších objektov

súčasné dalekohľady neumožňujú. Vedci preto využívajú gravitačné šošovkovanie. (Objekt medzi pozemským pozorovateľom a vzdialeným objektom deformuje a zosilňuje vyžarené svetlo tak, že ho naše dalekohľady zaznamenajú.) V tomto prípade úlohu gravitačnej šošovky zohrala masívna kopa galaxií, ktorá zjasnila svetlo vzdialenej galaxie 15-krát.

Po analýze údajov vedci konštatovali, že galaxia MACS 1149-JD mala vo chvíli, keď vyžariala zaznamenané svetlo, iba 200 miliónov rokov. Je malá, kompaktná, má iba 1 % hmotnosti Mliečnej cesty. Objav potvrzuje platnú teóriu, podľa ktorej mali prvé galaxie práve takéto parametre. Až neskôr sa začali gravitačne spájať s inými galaxiami do väčších hviezdných ostrovov.

Tieto najstaršie galaxie zohrali významnú rolu v období reionizácie, ktorá začala 400 miliónov rokov po big bangu. V tom čase sa už v chladnúcom vesmíre plnom častic mohli formovať prvé atómy vodíka. Z vodíka sa v priebehu ďalších stoviek miliónov rokov formovali prvé hviezdy, hviezdkopy a malé galaxie. Energiu, ktorú tieto galaxie vyžarujú, vygenerovala ionizácia neutrálneho vodíka. V tomto stave sa primordiálny plyn uchoval až do dnešných čias.

Počas reionizácie sa v tmavom vesmíre začali zažíhať zdroje svetla. Štúdium prvých hviezd a galaxií podstatne rozšíri vesmírny dalekohľad James Webb, ktorý vypustia v roku 2018. MACS 1149-JD, predbežne najvzdialenejšia galaxia, bude možno prvým objektom, ktorý preskúma.

HST Press Release



Hmlovine Morská čajka dali pozorovatelia v priebehu rokov viaceru mien: Sh 2-292, RCW 2 či Gum 1. V katalógu z roku 1955, ktorý zostavil Colin Gum, figuruje na prvom mieste. Skratka Sh 2-292 znamená, že objekt je v katalógu oblasti H II, ktorý zverejnili v roku 1959 na 292. mieste. V inom katalógu, ktorý o rok neskôr zostavili Rodgers, Campbell a Whitoek, nájdeme „Čajku“ na druhom mieste.

Kozmická čajka

Hmloviny patria medzi najatraktívnejšie objekty na nočnej oblohe. Nádherné, farebné útvary tvoria medzihviezdzne oblaky prachu, molekúl a ionizovaných atómov vodíka, hélia a ďalších prvkov. Rodia sa v nich nové hviezdy. Hmloviny majú najrozličnejšie podoby a sfarbenia, ale čosi majú spoločné: ich bizarné tvary podnecujú fantáziu astronómov, ktorí im dávajú kuriózne názvy. Ani Seagull Nebula (Morská čajka), oblasť búrlivej hviezdotvorby, nie je výnimkou.

Na snímke 2,2-m dalekohľadu MPG/ESO na La Silla vidíte časť väčšej hmloviny IC 2171, ktorá pripomína letiacu čajku. Jej krídla majú dĺžku 100 svetelných rokov. Hmlovina je od Zeme vzdialená 3700 svetelných rokov.

Hmlovinu Seagull nájdete medzi súhviediami Jednorožca a Veľkého psa, nedaleko Síria, najjasnejšej hviezdy na nočnej oblohe. Seagull je však od Zeme 400-krát vzdialenejšia ako táto známa hvieza.

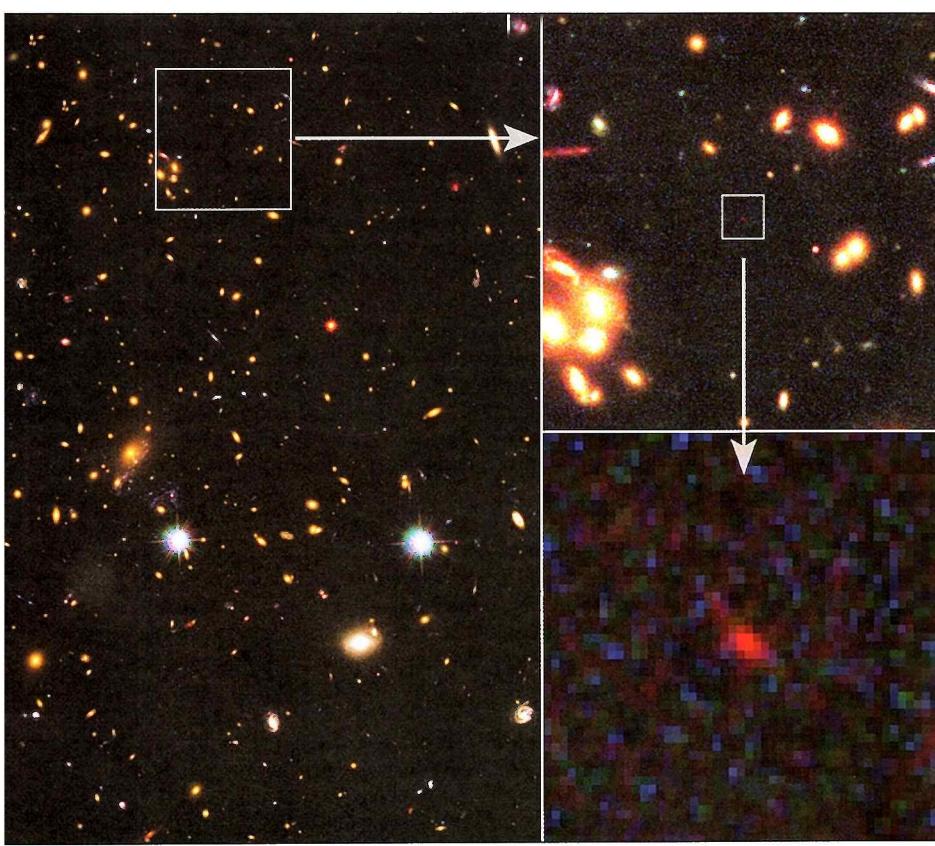
Formácie plynu tvoriace hlavu čajky pod vplyvom silného UV žiarenia jasnej mladej hviezdy – HD 53367 (v strede snímky), nadobúdajú rozličné odtiene červenej farby, typické pre oblasti H II. (Pre tieto oblasti je príznačné, že ich tvorí ionizovaný vodík. To znamená, že atómy vodíka sa rozpadajú na protóny a elektróny. Oblasti H I tvoria neutrálny vodík. Oblasti H II sa prejavujú červenou farbou preto, že protóny a elektróny sa rekombinujú, pričom tento proces generuje emisie na určitých vlnových dĺžkach, a teda aj farbách. Výraznou červenou farbou sa prejavuje žiarenie na vlnovej dĺžke $\text{H}\alpha$.)

Svetlo mladých, horúcich, modrobielych hviezd rozkladajú jemné čiastočky prachu. Tak sa v niektorých oblastiach hmloviny tvoria ostrovy modrých sadzí.

Hviezda HD 53367 (Oko čajky) je mladá hviezda s hmotnosťou $20 M_{\odot}$. V katalógoch sa označuje ako hvieza Be, čo je podskupina hviezd B, prejavujúca sa výraznými emisnými čiarami vodíka v spektri. Spolu s menšou hviezdou ($5 M_{\odot}$), tvoria dvojhviezdu.

Mimočodom: hmlovina Morská čajka sa nachádza v susedstve hmloviny Thorova prilba, ktorej snímka bola vyhodnotená ako najkrajšia z posledného výberu ESO/VLT.

ESO Press Release



Na snímke vľavo dominujú galaxie masívnej kopy galaxii MACS1149+2223. Vesmírne dalekohľady HAST a Spitzer exponovali snímku pomocou gravitačnej šošovky, ktorá zjasnila objekty v pozadi 15-krát. Na snímke vpravo hore vidíme prastarú galaxiu MACVS1149-JD (zvýraznená štvorcem). Na snímke vpravo dole je niekolkonásobne zväčšený detail galaxie MACVS1149-JD.



V jadre galaxie NGC 1277 hniezdi doteraz najmasívnejšia čierna diera.

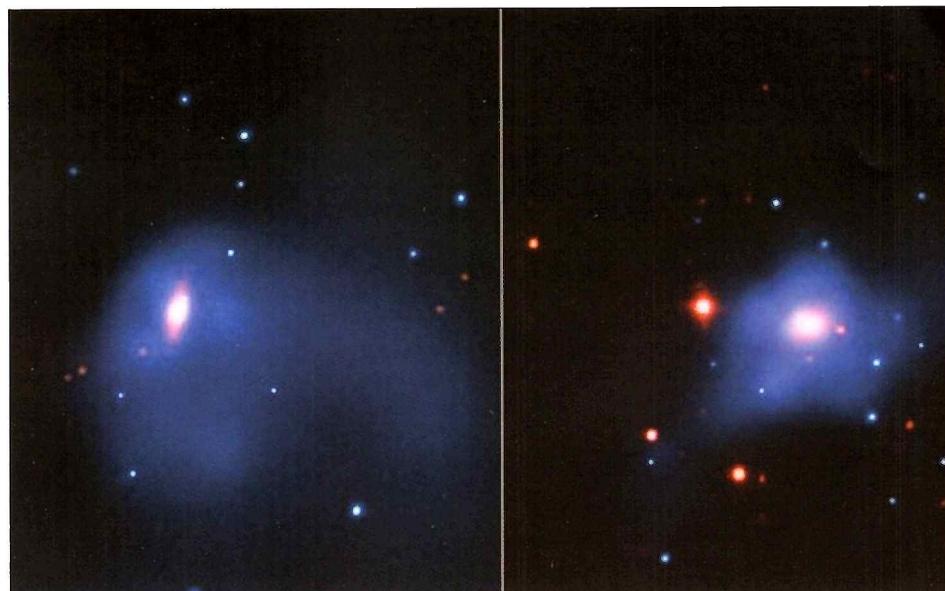
Najčudnejšia čierna diera

V jadre malej galaxie NGC 1277 objavili doteraz najmasívnejšiu čiernu dieru. Jej hmotnosť, 17 miliárd Slnk, predstavuje 14 % hmotnosti galaxie! (Hmotnosť normálnej čiernej diery je iba 0,1% hmotnosti galaxie.) Čierna diera vyplňa 11-krát väčší priestor, než aký vymedzuje obežná dráha Neptúna. Pritom NGC 1277 je 10-krát menšia ako Mliečna cesta. Záhadou je, ako sa taká čierna diera mohla sformovať v malej šošovkovitej galaxii. Najväčšie predsa hniezdia v obrúči elliptických hviezdnych ostrovoch.

Vzťah medzi hmotnosťou čiernej diery a vlastnosťami hostiteľskej galaxie vysvetľujú tri úplne odlišné mechanizmy. Vedci nevedia, ktorý naozaj funguje. Aj preto, že doteraz zmerali parametre iba 100 čiernych dier. Viac údajov očakávajú od prehliadky HET Massive Galaxy Survey. Doteraz získali údaje zo 700 galaxií. Jednou z nich je NGC 1277, ktorú fotografoval aj HST. Vďaka tomu zmerali jasnosť galaxie v rozličných vzdialostiach od jej stredu. Keď údaje z HST skombinovali v superpočítači s údajmi HET, vypočítali, že čierna diera v jadre galaxie má hmotnosť 17 miliárd Slnk.

Objav dokazuje, že formovanie čiernych dier v najmasívnejších galaxiách môžu generovať rozličné procesy.

Nature



Struktúra blízkych galaxií NGC 4342 (vľavo) a NGC 4291 (vpravo) naznačila, že masívne čierne diery v ich jadrach sa zväčšujú oveľa rýchlejšie ako centrálné výduti plné hviezd. Podľa platnej teórie sa hmotnosť čiernych dier i hviezd vo výduti mala zväčšovať paralelne. Údaje naznačujú, že vývoj čiernych dier súvisí skôr s halami tmavej hmoty, ktoré galaxie obalujú. Hmotnosť čiernych dier v jadre oboch galaxií a ich hal je „normálna“. Galaxie sú však podvýživené, lebo procesy súvisiace s nabálovaním hmoty na čierne diery (horúce výtrysky z akrénnych diskov), vznikanie hviezd spomalili.

Chandra zistila, ako sa čierne diery v jadrach galaxií zväčšujú

Astronómovia sa donedávna nazdávali, že hmotnosť čiernych dier a hmotnosť hviezd a prachu v centrálnej výduti veľkých galaxií zväčšujú rovnomerne. Čím väčšia výdut, tým väčšia čierna diera. Röntgenový vesmírny satelit Chandra však zistil, že sa čierne diery v dvoch blízkych galaxiách zväčšujú oveľa rýchlejšie ako hviezdy v ich výdutiah.

Hmotnosť masívnej čiernej diery uprostred galaxie predstavuje iba zlomok hmotnosti všetkých hviezd v centrálnej výduti: zhruba 0,2 %. Čierne diery v skúmaných galaxiach NGC 4342 a NGC 4291 však majú 10- a 35-krát väčšiu hmotnosť, ako by mali mať v porovnaní s výdutami, ktoré ich obklopujú. Chandra zároveň získala údaje, podľa ktorých je aj hmotnosť hal (masívnych obálok tmavej hmoty v ktorých galaxie hniezdia) oveľa vyššia, ako teória predpovedala!

Zdá sa, že evolúcia oboch supermasívnych čiernych dier je prepojená práve s halami tmavej hmoty. „Po prvý raz sme objavili spojitosť medzi dvomi najzáhadnejšími fenoménmi astrofyziky: čiernymi dierami a tmavou hmotou.“ vyhlásil Akos Bogdan z Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA) v Cambridge.

Galaxie NGC 4342 a NGC 4291, vzdialené 75 a 85 miliónov svetelných rokov, sú relatívne blízke hviezdne ostrovy. Stelárniči už dávno vedia, že v ich jadrach hniezdia pomerne masívne čierne diery. Donedávna však netušili, prečo je ich hmotnosť, oproti celkovej hmotnosti hviezd vo výduti, oveľa väčšia. Objav hniezd tmavej hmoty totiž vylúčil možnosť, že galaxie strácali hviezdy slapovým vyčesávaním.

Slapové vyčesávanie hviezd z galaxií nastáva totiž iba vtedy, keď sa dva hviezdne ostrovy k sebe priblížia. Pri takýchto blízkych stretnutiach sa však od galaxie skôr ako hviezdy odpútajú halá tmavej hmoty, ktoré galaxie obaľujú. Pochopiteľne, lebo sú od jadra oveľa vzdialenejšie. Väčšia, hmotnejšia galaxia halo tmavej hmoty okolo menšej galaxie „ukradne“. V prípade galaxií NGC 4342 a NGC 4291 však k blízkemu stretnutiu a teda ani k vyčesávaniu nedošlo. Ako to vedci zistili?

Z údajov, ktoré Chandra namerala sú najvýznamnejšie dátá o horúcom plyne, ktorý obe galaxie obaľuje (horúci plyn emituje röntgenové žiarenie). Tlak horúceho plynu vyrovňáva gravitačné pôsobenie hmoty celej galaxie. Masívne obály horúceho plynu okolo dvoch galaxií, ktoré Chandra objavila, svedčia o tom, že obe majú neobyčajne masívne halá tmavej hmoty. Vedci preto s istotou slapové vyčesávanie vylúčili. Keby k nemu došlo, galaxie by boli bez hal. Obe galaxie sa teda vyvíjali bez významnejších vonkajších vplyvov.

Prečo potom centrálné čierne diery v oboch hostiteľských galaxiach nabalili viac hmoty ako všetky hviezdy vo výduti? Podľa stelárnikov preto, že si už v mladom, hustom vesmíre stihli nabaliť z okolia gigantické množstvo plynu. Rýchle však rástli iba dovtedy, kým množstvo nabálovaného plynu bolo väčšie ako množstvo energie unikajúcej v procese akrécie. Inými slovami: ked čierne diery dosiahli kritickú hmotnosť, výtrysky horúceho plynu generované procesmi v akrénom disku spôsobili, že prachoplynové oblaky okolo čiernej diery nechladli. To spomalilo aj tvorbu hviezd, pretože sa oblak plynu, ktorý dostatočne nevychladne, nezačne zmršťovať.

„Je skoro isté, že čierne diery v oboch galaxiach nabalili kritickú hmotnosť skôr, ako sa väčšina hviezd dokázala sformovať,“ tvrdí Bogdan. „Tento objav platnú teóriu poriadne podkopal.“

Chandra Press Release



NGC 1277 (označená šípkou) je súčasťou kopy galaxií Perseus.



Porovnajte: horizont udalostí čiernej diery v galaxii NGC 1277 vymedzuje „gulu“, ktorá je 11-krát väčšia, ako „gula“, ktorú vymedzuje obežná dráha Neptúna.

Záhadné vzplanutia žiarenia gama v jadre Mliečnej cesty

Mliečna cesta je driemajúca galaxia. Jadrá aktívnych galaxií sú oveľa jasnejšie, pretože masívne čierne diery v ich jadre nabaľujú hmotu z okolia, pričom z akréčnych diskov, ktoré do nich špirálujú, „šlahajú“ do priestoru dva protiľahlé výtrysky.

Súčasná aktivita Mliečnej cesty je minimálna, pretože v bezprostrednom okolí centrálnej čiernej diery je málo hmoty. V minulosti bola naša Galaxia oveľa aktívnejšia. Svedčia o tom najnovšie údaje záhadných vzplanutí žiarenia gama.

„Tieto záhadné výtrysky vygenerovala čierna diera našej Galaxie pred miliónmi rokov,“ vysvetľuje Meng Su, astronóm z Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics. Objavil ich vesmírny dalekohľad Fermi/NASA. Výtrysky nad i pod rovinou Galaxie prenikajú z centra do vzdialenosť 27 000 svetelných rokov. Podobné výtrysky žiarenia gama sa doteraz nepozorovali.

Zdá sa, že výtrysky súvisia so záhadnými bublinami žiarenia gama, ktoré Fermi detegoval v roku 2010. Obe bubliny s priemerom 27 000 svetelných rokov (pozri obrázok) sa vytvorili nad jadrom kolmo na rovinu galaxie. Výtrysky žiarenia gama, križujúce bubliny, sa v oboch smeroch odchylujú od ideálnej kolmice o 15°. To súvisí zo sklonom akréčneho disku, ktorý krúži okolo čiernej diery.

Akréčny disk, špirálujúci do čiernej diery, je pod vplyvom jej rotácie pokrčený, zvlnený. Magnetické pole prepojené s diskom urýchľuje hmotu výtryskov pozdĺž rotačnej osi čiernej diery, ktorá nie je totožná s rotačnou osou Mliečnej cesty.

Výtrysky a bubliny sú produktmi rozdielnych procesov:

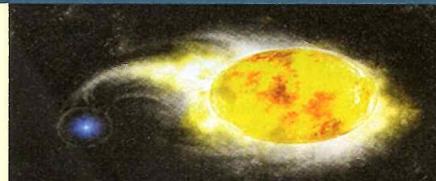
1. Výtrysky sa tvoria vtedy, keď sa plazma vypudzovaná von z centra Galaxie zakrúca, podobná vývrtke okolo siločiar v rotujúcim magnetickom poli. Na pôloch, kde niektoré siločiary nie sú ukotvené, ale povievajú nad ním ako „štica“, unikajú časticie plazmy do okolitého priestoru.
2. Bubliny žiarenia gama vytvára „vietor“ horúcej hmoty, prúdiaci smerom od akréčneho disku. Dôsledok: bubliny sú oveľa širšie ako pomerne úzke, lievokovité výtrysky.

Energiu výtryskov i bublín generuje inverzný Comptonov rozptyl v procese, keď elektróny, po-hybujúce sa bezmála svetelnou rýchlosťou, kolidujú s časticami s nižšou energiou. Napríklad s infračervenými a rádiovými fotónmi. Po každej zrážke sa energia fotónov zvyšuje, až kým nedobudne energiou fotónov gama.

Objav umožnil odhadnúť dobu, keď bola Mliečna cesta naposledy aktívna: pred 27 000 rokmi, ale aktívne obdobie mohlo trvať oveľa dlhšie.

Aktivita Mliečnej cesty sa opäť zvýši až vtedy, keď sa do gravitačného poľa centrálnej čiernej diery dostane viac materiálu – plynu, prachu, planét či hviez, ktoré sa pod vplyvom gigantickej gravitácie rozpadnú. Palivo, ktoré by čiermu dieru prebudilo, hoci v podobe molekulového oblaku, by však muselo mať hmotnosť najmenej 10 000 Slnk.

CfA Press Release



Progenitorom supernovy 2011dh bol žltý superobor, súčasť dvojhviezdy. Susedná, masívna, modrá hviezda z neho odsávala hmotu.

Žltý superobor vybuchol ako supernova

SN 2011dh vzplanula v máji 2011 v galaxii M51. Astronómovia nazreli do archívov, aby zistili, aká hvieza bola jej progenitorom. Zistili, že bol žltý superobor, ale niektorí o tom zapochybovali. Na obrazovkách totiž videli supernovu typu I Ib, ktorá normálne vzniká výbuchom červeného superobora, alebo kompaktnej modernej hviezdy. Totožnosť žltého superobra v lokálnom vesmíre potvrdila až analýza jeho emisii. Hvieza, ktorá vybuchla ako supernova bola pôvodne súčasťou dvojhviezdy. Astronómovia predpokladajú, že žltý superobor obiehal spočné tažisko s masívnu modrou hviezdou, ktorá z neho odsávala hmotu. Overiť jej existenciu v susedstve supernovy nedokáže nijaká technika. Až keď supernova SN 2011 pohasne, vedci zistia, či ich hypóteza bola správna.

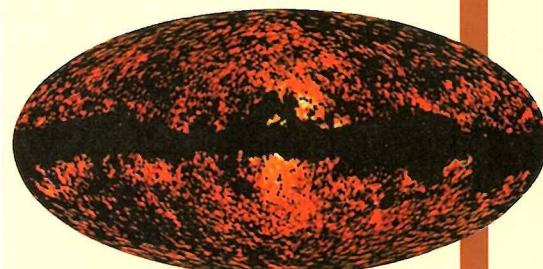
Astrophysical Journal

Je zdrojom zákalu v Mliečnej ceste tmavá hmota?

Vesmírny dalekohľad Planck (ESA) pozoruje oblohu už viac ako tri roky. Jeho hlavnou úlohou je sice mapovanie mikrovlnného žiarenia kozmického pozadia (v doteraz najvyššom rozlíšení), ale plní pritom aj ďalšie úlohy. Vedci ho využili aj na pozorovanie tmavého pásu, ktorý sa táhá pozdĺž roviny Mliečnej cesty. Túto štruktúru po prvý raz zverejnili tím, ktorý v roku 2009 spracoval údaje z vesmírneho dalekohľadu Fermi (mapuje žiarenie gama). Vedci iba hľadali, čo tento tmavý „zákal“ spôsobuje. Podľa jednej z hypotéz išlo o materiál, ktorý v centrálnej časti Mliečnej cesty rozprášili explózie supernov.

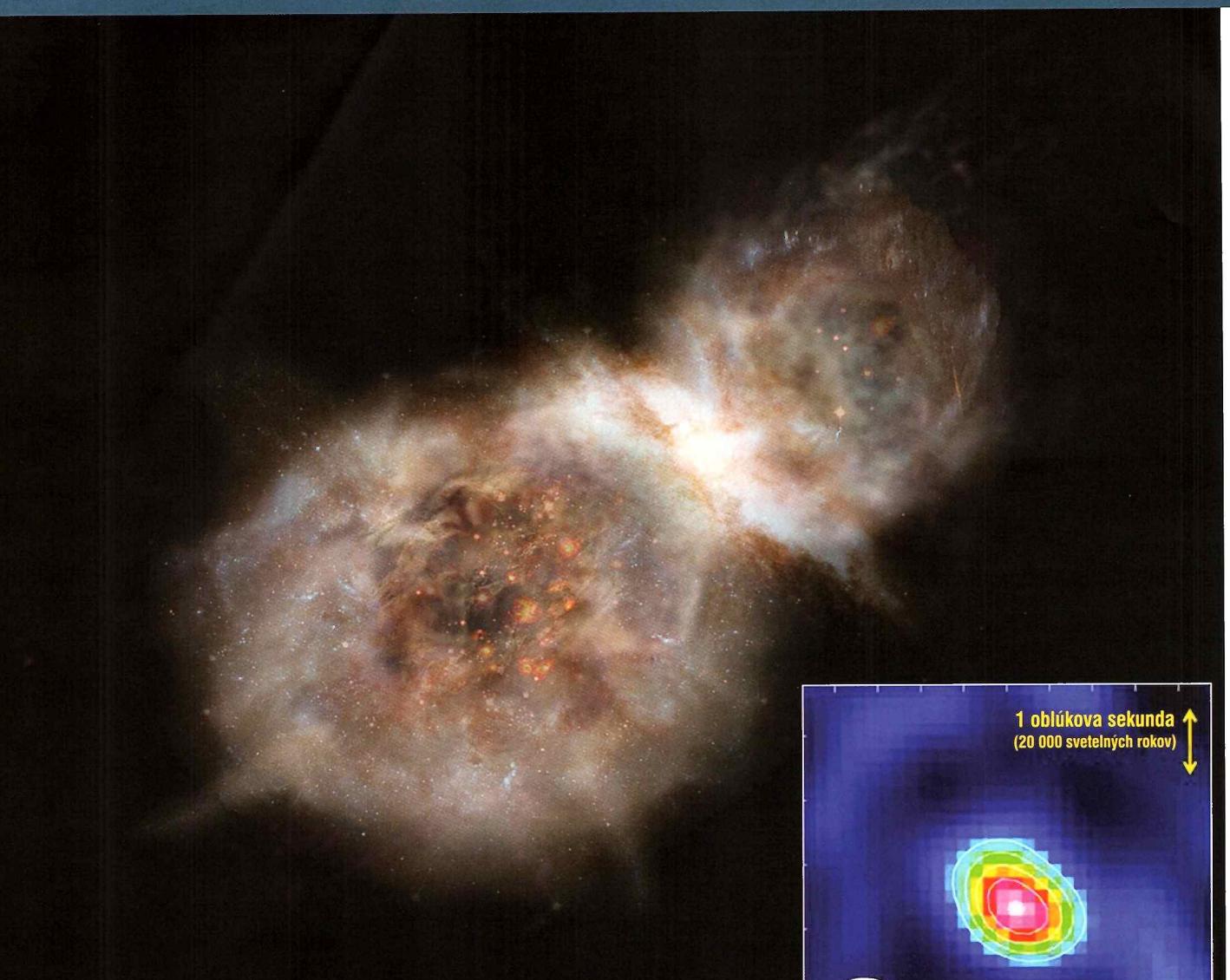
Prístroje na dalekohľade Planck detegovali intenzitu žiarenia v širšom okolí tmavého pásu. Získané údaje skombinovali s dátami vesmírneho dalekohľadu WMAP, ktorý tiež monitoruje mikrovlnné žiarenie pozadia. Dúfali, že sa takto dozvedia viac o fyzikálnych procesoch, ktoré sú zdrojom pozorovaného žiarenia. Po analýze údajov vylúčili možnosť, že zdrojom zákalu by mohli byť supernovy. Pravdepodobnejším zdrojom je tmavá hmota. Presnejšie: zdrojom sú vzájomné interakcie častic tmavej hmoty, ktorá predstavuje 85 % hmotnosti našej Galaxie.

ESA Press Release

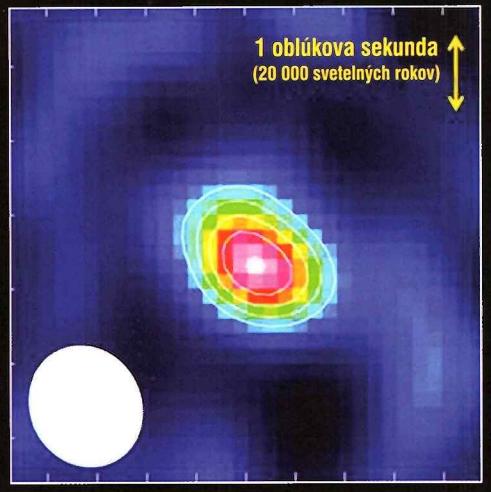


Mliečna cesta pri pohľade zboču: nedávno objavené výtrysky žiarenia gama (ružové lúče) šíria sa pod uhlom 15° z centra Galaxie pod i nad jej rovinou do vzdialenosť 27 000 svetelných rokov. Už dávnejšie známe bubliny žiarenia gama zviditeľňuje červená farba. Bubliny i výtrysky svedčia o tom, že jadro našej Galaxie bolo pred miliónmi rokmi oveľa aktívnejšie ako dnes.

Tmavý pás v rovine Mliečnej cesty na snímke vesmírneho dalekohľadu Planck identifikovali ako zákal, spôsobený vzájomnými interakciami tmavej hmoty.



Na veľkej snímke je galaxia LESS J0332. Snímka vpravo: Emisná čiara dusíka, ktorú emitovala submilimetrová galaxia LESS J0332, tak, ako ju detegoval rádioteleskop ALMA. Žltá šípka (vpravo hore) sa rovná 1 oblúkovej sekunde, čo vzhľadom na vzdialenosť galaxie znamená 20 000 svetelných rokov. Biela elipsa (vľavo dole) znázorňuje tvar syntetizovaného lúča ALMA, vzorkovanie obrázku je s priestorovým rozlíšením 0,2"/pixel.



Rádioteleskop ALMA detegoval v starej galaxii dusík

Medzinárodný tím astronómov pozoroval „submilimetrovú galaxiu“ LESS J0332, vzdialenosť 12,4 miliardy svetelných rokov. (Submilimetrové galaxie sa prejavujú najmä na extrémne krátkych submilimetrových vlnách. Prebieha v nich mimoriadne búrlivá hviezdotvorba.) Vedcov vzrušila najmä detekcia emisnej čiary dusíka. Prekvapilo ich, že chemické zloženie tejto starej galaxie, ktorá „dozrela“ už 1,3 miliardy rokov po big bangu), sa v podstate zhodovalo so zložením dnešného vesmíru.

Objav dokazuje, že veľké hviezdne ostrovky sa sformovali už krátko po big bangu. Submilimetrové galaxie sú zvláštnym typom galaxií. Obalujú ich husté prachové obálky, cez ktoré viditeľné svetlo neprenikne. V poslednom čase sa preto na ich štúdium využívajú prístroje, ktoré skúmajú objekty na milimetrových/submilimetrových vlnových dĺžkach. Rádioteleskop ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) dokáže cez husté oblaky prachu preniknúť. Navyše, ALMA je schopná zachytiť

mimoriadne slabé rádiové signály aj z najvzdialenejších galaxií.

Kľúčom k pochopeniu vývoja galaxií je ich chemické zloženie. Kvôli tomu ich musia vedci študovať v rozličných fázach evolúcie vesmíru. Údaje o chemickom zložení mladších galaxií možno získať aj vo viditeľnom svetle. Najvzdialenejšie, najstaršie tmavé galaxie, obalené prachom, sú ľahkým orieškom.

Emisné čiary zo zahalených starých galaxií sú slabé. Ľahko sa z nich získavajú údaje o abundancii prvkov. To bol aj prípad galaxie LESS J0332, ktorú vlastní študovali pomocou dalekohľadu APEX/ESO. Detegovanie emisnej čiary uhlíka bol úspech, ktorý obľuboval svet. Nedostatočná citlivosť súčasných milimetrových dalekohľadov však okrem emisných čiar uhlíka a niekoľkých uhlíkových molekúl detekciu ďalších prvkov neumožňuje.

Rádioteleskop ALMA už pred dokončením sústavy 66 antén umožňuje skúmať vytvorené

objekty aj na submilimetrových vlnových dĺžkach. Tohru Nagao a jeho tímu preto využili ALMA na detekciu slabších emisných čiar z pozoruhodnej galaxie LESS J0332. Využil pritom iba 18 z celkového počtu 66 antén. Pozorovania trvali štyri mesiace a výsledok predstihol všetky očakávania. Okrem uhlíka detegovali v galaxii aj prítomnosť dusíka!

Výskyt uhlíka a dusíka v starej galaxii vyvrátili teoretické modely formovania hviezdnych ostrovov v mladom vesmíre. Galaxia LESS J0332, najmä čo sa týka výskytu dusíka, sa výrazne odlišuje od pôvodnej predstavy vesmíru, v ktorom malí dominovať vodík a helíum. Zloženie galaxie pripomína skôr Slnko v našom vesmíre, v ktorom sa vyskytuje celá plejáda chemických prvkov.

Objav dokazuje, že chemická evolúcia týchto masívnych galaxií prebiehala v mladom vesmíre pomerne rýchle. Inými slovami: hviezdy, ktoré sa v tomto ostrove nakopili, sa recyklovali na hviezdy ďalšej generácie oveľa rýchlejšie, ako teoretici predpokladali. Boli to väčšinou masívne a supermasívne hviezdy s krátkou životnosťou.

Astronomy and Astrophysics

CFBDSIR 2149-0403: najbližšia osamelá planéta?

Ďalšiu planétu, ktorá putuje vesmírom bez materskej hviezdy, objavili dva ďalekohľadové VLT/ESO v Čile a CFHT na Havajských ostrovoch vo vzdialosti 100 svetelných rokov. Relatívna blízkosť planéty a neprítomnosť jasnej hviezdy v jej okolí umožňuje astronómom preskúmať aj jej atmosféru! Osamelé teleso objavili priamo. Identifikovali ho ako slabý infračervený zdroj v rámci projektu CFBDS, zameraného na objavy hnedých trpaslíkov. Možnosť, že by mohlo ísť o hnedého trpaslíka, vyjadruje pomer 1:8.

V posledných desaťročiach objavili astronómovia niekoľko planét – sirôt. Už v roku 1990 boli objavené osamelle, kváziplanetárne telesá, pri ktorých sa nedalo určiť, či ide o hnedých trpaslíkov, alebo obrie planéty. O niekoľko rokov sa vedci zhodli na tom, že planétami sú všetky telesá, ktoré majú nižšiu hmotnosť ako 65-násobok hmotnosti Jupitera. (V jadrach telies s nižšou hmotnosťou nie sú podmienky, dostatočne vysoký tlak a teplota, na zapálenie fúznych reakcií.) Vzápäť vedci niekoľko kandidátov na osirelé planéty objavili, ale vzhľadom na nemožnosť spoloahlivejšie odhadnúť ich vek a fyzikálne parametre, s definitívnou diagnózou otáľali.

V posledných rokoch boli zverejnené objavy viacerých osamelych planét s jednoznačnejšími parametrami. Ba čo viac: z niektorých štúdií vyplyva, že osamelych planét je 2-krát viac ako hviezdy v Mliečnej ceste!

Objav blízkej osamej planéty CFBDSIR 2149-0403 je istou senzáciou, pretože vedci pomocou veľkých ďalekohľadov dokážu pomerne presne zmerať jej vlastnosti. Planéta je súčasťou blízkeho prúdu mladých hviezd (AB Doradus Moving Group). Nijake zoskupenie hviezd, ktoré sa sformovali v rovnakom čase, sa na svojej púti Galaxiou nepriblížilo k našej Slnčnej sústave tak, ako AB Doradus. Ak je objavená planéta súčasťou tejto skupiny, mala by byť tiež mladým objektom. Vedci sa preto snažia zís-

kať čo najpresnejšie údaje o jej teplote, hmotnosti a zložení atmosféry.

Pôvod osamelych planét sa nedá spoľahlivo určiť. Niektoré sa sformovali v materskej planetárnej sústave okolo nejakej hviezdy, ale gravitačný biliard ich z nej katapultoval. Alternatívou pri tých najväčších planétoch je možnosť, že sa sformovali izolované v malom prachoplynovom oblaku, podobne ako hnedí trpaslíci. Ich vývoj ustrnul vo chvíli, keď sa v oblaku minula hmota, ktorú nabaľovali.

V prípade osamej planéty CFBDSIR 2149-0403 nemožno vylúčiť, že sa do zhluku hviezd dostala iba náhodou. Ide totiž o prvú planétu, ktorú v takomto húfe objavili. (Štatistici po analýze údajov o jej pohybe však vypočítali, že možnosť náhodného pripojenia sa k skupine AB Doradus nie je väčšia ako 13 %.) Štúdium planéty môže objasniť procesy katapultovania planét z formujúcich sa, chaotických planetárnych systémov.

Výsledky predbežných meraní: planéta CFBDSIR 2149-0403 je na 95 % osamelou planétou, nie hnedým trpaslíkom. Má 4- až 7-krát vyššiu hmotnosť ako Jupiter, povrchovú teplotu 430 °C, pričom vek (ak sa do zhluku nedostala náhodou) by mal byť rovnaký ako vek okolitých hviezd: 50 až 120 miliónov rokov. Tím študoval CFBDSIR 2149-0403 pomocou kamery WIRCam prepojenej s ďalekohľadom CFH na Havaji a kamerou SOFI na ďalekohľade NTT/ESO v Čile. Zo snímkov exponovaných v rozličnom čase vypočítali rýchlosť pohybu planéty a porovnali ju s rýchlosťou hviezd v zhluku AB Doradus. Podrobne údaje o jej atmosfére získal spektrograf na ďalekohľade VLT/ESO.

Na objave sa podieľa medzinárodný tím astronómov s 12 vedeckých pracovísk.

Do polovačky na osamelle planéty sa čo neviďete zapoja aj ďalšie tímy. Jednou z najefektívnejších metód ich objavovania je mikrošoškovanie. Ak osamelle planéta prechádza pred kotúčikom blízkej hviezdy, svojou gravitáciou sa jej jasnosť zvýši. Zvýšenie jasnosti hviezdy planétu prezradí. Vedci pri hľadaní ďalších osamelych planét využijú aj archívy. V katalógoch prehliadiok Mliečnej cesty, zameraných na úkazy mikrošoškovania, tušia bohatú korist.

Astronomy and Astrophysics



Ilustrácia zobrazuje protoplanetárny disk, krúžiaci okolo mladej hviezdy. V disku sa vytvárajú planetozimálne nabáľujúce okolitú hmotu. Z niektorých sa vyvinú planéty.

Terestrické planéty sa mohli sformovať aj v mladom vesmíre

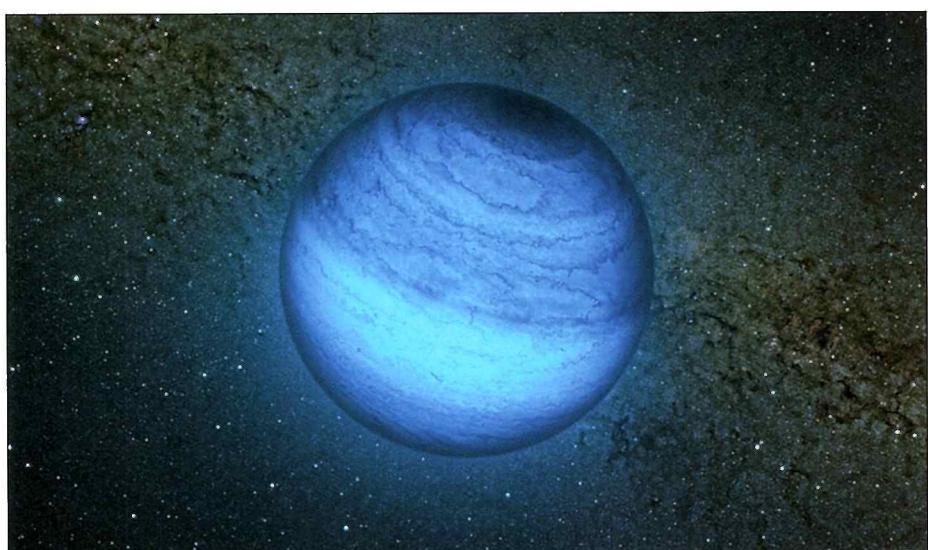
Terestrická planéta sa skladá z prvkov, ktorých v mladom vesmíre ešte nebolo. Big bang naplnil priestor vodíkom a héliom. Kremík a kyslík, základné zložky hornín, sú produktními nukleosynézy v jadrach prvej generácie hviezd. Podľa teórie sa obrie, joviánske planéty formovali okolo hviezd, obsahujúcich viac tažkých prvkov ako Slnko. Najnovšie pozorovania však ukazujú, že okolo rozličných typov hviezd krúžia aj planéty menšie ako Neptún. Aj takých, ktoré majú menej tažkých prvkov ako Slnko. Takže, terestrické planéty sa mohli formovať oveľa skôr.

Vedci z Kodanskej univerzity skúmali metalicitu 150 hviezd s exoplanétami, ktoré objavil vesmírny ďalekohľad Kepler. Údaje porovnali s obsahom kovov planét, ktoré okolo nich obiehajú. Ukázalo sa, že veľké planéty sa zväčša formujú pri hviezdach s rovnakou, alebo vyššou metalicitou. Terestrickým planétam „je to jedno“: krúžia okolo hviezd s vysokou i nízkou metalicitou.

V zložení terestrických exoplanéti objavili, čo do obsahu kovov, veľké rozdiely. Sformovali sa aj v sústavách, ktoré majú sotva štvrtinu metalicity Slnka. Objav potvrdil akrečný model formovania planét, podľa ktorého sa okolo planetozimál s priemerom 1 až 2 km nabaľuje primordiálny prach a plyn. Najväčšie protoplanéty, väčšie ako 10 Zemí, potom na toto jadro nabaľujú vodík a postupne sa premenia sa na obrov.

Obrie planéty musia vodík nabalíť rýchle, pretože slnečný vietor ho z protoplanetárneho disku v priebehu niekoľkých miliónov rokov vymetie. Ich vysoká metalicita prezrádza, že sa sformovali okolo veľkých jadier. To vysvetľuje, prečo obrie planéty častejšie krúžia okolo hviezd bohatých na kovy.

CfA Press Release



Jedna z možných podôb osamej joviánskej planéty.

Unikátny portrét Zeme

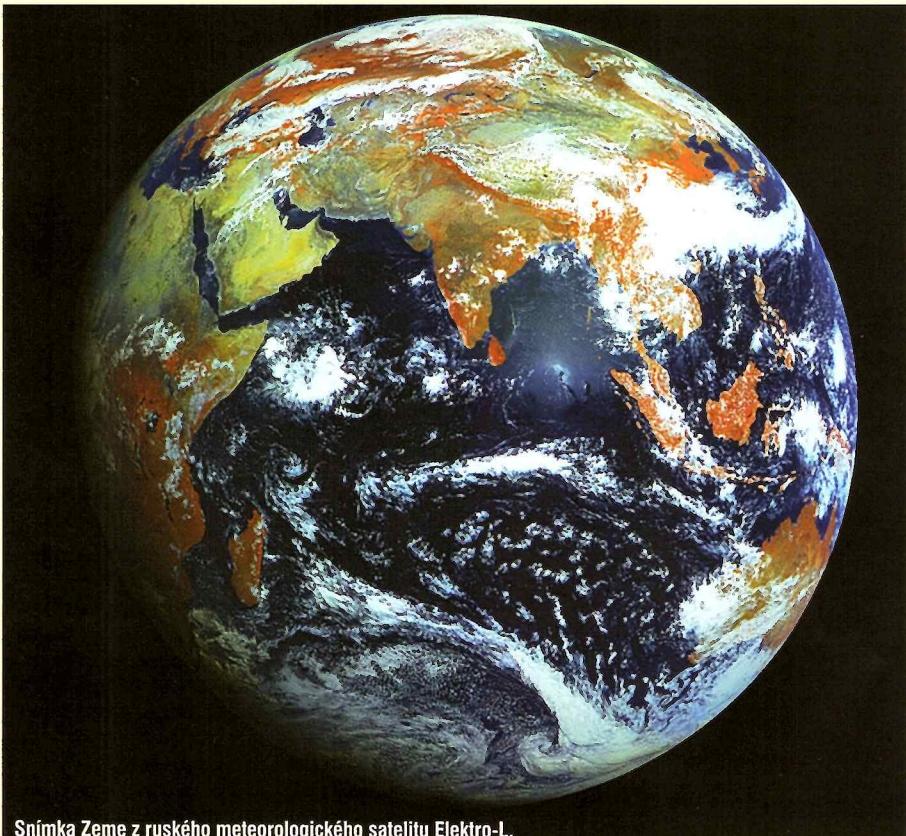
Väčšinu fotografií celej Zeme, ktoré získali sateliity, budú poskladali z množstva menších snímok, alebo ich digitálne premietli na globálny model. Najnovší portrét našej planéty je jedinou veľkou fotografiou, ktorú exponoval ruský meteorologický satelit Elektro-L. Snímka má 121 megapixelov.

Satelit Elektro-L je, podobne ako sateliety GOES(NASA), zaparkovaný na geostacionárnej dráhe vo výške 36 000 km. Na rozdiel od satelitov GOES sníma Zem na blízkych infračervených i optických vlnových dĺžkach, takže dokáže monitorovať nielen pohyby oblačnosti, ale aj premeny vegetácie. Sirokouhlá kamera MSU-GS exponuje snímkmu každých 15 až 30 minút.

Snímky s rozlíšením 1km/na pixel sa vyzravnajú aj digitálnym skladáčkám. Medzi meteorologickými satelitmi nemá Elektro-L konkurenciu.

Satelit Elektro-L vyniesla koncom januára 2011 na obežnú dráhu raketa Zenit. Ide o prvú veľkú družicu, ktorú Rusi vypustili po rozpade Sovietskeho zväzu. Na geostacionárnej dráhe ju zaparkovali nad 76° východnej dĺžky. Satelit denne dodáva údaje pre vedcov, ktorí vyhotovujú lokálne i globálne predpovede počasia, analyzuje podmienky na povrchu oceánov, ale zároveň monitoruje aj „počasie v kozme“ – údaje o slnečnom žiareni a jeho interakciách s magnetickým poľom Zeme. Satelit bude slúžiť do roku 2021. Ďalší satelit Elektro-L vypustia Rusi v roku 2013.

Russian Federal Space Agency



Snímka Zeme z ruského meteorologického satelitu Elektro-L.

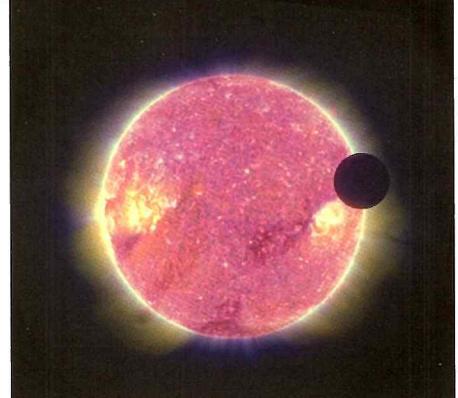
Elektrický Mesiac pôsobí na slnečný vietor

Mesiac je najvýraznejší objekt na nočnej oblohe. Jeho gravitácia generuje prílivy na oceánoch, ba možno ovplyvňuje aj ľudský metabolismus. Z najnovších údajov zo solárnych sond i simulácií na počítačoch vyplýva, že Mesiac ovplyvňuje nielen nás, ale aj slnečný vietor.

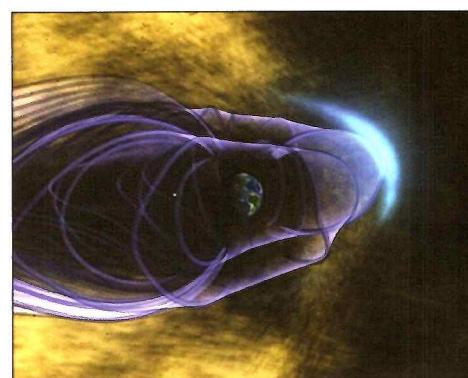
Slnečný vietor je prúd elektricky nabitého plynu – plazmy. Plazma sa z povrchu Slnka neprestajne šíri všetkými smermi. Keď silnejší, hustejší či turbulentnejší prúd plazmy zasiahne Zem, vyvoláva v atmosfére magnetické a rádiové búrky, ktoré dokážu vyradiť sateliity, energetické zariadenia i komunikačné systémy. Magneticák „bublina“ obalujúca Zem pôsobí proti slnečnému vetru. Vytvára okolo k Slnku privrátenej strany Zeme nárazový oblúk. Pohyb častíc plazmy tento štít zachytí alebo spomalí, takže sa šíria pomalšie ako zvuk.

Mesiac magnetické pole nemá. Donedávna sa predpokladalo, že slnečný vietor sa od povrchu Mesiaca neodráža. Najnovšie údaje zo solárnych sond však odhalili v slnečnom vetro „spätné prúdy“. Prejavujú sa prúdmi elektrónov a fontánami iónov na privrátenej strane Mesiaca.

Vedci z University of California objavili tieto úkazy 10 000 kilometrov nad povrchom Mesiaca. Protiprúdy vyvolávajú v slnečnom vetro turbulence a do istej miery menia jeho smer a hustotu. Prúdy elektrónov ako prvá detegovala sonda Lunar Prospector. Sateliity Kaguya (Japonsko,



Takto nasnímala prechod Mesiaca pred slnečným kotúcom sonda STEREO-B. Misiu STEREO tvoria dva solárne sateliity monitorujúce slnečné búrky. Sateliity vypustili v októbri 2006.



Ilustrácia znázorňuje globálne magnetické pole Zeme s oblúkom nárazovej vlny. Zem (uprostred snímky) je obklopená magnetickým polom, zvýrazneným červenými siločiarami. Oblúk nárazovej vlny je modrastý kosáčik (vpravo). Veľa častíc slnečného vetra s vysokou energiou (žltá farba) zachytí magnetický „štít“.

Chang'e (Čína) a Chandrayaan (India) naznamenali fontány iónov aj v menších výškach.

Najnovší satelit NASA – ARTEMIS (Acceleration, Reconnection, Turbulence and Electrodynamics of the Moon's Interactions with the Sun) detegoval prúdy elektrónov i fontány iónov. Navyše objavil aj elektromagnetické a elektrostatické vlny plazmy pred Mesiacom v podstatne väčšej vzdialosti od povrchu Mesiaca. Tieto útvary majú podobu prstencov a chaotických prepletenecov.

Podobné vlny sa tvoria aj v nárazovom oblúku okolo Zeme. Ich prítomnosť nad Mesiacom však vedcov prekvapila. Simulácie na počítačoch naznačili, že elektrické pole blízko Mesiaca vytvárajú prúdy slnečného vetra a slnečné žiarenie. Presnejšie: generujú ho prúdy elektrónov uvoľnených z povrchu pod vplyvom ultrafialového žiarenia. Navyše, keď ióny slnečného vetra kolidujú so zvyškami pôvodného, rozpadnutého magnetického poľa nad niektorými oblasťami Mesiaca, odrážajú sa od neho v podobe difúznych, iónových fontán. Tieto ióny sú väčšinou kladne nabitémi jadrami, teda protónmi vodíka, prvkú, ktorý v slnečnom vetro dominuje.

Vedcov udivilo, že malé elektrické a magnetické polia, často iba niekoľko metrov nad povrchom Mesiaca, môžu takéto turbulencie generovať. Predpokladajú, že podobné turbulentné vrstvy sa musia prejavovať aj nad k Slnku privrátenými stranami väčšiny mesiacov a asteroidov.

NASA Press Release

Vulkanická minulosť Marsu

Celých päť rokov získavala sonda Mars Express (ESA) údaje, z ktorých vedci z Královského observatória v Bruseli vyhotovili gravitačnú mapu oblasti, kde sa vypínajú najväčšie sopky Červenej planéty: Olympus Mons, Arsia Mons, Ascraeus Mons a Pavonis Mons. Sonda krúži okolo Marsu po eliptickej dráhe (275 až 330 km), pričom bod najväčšieho priblíženia je práve nad štyrmi veľkými sopkami. Planetológovia skombinovali údaje sondy Mars Express s údajmi sondy Mars Reconnaissance Orbiter (NASA). Tak získali predstavu o podloží vulkánov, kde nahromadená, hustá láva vytvorila mohutnú výduf. V týchto miestach je marťanská kôra najhrubšia.

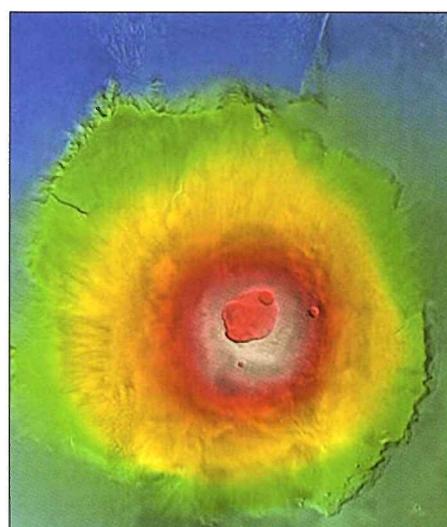
Sopečná aktivita v oblasti vyvrcholila pred 250 až 100 miliónmi rokov. Veľká hmotnosť vulkánov pôsobila na dráhu sondy tak, že sa počas každého obletu k planéte na okamih nepatrne priblížila (*pozri obrázok vpravo hore*). Tieto výchylky pozemské rádioteleskopy zaznamenali. Vedci z nameraných údajov určili variácie hustoty pod povrchom planéty.

Vysoká hustota hornín pod sopkami svedčí o tom, že ich podložia tvoria čadiče. To je v súlade so zložením marťanských meteoritov, ktoré sa našli na Zemi. Z údajov vyplýva aj to, že sa hustota lávy počas formovania vulkanických masívov menila. Na začiatku aktivity vyvierať z vnútra Marsu ľahšie, andezitové lávy, ktoré sa tvoria iba v horninách bohatých presýtených vodou. Neskôr sa na vrstvy andezitu ukladali najmä

koberce fažšej, čadičovej lávy, ktoré vidíme aj na povrchu.

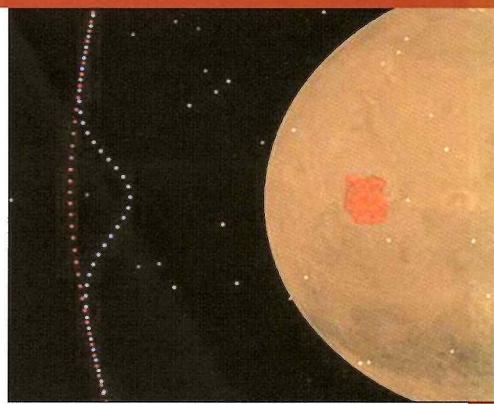
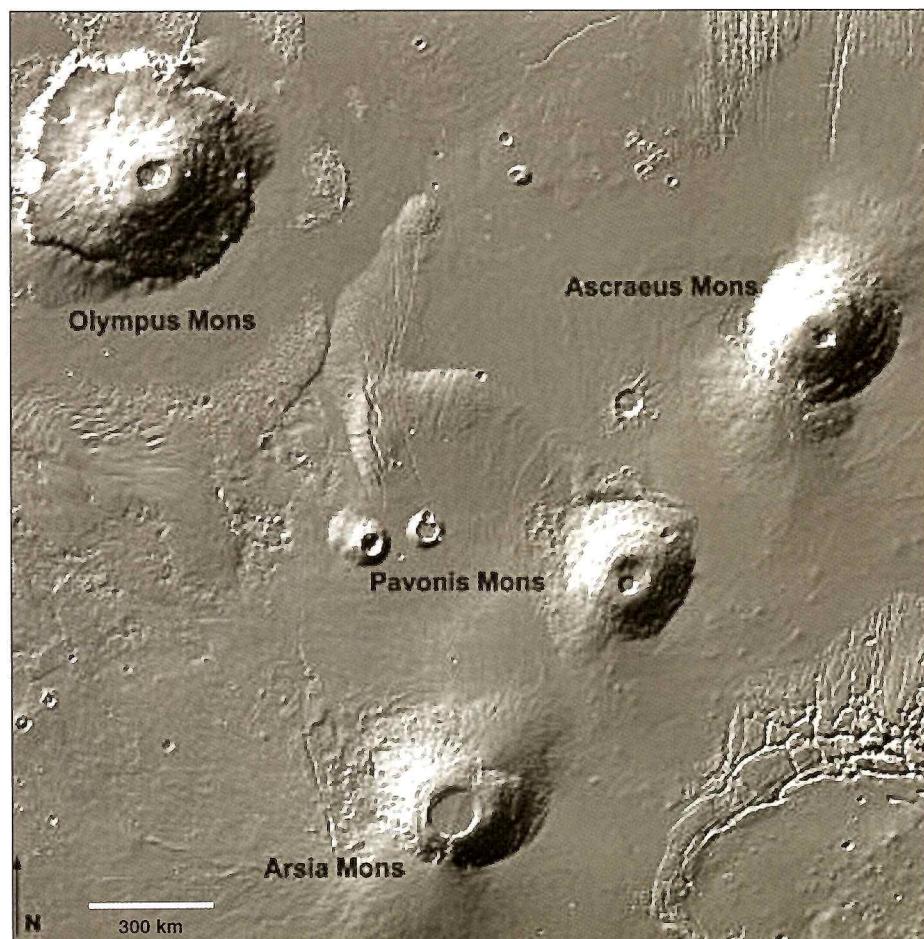
Vedci po analýze údajov zistili, že najstaršou sopkou oblasti Tharsis je Arsia Mons, najmladšou Ascraeus Mons. Zvláštnosťou je, že vrchol najmladšej sopky sa sformoval z redších, andezitových lát.

Rozličné vlastnosti lát prezrádzajú, že na



Falošné farby na snímke sopky Olympus Mons zviditeľňujú výškové profily masívu Olympus Mons (27 000 m nad nulovou výškou Marsu), ktorého základňa má väčší priemer ako vzdialenosť z Košíc do Prahy. Biela farba označuje najvyššie, modrá najnižšie terény masívu. Zatiaľ čo staršie sopky Tharsis sa do mäkkého podložia čiastočne ponorili, láva spod Olympus Mons sa rozlievala po pevnnej kôre. Preto sa táto sopka stala nielen najvyššou horou na Marse, ale v celej Slnečnej sústave.

Mapa oblasti Tharsis Montes a Olympus Mons, ktorú vypracovali podľa údajov sondy Mars Global Surveyor. Najnovšie údaje zo sondy Mars Express naznačujú, že refaz sopiek oblasti Tharsis vytvorila pohybujúca sa komora magmy v plášti. Najstaršou sopkou je Arsia Mons.



Ked' sonda Mars Express preletela nad oblasťami s vyššou hustotou, silnejšia gravitácia jej dráhu naprátko vychýli. Zároveň sa zmení aj rýchlosť jej pochybu, čo sa prejaví Dopplerovým posunom v rádiom signále, ktorý zachytia pozemské stanice. Z týchto údajov vedci vypočítajú zmeny hustoty, umožňujúce nazrieť nielen do vnútra planéty a rekonštruovať jej evolúciu.

povrch vyvierať raz láva z vrchných, plastických vrstiev plášta, inokedy horúca, riedka magma z väčších hĺbek. Tieto gigantické prúdy sa opakovane rozlievali do okolia, kde tuhli a vršili sa do podoby kužeľov. Tak sa sformovala trojica veľkých sopiek v oblasti Tharsis.

Na Zemi sa podobné štitové vulkány tvoria podľa tektonických platní. Napríklad všetky sopky na Havajských či Kapverdských ostrovoch sa vršili a vršia okolo nehybného, stacionárneho zdroja magmy vo veľkej tektonickej trhline. Nakolko lávový geostroj platne nadstavuje, ale zároveň ich od trhliny vytláča, platne unášajú „na chrbe“ aj sopky. Najstaršie sopky bez kontaktu s komorou magmy postupne vyhasínajú a erodujú. Nad komorou sa však dvíha najnovšia, činná sopka. Činné a vyhasnuté sopky vytvárajú vidiťelné refazce.

Aj tri najstaršie sopky v oblasti Tharsis vytvárajú refaz. Nie však preto, že ich smerom od trhliny (s komorou magmy v podloží) unášala tektonická platňa. Sformovali sa tak, že sa pod kôrou pomaly posúvala gigantická magmatická komora!

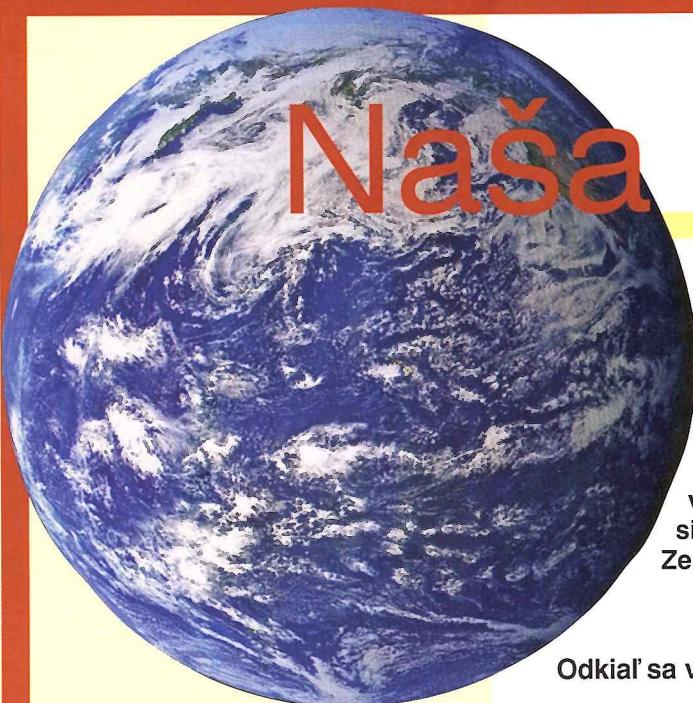
Údaje z Mars Express opisujú aj hrúbku litosféry (kôry) a vrchnej vrstvy plášta. Vedci porovnaním hustoty pod všetkými sopkami zistili, že tri sopky oblasti Tharsis majú v „korení“ pod povrchom oveľa vyššiu hustotu ako nedaleký Olympus Mons (21 000 m). Tieto korene vyplňa stuhnutá láva, alebo siet poprepájaných magmatických komôr.

Vedci tieto údaje vysvetľujú tým, že relatívne mladší masív Olympus Mons sa navršil už na stuhnutej, pevnnej kôre, zatiaľ čo oveľa staršie sopky refaze Tharsis sa čiastočne ponorili do vtedy ešte mäkšieho podložia. To všetko svedčí o tom, že toky horúceho materiálu vyvierajúce z plášta Marsu mali počas vulkanického obdobia rozličné vlastnosti.

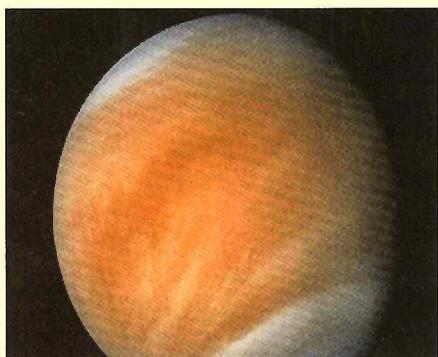
Nakolko sa tri sopky refaze Tharsis vypínajú na vrchole výdute (Olympus Mons leží na jej okraji), hmotnosť oveľa hrubšej kôry vytvárala v podloží vyšší tlak a teplotu, takže litosféra pod ním tuhla oveľa pomalšie.

Údaje významne spresnili predstavy o evolúcii Červenej planéty. V budúcnosti pristane na vulkanických oblastiach niekoľko malých sond, ktoré budú paralelne merať seismickú aktivitu okolo obrovských sopiek.

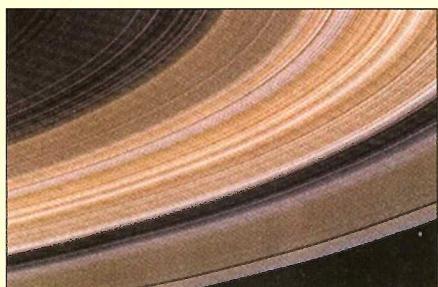
ESA Press Release



Zem na snímke satelitu Terra je očividne vodnou planétou.



Aj Venuša bola kedyž vodnou planétou. Svedčí o tom 100-krát vyšší pomer deutérium/vodík ako má Zem. Nie je jasné, prečo Venuša túto vodu stratila.



V prstencoch Saturna detektovali miliónkrát viac vody ako na Zemi.



Ceres, najväčšie teleso pásu asteroidov, obsahuje veľa vody v podobe ľadu. Objav ozivil staršiu teóriu, podľa ktorej vodu na Zem dopravili počas veľkých bombardovaní asteroidov.

Naša Slniečná

Životodarná voda pokrýva sedem desaťin povrchu Zeme. Odkiaľ sa vzala? Kde všade sa okrem našej planéty vyskytuje? Marinery, Vikingy, Voyagery a ďalšie kozmické sondy pomerne presne zmapovali vodu v našej planetárnej sústave. Objavili množstvo najrozličnejších podôb vody: od ľadov tvrdších od žuly až po kvapôčky nasýtené rozličnými, neraz jedovatými látkami. Planetológovia z týchto informácií odvodzujú pôvod a vývoj planét i mesiacov s najvyšším cieľom: odhadnúť možnosť života mimo Zeme.

Odkiaľ sa voda vzala?

Zem je „vodná planéta“, pretože slané moria a oceány, pitná, sladká voda v rieках, v jazerach i pod povrhom, či ľadovce pokrývajú 70 % povrchu našej planéty. Pred viac ako sto rokmi sa hvezdári nazdávali, že objavili vodné kanály aj na Marse. Iní predpokladali, že oceány vody nasýtené uhličitanmi sa nachádzajú aj na Venuši. Nikto z nich netušil, že na iných telesách Slniečnej sústavy môže byť viac vody ako na Zemi. Kapitálne sa mylili.

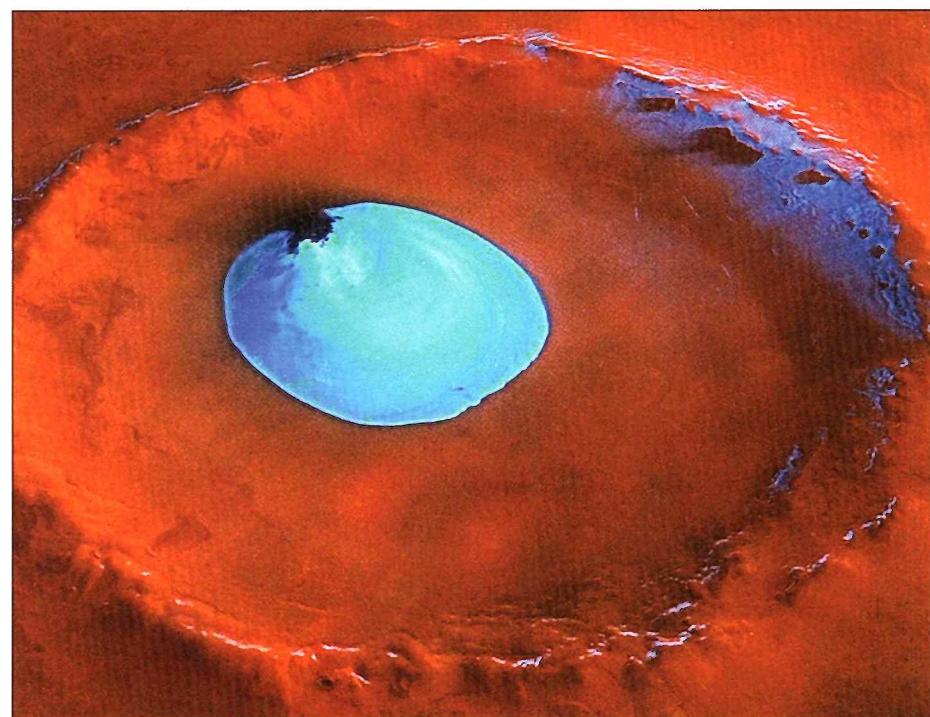
Za obežnou dráhou Marsu je totiž množstvo vody. V Saturnových prstencoch je miliónkrát viac vody ako vo všetkých pozemských oceánoch. Priemerná kométa, akých je v Slniečnej sústave bezpočet, obsahuje miliardy ton vodného ľadu. Voda tvorí najmenej 10 % objemu asteroidov v pásme medzi Jupiterom a Marsom. Obrovskou zafadnenou gulou je aj najväčšie teleso pásu asteroidov – Ceres.

Zdá sa, že vo vonkajšej Slniečnej sústave bolo

vždy veľa vody. To však pre vnútorné, terestrické planéty neplatí. Po polstoročí intenzívneho prieskumu týchto telies nevieme, odkiaľ sa vzala voda na Zemi a prečo chýba v primeranom množstve na ostatných terestrických planébach.

Planetológovia hľadajú odpoveď na tieto otázky v 4,6 miliardy rokov trvajúcom vývoji Slniečnej sústavy. David Grinspoon z Museum of Natur and Science v Denveri tvrdí: „Veľa vody mohlo byť v materiale akréčneho disku, z ktorého sa planéty sformovali. Značnú časť mohli neskôr dodať aj asteroidy a kométy.“

Hypotézu o vode z asteroidov sa rozhodol overiť planetológ Harold Levinson. Na simulácii využil výkonný počítač v Southwest Research Institute v Boulderi. Najskôr nasimuloval pomery v protoplanetárnom disku, zloženom z plynu a prachu. V ním sa začali formovať planetezmály, z ktorých sa neskôr gravitačne pozliepalí planéty. Ako prvé sa sformovali obrie planéty za snežnou čiarou. Za rozhraním, kde slnečné žiarenie primordiálny ľad nerozpúšťalo,



Hora ľadu blízko severného pólu Marsu na snímke satelitu Mars Express. Vodný ľad tvorí aj väčšinu hmoty polárnych čiapočiek. Rádové väčšie množstvá ľadu sa však skryvajú pod povrhom Červenej planéty.

sústava je mokrá

takže sa na jadrá protoplanét nabaľoval spolu s prachom a plynom.

Levinson predpokladá, že vnútorná časť disku bola suchá, pretože exotické ľadové aj vodné ľad sa z neho ešte pred formovaním terestrických planét odparili. Keď vznikol Jupiter, vytlačil totiž asteroidy smerom k Slnku. Tie pôvodne obsahovali až 10 % vody vo forme najrozličnejších hydriátov, ale voda z nich sa rýchle vyparila.

Scénár vysvetluje aj záhadu, prečo je Venuša oveľa suchšia ako Zem. Napriek tomu, že sa obe susediacie planéty sformovali z rovnakého materiálu, Zem má 100 000-krát viac vody ako sesterská. Prečo? Podľa Grinspona preto, že Venuša štartovala s 10-násobne menším objemom vody.

Výsledky simulácie sa nezhodujú s platnou teóriu vzniku Slnečnej sústavy. Podľa tej sa všetky planéty sformovali vo vonkajších častiach pásu asteroidov. Gravitačné interakcie s Jupitervom ich až neskôr vytlačili mimo pásu.

Levinson namieta, že keby to bola pravda, v páse asteroidov by museli byť medzery, ktoré však nepozorujeme. Navyše, pás nikdy nemal dostatočne takú veľkú hmotnosť, aby sa stal zdrojom vody pre Zem. Z najnovších výskumov vyplýva, že ak bol pás kedy súčasťou taký masívny, že by z jeho telies pochádzala všetka voda pozemských oceánov, potom by na asteroide Vesta videli oveľa vyšší počet impaktných kráterov, ako zmapovala sonda Dawn.

Vo vnútornej sústave sa voda uchovala aj okolo pôlov Merkúra a Mesiaca. Voda, ako vieme sa vo vakuu dlho neudrží, pretože molekuly vody sa pod vplyvom slnečného žiarenia rozpadajú, pričom vodík uniká do okolitého priestoru. Zásovy vodného ľadu sa udržali iba tam, kde ich

prekrýva vrstva hornín. Alebo na dne hlbokých kráterov, kam svetlo zo Slnka nikdy nepreniklo. V prípade Mesiaca to radar i lunárna sonda LCROSS presvedčivo potvrdili.

Mala Venuša oceány?

Jedným z indikátorov toho, koľko vody planéta mala (a teda aj kolko vody časom stratila), je pomere deutéria a vodíka v jej atmosfére. Deutérium je ľahká forma vodíka, ktorý má v jadre atómu o jeden neutrón viac. Keď energia zo Slnka rozloží vodu na vodík a kyslík, vodík unikne a kyslík sa spojí s inými prvkami. V ovzduší sa však zachová deutérium, lebo je ľahké ako vodík, ktorý unikne do okolitého priestoru. Jeho množstvo je konštantné, takže z údajov o jeho výskytu možno ľahko vypočítať, kolko vodíka uniklo, kolko vody sa stratilo.

Sonda Pioneer Venus už v roku 1978 námala vo venušianskej atmosfére vysoké hladiny deutéria. Pomere deutéria a vodíka je na Venuši 100-krát vyšší ako na Zemi. Tak vieme, kolko vody Venuša stratila. Vodík je vo vesmíre dominantným prvkom, preto pomere deutéria a vodíka (D/H) je spoľahlivým klúčom rekonštrukcie vodnej histórie Venuše.

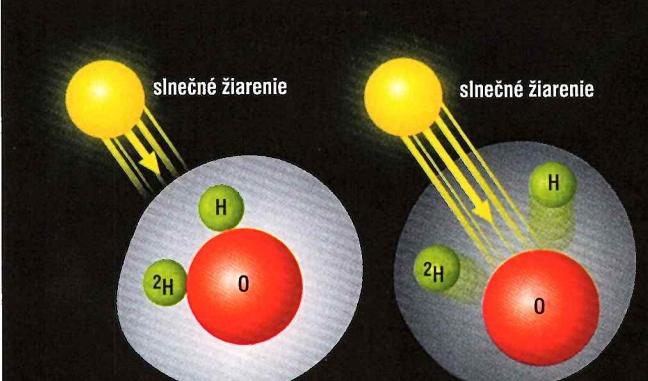
Boli na Venuši aj oceány? To vedci zatiaľ netušia. Vedia iba, že Venuša veľa vody stratila.

Vedci, ktorí študujú atmosféry planét, vyvinuli niekolko scenárov unikania vody z planét. Podľa jedného z nich mohol silný skleníkový efekt v pomerne krátkom čase spôsobiť, že sa venušianske oceány vyparili. Objavili sa však aj scenáre, čo pripustia stratu vody, po ktorej sa stopa D/H nezachovala.



Kometá McNaught, ktorá prenikla do vnútra Slnečnej sústavy v roku 2009. Aj kométy obsahujú veľa vody, ale ich návštevy vo vnútri Slnečnej sústavy boli a sú vďaka gravitácii Jupitera zriedkavé, takže veľa vody sem dopraviť nemohli.

Kam sa podela voda z Venuše?



Keď žiarenie Slnka dopadne na molekulu polohažkej vody (vľavo), rozloží ju na atóm kyslíka (O), vodíka (H) a deutéria ^2H . Väčšina najľahších atómov vodíka unikne do okolitého priestoru. Deutérium s dvojnásobne vyššou hmotnosťou však z gravitácie väčších planét neunikne. Zem i Venuši si väčšinu deutéria uchovali v pomere 1 molekula deutéria na 3 200 molekúl vodíka.



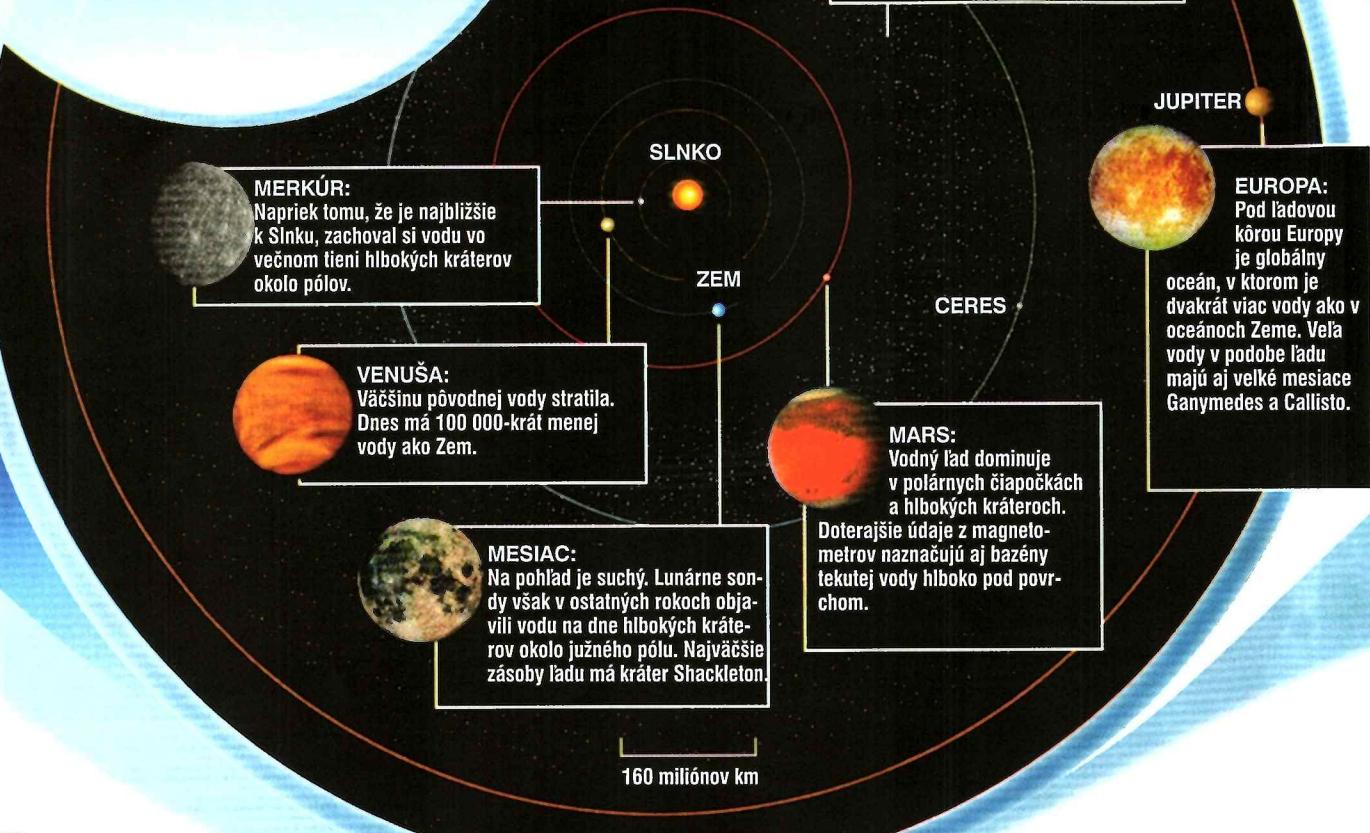
Venuša a Zem mali po sformovaní podobné množstvo vody. Dokazuje to súčasné množstvo deutéria v ich atmosférach. Množstvo vodíka v ovzduší Zeme (zväčša v kombinácii s kyslíkom v podobe vody), je 100-krát vyššie ako na Venuši. Vody na Venuši je 100 000-krát menej ako na Zemi.

Kde sa nachádza voda?

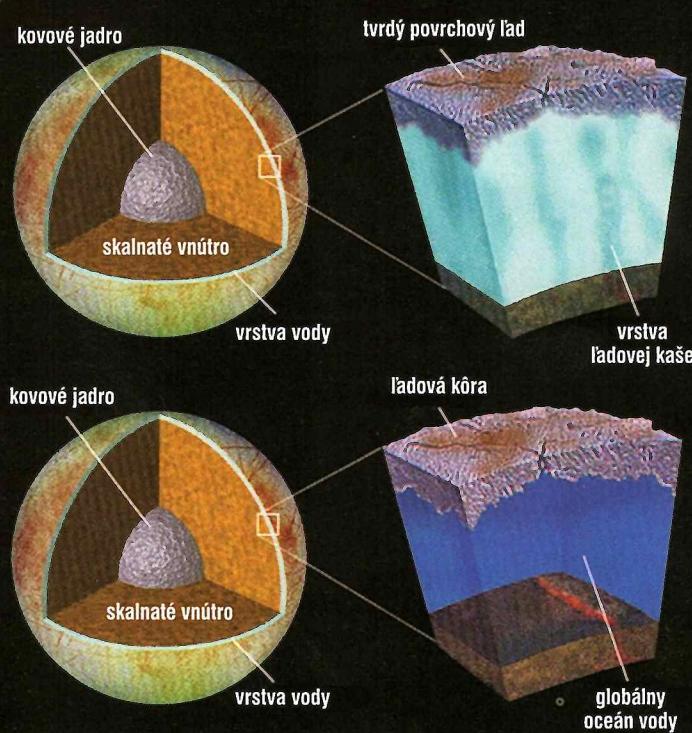
Donedávna platilo, že ak má Zem oceány a na Marse je množstvo ľadu, žijeme vo „vodnej oblasti“ Slnčnej sústavy. Ilustrácia znázorňuje, že väčšina vody sa nachádza vo vonkajších oblastiach, vzdialených od Slnka.

Vnútorná Slnčná sústava

PÁS ASTEROIDOV:
Podľa najnovšej teórie priviezli vodu na Zem asteroidy z hlavného pásu. Najmä najväčšie telesá pásu sú bohaté na vodu.



Dve teórie o vode mesiaca Európa



Venuša mohla stratiť vodu aj pod vplyvom hydrodynamického úniku. Ten funguje v prípade, keď rozpínajúca vodná para a plyny unikajú z atmosféry postupne, paralelne s jej vývojom. V takej atmosfére sa stopa D/H nezachová. Navyše, mnohé procesy, ktoré vedú k strate vody nezávisia od oteplovania atmosféry. Svedčia o tom procesy v súčasnej venušianskej atmosfére, ktorá obsahuje veľké množstvo síry. Síra vodík z atómov vody uvoľňuje a vytvára tak atómy a molekuly síranov.

Podľa Grinspona Venuša v minulosti oceány mala. Vychádza z toho, že v jej atmosfére je približne toľko vody ako na Zemi, hoci rezervoár H₂O sa na jej povrchu nezachovali. Aj pomer D/H svedčí o tom, že Venuša mala kedysi stokrát viac vody ako dnes.

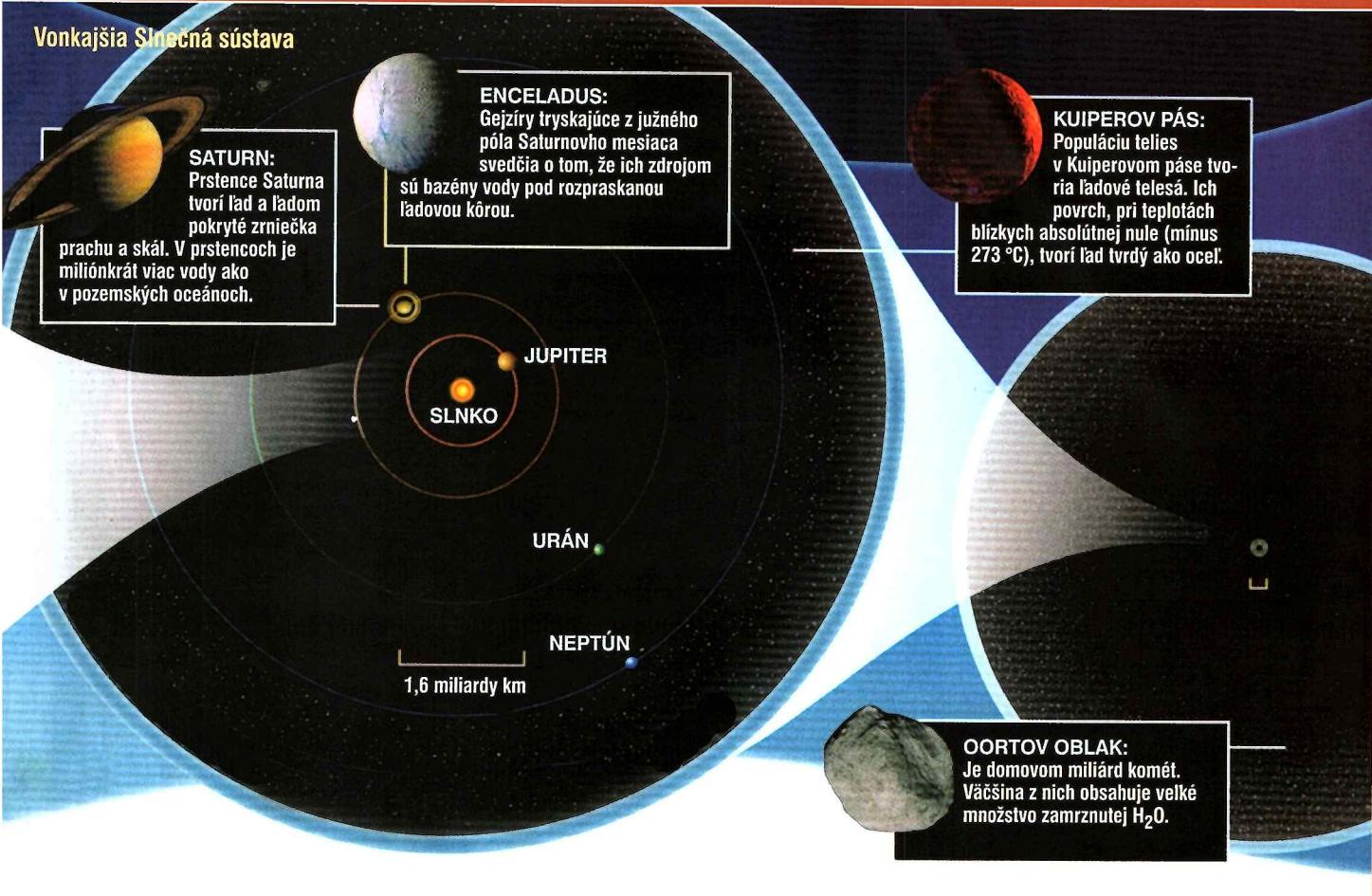
Vedci predbežne minulosť Venuše nedokážu spoľahlivo rekonštruovať. Chýba im k tomu viac priamo nameraných údajov. Pre špeciálne sondy je výskum Venuše oveľa ľahší ako výskum Marsu.

Voda na Marse

O minulosti Marsu vieme oveľa viac ako o minulosti Venuše. Prvé sondy, na obežnej dráhe i roboty, ktoré pristáli na povrchu Červenej

Pod ľadovou kôrou Jupiterovo mesiaca Európa leží vrstva ľadovej kaše (hore vpravo), alebo voda, zahrievaná slápovými silami, ktoré generuje Jupiter a ďalšie veľké mesiace. Tvrďá kôra má hrúbku 10 až 30 km. V globálnom oceáne, hlbokom zhruba 100 km, je dvakrát viac vody ako vo všetkých oceánoch Zeme.

Vonkajšia Slnečná sústava



Brázdy na Ganymede



Ganymedes, satelit Jupitera, je najväčším mesiacom v Slnečnej sústave. Polovica jeho povrchu, mladší svetlejší terén v oblasti Harpagia Sulcus (vpravo), je bohatá na ľad. Druhá, tmavšia polovica v Nicholson Regio (vľavo), je skalnatá, pokrytá impaktími krátermi.

planéty, dodali obrázky suchého, pústného sveta. Až neskôr sa na snímkach s vyšším rozlíšením sa objavili aj rozsiahle korytá voľakedajších riek, ústiacich do planín, ktoré boli kedysi jazerami či moriami. Ďalšie, výkonnejšie sondy detegovali pod povrchom planéty obrovské ložiská zamrznutej vody. Naposledy rovery Spirit a Opportunity objavili na povrchu, či v malej hĺbke pod ním horniny, ktoré mohli vzniknúť iba pod dlhodobým vplyvom vody. Napríklad na dne veľkých slaných jazier.

Prečo sa voda z povrchu Marsu stratila? Najmä preto, že jeho oveľa slabšia gravitácia nedokázala pôvodnú atmosféru dlhodobo udržať, tak ako Zem a Venuša. Navyše, plyny unikajúce z atmosféry od istého času nijaký zdroj nedo-

plňoval. Mohutné, kedysi činné sopky postupne vyhasli. Istý vplyv na destrukciu atmosféry mohol mať aj oveľa väčší počet veľkých impaktov. Časté prieniky veľkých asteroidov a mohutné nárazové vlny po ich dopade na povrch spôsobili, že marťanská atmosféra postupne zredla.

Mrazivé rozhrania

Za snežnou čiarou na okraji pásu asteroidov, kde je veľa komét a voda zamfza na kameň, mohla sa voda uchovať v pôvodnom množstve až podnes. Ibaže, aj to má svoj háčik. Vedci sa dlho nazdávali, že značnú časť vody na Zemi priviezli komety. Podľa najnovších poznatkov však bariéra, ktorú vytvára a vytvárala gravitácia Jupitera, väčšinu komét presmerovala tak, že do

Callisto posiata krátermi



Callisto pripomína Ganymedes. Starý kráter (uprostred) je Asgard. Biely kráter (hore) je Burr. Ľad obnažený mladšími krátermi sa jasne odlišuje od tmavšieho, červenkastého, staršieho povrchu Callista.

vnútra Slnečnej sústavy neprenikli. Navyše, väčšina komét má iný pomer D/H ako Zem, kam väčšinu vody dodali asteroidy.

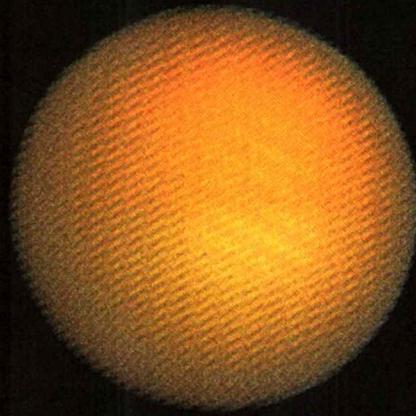
Voda sa vyskytuje nielen v atmosférah obráh planét, ale aj v jadrach Urána a Neptúna. Je to primordiálna, prastará voda, ktorá sa podieľala aj na formovaní početných ľadových mesiacov. Už dnes máme údaje, ktoré dokazujú, že pod zaľadeným povrchom niektorých mesiacov obráh planét sa skrývajú nielen veľké jazerá, ale aj globálne oceány vody v kvapalnom skupenstve.

Slapové sily, generované hostitelskými planétami (a do istej miery aj vzájomné orbitálne rezonancie) ľad vo vnútri týchto telies zohrievajú. Skvelým príkladom je Jupiterov mesiac Europa

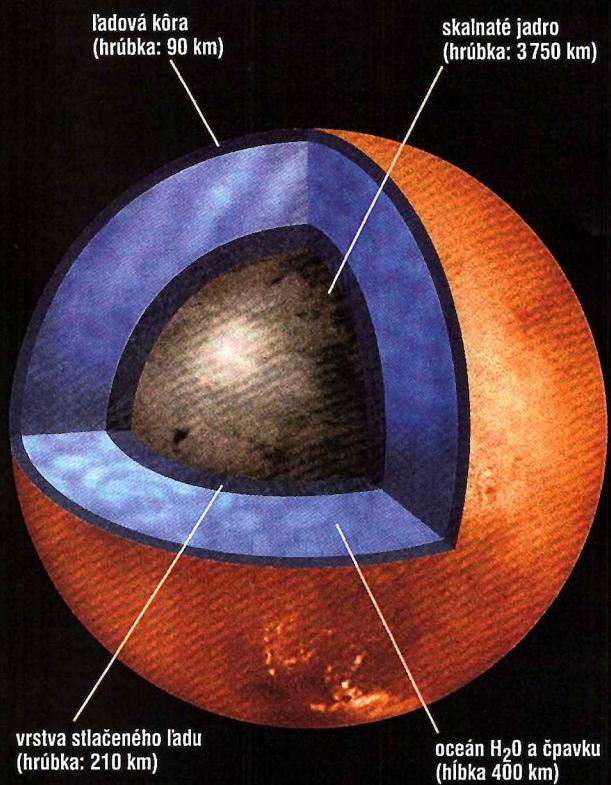


Vnútro Titana

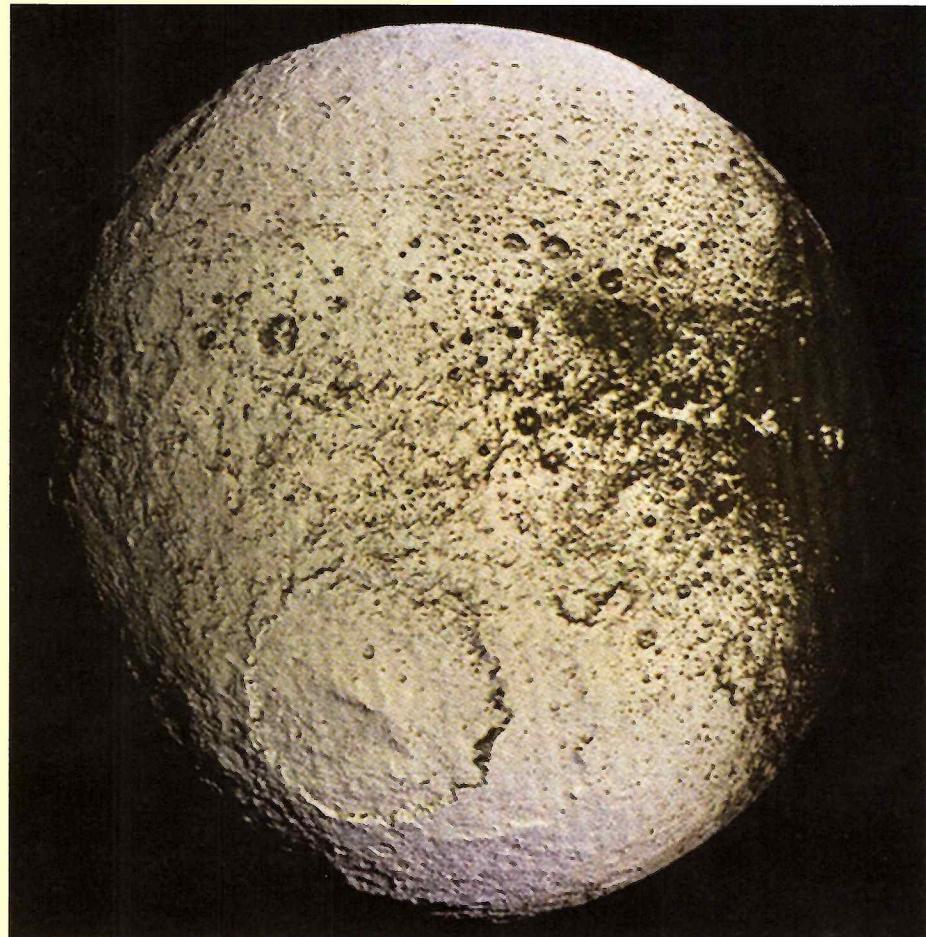
Vnútro Titana podľa modelu planetológa Guseppe Mitriho z NASA/JPL. Titan má horúce skalnaté jadro obalené vrstvou ľadu, ktorý je 1,4-krát hustejší ako obyčajný ľad. Vznikol v čase, keď Titan v mladej Slniečnej sústave chladol a scvrkával sa. Medzi spodným ľadom a ľadovou kôrou je oceán vody zmiešanej s čpavkom. Najnovšie údaje existenciu oceána potvrdili.



Titan je jediným mesiacom v Slniečnej sústave, ktorý má hustú atmosféru.



Japetus má dve odlišné hemisféry: tmavá odráža iba 4 % svetla, jasnejšia bezmála všetko svetlo.



a najnovšie aj Titan. Povrch Európy, o niečo menšej ako nás Mesiac, je pokrytý sieťou trhliň. Kôra povrchu nie je celistvá. Pod ňou pulzuje globálny oceán, hlboký asi 100 kilometrov.

„Jednou z najdôležitejších úloh planetológov je pochopenie procesov, ktoré sformovali Slnieč-

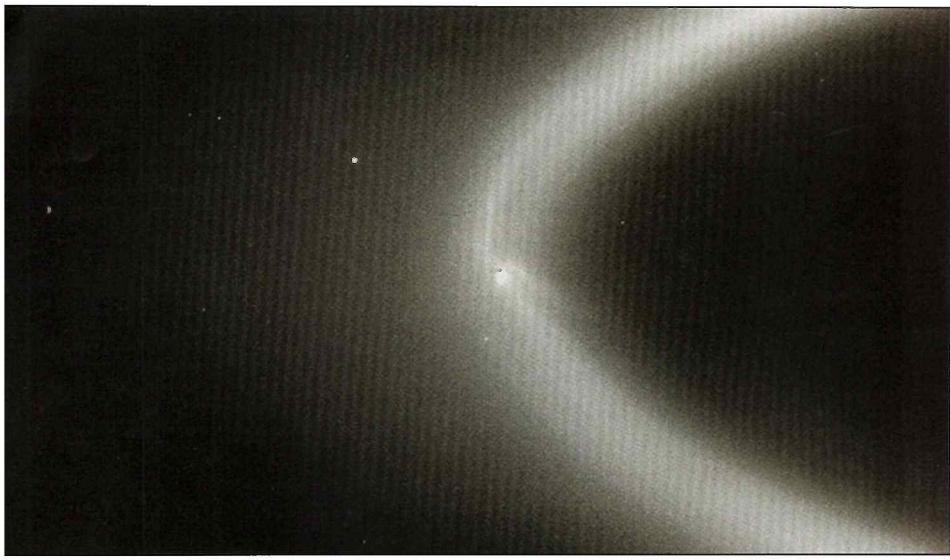
nú sústavu. Klúčom k tomu je voda. Preto objasňujeme história vody s cieľom, či sú v nej prítomné prísady života,“ zdôrazňuje Robert Pappalardo z Jet Propulsion Laboratory.

Európa však určite nie rajom pre potápačov. V tamomjesej vode sú možno chemikálie, ktoré pripomínajú skôr kyselinu v batérii. Pappalardov tím študuje na Európe najmä zloženie usadenín pozdĺž trhliň, ktorími roztok vody, sporadicky, v rytme „slapovej žmyžkačky“, vyviera na povrch. Infračervené spektroskopy detegovali v tejto zamrznutej kaši hydráty. Prísady sodíka, draslíka, oxidu siričitého a peroxidov naznačujú, že to môže byť kaša z oceánu. O peroxidoch sa vie, že sú produkтом vnútornej radiácie (rozpad rádioaktívnych prvkov v jadre), zahrievajúcej ľad.

Zatiaľ čo mesiac Io neprestajná, stovky miliónov rokov trvajúca vulkanická aktivita zavila vodu už dávno, najväčšie mesiace Jupitera, Ganymedes a Callisto, sú obalené hrubou ľadovou kôrou, prekrývajúcou skalnaté jadrá. Údaje o ich magnetických poliach prehrdzajú, že pod ľadom sú globálne oceány. Povrch týchto mesiacov pokrývajú koberce tmavých organických materiálov. Vedci sa nazdávajú, že ide o látky z okolia Jupitera, ktoré neprestajne „pršia“ na ich povrch.

Na Európe zatiaľ tmavé organické látky neobjavili, hoci pršali a pršia aj na jej povrch. Tie, ktoré radiácia nezničila, sú totiž rozpustené v oceáne. Prenikajú tam premiešané s ľadovou kašou, bublajúcou a cirkulujúcou medzi kôrou a oceánom. Toto prostredie je na vznik života mimoriadne vhodné.

Voda dominuje aj na mesiacoch Saturna, Urána a Neptúna. Najsilnejšie dôkazy o prítomnosti oceánu pod ľadovou kôrou Saturnovho mesiaca Enceladus získala sonda Cassini. Svedčia o tom gigantické gejzíry ľadových kryštálikov, tryskajúce z viacerých trhliň okolo južného pólu až do výšky 500 kilometrov. Vedci si spočiatku



Mikroskopické čiastočky ľadu vyvrhované gejzírmi z južných polárnych oblastí mesiaca Enceladus vytvárajú Saturnov prstenec E. Enceladus je jasné, biely kotúčik v ľadovej hmle prstence.

mysleli, že v koreňoch gejzírov sú jazerá. Najnovšie údaje však pripúšťajú aj existenciu globálneho oceánu. Detektor prachu na palube sondy objavil vo fontánoch aj soľ. Podľa všetkého ide o soľ rozpustenú vo vode, ktorú pumpujú na povrch cez trhliny geologické sily. Takéto interakcie sú možné iba na dne oceánu. Tam, kde sa voda stýka s horninami jadra.

Dostatok vody je aj na Titane. Ostrovy supertvrdého ľadu sa vyskytujú na celom povrchu.

Na väčších, ľadových mesiacoch Urána a Nepútuna objavili planetológovia stopy dávnych geologickej katastrof. Na ich krátermi posiatých povrchoch objavili zvrásnený terén a zvláštne, stuhnuté prúdy, pripomínajúce lávotoky. Na Miranda (mesiac Urána) objavili známky voľakedajšej aktivity, pripomínajúcej procesy na Encelade. V systéme Uránu, na rozdiel od sústav Jupitera a Saturna, sa rezonacie, ktoré pohyb mesiacov stabilizujú v gravitačnej pasci, dl-

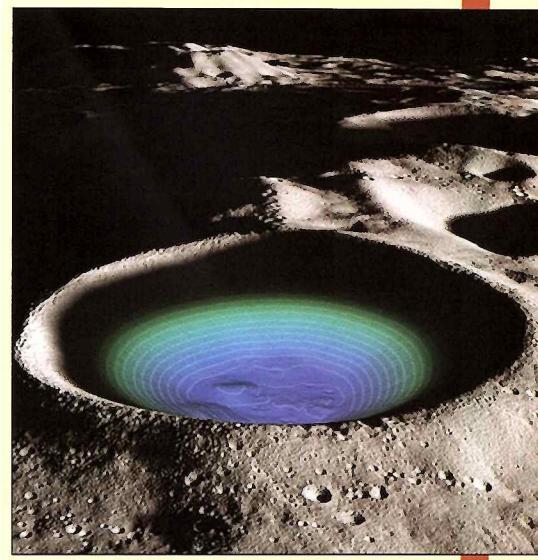
hodobejšie neudržali. Nakolko sú tieto mesiace menšie, mohli sa časom meniť. Kým boli v pasci, boli aktívne. Keď z nej unikli, aktivita vyhasla.

Najväčší mesiac Neptúna – Triton, bol podľa všetkého objektom Kuiperovho pásu. Keď sa dostal do gravitačného zajatia obrej planéty, prudko sa ohrial, ale všetka voda sa z neho nemusela vypariť.

Obrovské balíky zamrznutej vody krúžia okolo Slnka v Kuiperovom páse i za ním, v Oortovom oblaku komét.

Vedci, s výnimkou niekoľkých telies, detegovali vodu v celej Slnečnej sústave. Na terestrických planétach i na vzdialených ľadových objektoch. Takže Zem nie je nijakou zvláštnosťou. Raritou nie sú ani vodné planéty v extrasolárnych sústavách. Na tých, ktoré krúžia v zelenom páse, sa už dávno mohol vyvinúť život.

Astronomy

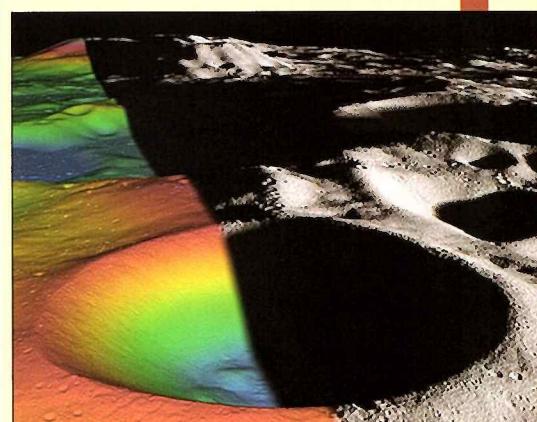


Mesačný kráter plný ľadu

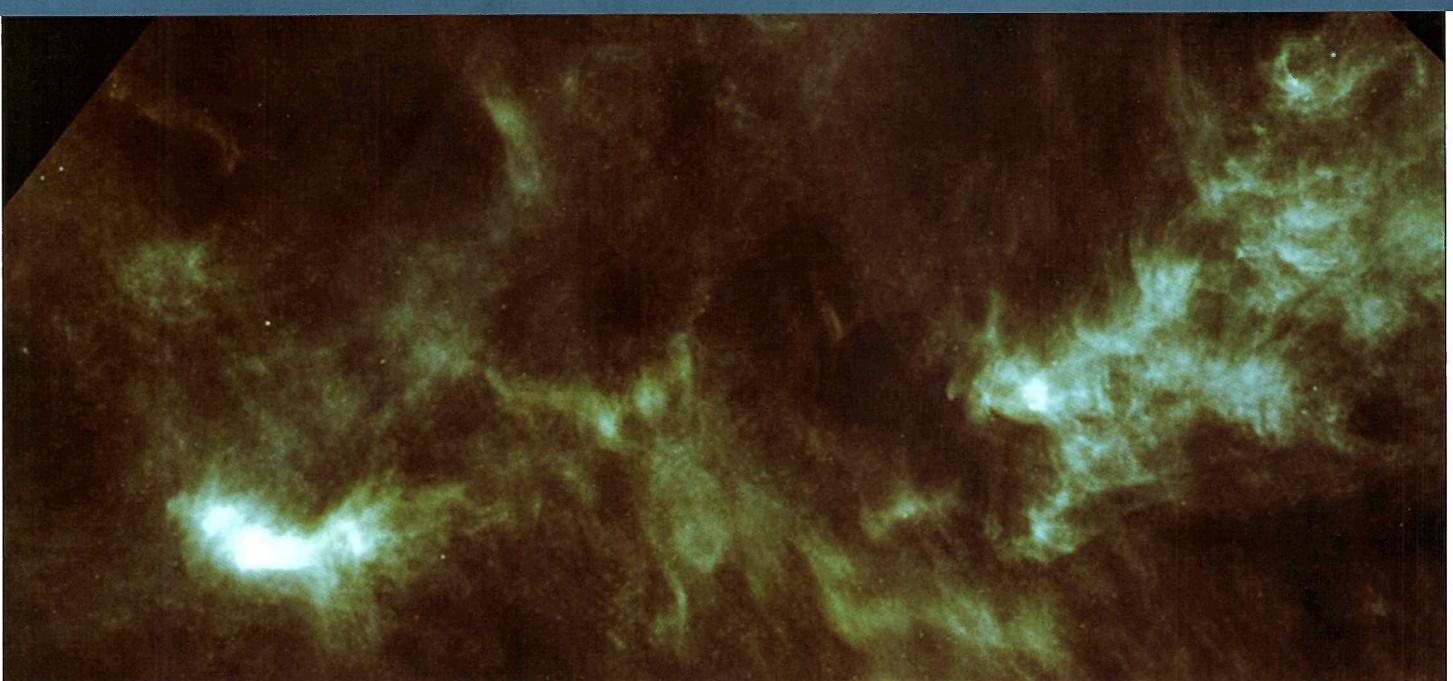
Na Mesiaci je oveľa viac ľadu, ako sme sa donedávna nazdávali. Podľa spektier zo sondy Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) svahy krátera Shackleton (priemer 20 km, hĺbka 2 až 3 km), nedaleko južného pólu, obsahujú značné množstvo ľadu. Vnútro krátera leží vo večnom tieni, ktorý je „ľadovým klepcom“, kde sa ľad môže dlhodobo akumulovať. Údaje sondy opakovane overili „ohmatávaním“ kráteru pomocou miniradaru RF na sonda LRO. Analýza údajov ukázala, že preskúmaný materiál obsahuje 30 % ľadu, premiešaného so suchým regolitom.

Údaje sa zhodujú s dátami, ktoré získali lunárne sondy Chandrayaan-1 a Lunar Crater Observation and Sensing Satelit (LCROSS). V druhom prípade prístroje detegovali ľad v hmote, ktorú vymrštil na povrch Mesiaca umelý impakt. Kolko ľadu sa okolo mesačných pôlov akumulovalo v ostatných kráteroch, nám sondy postupne prezradia.

John Hopkins University
Press Release



Mesačný kráter Shackleton sa stal jedným z najzaujímavejších cielov výskumu na Mesiaci. Leží nedaleko južného pólu, takže jeho polovica (vpravo) je vo večnom tieni. Práve tam sa akumuluje ľad, ktorý radar sondy LRO objavil.



Na snímke vesmírneho dalekohľadu Herschel vidíte časť molekulového oblaku Taurus. Jeho súčasťou je aj jasný, chladný protostelárny oblak L 1544 (vľavo dole). Obklopuje ho niekoľko prachoplynových oblakov s rozličnou hustotou. Molekulový oblak Taurus, vzdialený od Zeme 450 svetelných rokov, je najbližšou oblasťou, kde sa rodia hviezdy.

Oceány vody v protostelárnom oblaku L 1544

Vesmírny dalekohľad Herschel (ESA) objavil obrovské množstvo vodnej pary v kolabujúcim prachoplynovom oblaku, v ktorom sa formuje Slnku podobná hvieza. Oblasť obsahuje 2000-krát viac vody ako všetky oceány na Zemi!

Hviezdy sa rodia uprostred chladných, tmavých oblakov prachu a plynu, čo obsahujú všetky látky, z ktorých sa formujú sústavy podobné tej našej, slnečnej.

Vodu mimo našej Slnečnej sústavy objavili po prvýkrát v podobe plynu a ľadu, ktoré obaľujú jemné zrná prachu blízko oblastí, kde prebieha aktívna hviezdotvorba. Neskôr vodu objavili aj v protoplanetárnych diskoch, krúžiacich okolo väčších mladých hviezd.

Dalekohľad Herschel však po prvýkrát detegoval vodnú paru v molekulovom oblaku na počiatku formovania hviezy!

Chladné, protostelárne jadro (Lynds 1544), v súhvezdí Býka zaujalo stelárnikov už dávnejšie. Oblak, v ktorom sa podchvílos môže rozsvietiť hvieza, je objektom, kvôli ktorému sa vyplatí pridelit „drahý čas“ na kozmickom dalekohľade. V tomto prípade sa náklady mnohonásobne vrátili: Herschel v objekte Lynds 1544 objavil obrovské množstvo vody. Nie ako súčasť ľadovo-prachovej zmesi, ale voľnú vodu, oslobodenú z mrazivých klietok intenzívnym kozmickým žiareniom, ktoré do vnútra oblaku prenikajú!!

„V oblaku sme detegovali 2000-krát väčšie množstvo vodnej pary, aké by vzniklo vyparením všetkých oceánov na Zemi. Vypočítali sme, že množstvo ešte nevypareného vodného ľadu v oblačke by vyplnilo 3 milióny zamrznutých oceánov na Zemi,“ vyhlásila Paola Caselli z University of Leeds, vedúca tímu.

Donedávna platilo, že všetka voda v protostelárnych oblačkoch je zamrznutá. Po objave

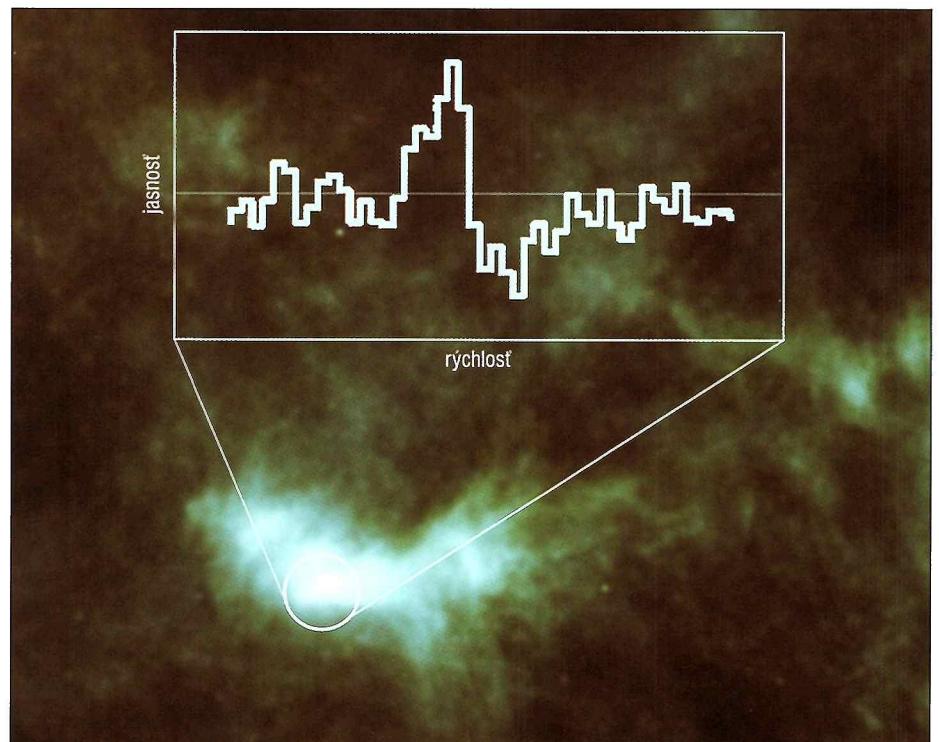
vedcov z Leedu sa chemické procesy prebiehajúce v týchto útvaroch prehodnocujú. Najmä s prihliadnutím na úlohu, ktorú v tejto fáze formovania hviezd zohráva kozmické žiarenie.

Z údajov vyplýva, že molekuly vody sa pohybujú smerom do jadra oblačky, v ktorom sa hvieza sformuje. To naznačuje, že gravitačný kolaps sa už začal.

V oblačke je dosť hmoty na to, aby sa v ňom sformovala hvieza, prinajmenšom taká ako Slnko, aj s planetárnym systémom. Čas vodnej

parí, ktorú v oblačke L 1544 detegovali, nabalí hviezu. Zvyšok sa stane súčasťou disku, v ktorom sa budú formovať planéty. „Vďaka dalekohľadu Herschel pozorujeme ‘cestu vody’ z molekulárneho oblačky v medzihviezdnom médiu, cez proces formovania hviezy, až po prípadné terestrické planéty, kde je voda podmienkou vzniku života,“ zdôraznil Göran Pulbratt, člen vedeckejho tímu Herschel.

Astrophysical Journal Letters



Detail oblačky L 1544 so spektrom vody, ktoré získali zo stredu protostelárneho jadra. Vrcholky grafu znázorňujú vzplanutie jasnosti, teda emisiu, „údolia“ pokles jasnosti, absorpcie. Tieto charakteristiky vyjadrujú hustotu a smer pohybu molekúl vody v oblačke. Emisie sú produkтом molekúl, ktoré sa približujú k stredu oblačky z odvrátenej strany oblačky. Množstvo emisií svedčí o tom, že molekuly sa pohybujú najhustejsou oblasťou jadra, ktorá má priemer 1000 AU. Molekuly vody na privŕtannej strane sa pohybujú do stredu smerom od Zeme. (Prejavujú sa absorpcívnymi čiarami.) Tieto molekuly sa zatiaľ pohybujú v redších oblastiach, vzdialených od stredu oblačky. Emisné a absorpcné čiary svedčia o tom, že oblačka gravitačne kolabuje, až sa v jej strede vytvorí hvieza. Vedci vypočítali, že oblačka L 1544 obsahuje 2000-krát viac vody ako oceány na Zemi.

Jedálny lístok väčšiny kvazarov je skromný

Kvazary, kedy sú považované za superjasné hviezdy, neskôr za kvázistelárne objekty, sú najjasnejším zdrojmi žiarenia vo vesmíre. Dnes vieme, že kvazary sú obrovské zhľuky hmoty okolo čiernych dier v jadrach galaxií. Tento materiál čierne diery zohrievajú do takej miery, že intenzívne žiaľia na všetkých vlnových dĺžkach. Čierne diery generujú energiu tým, že nabalená hmota okolo nich sa sformuje do masívneho akréčneho disku, ktorý špiráluje k horizontu udalostí. Pohyb plynu v špirále disku je čoraz rýchlejší. Čím rýchlejšie sa plyn pohybuje, tým je horúcejší. Čím je horúcejší (hraničné hodnoty dosahujú niekoľko miliónov stupňov Celzia), tým intenzívnejšie sú jeho emisie. Ďalším generátorom energie z väčšiny čiernych dier sú aj mohutné obojstranné výtrysky z ich akréčnych diskov. Nakoľko väčšina čiernych dier rotuje, výtrysky významne prispievajú k zvyšovaniu teploty hmota vo vnútri galaxie.

Kvazary sa donedávna spájali najmä so supermasívnymi galaxiami, v ktorých hniezdia najväčšie čierne diery. V posledných rokoch však astronómovia objavili populáciu slabších kvazarov, ktorým sa darí aj v normálnych špirálových galaxiách. Aj v tomto prípade generujú ich svetlo čierne diery, ale ich apetit je oveľa slabší. Uspokoja sa aj s jednohubkami: dostatočným palivom sú oblaky medzihviezdného prachu aplynu či trpasličie galaxie.

V aktuálnom katalógu nájdeme bezmála 5 000 kvazarov. Vedci z Yale University študovali pomocou vesmírnych dalekohľadov Hubble a Spitzer 30 galaxií s kvazaram. V 26 prípadoch ne-našli nijaké príznaky kolízie zo susednými galaxiami. (Kolízia sa prejavuje porušením tvarom hviezdnych ostrovov.) Stopy interakcie s inou galaxiou našli iba v jednom prípade. Všetky skúmané galaxie sa sformovali v mladom vesmíre, pred 8 až 12 miliardami rokov.

Tím z Yale University tak získal dôkaz, že rast väčšiny čiernych dier v mladom vesmíre neboli dôsledkom dramatických, veľkých zrážok s inými galaxiami, pri ktorých obvykle dve čierne

diery splynuli. Naopak: čierne diery nabaľovali relatívne malé sústa, v kozmických pomeroch jednohubky.

Kvazary, ktoré sú produktmi galaktických kolízí, majú vysokú jasnosť. Kvazary, ktoré vedci študovali, žiaľia oveľa slabšie. V súčasnosti však práve tieto objekty zviditeľňujú miesta, kde sa nabáluje a rastie najviac čiernych dier. Tieto kvazary žiaľia aj bez dramatických kolízí.

Tím vytipoval 30 galaxií z prehliadky Near-Infrared Deep Extragalactic Survey. Všetky zahľadujú husté obálky prachu, preto sa najvýraznejšie prejavujú na infračervených snímkach dalekohľadu Spitzer. Intenzívne žiaľie svedčí o tom, že čierne diery nehľadajú, ale nabálujú okolity materiál.

Hmotnosť týchto galaxií sa vyrovná Mliečnej ceste. Ich kvazary vo viditeľnom svetle však žiaľia oveľa slabšie, lebo clona prachovej obálky optické žiaľie pohlcuje. Analýzou infračervených snímkov získavajú vedci podrobnej údaje o ich štruktúre.

Štruktúry týchto galaxií sú neporušené, čo svedčí, že ich nedeformovala nijaká kolízia. Hubblov vesmírny dalekohľad procesy prebiehajúce v týchto kvazaroch nedokáže rozlísiť. Či už ide o pohyby plynu, výbuchy supernov, alebo pohlcovanie menších telies, prúdov plynu a hmoty z rozpadajúcich sa hviezd, špirálujúcich do jadra kvazaru, k čiernej die.

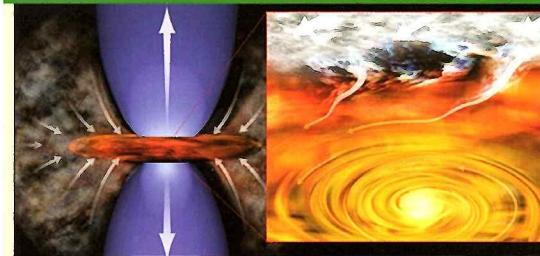
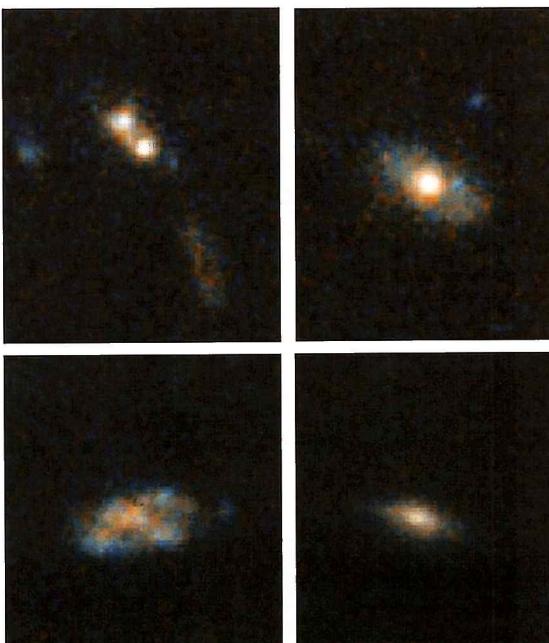
Na to, aby čierna diera generovala dostatok energie pre kvazar, nepotrebuje veľa paliva. Stačí jej hmota v „blízkom okolí“, do vzdialenosť niekolkých svetelných rokov. Proces nabálovania je však iný, ako vedci predpokladali. Čiernej die na produkciu energie stácia aj jednohubky: relatívne malé oblaky plynu, ktoré smerom k čiernej die nasmerujú náhodné impulzy vo vnútri galaxie.

Pred miliardami rokov bolo okolie čiernych dier oveľa prehustenejšie, a preto aj nepokojonejšie. Všetky čierne diery boli priam utopené v plyne. Navyše, v oveľa menšom priestore sa pohybovalo oveľa viac trpasličích galaxií. Väčšina z nich sa medzičasom stala súčasťou väčších galaxií.

Presnejšie údaje o tom, čo generuje energiu kvazarov v týchto galaxiách, získajú až kozmické dalekohľady novej generácie: James Webb, ktorý v roku 2017 nahradí HST, a zatiaľ nepomenovaný vesmírny dalekohľad, ktorý nahradí Spitzera.

NASA/ESA/Yale Press Release

Galaxie na obrázkoch obsahujú tolko prachu, že cez ň neprenikne ani jasné svetlo kvazarov v ich strede. Kvazary (kvázistelárne objekty) sú masívne zhľuky plynu, ktoré jasne žiaľia, pretože ich odspodu zahrievajú čierne diery. Presnejšie: zahrieva ich materiál, ktorý obojsmerne tryská z akréčnych diskov, špirálujúcich do čiernych dier v jadre galaxie. Tri snímky (vpravo hore, vľavo dole a vpravo dole) sú normálne galaxie s kvazaram. Iba galaxia vľavo hore prekonala v minulosť blízke stretnutie s inou galaxiou. Dve biele škvŕnky sú jadrami oboch interagujúcich galaxií. Hnedé a modré prúdy hmoty sa medzi nimi chaoticky premiestňujú. Všetky galaxie vznikli v období pred 8 až 12 miliardami rokov, v čase, keď formovanie čiernych dier vrcholilo. Modré škvŕny označujú oblasti s bûrlivou hviezdotvorbou. V hnedých oblastiach prevláda prach a staré hviezdy.



Ilustrácia znázorňuje ako mladá hvieza nasáva materiál zo skolabovaného oblaku do špirálneho rotujúceho disku (vpravo) a zároveň generuje protismerné výtrysky hmoty (vľavo).

Astronómovia objavili najmladšiu protoplanetárnu sústavu

Okoľo hviezdy L 1527 IRS zatiaľ nekrúžia planéty, iba protoplanetárny disk. Hviezda vzdialá 450 svetelných rokov je veľmi mladá. Vyvíja sa v oblači Taurus, ktorý je plodnou maternicou hviezd. Hviezda má iba 300 000 rokov, ale vedci pripúšťajú, že môže byť ešte mladšia. To závisí od toho, ako rýchlosť nabála hmotu z okolia. Zatiaľ má iba päťinu hmotnosti Slnka, ale nabálovanie ešte pokračuje, takže L 1527 IRS sa môže v budúcnosti vyrovať Slnku. Vedci vypočítali, že by sa z disku mohlo sformovať najmenej 7 joviánskych planét.

V protoplanetárnom objekte detegovali všetky prvky potrebné na sformovanie slnečnej sústavy. Meraním Dopplerovho posunu rádiových vln z kyličníka uholnatého v disku vypočítali rýchlosť jeho rotácie. Rýchlosť jednotlivých pásov disku sa smerom od hviezdy zmenšuje, podobne ako sa mení rýchlosť pohybu planét krúžiacich okolo násloho Slnka.

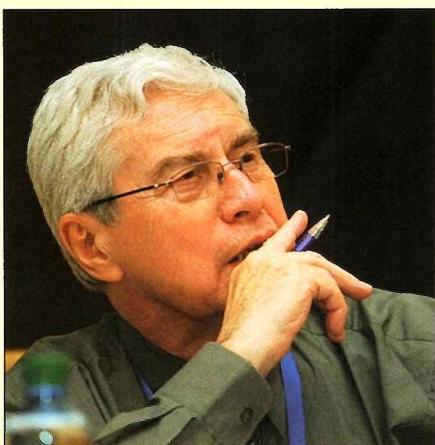
Táto vlastnosť disku, nazývaná aj Keplerovskou rotáciou, je znakom prej fázy smerujúcej k tvorveniu planét, pretože spomaluje nasávanie hmoty hviezdom a poskytuje protoplanetárnym telesám dostatok času na to, aby sa sformovali na planéty. Hviezda L 1527 IRS je prvou protoplanetou, pri ktorej objavili disk s takýmto vlastnosťami. Rodiacia sa planetárna sústava priprímava mladú Slnečnú sústavu.

Hviezdu L 1527 IRS po prvý raz zmonitoval vesmírny dalekohľad Spitzer. (Podrobnejšie údaje namerali pomocou rádioteleskopov pracujúcich v submilimetrovej a milimetrovej oblasti.) Vlastnosti hviezdy sú natoliko zaujímavé, že tímu vedcov z University of Illinois a Astronomického inštitútu pri Havajskej univerzite prideliili čas na obrov rádioteleskope ALMA (Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array), pomocou ktorého budú môcť študovať protoplanetárne sústavy aj vo väčších vzdialenosťach. Vedcov zaujíma, ako sa disky formujú, ako rýchle mladé hviezdy nabálujú hmotu, až kým nenadobudnú konečnú hmotnosť.

Nature



L 1527 IRS vesmírneho dalekohľadu Spitzer.



Po skončení II. světové války se tehdy velmi mladá (*1944) observatoř na Skalnatém Plese (s pobočkou na Lomnickém štítě) stala od roku 1946 světově proslulou díky četným objevům komet. Ještě v r. 1959 vedla poválečnou statistiku s 18 objevenými či spoluobjevenými komety, před observatoří Mt. Palomar, která měla v té době 13 „zárezů“. Jak známo, tatranští lovci komet používali k objevům slavný širokoúhlý *binar Smet 25 x 10 cm*, a to jsou klíčová čísla pro článek, v němž na žádost redakce Kozmosu shrnuji 10 významných astronomických objevů posledního čtvrtstoletí astronomie. Mělo by jít sice o objevy nejvýznamnější, ale zdráhám se toho přivlastku použít, protože si uvědomuji, že každý další pisatel by vybral objevy jiné. Tepřve kdyby nás takový přehled napsalo nezávisle řekněme 25 slovenských a českých astronomů, možná by se z těch překryvů vylouplo opravdu těch 10 nejvýznamnějších.

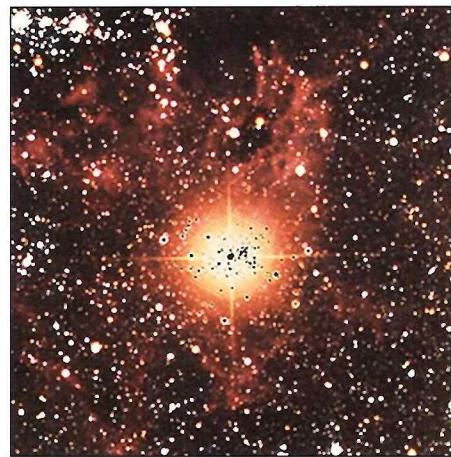
Až na výjimky nevznikají nové objevy ve vědě naráz, ale vynořují se z rozsáhlého pozadí vědeckých prací zvolna, takže je někdy docela zapeklité zjistit, kdy došlo ke klíčovému průlomu v dané oblasti výzkumu. Je to vidět i na Nobelových cenách za objevy v přírodních vědách, kde téměř pokaždé vzniká po jejich udělení nanejvýš třem bádatelům rozsáhlá debata o tom, kdo byl v tom konkrétním případě oponut a zda byli laureáti opravdu ti praví. Abych si proto zadání usnadnil, vybral jsem ty objevy, kde podle mého mínění došlo ke klíčovému pokroku v intervalu let 1987 – 2011, ale snažil jsem se je pokaždé zasadit do širšího rámce soudobého astronomického poznání.

10 × (objevů)

I. Supernovy

Kanadský astronom Ian Shelton (*1957) objevil 24. února 1987 během rutinních pozorování na observatoři Las Campanas v Chile **Supernovu 1987A** ve Velkém Magellanově mračnu pomocí 0,25 m refraktoru, ale byl by ji klidně mohl objevit i pouhým okem, protože v době expozice byla již asi 4,5 mag, jak se po vyvolání fotografického snímku ostatně sám přesvědčil. Byla to první supernova viditelná očima od objevu dalekohledu a spektrografu; navíc v době, kdy už kolem Země obíhaly astronomické umělé družice pro pozorování v ultrafialovém, infračerveném a rentgenovém oboru spektra, nemluvě o citlivých radioteleskopech na Zemi.

Supernova však byla, jak se dodatečně zjistilo, také zdrojem krátké spršky asi 25 energetických **neutrín**, jež zachytily podzemní observatoře *IMB* (Ohio) v USA, *Kamiokande* v Japonsku a *SAGE* v Rusku zhruba 3 hodiny před optickým zjasněním. To dobré odpovídá představě, že tato supernova třídy II vznikla gravitačním zhroucením hmotné hvězdy, protože pro neutrina není hroutící se hvězda žádnou překážkou, ale pro fotony ano. Tak se podařilo dramaticky potvrdit, že základní představa astrofyziků o původu kolapsarů (hvězd s konečnou hmotností $> 8 M_{\odot}$, které vyčerpaly palivo pro termonukleární reakce) jsou správné. Zcela přirozeně se **Supernova 1987A** stala nejlépe studovanou supernovou v dějinách astronomie a její výzkum stále pokračuje. K největším překvapením patří, že nevybuchl červený veleobr třídy Ia, ale modrý, dále že nevznikl pulsar –



Supernova 1987A na snímku Anglo-Australian Observatory.

rychle rotující neutronová hvězda a konečně že výbuch byl zřetelně nesouměrný, jak se projevilo interakcí rázových vln s okolními již dříve vyvrženými prstenci plynu v okolí supernovy. Z pozorování neutrín pak vyplynulo, že právě pomocí neutrín se uvolní největší část celkové energie výbuchu supernovy; to, co astronomové pozorují opticky, ale i ve všech dalších oborech elektromagnetického záření představuje jen pověstnou třešničku na dortu.

II. Neutrina

První astronomický experiment týkající se neutrín spustil americký chemik *Raymond Davis* (1914 – 2006) již v r. 1970 v podzemní laboratoři v dole na zlato *Homestake* v Jižní

Super Kamiokande v Japonsku.

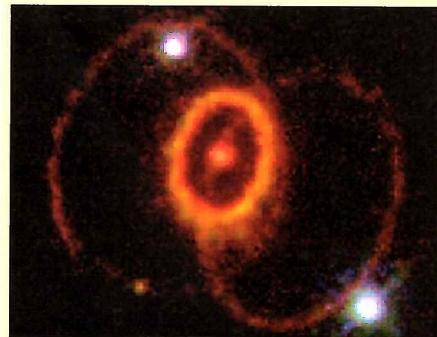
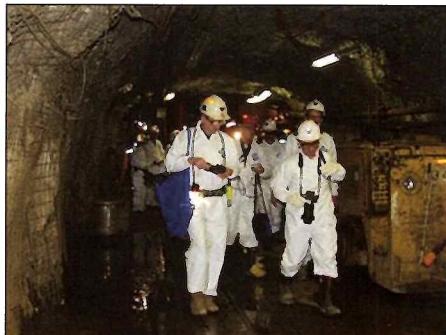


25

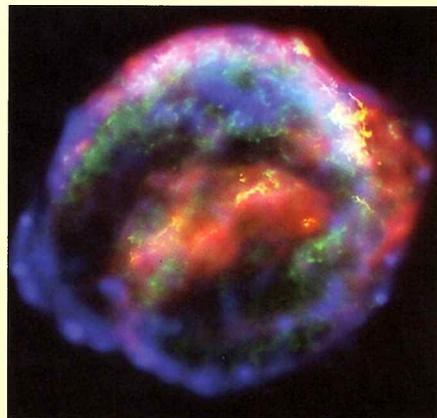
let rozvoje astronomie)



Laboratorium SNO v bani na zinok 2 km pod zemou nedaleko Sudbury.



Supernova 1987A zhotovená HST.



Zvyšky Keplerovej supernovy.

Dakotě v hloubce asi 1,5 km pod zemí. Detektorem byl perchlorethylén v nádrži o objemu 380 m³. Při interakci slunečních neutrín s jádry atomů ³⁷Cl vznikal radioaktivní ³⁷Ar, který bylo možné detektovat radiochemickými metodami. V porovnání s teoretickými výpočty *Johna Bahcalla* (1934 – 2005) však výsledek experimentu, který probíhal až do r. 1994, byl jednoznačný: ze Slunce přichází do detektoru tříkrát méně neutrín, než odpovídalo zářivému výkonu Slunce na základě známých termonukleárních reakcí a teplotě v centru Slunce vypočtené z modelů hvězdných niter.

Tak vznikl tzv. **neutrínový skandal**, jenž měl potenciálně dvě řešení: buď jsou špatně astrofyzikální modely hvězd hlavní posloupnosti, anebo se neutrina nechovají jako jiné elementární částice. K řešení zapeklitého problému se spojily sily dalších neutrínových observatoří, již zmíněných tří observatoří v USA, Japonsku a Rusku a také italská observatoř *GALLEX* pod pohořím Gran Sasso. Všechny observatoře potvrdily pozorování z detektoru *Homestake*, deficit slunečních neutrín proti modelům byl prokázán nad jakoukoliv pochybnost.

K řešení nakonec přispěl vynikající nápad kanadských astrofyziků zopakovat ve spolupráci s americkými a britskými fyziky Davisův experiment v laboratoři *SNO* v dole na zinek poblíž Sudbury v hloubce 2 km pod zemí. Místo perchlorethylénu bylo detektorem 1 tisíc tun těžké vody, zapojené kanadskou komisí pro atomovou energii. Experiment započal v květnu 1999 a skončil v listopadu 2006. Už první výsledky měření z léta 2001 ukázaly, že ve skutečnosti přítok neutrín ze Slunce odpovídá astrofyzikálním výpočtům, ale že za deficit neutrín v předešlých experimentech je zodpovědné „nezod-

povědné“ chování samotných neutrín, která během svého letu mění svou „vůni“, čili – jak fyzikové už dříve předpověděli teoretičky – oscilují mezi třemi vůněmi. Předešlé experimenty byly citlivé pouze na jedinou vůni neutrín, a jejíž oscilace jsou statisticky rovnocenné, není divu, že Davis naměřil právě třetinu očekávaného neutrínového toku. Naproti tomu těžká voda dokáže zachytit neutrina s libovolnou vůní.

Objev **oscilací neutrín** tak jednoznačně prokázal, že neutrina jsou velmi zvláštní elementární částice, která nutně musí mít klidovou hmotnost větší než nula, aby mohla oscilovat. Tyto hmotnosti jsou navíc pro každou vůni neutrín odlišné, ale vesměs velmi blízké nule, protože dosud jsou známy jen jejich horní meze. Současně to znamená, že neutrina se mohou pohybovat rychlostmi velmi blízkými rychlosti světla, což právě ukázala pozorování neutrín z výbuchu *Supernovy 1987A*. (Údajné nadsvětelné rychlosti neutrín naměřené v experimentu *OPERA* pod pohořím Gran Sasso v r. 2011 byly vyvráceny; šlo o banální chybu v provedení experimentu.) V r. 2002 získal *R. Davis Nobelovu cenu za fyziku* společně s šéfem experimentu Kamionkande *Masatoshim Koshibou* (*1926), u něhož Nobelův komitét zhodnotil jeho přínos při zachycení neutrín ze *Supernovy 1987A*. Kanadský experiment ocenila *Mezinárodní astronomická unie (IAU)* pojmenováním planetky (14724) *SNO*.

III. Gravitační čočky a mikročočky

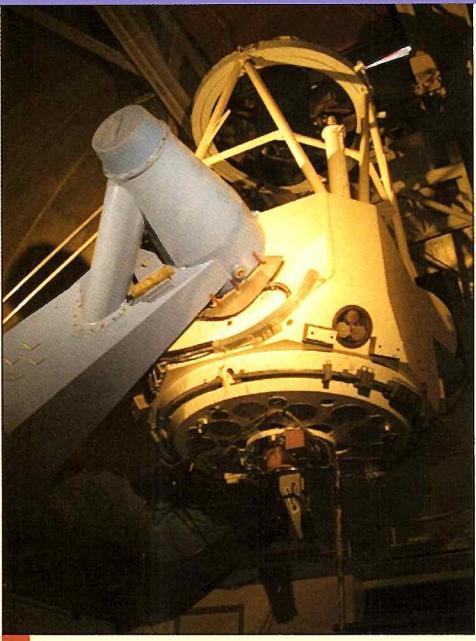
V r. 1936 ukázal český astronom *František Link* (1906 – 1984), že z obecné teorie relativity vyplývá **efekt gravitační čočky**, kterou může být dostatečně hmotný objekt nastavený přesně

do cesty světelným paprskům od vzdálenějšího bodového zdroje k pozorovateli. Následkem toho se v ideálním případě zobrazí vzdálený objekt pro pozorovatele jako prstýnek a při mírném vyosení jako dva srpky, popřípadě lichý počet bodových zdrojů. Protože se k pozorovateli dostanou i paprsky, které by ho bez přítomnosti gravitační čočky míjely, je navíc světlo vzdáleného bodového zdroje zesíleno tím více, čím je souosost objektů lepší.

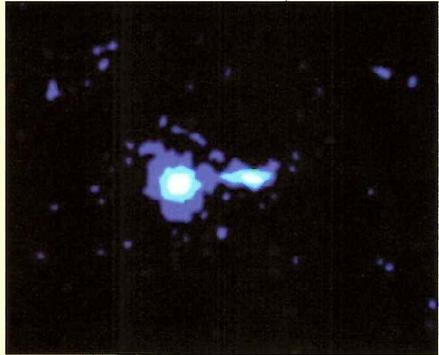
Link publikoval svou práci: *Sur les conséquences photométriques de la déviation d'Einstein* v rozpravách francouzské Akademie: *Comptes Rendus Acad. Sc. Paris*, 202, (16 mars 1936), 917–919; tj. o 3/4 roku dříve než A. Einstein, kterého k výpočtu efektu doslova dostrkal český inženýr R. W. Mandl. Einstein publikoval výpočet anglicky (*Lens-Like Action of a Star by the Deviation of Light in the Gravitational Field*) v týdeníku *Science* 84, No. 2188. (Dec. 4, 1936), 506–507 s poznámkou, že efekt nemá praktický význam, protože pravděpodobnost seřazení tří bodových astronomických objektů na přímcí je zanedbatelně malá a úhlová velikost pozorovaného prstýnku je pod hranicí rozlišovací schopnosti astronomických dalekohledů. Již o rok později však *Fritz Zwicky* (1898 – 1974) usoudil, že efekt by se mohl uplatnit v případě, že by šlo o plošnou gravitační čočku, tj. kupu vzdálených galaxií.

Navzdory Einsteiniho pesimismu a ve shodě s Zwickyho předvídatostí objevili *D. Walsh* aj. pomocí 2,1 m reflektoru na observatoři *Kitt Peak* v Arizoně v r. 1979 páru kvasarů *Q00957+561 AB* (*UMa*) s identickými červenými posuvy $z = 1,4$ (vzdálenost od nás 2,7 Gpc) a naprostě identickými spektry. Brzy se ukázalo, že jde

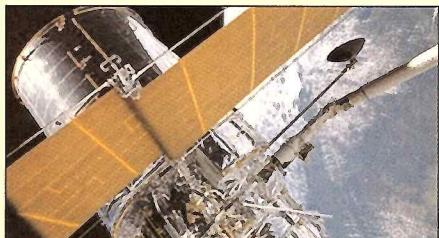




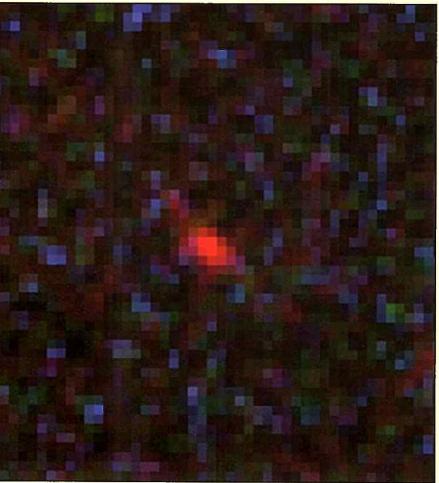
D. Walsh a kol. pomocou 2,1m reflektora (na snímce) na observatoři Kitt Peak v Arizone objavili v roce 1979 pár kvazarov Q00957+561 AB (UMa).



Kvazar PKS 0637-752 byl objevený pomocou satelitu Chandra.



W. Zhang a kol. pomocou Hubbleova optického dalekohledu (na snímce hore) a Spitzerova infračerveného dalekohledu objavili zatíž naj-vzdialenejšiu galaxii MACS 1149-JD (na snímce dole).



o jediný kvasar rozdvojený a zesílený gravitační čočkou – mezilehlou obří elliptickou galaxií (G1) a přilehlou kupou galaxií s červeným posuvem $z = 0,4$ (vzdálenost od nás 1,0 Gpc).

Dostatečně přesné seřazení plošného objektu (galaxie) a bodového objektu (kvasaru) je totiž podstatně pravděpodobnější, než slícování dvou bodových obrazů hvězd. Jelikož galaxie a přilehlá kupa má nesrovnatelně větší hmotnost než osamělá hvězda, byla úhlová rozteč mezi oběma obrazy jediného kvasaru v tomto prvním případě pohodlně velká – plných 6", což snadno rozliší i malý dalekohled. Kvasar 17 mag je navíc proměnný a tato proměnnost je pro složky A a B posunuta ve fázi, protože zakřivené dráhy obou světelných svazků nejsou stejně dlouhé; z dlouhodobých pozorování vychází velikost zpoždění 417 dnů, tj. dráha svazku B je o 1,2 světelného roku delší než dráha svazku A.

Dnes už je známo více než 100 obdobných případů. Podle přesnosti slícování pozorujeme jednak páry kvasarů, dále čtyřlístky, Einsteinovy kříže nebo prsteny a kvasary zobrazené vícenásobně několika různými gravitačními čočkami v mezilehlé kupě galaxií. Kromě toho v r. 1986 Roger Lynds (*1935) a Vahé Petrosian (*1938) a nezávisle Geneviève Soucailová aj. ohlásili objevy obřích svítících oblouků, pro něž dokázali určit jejich vzdálenosti z kosmologických červených posuvů. Tak se potvrdila znova Zwickyho předvídavost, že obří kupy galaxií mohou sloužit jako gravitační čočky. V tomto případě však zobrazený objekt není bodový, jako u kvasarů, ale rovněž plošný jako mezilehlá čočka. Tím mohou vznikat nejrozvodivější deformace obrazů vzdálených galaxií právě v podobě obřích svítících oblouků.

Význam objevu má mimořádné důsledky pro soudobou kosmologii. Již v 60. letech XX. stol. ukázal norský astrofyzik Sjur Refsdal (1935 – 2009), že pokud budou objeveny gravitační čočky, bude možné z časové prodlevy mezi proměnností jednotlivých obrazů a z vlastností mezilehlé gravitační čočky určovat nezávisle na jiných metodách hodnotu **Hubbleovy konstanty** rozpínání vesmíru.

Kromě toho lze gravitačních čoček využít jako objektivu vpravdě gigantických vesmírných teleskopů, v nichž roli okuláru hraje výkonné teleskop na oběžné dráze kolem Země. Přesně tímto způsobem objevili v r. 2012 W. Zheng aj. pomocí Hubbleova optického a Spitzerova infračerveného kosmického teleskopu zatím nejvzdálenější galaxii **MACS 1149-JD**, neboť její jasnost byla zvýšena $15\times$ mezilehlou kupou galaxií **MACS J1149+2223**. Červený posuv této minigalaxie s hmotností pouhého 1 % hmotnosti naší Galaxie $z = 9,6$ znamená že toto galaktické batole bylo od nás vzdáleno 4,0 Gpc, čili jeho portrét odpovídá stáří vesmíru 500 mil. let po velkém třesku. Odtud lze usoudit, že se galaxie začala formovat asi 200 mil. let po velkém třesku.

Prakticky současně našli Anthony Gonzales aj. pomocí kamery ACS HST obří svítící oblouk na pozadí mimořádně hmotné (500 $T\mathrm{M}_\odot$) kupu galaxií **IDCS J1426.5+3508** (vzdálenost 3,1 Gpc). Ukázali, že oblouk odpovídá gravitačně zesílenému a deformovanému obrazu galaxie s překotnou tvorbou, která vznikla asi 700 mil. let po velkém třesku.

Mezitím polský astronom Bohdan Paczyński (1940 – 2007) přišel na geniální nápad spočítat pravděpodobnost zesílení světla vzdálené hvězdy bližší bodovou gravitační čočkou, protože měření jasnosti hvězd dosáhlo v mezidobí od Linkových a Einsteinových výpočtů podstatně vyšší citlivosti a také naše znalosti o prostorové hustotě hvězd se podstatně zlepšily. V r. 1987 tak ukázal, že *pravděpodobnost dostatečně přesného slícování konkrétní hvězdy v Galaxii s mezilehlou hvězdou, jež posluží jako gravitační čočka, je řádu $10^{-6}/\text{rok}$* , tj. museli bychom monitorovat jasnost konkrétní hvězdy v průměru po dobu 1 milionu let, abychom mohli pozorovat zvýšení jasnosti dané dočasným slícováním její polohy vůči bližší gravitační čočce vlivem náhodného (pekuliárního) pohybu hvězd vůči sobě.

Moderní polovodičové matice CCD však umožňují snímkovat opakován miliony hvězd každou jasnu noc, takže v takovém souboru dat lze průměrně jednou za rok takové zjasnění zjistit pomocí vhodného algoritmu. Příslušné zjasnění vzdálené hvězdy se dá navíc snadno rozlišit od geometrických či fyzikálních kolísání jasnosti proměnných hvězd, protože gravitačně vyvolané zjasnění hvězdy je achromatické, čili ve všech vlnových délkách stejně.

Tak vznikly vzápětí projekty **hledání gravitačních mikročoček**, které pokryly oblast galaktické výdutě, kde je hustota hvězd a tím i pravděpodobnost výskytu gravitační čočky podstatně zvýšena. Další lovištěm gravitačních mikročoček se stala obě Magellanova mračna a husté partie v okolí centra galaxie M31 v Andromedě. První úspěšné detekce zjasnění hvězd díky gravitačním mikročočkám byly ohlášeny v r. 2003 v rámci experimentů na jižní polokouli (**OGLE, MACHO a EROS**). O úspěch Paczyńského nápadu se zasloužili programátoři, kteří napsali rychlé vyhledávací programy, odhalující i malé achromatické zjasnění hvězd. Pro úspěch projektu je totiž zapotřebí porovnávat denně jasnosti řádově 10 milionů hvězd na aktuálním snímku se snímkem vzorovým.

Dnes se díky celému tuctu přehlídkových programů podařilo nalézt bezmála tisícovku gravitačních zjasnění obrazů hvězd, což dovoluje počítat geometrické i fyzikální parametry zeměna trpasličích hvězd, ale dokonce i exoplanet. Úspěšná měření v posledním případě vyžadují pečlivou a rychlou koordinaci pozorování na vícero stanovišť, protože zjasnění díky exoplanetám trvají jen hodiny. Jako původně vedlejší produkt těchto projektů se ukázala možnost **masového objevování proměnných hvězd rozličných typů**, od kontaktních dvojhvězd, přes různé další typy základových dvojhvězd až po proměnné typu RR Lyr a cefidy. Jde o rozsáhlé a poměrně homogenní katalogy proměnných hvězd nezřídka s desítkami tisíc položek. K přehlídkám se využívá dalekohledů s průměrem zrcadel kolem 1,5 m a co možná nejšířím zorným polem. Přehlídky gravitačních mikročoček se tak staly úspěšnou inspirací pro tzv. *synoptické přehlídky oblouky*, kdy se v co nejkratším intervalu opakován sleduje co možná největší část dostupné oblouky s cílem zjistit jakékoli změny poloh a jasnosti pozorovaných objektů.

(Pokračování v příštím čísle)

S tímto nečekaným výsledkem koresponduje také práce M. van Kerkwijk a j., kteří tvrdí, že přesné vyladění podmínek pro bílé trpaslíky typu C-O není příliš pravděpodobné. *Nepozorujeme totiž skoro žádné bílé trpaslíky s hmotnostmi těsně pod Chandrasekharovoumezí*. Proto se rovněž přiklánějí k názoru, že většina výbuchů supernov Ia vzniká splynutím dvou přibližně stejně hmotných trpaslíků obklopených malými hustými akrečními disky. Rychlá akrece z disků vede nakonec k prudké detonaci pozorované jako supernova Ia. Pomalé přiblížování hmotnosti bílého trpaslíka k Chandrasekharové mezi a následný výbuch je sice možné, ale zcela atypické.

Ostatně důkazy o pestrosti scénářů pro výbuch supernov s rostoucím pozorovacím materiélem neustále přibývají. H. Perets a j. studovali supernovu **2005E**, která vybuchla v halu osamělé galaxie *NGC 1032* (*Cet*; vzdálenost 34 Mpc), tj. 23 kpc od centra galaxie a 11 kpc nad jejím diskem. Spektrum supernovy se blížilo třídě Ib, ale množství vyvrženého materiálu $0,3 M_{\odot}$ bylo podezřele nízké, ačkoliv rychlosť rozpínání slupky činilo 11 tis. km/s. Největší hmotnostní podíl ve slupce měl vápník ($0,14 M_{\odot}$). Absolutní hvězdná velikost supernovy tak dosáhla jen -15 mag. Autoři proto soudí, že bílý trpaslík přesáhl *Chandrasekharovu mez* díky importu helia od svého průvodce, namísto běžného vodíku. Podobně K. Kawabata a j. popsali anomální průběh výbuchu supernovy **2005cz** v eliptické galaxii *NGC 4589*. Spektrum supernovy se totiž lišilo jak od třídy Ib, tak i od třídy IIb, přestože šlo nejspíš o gravitační zhroucení dostatečně hmotné hvězdy s hmotností $12 - 15 M_{\odot}$.

T. Moriya a j. upozornili na skutečnost, kterou si poprvé uvědomil S. Colgate již v r. 1971. Již tehdy zjistil, že supernovy vzniklé hroucením hmotných hvězd nemají dost energie na rozmetání cárů výbuchu do okolí. Nyní se to potvrdilo pro supernovu **2008ha** (třída Ia pec), která měla před výbuchem hmotnost $13 M_{\odot}$, ale energie exploze dosáhla jen $1,2 \cdot 10^{41} J$, zatímco běžné kolapsary uvolní energii řádu $10^{44} J$. Supernova dodala do rozpínající se obálky jen $0,003 M_{\odot}$ radioaktivního nuklidu ^{56}Ni , takže její absolutní hvězdná velikost v maximu dosáhla jen $-14,2$ mag. Hmotnost cárů však činila $0,074 M_{\odot}$, takže jejich rychlosť nedosáhla rychlostí únikové. Cáry se proto po balistických drahách vracejí zpět na kolapsar a tím prodlužují hvězdnou agónii zejména v oborech energetického rentgenového a gama záření. Takovým způsobem lze vysvětlit i občas pozorované mimorádně dlouhé záblesky *GRB*.

Pozoruhodnou práci o **supernovách ve velmi raném vesmíru**, kdy *metalicia Z* (zastoupení chemických prvků počínající uhlikem) byla nulová, publikovali C. Joggerst a j. Tento tým modeloval vývoj hvězd populace III (se $Z = 0$, resp. $Z = 10^{-4}$) s počátečními hmotnostmi 15, 25 a $40 M_{\odot}$. Pro každý model ještě navíc uvažovali dvě varianty rychlosti rotace hvězd. Jak se ukázalo, právě *rychlosť rotace má vliv na výsledný osud těchto krátkozijících hvězd v raném vesmíru*. Pokud hmotná hvězda dostatečně rychle rotuje, projeví se to silnějším termonukleárním hořením vodíku ve slupce kolem jádra hvězdy a vznikem jader dusíku při termonukleárních reakcích v nitru hvězdy. Hvězda se z hlavní posloupnosti postupně přemísť do pásmu *červených veleobrů* a vybuchne jako supernova třídy II. Pokud hvězda rotuje velmi pomalu, stane se z ní *modrý veleobr* a ten rovněž vybuchne jako supernova II.

V obou případech se do kosmického koloběhu prvků dostanou zplodiny termonukleárních reakcí, takže *metalicia* mezihvězdného prostředí nepatrě vzroste. Příslušné modely nové generace hmotných hvězd se $Z = 10^{-4}$ pak ukázaly, že i tato nepatrna *metalicia* u dostatečně rychle rotujících hvězd způsobí, že jejich konečným stádiem jsou **kompaktní modré hvězdy**. Modré hvězdy dávají obecně nižší energie výbuchu, takže zanechávají méně hmotný pozůstatek a více chemicky pestřejšího materiálu rozmetají do okolního prostoru. Tak se nakonec ukazuje, že právě *gravitační zhroucení jader hvězd s původními hmotnostmi $15 - 40 M_{\odot}$ přispívá v raném vesmíru nejvíce ke zvyšování zastoupení astrofyzikálních „kovů“ na úkor vodíku a helia. Autoři své výpočty konfrontovali s údaji pro supernovu **HE 0557-4840** s nulovou metalicitou, při jejímž výbuchu se uvolnila energie $2 \cdot 10^{44} J$. Pozorované zastoupení kovů v rozpínající se slupce supernovy velmi dobře souhlasí s modelovými výpočty.*

Podle F. Iocca hraje ve velmi raném vesmíru zajímavou úlohu také **skrytá látka**, která se koncentruje podél dlouhých vláken kosmické pavučiny, kudy proudí také baryonová látka. Chladnoucí baryony na sebe lákají i skrytou látku a tak vznikají jednak standardní hmotné hvězdy populace III, tak i „**skryté hvězdy**“ tvořené skrytou látkou s příměsí baryonů. Velmi hmotné „**skryté hvězdy**“ se gravitačně hroutí přímo na černé veledíry, zatímco méně hmotné se zbaví skryté látky. Zbylý podíl baryonové látky se vyvíjí jako standardní hmotné hvězdy díky termonukleárním reakcím a skončí výbuchem supernovy. Pokud je hustý centrální zbytek dostatečně hmotný, zhroutí se po výbuchu na hvězdnou černou díru, takže tento materiál se už dalšího koloběhu chemicky pestré látky během dalšího vývoje vesmíru nezúčastní.

V r. 2010 došlo k průlomu v modelových výpočtech samotného průběhu výbuchu supernov, protože řadě autorských kolektivů se podařilo poprvé propočítat **trojrozměrné modely**. Takové výpočty jsou nesmírně náročné na výpočetní kapacity i rychlost operací, ale i na astrofyzikální podklady a numerické metody. První takový trojrozměrný model, k němuž potřebovali čtvrt roku výpočetního času na superpočítacích, uveřejnili v květnu 2010 N. Hammer a j. Jenom *přesný propočet první sekundy výbuchu by vyžadoval 10^{21} operací (!) v pohyblivé čárce*, což přesahuje současné možnosti počítačů téměř o pět rátů, takže i tento první model 3D představuje velké zdjednodušení. Nicméně i odtud vyplynul klíčový závěr, že u hmotných hroutících se hvězd *stačí produkce neutrín v okolí neutronové hvězdy na spuštění gigantického výbuchu* supernovy. Vzápětí uvedli J. Nordhaus a j., že jednorozměrné i dvojrozměrné modelové výpočty byly natolik vzdálené od reality, že jejich selhávání (předčasně zastavení výbuchu) bylo nevyhnutelné. Modely 3D také ukázaly, že výbuchy supernov nejsou izotropní, ale dosti silně *asymetrické*, ve shodě s tím, co naznačují pozorování. To opět problematizuje význam standardních svíček v kosmologii tak populárních, i když K. Meada a j. ujištují, že pro dostatečně velké statistické soubory supernov se nepříjemné asymetrie prostě zprůměrají.

3.2. Radiové pulsary

J. Halpern a E. Gotthelf podrobně prozkoumali vlastnosti podivuhodného pulsaru **J1852+0040** (impulsní perioda 0,1 s) v pozůstatku po supernově **Kesteven 79**, jenž slabě svítí i v rentgenovém pásmu spektra. Rentgenová světelná křivka je však po dobu pětiletého sledování pozoruhodně stálá a brzdění rotace relativním tempem 10^{-17} neuvěřitelně nízké, takže indukce magnetického pole na povrchu rotující neutronové hvězdy dosahuje „jen“ 3 MT. Autoři odhadli, že pulsar je od nás vzdálen asi 7 kpc, takže jeho rentgenový zářivý výkon činí jen $10^{26} W$, což je zatím nejmenší hodnota pro takto mladou neutronovou hvězdu představující čistě teplný tok vychládající hvězdy. Zářivý výkon uvolňovaný brzděním pulsaru je ještě o řadu nižší. Rentgenové spektrum pulsaru lze vysvětlit pomocí dvou horkých skvrn na povrchu neutronové hvězdy o teplotách 3 MK a 5 MK, jejichž průměry dosahují 4 km

a 1 km. Tak výrazná anizotropie rozložení teplot na povrchu hvězdy je při tak relativně slabém magnetickém poli zcela nepochopitelná a autoři proto označují tento případ jako *antimagnetar*.

Naproti tomu S. Olausen aj. objevili pomocí rentgenové družice Newton pulsar **J1734-3333** s extrémně silným magnetickým polem 5 GT. Navzdory tak silnému poli však pulsar září v rentgenovém oboru relativně slabě, což je kupodivu typické pro magnetické pulsary s rotačními periodami 2 – 12 s.

Proslulý pulsar v Krabí mlhovině **B0531+21** (impulsní perioda 0,03 s), který vznikl po výbuchu supernovy v *Býku* v r. 1054, pulsuje podle G. Machabeliho a Z. Osmanova i v pásmu tvrdého záření gama o energiích >25 GeV, jak ukázala soustavná měření aparaturou *MAGIC*. Tím se dále rozšířilo spojité pásmo elektromagnetického záření, v němž lze tento původně jen rádiový pulsar sledovat. Při objevování milisekundových pulsarů zářících v pásmu gama je nyní nejužitečnějším pomocníkem skvělá družice *Fermi*. Před jejím vypuštěním bylo známo asi 60 milisekundových pulsarů, ale samotná družice k nim už stihla přidat během prvního roku svého provozu dalších 17. Podle teorie by právě milisekundové pulsary mohly být nejlepšími kandidáty na detekci gravitačních vln, protože je přesně známa doba rotace příslušných neutronových hvězd, což zvyšuje naději na vylovení signálu gravitačního záření ze šumu.

Plošný zdroj záření gama v pásmu energií 0,1 – 3 GeV objevili u dalšího významného milisekundového pulsaru **Vela** (*B0833-45*; impulsní perioda 89 ms) A. Pellizzoni aj. pomocí detektorů na družici *AGILE*. Pulsar je od nás vzdálen 290 pc a vznikl při výbuchu anonymní supernovy přibližně před 11 tis. lety. Plošným zdrojem je zřejmě mlhovina obloukové rázové vlny pulsarového větru vznikající rychlým pohybem pulsaru vůči mezihvězdnému prostředí. Pulsar sám září výrazně díky brzdění rotace neutronové hvězdy, takže jeho zářivý výkon dosahuje $7 \cdot 10^{29}$ W. Vzápětí tento výsledek potvrdila také měření z družice *Fermi*, jak ukázali A. Abdo aj. Družice sledovala okolí pulsaru po dobu 11 měsíců a tak se ukázalo, že těžiště plošného zdroje záření gama se nachází plných 8° od pozůstatku po supernově a jde o vůbec nejjasnější stálý zdroj energetického záření gama na celé obloze! To dává vynikající příležitost prozkoumat pomocí družic rozložení energetických zdrojů i magnetických polí v mlhovině pulsarového větru.

G. Pavlov aj. uveřejnili zajímavé údaje o mlhovině pulsaru **Geminga** (*J0633+1746*), získané pomocí dlouhých expozic oběma klíčovými rentgenovými družicemi *Newton* a *Chandra*. Mlhovina má tvar obloukovitého chvostu, jehož tloušťka ve vrcholu chvostu dosahuje 50'', tj. lineárně alespoň 0,06 pc. Oblouk se nachází v protisměru prostorového pohybu pulsaru o rychlosti 210 km/s. Jde tedy nepochybně o rázovou vlnu, jež vzniká interakcí pulsarového větru s mezihvězdným prostředím. Ve vrcholu oblouku jsou vidět tři zhuštění a souměrné boky chvostu jsou dlouhé dokonce 2' (minimálně 0,14 pc). Vítr pulsaru je tak silný, že ubírá pulsaru jeho rotační energii – současná impulsní perioda pulsaru *Geminga* činí 0,24 s.

J. Yuan aj. sledovali v letech 2002 – 2009 pomocí 25m radioteleskopu *Nanshan* v Číně pulsar **B2334+61** (*Cas*), jenž souvisí s mladým pozůstatkem po supernově *G114.3+0.3*, jež vzplanula zhruba před 40 tis. lety. Podářilo se jim přitom objevit zatím rekordní skok (zkrácení) jeho impulsní periody (0,495 s), tedy dočasné zvýšení rotační rychlosti neutronové hvězdy, který proběhl v intervalu 26. srpna a 8. září r. 2005 a dosáhl relativní hodnoty $2 \cdot 10^{-5}$. Po náhlém zkrácení se impulsní perioda vrátila k normálnímu sekulárnímu poklesu relativním tempem $2 \cdot 10^{-13}$ zhruba po půl roce. Díky tomuto poklesu vyzařuje pulsar zářivý výkon $6 \cdot 10^{27}$ W. Zmíněné náhlé skoky v periodě jsou charakteristické pro mladé pulsary (v Krabí mlhovině a v souhvězdí *Plachet*) a jejich příčinou je pravděpodobně okolnost, že jádro neutronové hvězdy rotuje vyšší úhlovou rychlosťí než její pláště; občas však se vlivem změn v konfiguraci magnetického pole pláště o jádro „zadrhne“ a dojde k pozorovaným skokům.

F. Janet aj. změřili pomocí 305m radioteleskopu v *Arecibu* rychlosť šíření signálu proslulé rádiové spektrální čáry neutrálního vodíku o klidové frekvenci 1,42 GHz v mezihvězdném prostředí v okolí prvního objeveného milisekundového pulsaru **B1937+21** (*Vul*; impulsní perioda 1,56 ms, tj. přes 640 obrátek neutronové hvězdy za 1 s!). Rychlosť rádiových signálů různých frekvencí závisí, jak známo, na disperzi v mezihvězdném prostředí a slouží proto jako přibližná metoda pro určování vzdáleností rádiových pulsarů. V tomto případě však dochází v mezihvězdných mračnech H I, které se nacházejí na zorném paprsku k pozorovateli k anomální disperzi, která je zvláště patrná na rezonanční frekvenci vodíkové čáry. Autoři tak zjistili během tří pozorovacích nocí, že v průběhu téměř dvouhodinových průběžných měření přišly signály v blízkosti rezonanční frekvence v daném mračnu až o 30 μs dříve, než signály od této frekvence odlišnější. To znamená, že grupová rychlosť rezonančních signálů byla vyšší, než kolik činí rychlosť světla ve vakuu. To není v rozporu se speciální teorií relativity; naopak se pomocí této anomálie dá zjišťovat struktura rozložení mračen H I v *Galaxii* podél příslušného zorného paprsku.

Jak uvedl M. Kramer, zatím nejlepší kosmickou relativistickou laboratoř představuje **binární pulsar J0737-3039** (*CMa*; vzdálenost 600 pc), objevený M. Burgayovou aj. v r. 2003. Díky vysoké stálosti impulzních period pulsaru A (0,023 s) i B (2,8 s) mají totiž astronomové k dispozici téměř ideální dvoje Einsteinovy hodiny pro měření jemných efektů teorie. Obě neutronové hvězdy o hmotnostech $1,35 M_{\odot}$ obíhají kolem společného těžiště rychlosťí 300 km/s v periodě 144 minut (!) po mírně elliptické dráze s výstředností $e = 0,09$. Vlivem ztráty energie soustavy gravitačním zářením se velká poloosa dráhy (800 tis. km) zmenšuje denně o 7 mm, takže obě neutronové hvězdy splynou za 85 mil. let. Následkem těchto parametrů lze v soustavě pozorovat už během krátké doby řadu efektů předpovídáných obecnou teorií relativity; např. relativistické stáčení periastra dosahuje nevídání hodnoty $17^{\circ}/\text{rok}$. (U *Merkuru* činí relativistické stáčení jen $43''/\text{století}$.) Podle B. Perery aj. rádiový impuls pulsaru B od doby objevu plynule slábl a měnil svůj profil na dvojitý, až nakonec v březnu r. 2008 zcela vymizel. Příčinou je relativistická precese rotační osy neutronové hvězdy, která by měla vést k opětnému objevení tohoto impulsu v příštích desetiletích.

J. Weisberg aj. uveřejnili rozbor dlouhodobých měření změn impulsní periody klasického binárního pulsaru **B1913+16** (*Aql*; vzdálenost 6,4 kpc; hmotnost neutronové hvězdy $1,44 M_{\odot}$; impulsní perioda 0,06 s), za jehož objev v r. 1974 a následnou analýzu obdrželi v r. 1993 R. Hulse a J. Taylor *Nobelovu cenu za fyziku*. Jelikož i průvodce pulsaru je neutronová hvězda s hmotností $1,39 M_{\odot}$, jde rovněž o dobrou relativistickou laboratoř, která umožňuje určovat empiricky hodnoty řady předpověděných relativistických efektů. Navíc lze odtud určit i vlastní pohyb pulsaru, který činí $1,6$ úhlových milivteřin/rok. V květnu r. 2003 se impulsní perioda pulsaru skokem zkrátila v relativní míře o $4 \cdot 10^{-11}$. Obě neutronové hvězdy obíhají kolem společného těžiště po silně výstředné ($e = 0,62$) dráze o délce velké poloosy 2 mil. km v periodě 7,75 h. Relativistické stáčení periastra je zesíleno vinou vysoké výstřednosti dráhy a činí $4,2^{\circ}/\text{rok}$.

Nejzajímavějším efektem je ovšem relativistická ztráta energie soustavy tempem $7 \cdot 10^{-24}$ W následkem vyzařování **gravitačních vln**, což způsobuje zkracování velké poloosy dráhy tempem 3,5 m/s. Obě složky soustavy proto splynou za nějakých 300 mil. let. Pozorovaný efekt je díky zmíněným dlouhodobým pozorováním ověřen v souladu s předpověďí obecné teorie relativity s přesností 0,2 promile.

Neméně pozoruhodné výsledky přineslo podle P. Demoresta aj. sledování milisekundového (3,15 ms) binárního pulsaru **J1614-2230**, jehož složky obíhají kolem společného těžiště v periodě 8,7 d. Autoři ukázali, že oběžná rovina soustavy má sklon 89° , takže při přesném měření periody impulsů se projevuje *Shapiroovo zpoždění* (4. efekt obecné teorie relativity) ve vyšší míře než u kteréhokoliv dalšího známého pulsaru. Odtud pak lze spočítat hmotnosti obou složek, jak ukázali F. Özel aj., kteří tak dostali pro průvodce pulsaru (bílého trpaslíka) hmotnost $0,5 M_\odot$ a pro vlastní pulsar rekordně vysokou hodnotu $2,0 M_\odot$. Odtud vyplývá, že pulsar představuje v tomto případě rychle rotující neutronovou hvězdu, jejíž extrémně vysoká hmotnost dává naději na detekci gravitačních vln s frekvencí <500 Hz.

Shapiroovo zpoždění lze podle C. Markwardta a T. Strohmayera měřit také u milisekundového rentgenového pulsaru **Sw J1749.4-2807**, který je svým průvodcem o hmotnosti $0,7 M_\odot$ a poloměru $0,85 R_\odot$ dokonce zakrýván po dobu 37 min, tj. po 7 % délky oběžné periody 8,8 h. Jde o vůbec první takový případ mezi milisekundovými rentgenovými pulsary. Příslušná rentgenová světelná křivka byla získána pomocí družice *RXTE*. Odtud vyplývá, že složky dvojhvězdy kolem sebe obíhají v minimální vzdálenosti 570 tis. km po téměř dokonalé kružnici a oběžná rovina je skloněna k normále zorného paprsku pod úhlem 77° . Naneštěstí je rentgenové záření soustavy silně proměnné s časem, takže potrvá ještě delší dobu, než bude možné přesně určit hmotnost kompaktní složky a tím případně stanovit nové meze pro hmotnosti reálných neutronových či kvarkových hvězd.

C. Pallanca aj. našli pomocí nové kamery *WFC3 HST* optického průvodce binárního milisekundového pulsaru **J1824-2425H** v kulové hvězdokupě *M28*. Jde o trpasličí hvězdu hlavní posloupnosti o hmotnosti $0,7 M_\odot$ a efektivní teplotě 6 kK, která se nachází v úhlové vzdálenosti $0,2''$ od samotného pulsaru. Vysoká teplota hvězdy při její malé hmotnosti je důsledkem ohřevu blízkým pulsarem, jenž je od trpaslíka vzdálen jen asi 2 mil. km. Proto je poloměr trpaslíka $0,65 R_\odot$ důkazem, že trpaslík již zcela vyplňuje svůj Rocheův lalok. Obě složky kolem sebe obíhají v periodě 0,44 d a jsou velmi staré – jejich stáří autoři odhadli na 13 mld. let. B. Knispel aj. poukázali na znamenité výsledky projektu sdíleného počítání *Einstein@Home*, v němž dobrovolníci ze 192 zemí světa hledají od r. 2009 pulsary v přehlídcech z *305m radioteleskopu v Arecibu*. Programu se účastní již 250 tis. dobrovolníků, kteří mají k dispozici 100 tis. osobních počítačů a zpracovávají tak balíčky dat o velikosti 2 MB. K nejzajímavějším úlovkům projektu patří pulsar **J2007+2722** s tokem jen 2 mJy na frekvenci 1,5 GHz, jenž má impulsní periodu 0,024 s, je od nás vzdálen přes 5 kpc a jeho stáří se odhaduje na plných 21 mil. let, takže magnetické pole na povrchu neutronové hvězdy má indukci nižší než 2 MT.

3.3. Hvězdné zdroje rentgenového a gama záření

T. Yuasa aj. zkoumali pomocí rentgenové družice *Suzaku* 17 bílých trpaslíků ve dvojhvězdách, nazývaných **intermediální polary**. Do této skupiny kataklyzmických rentgenových dvojhvězd s kompaktní složkou patří jen několik desítek objektů, v nichž úlohu kompaktní složky hrají bílí trpaslíci s prostředně silným (intermediálním) magnetickým polem a druhou složku představuje hvězda hlavní posloupnosti, která předává svou hmotu do akrečního disku kolem bílého trpaslíka. Vnitřní část disku se však pohybuje podél relativně hustých magnetických siločar v podobě plynných proudů směrem k povrchu bílého trpaslíka. Autoři dokázali změřit hmotnosti bílých trpaslíků s přesností $\pm 0,2 M_\odot$ a tak našli poměrně vysokou střední hodnotu hmotnosti intermediálních polarů $0,9 M_\odot$, přičemž indukce magnetického pole na jejich povrchu byla vesměs nižší než 100 kT. Teplota rentgenové svítícího plynu se však pochybovala v hodnotách >100 MK!

T. Güver aj. odvodili parametry neutronové hvězdy v rentgenové dvojhvězdě s nízkou hmotností složek (*LMXB*) **4U 1608-52** na základě pozorování družic *Newton*. Nejpravděpodobnější vzdálenost soustavy odhadli na necelých 6 kpc a odtud pak určili poloměr neutronové hvězdy 9,3 km a její velmi vysokou hmotnost $1,7 M_\odot$.

V. Doroshenko aj. studovali pomocí družic *INTEGRAL*, *RXTE*, *ASM* a aparatury *BATSE* na družici *Compton* dlouhoperiodický rentgenový pulsar ve dvojhvězdě **GX 301-2**, jejíž druhá složka je ranou hvězdou sp. třídy B o poloměru $43 R_\odot$, ztrácející hmotu hvězdným větrem tempem $10^{-5} M_\odot/\text{r}$. Impulsní perioda pulsaru 684 s je rekordně dlouhá a prodlužuje se velmi rychle relativním tempem $4 \cdot 10^{-8}$. Soustava je od nás vzdálena několik kpc a obě složky kolem sebe obíhají po silně výstředné dráze ($e = 0,5$) v periodě 41,5 d, která se však plynule zkracuje rekordně rychlým tempem $3 \cdot 10^{-5} \text{ d/r}$. Odtud vyplývá vysoká indukce magnetického pole neutronové hvězdy na úrovni 10 GT.

L. Gou aj. uvedli, že přechodný měkký rentgenový zdroj **A0620-00** (= *V616 Mon*; vzdálenost 1,1 kpc) vykázal zatím nejdělsší a největší rentgenový výbuch mezi všemi známými rentgenovými dvojhvězdami. Výbuch pozorovaný družicí *OSO-8* se odehrál v letech 1975 – 1976 a zdroj měl v maximu intenzitu $50 \times$ vyšší než zdroj v *Krabí mlhovině*, což odpovídá teplotě 7 MK. Od té doby je však zdroj v souhvězdí *Jednorožce* v klidu. Autoři odvodili z analýzy výbuchu hmotnost černé díry v této soustavě na necelých $7 M_\odot$ a její spin jen 0,1, což je nezvykle nízká hodnota (spiny ostatních černých dér se většinou blíží maximu 1,0).

K. Kubota aj. revidovali hmotnosti složek proslulé rentgenové zákrytové dvojhvězdy **SS 433** (= *V1343 Aql*; 14 mag; vzdálenost 5,5 kpc) na základě spektroskopických měření radiálních rychlostí složek pomocí 8m teleskopů *Subaru* a *Gemini-N*. Ukázali, že hmotná složka, z níž přetéká plyn na horkou kompaktní složku (rentgenový zdroj), má hmotnost $10,4 M_\odot$, zatímco nejpravděpodobnější hmotnost rentgenové složky dosahuje $2,5 M_\odot$. Jelikož oběžná perioda dvojhvězdy 13,1 d je po 30 letech měření známa s vysokou přesností stejně jako sklon dráhy 79° , lze odtud odvodit rozmezí hmotnosti kompaktní složky $4,3 M_\odot > M_x > 1,9 M_\odot$, jež svědčí o tom, že jde s vysokou mírou pravděpodobnosti o *hvězdnou černou díru*. E. Seifinová a L. Titarchuk odvodili z rentgenových měření pomocí družice *RXTE* a z rádiových měření radioteleskopem *RATAN-600* minimální hmotnost černé díry $4,3 M_\odot$.

Objekt **SS 433** lze tedy klasifikovat jako mikrokvasar, jak rovněž ukázal M. Bowler, jenž našel spektroskopické důkazy existence akrečního disku obklopujícího černou díru, jenž kolem ní rotuje postupnou rychlosí >500 km/s. Odtud však vychází podstatně vyšší

hmotnost kompaktní složky $>18 M_{\odot}$ (horní mez dokonce $<37 M_{\odot}$), zatímco průvodce je rovněž velmi hmotná hvězda s hmotností $20 - 30 M_{\odot}$, která však zcela nevyplňuje svůj Rocheův lalok, takže akreční disk je doplňován pouze přetokem plynu přes La-grangeův bod L₂. V každém případě je minimální hmotnost této podivuhodné soustavy $>40 M_{\odot}$.

R. Dunn aj. nalezli v archivu dat družice *RXTE* celkem 25 těsných rentgenových dvojhvězd, z toho dokonce dvě soustavy, které patří do *Velkého Magellanova mračna*. Kompaktní složky v těchto dvojhvězdách jsou vesměs **hvězdné černé díry** v rozmezí hmotnosti $6 - 10 M_{\odot}$, zatímco jejich hvězdné průvodci mají hmotnosti v rozsahu $0,3 - 6 M_{\odot}$. Oběžné doby jsou vesměs krátké, v rozmezí 4 – 153 h a vzdálenosti galaktických rentgenových dvojhvězd se pohybují v rozmezí 1,7 – 10 kpc od nás.

F. Valsecchi aj. popsali vlastnosti rentgenové dvojhvězdy X-7 v galaxii M33 (*Tri*; vzdálenost 840 kpc). Kompaktní složkou ve dvojhvězdě je černá díra o hmotnosti $16 M_{\odot}$, obíhající kolem nadhvězdy o hmotnosti $70 M_{\odot}$ po nepatrné výstředné dráze v periodě 3,5 d. Primární složkou dvojhvězdy je však nadhvězda sp. třídy O7 III s efektivní teplotou 35 kK a zářivým výkonem $500 kL_{\odot}$! Stávající vývojové modely dokáží vysvětlit současné hmotnosti obou složek výměnou hmoty v těsné dvojhvězdě, ale selhávají při objasnění pozorované vysoké rentgenové svítivosti $2 \cdot 10^{31} W$ akrečního disku kolem černé díry, jejíž spin činí 0,84.

H. Feng aj. zkoumali rentgenové světelné křivky dvou proměnných rentgenových zdrojů X42.3+59 a X41.4+60 v galaxii M82, vzdálené od nás 3,6 Mpc. Zdroje vzdálené od sebe úhlově jen 5° lze částečně rozlišit jedině pomocí družice *Chandra* a odtud plyne, že druhý ze zdrojů je vůbec nejsvítivějším rentgenovým zdrojem ve zmíněné galaxii, zatím první z nich je slabší a výrazně proměnný v závislosti na čase. Právě u zdroje X42.3+59 se jim podařilo odhalit během období extrémně vysoké rentgenové svítivosti $>10^{33} W$ kvaziperiodické oscilace rentgenového záření s frekvencemi 3 – 4 mHz. Nízkofrekvenční oscilace jsou důkazem extrémně vysoké hmotnosti příslušné černé díry, která se nachází daleko od centra zmíněné galaxie s překotnou tvorbou hvězd. Taková černá díra je schopná zářit v rentgenovém oboru spektra díky přímé akreci plynu z mezihvězdného prostředí a odtud pak plyne její extrémně vysoká hmotnost v intervalu $12 - 43 kM_{\odot}$, čili jde o první solidní důkaz existence **intermediálních černých děr (IMBH)** s hmotnostmi o 1 – 4 řády vyššími než jsou typické hmotnosti černých děr, ale zato minimálně o řád nižšími než kolik dosahují černé veledíry v centrech naprosté většiny klasických galaxií.

M. Fiocchi aj. využili družice *INTEGRAL* k pokusu o identifikaci dosud objevených více než **700 zdrojů tvrdého rentgenového záření** v energetickém pásmu 17 – 100 keV. Aparatura *IBIS* na družici dokáže odhalit zdroje, jejichž intenzita představuje jen promile intenzity zdroje v Krabí mlhovině a tak není divu, že asi *třetina takto objevených zdrojů není až dosud identifikována*. Autoři se proto zaměřili především na přesné určení polohy zmíněných zdrojů s přesností na zlomky obl. vteřin. Potom srovnali údaje z družic *INTEGRAL* a *Chandra* s infračervenou přehlídkou 2MASS a s daty z pozemních Čerenkovových aparatur (*HESS*, *MAGIC*, *VERITAS*). Výsledek je ovšem velmi hubený: podařilo se jim identifikovat jen 5 zdrojů, typově jde o kupu galaxií, pulsar s mlhovinou pulsarového větru a galaxie s aktivními jádry. Pomalý pokrok v identifikaci svědčí o tom, že jde o mimořádně obtížný výzkum, ale zároveň právě zde se můžeme v nejbližších letech dočkat zajímavých překvapení.

V průběhu roku 2010 zasáhla do výzkumu záření gama naprosto originálním způsobem výtečná americká družice *Fermi*, pracující v energetickém pásmu 0,1 – 100 GeV, která dokončila přehlídku celé oblohy v pásmech 2 – 50 GeV s úhlovým rozlišením 2 – 4°. Podle G. Doblera aj. se pozoruje silný **přebytek tohoto záření** ve směru k centru *Galaxie* a dále podél vnitřní části hlavní roviny *Galaxie*. Jde o jakési vysokoenergetické „koučmo“, které se vysvětluje jako interakce synchrotronově urychlených elektronů s interstelárními fotony (*inverzní Comptonův jev*). Obecně pak souhlasí mapa rozložení tvrdého záření gama s obdobnými mapami známé družice *WMAP*, což tuto domněnku potvrzuje. Koncem r. 2010 pak oznámili M. Su aj., že družice *Fermi* propátrala pomocí aparatury *LAT* i rozsáhlé oblasti vně hlavní roviny *Galaxie* a tak se ukázalo, že až do galaktických šířek $\pm 50^{\circ}$ sahají obří **bubliny záření gama** o průměru 8 kpc, jejichž výskyt souhlasí s údaji z družic *WMAP* i *ROSAT*, ale je doložen mnohem přesvědčivěji.

Zatím se jen spekuluje o přičinách vzniku a udržování tak obrovských útváří v *Galaxii*, protože životnost fotonů gama v bublinách se odhaduje jen na 10 mil. let. Nejspíš jde o projev energetického galaktického větru z okolí černé veledíry v centru Galaxie, ale rozložení energie fotonů gama v bublinách příliš nesouhlasí s výpočty založenými na zmíněném inverzním Comptonově jevu.

J. Zhang aj. srovnali výsledky pozorování **difúzního pozadí** v energetickém pásmu gama pomocí družice *Fermi* s dřívějšími výsledky z družic *PAMELA* a stratosférického balonu *ATIC*, které vesměs poukazují na pozorovaný **přebytek elektronů i pozitronů** jak v zemské atmosféře tak v celé *Galaxii* v porovnání se stávajícími modely. Zatím se podařilo vyloučit, že za tento přebytek by snad mohly pulsary, ale ve hře je jednak kosmické záření vysokých a extrémně vysokých energií (z části neznámého původu!), popř. roz-pady hypotetických částic skryté látky. Nejspíš jsme tedy na prahu závažných objevů, ale k jeho překročení bude potřebí získat kvalitní a dostatečně početné další údaje.

Jak ukázali A. Abdo aj., je však i daleký vesmír nečekaně průhledný pro energetické záření gama, neboť se již podařilo zachytit energetické paprsky gama (energie fotonů >10 GeV) od blazarů, popř. zábleskových zdrojů záření gama (*GRB*), až ze vzdálenosti 3,75 Gpc.

3.4. Astrofyzika extrémních hvězd

P. Crowther aj. zkoušeli určit hmotnosti hvězd v proslulých kupách extrémně hmotných hvězd **NGC 3603** (*Car*; vzdálenost 7,6 kpc) a **R136** v mlhovině *Tarantule* (*30 Doradus*) ve *Velkém Magellanově mračnu* (vzdálenost 51 kpc). Hvězdokupy jsou tak hustě osídleny hvězdami, že jednotlivé hvězdy lze i ve velkých dalekohledech stěží rozlišit od sebe, což v minulosti vedlo k přečerpání jejich hmotností, protože obrazy hvězd splývaly. Nyní autoři použili 8m teleskopů *VLT ESO* a také snímků z *HST*, takže dostali mnohem spolehlivější i přesnější údaje. Jde pochopitelně o velmi mladé hvězdy, které vznikly asi před 1,5 mil. roků. Jejich současně hmotnosti se pohybují mezi $165 - 320 M_{\odot}$, tedy až čtyřikrát výše, než naznačuje teorie.

J. Tomsick a M. Mutterspaugh se snažili určit **hmotnosti neutronových hvězd** v rentgenových dvojhvězdách a zjistili, že ve většině případů jsou tyto hvězdy těsně nad *Chandrasekharovoumezí*, čili nejčastěji mají hmotnost $1,4 M_{\odot}$. Nejpřesněji je určena

hmotnost neutronové hvězdy v soustavě **X Persei** (vzdálenost 900 pc; oběžná doba 0,7 r; velká poloosa dráhy 2 AU; sp. průvodce O9,5; hmotnost $15 M_{\odot}$): $(1,40 \pm 0,04) M_{\odot}$. Pouze tři neutronové hvězdy z této statistiky vybočují, a to **GX 301-2** s hmotností $(1,85 \pm 0,19) M_{\odot}$; **Vela X-1** s rekordní hmotností $(2,0 \pm 0,1) M_{\odot}$ a podobně hmotná neutronová hvězda v pulsaru **J1614-2230** s hmotností $(1,97 \pm 0,04) M_{\odot}$.

Podobně F. Özel aj. našli mezi rentgenovými dvojhvězdami o nízké hmotnosti (*LMXB*) celkem 16 případů, kdy rentgenové záření vzniká akrecí plynu z hvězdného průvodce na černou díru. Tak se jim podařilo zjistit, že **průměrná hmotnost černé díry** v těchto soustavách dosahuje hodnoty $(7,8 \pm 1,2) M_{\odot}$, přičemž nenašli ani jediný případ, kdy by hmotnost černé díry klesla pod $5 M_{\odot}$.

K. Belczynski aj. se zabývali otázkou, jakou nejvyšší hmotnost mohou mít hvězdné černé díry? Pro hvězdy s metalicitou 2 % metalicity *Slunce* se dá spočítat, že příslušné černé díry snadno dosáhnout maxima hmotnosti kolem $15 M_{\odot}$ a tato mez rychle stoupá s dalším poklesem metalicity předchůdce černé díry, takže pro 1 % metalicitu sahá až k $80 M_{\odot}$. Když tyto maxidíry akreují plynný materiál, může se příslušný „vysávaný“ akreční disk zjasnit na zářivý výkon až řádu $10^{33} W$. Uvedené modelové výpočty však platí jen pro osamělé hvězdy.

D. Kasen a E. Ramirez-Ruiz modelovali průběh **slapového rozpadu hvězdy** v gravitačním poli hvězdné, popř. intermediální černé díry. Ukázali, že jen polovina hmoty slapové roztrhané hvězdy nakonec spadne do černé díry, zatímco druhá polovina je rozmetána vysokou rychlostí ve směrech pryč od černé díry. Rozmetávaný plyn začne opticky svítit asi týden po slapovém rozpadu hvězdy a jas se dokonce zvýší až k zářivým výkonům řádu $10^{34} W$ ($100 ML_{\odot}$) během několika málo dnů. Měli bychom tedy pozorovat přechodný optický zdroj, který bude jakýmsi protějškem rentgenového vzplanutí od plynu dopadajícího vysokou rychlostí na povrch černé díry. Paradoxně jsou tyto jevy nápadnější v případě pádu na méně hmotné černé díry, protože jejich *Schwarzschildovy polomery* jsou o 1 – 3 řády nižší, než u intermediálních černých děr, kde slapové síly jsou následkem toho o 3 – 9 řádů slabší a v případě černých veledeř mají už problém hvězdu vůbec slapově roztrhat.

3.5. Zábleskové zdroje záření gama (*GRB*)

Rozrůstající se počty pozorovaných *GRB* odhalují některé nečekané vzácné jevy, k nimž patří zejména opožděný příchod energetických fotonů gama až po „měkkém začátku“ celého úkazu. Podle A. Giulianiego aj. našla aparatura *EGRET* na družici *Compton* za 6 let provozu jen 5 případů, kdy *GRB* svítí i v pásmu energií $>100 MeV$. Nedávno pak družice *AGILE* našla u krátkého **GRB (SGRB) 090510** (poloha 2214-2635; $z = 0,9$; vzdálenost 2 Gpc) kratičký ($0,2 s$) měkký ($<10 MeV$) začátek vzplanutí, po němž nastoupila tvrdá fáze ($>30 MeV$) trvající desítky sekund. Přitom energie vyzářená v první fázi dosáhla hodnoty $8 \cdot 10^{46} J$, kdežto v delší druhé fázi se vyzářilo „jen“ $4 \cdot 10^{45} J$ (obě hodnoty vycházejí z předpokladu, že zdroj záblesku byl izotropní; reálné zářivé výkony budou minimálně o řád nižší, protože všechny *GRB* vysílají většinu zářivé energie v relativně úzkých kuželech/výtryscích s vrcholovým úhlem do 15°).

C. Swenson aj. sledovali velmi neobvyklý průběh světelné křivky mimořádně jasného **GRB 090926A**, objeveného oběma aparaturami (*GBM* i *LAT*) družice *Fermi* a pozorovaného pak plynule družicí *Swift* od 13 h po vzplanutí gama. Vlastní *GRB* trval 20 s v pásmu energií $8 - 1000 keV$ s maximem toku pro energii $270 keV$. Nicméně jeden foton s energií $20 GeV$ byl pozorován až 26 s po začátku úkazu. Družice *Swift* pozorovala od 13. hodiny po vzplanutí *rentgenový dosvit* aparatu *XRT* a současně i *optický dosvit* aparatu *UVOT*. Světelné křivky v obou pásmech měly standardní sestupný tvar s řadou krátkých vzplanutí, jež byly v obou oborech synchronizovány, ale s většími amplitudami v optickém pásmu. Na optické křivce byl 4. den po vzplanutí patrný zlom, odpovídající rozptylu záření původně úzkého výtrysku na cirkumstelárním plynu. Pomocí teleskopu *UT2 VLT ESO* se přitom podařilo změřit červený posuv dosvitu $z = 2,1$ odpovídající vzdálenosti zdroje $3,2 Gpc$.

Optický dosvit s kolísajícím tokem byl pak sledován plných 23 dnů po vlastním vzplanutí, což je docela neobvyklé, ale nikoliv ojedinělé. Autoři totiž ukázali, že jde o docela typický průběh pro téměř všechny *GRB*, které byly při vzplanutí tak jasné, že aktivovaly aparaturu *LAT* na družici *Fermi*. Porovnání statistických údajů o výskytu *GRB* z družice *Swift* a z aparatury *LAT* prokázalo, že *GRB* zaznamenané *LAT* jsou energetičtější než 88 % *GRB* zaznamenaných družicí *Swift* a v souladu s tím mají nadprůměrně jasné rentgenové i optické dosvity.

V podstatě odtud vyplývá, že centrální zdroj *GRB* zcela neuhasíná ihned po konci vzplanutí *GRB*, ale ještě se vícekrát probouzí k měřitelné aktivitě, která se přirozeně nejvíce projevuje u dostatečně energetických *GRB*. A. Rau aj. vskutku potvrzili pomocí studia spekter optického dosvitu spektrografem *FORS2 VLT*, že energie výtrysků ze zdroje *GRB* dosáhla fantastické hodnoty $>3,5 \cdot 10^{45} J$, což je možná jedna z nejvyšších hodnot pro dosud pozorované *GRB*. Přitom hroutící se hvězda vykazovala mimořádně nízkou metalicitu téměř stokrát nižší než je metalicia hvězd typu *Slunce*, takže zcela určitě patřila k hvězdám vzniklým poměrně brzo po velkém třesku.

Podobně G. Beskin aj. našli v záznamech širokoúhlé optické kamery *TORTORA* (zorné pole o ploše $24^\circ \times 32^\circ$ na observatoři *La Silla*) doklad rychlé proměnnosti optického protějšku vůbec opticky nejjasnejšího **GRB 080319B**, kdy každý výkyv v oboru gama byl doprovázen obdobným kolísáním optického protějšku se zpožděním 2 s. Autoři odhadli, že tyto výkyvy působí velké množství neutronů v látce vyvržené ve výtryscích. Současně se ukázalo, že akrece žhavého plynu z mohutného disku na černou díru proběhla ve čtyřech oddělených epizodách. N. Tanvir aj. uvedli, že objekt mohl být v maximu patrně $5,3 mag$, čili viditelný krátce i okem. Ze spekter a fotometrie optického protějšku a dosvitu pomocí *HST*, *Gemini*, *VLT* a *Chandra* odvodili $z = 0,94$ (vzdálenost 2,3 Gpc) a zlom ve světelné křivce v 11. dni po vzplanutí. To dává pro energii výtrysků hodnotu $>10^{45} J$. **Mateřská galaxie** nejjasnejšího *GRB* v dosavadní historii jejich pozorování je kupodivu zcela podprůměrná; na snímcích dosahuje jen 27 mag, takže její absolutní bolometrická hvězdná velikost činí jen $-17 mag$; není proto divu, že vyniká jedině nízkou metalicitou.

Identifikaci vůbec nejvzdálenější mateřské galaxie jevu *GRB* ohlásili P. D'Avanzo aj., kteří k objevu využili dalekohledy *VLT ESO*. Samotný **GRB 090205** trval v pásmu gama jen 1,6 s v klidové souřadnicové soustavě s ním spojené a na sestupné rentgenové světelné křivce překvapil zjasněním v intervalu 500 – 1 000 s po vlastním vzplanutí gama. Mateřská galaxie se prozradila vodíkovou čarou Ly- α , posunutou z ultrafialové až do infračervené oblasti spektra vzhledem k $z = 4,65$ (vzdálenost 3,8 Gpc; 1,3 mld. let po

velkém třesku). Podle vzhledu spektra měla galaxie jen čtvrtinu metalicity *Slunce*, ale zato obsahovala populaci hvězd mladších než 150 mil. roků.

B. Cobb aj. pozorovali průběh světelné křivky optického dosvitu **GRB 091127**, jenž vzplanul relativně blízko ($z = 0,5$; vzdálenost 1,5 Gpc), takže jeho světelná křivka byla pozorovatelná od několika hodin až do 102 d po vzplanutí *GRB*. V 9. dnu po vzplanutí se jasnost dosvitu začala zvyšovat po plné dva týdny a teprve pak se obnovilo původní tempo poklesu. To znamená, že v přepočtu na místní soustavu souřadnic objektu *GRB* zhruba v 6. dnu po vzplanutí zdroj vybuchl jako **supernova třídy Ic**, která dosáhla v téže souřadnicové soustavě 15. d po vzplanutí maxima jasnosti, tj. absolutní hvězdné velikosti $-19,0$ mag; byla tedy v té době svítivější než 3 GL_\odot !

J. Halpern a E. Gotthelf nalezli **magnetar** v pozůstatku supernovy **CTB 37B**, v němž družice *Chandra* objevila rentgenový pulsar s impulsní periodou 3,8 s. Pulsar byl následně ztotožněn se zdrojem energetického záření gama **HESS J1713-381**. Pulsar je starý jen asi 1 tisíciletí a zářivý výkon uvolňovaný brzděním rotace neutronové hvězdy dosahuje hodnoty 4.10^{27} W, tedy o řadu vyšší, než pozorujeme u celého *Slunce*. Jelikož se tempo rotace poměrně rychle brzdí, lze odtud spočítat, že magnetické pole na povrchu pulsaru dosahuje indukce 50 GT, čili fakticky jde o magnetar.

Y. Tanaka aj. oznámili, že zachytily nízkofrekvenční rádiové signály od magnetaru **SGR J1550-5418** (*Nor*; vzdálenost 5 – 10 kpc; perioda rotace neutronové hvězdy 2,1 s; indukce magnetického pole 100 GT) pomocí rádiového teleskopu *ATI* v *Sao Paulu*, jenž zachycoval signály komerčních rádiových stanic v pásmu 3 – 30 kHz ze *Severní Ameriky*. Magnetar začal být nápadně aktivní koncem ledna 2009 a jeho záblesky byly tak silné, že ovlivňovaly kolísání vlastností *spodní ionosféry Země*, což se projevilo kolísáním příjmu nízkofrekvenčních signálů ze vzdálených stanic, jež se od ionosféry odrážejí zpět k zemskému povrchu. Časové rozložení přijímače 1 s pak ukázalo korelace kolísání rádiových signálů synchronně s individuálními záblesky gama. Astronomové tak získali novou lacinou a velmi účinnou metodu, jak zkoumat chování magnetaru, i když se zrovna nachází pod obzorem rádioteleskopu.

W. Fong aj. využili *HST* ke zkoumání vlastností 10 galaxií, v nichž byly pozorovány krátké *SGRB*, o nichž se soudí, že vznikají splynutím dvou neutronových hvězd v těsné dvojhvězdě. Ukázalo, se, že jde vesměs galaxie pozdních typů, v průměru dvakrát větší než mateřské galaxie, v nichž se vyskytly dlouhé *GRB* (**LGRB**). Medián vzdáleností *SGRB* od centra příslušné galaxie 5 kpc je dokonce pětkrát vyšší, než odpovídající parametr pro *LGRB*, které se pravidelně vyskytují v nejjasnějších částech centrálních oblastí mateřských galaxií. Domněnka o příčině vzplanutí *SGRB* je touto byť poměrně malou statistikou posilena.

A. Rowlinson aj. objevili optický dosvit u **SGRB 080905A**, což jim umožnilo změřit červený posuv $z = 0,12$, odpovídající vzdálenosti zdroje 475 Mpc, jde tedy o vůbec nejbližší dosud pozorovaný *SGRB*. Nachází se 18,5 kpc od centra mateřské galaxie, čili v oblasti, kde už prakticky tvorba hvězd neprobíhá, takže i tento objev posiluje domněnku o tom, že *SGRB* vznikají splynutím (starých) páru neutronových hvězd. Týž tým autorů nalezl také neobvykle silný rentgenový dosvit u **SGRB 090515**, jenž v pásmu gama zářil jen 0,04 s, ale za 200 s po vzplanutí se vynořil extrémně silný rentgenový dosvit, vůbec nejvyšší, který kdy družice *Swift* pro *SGRB* zaznamenala. Dosvit zůstával konstantní po dalších 300 s a pak náhle zmizel. Po 100 min od *SGRB* se vynořil i optický dosvit 26,5 mag, jehož červený posuv se však nestihlo změřit. Z těchto údajů autoři vyvodili, že díky splynutí dvou neutronových hvězd vznikl v tomto případě *magnetar s extrémně silným magnetickým polem* 3 TT a rychlou rotací v periodě několika desítek milisekund.

E. Troja aj. prohlédli záznamy z družice *Swift*, které časově předcházely vzplanutí *SGRB* a tak zjistili, že v 10 % případů předcházely hlavnímu vzplanutí zvýšené emise fotonů s předstihem až 13 s. Jak uvedli K. Belczynski aj., existuje výběrový efekt zvýhodňující zachycení úkazu *LGRB* oproti *SGRB* v poměru celého rádu. Všechny *GRB* s červeným posuvem z v intervalu 6 – 10 (stáří od velkého třesku 950 – 480 mil. let) pocházejí ze **starých hvězd populace II**, které v případě rychlého míchání těžších prvků („kovů“) vznikají nejčastěji v době zhruba 800 mil. let po velkém třesku ($z = 7$). V místech, kde se kovy příliš nepromíchaly, nastává však vrchol tvorby hvězd populace II mnohem později, až v čase 2,2 mld. let po velkém třesku ($z = 3$).

R. Perna a A. MacFadyen tvrdí, že promíchávání kovů je velmi důležité i pro *LGRB*, jejichž bezprostřední příčinou je zhroucení stárnoch větší hmotné hvězdy na černou díru (**kolapsar**). Kdyby však v hmotné hvězdě nebyla látka předem dobře promíchána, trvaly by *LGRB* nikoliv desítky sekund, ale spíše celé minuty i hodiny, což pozorování vůbec nepotvrzuje. K promíchávání může přispět pozorovaná velmi rychlá rotace hmotných hvězd.

Úloha **GRB** při výzkumu nejvzdálenějších oblastí vesmíru historicky stále roste, protože v letech 1963 – 1995 patřily rekordy v průzkumu hlubokého vesmíru *kvasarům* a od té doby je stále drží *malé (=nejranější) galaxie*, jenž je nejvyšším tempem se zvedají rekordy vzdáleností právě pro *GRB*. V dubnu 2009 byl pozorován **GRB 090423** s červeným posuvem $z = 8,3$ (vzdálenost 4,0 Gpc; stáří 620 mil. let po velkém třesku), jehož rádiový dosvit objevili P. Chandra aj. pomocí obří anténní soustavy *VLA* zhruba týden po samotném vzplanutí. Rádiový dosvit pak pozorovali ještě dva měsíce, což jim umožnilo vypočítat celkovou kinetickou energii uvolněnou během celého úkazu – jde o ohromující číslo 4.10^{46} J. Z toho autoři usoudili, že v tomto případě šlo o jiného předchůdce, než u *GRB*, které vzplanuly ve vesmíru později. Zřejmě šlo o **nadhvězdu populace III**, tj. I. generace, kde se na černou díru zhroutila krátkožijící hvězda o původní hmotnosti rádu 100 M_\odot . To by bylo v souladu s domněnkou P. Mészárose a M. Reese, že právě takové *GRB* by mohlo být zachyceny moderními družicemi pro obor záření gama.

4. Mezihvězdná látka

F. Wyrowski aj. nalezli pomocí *12m mikrovlnného radioteleskopu APEX* v poušti *Atacama* (nadmořská výška 5 100 m) **ion hydroxylu OH⁺** v absorpci na frekvenci 909 GHz (vlnová délka 0,33 mm) ve známém rýžovišti mezihvězdných molekul *Sgr B2* poblíž centra *Galaxie*. Jak ukázala měření, výskyt iontu je docela vysoký, takže lze v blízké budoucnosti očekávat v tomto frekvenčním pásmu jeho objevy v dalších mezihvězdných molekulových mračnech.

M. Agúndez aj. objevili nejmenší molekulový anion – dvouatomový **záporný ion kyanidu CN⁻** pomocí *30m radioteleskopu IRAM* pro pásmo milimetrových vln (frekvence 80 – 300 GHz) na *Pico Veleta* ve *Španělsku*. Ion nalezli ve vnější prachové obálce

známé uhlíkové hvězdy **IRC+10216** (= *CW Leo*; $700 R_\odot$; $11 kL_\odot$ var.; $2,2 \text{ KK}$; $0,8 M_\odot$; vzdálenost 140 pc). Jeho množství představuje asi 1/4 % množství neutrálního CN v prachové obálce bohaté na uhlík.

L. Pagani aj. studovali pomocí *Spitzerova teleskopu (SST)* **110 centrálních oblastí prachových mračen** v spektrálním pásmu $3,6 - 8 \mu\text{m}$. Zjistili, že mračna jsou slabě osvětlována hvězdami, protože prachová zrnka v nich mají rozměry srovnatelné s vlnovou délkou blízkého infračerveného záření, takže jsou o růd větší, než běžný mezihvězdný prach.

J. Cami aj. objevili pomocí *SST* v mladé **planetární mlhovině Tc 1** (vzdálenost 1,8 kpc) **fullereny C₆₀ i C₇₀** jako neutrální molekuly o teplotách 330 K a 180 K. Plyn v mlhovině je zřejmě ochlazován prachovými zrníčky. Přitom efektivní teplota mateřského bílého trpaslíka v centru mlhoviny činí 30 kK. Množství obou fullerenů v mlhovině je na pozemské poměry úctyhodné, neboť dosahuje $6 \cdot 10^{-8} M_\odot$, resp. $5 \cdot 10^{-8} M_\odot$, tj. je řádově srovnatelné s hmotností pásma planetek ve *Sluneční soustavě*. Autoři též odhadli, že asi *1 % mezihvězdného uhlíku je zabudováno právě do fullerenů*, které byly laboratorně objeveny teprve v r. 1985.

K. Sellgren aj. identifikovali pomocí *SST* pásy nejstabilnějšího **fullerenu C₆₀** v pásmu vlnových délek $7 - 19 \mu\text{m}$ v rozsáhlé (>1 pc) reflexní mlhovině **NGC 2023** (*Ori*; vzdálenost 450 pc) a potvrdili též jeho předchozí nález v prototypu reflexních mlhovin **NGC 7023** (*Cep*; rozměr 1,8 pc; vzdálenost 400 pc). I v těchto případech jsou molekuly fullerenu excitovány ultrafialovým zářením hvězdy, která ozařuje prachovou mlhovinu.

Jak připomněli T. Stanke aj., jednou z nejstarších dosud nerozrešených záhad na obloze je tmavá „**klíčová dírka**“, kterou objevil v r. 1774 W. Herschel uvnitř jasné reflexní mlhoviny **NGC 1999** (*Ori*; vzdálenost 460 pc). Jeho sestra Karolina zapsala do pozorovacího deníku doslova: „*Hier ist wahrhaftig ein Loch im Himmel*“ (zde je v obloze opravdu díra). K vyřešení záhady byl povolán kosmický teleskop s příznačným jménem *Herschel*, který oblast zobrazil ve vlnových délkách 70 a 160 μm , dále pak pozemní přístroje, tj. 6,5m dalekohled *Magellan* a submilimetrové bolometry *LABOCA* a *SABOCA* radioteleskopu *APEX*. Ze všech těchto měření jednoznačně vyplývá, že W. Herschel měl pravdu: v mlhovině je opravdu prázdná díra, nikoliv chladná globule, z níž by jednou mohla vzniknout hvězda. Původ díry není zcela jasné, ale nejspíš byla doslova vydlabána krátkodobými výtrysky záření z vícenásobné hvězdné soustavy *V380 Orionis*, jejíž primární složka sp. třídy B9 má svítivost $100 L_\odot$. Autoři soudí, že během nejbližších desítek let se díra opět vyplní mezihvězdným materiélem, pokud ovšem nedojde k dalšímu vydlabávání...

A. Riccaová aj. dokázali konečně vysvětlit původ donedávna *neidentifikovaných mezihvězdných emisních pásů* v blízké a střední infračervené oblasti spektra ($3,3 - 11,2 \mu\text{m}$), jež vesměs patří k **polycyklickým aromatickým uhlovodíkům (PAH – Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)**, např. *koronen* ($C_{24}H_{12}$), nebo *ovalen* ($C_{32}H_{14}$). Mezikámo propočítali emisní spektra pro PAH s vyšším počtem (82 až 130) uhlíkových atomů v rozmezí od $C_{82}H_{24}$ až po $C_{130}H_{26}$. Dokázali tak pokrýt celé infračervené i submilimetrové pásmo $15 - 1000 \mu\text{m}$. Tyto výpočty přicházejí v pravou chvíli, protože v nejbližší době se otevře dokořán submilimetrové pásmo elektromagnetického spektra díky soustavě *ALMA* v chilské poušti *Atacama*.

P. Goldsmith aj. zjistili z pozorování *SST*, že chladný (200 K) **molekulový vodík H₂**, který se dosud nedařilo odhalit spektroskopicky, je viditelný ve středním infračerveném pásmu na vlnových délkah $9,7 - 28,2 \mu\text{m}$ na vnějším povrchu obřího molekulového mračna v *Býku* jako „stříbrný“ lem, zcela v duchu úsiloví, že i nejčernější mrak má stříbrný okraj. Podle autorů je tím prokázáno intenzivní turbulentní promíchávání molekulového vodíku z chladného vnitřku mračna směrem k teplejším okrajům, což významně ovlivňuje procesy tvorby nových hvězd v mračnech.

Přesně to potvrdili O. Berné aj., když pořídili mikrovlnný snímek proslulé **mlhoviny v Orionu (M42)** (vzdálenost 414 pc) pomocí mikrovlnné družice *Planck*. Na snímku je vidět, že na povrchu mračna jsou patrné *vlnovité struktury*, které vznikly díky tzv. *Kelvinově-Helmholtzově nestabilitě* vznikající na rozhraní tekutin různých hustot a rychlostí. V tomto případě šlo o ohřáté plazma, které se sráželo při rozpínání mlhoviny se starším chladným molekulovým plynem. Rychlosť rozpínání mlhoviny 3 km/s změřil již dříve *SST*. Obří molekulové mračno v mlhovině dalo za posledních 12 mil. let život desítkám tisíc hvězd, z čehož zhruba jedno promile tvoří hvězdy s hmotností $>8 M_\odot$, jejichž životnost dosahuje nanejvýš 40 mil. let.

S. Guieu aj. zkoumali pomocí *SST* mlhovinu **IC 2118** o úhlové délce 5° , nazývanou též „*Hlava čarodějnici*“, jež se nachází v podobné vzdálenosti jako *M42*, ale zato v úhlové vzdálenosti 7° od *Trapezu* ve směru k jasnemu *Rigelu* (βOri ; 0,3 mag; sp. B8 I; vzdálenost 260 pc), od něhož je úhlově vzdálena $2,5^\circ$. V mlhovině našli šest nových mladých hvězdných objektů (**YSO – Young Stellar Objects**), jejichž vznik byl doslova vynucen ultrafialovým ozařováním chladného molekulového plynu hvězdami *Trapezu a Rigelem*.

5. Galaxie a kvasary

5.1. Hvězdné asociace a hvězdokupy

J. Converse a S. Stahler simulovali dynamiku vývoje otevřené hvězdokupy **Plejády** (= *M45*; vzdálenost 125 pc) pomocí simulace, která začala stavem *Plejád* v době jejich vzniku před 125 mil. let a vedla co nejbližše k jejich současné konfiguraci. Odtud pak simulace pokračovala do budoucnosti. Úplný vývojový scénář pro hvězdokupu začal tím, že vzniklé hvězdy odstraňovaly ze svého okolí molekulový plyn, v němž vznikly, tak dlouho, až zcela vymizel. Tím se celá soustava rozvolnila a její centrální hustota se snížila na polovinu původní hodnoty. V rané fázi života hvězdokupy se téměř všechny hvězdy vyskytovaly v těsných párech, jež ztrácely oběžnou energii, címž se jejich oběžné periody zkracovaly a hvězdokupa jako celek se ohřívala. Tento trend bude pokračovat i v nejbližších stovkách milionů let, takže centrální hustota se bude i nadále snižovat a hvězdokupa bude zvětšovat své rozměry, k čemuž navíc přispěje i ztráta hmoty z hvězd v průběhu jejich termonukleárního vývoje. Později gravitační vazby uvnitř hvězdokupy dále zeslábnou buď proto, že hvězdokupa projde v blízkosti obřího molekulového mračna, anebo i tím, že na ni začnou destruktivně působit slapové síly centra Galaxie. Ty způsobí rozpad hvězdokupy nejpozději za 1 mld. let od současnosti.

J. Davenport a E. Sandquist studovali rozložení hvězd ve staré **otevřené hvězdokupě M67** (*Cnc*; vzdálenost 850 pc; stáří 4 mld. let;) pomocí dat z přehlídky *SDSS*. Jádro hvězdokupy má uhlíkový poloměr $8'$, ale halo sahá až do úhlové vzdálenosti $60'$ od centra.

Z rozložení poloh téměř 1,4 tis. hvězd se ukázalo, že *halo je protaženo ve směru vlastního pohybu hvězdokupy*, což znamená, že hvězdokupa se již začíná rozpadat. Na vině jsou její průlety hlavní rovinou *Galaxie*, kterých za svou existenci absolvovala již 17.

I. Thompson aj. určili elementy **zákrytové dvojhvězdy V69 v kulové hvězdokupě 47 Tuc** (= NGC 104). Oddělená soustava se skládá ze starých hvězd populace II (metalicitá -0,7), které kolem sebe obíhají v periodě 29,5 d po dráze s mírnou výstředností ($e = 0,06$). Poloměry složek jsou po řadě 1,3 a 1,2 R_{\odot} , svítivosti 1,9 a 1,5 L_{\odot} a hmotnosti 0,88 a 0,86 M_{\odot} . Odtud vychází stáří soustavy 11,25 mld. let a jejich vzdálenost od nás 4,7 kpc.

J. Anderson a R. van der Marel využili kamery *ACS HST* k sestavení fotometrického katalogu 1,2 mil. hvězd v centrálním poli ($10' \times 10'$) pro kulovou hvězdokupu **omega Cen** (vzdálenost 4,7 kpc). Snímky opakovali po dobu 4 let a tím získali vlastní pohyb v menším výseku téhož pole pro více než 100 tis. hvězd. Mohli tak s větší přesností otestovat tvrzení E. Noyolové aj. z r. 2008, že v centru této hvězdokupy, která je někdy považována dokonce za trpasličí galaxii, se nachází intermediální černá díra s hmotností 30 – 40 kM_{\odot} . Nová a početnější měření však ukázala, že v bezprostředním okolí centra hvězdokupy vlastní pohyby nikak výrazně nerostou, což dává horní mez pro hmotnost případné černé díry jen 12 kM_{\odot} , ale nejlepší model popisující současné rozložení vlastních pohybů se bez centrální černé díry zcela obejde.

5.2. Naše Galaxie

G. Ponti aj. objevili **světelnu ozvěnu výbuchu** zdroje *Sgr A**, když pomocí rentgenové družice *Newton* sledovali od září 2001 do dubna 2009 spektrum molekulového mračna vzdáleného úhlově 15' od zmíněného mračna celkem ve 13 epochách. Za tu dobu nashromáždili 14 dnů úhrnné expozice, jež ukázala, jak po povrchu mračna superluminálně klouže silně krátkodobě proměnný odlesk výbuchu ze zdroje *Sgr A**, který se musel odehrát více než 100 let před tímto pozorováním. Autoři odhadli, že výbuch trval minimálně desítky let, ale v extrémním případě až 400 let. Z intenzity rentgenových čar Fe K- α a K- β v odlesku se dal určit zářivý výkon během výbuchu $1,5 \cdot 10^{32}$ W (400 kL_{\odot}), zatímco od té doby až dosud svítí střed *Galaxie* s výkonem o tři řády nižším, tj. o osm řádů pod *Eddingtonovým limitem*. (Limit je definován jako hydrostatická rovnováha mezi tlakem záření snažícím se zdroj rozepnout a gravitací téhož zdroje, která se snaží zdroj smrštit.) To znamená, že černá veledíra v centru Galaxie o hmotnosti přes 4 MM_{\odot} je v současné době (tj. před 26 tis. lety v jejím lokálním čase) mimořádně klidná, čili nepohlcuje téměř žádnou hmotu ze svého okolí. V době výbuchu však zářivý výkon centra *Galaxie* odpovídal přibližně Eddingtonovu limitu pro standardní hvězdnou černou díru, takže je možné, že tehdy probíhalo její pohlcování černou veledírou.

Y. Kato aj. využili nedávno objevených **kvaziperiodických rádiových oscilací** (s periodami v rozmezí 17 – 56 min) v bezprostředním okolí černé veledíry v jádře *Galaxie* k určení **spinu** α této k nám nejbližší (8 kpc) veledíry. Hodnota $a = 0,44$ je překvapivě nízká (extragalaktické černé veledíry mívají spiny $a = 0,95$, tj. blízké teoretickému maximu 1,0). Spiny veleděr zvyšuje akrece materiálu z disku a naopak je zmenšuje zpomalování rotace veleděr *Blandfordovým-Znajekovým mechanismem*, ve shodě s nímž má akreční disk kolem veledíry silné dipolové magnetické pole, jež dokáže extrahat rotační energii veledíry a tím její spin snižuje. To znamená, že akrece na naši veledíru je v současnosti s extrakcí energie magnetickým polem v rovnováze.

J. Eyre se věnoval **slapovému proudu hvězd GD-1**. Vlastní pohyby hvězd tohoto proudu známe v současnosti s přesností 0,004"/rok. Odtud lze určit, že proud je od centra *Galaxie* vzdálen 8 kpc se sklonem 37° a retrográdním oběhem hvězd vůči směru pohybu našeho Slunce. Problémem pro pochopení jeho vzniku a dalšího vývoje je však nedostatečně přesná hodnota vzdálenosti Slunce od centra Galaxie, takže je potřebí využít nových přehlídek vlastních pohybů, které už probíhají, nebo se v nejbližší době spustí. Konkrétně přehlídka PanSTARRS zlepší přesnost vlastních pohybů 4x, čímž se chybě vzdáleností hvězd sníží z 50 % na 10 %. Pro vzdálenější hvězdy do 30 kpc pak přehlídky *LSST* a *Gaia* zlepší přesnost v určování vzdáleností na 14 %. Potřebujeme však také mít velmi přesné vzdálenosti hvězd do 30 pc od Slunce, abychom zvýšili přesnost v určení kruhové oběžné rychlosti hvězd ve slunečním okolí. To vše jsou nezbytné podmínky pro zlepšení našich vědomostí jak o struktuře Galaxie, tak o jejím vývoji.

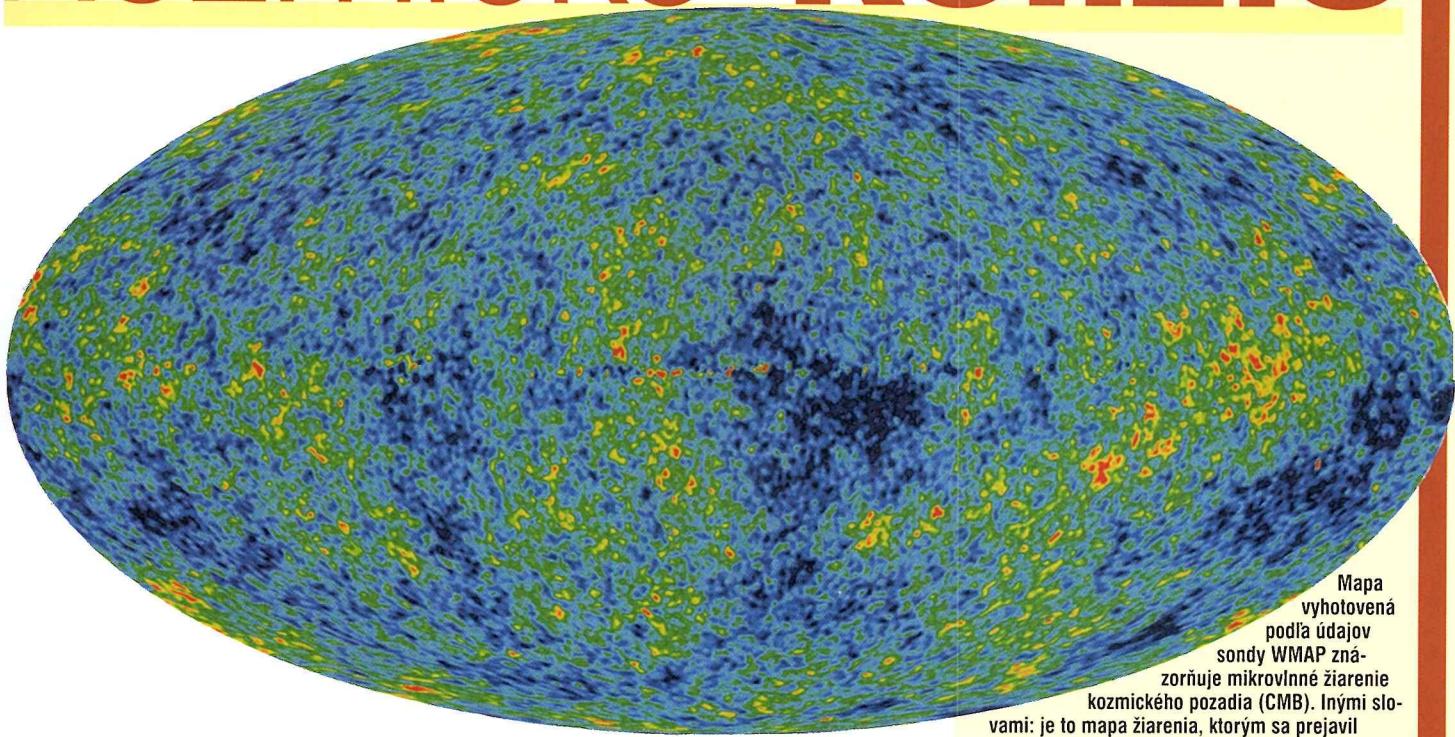
O tom, že současná situace v určování **vzdálenosti galaktického centra** není uspokojivá, svědčí i nejnovější výsledek D. Majasesse, jenž vybral početné proměnné hvězdy typu *RR Lyrae*, pozorované během přehlídky gravitačních mikročoček v projektu *OGLE*. Výsledná hodnota vzdálenosti *Slunce* od centra *Galaxie* ($8,1 \pm 0,6$) kpc má relativní chybu skoro 7,5 % a ta se pak šíří mezi všechna další odtud odvozovaná vzdálenosti kosmických objektů po celé *Galaxii*.

Ze stejného důvodu nejsou nijak přesné ani naše znalosti o rozsáhlém **halu skryté látky** naší *Galaxie*, jak zjistili N. Przybilla aj. Původní odhadu hmotnosti hala vycházely ze sledování vlastních pohybů 2,4 tis. modrých hvězd ve vodorovné větví *diagramu HR* a dávaly hodnotu kolem $2 TM_{\odot}$, jenž novější měření z r. 2008 snížila tuto hodnotu na polovinu. Autoři nové práce objevili, že v halu *Galaxie* se vyskytuje hvězda populace II **SDSS J1539+0239**, jež se pohybuje vůči centru *Galaxie* prostorovou rychlosťí 694 km/s. Má-li být tato rychlosť nižší než úniková, musí být hmotnost skryté látky hala minimálně $1,7 TM_{\odot}$ a celá *Galaxie* pak má hmotnost alespoň $1,8 TM_{\odot}$, jenž střední chyba této hodnoty činí plných 60 %. O hmotnosti hala tak fakticky rozhoduje pozorování jediné rychlé hvězdy, což je pochopitelně naprostě neudržitelná situace, kterou by však zmíněné nové přehlídky hvězd v *Galaxii* měly postupně zlepšit.

O. Gnedin aj se pokusili o vykreslení **profilu rozložení hmoty** v radiálním směru od centra *Galaxie* do vzdálenosti celých 80 kpc. K tomu se právě hodí hvězdy s mimořádně vysokými prostorovými rychlostmi. Rozptyl radiálních složek rychlostí těchto hvězd klesá v rozmezí vzdálenosti od centra 25 – 80 kpc velmi málo. Podobný trend vykazují i odhad hodnot kruhových rychlostí, jež se zde pohybují v rozmezí 175 – 231 km/s, přičemž střední hodnota pro celé zmíněné rozpětí činí 193 km/s. Odtud lze vyvodit, že do poloměru 80 kpc se v *Galaxii* nachází pouze $700 GM_{\odot}$ hmoty; skrytá látka tak zůstává v tomto případě ještě více skrytá...

Naproti tomu značný pokrok zaznamenalo určování **trigonometrických vzdáleností mezihvězdných mračen** pomocí rádiových masérů, jak ukázali V. Bobylev a A. Bajková. V současnosti jsou v *Galaxii* známy *paralaxy* 28 masérů, s nimiž je spojeno 25 oblastí překotné tvorby hvězd v galaktocentrických vzdálenostech 3 – 14 kpc. Odtud vychází nové hodnoty **Oortových konstant** pro rotaci *Galaxie*: $A = 18$ km/s; $B = -13$ km/s a kruhová oběžná rychlosť ve vzdálenosti *Slunce* plných 248 km/s. Složky prostorové rychlosti *Slunce* vůči středu místní klidové soustavy činí po řadě 5,5; 11 a 8 km/s.

Kozmické kolízie



Mapa vyhotovená podľa údajov sondy WMAP zná-

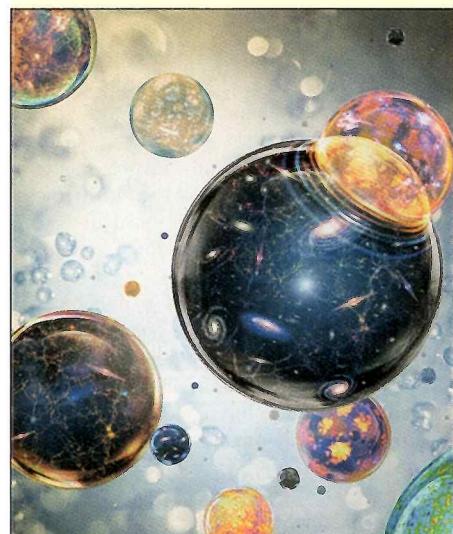
zorňuje mikrovlnné žiarenie

kozmického pozadia (CMB).

Inými slovami: je to mapa žiarenia, ktorým sa prejavil mladý vesmír v čase, keď po big bangu natoliko ochladol, že uvolnil fotóny, ktoré sa volne šírili do všetkých smerov. Sonda WMAP zbiera údaje sedem rokov. Vedci na mapu celej oblohy rozlíšili rozličnými farbami ostrovčeky s nepatrne odlišnou teplotou. Tie-to fluktuácie teploty vyjadrujú rozdiely v hustote hmoty na počiatku evolúcie kozmu.

Multiverzá

Predstaviť si nekonečný priestor plný vesmírov nie je ľahké. Pojem „multiverzum“ vyjadruje priestor plný nekonečného počtu „bublín“ jednotlivých vesmírov. Multiverzom však môže byť aj jeden vesmír, ktorý nie je všade rovnorodý. Inými slovami: vyskytujú sa v ňom oblasti „vrecká“, ktoré sa od seba výrazne odlišujú. Kozmológovia si pojem multiverzum osvojili preto, aby vyjadrili, že ide o entitu, ktorá je nepochopiteľne väčšia a exotičnejšia ako vesmír, v ktorom žijeme.



Astronómovia podnietení teoretikmi sa snažia získať priamy, pozorovateľný dôkaz o existencii multiverza – paralelných vesmírov. Dôkaz chcú objavíť na snímkach mikrovlnného žiarenia kozmického pozadia.

Mikrovlnné žiarenie kozmického pozadia (CMB) je tepelné žiarenie, ktoré vypíňa celý vesmír. Bolo vyžarené 380 000 rokov po big bangu, keď mladý, horúci vesmír ochladol natoliko, že sa elektróny začali spájať s protónmi a vytvorili sa prvé atómy. To umožnilo fotónom, časticiam s nulovou hmotnosťou, pohybovať sa v rozpínajúcim sa priestore bez rozptylu. Astronómovia sú presvedčení, že fotóny CMB boli vyžarené z „povrchu“ najvzdialenejšej oblasti pozorovateľného vesmíru. Ak si CMB predstavíme ako povrch, javí sa nám ako množstvo bodov v priestore a čase, keď už vesmír neboli superhorúcou, ionizovanou polievkou a prvotné, primordiálne fotóny sa poslednýkrát rozptylili.

Mikrovlnné žiarenie kozmického pozadia objavili v roku 1964 Arno Penzias a Robert Wilson. Hneď po objave astrofyzici uznali CMB za dôkaz big bangu. Dnes viacerí vedci pochybujú o tom, či big bang bol naozaj jediným bangom. Najnovšie kozmologické a fyzikálne teórie naznačujú, že vesmír je možno iba jednou z bezpočtu bublín v prostredí, ktoré nazvali multiverzom. (Pojem bublina sa prípade multiverza ujal kvôli tomu, že podľa jednej z kozmologických teórií sa vesmíry rodia fluktuáciami vakuia. Tento proces pripomína tvorenie bubliniek vo vriacej vode.)

Multiverzá sú zatiaľ odvážnou hypotézou. Kozmológovia však veria, že objavili spôsob, ako by sa dala ich predstava overiť: spoliehajú sa na to, že z čoraz podrobnejších štúdií škvrtného súostrovia CMB sa vynorí priamy dôkaz ich vizuálnej. Pravdaže, iné vesmíry nebudú môcť pozorovať priamo. Mohli by však detegovať stopy po zrážke nášho vesmíru s iným. (Stopy nazývajú aj „pomliaždeniny“ či „modriny“.)

Vesmíry do vrecka

Pre kozmológov veriacich v jediný vesmír, ten, v ktorom žijeme, sú tieto snahy märnením času. Ibaže sa zdá, že nové možnosti otvára jedna z najpopulárnejších „hračiek“ modernej kozmológie – inflácia. Viacerí astrofyzici odvodili z inflácie možnosť vzniku bezpočtu „vreckových vesmírov“.

Infláciu ešte v roku 1980 prezentoval americký astrofyzik Alan Guth. Táto teória rieši niekoľko problémov modernej kozmológie. Vysvetluje, prečo je vesmír vo všetkých smeroch homogénny, prečo sa zdá byť vo veľkých škálach plochý, prečo vedci doteraz nedetegovali veľký počet častíc s jediným magnetickým pólem (monopólom).

Inflácia vysvetľuje všetky tieto problémy kozmickým „štikútaním“. Vesmír sa po big bangu nerozprína tak rýchle, ako astrofyzici predpokladajú, ale oveľa pomalšie. Až potom, zrazu, zväčší svoj objem 10^{24} . Tento „skok“ vygenerovala energia priestoru, nazývaná aj energiou vakuia. Keď sa energia vakuia skoncentruje,





„Povrch“ CMB je čosi, čo pripomína svetlo prenikajúce oblakmi zatiahnutou oblohou. Ak sa pozrieme na oblohu, vidíme iba povrch oblaku, na ktorom sa svetlo rozptylilo. Na mape mikrovlnného žiarenia kozmického pozadia vidíme vesmír v čase, keď tmavý vesmír začal žiať.

dokáže akumulovať gigantickú odpudivú silu. Podľa Gutha sa vesmír počas inflácie rozpínal väčšou rýchlosťou, ako sa pohybuje svetlo. Prinajmenšom počas 10^{-35} sekundy, keď svoj objem zväčšíl aspoň 1 000-krát. Keď inflácia doznala, vesmír sa opäť rozpínal normálne. (Einsteinov limit pre rýchlosť svetla v časopriestore neplatí).

Takže: napozorované údaje teóriu inflácie potvrdzujú. Vedcov nadchlo najmä to, ako presne sa predpovedaná veľkosť chladných a horúcich škvŕn CMB zhoduje s nameranými údajmi. Inflácia však nastolila aj veľkú hádanku: väčšina foriem inflácie je večných. Energia, ktorá generovala infláciu, by sa mala počas rozpínania vesmíru dopĺňať a udržiavať nekonečné pôsobenie big bangu. V našom vesmíre však inflácia vyhasla. Niektorí fyzici, napríklad Brian Greene z Columbia University, však tvrdia, že sa z inflačnej horúčky zotavila iba malá časť multiverza (tá, v ktorej žijeme), zatiaľ čo multiverzum ako celok sa rozpína rýchlejšie ako vesmíry v ňom obsiahnuté. (Multiverzum pripomína dozrevajúci švajčiarsky syr. Tým, že sa bochník zväčšuje, v jeho vnútri sa tvoria nové a nové diery. Vo vnútri jednej z týchto dier sa nachádza nami pozorovateľný vesmír.)

Greenov názor zdieľajú aj kozmológovia z Kalifornskej univerzity. Anthony Aguirre tvrdí: „Inflácia trvá, je večná. Vo večnej inflácii nie sú blinky multiverza (iné vesmíry) ničím výnimočným.“

Myšlienku multiverza podporuje aj populárna teória strún. Podľa nej je každá častica vo vesmíre nepatrnej strunkou energie, ktorá vibruje v 10-rozmernom priestore. Matematici sa nazdávajú, že iba teória strún dokáže zjednotiť tri oblasti fyziky: fyziku častic, Einsteinovu všeobecnú teóriu relativity (opisujúcu gravitáciu) a kvantovú mechaniku (opisujúcu interakcie častic a sil v malých škálach).

Kým teóriu strún neoveria najmodernejšie technológie, najpriateľnejšie vysvetlenia viacerých fyzikálnych problémov ponúka matematika. Vrátane niekoľkých výstrelkov hmoty, nazývaných dokonalé tekutiny.

Kozmológovia uprednostňujú teóriu strún, pretože najpriateľnejšie vysvetluje šokujúcu hodnotu tmavej energie. Tmavá energia je názov čohosi, čo generuje neustále rýchlejšie rozpínanie

kozmu. Teoretici však vypočítali, že vplyv tmavej energie by mal byť viac ako o 100 rádov väčší, ako sugerujú napozorované údaje. Ide o najväčšiu nezrovnalosť medzi teóriou a pozorovaním v celých dejinách vedy!

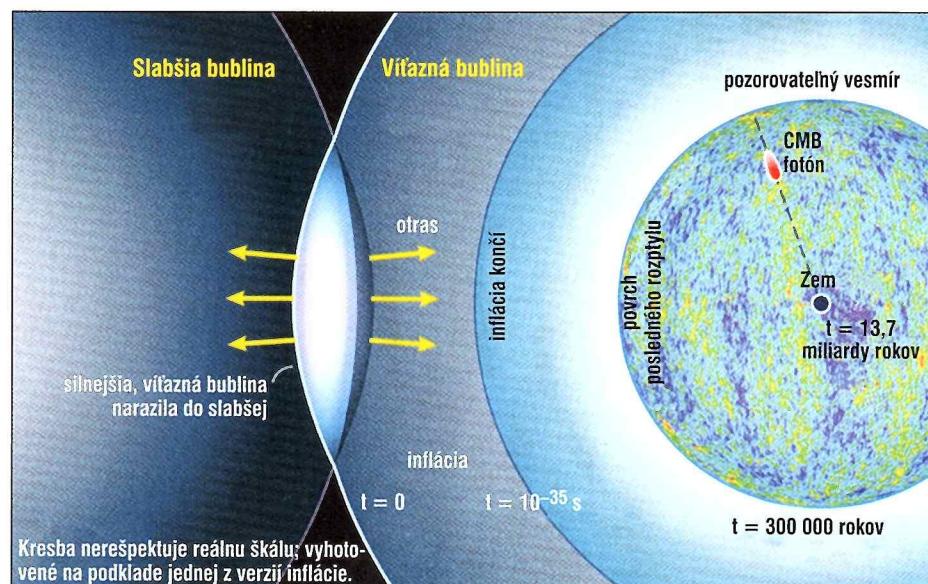
Teória strún by tento problém vyriešila, ak multiverzum existuje. Podľa tejto teórie jestvuje 10^{500} rozličných typov prázdnego priestoru s odlišnými časticami, silami a hodnotami tmavej energie. Ak sú všetky tieto možnosti korektné (čo by znamenalo, že v každom prípade by išlo o iný vesmír) nameraná hodnota tmavej energie by platila. Jednoducho: žijeme vo vesmíre, kde má množstvo nameranej tmavej energie hodnotu, ktorá našu existenciu umožňuje.

Tieto teoretické argumenty nie sú postavené na priamom pozorovaní mnohých vesmírov. Dôkazy sú však na spadnutie. Ak sa nekonečný, mnohorozmerný vesmír, v ktorom sa jednotlivé vesmíry rodia, rozpína rýchlejšie ako jednotlivé bubliny, kolízia jedného z nich (v prípade, že by tých vesmírov bolo vela) by nebola vylúčená.

Zrážajúce sa vesmíry

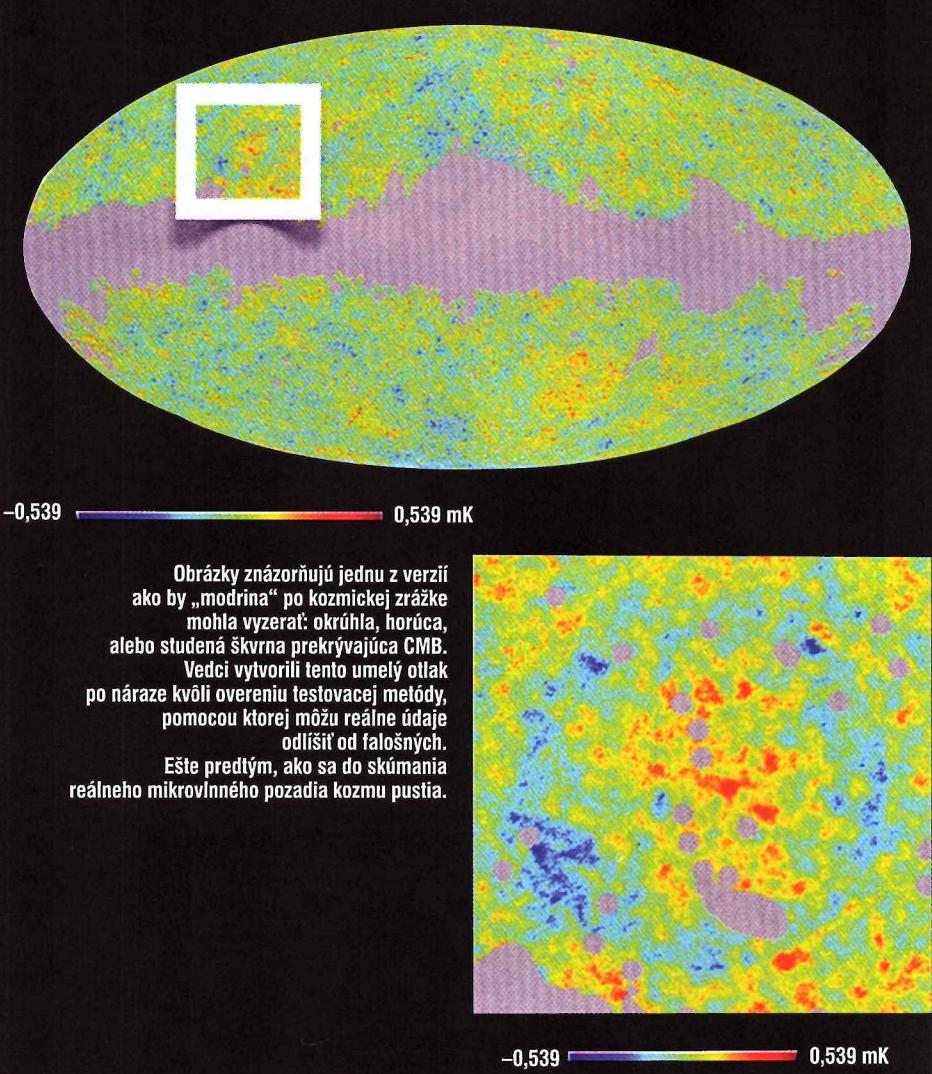
Zrážka by v CMB zanechala stopu (modrinu), ktorá by pripomínila matný, okrúhly disk. Takýto disk by sa skladal z fotónov teplejších alebo chladnejších ako CMB okolo nich. Tieto anomálie by boli oveľa slabšie ako na slávnej mape zo sondy WMAP. Namerané rozdiely by boli významné, pretože nehomogenity jednotlivých „ostrovčekov“ na mape mikrovlnného žiarenia kozmického pozadia (CMB), s priemernou teplotou 2,7 kelvinov, sa odlišujú nanajvyš 0,0002 kelvina.

Prečo by sa kozmická kolízia mala na mikrovlnnom pozadí prejavíť práve v podobe disku? Predstavte si, že by sa vreckový vesmír, ktorý by sa v multiverze sformoval v našom susedstve, do tohto nášho vesmíru narazil. Táto gigantická zrážka by oba vesmíry spojila podobne ako po kolízii splynú dve mydlové bubliny. (Bubliny sa od seba neodrážajú.) Medzi oboma vesmírmi sa vytvorí val, membrána. Táto membrána sa otriasa a vibrácie vytvoria chvenie, ktoré



Kolidujúce vesmíry

Z našej perspektívy sa už všetky zrážky nášho vesmíru s iným odohrali. Z nášho hľadiska nie je stena nášho vesmíru bodom v priestore, ale v čase. Je to okamih, v ktorom big bang začal. Ak sa zo Zeme pohybujeme k vzdialému vesmíru, cestujeme proti prúdu, krížom cez sériu okrúhlych šupiek času. Ak sa susedený vesmír zrazí s našim, zrážky by sa mal týmito šupkami šíriť krížom cez história až kým neprenikne k nám.



Obrázky znázorňujú jednu z verzí ako by „modrina“ po kozmickej zrážke mohla vyzerať: okrúhla, horúca, alebo studená škvra prekrývajúca CMB. Vedci vytvorili tento umelý otlak po náraze kvôli overeniu testovacej metódy, pomocou ktorej môžu reálne údaje odlišiť od falošných.

Ešte predtým, ako sa do skúmania reálneho mikrovlnného pozadia kozmu pustia.

sa prejaví v oboch vesmíroch. To tvrdí americký astrofyzik Matthew Kleban z New York University, ktorý v roku 2009 spolupracoval na vytvorení prvej podrobnej predpovede kolíznych efektov na mikrovlnnom pozadí.

Nás vesmír sa rozpína preto tak rýchle, že sa práve takto prejavuje chvenie vyvolané zrážkou. Expanzia toto chvenie oslabuje, ale nie natoliko, aby neovplyvňovalo hustotu tej časti vesmíru, ktorou premiká. (Podobne menia hustotu vzduchu zvukové vlny z cimbalu, ktoré zachytia naše uši.) Keď vesmír dostatočne ochladne, zmenená hustota pôvodného vesmíru sa v mikrovlnnom pozadí prejaví ako slabá, okrúhla teplotná anomália.

Aj keby sa „nás vesmír“ zrážal s viacerými vesmírmi, počet „modrín“ na našom CMB by sa nikdy nezmienil. Bol by rovnaký teraz, v minulosti i v budúcnosti. To preto, že z našej perspektívy sa už všetky kolízie odohrali. A to ovela skôr, ako sa CMB sfornovalo.

Pri pohľade zvnútra membránou vesmíru nezodpovedá totiž bodu v priestore. Prejavuje sa skôr ako bod v čase. Ako big bang, okamih, keď sa čas zrodil, rozbehol. Od tej chvíle každý pohyb do vnútra vesmíru (pri pohľade zvonka) koresponduje s pohybom dopredu v čase (pri pohľade zvnútra).

Podľa tohto scenáru sa rozličné obdobia vo vesmíre java ako séria okrúhlych šupiek. Najvzdialenejšou je big bang. Pod ňou sú šupky označujúce jednotlivé rozhrania: kedy inflácia skončila; kedy sa vesmír stal viditeľným... (Pozri

obrázok.) Efekty kolízie by však cez tieto šupky časom mali k nám preniknúť. Pri pohľade zvnútra sa vše však nijaké „nové“ kolízie nemali pozorovať. Nikdy sa nestane, že astronóm analyzujući snímku CMB zvolá: „Pozri, táto škvra tam včera nebola.“

Z rovnakého dôvodu nás nijaká kolízia nemôže ohrozit. Kozmológ Antoin Aguirre z Kalifornskej univerzity tvrdí: „Ak sme tu, potom sme možným dôsledkom zrážky unikli.“

Lovci znakov na oblohe

Kozmológovia veria, že slabé stopy po zrážke vesmírov na mikrovlnnom pozadí čo nevidieť objavia. Na mape zo sondy WMAP ich zatiaľ nerozlišili. Nedávno objavená „chladná škvra“ sa ukázala byť štatistickou chybou.

„Vzorky, o ktorých hovoríme, prekrývajú najrozličnejšie druhy fluktuácií“, vratí Kleban.

„Experiment WMAP má rozlíšenie 3 milióny pixelov. Overiť našu hypotézu znamená otestovať vzťahy medzi každým párom týchto pixelov. To zatiaľ nedokážu ani najvýkonnejšie počítače“, dopĺňa ho Matthew Johnson z Perimeter Institute for Theoretical Physics v Kanade.

Johnsonov tím vyvíja filtre, ktoré by oddelili „piesok od zlata“. Johnson: „Tieto filtre by mali predpokladaný signál zachytiť. Slabina prvého filtrov je to, že ho nemôžete použiť, ak neviete, čo hľadáte. Inými slovami: filter dokáže zachytiť iba tie signály, ktoré sú v zhode s vašou teóriou.“



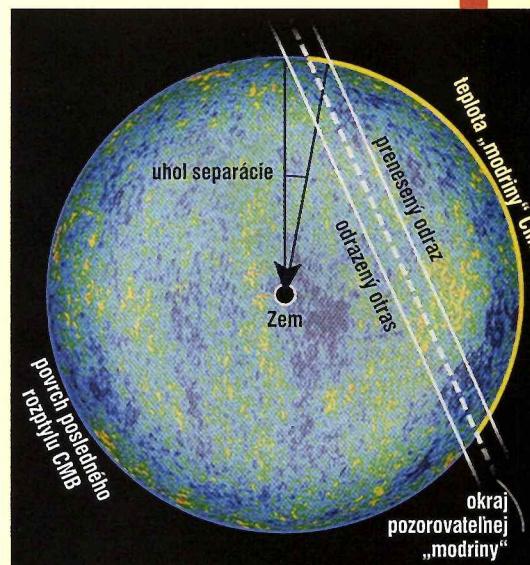
Kruhy okolo Rosies

Stopy po zrážke s iným vesmírom by sa mali prejavíť ako zvláštny druh odtlačku v mikrovlnnom pozadí kozmického pozadia. Táto „modrina“ po zrážke by sa však neprejavila v teplote CMB. Vnímali by sme ju ako unikátny úkaz, ktorým sa prejavuje vibrácia žiarenia CMB putujúceho vesmírom.

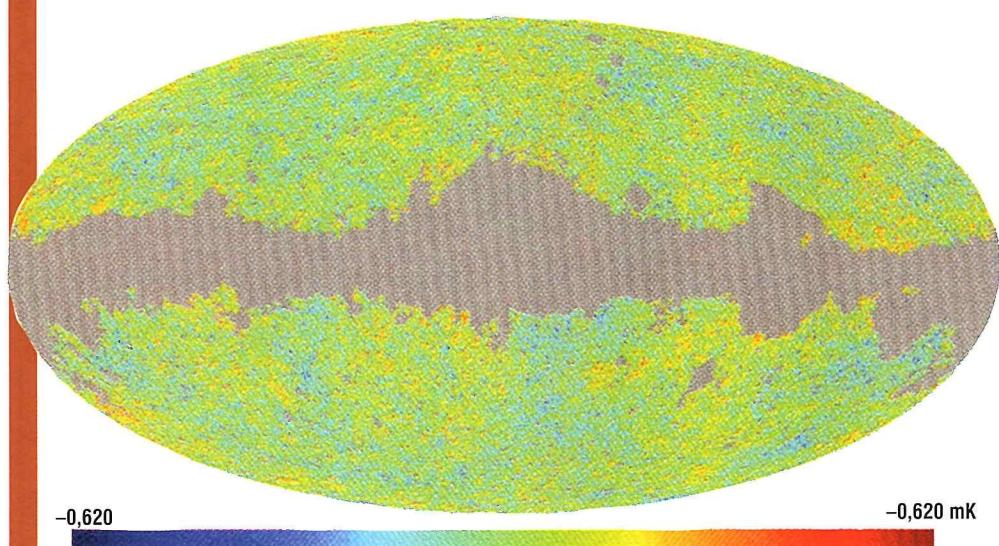
Otrasy po zrážke vesmírov menia hustotu vesmíru, v ktorom sa šíria. Zvláštnosťou týchto hustôt je to, že sa objavujú v pároch. Zvuková vlna, pôsobiaca na povrch jazera vo chvíli, keď preniká zo vzduchu do vody, zmení rýchlosť. Preto, že rýchlosť zvuku sa v rozličných prostrediah mení. Cez hladinu vody však neprenikne všetok zvuk. Časť sa od hladiny odraža. Prejaví sa to vznikom dvoch zvukových vln: jedna sa pohybuje dopredu, druhá dozadu.

Dve vlny sa vytvoria aj v rozpínajúcom sa vesmíre, ak sa rýchlosť šírenia zvuku hoci-kde a zhruba v tom istom čase zmení. Presne to sa dialo vtedy, keď rozpínajúci vesmír redol a chladol. Hustá ohnivá polievka sa premenila bezmála na vákuum. Kozmický otrás je tlaková vlna, podobná zvukovej vlnie. Keď preniká nejakou hmotou, vlna sa rozdelí na dve vlny. Ak ich vzápäť dostihnú fotóny, rozptýlia sa na oboch.

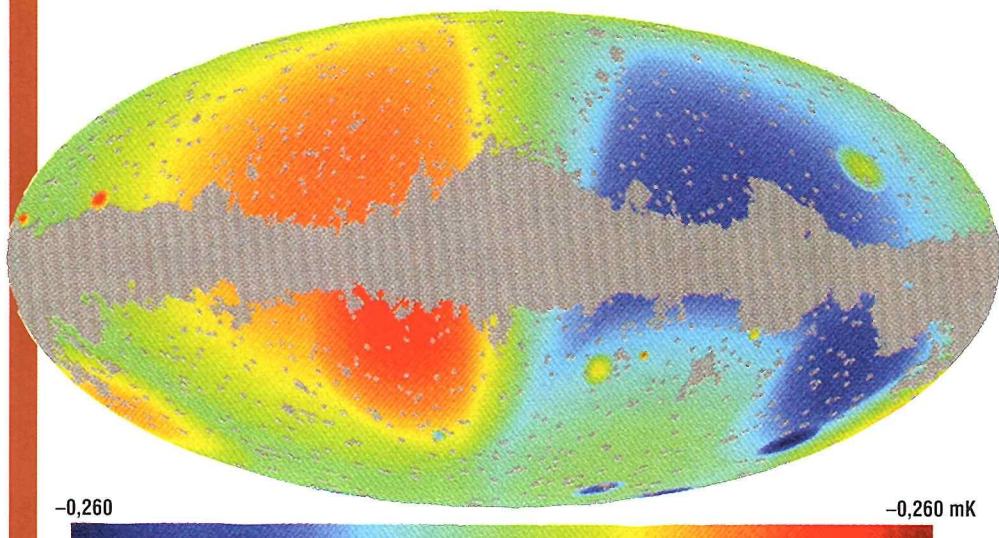
Rozptyl fotóny CMB polarizuje. Spôsobuje, že sa jeho vlnové dĺžky vychýľujú do rôznych smerov špecifickým spôsobom. Ak má teplotnú „modrinu“ priemer 12° alebo viac, polarizovaný signál sa prejaví dvoma kruhmi. Prvý vo vnútri, druhý na povrchu teplotnej „modriny“. Ak pozorovatelia dokážu znaky polarizácie detegovať a porovnať s teplotou disku CMB, malí by v rukách hodnotový dôkaz o zrážke vesmíru.



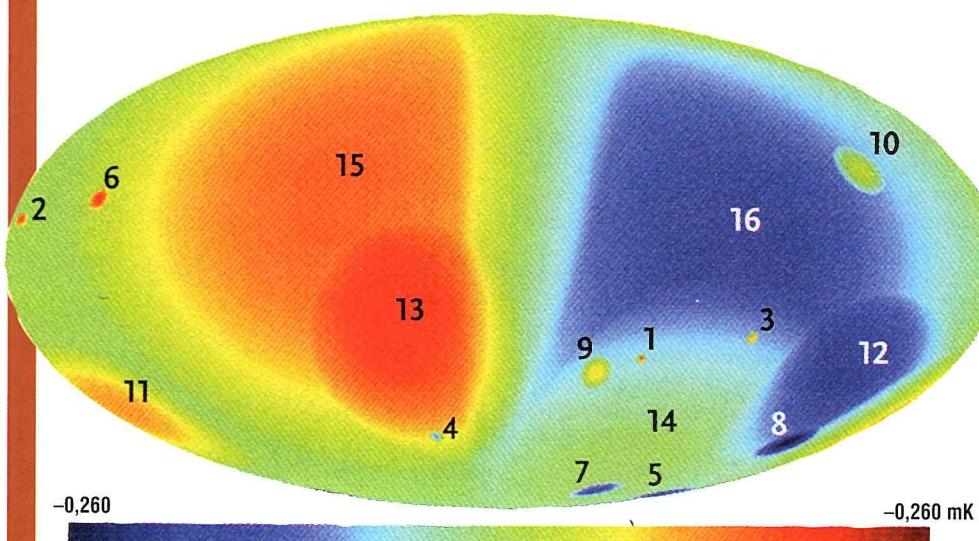
Rozhranie zviditeľňuje prenášanie a reflektované otrosy po zrážke bublín (vesmírov). Väčšia či menšia vzdialenosť jednotlivých rezov/šupiek od Zeme vyjadruje vyššiu či menšiu teplotu v mikrovlnnom žiareni kozmického pozadia. Čím bližšie sú tieto šupky k okraju gule, tým viac sa uhlová vzdialenosť medzi jednotlivými otrasmami zväčšuje. Nie však o viac ako o niekoľko stupňov.



Mapa CMB (94 GHz), vyhotovená z údajov sondy WMAP po 7 rokoch merania.



Možné kolízie bublín (sivá plocha uprostred je Mliečna cesta).



Po prvej analýze CMB pomocou nového algoritmu našli 16 anomálii, ktoré môžu byť stopami po zrážke nášho vesmíru s iným. Zatiaľ nevedno, či sú tieto anomálie naozaj dôsledkom predpokladaných zrážok bublín dvoch vesmírov.

Johnsonov tím sa poistil. Vedci vypočítali pravdepodobnosť, do akej miery sú škvry (kandidáti na stopu po zrážke) naozaj dôsledkom kozmického karambolu, do akej miery sa teória zhoduje s pozorovanými údajmi. Ak je pravdepodobnosť nízka, kandidát nie je produktom zrážky.

Najvýznamnejšie fyzikálne časopisy zverejnili včera opis tejto zdvojenej kontroly. Vedci už pri prvom pokuse objavili niekoľko anomálii v údajoch, ktoré sonda WMAP získala počas siedmich rokov. Výsledky však ani v jednom prípade kontrolou neprešli. Po istom čase použil Johnsonov tím lepší algoritmus, vyvinutý špeciálne pre kolízie vesmírov. V tomto prípade využili nový typ filtrov. (Využíali ich s vedcami najrozličnejších fyzikálnych odborov a s ľuďmi, ktorí digitálne informácie spracúvajú.) Pomocou novej metódy identifikovali 16 kandidátov kolízii, vrátane tých siedmich, ktoré objavili pri prvom experimente!

Škvry majú uhlový polomer v rozmedzí 1,5° až 90°. Nové údaje zataň dvojitolou kontrolou neprešli. Kontrola údajov je zdĺhava, preto sa rozhodli počkať na údaje z vesmírneho dalekohľadu Planck (ESA), ktorý vypustili v roku 2009. Planck meria teplotu i polarizáciu mikrovlnného pozadia, pričom uhlové rozlíšenie jeho snímok je o 100 % vyššie ako pri sonda WMAP. Planck vyhotobil 5 celooblohových prehliadiok, až kým sa pred rokom neporúčalo chladenie prístroja na meranie vysokých frekvencií (HFI). Prístroj sice ešte pracuje, ale jeho údaje musia upravovať. Európska vesmírna agentúra zverejní časť údajov Plancka o CMB z prvých 15 mesiacov meraní až na jar 2013. Všetky údaje až v roku 2014.

Pravdaže, nikto nevie, či citlivosť Plancka je dosťatočne vysoká na detegovanie znakov, ktoré kozmológovia predpovedali. Nie je jasné ani to, či zistené anomálie budú naozaj odtlačkami kozmických kolízii. Kleban a Johnson však veria, že údaje z Plancka ich hypotézu potvrdia.

Prítomnosť kandidátov kozmickej zrážky môžu potvrdiť aj iné signály. Napríklad, ak sa veľká kopa galaxií alebo prázdna oblasť v tkanine kozmu ocitnú pred okrúhlymi škvunami CMB, na svete bude silný dôkaz o ich existencii.

Nástrahy a problémy

Ak aj pripustíme, že večná inflácia a multiverzum existujú, nie je vylúčené, že sa bubbleky zárodočných vesmírov nedokázali vyvinúť tak rýchle, aby do seba narážali predtým, ako ich inflácia od seba vzdialila. V takom prípade by sme stopy po nich nikdy nemohli objaviť.

Tak či onak, prípadné kolízie ponúkajú **prvú reálnu možnosť získania priameho dôkazu o comsi**, čo časť kozmológov definuje ako „relativne neškodenú kratochvíľu, z ktorej napokon nič nevzíde“. Aguirre namieta: „Keď sme pred rokmi diskutovali o večnej inflácii a multiverze, bolo ľahké mávnuť nad tým rukou. Dnes máme šancu detegovať dosviat kozmickej zrážky. Bubblekova kozmológia sa stala vedou. Ak by sme dosviat objavili, naše predstavy o kozme by sa radikálne zmenili.“

Sky and Telescope
december 2012

RNDr. Marián Lorenc má 60 rokov!

Na hvezdárni v Hurbanove blahoželali koncom minulého roka RNDr. Mariánovi Lorencovi kolegovia a priatelia k jeho šesťdesiatinám. Ladislav Druga za seba aj za svojich kolegov predniesol blahoželanie, ku ktorému sa pripája aj redakcia Kozmosu.

Z príhovoru Ladislava Drugu vyzberáme:

S Mariánom sa poznáme 36 rokov. Boli sme spolu na expedících v Brazílii, na Sibéri a v Maďarsku, kde sme strávili spolu 1 dlhší čas. Šesťdesiatka v živote človeka je len raz. Som rád, že pri tomto významnom jubileu sa mu môžem príhovoriť.

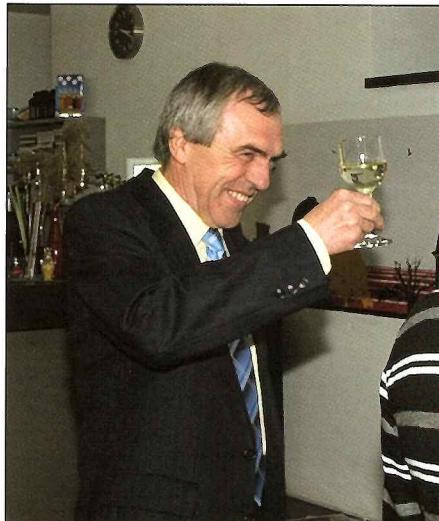
Pretože pracujeme v astronómii, začal by som asi situáciou, ktorá vládla v čase narodenia Mariána Lorenca na nebi a na planéte Zem.

Ráno 16. decembra 1952, pred východom Slnka, dominovali na východnom obzore súhvezdia Váhy, Hadonos, Herkules a Škorpión s planétou Merkúr. Na juhu kraľoval Lev a súhvezdie Paná, v ktorom jasne žiarila planéta Sarurn. Na západnej oblohe sa ligotali hviezdy Castor a Polux v súhvezdí Blížencov. Slnko sa nachádzalo v znamení Strelca a spolu s Mesiacom, ktorý bol deň pred novom sviatočne zahalený upozornovali podobne ako dnes na blížiace sa čaro nastávajúcich Vianoc na Zemi. V ten deň (16. decembra 1952) sa narodil v Gbeloch na Záhorí Marián Lorenc. Jeho otec Ján bol ropný baník a matka Ludmila robila na družstve v rastlinnej výrobe. Poznal som ich aj ja.

Po základnej škole, kde ho vynikajúci pedagógovia orientovali na prírodovedné predmety, navštievoval SVŠ v Skalici, ktorú absolvoval v roku 1971. V tom istom roku pokračoval v štúdiu na Prírododeckej fakulte UK v Bratislave, ktorú ukončil štátnej záverečnou skúškou v roku 1976.

Po štúdiu nastúpil v roku 1976 do zamestnania v Slovenskom ústredí amatérskej astronómie v Hurbanove.

Marián Lorenc pracoval vo funkcií vedecko-výskumného pracovníka na odborno-pozorovateľských úlohách na horizontálnom slnečnom spektrografe. Vyhdnocoval napo-



zorovaný materiál a snažil sa o jeho interpretáciu. Publikoval svoje pozorovania v desiatkach odborných článkov. Viedie odborné stáže sa spektrografe, vykonáva pozorovania významných astronomických úkazov, prednáša na PŠA, na Univerzite Konštantína Filozofa v Nitre, ale sprečáva vo hvezdárni aj exkurzie. Dnes je vedúcim oddelenia pre odborno-pozorovateľskú a výskumnú činnosť v oblasti slnečnej fyziky.

Marián Lorenc sa doteraz zúčastnil na piatich expedících za úplnými zatmeniami Slnka: v Brazílii (1994), v Pervomajskom pri Čite na Sibéri (1997), v Kiskunmajsa v Maďarsku (1999), v Afrike v angolskej Sumbe (2001) a v Manavgate v Turecku (2006).

Marián Lorenc je dlhoročným členom SAS pri SAV, SZAA a zakladajúcim členom Konkolyho spoločnosti.

Marián Lorenc je ženatý, má dvoch synov a vnučku.

Milý Marián!

Nech je naše dnešné stretnutie blahodarne pôsobiacim elixírom v celom Tvojom ďalšom živote.

Prajem Ti veľa zdravia, spokojnosti, lásky i šťastia a veľa rokov radosti tak v kruhu Tvojej rodiny ako aj v kolektíve spolupracovníkov na našej hvezdárni.

Z príhovoru Ladislav Druga



Marián Lorenc a Ladislav Druga.

Astronomická ročenka 2013

Zostavil: RNDr. Eduard Pittich

Publikácia je najnovším titulom Slovenskej ústrednej hvezdárne v Hurbanove. Obsahuje základné časové a polohové údaje nebeských objektov na oblohe od januára do decembra 2013. Sú v nej aktuálne informácie o pohyboch Slnka, Mesiaca a planet na oblohe, meteorických rojoch, kométoch, trpasličích planétach a asteroidoch, Galilejho mesiačkoch, zatmeniach Slnka a Mesiaca, premenných hviezdoch a pod. Obsahuje aj mnohé poučné články: Premenné hviezdy – Supernovy, Zákryty hviezad a planet Mesiacom, Astronomická orientácia kašielov Dolná Krupá a Voderady, Astronomické a fyzikálne údaje a Časové signály. Je užitočnou pomôckou pre všetkých záujemcov o pozorovanie hviezdnej oblohy (cena: 2,66 €').



ASTRONOMICKÁ ROČENKA 2013

Astronomický kalendár 2013

Autor: Mgr. Ladislav Druga

Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove vydala Astronomický kalendár na rok 2013. Na jeho stránkach sú uvedené bohaté informácie o postavení planét, Mesiaca a Slnka na jednotlivé dni roka, pomocou ktorých sa i najširšia verejnosť dokáže orientovať na hviezdnej oblohe. Súčasťou týchto informácií sú údaje o východe a západe Slnka, fázach Mesiaca, jeho najmenšej a najväčšej vzdialenosťi od Zeme, maximálnych jasnostiach planét, zatmeniach Slnka a Mesiaca, vstupoch Slnka do znamení zvieratníka, maximálnych meteorických rojov, extrémnych teplotách v jednotlivých mesiacoch roka za posledných 140 rokov ako aj údaje o zavedení letného času. Priopomína výročia našich a svetových astronómov a výročia svetovej kozmonautiky. Publikácia je ilustrovaná pozoruhodnými farebnými fotografiami hmlovín, galaxií a hviezdomôrk, získané vesmírnymi ďalekohľadmi NASA a prostredníctvom Hubble Heritage Team (cena: 2,99 €').

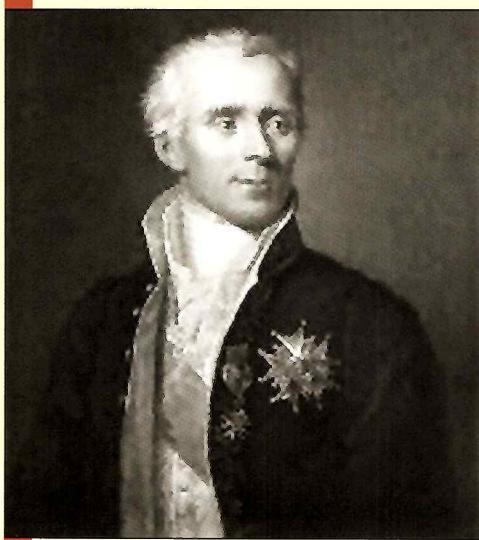
Publikácie si môžete objednať u vydavateľa na adresi: Slovenská ústredná hvezdáreň, Komářianská 134, 947 01 Hurbanovo. Tel. 035/7602484-6, fax: 035/7602487, e-mail: suhlib@suh.sk alebo priamo zakúpiť vo všetkých hvezdárňach a planetáriach na Slovensku.



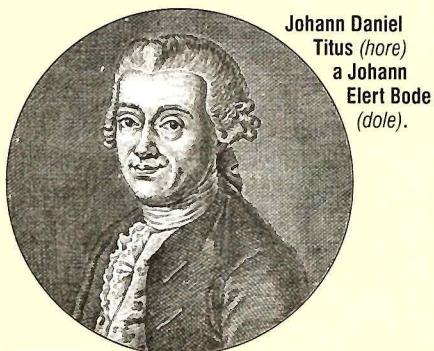
29 * Kozmos 1/2013

O probléme n telies

Pripravok je venovaný nevyriesenému problému v nebeskej mechanike – stabilite Slnečnej sústavy. Otázka, či planéty boli od počiatku existencie sústavy v podobnej konfigurácii, a či môžeme očakávať, že aj nadalej to tak ostane. Okrajovo sa zaobrába aj gnozeologickou otázkou postupu pri tvorbe fyzikálnych zákonov.



Pierre Simon de Laplace.



Johann Daniel
Titus (hore)
a Johann
Elert Bode
(dole).



Hned po Newtonovom objave gravitačného zákona (1687) a infinitezimálneho počtu sa množstvo vtedajších vzdelencov pustilo do práca na dynamickom objasnení pohybov planét. Vychádzalo sa z riešenia **problému dvoch telies**. Predstavme si v priestore dve telesá, ktoré majú určitú polohu a smer rýchlosť, čo nazývame počiatočnými podmienkami. Pôsobia na seba príťažlivou silou, a všetky ostatné pôsobenia sú odmyslime. Takýto dynamický problém má pri použití Newtonových dynamických zákonov jednoznačné riešenie. Výsledkom je potvrdenie a doplnenie Keplerových zákonov pohybu planét. Doplnenie v tom zmysle, že tvarom dráhy môže byť nielen elipsa, ale aj parabola a hyperbola, v závislosti od počiatočných podmienok. Podstatné pre astronómio je doplnenie tretieho Keplerovho zákona. V pôvodnom znení, podľa tohto zákona je pomer tretej mocniny veľkej polosi elipsy po ktorej sa planéta pohybuje a druhej mocniny obežnej doby pre určité centrálne teleso konštantný (1). Podľa Newtonovho odvodenia závisí tento pomer od hmotnosti obidvoch zúčastnených telies (2):

$$\frac{a^3}{T^2} = \text{konšt.} \quad (1)$$

$$\frac{a^3}{T^2} = k \frac{m+M}{4\pi^2}. \quad (2)$$

M je hmotnosť centrálnego telesa, našom prípade Slnka, m hmotnosť planéty. Zákon nám umožňuje určiť súčet hmotnosti obidvoch telies. Je to v podstate jediný spôsob na určovanie hmotnosti vzdialených objektov.

Ak však zostavili dynamické rovnice pre viac telies, nepodarilo sa dosiahnuť k analytickému riešeniu. Znamená to, že nevieme nájsť riešenie v tvare: *poloha = funkcia času* pre jednotlivé telesá. Táto skutočnosť bola prekážkou pri riešení **problému stability Slnečnej sústavy**. Matematika poskytuje pre takéto diferenciálne rovnice dve metódy na aspoň približné riešenie. Jednak je to rozvoj do nekonečných radov s nasledujúcim integrovaním, alebo numerické riešenie. V obidvoch metódach sa odchýlka od presného riešenia zväčšuje s časom. Počiatočné štúdie, ktoré uviedol Pierre Simon de Laplace (1749 – 1827) vo svojom päťvázkovom traktáte *Nebeská mechanika*, boli založené na superpozícii približného riešenia v zmysle Keplerových zákonov a spresnenia pomocou tzv. **poruchových členov** v rozvinutých radoch. Laplace zistil, že tieto členy sa dajú rozdeliť na sekulárne a periodické. **Periodické členy** sa vyjadrujú výrazmi zloženými z periodických funkcií [$\sin(nT)$, $\cos(nT)$], **sekulárne** vyjadrujú zmenu jedným smerom – jednostranný pokles, alebo vzrast určitého elementu. Týmto postupom získame spoľahlivé výsledky pohybu planét v dobe niekoľko tisíc rokov. V žiadnom prípade to však nemôže zodpovedať na otázkou stability Slnečnej sústavy počas jej existencie. Z hľadiska riešenia otázky stability Slnečnej sústavy má veľký význam Laplaceovo zistenie, že **pri veľkých poloosách**

dráh planét sa nevyskytujú ani sekulárne, ani **periodické poruchy**. Samozrejme, týka sa to iba horeuvedeného časového intervalu. Kombináciou numerického výpočtu s použitím najmodernejšej výpočtovej techniky a rozvojom poruchových členov do radu až 150 000 členov (!) podarilo sa otázkou stability aspoň čiastočne objasniť až do času pred 100 miliónmi rokov (Laskar, 1996), čo však považujú za súčasnú hranicu.

Kedysi v osiemdesiatych rokoch minulého storočia som sa zúčastnil na stretnutí, kde sa skupina našich (československých) fyzikov a astronómov zaoberala otázkou, či má fyzika dostačujný aparát na to, aby mohla objasniť procesy, ktoré pozorujeme na oblohe. Na moje prekvapenie dospeli k záveru, že áno. Bol som iba pasívnym poslucháčom, a moje prekvapenie som bol ochotný pripisať vlastnej nevzdelanosti. Teraz si však myslím, že aj vo fyzike sú skryté určité „zádrhely“, pred ktorými si zakrývame oči. Ak ich nevieme vyriešiť, tak ich jednoducho „preskočíme“. A tento problém n telies je v tomto smere ukážkový. Skúsenosť z histórie: Slnečná sústava predsa funguje – a intuícia nám šepká, že riešenie existuje, ale postupy klasickej dynamiky vedú k dôkazu (Poincaré, okolo 1895), že analytické riešenie je nemožné. Postupy dynamiky nemôžeme spochybňovať – obvinili by nás z kačírstva; obviníme teda Slnečnú sústavu z chaotického správania (Horák a ďalší, 2007).

Pri tejto príležitosti mi napadá Einsteinov výrok, ktorý nedávno parafrázoval M. Lasica. Hovoril: „V škole sa učili, že sa to nedá urobiť. On však neboli v škole, takže sa to nedozvedel a urobil to!“

Je tu ešte jeden záhadný náznak: pravidlo Titiusovo-Bodeho (1772, Bode ho objavil a Titius ho propagoval). Podľa neho veľké polosi planét Slnečnej sústavy (a) majú veľkosť (v astronomických jednotkách, AU), ktorá sa dá vyjadriť vzorcom:

$$a = 0,4 + 0,3k, \quad (3)$$

kde k nadobúda pre jednotlivé hodnoty podľa tabuľky:

Planéta	k	a (vzorec)	a (skutočné)
Merkúr	0	0,40	0,39
Venuša	1	0,70	0,72
Zem	2	1,00	1,00
Mars	4	1,60	1,52
Asteroidy	8	3,00	2,80
Jupiter	16	5,20	5,20
Saturn	32	10,00	9,54
Urán	64	19,60	19,20
Neptún	–	–	30,10
Pluto	128	38,80	39,40

Zhoda je prekvapujúca! Môže to byť náhoda? Pokial sme sa (dobre) učili ako používať teóriu pravdepodobnosti pri interpretáciach, museli by sme priznať, že o náhodu ísť nemôže. Napriek to-

v nebeskej mechanike

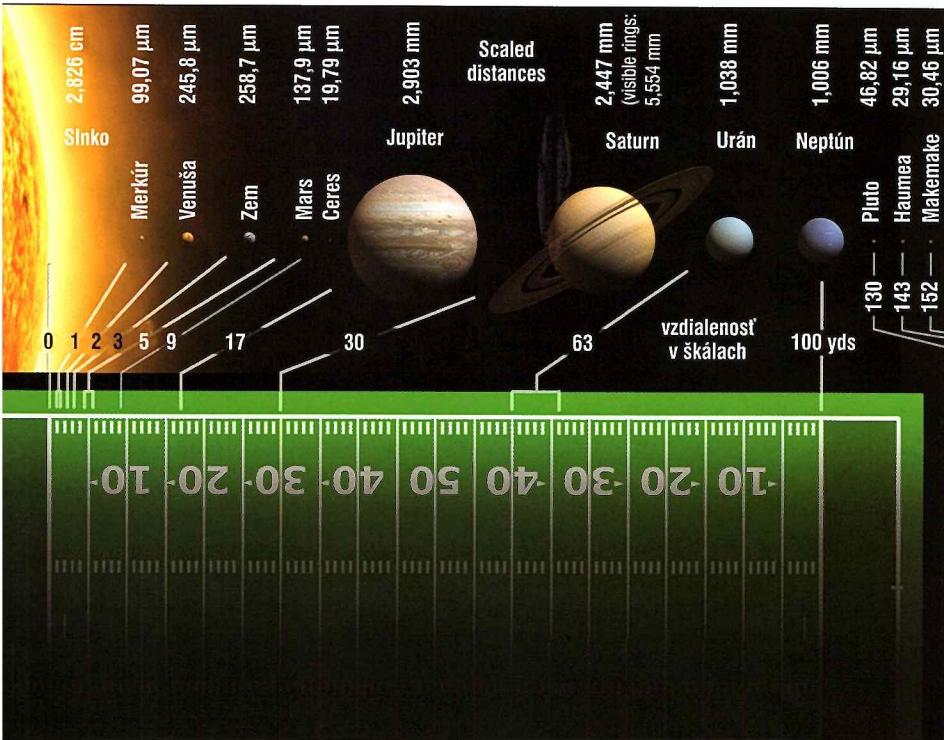


Diagram slnečnej sústavy znázorňuje rozmiestnenie planét v celých číslach, pričom vzdialenosť Slnko/Neptún je vyjadrená číslom 100. Čísla nie sú v úplnej zhode s Titiusovo-Bodeho pravidlom, ale približne vyjadrujú harmonické rezonancie spôsobené gravitáciou.

mu, vo všetkých encyklopédiah sa uvádzá, že pravidlo sa nedá fyzikálne interpretovať, lebo z uznávaných dynamických zákonov nevypĺýva.

Každého fyzika musí napadnúť analógia s Balmerovou sériou vodíka. V roku 1884 si Johann Jakob Balmer, 60-ročný učiteľ matematiky a krasopisu na dievčenskej strednej škole v Bazileji vo Švajčiarsku, všimol, že vlnové dĺžky vodíkového spektra sa dajú vyjadriť vzorcom:

$$\lambda = k \frac{m^2}{m^2 - n^2}, \quad (4)$$

kde m , n sú celé kladné čísla. Pre $n = 2$ a $m = 3, 4, 5, \dots$, $k = 364,50682 \text{ nm}$.

Vzorec veľmi dobre súhlasí s experimentálnymi údajmi. Na jeho počesť je táto séria spektrálnych čiar vodíka nazvaná Balmerovou sériou. Niels Bohr (1913) ukázal, že vzorec vyjadruje prevrátenú hodnotu rozdielu dvoch energetických termov v atóme vodíka, a pri prechode elektrónu medzi nimi vzniká svetelná časťica – foton. Tieto poznatky boli zabudované do základov novej náuky – **kvantovej fyziky**.

Titiusovo-Bodeho pravidlo však nemá žiadne solídne vysvetlenie. Už pri objave Uránu (1781), keď sa ukázalo, že dráha je v skutočnosti takmer rovnaká, ako určená podľa pravidla, verili v jeho platnosť a očakávali nejaké rozumné vysvetlenie. Zatiaľ načakáme 240 rokov. V roku 1801 objavili ďalšiu očakávanú planétu vo vzdialosti 2,8 AU. Pozorovania však ukázali, že ide o menšie teleso, neskôr nazvané Ceres, s priemerom okolo 1 000 km, a po krátkej dobe sa na podobnej

dráhe našli ďalšie telesá s podobnými parametrami. Dnes ich nazývame **asteroidmi**, a máme zmapovaných okolo 100 000 takýchto telies, väčšinou práve v priestore medzi Marsom a Jupiterom.

Vyskytli sa aj teórie, že pás asteroidov môže byť pozostatkom po rozpadnutej planéte. Táto hypotetická planéta bola pomenovaná Faetón. Množstvo hmoty v pásme asteroidov je však na to príliš malé. Jeho sumárna hmotnosť je asi len jedna pätnina hmotnosti Mesiaca.

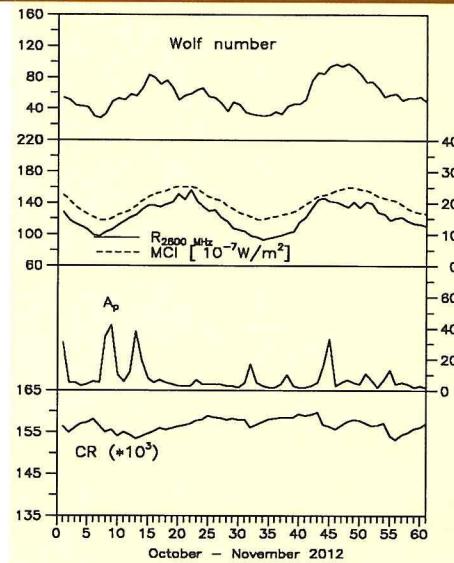
Ostáva nám teda iba čakať, či sa nájde niekto, čo tiež nebola v škole, keď sa dokazovala nemožnosť riešenia. Niečo nám uniká. Na túto tému som si vypočul peknú analógiu na jednej prednáške profesora Krempaského. Súviselo to s otázkou, či by sme pri vypracovávaní fyzikálnych vysvetlení nemohli išť inou, alternatívnu cestou. Horovil:

Sherlock Holmes s dr. Watsonom sa vybrali stanovať. Uprostred noci sa Holmes zobudil a pýtal sa: „Milý Watson, čo Vám napadá pri pohľade na nekonečné hviezdičky priestory?“ Watson sa pustil do obdivujúcich viet: „Je to užasné, ked si pomyslím, že každá hviezdička je vlastne Slnkom a okolo nej môžu kružiť planéty podobné našej Zemi!“ Holmes ho prerušil – „no vidite, a mine napadlo, že nám ukradli stan!“

Literatúra:

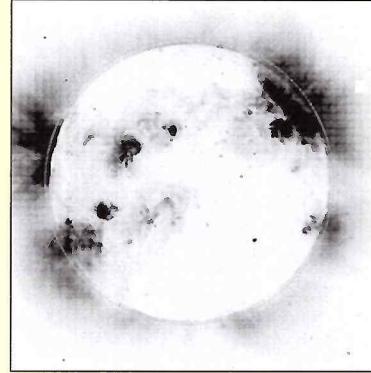
- Laskar J.: *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy* 64 (1996).
Horák J., Krlín L. a Raidl A.: *Deterministic chaos a podivná kinetika*, ACADEMIA Praha (2007).

MILAN RYBANSKÝ



Slnečná aktivita

Priebeh slnečnej aktivity má nadálej charakter prechodného obdobia a zodpovedá fáze cyklu v období jeho vzastu. Ako môžeme vidieť z obrázku, aktivita má plynulý neexplozívny charakter.

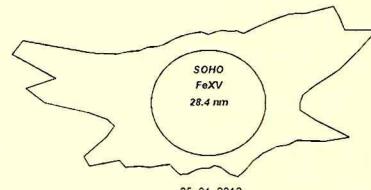


V minulom čísle sme uviedli, akým spôsobom sa nám podarilo pokračovať vo výpočte koronálneho indexu slnečnej aktivity (CI) pomocou korelácie s pozorovániami družice SOHO.

Ci sa pôvodne počítal z pozorovaní siete koronálnych staníc, ktoré pozorovali tzv. zelenú čiaru koróny, 530,3 nm, patriacu iónu FeXIV.

Niekteré práce súvisiace s korelačnými štúdiami rôznych prejavov slnečnej aktivity využívali priamo tieto dátá, ktoré sme publikovali pod názvom homogénnych rad (HR). Aby bolo možné vyuvinutú metodiku nadálej využívať, použili sme pozorovania prístroja EIT, ktorý sníma obrázky koróny v čiare FeXV, 28,4 nm, na koreláciu s pôvodným HR v rokoch 1996 až 2003 (630 spoločných pozorovaní s koronálnou stanicou na Lomnickom štítu). Získaná závislosť týchto dvoch pozorovaní nám umožňuje pokračovať v publikovaní HR, zatiaľ na webovej stránke SÚH Hurbanovo.

Milan Rybanský



Na obrázku je ukážka procedúry. Intenzity z obrázku koróny, získaného prístrojom EIT sú prevedené na škálu HR. V podstate nám to umožňuje pokračovať v tzv. koronálnej službe. (Horný obrázok je negatív pôvodného snímku FeXV; miesto určovania intenzít je naznačené nad slnečným okrajom).

Motto:

Kométy sú ako mačky – majú chvost a urobia len to, čo uznajú za vhodné.

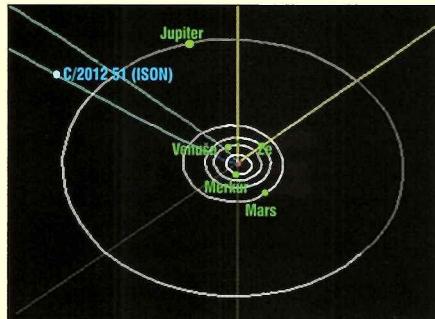
(David Levy)



Nevskij a Novičonka vo svojom ISON observatóriu.



Kométa C/2012 S1 (ISON) deň po objave na snímke E. Guida, G. Sostera a N. Howesa získanej observatóriom Remote Astronomical Society Observatory, Mayhill, USA.



Dráha kométy C/2012 S1 (ISON) a poloha kométy vo vzdialosti 6,25 AU od Slnka (z 25. 9. 2012).



Kométa Ikeya-Seki 1965 S1 počas priblíženia k Slnku 21. októbra 1965.

Blíži sa k nám kométa desaťročia Kométa C/2012

Avízo zdaleka

Vitalij Nevskij z Vitebska v Bielorusku a Artem Novičonka z Kondopogy v ruskej Karélii oznámili svoj objav novej kométy. Difúznu kométu s komou veľkosti 8 oblúkových sekúnd zaznamenali na štyroch 100-sekundových CCD snímkach získaných pomocou 40-cm zrkadlového ďalekohľadu svetelnosti 1:3. Kométa bola objavená 21. septembra 2012 o 1 hodine a 44 minútach svetového času. Pozorovanie uskutočnili na hvezdárni International Scientific Optical Network (ISON) blízko Kislovodska v Rusku. Je to ďalší prípad, keď kométa bude známa podľa mena hvezdárne, na-

priek tomu, že oficiálne to je kométa C/2012 S1. Podobné prípady vznikajú vtedy, keď objavitelia jasne nedeklarujú svoje mená, prípadne oznamenie v angličtine nie je jednoznačné a nový názov je na svete. V roku 1965 nastal podobný prípad dokonca s dvojicou komét 60P/Tschenšan 1 and 62P/Tschenšan 2, kde sa až po dlhšom čase zistilo, že Tschenšan nie je meno objaviteľa, ale po čínsky názov hvezdárne na Purpurovej hore.

Ked' Nevskij a Novičonka oznámili svoj objav, najprv všobec netušili, že ide o kométu, a tak sa objav dostal na stránku blízkozemských objektov vyžadujúcich potvrdenie (Minor Planet Center NEO Confirmation Page). Až ďalší deň oznamili kometárny vzhľad objaveného objektu, čo bolo potvrdené pozorovaním 1,5-m ďalekohľadom hvezdárne Majdanak v Uzbeckistane a vzápäť celou plejádou ďalších pozorovateľov.

Na základe polohy pri objave a dvoch identifikovaných predobjavových pozorovaní (28. 12. 2011 hvezdáren na Mt. Lemmon a 28. 1. 2012 Project Pan-STARRS) bola vypočítaná predbežná dráha. Elementy sú nasledovné (pre epochu 2013 december 14,0 TT, ekvinokcium 2000,0):

čas prechodu perihéliom	$T = 2013 \text{ Nov. } 28.8704 \text{ TT}$
excentricita	$e = 1,00000$
vzdialenosť perihélia	$q = 0,012453 \text{ AU}$
argument perihlia	$\omega = 345,5614^\circ$
dĺžka výstupného uzla	$\Omega = 295,6595^\circ$
sklon dráhy k ekliptike	$i = 62,3643^\circ$

Predbežná dráha sa pre zjednodušenie výpočtu počíta ako dráha parabolická, v tomto prípade sa excentricita považuje za jednotku, čo prakticky znamená, že afélium dráhy kométy leží veľmi ďaleko, možno až v Oortovom oblaku.

Po určení elementov bolo možné spočítať heliocentrickú vzdialenosť kométy pri objave. Výsledok – viac ako 6,25 AU od Slnka, teda dosť ďaleko za dráhou Jupitera, zaradil túto kométu

do počtom malého, ale významom veľkého súboru komét. Členmi tohto súboru sú také celebrity medzi kométami ako kométa Kohoutek C/1973 E1, kométa Hale-Bopp C/1995 O1 alebo periodická kométa IP/Halley.

Objav kométy vo veľkej vzdialnosti od Slnka je indíciou, že môže ísť buď o veľké a/alebo mimoriadne aktívne kometárne jadro, ktoré sa v malej vzdialnosti od Slnka a od Zeme môže prejavíť mimoriadnu aktivitu a jasnosťou. Keďže Levy so svojim podobenstvom o kométech a mačkách má 100-percentnú pravdu, niekedy sa predpoved mimoriadnych úkazov splní, niekedy nie. V našich vyššie uvedených prípadoch sa kométa Hale-Bopp vyvinula do krásy, ktorá jej dovolila sa uchádzať o titul kométy storočia. Naproti tomu kométa Kohoutek, ktorej po objave za dráhou Jupitera tiež predpovedali jasnú budúlosť, prešla okolo nás ako sice voľným okom viditeľný, ale pomerne slabý a nenápadný objekt 4. magnitúdy. O tom, čo môžeme očakávať od kométy ISON, si viac povieme o chvíli.

Krst ohňom

Na svojej ceste k Slnku sa 1. októbra 2013 kométa priblíži k Marsu na vzdialenosť 0,07 AU (cca 10 miliónov km). Predbežná dráha ukazuje, že kométa prejde perihéliom dňa 28. novembra 2013 vo vzdialnosti len 0,012453 AU od stredu Slnka, čo je 2,68 slnečného polomeru. Nad povrchom Slnka preletí vo vzdialnosti približne 1,68 slnečného polomeru, čo je menej ako 1,2 milióna km. Ak jej súčasná aktivita je odrazom veľkých rozmerov kometárneho jadra, máme veľkú pravdepodobnosť, že kometárne jadro prezije smrtiacie objatie Slnka a v plnej kráse využije excelentné pozorovacie podmienky, ktoré geometria vzájomného postavenia Zeme a kométy služuje, hlavne pre pozorovateľov zo severnej pologule. Najbližšie k Zemi bude 26. decembra 2013 vo vzdialosti 0,4 AU, čo je približne 60 miliónov km. Niektorí astronómovia prirovávajú túto kométu na základe dráhových charakteristik k Veľkej kométe z roku 1680.

Treba podotknúť, že ani pri priblíženiach k Slnku sa kométy nesprávajú podľa nejakého pravidla. Sú kométy, ako napr. 2P/Encke, ktoré už vo vzdialosti Merkúra reagujú na každý silnejší záchrve slnečného vetra, a sú kométy, ako napr. kométa Ikeya-Seki 1965 S1, ktorým nič neurobí ani prechod vonkajšou korónou Slnka. My budeme samozrejme kométe ISON držať palce, aby nám ju Slnko nerozprášilo na drobné skôr, ako predvedie veľké divadlo.

Dávid, alebo Goliáš?

V čase objavu kométy mala zdanlivú hviezdnú veľkosť 18,8, čo je sice veľmi málo na pozorovanie voľným okom alebo triédrom, ale celkom dosť na spoločné pozorovanie strednými ďalekohľadmi. Pri použití CCD kamier s kvalitným čipom nie je mimo dosahu ani pre menšie

storočia, alebo tisícročia?

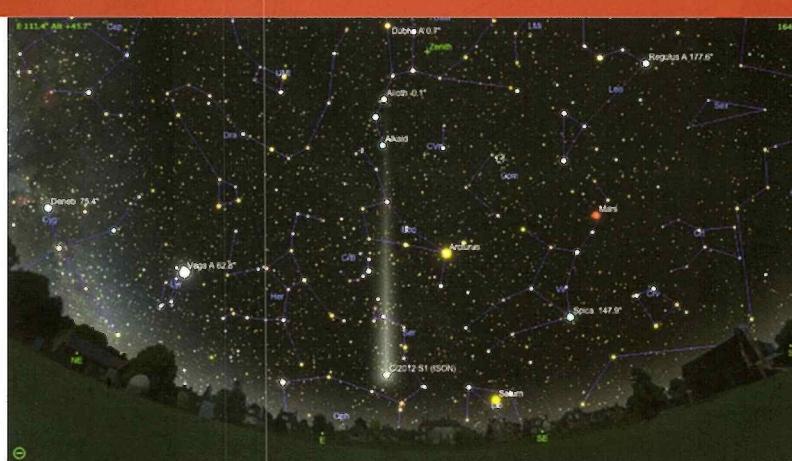
S1 (ISON)

dalekohľady. Pri postupnom približovaní k Slnku a v zápatí aj k Zemi sa bude jasnosť kométy zvyšovať. Kým jasnosť so vzdialenosťou od Zeme klesá s druhou mocninou, závislosť od meniacej sa vzdialenosťou od Slnka je zložitejšia a obecne popísaná veľkosťou tzv. fotometrického exponentu n . Tento exponent je pre neaktívne jadro $n = 2$, pre priemernú kométu $n = 4$, ale interval pozorovaných hodnôt pokrýva n od 1 do 10. Na základe doterajšieho priebehu jasnosti ešte nemôžeme odvodiť fotometrický exponent pre samotnú kométu ISON (rozsah zodpovedajúcich hodnôt helicoentrických vzdialenosťí je príliš úzky), preto využívame len analógie a štatistické údaje. Navyše hodnoty n (a rýchlosť zmeny jasnosti) vo veľkých vzdialenosťach od Slnka nemusia byť identické s hodnotami v blízkosti Sln-

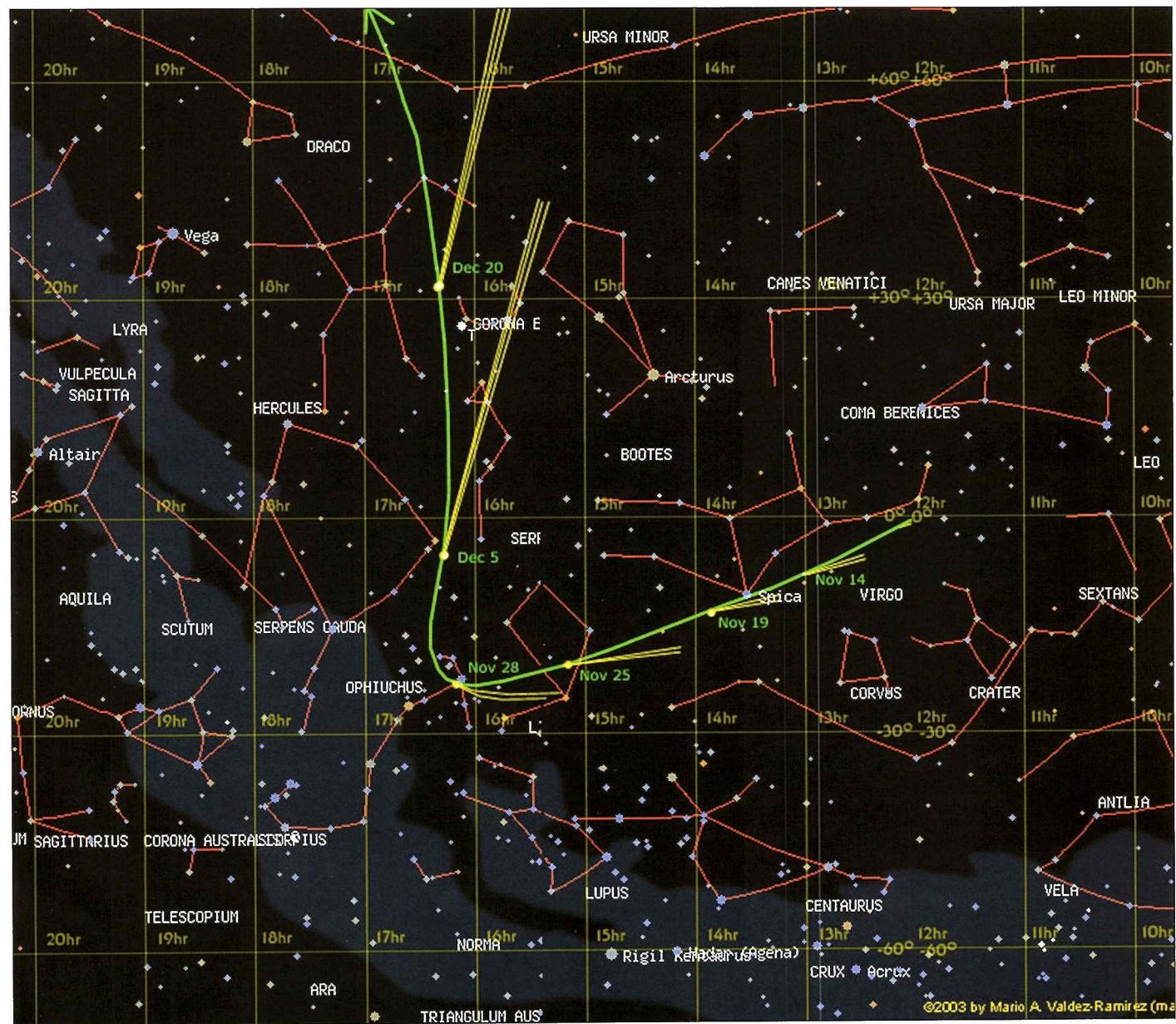
ka a Zeme. U kométy Hale-Bopp napr. produkcia prachu a vytvorenie veľkých prachových oblakov na dlhé týždne prekryli očakávané zvyšovanie jasnosti s približovaním sa jadra k Slnku.

Veľký vplyv na zodpovedanie otázky z nadpisu tohto odstavca môže hrať aj skutočnosť, že nakoniec je jadro kométy ISON pokryté prchavým materiálom, ktorý vzniká na kometárnych jadrach počas dlhého bombardovania kozmickým žiareniom v čase, keď je jadro v Oortovom oblaku, alebo jednoducho dostatočne daleko od Slnka, kde sa neprejaví zohrievanie

jadra teplom Slnka. Pokiaľ je táto vrstva dostačne hrubá, môže spôsobiť veľkú aktivitu už daleko od Slnka. Akonále sa však zásoby prchavého materiálu a prachových zŕň vyčerpajú, kométa môže paradoxne s priblžením k Slnku v absolútnej jasnosti poklesnúť, a tým jej zdánlivá jasnosť bude rást oveľa pomalšie, ako by sme



Kométa 18. decembra 2013.



Polohy kométy v čase okolo prechodu perihéliom.



Kométa Kirch C/1680 V1 mala podobnú dráhu ako C/2012 S1 (ISON).

očakávali. Pravdepodobne tento scenár postihol už spomínanú kométu Kohoutek, keď vôbec nenaplnila očakávania, ktoré sa do nej vkladali.

Aj pri konservatívnych odhadoch však očakávame veľmi optimistický vývoj. Od objavu bude kométa nepretržite pozorovateľná až do mája 2013, keď sa z večernej oblohy stráti v žiare Slnka, aby sa opäť objavila v auguste na rannej oblohe a bola pozorovateľná nepretržite až do prelehu okolo Slnka. Potom bude jej poloha ešte priažnivejšia. Ako to teda bude vyzeráť v období najväčzej jasnosti? Zo začiatku bude javiskom ranná obloha, neskôr budeme kométu vidieť celú noc.

- veľmi dobre pozorovateľná, t. j. jasnejšia ako 7^m bude od 28. 10. 2013 do 18. 1. 2014;
- 28. 10. 2013 bude na rozhraní súhvezdi Leva a Hydry, jasnosť 7^m, východ o 02:30;
- 15. 11. 2013 bude v súhvezdí Panny, jasnosť 4^m, východ o 03:45;
- 20. 11. 2013 očakávame posledné pozorovanie v súmraku pred priblížením k Slnku, jasnosť 2,5^m;

- 28. 11. 2013 prejde popri Slnku pri jasnosti -13^m, pozorovateľná len v koronografoch;
- 29. 11. 2013 by mal nastaviť mimoriadny úkaz - kométa jasnosti -7^m až -5^m by mohla byť viditeľná na dennej oblohe v blízkosti Slnka;
- od 10. 12. 2013 – začne byť znova viditeľná v rannom súmraku najprv v súhvezdí Hada – pri jasnosti 2,5^m bude vychádzať o 05:00;
- 27. 12. 2013 bude najbližšie k Zemi – v súhvezdí Draka bude mať jasnosť 4^m;
- od Vianoc do konca pozorovateľnosti malými ďalekohľadmi bude z našich zemepisných šírok cirkumpolárna, pričom 8. 1. 2014 prejde len 3° od Polárky.

Za tieto vynikajúce pozorovacie podmienky vďačíme veľkému sklonu roviny dráhy kométy voči rovine ekliptiky – až 62,4°. Na rozdiel od krátkoperiodických komét, ktorých roviny dráh sú koncentrované k rovine ekliptiky, majú kométy s veľkými aféliovými vzdialenosťami sklony rozložené celkom náhodne. Napr. už spomínaná kométa Hale-Bopp sa pohybovala takmer kolmo na ekliptiku so sklonom 89°.

Poloha istá, jasnosť neistá

Efemerida kométy pre polnoc svetového času:

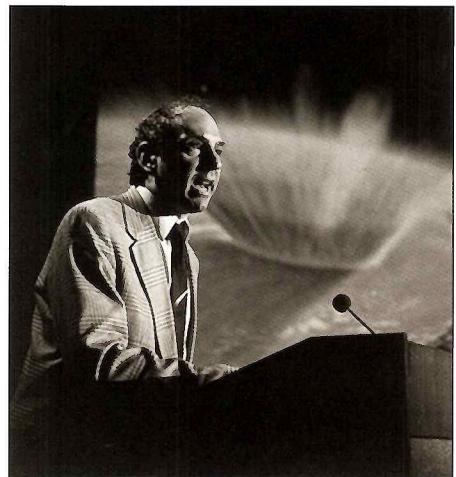
deň	rektascenzia	deklinácia	vzdialosť od Zeme	vzdialosť od Slnka	celková jasnosť
2013 10 28	10 54	+08 44	1,34	1,09	7,0
2013 11 02	11 17	+05 43	1,20	0,97	6,3
2013 11 07	11 47	+01 48	1,07	0,85	5,4
2013 11 12	12 25	-03 14	0,96	0,71	4,4
2013 11 17	13 13	-09 26	0,88	0,56	3,2
2013 11 22	14 16	-16 18	0,86	0,38	1,5
2013 11 27	15 35	-22 05	0,92	0,15	-2,4
2013 12 02	16 17	-11 59	0,83	0,22	-0,8
2013 12 07	16 12	-02 39	0,69	0,44	1,6
2013 12 12	16 11	+07 30	0,58	0,60	2,6
2013 12 17	16 11	+19 54	0,50	0,75	3,3
2013 12 22	16 15	+35 16	0,45	0,88	3,7
2013 12 27	16 23	+52 59	0,43	1,01	4,2
2014 01 01	16 41	+70 38	0,45	1,12	4,8
2014 01 06	18 32	+85 10	0,51	1,24	5,4
2014 01 11	02 57	+81 42	0,59	1,34	6,1
2014 01 16	03 41	+73 11	0,69	1,46	6,8

Miesto záveru

Takže aká vlastne bude kométa ISON? Tak to keby niekto vedel, určite by bol slávnejší ako David Levy. A to už je nejaký znalec.



Možné scenérie začiatkom decembra.



D. Levy počas prednášky v JPL.

Poznámka: David Levy (nar. 1948) je americký astronóm, objaviteľ 22 komét, autor 34 kníh o astronomických objektoch a historii ich objavov a dlhorocný prispievateľ do kometárnej rubriky časopisu Sky and Telescope.

JÁN SVOŘEŇ

Kryštály kométy v blízkom planetárnom systéme

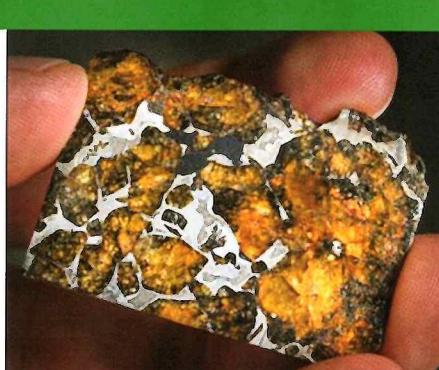
Priomordiálnu hmotu, z ktorej sa pozliepali aj kométy v našej Slnečnej sústave, objavili v masívnom prachovom disku okolo mladej hviezdy β Pictoris.

β Pictoris, vzdialenosť 63 svetelných rokov, má iba 12 miliónov rokov. Okolo nej, pred masívny diskom prachu, krúži obria planéta. Disk sa časom premení na torus ľadových telies, pripomínajúcich objekty v našom Kuiperovom páse.

Vďaka citlivým prístrojom vesmírneho dalekohľadu Herschel sa podarilo po prvý raz určiť zloženie prachu v mrazivej periférii β Pictoris. Vedcov zaujal najmä objav olivínu, ktorý kryštalizuje mimo disku v blízkosti mladej hviezdy, a neskôr sa stáva súčasťou niektorých asteroidov. Kryštály horčíka (teda aj olivínu) dominujú v malých a primitívnych ľadových telesách, najmä v kométoch. Olivín, bohatý na železo, sa vyskytuje najmä vo veľkých asteroidoch, ktoré počas formovania prekonali aj „teplú fazu“.

Herschel objavil celú paletu zlúčenín horčíka vo vzdialosti 15 až 45 AU od hviezdy β Pictoris, kde namerali teplotu mňus 190 °C. (Pre porovnanie: Kuiperov pás, za obežnou dráhou Neptúna, sa rozpína vo vzdialostiach 30 až 50 AU od Slnka.) Podiel kryštálov olivínu v disku β Pictoris odhadli na 4 %. Objav priviedol vedcov k záveru, že olivín bol pôvodne súčasťou kométi, a do priestoru ho rozptýlili až ich početné kolízie.

Štvorpercentný podiel olivínu obsahujú viaceré kométy v našej Slnečnej sústave. Napríklad 17P/Holmes či 73P/Schwassmann-Wachman 3, ktoré obsahujú 2 až 10 % olivínu, bohatého na



Kryštály olivínu, ktoré objavili v tomto meteorite, boli súčasťou čiastočne roztaveného asteroidu. Žlté kryštály majú veľkosť niekoľkých milimetrov až centimetrov. Pohromade ich drží zlatina železa a niklu. Kryštály olivínu, pripomínajúce materiál z disku β Pictoris, ktoré sa našli v kométoch, majú málo železa, ale sú bohaté na horčík.

horčík. Nakolko olivín môže kryštalizovať nanajvý vo vzdialosti 10 AU od hviezdy, je jasné, že na perifériu planetárnej sústavy β Pictoris sa musel premiestniť až dodatočne.

Mechanizmy transportu hmoty objasnili modely evolúcie chaoticky krúžiacich diskov v období, keď sa kondenzujú okolo hviezdy. Premešanie hmoty v disku spôsobujú vetry a teplo centrálnej hviezdy. Významnú úlohu v týchto procesoch zohrávajú aj rozdiely teplôt a turbulencie disku.

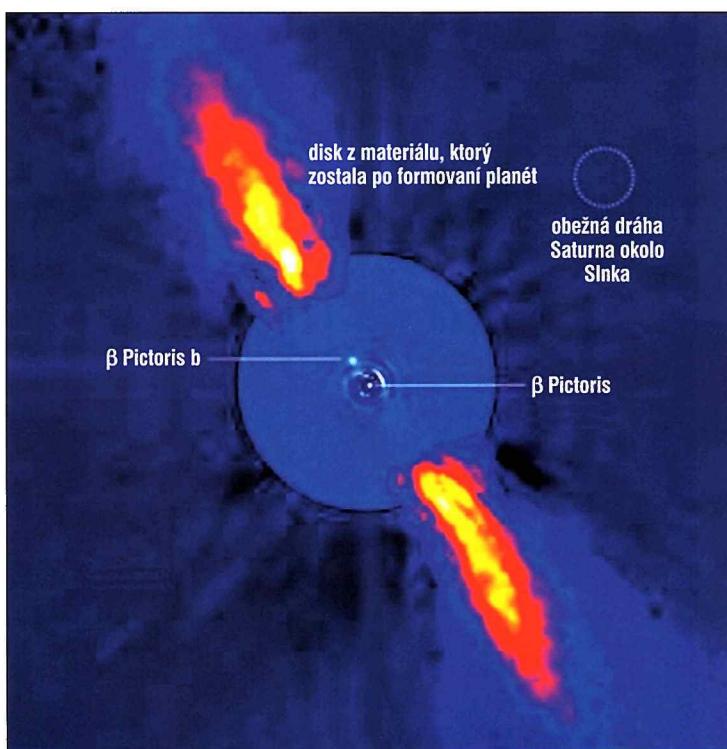
Planetológovia sú presvedčení, že procesy premiestňovania hmoty, prebiehajúce v našej Slnečnej sústave, boli podobné. Nezávisle od špecifických zvláštností oboch sústémov.

β Pictoris je 1,5-krát hmotnejšia a 8-krát jasnejšia ako Slnko. Jej mladá, rodiaca sa planetárna sústava je však odlišná od našej, ktorá sa už dávno ustánila.

Vďaka prístrojom na vesmírnom dalekohľade Herschel dokážu vedci zmerať vlastnosti primordiálnej hmoty, ktorá zostala po sformovaní sa planét v inej slnečnej sústave s presnosťou, ktorá sa vyrovňá výsledkom z pozemského laboratória, kde sa analyzujú horniny Zeme!!

Herschel Press Release

Infračervená kombinovaná snímka planetárnej sústavy β Pictoris. Na snímke rozlišite planétu, ktorá obieha hviezdu v rovnakej vzdialosti ako Saturn Slnko i masívny prachový disk. Vesmírny dalekohľad Herschel detegoval v disku kryštály olivínu. Kryštály boli pôvodne súčasťou kométi, ktoré sa po zrážkach rozpadli. Prach okolo β Pictoris má rovnaké zloženie ako viaceré kométy v našej sústave. Vonkajšie oblasti sústavy β Pictoris exponoval 3,6-m dalekohľad ESO. Vnútorné oblasti a čiastočne zaclonené žiarenie hviezdy exponovala jedna z jednotiek 8,2-m dalekohľadu VLT/ESO.



2 % pre hviezdy

Koniec sveta sa opäť raz nekonal, ale možno si opäť zas mnohí uvedomili ako osudovo a mysticky vnímame čas a kalendár s bytím či nebytím. Kdesi v základoch, ako kostra našej existencie a civilizácie, je čas a jeho meranie cez spojenie s hviezdami a astronómiu, a to aj u Mayského kalendára.

To spojenie a záujem sa u väčších zviditeľní len z času na čas pri očakávaní nejakej katastrofy, spojenej s vesmírom. Ale vnímať svet a život s dimenziou vesmíru neustále, znamená aj inú kvalitu bytia.

Tento pohľad nielen do vesmíru, ale aj na svoje miesto v ňom, neustále sprostredkúvajú nadšenci zo Slovenského zväzu astronómov amatérov. A to pozorovaniami, prednáškami, seminármaj aj aktivitami proti svetelnému znečisteniu, aby sme tie hviezdy aj reálne mohli zažiť.

To všetko robia vo voľnom čase bez nároku na akúkoľvek odmenu, často s vlastnými dalekohľadmi na niektorí aj s vlastnými hvezdárňami, ako napr. dr. V. Bahyl vo Zvolenskej Slatine, otvárajú pomySELNE okná do vesmíru.

Dnes, keď už takmer nikto nič neurobi zadarmo, je to taký malý zázrak, ktorý funguje už len z veľkého nadšenia, z 2 % a z projektov. O nich sa môžete dočítať aj v Kozmose i na stránkach www.szaa.org. Tento rok sa SZAA podieľalo významne na organizácii Hodiny Zeme, projekte Venus Tranzit, Európskych solárnych dní, na vydávaní materiálov k svetelnému znečisteniu, fotosúťažou Svietme si na cestu...nie na hviezdy i v ďalšom zviditeľňovaní Parku tmavej oblohy v Poloninách – realizáciu náučných chodníkov. V neposlednom rade sa tiež venujú vzdeleniu mladých v astronómii, ich prípravou na astronomické súťaže, ale tiež populárizácii kozmonautiky a iných prírodných vied, ktoré sú stále viac a viac v školských osnovách okliešťované. SZAA sa venuje aj propagácii kultúrneho dedičstva snahou o zviditeľňovanie významných osobností kultúry, o. i. aj prostredníctvom návrhov na pomenovanie asteroidov. Tento rok to bol napríklad Dobšínsky.

To všetko vyžaduje aj čas, ktorý nevenujú rodine, ale verejnosti. Ak im aj vy chcete trocha pomôcť a uľahčiť túto úlohu, prispejte svojimi 2 %. Vopred vám ďakujú...

meno: Slovenský zväz astronómov amatérov
IČO: 00470503
právna forma: občianske združenie
 sídlo: Tomášovská 63,
 979 01 Rimavská Sobota
 číslo účtu: 5716075/5200

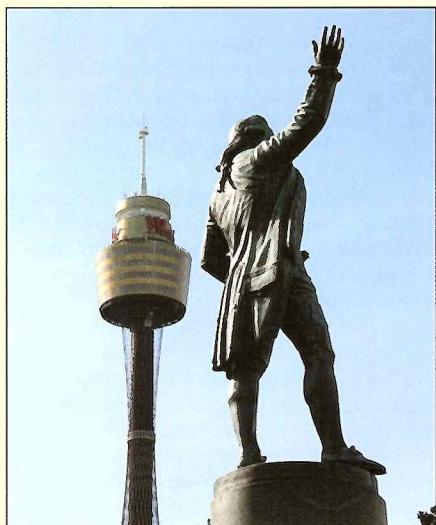
2 % pre oblohu



Stránky s aktivitami SZAA

<http://szaa.org/>
<http://svetelnnezncistenie.sk/>
<http://poloniny.svetelnnezncistenie.sk/>
<http://hodinazeme.svetelnnezncistenie.sk/>
<http://svetelnnezncistenie.sk/stars/>
<http://globeatnight.svetelnnezncistenie.sk/>

Kto už raz videl úplné zatmenie Slnka, tento úžasný prírodný úkaz, túži ho uvidieť zas a zas. Za tým vlaňajším (13. 11. 2012) však bolo nutné cestovať až k protinožcom, z pevniny bolo pozorovateľné len zo severovýchodnej Austrálie. Z Viedne cez Londýn, Melbourne, Cairns, Adelaide a Sydney sme nalietali vyše 40 tisíc kilometrov, čo je viac ako rovníkový obvod Zeme.



Socha J. Cooka a Sydney Tower Eye.

Toto je asi najlepšia fotografia slnečnej koróny na svete v maxime, ktorú zo snímkov C. Emmanouilidisa spracoval prof. Druckmüller. Úverejnené s ľaskavým súhlasom autora.

V tieni Mesiaca

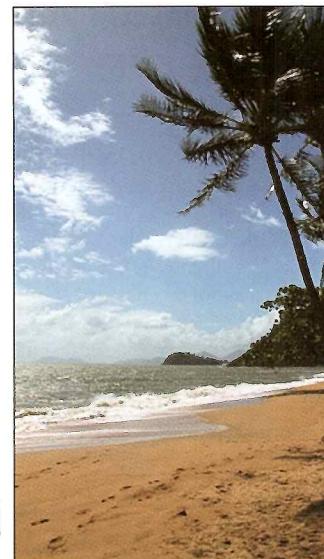


Mimoriadne zaujímavý pohľad webkamery Aibusu 380.

Spomenuli sme si pri tom aj na legendárneho moreplavca a objaviteľa J. Cooka, ktorý sa k bremom Austrálie dostał pri svojej plavbe za prechodom Venuše v roku 1769, s tajou úlohou objaviť aj neznámú južnú zem „terra australis incognita“. Jeho cesta však trvala tri roky, tá naša len necelé tri týždne.

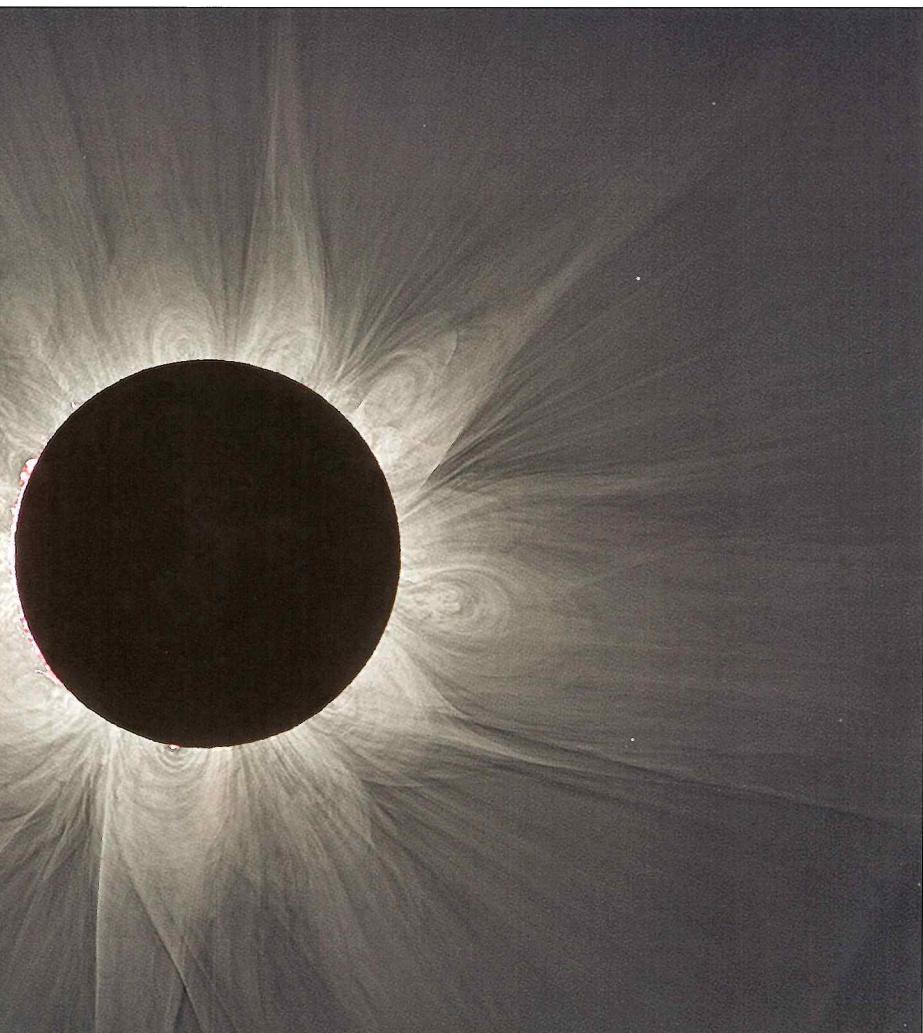
Expedícia (V. Rušin, M. Saniga – AsÚ SAV, P. Rapavý – Hvezdáreň v Rimavskej Sobote) bola plne podporená National Geographic, Committee for Research&Exploration v rámci grantu Multifaceted observations of the solar corona during the 13 November 2012 total eclipse in Australia. Boli sme súčasťou väčšej pozorovacej skupiny prof. J. Pasachoffa (Williams College, USA), ktorý nám vybral aj pozorovacie miesto v Trinity Beach.

Priboj
Korálového
mora.



Melbourne

V tomto najjužnejšom hlavnom meste (Viktória, najmenší austrálsky štát) sme boli pracovne na RMIT (Royal Melbourne Institute of Technology) u prof. Asha Rao, kde boli konzultované aplikácie konečných geometrií so zameraním na slnečnú korónu. V. Rušin tu predniesol prednášku o úplných zatmeniach Slnka a ich význame, ktorej sa zúčastnili zamestnanci, študenti a doktoranti RMIT, ako aj niekoľko našich krajanov žijúcich



nad Queenslandom



Východ Mesiaca v Melbourne.

v Austrálii. Okrem bohatej diskusie nadšenie vyvolali zábery areálu AsÚ a krásne zasnežené observatórium na Lomnickom štítte. Venovali sme im aj materiály o našich pracoviskách a astronómii na Slovensku. Letáky Parku tmavej oblohy Polonín už zdobia ich vývesné tabule. Spoločné posedenie v česko-slovenskej reštaurácii Koliba (podávajú tu aj bryndzové halušky), bolo príjemné, nad nami sa vznášala veľká slovenská vlajka...

Melbourne je moderné, architektonicky veľmi zaujímavé mesto s množstvom udržiavaných parkov. Snúbi sa tu pulz súčasnosti s relatívne

mladou historiou. Viktoriánske stavby sa tu nebúrajú, dokážu skĺbiť klasické budovy predminulého storočia aj s tým supermodernými. V čase nášho pobytu sa tu konal Melbourne cup, tradičný dostih plinokrvníkov (prvý ročník bol už v roku 1861), a tak atmosféra v meste bola netradičná. Zvlášť dámby boli v pestrofarebných invenčných rôbach s typickými klobúčikmi. Na svoje si teda príšiel aj Vojto, ktorého sme videli pri „práci“, o ktoréj sa len stručne zmienil vo svojej fotografickej publikácii Poézia ľudskej duše (2012). Nakolko sme neboli viazaní presným programom klasických cestoviek, mali sme možnosť spoznať mesto a jej obyvateľov „zvnútra“; zžili sme sa s ním, a tak po niekolkodňovom pobete sme mesto opúšťali aj s troškou smútku a nostalgie.

Trinity Beach

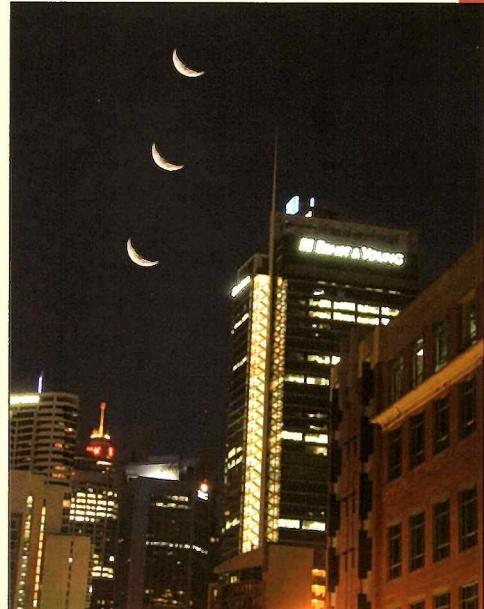
Zatmenie sme pozorovali asi 20 km severne od mesta Cairns, priamo z terasy hotela Vue Apartments, kde boli aj ďalšie pozorovacie skupiny. Slnko tu kulminovalo priamo v zenite, denné teploty presahovali 30 °C. Príprava a justáž



Kúsok zatmeného Slnka a Venuša.



Prednáška na RMIT.

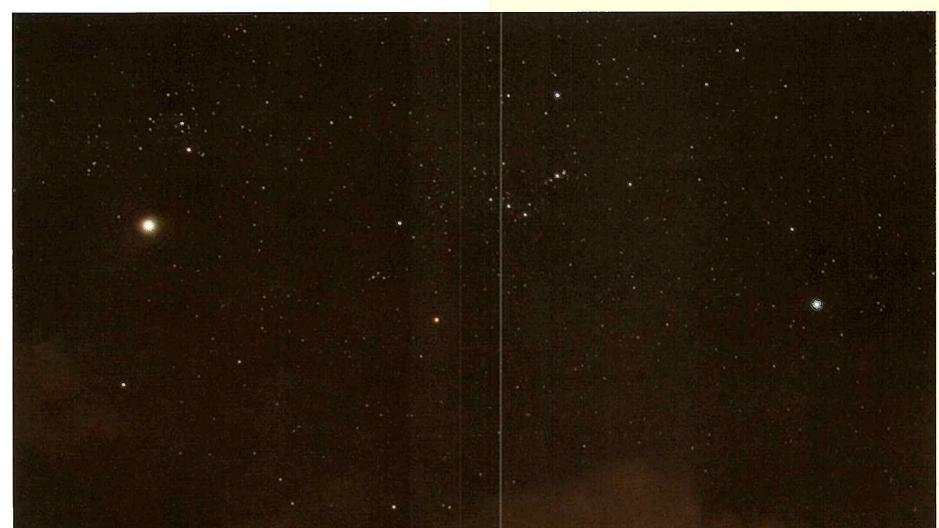


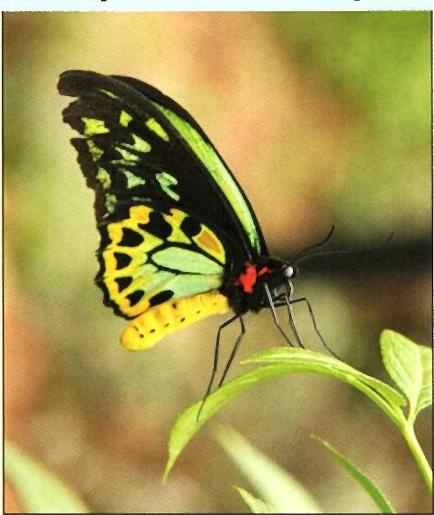
Západ Mesiaca v Sydney.



Mierne rozladení expedičníci, keď sa po úplnej fáze vyjasnilo.

Býk s Jupiterom, Orión a Sírius.





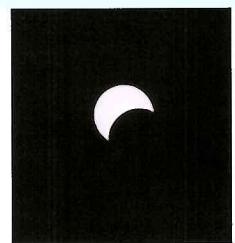
Ornithoptera euphorion, úžasný, až 15 cm veľký motýľ, endemit, ktorý sa vyskytuje len v okolí Cairns.

Úplné zatmenie Slnka nastalo vo výške len 14° nad obzorom s trvaním 2 minúty 4 sekundy. Odborný program bol zameraný na fotografovanie bielej koróny (objektív 8/800) – exponovaných 62 snímok a zelenej koróny (objektív 8/500) – exponované dve série po 16 expozícii. Úzkopásmové filtre Andover ($\lambda = 530,3$ nm a $\lambda = 529,1$ nm s polosírkou 0,15 nm) boli termostatované na 45 °C. Celá zostava digitálnych fotoaparátov Canon bola na paralaktickej montáži Celestron CG5.

pozorovacej techniky zabrala väčšinu času pred zatmením. Prístroje nemohli zostať bez dozoru, aj niekoľkokrát počas dňa pršalo, a tak sme mali zakrývanie už nacvičené ako na vojne. Optimalizáciu expozičných časov a vzájomnej synchronizáciu sme si prebrali aj s prof. Druckmüllerom (skupina Institute for Astronomy, University of Hawaii). Po doriešení všetkých problémov sme už len čakali na deň D. Východ Slnka a začiatok čiastočného zatmenia bol poznačený oblačnosťou. S blížiacim sa druhým kontaktom nás však pri pohľade na oblohu už začínal opúštať optimizmus. Presne minútu pre začiatkom úplného zatmenia sme súčasne všetci stlačili Enter a so smútkom v očiach sa dívali na mraky, tam, kde bolo zatmené Slnko. Fotoaparáty cvakali presne tak ako mali, všetko fungovalo. Na chvíliku sme zahliadli časť koróny, no to bolo všetko. Prešli predĺžené a útrpené dve minúty, krajina zosvetlela, bolo po úplnom zatmení. S priateľmi z USA, ktorí pozorovali s nami, sme si po zatmení sice štrngli našim skvelým „životabudicom“, no nálada sa zlepšila len minimálne, napriek tomu, že mrakov ubudlo a Slnko zase páliло. Aram Friedman však časozberne snímal rybím okom aj ďalej, urobil úctyhodných 60 tisíc záberov. Už deň po zatmení mal J. Pasachoff prezentáciu pre médiá s prvými výsledkami. Niektorí z tímu mali viac šťastia ako my, on sám videl zatmenie z helikoptéry.

Obloha u protinožcov

Pri večernej prechádzke som medzi mrakmi zbadal nad obzorom dvojicu hviezd. Bola mi povedomá, no až po hodnej chvíli som si uviedomil, čo to je: Škorpiónov bodec, ktorý sa u nás dostáva len nevysoko nad obzor. Pohľad na oblo-



Čiastočné fázy zatmenia.

hu je tu nezvyčajný, všetko je naopak. Aj keď človek vie, prečo to je tak, realita ho predsa len prekvapí. Slnko sa po východe pohybuje sprava doľava, fázy Mesiaca sú opačne, Orión je „hore nohami“ a u nás typické zimné súhvezdia sú vysoko nad obzorom. To všetko si však vychutnávate v pohodlom kresle či na pláži, len tak, v tričku a šortkách, za ukludňujúceho morského príboja Korálového mora, v príjemne teplom a vlhkom ovzduší. Obloha však bola presvetlená, meniacia sa oblačnosť sa ako oranžové chuchvalce prevalovala medzi hviezdami. Svetelné znečistenie aj tu v Cairns pripravuje ľudí o pohľad na skvosty južnej nočnej oblohy. No zažili sme tu aj iné turistické atrakcie s príchuťou adrenalínu.

Kúpanie v príjemne teplých vlnách bolo možné len na sieťami vyhradenom mieste. Tabuľky hojne upozorňovali na výskyt jedovatých medúz a morských krokodílov, najväčších plazov na zemi s dĺžkou až 10 m a hmotnosťou aj vyše tony. Zážitkom bola lanovková návšteva dažďového pralesa s možnosťami endemítmi (Queensland Kauri, Agathis robusta) dosahujúcimi výšku 50 m či farebnými papagájmi alebo zoznamenie sa s klokanmi, príkulnými koalami či veľkými vtákmi emu.

Pri odchode z Cairns som mal chuť na značky áut, kde majú napísané „QUEENSLAND – SUNSHINE STATE“ fixkou pripísala „but not always“...

Sydney

Cez Adelaide sme sa dostali do Sydneu, najstaršieho a najväčšieho mesta v Austrálii. Práve tu v Botany Bay pristál v roku 1770 Cook. Aj tentokrát bola predpoved počasia zlá, no naštaste sa nesplnila a počasie aspoň tu prialo. Sydneu je vyhlasované za jedno z najvhodnejších miest na život. Prekvapil nás mimoriadne vysoký počet aziatov, či zovšadial z reklám hľadiaci D. Craig, predstaviteľ agenta 007. Pri príležitosti 50. výročia uvedenia prvej bondovky tu uvádzali premiéru tej najnovšej Skyfall. Nemohli sme si nechať ujsť ikonickej stavby opery (Sydney Opera House) či monumentalný most Harbour Bridge s výškou 134 metrov, ktorý je najširším mostom a súčasne s najväčším oceľovým oblúkom na svete. Pri pohľade na množstvo, väčšinou nevhodných, svietidiel som si nevodojak so smútkom spomenul na rok 2007, keď práve v tomto meste začala Hodina Zeme. Mesto je ako na dlani zo Sydneu Tower Eye, jednej z najvyšších budov na južnej pologuli. Spoznať toto kozmopolitné, takmer 5 miliónové mesto, či atraktívnu pláž Bondi, je však možné len zo zeme. Unavené nohy si oddýchnu a oči sa pokochajú v čínskej záhrade či v rozsiahlych parkoch s exotickými vtákmi, palmami a množstvom stromov, medzi ktorými vynikajú mohutné fikusy s úžasnými nadzemnými koreňmi. Večer je v meste presýtený farbami, osvetlenými budovami a množstvom malých reštaurácií ázijskej kuchyne, ved' v Austrálii svoju typickú kuchyňu nemá. Z Boingu 747 sme si ešte pozreli typickú červenkastú púšť a buš a cez Singapore sa vydali späť na nás starý kontinent.

Pavol Rapavý



Najznámejšie stavby Sydneu – opera v Sydneu a Harbour Bridge.



Hotel Vue apartments.



Náučný chodník sa začína pri Informačnom stredisku NP Poloniny a okolo hádaniek pokračuje k Pavučine obyvateľov Poloniny.

Pod tmavou oblohou – náučný chodník

Park tmavej oblohy Poloniny, ako prvý chránené územie svojho druhu u nás, bol vyhlásený pred 2 rokmi. Pozitívne ho vníma laická i odborná verejnosť. Počiatocne nadšenie v nás však neustalo, každoročne sa snažíme niečím novým prispieť. Keďže finančných prostriedkov je málo, sme odkázani na podávanie grantov. A celkom úspešne. Podporujú nás Nadácia Orange, a bez jej podpory by boli naše aktivity tažko zrealizovateľné. Pri Starine je všeobecná informačná tabuľa, za Uličským Krivým, na 49. rovnobežke, sú dve, v obci Zboj vznikol „symbolický cintorín obetí svetelného znečistenia“ (Kozmos 6/2012).

Keď sme vlasti podávali projekt na náučný chodník Pod tmavou oblohou, netušili sme, že nám jeho realizácia dá zabrat viac, ako sme si predstavovali. V programe Šanca pre váš región sme boli úspešní, a tak po schválení nám už neostávalo nič iné, len pustiť sa do práce. V Novej Sedlici, na upäti hlavného karpatského hrebeňa, teda prudkol další, turisticky významný prvk.

Trasa náučného chodníka s dĺžkou asi 1200 m sa začína pri Informačnom stredisku (IS) Správy NP Poloniny, najvýchodnejšej budovy Slovenska, mapou Parku. V areáli IS vznikli hravé inovatívne prvky, ktoré potešia deti aj dospelých. Pri otváracích doskách – hádankách „Čo sú to stopy?“, „Komu patria listy?“ si môžete otestovať svoje vedomosti zo znalostí zvieracích stôp či listov prírody, v susedstve ohniska a altánku pribudla Veľká pavučina obyvateľov Poloniny. Po krátkom prudkom stúpaní miniete pre nás najdôležitejšiu tabuľu s informáciami o dôsledkoch svetelného znečistenia a nutnosti chrániť nočné životné prostredie a dostanete sa na kopiec ku krásnym panoramatickým výhľadom. Tu sú informácie o parkoch tmavej oblohy vo svete, no pokocháte sa aj masívom Stinskej na slovensko-ukrajinskej hranici, hrebeňom Veľkého Bukovca, aj dobre viditeľnou Riabou skalou. Je to jediné miesto, od kiaľ je od nás dobre vidieť miesto dopadu meteoritu Kňahyňa. V roku 1866 to bol najväčší chondrit na svete. Trasa pokračuje okolo tabule s informáciami, čo môžeme vidieť v Poloninách počas dňa, Starou gazdovskou cestou k tej poslednej – piatej, ktorá približuje krásy nočnej oblohy. Na konci náučného chodníka je „Kvízovanie pod tmavou oblohou“, kde si môžete svoje vedomosti preveriť. Otázky sú fahšie až tažšie, a ak ste boli pri tabuľach pozorní, iste uspejete. Informačné tabuľe sú dvojjazyčné, a teda na svoje si prídu aj anglicky hovoriači turisti.

Projekt predložil Slovenský zväz astronómov amatérov v Rimavskej Sobote, no bez spolupráce „s mestnými“ by bola realizácia takmer nemožná. Aj na tomto mieste povalujem za potrebné podákať sa nielen kolegovi P. Begenimu, ale predovšetkým I. Burafovej (S NP Poloniny, OZ Čemerica), ktorá svojimi organizačnými schopnosťami a pracovným nasadením bola nenahraditeľnou členkou nášho tímu. Ako projektový bonus boli v Zboji a pri Beskydskom panteóne umiestnené aj smerové tabuľky k vybraným chráneným oblastiam tmy vo svete, od našej partnerskej (Jizerská oblasť tmavé oblohy), cez novú, česko-slovenskú, Beskydskú až po tú najvzdialenejšiu na Novom Zélande.

Realizácia priamo v teréne by bola takmer nemožná bez ústretovosti zamestnancov S NP, starostu obce Nová Sedlica V. Diniča a jej ochotných obyvateľov. Všetkým srdiečne ďakujeme.

Pavol Rapavý



Hádanky: Čie sú to stopy?



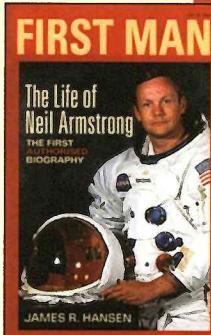
Panel Kvízovanie pod tmavou oblohou.

Od najvyššie položenej tabule je výhľad na miesto dopadu meteoritu Kňahyňa.



Vzpomínka na Neila Armstronga

Prvňí člověk, který měl tu čest stanout na povrchu jiného kosmického tělesa – na Měsíci, Neil Armstrong, se velmi systematicky vyhýbal popularitě. Dokonce natolik, že navzdory lukrativním nabídкам tvrdošíjně odmítal napsat autobiografii. Aby ale po něm nezůstala „bílá místa“, uvolil se ke spolupráci na autorizovanou biografií, která vyšla z pera amerického publicisty Jamese Hansena. Jmenuje se prostě First Man (První muž), nese podtitul The Life of Neil Armstrong (Život Neila Armstronga) a jako připomínku jedné z největších světových osobností 20. století jsme z ní vybrali několik perliček.

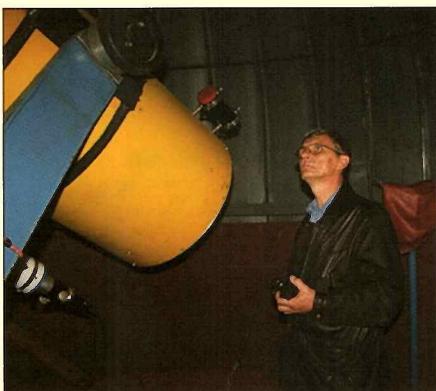


- „Neil snil o přistání na Měsíci“, „Armstrong odmalička směřoval k Měsíci“ apod. byly některé z novinových titulků, které se objevily u rozhovoru s amatérským astronomem Jacobem Zintem z Wapakonetey (Armstrongovo rodné město). V nich tvrdil, že Armstronga přivedl k vědě právě on a že k němu na soukromou observatoř chodil Neil už jako malý kluk pozorovat Měsíc, kterým byl fascinovaný. „U pana Zinta jsem byl jednou. Jeho dalekohled jsem nikdy nepoužil a o Měsíci jsem neprohodili ani slovo. Se všemi téměř příběhy vyšel na světove chvíli, kdy jsem se stal slavným,“ ohrazuje se Armstrong. Dalekohled pana Zinta je přesto nyní součástí muzea Neila Armstronga ve Wapakonetey.
- Když se Armstrong na podzim 1964 dostal k požáru, který v domě uvízl dvě malé děti, vrhnul se ještě před příjezdem hasičů do plamenů a obě děti postupně vynesl.
- Pro časové zaneprázdnění podal Armstrong přihlášku do oddílu astronautů v roce 1962 o týden později, než byla oficiální uzávěrka. Výběrová komise ale tuto formalitu neřešila, a tak byl do oddílu astronautů vybraný. Kdyby tehdy zařehtal úřední šíml a někdo striktně trval na tom, že Neil nesplnil podmínky konkuru (jako že skutečně nesplnil), první člověk na Měsíci by se nejmenoval Armstrong.
- Pro let v programu Gemini se původně připravovala posádka ve složení Neil Armstrong (velitel) – Elliot See (druhý pilot). Šéfastronaut Donald Slayton se ji ale rozholil rozdílit, protože se mu See jevil jako fyzicky špatně připravený: měl uskutečnit náročný výstup do otevřeného prostoru. Raději z něj udělal velitele následující mise a k Armstrongovi přidal Davida Scotta, s nímž letěl na Gemini-8. See se nakonec nikdy do vesmíru nepodíval, protože zahynul při letecké nehodě během přípravy.
- Pro let na Apollu se původně chystala posádka Neila Armstrong – Edwin Aldrin – Fred Haise. Haise byl později vyměněný za Michaela Collinse: šéfastronaut Slayton nepovažoval Haiseho za dostatečně připraveného. Zároveň nabídl Armstrongovi vyřazení Aldrina, který měl pověst potíží a „komplikované osobnosti“ z posádky. Místo něj měl letět James Lovell. Armstrong to ale odmítl s tím, že jednak se s Aldriinem vyjít dá a jednak by schopný Lovell měl letět jako velitel mise.
- Jednou ze základních povahových vlastností Neila Armstronga byla nekonfliktnosť – snaha maximálně se vyhýbat sporům a konfrontacím. A tak když tři týdny po letu Apollo-11 vystoupila v pořadu CBS Face of Nation známá protináboženská aktivistka Murray O’Hairová s tvrzením, že Armstrong je ateista (kteréžto pak bylo masově přebíráno), jeho blízci na něj naléhali, aby se ohradil. „Nevím, kde paní O’Hairová získala tuto informaci, ale rozhodně si nedala práci s jejím ověřením. Ateista rozhodně nejsem,“ prohlásil Armstrong (od mala aktivní člen metodistické církve). Veřejné prohlášení však nevydal, používal ho za zbytečné.
- Po návratu z Měsice měl obrovské množství nabídek ze soukromého sektoru: mohl dělat tiskového mluvčího, měl otevřená dveře do mnoha správnych rad apod. Výjimečně na nějakou nabídku kývl: např. v roce 1979 se stal tváří inzertní kampaně společnosti Chrysler. Jak přiznává, nedělal to rád, ale přivedly ho k tomu finanční problémy.
- Armstrong také dal košem lukratívnu nabídku své alma mater Purdue University a rozholil se nastoupit na University of Cincinnati. Zamlovala se zdejší domácí atmosféra menší školy a také skutečnosť, že nikomu nebude vadit, že se stane rovnou profesorem – aniž by si odučil dlouhé roky za katedrou. V Purdue byly desítky mužů a žen, kteří na profesuru dlouhé roky čekali a kteří by dozajista byli tím, že je Armstrong přeskocil, rozladěni. Na University of Cincinnati Armstrong přednášel až do své smrti.

Připravil Tomáš Přibyl



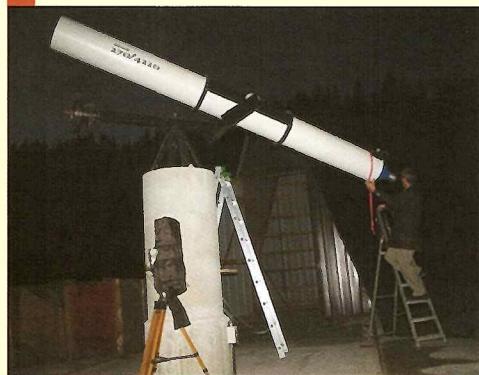
Mojmír Murín (vpravo) nastavuje súradnice objektu.



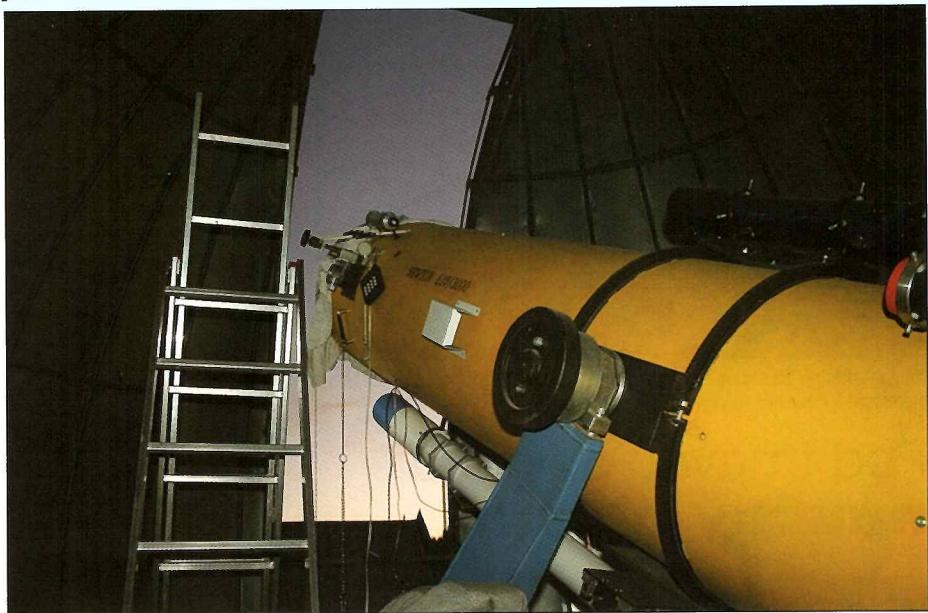
Fero Michálek kontroluje polohu dalekohľadu voči štrbinie kopuly.



Boris Kardoš zaostruje kométu Hergenrother.



Fero Michálek pozoruje refraktorom 270/ 4220 Jupiter.



Newton 610/3000 „čaká“ na tmu.

Návšteva v Oravskej Lesnej

Veľa astronómov amatérov aj profesionálov vie, že v Oravskej Lesnej je druhý najväčší dalekohľad na Slovensku a jeho majiteľom je Mojmír Murín. Jeho 5-m kupola a v nej Newton 610/3000 je naozaj unikátnym dielom. Okrem nej má v jej blízkosti ďalšie tri pozorovacie s odsuvnými strechami. V nich tiež nie sú „drobčekovia“. Drivivá väčšina návštěvníkov príde jeho kupole a dalekohľady len navštíviť, nanajvýš si cez ne pozrú nejaký objekt.

Naša skupinka astronómov amatérov „Stredného Považia“ už viackrát navštívila pána Mojmíra, a vždy sme sa snažili naplno jeho prístroje využiť. Minulý rok sme tam boli dvakrát. Prvý raz v máji tam boli Fero Michálek, Zdeno Velič, Marián Mičuch ml. a Marián Mičuch st. Ďalšia návšteva bola v polovici októbra za účasti Fera Micháleka, Borisa Kardoša a Mariána Mičúcha st. Na rozdiel od prvej návštevy bola noc v októbri podstatne dlhšia, a o to viac sme sme toho stihli. Kedže sa všetci venujeme astrofotografii, každý z nás si vytípoval objekty a podelili sme sa o pozorovačí (vlastne fotografovací) čas. Musím objektívne a sebakriticky, no neskromne, podotknúť, že najviac sa ho „ušlo“

mne. To ale asi z úcty k mojim šedinám, lebo som bol najstarší.

Všetci zúčastnení sme sa zhodli v tom, že októbrová noc bola doslova brilantná! Tofko slabých hviezd viditeľných až tesne nad obzorom nikto z nás ešte nepozoroval! Domáci pán nám pripravil naozaj kráľovské podmienky a staral sa o nás ako o martanskú návštevu. Ved kedy sa bežnému astronómovi amatérovi naskytne možnosť fotografovať Newtonom 610/3000? Kedže montáž a poíntácia fungovali perfektne, mali sme dosť času na debaty a prebrali sme všetko, od big-bangu až po politickú situáciu na Slovensku a celosvetové mierové úsilie. Nakoniec sme sa všetci zhodli, že sme vlastne šťastní ľudia, lebo máme koníčka astronómu, a nie politiku. Samozrejme, prikladáme aj naše fotografické úlohy z Oravy. Určite sympathetic a večne usmievavého Mojmíra navštívime znova. Mojmír, bolo to nádherné, dákujeme.

A ešte jednu poznámku Mojmír Murín je nielen múdry človek a zanietený astronóm, ale aj veľmi šikovný technik a zručný remeselník. Keď som mu v minulosti spomínal, že nemôžem nikde zohnať bustu Einsteina, len sa pousmial a povedal, že to nejako zvládneme. Naprogramoval svoju CNC frézovačku a ja som si domov odnášal okrem nádherných spomienok a fotoúlokov aj 3D podobizeň Alberta Einsteina.

Marián Mičuch



Planetárna hmlovina M27, Oravská Lesná 27. 5. 2012, Newton 610/3000, exp.9×5 min., ISO 1600.

Autor: Marián Mičuch



Krabička hmlovina M1, Oravská Lesná 21. 10. 2012, Newton 610/3000, exp. 14×330 sek., ISO 1600.

Autor: Marián Mičúch



Kométa Hergenrother, Oravská Lesná 20. 10. 2012, Newton 610/3000, exp. 15×90 sek., ISO 1600.

Autor: Boris Kardoš

22. cyklus Pomaturitného štúdia astronómie

V školskom roku 2013 – 2014 bude otvorený 22. cyklus Pomaturitného štúdia astronómie (PŠA). PŠA je dvojročné štúdium popri zamestnaní, ktoré sa otvára každé dva roky pri Strednej priemyselnej škole stavebnej v úzkej spolupráci so Slovenskou ústrednou hvezdárňou v Hurbanove a MO SZAA v Hurbanove. Štúdium je určené absolventom stredných škôl s maturitou bez vekového ohraničenia, ktorým absolventi získajú kvalifikáciu pre prácu na astronomických zariadeniach, ako aj pre záujemcov o astronómii. Po úspešnom absolvovaní ročníkových skúšok štúdium končí odbornou zložkou maturitnej skúšky.

Prihlášky na riadny prijímací termín musia uchádzači zaslať spolu so životopisom a kópiou maturitného vysvedčenia do 20. mája 2013 na adresu:

Slovenská ústredná hvezdáreň
Komárňanská 134
947 01 Hurbanovo

Bližšie informácie:
tel.: 035-7602484, 035-2451110, 035-2451111;
email: marian.vidovenec@suh.sk; drahoslava.vybochova@suh.sk



Slnečné hodiny na pozorovateľni Považskej hvezdárne

Pri príležitosti 50. výročia otvorenia pozorovateľne Považskej hvezdárne v Žiline boli odbornými pracovníkmi zostrojené na pozorovateľni s odsuvnou strechou v areáli na Malom dieli zvislé slnečné hodiny.

Dokumentáciu výskytu a stavu slnečných hodin v Žilinskom kraji sa Považská hvezdáreň v Žiline zaobráva v rámci rovnomenného projektu z Grantového systému Žilinského samosprávneho kraja od r. 2008. S výnimkou slnečných hodin na dome na ul. J. Závodského č. 23 v Žiline žiadne ďalšie slnečné hodiny, najmä verejne prístupné, v meste neexistujú. Preto sme sa rozhodli, najmä pre popularizačné účely, zhotať na pozorovateľni hvezdárne v areáli Na Malom dieli nové moderne slnečné hodiny.

V strede približne južnej steny pozorovateľne (astronomický azimut normálne na stenu je 10,5°) je vytvorené styrodurové plátô s hladkou omietkou s rozmermi 176×160 cm, vystupujúce zo steny 4 cm. V „ráme“ s hrúbkou 5 cm sú smerom od päty ukazovateľa vynesené hodinové a polhodinové časové čiary. Ich ohrianičením sú gnomonické priemety dráhy Slnka po oblohe v deň letného (nejvzácnejšia) a zimného slnrovratu (najvyššia) v tvaru rovnoosých hyperbol, vrátane neskutočných čiar pod horizontom. Šikmá priamka predstavuje priemet nebeského rovníka (denná dráha Slnka v dni jarnej a jesennej rovnodenosti) na stenu a ďalšie dve hyperby nad i pod priamkou definujú dráhu Slnka po oblohe v okamihoch začiatkov znamení Byka a Bližencov pod Váh a Škorpióna nad ňou. Kým smer tieňa ukazovateľa ukazuje pravý pásmový čas (SEČ), poloha tieňa konca ukazovateľa (nodus) definuje dátum v kalendári. Ukazovateľ je zhotovený z kruhového ocelového profilu s priemerom 10 mm. Z dôvodu orientácie steny je posunutý od zvislého smeru k východu. Korekcia na stredný čas (časová rovnica) bude ku hodinám pridaná vo forme tabuľky dodatočne. Letopočtom „1962 – 2012“ v ľavom hornom roku hodín chceme pripomienuť 50 rokov činnosti pozorovateľne.

Okrem odborných pracovníkov Považskej hvezdárne nám na projekte, ktorý, žiaľ, Grantový systém MK SR v r. 2012 nepodporil, pomohli svojou nezistiucou prácou Ing. S. Kaša stavebne, grafickou úpravou Mgr. art. P. Zámiška a prácou s kovom J. Kypus. Všetkým zúčastneným na tvorbe úprimne dakujeme!

Prvé „oficiálne“ svetlo Slnka bolo na slnečné hodiny slávnostne spustené presne 50 rokov po jej otvorení; na pravé miestne pásmové poludnie pozorovateľne 29. augusta 2012 o 12:45:49 SELČ. Veríme, že sa nové slnečné hodiny stanú dôležitou pomôckou pri našej popularizačnej a poradenskej činnosti aj v budúcnosti.

RNDr. Miroslav Znášik
poverený riadením Považskej hvezdárne v Žiline

Február – marec 2013

Všetky časové údaje sú v SEČ

Obloha v kalendári



Iskrivé hviezdy zimnej nočnej oblohy sú nádherné, zanietencov neodradia ani teploty niekedy aj hlbšie pod nulou. Z planét má výborné podmienky viditeľnosti Merkúr, zlepšujú sa u Saturna a dobré sú aj u Jupitera. Horšie na tom je Mars a jasnú Venušu uvidíme len začiatkom februára. Niekoľko tipov na pozorovanie si pripravili asteroidy, no jednoznačným trhákom bude jasná kométa PANSTARRS začiatkom marca.

Planéty

Merkúr má veľmi dobré podmienky pozorovateľnosti, porovnatne dobré sa v tomto roku večer zopakujú len začiatkom júla. Začiatkom februára zapadá až na začiatku nautického súmraku ako jasný objekt $-1,1$ mag. Jeho večerná viditeľnosť sa ešte zlepšuje, výška nad obzorom stúpa, no jasnosť mierne klesá. 16. 2. je v najväčšej východnej elongácii ($18,1'$) a s jasnosťou $-0,6$ mag zapadne až na konci nautického súmraku. Po elongácii sa začne uhlivo približovať k Slnku, jeho jasnosť klesá a na prelome mesiacov sa stratí na presvetlenej oblohe. 4. 3. je v dolnej konjunkcii so Slnkom a začne byť na rannej oblohe. Jeho marcová viditeľnosť však bude horšia, geometrické podmienky sú nevhodné napriek tomu, že 31. 3. bude v maximálnej západnej elongácii ($27,8'$). V polovici marca vychádza pred začiatkom občianskeho súmraku a má len $1,6$ mag, do konca marca zjasnie na $0,2$ mag.

Za dobrých pozorovacích podmienok si môžeme všimnúť zmenu jeho fází.

Od 6. do 8. 2. sa nezabudnime pokochať vzájomným približením Merkúra, Neptúna a Marsu, možno to bude inspirovať aj astrofotografov. 6. 2. po západe Slnka bude Neptún ($8,0$ mag) $40'$ severne od jasného Merkúra ($-1,1$ mag) a o dva dni neskôr sa presunie k Marsu ($1,2$ mag), od ktorého ho bude deliť len $15'$. Nakoľko je Merkúr 22. 2. v zastávke a začne sa pohybovať späťne, priblíži sa k Marsu aj 25. 2., no to už bude ich vzájomná vzdialenosť vyše $4'$. V podobnej vzdialosti nastane aj približenie Merkúra s Mesiacom 11. 2. večer aj za prítomnosti ďalších planét a 11. 3. ráno.

Venuša ($-3,9$ až $-4,0$ mag) bude nízko nad obzorom len začiatkom februára, vychádza za občianskeho súmraku. Uhlivo sa približuje k Slnku, na prelome dekád sa stratí na presvetlenej oblohe. 28. 3. je v hornej konjunkcii so Slnkom a na večernej oblohe zažari až v apríli. Konjunkcia s Mesiacom 9. 2. už nebude ľahkou.

Mars (1,2 mag) sa presunie z Vodného do Rýb, uhlivo sa približuje k Slnku, podmienky jeho viditeľnosti sa zhoršujú. Zaujme červenkastým sfarbením, no jeho večerná výška nad obzorom sa bude zmenšovať. Začiatkom februára je na konci občianskeho súmraku vo výške $8'$, na prelome mesiacov však už len $3'$. 8. 2. je v zaujímavej konjunkcii s Merkúrom, v úctivej vzdialosti sa situácia zopakuje 25. 2.

22. 3. bude v tesnej konjunkcii ($0,6'$) s Uránom, a tak napriek tomu, že to bude ešte na svetlej oblohe po západe Slnka, za pozretie či fotografovanie to určite stojí. O deň neskôr je na Marse zimný slnovrat.

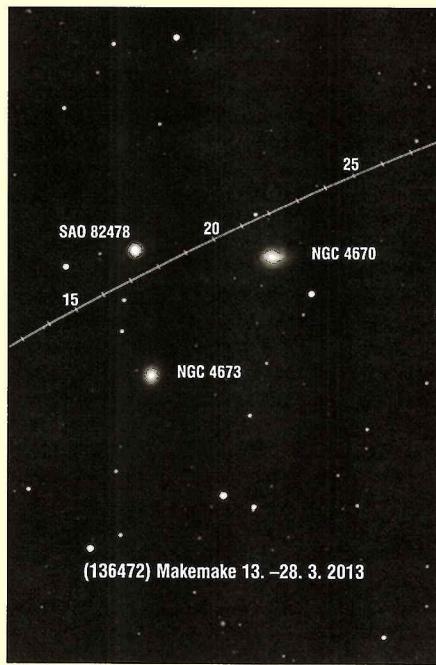
11. 2. nastane konjunkcia s Mesiacom vo vzdialosti 5° za asistencie Merkúra a ďalšia 12. 3. nízko nad obzorom.

Jupiter ($-2,5$ až $-2,1$ mag) je v Býkovi, severne od Hyád, presunie sa 5° východným smerom. Bude krásnou ozdobou nočnej oblohy, aj keď sa jeho viditeľnosť skracuje. Začiatkom februára zapadá takmer 3 hodiny po polnoci, koncom marca už niečo pred polnocou. Triédrom uvidíme jeho štyri najjasnejšie mesiace a v dalekohľade, pri dostatočnom zväčšení, aj jeho spoštený disk, tmavé oblačné pásy a Veľkú červenú škvruvu. 18. 2. a 18. 3. bude v konjunkcii s Mesiacom na peknom pozadí Býka blízkosti Aldebarana a Hyád.

Prechody Veľkej červenej škvrvny centrálnym poludníkom Jupitera (Jupiterov systém II)

1. 2.	2:09	13. 2.	2:06	26. 2.	17:46	14. 3.	21:00
31. 2.	22:00	13. 2.	21:57	27. 2.	23:34	16. 3.	22:42
2. 3.	17:52	14. 2.	17:49	28. 2.	19:25	17. 3.	18:33
3. 3.	23:39	15. 2.	23:36	2. 3.	21:04	19. 3.	20:13
4. 3.	19:30	16. 2.	19:27	4. 3.	22:43	21. 3.	21:52
6. 3.	1:18	18. 2.	1:15	5. 3.	18:35	23. 3.	23:31
6. 3.	21:09	18. 2.	21:06	7. 3.	0:22	24. 3.	19:23
7. 3.	17:01	20. 2.	22:45	7. 3.	20:14	26. 3.	21:02
8. 3.	22:48	21. 2.	18:37	9. 3.	21:53	28. 3.	20:44
9. 3.	18:39	23. 2.	0:24	10. 3.	17:45	29. 3.	18:35
11. 3.	0:27	23. 2.	20:16	11. 3.	23:33	31. 3.	21:15
11. 3.	20:18	25. 2.	21:55	12. 3.	19:24		

Saturn (0,5 – 0,2 mag) je vo Váhach viditeľný začiatkom februára v druhej polovici noci, no jeho viditeľnosť sa predĺžuje a koncom marca sa dostane nad



Merkúr

Venuša

Mars

Jupiter

Saturn

Urán

Neptún



1. 3. 2013

30"

Zákryty hviezd Mesiacom (február – marec 2013)

Dátum	UT h m s	f	XZ	mag	CA °	PA °	a s/°	b s/°
6. 2.	4 13 28	R	23489	6.0	+72N	293	55	41
23. 2.	17 58 29	D	13342	5,7	+20S	163	57	-140
23. 2.	23 37 34	D	13584	5,7	+64N	67	113	-18
28. 2.	22 26 44	D	19116	5,3	-62S	144	33	-22
28. 2.	23 29 1	R	19116	5,3	+62S	268	94	55
4. 3.	2 47 44	D	22041	4,1	-49S	142	63	-29
4. 3.	3 44 12	R	22041	4,1	+47S	238	111	46
7. 3.	3 28 22	R	26449	5,3	+46S	221	71	129
30. 3.	22 20 47	D	21594	5,0	-38S	155	2	-33
30. 3.	23 3 10	R	21594	5,0	+42S	235	99	132

Predpovede sú pre polohu $\lambda_0 = 20^\circ E$ a $\phi_0 = 48,5^\circ N$ s nadmorskou výškou 0 m. Pre konkrétnu polohu λ, ϕ sa čas počíta zo vzťahu $t = t_0 + a(\lambda - \lambda_0) + b(\phi - \phi_0)$, kde koeficienty a, b sú uvedené pri každom zakryte.

obzor už pred 21. hodinou. Príjemne zjásnuje, jeho vzdialenosť od nás sa zmení z 9,73 na 8,93 AU. Medzi hviezdam urobil kľučku, nakoľko 19. 2. je stacionárny a začne sa pochybať späťne. Jeho vlastný pohyb si môžeme všimnúť porovnaním s hviezdom SAO 158677 (6,2 mag), ktorá je asi 0,5 severne a Saturn k nej bude najbližšie (16'). 17. 3. Svoju skutočnú krásu nám však ukáže až pri pohlade daleko-hľadom s dostatočným zväčšením. Jeho mohutné, široko rozvetrené prstence sú úchvatné, pozorujeme ich zo severnej strany. V prstenoch si všimnime tmavé Cassinioho delenie a v okolí planéty aj jeho najjasnejšie mesiace.

Konjunkcie s Mesiacom 3. 2., 2. 3. a 29. 3. budú len vo vzdialnosti 4' a fáza Mesiacu bude narastáť.

Urán (5,9 mag) sa presunie

z Rýb do Veľryby, uholovo sa približuje k Slnku, podmienky jeho pozorovateľnosti sa zhoršujú, 29. 3. je v konjunkcii so Slnkom. Začiatkom februára je na konci nautického súmraku ešte vo výške vyše 30°, no od polovice marca sa vzhľadom na svoju jasnosť už začne strácať na svetlej súmrakovej oblohe. Vlastný pohyb Uránu si môžeme všimnúť okolo 26. 2., keď bude v konjunkcii s hviezdom 44 Psc (5,8 mag), od ktorej bude 4' severne.

Konjunkcie s Mesiacom nastanú 13. 2. a 13. 3. vo vzdialosti iba ako 3', a týž skúsenejší si možno nenechajú ujsť jeho tesnú (0,6') konjunkciu s Marsom 22. 3. Bude to však oriešok, keďže uholová vzdialenosť od Slnka bude len 6'.

Neptún (8,0 mag) vo Vodnárovi bude 21. 2. v konjunkcii so Slnkom. Začiatkom februára zapadne ešte na konci astronomického súmraku, no v polovici druhej dekády už na konci súmraku občianskeho. Po konjunkcii sa presunie na rannú oblohu, no geometrické podmienky sú nevýhodné, a tak aj v polovici marca vychádza len na konci nautického súmraku a aj na konci tohto obdobia sa dostane nad obzor len hodinu pred východom Slnka. Konjunkcie s Mesiacom sú len vo vzdialnosti 5', no môžu zaujať priblíženia s Marsom a Merkúrom, ktoré boli popísané vyššie.

Mladý Mesiac krátko po nove si môžeme pozrieť za vhodných geometrických podmienok po západe Slnka 11. 2. a 12. 3. Marcový lov nám iste spestrí aj kométa, a keď neuspejeme, kosáčik nás určite poteší o deň neskôr. Podrobnosti o možnostiach pozorovania mladého Mesiacu sú v Astronomickej ročenke.

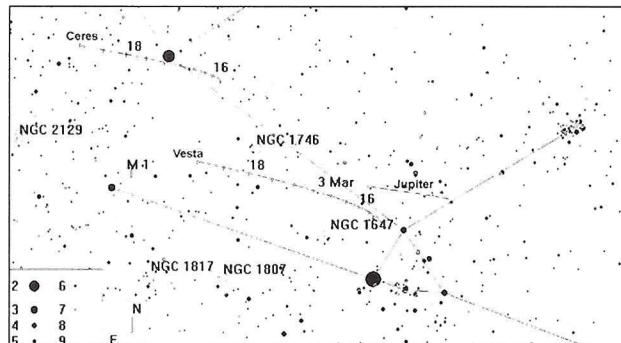
Trpasliče planéty

(1) Ceres (7,8 – 8,6 mag) sa presúva západne severnou časťou Býka, od 21. marca je v Povozníkovi. Vo februári je viditeľná takmer celú noc okrem rána, koncom marca zapadá polodruha hodiny po polnoci. 7. 3. prejde 23' pod horným rohom Býka (El Nath, 1,7 mag).

(134340) Pluto (14,3 mag) v Strelcovi má zlepšujúce sa podmienky pozorovateľnosti, uholovo sa vzdá-

luje od Slnka. Vychádza po 5. hodine, koncom marca však už hodinu po polnoci. 25. 2. bude 7' južne od červenej hviezdy SAO 161803 (6,4 mag).

7. 2. a 6. 3. ho pri svojom pohybe po oblohe zakryje Mesiac.



(136472) Makemake (16,9 mag) je vo Vlasoch Bereniky a 19. 3. v opozícii (51,43 AU). 16. 3. bude 3' od galaxie NGC 4673 (14,1 mag) a o 5 dní neskôr pri jasnejšej NGC 4670 (13,1 mag), od ktorej prejde len 1' severne.

Asteroidy

V opozícii do 11 mag budú: (68) Leto (8. 2.; 11,4 mag), (192) Nausikaa (24. 2.; 10,8 mag), (65) Cybele (26. 2.; 11,3 mag), (12) Victoria (27. 2.; 11 mag), (63) Ausonia (1. 3.; 10,5 mag), (230) Athamantis (6. 3.; 10,7 mag), (372) Palma (8. 3.; 11,3 mag), (29) Amphitrite (13. 3.; 9,1 mag), (31) Euphrosyne (15. 3.; 11 mag), (15) Eunomia (16. 3.; 9,6 mag), (14) Irene (21. 3.; 8,9 mag), (22) Kalliope (30. 3.; 10,9 mag), (30) Urania (30. 3.; 10,9 mag).

Najjasnejší asteroid je (4) Vesta (7,5 – 8,2 mag), ktorá má po decembrovej opozícii mierne zhoršujúce sa podmienky pozorovateľnosti. Presúva sa západne v súhvezdí Býka, na začiatku tohto obdobia vychádza 3 hodiny po polnoci, koncom marca je nad obzorom len prvej polovici noci.

Memoriadne sú najľahčie viditeľné oblasťami Panny a Vlasov Bereniky s množstvom galaxií bude prechádzať (14) Irene, ktorá 22. 3. prejde južnou časťou krásnej spirálovej galaxie M 100 (10,1 mag). Len niekoľko stupňov severnejšie podobne pekné zoskupenia s galaxiami a riedkou, no jasnom otvorenou hviezdkopu Melotte 111 vytvorí aj (31) Euphrosyne.

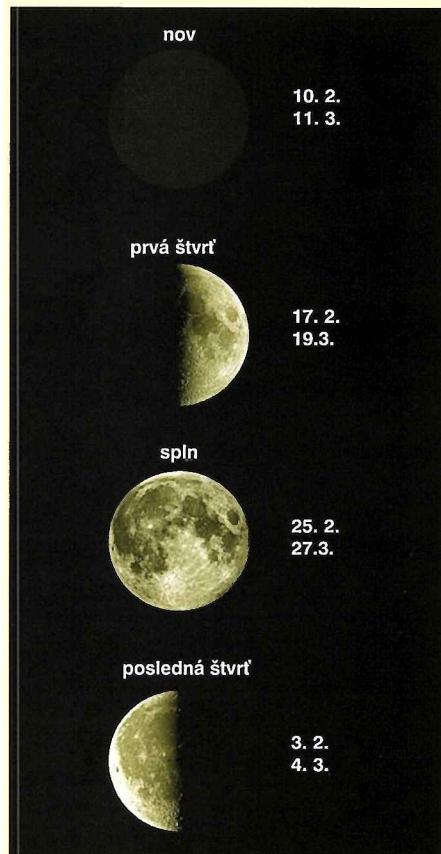
Nie je to však ešte všetko, tu je niekoľko ďalších tipov.

(13) Egeria (10,2 mag) 9. 2. si dá stretnutie s galaxiou NGC 2776 (12,1 mag) v Rysovi a 20. 2. aj s ďalšou NGC 2712 (12,7 mag). (40) Harmonia (10,0 mag) sa 22. 3. presunie 5' severne ponad NGC 4845 (12,1 mag) a 27. 2. tesne okolo NGC 4772 (11,6 mag).

V posledný marcový deň prejde (2) Pallas medzi uholovo malými, rovnako jasnými (13,2 mag), galaxiami NGC 881 a 883 a (409) Aspasia (11,2 mag) 17. 3. nad slabou (13,6 mag), no tvarovo zaujímavou galaxiou NGC 5260.

Fázy Mesiacu

posledná štvrt	3. 2.	14:56	4. 3.	22:53
nov	10. 2..	8:20	11. 3..	20:51
prvá štvrt	17. 2..	21:31	19. 3..	18:27
spln	25. 2..	21:26	27. 3..	10:27



Efemerida (1) Ceres

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
1. 2.	05h13,3m	+27°12,2'	7,8	127,4
11. 2.	05h13,7m	+27°31,1'	8,0	117,4
21. 2.	05h17,1m	+27°49,4'	8,2	108,1
3. 3.	05h23,3m	+28°07,1'	8,3	99,5
13. 3.	05h31,9m	+28°23,5'	8,4	91,4
23. 3.	05h42,7m	+28°37,5'	8,5	83,9

Efemerida asteroidu (4) Vesta

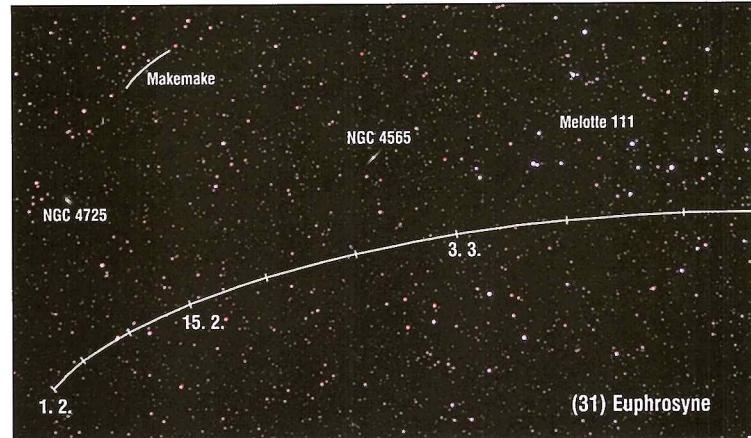
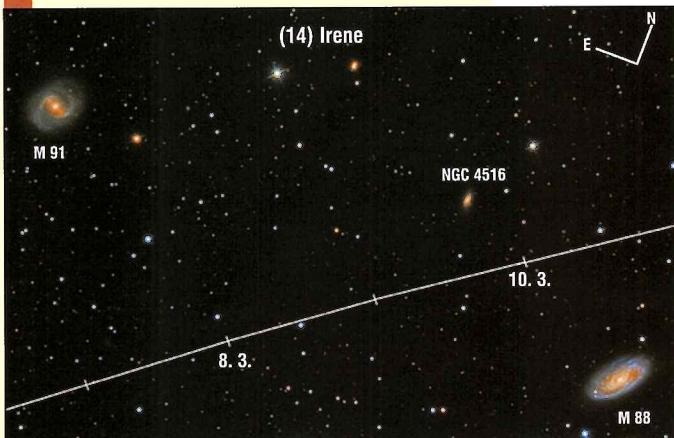
Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1. 12.	05h16,7m	+17°35,0'	6,6
1. 2.	04h33,9m	+19°38,0'	7,5
11. 2.	04h36,6m	+20°12,7'	7,7
21. 2.	04h42,0m	+20°49,6'	7,8
3. 3.	04h49,8m	+21°27,1'	7,9
13. 3.	04h59,7m	+22°03,8'	8,1
23. 3.	05h11,3m	+22°38,0'	8,2

Efemerida asteroidu (31) Euphrosyne

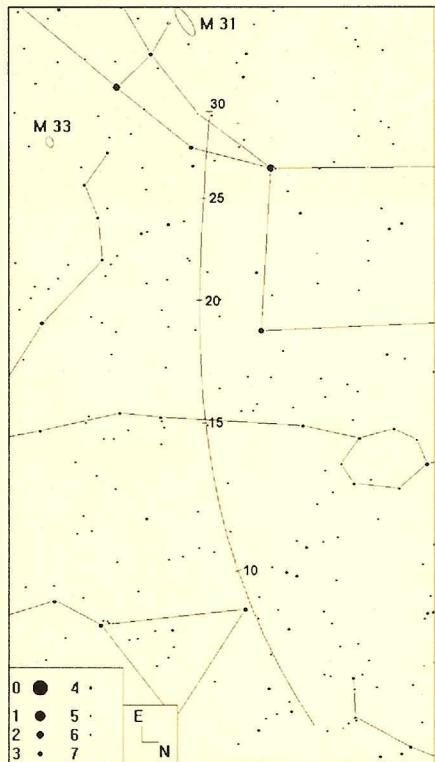
1. 2.	12h50,8m	+23°31,8'	11,5
11. 2.	12h47,5m	+24°08,3'	11,3
21. 2.	12h41,2m	+24°44,0'	11,2
3. 3.	12h32,5m	+25°11,2'	11,1
13. 3.	12h22,0m	+25°22,5'	11,0

Efemerida asteroidu (14) Irene

1. 2.	12h39,5m	+10°24,9'	9,8
11. 2.	12h41,8m	+11°17,6'	9,6
21. 2.	12h41,0m	+12°24,8'	9,4
3. 3.	12h37,1m	+13°39,7'	9,1
13. 3.	12h30,5m	+14°52,3'	8,9
23. 3.	12h22,3m	+15°51,1'	8,9



Asteroid Toutatis.



Efemerida kométy PANSTARRS (C/2011 L4)

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
5. 3.	23 ^h 55,9 ^m	-18°27,1'	1,0	17,9
10. 3.	00 ^h 22,0 ^m	-05°31,5'	0,5	15,2
15. 3.	00 ^h 33,1 ^m	+07°10,5'	1,1	16,4
20. 3.	00 ^h 35,3 ^m	+17°50,6'	2,1	20,3
25. 3.	00 ^h 34,2 ^m	+26°33,8'	3,2	25,2
30. 3.	00 ^h 32,2 ^m	+33°54,1'	4,1	30,2

Efemerida kométy Bressi (C/2012 T5)

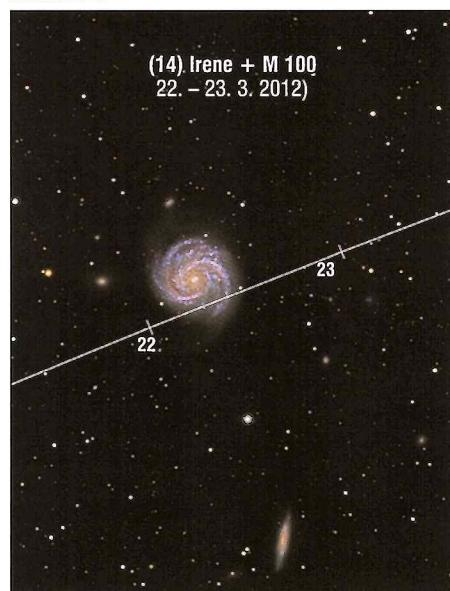
3. 3.	21 ^h 26,1	-13°03,7'	8,7	22,7
8. 3.	21 ^h 22,2	-02°40,6'	9,7	27,9
13. 3.	21 ^h 25,2	+06°34,5'	10,7	33,1
18. 3.	21 ^h 31,5	+14°31,1'	11,6	37,7

S jedným zo strážcov oblohy kráľovskou hviezdou Regulus z Leva, si dňa 26. 3. tesný stretnutie (10') asteroid (192) Nausikaa (11,7 mag).

Vlajajúce priblíženie asteroidu (4179) Toutatis (Kozmos 6/2012) sa podarilo nasnímať 12. 12. (21:10 – 23:16 UT) J. Mravíkovi na jeho automatickom observatóriu v Báčskej Palanke (Srbosko). 137 polminútových expozícií (objektív Jupiter 180 mm,

CCD ST-7 chladená na -30 °C) spracoval zložením na asteroid J. Grňa. V čase expozície bol Toutatis s jasnosťou 10,7 mag vo vzdialosti necelých 7 miliónov kilometrov.

(14) Irene + M 100
22. – 23. 3. 2012



Kométy

Kométa C/2011 L4 (PANSTARRS) bola objavená dalekohľadom Pan-STARRS 1 s priemerom 1,8 m (Haleakalā Observatory, Havaj) ešte 6. 6. 2011 v rámci programu Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System ako slabý objekt 19,4 mag v severnej časti Škorpióna. Jedná sa o novú kométu, ktorá sa do vnútornej časti slnečnej ústavy dostáva po prvýkrát. Práve u takýchto komét je predpovedanie jasnosti naj-

problematickejšie, no už prvé pozorovania naznačili, že sa konečne aj u nás dočkáme jasnej kométy viditeľnej voľným okom.

Dráha kométy má veľký sklon k ekliptike (84°), perihéliom prejde 10. 3. vo vzdialosti 0,3015 AU a vtedy bude mať aj maximálnu jasnosť.

Existuje niekoľko scenárov vývoja jasnosti ako kométu vidíme. Od pesimistických, podľa ktorých bude mať asi 3 mag, až po tie optimistiké s predpovedanou záporou magnitúdou... Je možné, že pomerne veľké jadro kométy sa v periheliu rozpadne, čím sa celková jasnosť kométy vzvýší aj o niekoľko magnitud.

5. 3. bude kométa na oblohe od Slnka vzdialenosť 17° a zapadne súčasne s ním. V ďalších dňoch sa uholivo k Slnku sice priblíží, no geometrické podmienky sa zlepšujú. V dobe prechodu perihéliom bude na konci občianskeho súmraku vo výške 4° a tak pri nominálnej predpovedanej jasnosti 0,5 mag by sme ju už mohli vidieť. Napriek tomu, že po prechode perihéliom bude slabnúť, pozorovacie podmienky sa zlepšujú. V poloviči marca je na konci nautického súmraku vo výške 5° ako objekt 1 hviezdnej veľkosti s dobре viditeľným chvostom, ktorý by mal dĺžku minimálne 10 – 15°. Ak však dôjde k rozpadu jadra, pri ktorom sa uvoľní veľké množstvo plynu a prachu, jasnosť kométy sa zvýší a je možné, že uvidíme chvost dlhý aj niekoľko desiatok stupňov.

Na prelome dekád bude mať asi 2 mag a zapadne viac ako 2 hodiny po Slnku. V tretej marcovej dekáde bude, vzhľadom na jej kladnú deklináciu, viditeľná aj ráno. Na konci marca zoslabne na 4 mag a v ďalších dňoch bude stále obtiažnejšie pozorovateľná voľným okom.

Od polovice marca bude rannú oblohu osvetľovať Mesiac, ktorý je 19. 3. v prvej štvrti.

12. 3. večer bude necelý stupeň severne od kométy Urán a nízko nad obzorom možno nájdeme aj mladý Mesiac, ktorý je necelý deň po nove. O deň neskôr, 13. 3., už uvidíme Mesiac bez problémov aj s kométou, ktorá bude nižšie nad obzorom a vytvorí fotogenické zoskupenie.

Práv lahôdka však nás však čaká až začiatkom apríla, keď kométa prejde 2° od Veľkej galaxie v Andromede (M 31). Podobné priblíženie k M 31 mala začiatkom apríla 2002 aj dlhoperiódiká kométa 153P/Ikeya-Zhang, ktorá vo svojom maxime dosiahla 2,9 mag.

Oproti nominálnej predpovedi je, podľa vizuálnych pozorovaní, kométa LINEAR (C/2012 K5) jasnejšia a tak je možné, že ešte v prvej polovici februára by mohla byť jasnejšia ako 12 mag.



C/2012 T5 (Bressi) + M 15

Nádejne aj kométa Bressi (C/2012 T5), ktorá bola objavená 14. 10. 2012 a pred koncom februára dosiahne 8 mag, no v tom čase vychádza súčasne so Slnkom. 10. marca však už na začiatku nautického súmraku je vo výške 12° ako objekt 10 mag. 16. 3. ráno ju nájdeme s jasnosťou 11,3 mag 0,5° pod jasnou guľovou hviezdokopou M 15 a na prelome dekád klesne pod 12 mag.

Ďalšia kométa C/2012 V4, ktorá bola objavená 7. 11. (R. Matson, SWAN/SOHO) už má to najlepšie za sebou a je slabšia ako 13 mag.

Meteor

Počas týchto dvoch mesiacov nie sú v činnosti žiadne meteorické roje, na vyššiu aktivitu si budeme musieť počkať až do druhej polovice apríla, keď budú v činnosti Lyridy, no aj tie budú rušené svitom Mesiaca.

Vlaňajšie Geminidy však nesklamali, frekvencia počas maxima dosiahla 120 meteorov za hodinu. Na



sínime Š. Gajdoša a J. Šilhu, ktorí spracovali J. Tóth, sú meteorie nasnímané v noci 13./14. 12. automatizovanou kamerou v Arboréte Mlyňany. V kombinácii s pozorovami v Kysuckom Novom Meste bude možné spočítať množstvo heliocentrických dráh.

Pavol Rapavý

Kalendár úkazov a výročí (február – marec 2013)

dátum	SEČ
3. 2.	10,4 konjunkcia Saturna s Mesiacom (Saturn 4,3° severne)
3. 2.	14,9 Mesiac v poslednej štvrti
4. 2.	22,2 konjunkcia Marsu s Neptúnom (Mars 0,4° južne)
7. 2.	1,1 konjunkcia Merkúra s Neptúnom (Merkúr 0,4° južne)
7. 2.	13,2 Mesiac v prízemi (365 318 km)
7. 2.	13,5 konjunkcia Pluta s Mesiacom (Pluto 0,2° severne)
8. 2.	asteroid (68) Leto v opozícii (11,4 mag)
8. 2.	17,5 konjunkcia Merkúra s Marsom (Merkúr 0,3° severne)
8. 2.	185. výročie (1828) narodenia J. Verna
9. 2.	10,4 konjunkcia Venuše s Mesiacom (Venuša 4,9° južne)
10. 2.	Cínsky novy rok
10. 2.	8,3 Mesiac v nove
11. 2.	2,9 konjunkcia Neptúna s Mesiacom (Neptún 4,8° južne)
11. 2.	10,1 konjunkcia Marsu s Mesiacom (Mars 5,0° južne)
11. 2.	15,8 konjunkcia Merkúra s Mesiacom (Merkúr 4,4° južne)
12. 2.	120. výročie (1893) narodenia M. G. J. Minnaerta
13. 2.	165. výročie (1848) narodenia L. Weinera
13. 2.	14,0 konjunkcia Uránu s Mesiacom (Urán 3,6° južne)
14. 2.	50. výročie (1963) štartu Syncom 1 (geostac. družica)
14. 2.	115. výročie (1898) narodenia F. Zwicky
14. 2.	165. výročie (1848) narodenia B. Baillauda
15. 2.	155. výročie (1858) narodenia W. H. Pickeringa
16. 2.	22,2 Merkúr v najväčšej východnej elongácii (18,1°)
16. 2.	65. výročie (1948) objavu Uránovho mesiaca Miranda (G. Kuiper)
16. 2.	105. výročie (1908) narodenia J. Závodského
17. 2.	3,4 Merkúr v príslni (0,30749 AU)
17. 2.	290. výročie (1723) narodenia T. J. Mayera
17. 2.	21,5 Mesiac v prvej štvrti
18. 2.	11,9 konjunkcia Jupitera s Mesiacom (Jupiter 1,6° severne)
19. 2.	7,5 Mesiac v odzemí (404 475 km)
19. 2.	540. výročie (1473) narodenia M. Kopernika
19. 2.	11,7 Saturn v zastávke, začne sa pohybovať späťne
21. 2.	8,2 Venuša v odslni (0,72824 AU)
21. 2.	8,2 konjunkcia Neptúna so Slnkom (Neptún 0,6° južne)
22. 2.	4,1 Neptún najďalej od Zeme (30 97771 AU)
22. 2.	20,4 Merkúr v zastávke, začne sa pohybovať späťne
23. 2.	4,7 Mars v maxime jasnosti (1,2 mag)
23. 2.	zimný slnovrat na Marse
24. 2.	asteroid (192) Nausikaa v opozícii (10,8 mag)
24. 2.	45. výročie (1968) objavenia 1. pulzaru (J. Bellová)
25. 2.	21,4 Mesiac v splne
25. 2.	60. výročie (1953) narodenia A. Rózovej
25. 2.	23,2 konjunkcia Merkúra s Marsom (Merkúr 4,1° severne)
26. 2.	asteroid (65) Cybele v opozícii (11,3 mag)
27. 2.	asteroid (12) Victoria v opozícii (11 mag)
1. 3.	asteroid (63) Ausonia v opozícii (10,5 mag)
1. 3.	70. výročie (1943) narodenia R. A. Sunyaeva
2. 3.	15,1 konjunkcia Saturna s Mesiacom (Saturn 3,8° severne)
3. 3.	175. výročie (1838) narodenia G. W. Hilla
4. 3.	13,9 Merkúr v dolnej konjunkcii
4. 3.	15,1 konjunkcia Merkúra so Slnkom (Merkúr 3,7° severne)

dátum	SEČ
3. 3.	90. výročie (1923) narodenia P. Moora
4. 3.	22,9 Mesiac v poslednej štvrti
6. 3.	0,3 Mesiac v prízemi (369 958 km)
6. 3.	asteroid (230) Athamantis v opozícii (10,7 mag)
6. 3.	20,2 konjunkcia Pluta s Mesiacom (Pluto 0,2° južne)
7. 3.	320. výročie (1693) narodenia J. Bradleya
7. 3.	12,3 Merkúr najbližši k Zemi (0,62124 AU)
8. 2.	140. výročie (1873) narodenia H. von Zeipela
8. 3.	asteroid (372) Palma v opozícii (11,3 mag)
8. 3.	209. výročie (1804) narodenia A. G. Clarka
9. 3.	90. výročie (1923) narodenia M. Neubauera
10. 3.	13,6 konjunkcia Neptúna s Mesiacom (Neptún 5,0° južne)
10. 3.	asteroid (7359) Messier najbližšie k Zemi (2,44 AU)
10. 3.	22,5 konjunkcia Merkúra s Mesiacom (Merkúr 1,4° južne)
11. 3.	20,9 Mesiac v nove
12. 3.	12,5 konjunkcia Marsu s Mesiacom (Mars 4,0° južne)
13. 3.	asteroid (29) Amphitrite v opozícii (9,1 mag)
13. 3.	2,9 konjunkcia Uránu s Mesiacom (Urán 3,2° južne)
15. 3.	asteroid (31) Euphrosyne v opozícii (11 mag)
15. 3.	50. výročie (1963) narodenia R. Piffla
15. 3.	300. výročie (1713) narodenia N. L. de La Caillea
16. 3.	asteroid (15) Eunomia v opozícii (9,6 mag)
16. 3.	22,4 Merkúr v zastávke, začne sa pohybovať priamo
17. 3.	55. výročie (1958) štartu Vanguardu 1
18. 3.	2,8 konjunkcia Jupitera s Mesiacom (Jupiter 2,3° severne)
19. 3.	4,2 Mesiac v odzemí (404 264 km)
19. 3.	trpasličia planéta (136472) Makemake v opozícii (51,43 AU)
19. 3.	18,3 konjunkcia Merkúra s Neptúnom (Merkúr 2,4° severne)
19. 3.	18,5 Mesiac v prvej štvrti
20. 3.	12,0 jarňa rovnodenost
21. 3.	asteroid (14) Irene v opozícii (8,9 mag)
22. 3.	19,3 konjunkcia Marsu s Uránom (Urán 0,6° južne)
22. 3.	90. výročie (1923) narodenia J. Kleczeka
22. 3.	145. výročie (1868) narodenia A. R. Fowlera a R. Millikana
23. 3.	85. výročie (1928) narodenia J. B. Okea
24. 3.	120. výročie (1893) narodenia W. H. Baadea
25. 3.	100. výročie (1913) narodenia V. S. Troickja
27. 3.	10,5 Mesiac v splne
28. 3.	18,3 Venuša v hornej konjunkcii
29. 3.	1,5 konjunkcia Uránu so Slnkom (Urán 0,7° južne)
29. 3.	18,1 konjunkcia Saturna s Mesiacom (Saturn 3,8° severne)
30. 3.	asteroid (22) Kalliope v opozícii (10,9 mag)
30. 3.	0,6 Urán najďalej od Zeme (21,05102 AU)
30. 3.	asteroid (30) Urania v opozícii (10,9 mag)
31. 3.	Velkonočná nedele
31. 3.	2,0 začiatok letného času
31. 3.	4,8 Mesiac v prízemi (367 504 km)
31. 3.	23,0 Merkúr v najväčšej západnej elongácii (27,8°)
1. 4.	17,9 Venuša najďalej od Zeme (1,72405 AU)
1. 4.	asteroid (39) Laetitia v opozícii (10,4 mag)
1. 4.	asteroid (40) Harmonia v opozícii (9,9 mag)
2. 4.	3,1 Merkúr v odslni (0,4667 AU)
3. 4.	26 (Proserpina v opozícii (10,5 mag)
3. 4.	1,3 konjunkcia Pluta s Mesiacom
6. 4.	22,8 konjunkcia Neptúna s Mesiacom (Neptún 4,9° južne)

Tabuľky východov a západov (február – marec 2013)

Slnko

Vých.	Záp.	Súmrak					
		Občiansky		Nautický		Astronomický	
záč.	kon.	záč.	kon.	záč.	kon.	záč.	kon.
1. 2.	7:09	16:39	6:35	17:13	5:58	17:50	5:21 18:27
6. 2.	7:02	16:47	6:28	17:20	5:52	17:57	5:15 18:34
11. 2.	6:54	16:55	6:21	17:28	5:45	18:05	5:08 18:41
16. 2.	6:45	17:03	6:13	17:36	5:37	18:12	5:01 18:48
21. 2.	6:36	17:12	6:05	17:43	5:29	18:19	4:52 18:56
26. 2.	6:27	17:20	5:56	17:51	5:20	18:27	4:43 19:03
3. 3.	6:17	17:27	5:46	17:58	5:10	18:34	4:34 19:11
8. 3.	6:07	17:35	5:37	18:06	5:00	18:42	4:23 19:19
13. 3.	5:57	17:43	5:27	18:13	4:50	18:50	4:13 19:27
18. 3.	5:47	17:50	5:16	18:21	4:39	18:58	4:02 19:36
23. 3.	5:37	17:57	5:06	18:28	4:28	19:06	3:50 19:44
28. 3.	5:27	18:05	4:55	18:36	4:17	19:14	3:39 19:53

Mesiac

Východ	Západ	Východ	Západ		
1. 2.	22:59	9:01	1. 2.	11:26	2:58
6. 2.	3:37	12:36	6. 2.	11:06	2:38
11. 2.	6:59	18:45	11. 2.	10:47	2:19
16. 2.	9:14		16. 2.	10:28	2:01
21. 2.	12:57	3:42	21. 2.	10:09	1:44
26. 2.	18:25	6:14	26. 2.	9:51	1:26
3. 3.	3:54	13:56	3. 3.	9:33	1:09
8. 3.	3:54	13:56	8. 3.	9:15	0:52
13. 3.	6:17	19:54	13. 3.	8:57	0:35
18. 3.	9:06	0:00	18. 3.	8:39	0:19
23. 3.	13:50	3:20	23. 3.	8:22	0:03
28. 3.	19:46	5:36	28. 3.	8:05	23:44

Merkúr

Východ	Západ	Východ	Západ		
1. 2.	7:45	17:28	1. 2.	0:29	10:35
6. 2.	7:41	17:58	6. 2.	0:10	10:16
11. 2.	7:32	18:25	11. 2.	23:47	9:57
16. 2.	7:19	18:44	16. 2.	23:28	9:38
21. 2.	6:59	18:45	21. 2.	23:08	9:18
26. 2.	6:32	18:25	26. 2.	22:47	8:58
3. 3.	6:03	17:45	3. 3.	22:27	8:38
8. 3.	5:36	16:57	8. 3.	22:07	8:18
13. 3.	5:15	16:15	13. 3.	21:47	7:59
18. 3.	5:00	15:48	18. 3.	21:26	7:39
23. 3.	4:49	15:33	23. 3.	21:05	7:19
28. 3.	4:41	15:29	28. 3.	20:43	6:58

Urán

Východ	Západ	Východ	Západ		
1. 2.	9:04	21:24	1. 2.	8:45	21:05
6. 2.	8:26	20:47	11. 2.	8:06	20:28
11. 2.	7:48	20:10	21. 2.	7:28	19:52
16. 2.	7:11	20:10	26. 2.	7:09	19:34
21. 2.	6:50	19:15	3. 3.	6:30	18:57
26. 2.	6:30	18:39	13. 3.	6:11	18:39
3. 3.	5:53	18:21	23. 3.	5:34	18:03

Mars

Východ	Západ	Východ	Západ		
1. 2.	7:56	18:06	1. 2.	7:59	18:20
6. 2.	7:44	18:08	6. 2.	7:40	18:02
11. 2.	7:33	18:10	11. 2.	7:21	17:43
16. 2.	7:21	18:12	16. 2.	7:01	17:25
21. 2.	7:08	18:14	21. 2.	6:42	17:06
26. 2.	6:56	18:16	26. 2.	6:22	16:47
3. 3.	6:43	18:18	3. 3.	6:03	16:28
8. 3.	6:31	18:20	8. 3.	5:44	16:10
13. 3.	6:18	18:21	13. 3.	5:25	15:52
18. 3.	6:05	18:23	18. 3.	5:06	15:33
23. 3.	5:53	18			

Problém svetelného znečistenia sa dostáva už aj do povedomia širšej verejnosti, čo považujeme za úspech, napokoľko účinná legislatíva u nás ešte neexistuje. Hviezdná obloha je naším kultúrnym dedičstvom, musíme si ju chrániť. Omnoho závažnejšie dôsledky má nevhodné svietenie na nočné ekosystémy, ekonomiku aj naše zdravie.

Jednou z aktivít tých, ktorým na zachovanie nočného životného prostredia záleží je aj fotografická súťaž „Svietme si na cestu... nie na hviezdy“, ktorá vlasti mala svoj už 2. medzinárodný ročník. Hlavnými vyhlasovateľmi sú Slovenská ústredná hvezdáreň a Česká astronomická spoločnosť v spolupráci s ďalšími subjektmi (SZAA – Hvezdáreň v Rimavskej Sobote, Západočeská pobočka ČAS a Slovenská astronomická spoločnosť pri SAV).

Do súťaže bolo zaslaných 747 fotografií od 47 autorov. Porotu však, žiaľ, ani neprekvapilo, že najmenej fotografií bolo v kategórii Správne svetlo, napokoľko tých správnych svetidel je u nás stále ako ſafránu. Aj z tohto dôvodu bolo v tejto kategórii udeľené len jedno ocenenie. Ďalšie kategórie „Ako rozhodne nesvetiť“ a „Variácie na tému svetlo a tma“ však hýrili nápadmi a invenčiou, aj keď pri tom „zlom“ svetle, kde bolo fotografií najviac sme sa až tak veľmi nepoteſili. Na pohľad sú to obrázky krásne, no je nutné zamyslieť sa aj nad tým, či za túto „krásu“ neplatíme príliš vysokú cenu, či tu nie je niečo zlé.

Širokej verejnosti bolo umožnené aj hlasovanie v kategórii „Cena divákov“ a vybrané fotografie budú vo fotobanke (<http://lpphotobank.astronomie.cz/>), jedinej svojho druhu na svete. Súťaž podporili firmy Supra Praha, Tromf Banská Bystrica, časopis Astropis a Kozmos. Ďakujeme.

Ocenení autori

Vítazné fotografie sú na <http://www.astro.zcu.cz/cs/clanky/svetlo/11/>.

Ako rozhodne nesvetiť

1. Marek Javor, Bratislavský hrad
2. Jan Kondziolka, Čeladná
3. Jakub Toman, Světlo z ulice; Roman Zaremba, Paříž

Správne svetlo

3. Michal Bareš, Kvalitné svícení

Variácie na tému svetlo a tma

1. Lubomír Sklenár, Svietelné moře
2. Peter Turanský, Príroda vs. človek
3. Pavol Hradiský, Pražský hrad; Zuzana Literáková, Milha v údolí

Uzávierka 3. ročníka medzinárodnej fotosúťaže Svietme si na cestu... nie na hviezdy je **31. 10. 2013**; podmienky sú na stránke <http://www.szaa.org/> a <http://www.astro.cz/>.

PR



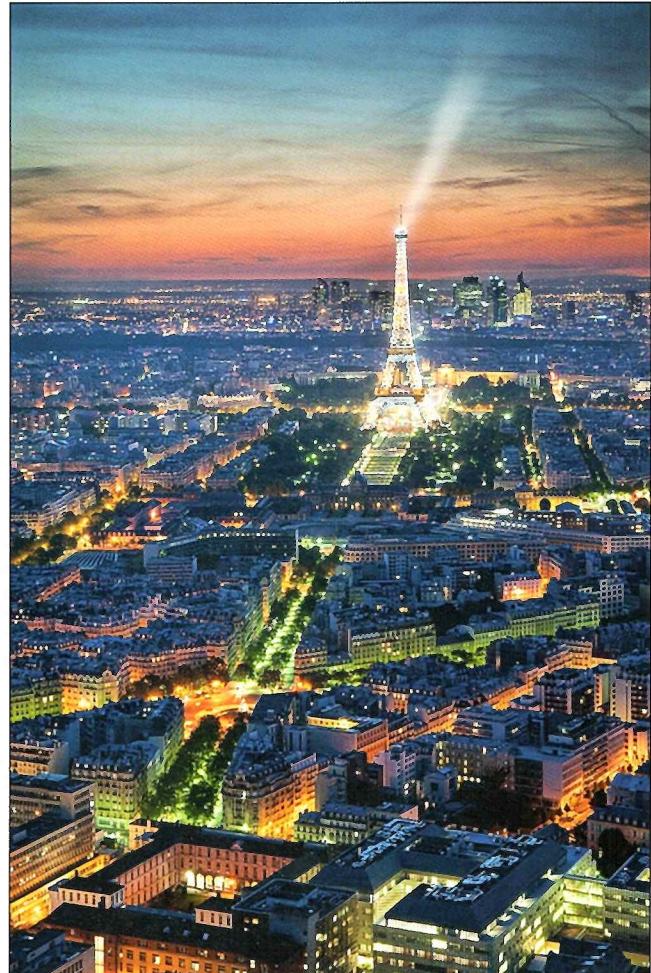
Fotosúťaž **Svietme**

Výsledky fotosúťaže za rok 2012



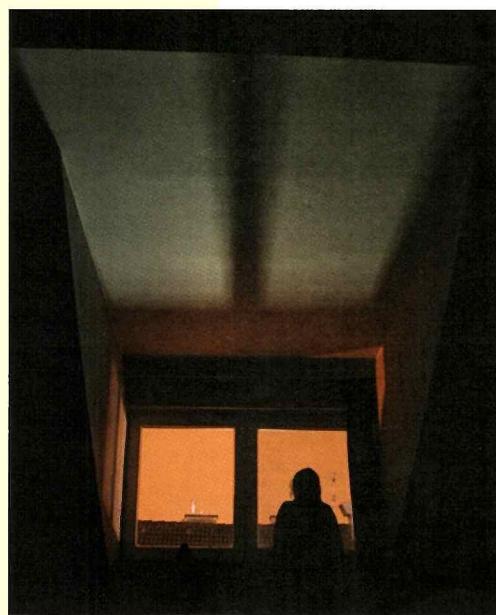
Kategória 1 – Ako rozhodne nesvetiť (1. miesto) •

Marek Javor (Bratislava):
Bratislavský hrad. Autor k fotografií: „Bratislavou sa prehnala hustá nízka hmla. Na Bratislavskom hrade zvýraznila svetelné znečistenie a na moste správne svietenie.“



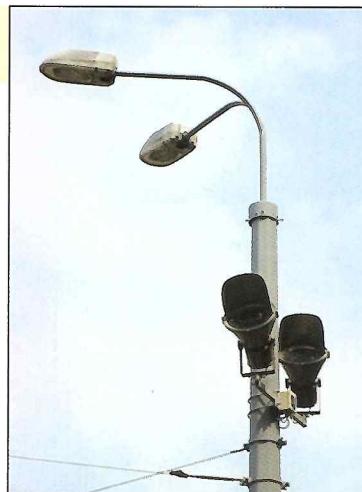
Kategória 1 – Ako rozhodne nesvetiť (3. miesto) •

Jakub Toman (Plzeň): Světlo z ulice. Autor k fotografií: „Světlo z ulice osvětluje podkrovní byt.“



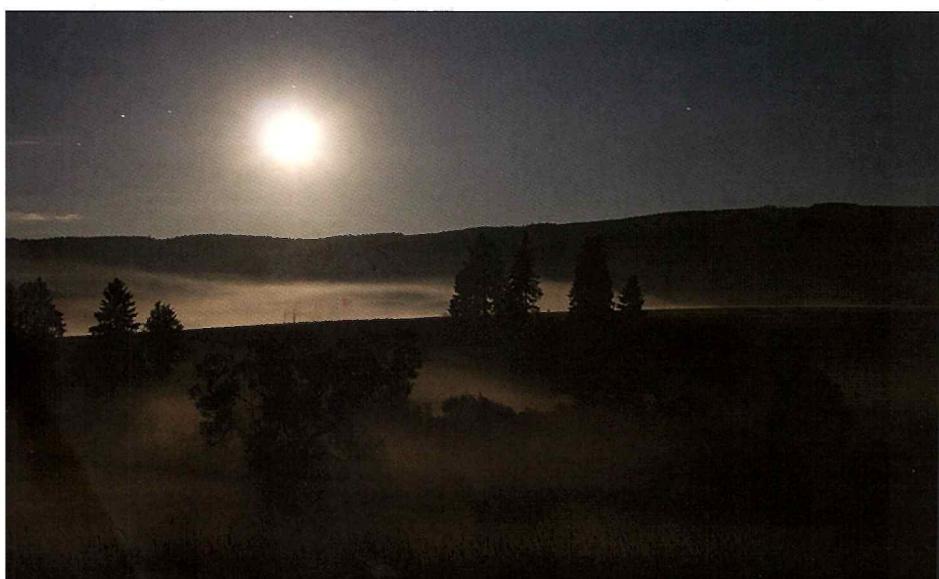
Kategória 1 – Ako rozhodne nesvetiť (3. miesto) • **Roman Zaremba (Domažlice):** Paríž. Autor k fotografií: „Velkolepá podiváná na Paríž a její dominantu – Eiffelovu věž – avšak osvětlení se za vhodné z hlediska plýtvání rozhodne považovať nedá.“

si na cestu... nie na hviezdy



Kategória 3 – Variácie na tému svetlo a tma (2. miesto) • Peter Turanský (Bratislava): Príroda vs. človek. Autor k fotografií: „Fotografia vznikla tento rok na dovolenke v Čiernej Hore. Na pláži v Sv. Štefan som fotil mesto. Budova je vzdialenosť asi 10 km. Veľký kontrast prírody a človeka.“

Kategória 3 – Variácie na tému svetlo a tma (3. miesto) • Zuzana Literáková (Brno): The Corncrake Night. Autor k fotografií: „Fotografia vznikla chvíli pred pôlnoci během monitoringu chřástala polního. Světelné znečištění v Orlických horách je minimální a září hvězd přirozeně lumen pouze měsíc v úplňku. Atmosféra krajiny nasvícené studeným měsíčním světlem prodrájícím se skrze hustou mlhu nad loukami byla vskutku jedinečná...“



Kategória 2 – Správne svetlo (3. miesto) • Michal Bareš (Plzeň): Kvalitní osvětlení v Plzni a Finsku. Autor k fotografií: „Nasvícení významných objektů v centru Plzně (první fotografie) je provedeno pomocí kvalitních svítidel vybavených vnitřními i vnějšími clonami, které účinně omezují světelné znečištění. Prostor před nádražím v Turku je osvětlen plně cloněnými svítidly s příjemným teplem bílým světlem. Tabule dopravního značení v Turku jsou osvětlené shora dolu plně cloněnými svítidly.“

Kategória 3 – Variácie na tému svetlo a tma (2. miesto) • Pavol Hradiský (Torysa): Pražský hrad. Autor k fotografií: „Boi som v správnom čase na správnom mieste.“



Kategória 1 – Ako rozhodne nesvetiť (2. miesto) • Jan Kodziolka (Karviná): Čeladná. Autor k fotografií: „Čeladná zažívá ako podhorské stredisko v posledních letech nebyvalý rozvoj. Do hor se stěhuje golfová hřiště, wellness centra, apartmánové domy, pizzerie, hotely a další. Proti rozvoji se nedá nic namítat, přesto řada z těchto výdobytků civilizace nerespektuje místní krajinný ráz a architekturu, bohužel ani pravidla rozumného svícení – vozíme město na venkov! Prím v tomto vede hotel Miura, který by jistou kontroverzi vzbuzoval i v centru města, natož na úpatí Beskyd.“

Kategória 3 – Variácie na tému svetlo a tma (1. miesto) • Lubomír Sklenár (Vrchlabí): Světelné moře. Autor k fotografií: „'Světelné moře' mezi Špindlerovkou a Petrovou boudou směrem do Polska.“

