

# KOZMAOS

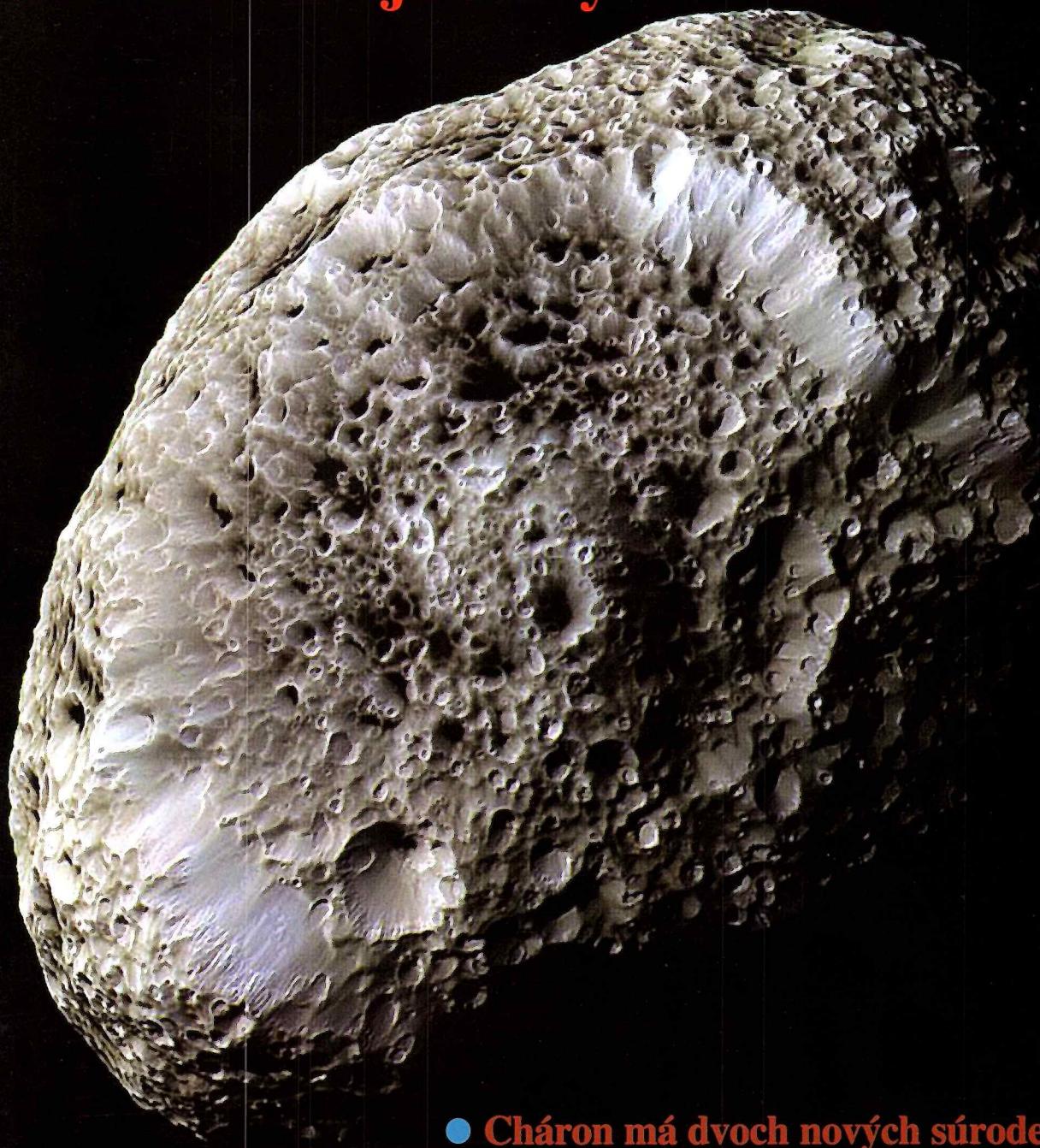
2005

ROČNÍK XXXVI.

Sk 40,-

6

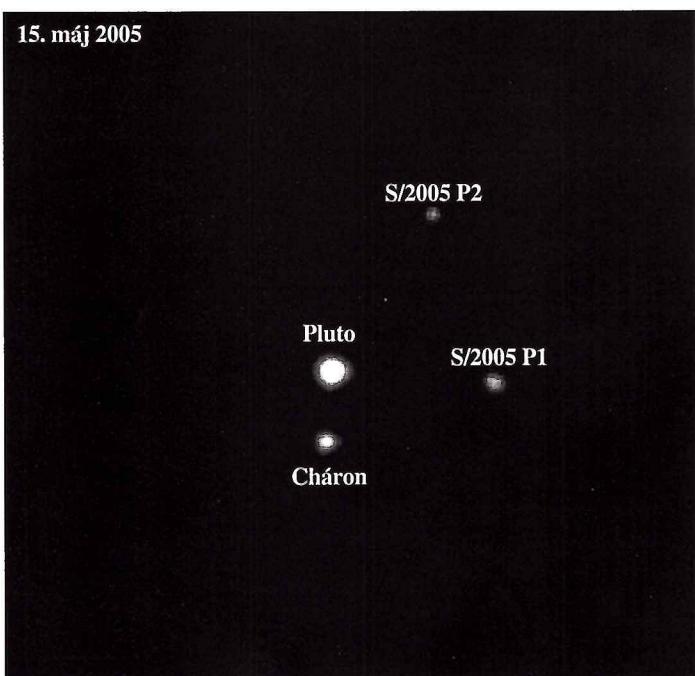
## Hyperion: exot Saturnovej rodiny



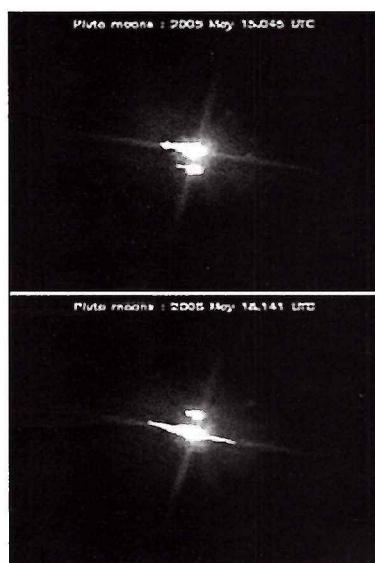
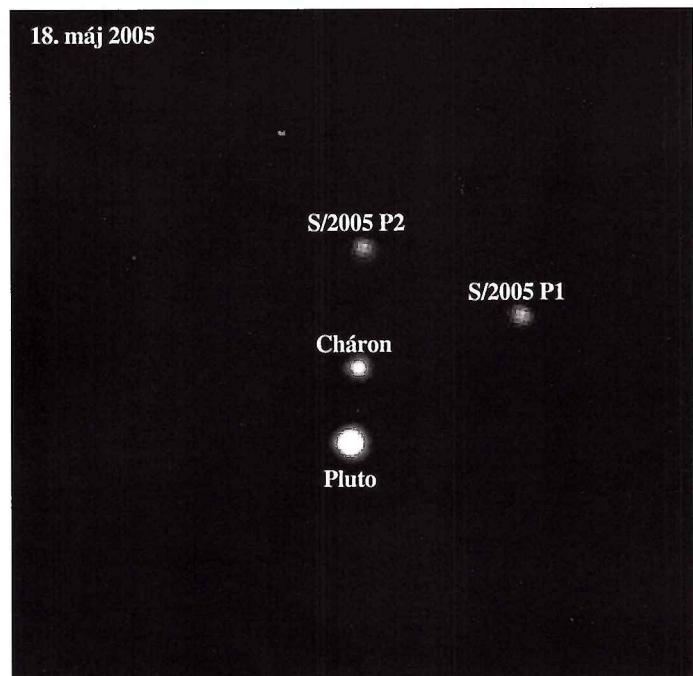
- Cháron má dvoch nových súrodencov
- Observátor Pierre Auger nabírá dech
- Bola proto Zem asteroidálou planétou?
- Bol big bang, alebo...?
- Sonda Haybasha u cíle

# Cháron má dvoch nových súrodencov

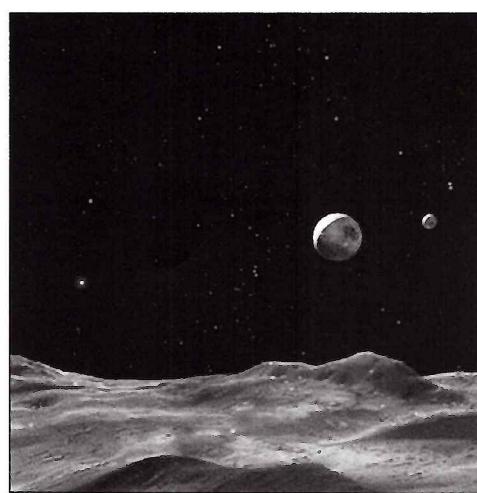
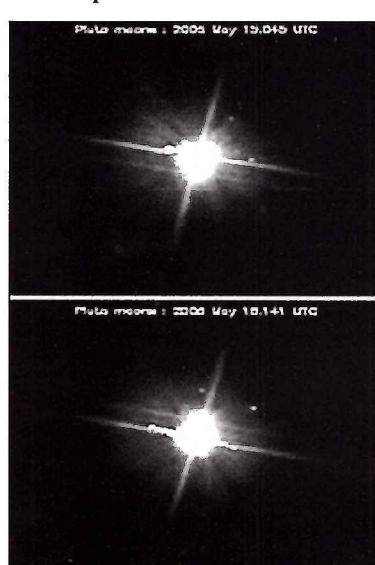
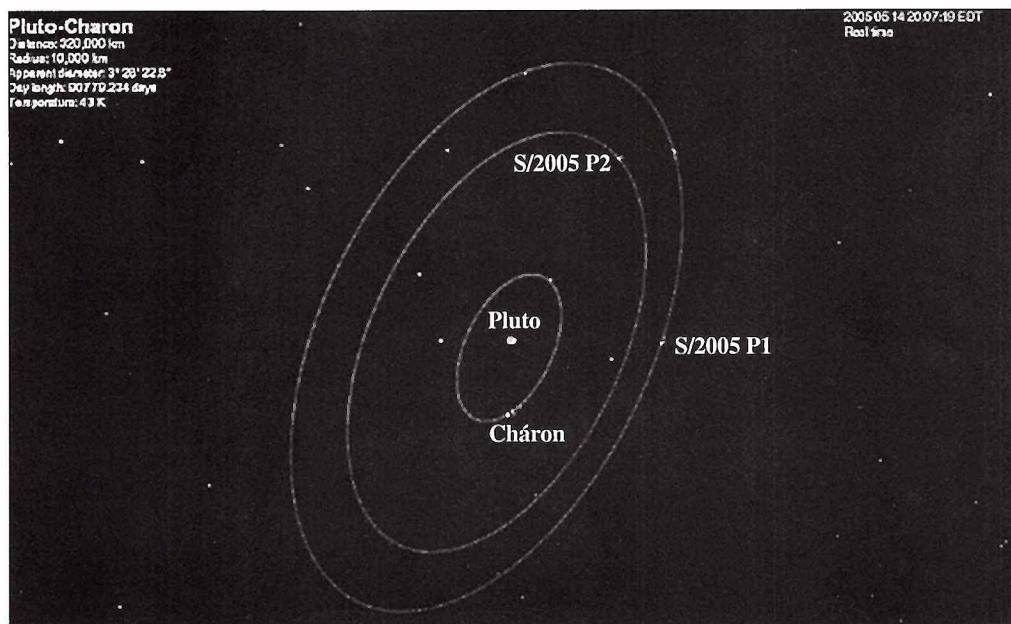
15. máj 2005



18. máj 2005



Snímky systému Pluto zhotovené HST 15. a 18. mája 2005 majú rozlíšenie 256×256 pixelov.



Umelcovia predstava, ako môže vyzerať pohľad z jedného z novoobjavených mesiacov na Pluto a Cháron.

Na fotografiách zhotovených Hubbleovým dalekohľadom 15. a 18. mája 2005 objavila skupina astronómov dvoch súrodencov Cháronu, mesiaca prvoobjaveného telesa z Kuiperovho pásu „planéty“ Pluto. Pluto objavil astronóm Lowellovej hvezdárne Clyde Tombaugh v roku 1930.

Pluto je prvé známe teleso z Kuiperovho pásu, ktoré má tri mesiace. Takže: znova mu patrí aspoň jedno prvenstvo, lebo štatút najväčšieho telesa Kuiperovho pásu prednedávnom stratil, čím sa ešte viac otvorila debata o tom, či ho možno ešte stále zaraďovať medzi planéty.

Novoobjavené satelity Pluto sú označené ako S/2005 P1 a S/2005 P2. Objav dvoch nových satelitov potvrdili aj archívne snímky Hubbleovho dalekohľadu zo 14. júna 2002, ktoré preskúmal Marc Buie z Lowellovej hvezdárne.

Veľkosť oboch telies ešte nie je upresnená. Prvé výpočty naznačujú, že oba mesiaciky majú priemer nad 100 kilometrov, pričom S/2005 P1 je asi o 10 percent väčší ako S/2005 P2.

Podľa NASA News Release

# 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: Ing. Teodor Pintér.

**Redakcia:** Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – redaktor, Daniel Tóth – redaktor, Lýdia Priklerová – sekretár redakcie, Mária Štefánková – jazyková redaktorka. Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 02/544 141 33, e-mail kozmos@nextra.sk

**Redakčný kruh:** doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, DrSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčar, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., doc. RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Ocenáš, PhD Anna Pribilová, RNDr. Pavol Rapavý,

doc. RNDr. Ján Svoreň, DrSc., RNDr. Igor Túnyi, CSc.

Predsedajúci redakčného kruhu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc. Tlač: Tlačiareň KASICO, a. s., Beckovská 38, 823 61 Bratislava.

**Vychádzka:** 6x do roka. Neobjednané rukopisy nevraciam. Cena jedného čísla 40,- Sk/Kč. Pre abonentov ročne 210,- Sk/Kč vrátane poštovného.

**Objednávky na predplatné** prijíma každá pošta a doručovateľ Slovenskej pošty. 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 Čechách A.L.L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1, tel. 663 114 38, na Slovensku L. K. Permanent, Hattalova 12, 831 03 Bratislava, tel. 44 453 711.

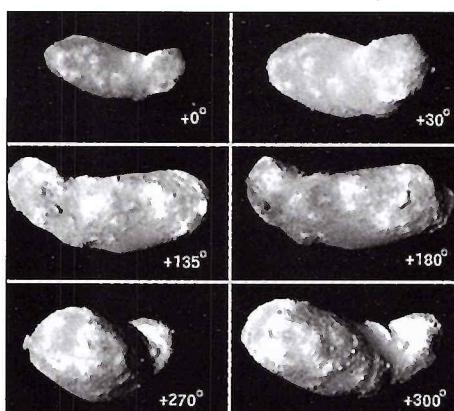
Podávanie novinových zásielok povolené Riaditeľstvom poštovéj prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Čechách rozširuje A. L. L. Productions, tel. 00402/3409 2856, e-mail: mila@allpro.cz. P. O. Box 732, 110 00 Praha 1. Podávanie novinových zásielok v Čechách bolo povolené Českou poštou, s.p. OZSeČ Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8. © Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1998.

Zadané do tlače 16. 11. 2005

ISSN 0323 – 049X

## Témky čísla

- 3 Observátor Pierre Auger nabírá dech / Jiří Grygar
- 4 Bola proto-Zem asteroidálnou planétou? / Luboš Neslušan
- CASSINI
- 8 Hyperion: exot Saturnovej rodiny; Dione: dvojča mesiaca Enceladus
- Dione a Rhea: zákryt (10. str.);
- Tethys: mesiac so svetlými krátermi;
- Pastiersky mesiac Pandora (11. str.)
- 13 Bol big bang, alebo...?
- 18 Sonda Hayabusa u cíle / Tomáš Přibyl



- 38 Meteory na Mesiaci!? / Peter Zimník

## Aktuality

2. ob. Cháron má dvoch nových súrodencov
3. ob. Dione
- 7 Hviezda GM Aurigae a jej planéty; Bezprizorná čierna diera
- 12 Mars
- 16 SNAP: sonda, ktorá má odhaliť tajomstvo tmavej energie
- 17 B1508+55: doteraz najrýchlejší pulzar vo vesmíre
- 20 Hviezdy majú trikrát viac neónu ako sa predpokladalo; Organické molekuly vo vzdialosti 10 miliárd svetelných rokov; Spitzer objavuje skryté čierne diery; Ako žiarilo protoSlnko?; Rázová vlna supernovy SN 1987 narazila na hviezdnu bublinu
- 28 GRB 050904: najvzdialenejšie vzplanutie gama

## Podujatia

- 40 Európsky Astrofest – Vesmír pod jednou strechou / Ottó Méhes

## Rôzne

- 2 Bol Newton astrológom? / Igor Kapišinský
- 25 Astrofotografia cez fotoaparáty Canon EOS / Ottó Méhes
- 29 Expedícia Turecko 2006 / Ladislav Hric

## Obálka



Kovovo-modrastý povrch Hyperiona je poznamenaný jedným ozrnutým a viacerými menšími, štandardnými impaktmi; záhadou je však množstvo úzkych, hlbokých, úzky lievok pripomínajúcich kráterov. Ich množstvo, (na niektorých miestach sú doslova jeden pri druhom), vzhľad a približne rovnaký vek naznačujú, že najskôr ide o veľkým impaktom odkryté „kanivo špongiovitej horniny“ plnej dutín.

K článku na 8. strane

## Rubriky

- |  |  |
|--|--|
| ALBUM POZOROVATEĽA   |  |
| 26 Ďalšie dva zákryty z Modry / Adrián Galád, Jozef Világí, Jan Mánek                      |  |
| 28 Prvý dosvit gama záblesku u nás / Matúš Kocka   |  |
| 30 Polovačka na blízkozemské asteroidy z obývacej izby / Štefan Kürti                      |  |
| 31 Expedícia Variable v novom šate / Pavol A. Dubovský                                     |  |
| 32 Zatmenie Slnka 3. októbra Prstencové zatmenie Slnka zo Španielska / J. P. Gomez Sanchez |  |
| Prstencové zatmenie Slnka z Portugalska / Ottó Méhes                                       |  |
| 33 Zatmenie Slnka z Rimavskej Soboty / Pavol Rapavý  |  |
| Zatmenie Slnka z Nových Zámkov / Ladislav Kovács   |  |
| POZORUJTE S NAMI   |  |
| 34 Obloha v kalendári (december – január 2006 / Pavol Rapavý                               |  |
| 37 Kalendár úkazov a výročí / Pavol Rapavý   |  |
| 40 Slnčená aktivity (august – september 2005) / Milan Rybanský                             |  |

Vážení čitateľia,

v roku 2006 bude mať Kozmos pri nezmenenom rozsahu o štyri farebné strany viac. Vzhľadom na túto okolnosť i s ohľadom na to, že sme počas troch uplynulých rokov, napriek zvyšujúcim sa nákladom, udržali nezmenenú cenu časopisu, sme núnéní od nasledujúceho roku zvýšiť cenu na stánkoch na 45 Sk, pričom predplatiteľia budú mať na číslo 5-korunovú zľavu. Ročné predplatné pre abonentov je teda 240 Sk. Dúfame, že toto opatrenie prijmete s pochopením.

Redakcia

## Úvahy o astrológií

# Bol Newton astrológom?

V konfrontačných polemikách s astrológmi sa astronómom často predhadzujú „argumenty“ z histórie a výroky i príbehy zo života skutočne veľkých osobností vedy. Je to jednak preto, aby sa pozornosť odviedla od podstaty veci, teda od nespornej nevedeckosti a amorálnosti astrológie, ale aj preto, aby sa diskusia dostala do mútnych vôd histórie, kde sa účastník diskusie v demagogických a poloprávdivých tvrdeniach astrológov nestáčí rýchlo zorientovať. A navyše, zdravý sedliacky rozum, ktorý nám hravo vyštačí na vyvrátenie podstatných bludov astrológie, na poli histórie už s dychom akosi nestáči.

Mám na mysli predovšetkým pomerne známe tvrdenia o postoji k astrológií takých postáv histórie, akými boli napríklad Newton, Kepler, Nostradamus, alebo aj Štefánik.

Pozrite sa najprv na astrológiu často používanú legendu o veľkom fyzikovi Isaacovi Newtonovi (1643 – 1727).

### Skutočne bránil Newton astrológiu?

Odkiaľ berú astrológovia toto presvedčenie? Radi citujú Newtona (napr. podľa materiálov A. Lutesa), ktorý skeptikovi Edmundovi Halleymu (1656 – 1742; objaviteľ vari najznámejšej kométy) na obranu astrológie údajne povedal: *Pane, vy ste astrológiu neštudovali, ja áno.* Táto citácia sa na astrologických webstránkach dá nájsť dokonca v takejto podivuhodnej verzii: „*Pane, ja som to študoval, vy nie – povedal Isaac Newton, astrológ (190 IQ), na obranu astrológie neveriacemu Halleymu (objaviteľovi kométy).*“ Mimochodom, ako autor tejto skomoleniny vedel, že Newtonov IQ bol 190? To zostane iste záhadou nielen pre mnä, ale i pre každého triezvo uvažujúceho človeka, keďže francúzsky psychológ Alfred Binet určite neprišiel s prvým IQ testom skôr ako v roku 1905, teda 178 rokov po smrti Newtona. Okrem tejto „drobnosti“ je však celá argumentácia astrológov postavená na tenkom lade.

Sir Isaac Newton mohol skrývať určité pochybnosti o svojej osobnej viere, ale väšnivá viera v astrológiu medzi to zjavne nepatrila. Historici vedy našli stopy, ako mohlo k týmto nepresným a pre osoh astrológov aj účelovým skresleniam dôjsť. Róbert H. van Gent v časopise *Skeptic Report* (jún, 2004) v brilantnej štúdii *Isaac Newton a astrológia* uvádzá, že pôvod spornej citácie sa dá nájsť v knihe z roku 1831 *The Life of Sir Isaac Newton*, teda Život Isaaca Newtona od Daniela Brewstera. A nebola to astrológia, ktorú Newton hájil, ale **náboženstvo!** Nedeformovaná a plná citácia totiž zní takto: ...*ked sa Dr. Halley odvážil povedať hocičo neúctivé o náboženstve, Newton sa stále bránil poznámkou „ja som tieto veci študoval, vy nie“.*

To by hŕadom k tomuto problému hŕadom aj úplne stačilo. Kto sa chce dozvedieť viac, nech

si pozrie vynikajúci článok Benjamina Radfora *Isaac Newton, Astrologer?* v poslednom čísle amerického časopisu *Skeptical Inquirer* (volume 29, No. 5, september/october 2005, p. 24). Mimochodom Radford a Bob Bartholomew napísali knihu, ktorá nám v knižničiach chýba ako soľ: *Hoaxes, Myths, and Manias: Why We Need Critical Thinking.* – Podvody, výmysly a posadlosti: Prečo potrebujeme kritické myslenie.

Predsa si na záver k astrológom a ďalším zástancom rôznych paravied neodpustím dve poznámočky:

Ked' chceme niečo alebo niekoho spochybniť (všeobecne uznanává a overenú teóriu, veľkánov vedy a pod.), dať súčasne do pozornosti seba a svoje nikým a ničím nepodložené výmysly, tak najschodnejšou cestou k úspechu je uvádať poprekručané výroky nielen tak hocikoho, ale skutočných velikánov vedy, filozofie a kultúry. Najlepšie ale je, ak sú tieto významné osobnosti už dlho po smrti. Tieto dve kritériá (velkosť osobnosti a dávna smrť) boli v prípade Newtona nadmieru splnené, a preto sa asi o vyššie popisovanú historickú kamufláž niekoľ neustále pokúša. Takyhľa vhodných prípadov (osobnosti) je však v dejinách našej civilizácie viac, a preto i o podobné neférové

deformácie historických záznamov nie je nikdy núdza.

Moja druhá a posledná poznámka pri tejto téme smeruje k hypotetickej možnosti a otázkene, čo by sa zmenilo, ak by sa Newton v nejakom zmysle predsa len astrológie ozaj zastal? Myslím, že nič a jednoducho by sme to zobraли na vedomie. Spolu s historikmi vedy si aj ja myslím, že i takí nepochybne brilantní vedeči a mysliteľia, ako Newton, Kepler, Galileo, Einstein (Hawking žije a tiež sa v niečom asi mylí) a vlastne i mnohí ďalší, sa mohli v niektorých otázkach jednoducho myliti. Sme totiž bazálne produkтом svojej doby limitovanej stupňom vedeckého poznania, ktoré i napriek tomu, že je v danej dobe najobjektívnejšie, nemusí z pohľadu nasledujúcich generácií vystihovať realitu verne. Skrátka, aj géniacia mohli byť v jednotlivostach chytení do pavučín bludov doby, v ktorej žili a tvorili. Nebolo by to nič divné a história dokazuje, že sa to niekedy aj stávalo. Aj napriek týmto ľudskej a historickým pochopiteľným omylom veľkých postáv našej histórie (ktorí si z veľkej časti omyl aj priznali, ako napr. Einstein, Hawking) si myslím, že tieto omyly netreba výmyslami úcelovo rozmnožovať. A to bol vlastne aj hlavný zmysel tejto krátkej úvahy.

**Igor Kapišinský,**  
Astronomický ústav SAV,  
Bratislava



# Observatoř Pierre Auger nabírá dech

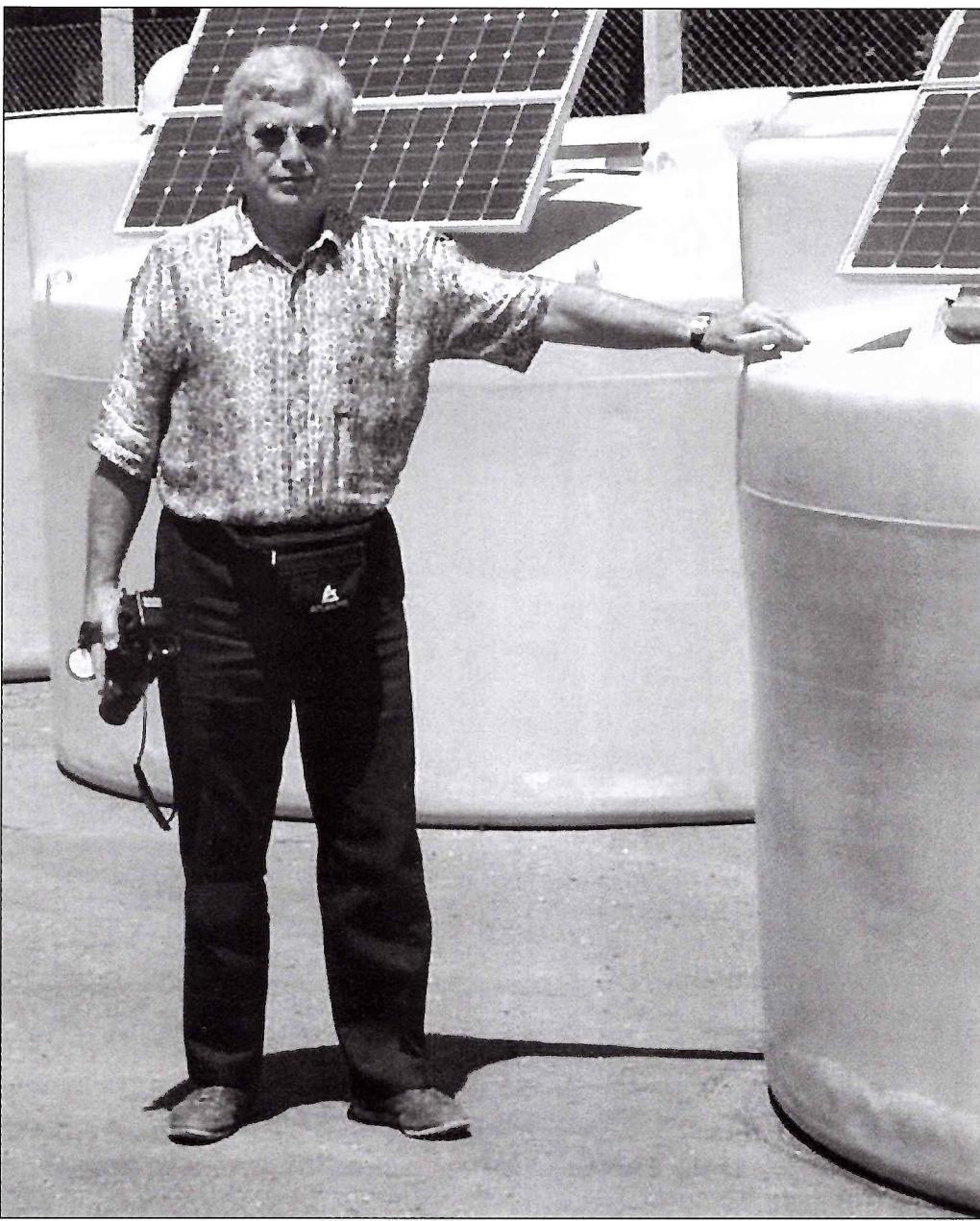
V letošním Kozmosu (č. 2, str. 2) jsem popsal okolnosti vzniku projektu výzkumu částic kosmického záření o extrémně vysokých energiích (UHE) i dosavadní stav výstavby observatoře Pierre Augera v argentinské pampě. Přestože observatoř bude dobudována až koncem r. 2006, modulový způsob výstavby dovoluje získávat údaje pomocí rozestavěného zařízení, které už od r. 2004 je fakticky největším a nejvýkonnějším zařízením svého druhu na světě. Ačkoliv hlavním cílem této fáze měření je doladit vznikající obří přístroj na plný výkon a zejména postupně zlepšovat kalibraci a vzájemné propojení dat z pozemních a fluorescenčních detektorů, letos v létě byly první předběžné výsledky měření zveřejněny sérií referátů na třech mezinárodních konferencích, z nichž první a třetí (PIC – Částice při srážkách a C2CR – Od urychlovačů ke kosmickému záření) se konaly v Praze v červenci a září 2005, zatímco prostřední (29. ICRC – Mezinárodní konference o výzkumu kosmického záření) se uskutečnila počátkem srpna v indickém univerzitním městě Pune.

Na těchto konferencích bylo předneseno téměř 40 odborných sdělení, které z větší části pojednávaly právě o otázkách kalibrací údajů o směrech příletu, časovém rozlišení a statistických i soustavných chybách měření, zejména pokud jde o určení nejdůležitějších údajů týkajících se energie a četnosti výskytu primárních častic UHE, což je sice pro laickou veřejnost nepříliš vztušující, ale pro solidní vyhodnocení přínosu projektu klíčové. Na přípravě sdělení se podílel dnes už opravdu obří mezinárodní tým více než 350 fyziků, astronomů a techniků z více než 70 institucí v 16 zemích, včetně 13 odborníků z Prahy a Olomouce, kteří se také zúčastnili všech tří zmiňovaných konferencí.

Texty všech sdělení lze nalézt na webové adrese: [www.auger.org/icrc2005/index.htm](http://www.auger.org/icrc2005/index.htm)

Odborné výsledky projektu jsou založeny na měřeních, vykonaných v intervalu od ledna 2004 do června 2005 především pozemními detektory částic, jejichž počet se během té doby rozrostl z 500 na více než 800 bodů v terénu (přes polovinu konečného stavu). Počet funkčních světelných fluorescenčních komor stoupal během této doby z 12 na 18 (3/4 konečného stavu). Statistické chyby energií primárních častic z pozemních detektorů se zatím pohybují kolem 25 %, kdežto z fluorescenčních komor činí jen 12 % – bohužel však tyto komory získávají relativně méně údajů, protože pracují jen za astronomického počasí, kdežto pozemní detektory měří téměř nepřetržitě – fungovaly po více než 94 % zmíněné doby. Právě proto je velkou výhodou, že v mnoha případech jsou spršky zaznamenány současně jak fluorescenčními komorami tak pozemními detektory. Tyto tzv. hybridní úkazy jsou světovým unikátem a v takových případech se zlepší údaj o směru příletu spršky na 0,6° a o energii příslušné primární částice až na 8 %.

Úhrnem za toto jsou v databázi observatoře údaje o 180 tis. sprškách z pozemních detektorů; z toho je 29 tis. úkazů v energetickém pásmu UHE (nad 1 EeV) a 16 tis. úkazů je hybridních.



V současné době přibývá za měsíc asi 18 tis. úkazů z pozemních detektorů a 1800 úkazů hybridních. Trvání úkazů v pozemních detektorech dosahuje řádu mikrosekund s časovým rozlišením řádu nanosekund. Pro energie nad 10 EeV se daří určit z rozdílu časů dopadu častic do pozemních detektorů směr příletu spršky s přesností na 1,4° a poloha centra spršky z intenzity záblesků a počtu zasažených detektorů na zemském povrchu s přesností na 150 m (rozteč mříže pozemních detektorů je přitom 1,5 km!).

Celkem 1400 takto zaznamenaných primárních častic mělo při vstupu do zemské atmosféry energie vyšší než 5 EeV. Nejvyšší dosud zaznamenaná energie činí 86 EeV, přičemž se na jedné straně pozoruje přebytek častic s energiemi kolem 22 EeV, ale na druhé straně je průměrný tok častic UHE asi třikrát nižší, než kolik naměřila na severní polokouli japonská AGASA. Není

však jisté, zda jde o fyzikální rozdíl; zdá se spíše, že data z aparatury AGASA soustavně přečerpávají energie primárních častic kosmického záření.

Rozložení směrů příletu častic po obloze je statisticky izotropní; nepozoruje se žádné nahloučení úkazů ani ve směru k centru, ani k hlavní rovině Galaxie, což zvyšuje pravděpodobnost domněnek, které kladou zdroje kosmického záření UHE někam mimo běžné galaxie. Je zřejmé, že k dosažení nových výsledků bude potřebí dokončit celou observatoř a pak trpělivě několik let střádat již zaběhnutými redukčními metodami vzácné pozorovací údaje, neboť zkušenosť z čisticové fyziky velí počkat si na dostatečně velký homogenní soubor dat. Při současném tempu dostavby observatoře a přírůstcích pozorovacích dat lze očekávat první závažné výsledky kolem r. 2008.

JIŘÍ GRYGAR

# Bola proto-Zem asteroidálnou planétou?

Storočia boli dráhy planét v Slnečnej sústave považované za stále. Ešte pred desaťročím sa zdalo, že toto je jedna z mála tých našich predstáv o vesmíre, ktoré sa nemenili, ani meniť nebudú. Prvý náznak, že to tak nemusí byť, prišiel s objavmi planét okolo iných hviezd, kde sa ukázalo, že planéty materskú hviezdu nezriedka obiehajú po nestabilných dráhach. Rozhodujúci prelom prišiel v roku 2001, keď Chambers a Wetherill dokázali, že medzi Marsom a Jupiterom museli v prvopočiatku vzniknúť planéty veľkosti Marsu až Zeme, ktoré tam dnes nepozorujeme.

## Čo nám hovorí pás asteroidov?

Už dávnejšie sa naše predstavy o vzniku planét v Slnečnej sústave ustálili na scenári, podľa ktorého tieto telesá vznikli nabaľovaním hmoty, akréciou, v proto-planetárnom disku krátko po vzniku proto-Slnka a tohto disku. Hmotnosti planét spolu s ich heliocentrickými vzdialenosťami by pritom mali približne odrážať rozdelenie hmoty v disku. Dnes ale pozorujeme určité nespôjitosťi v tomto rozložení. Najväčším rozdielom je silný deficit hmoty v oblasti medzi dráhami Marsu a Jupitera, čiže v oblasti hlavného pásu asteroidov, kde by malo byť rádovo aspoň tisíc-násobne viac hmoty. Nie je totiž dôvod, aby bol pôvodný disk v tejto oblasti stenčený. Plyn a mikroskopický prach disku by veľmi rýchlo vyplnili akúkoľvek medzeru.

Staršie vysvetlenie bolo také, že najväčšia planéta sústavy, Jupiter, sa utvorila pomerne rýchlo a jej gravitácia vymietla postupne sa utvárajúce planetesimály z uvedenej oblasti skôr, než sa tu stihla sformovať riadna planéta. Chambers a Wetherill v roku 2001 ale doplnili tento mechanizmus. Poukázali na fakt, že Jupiter v danej oblasti telesá nielen vymetá preč, ale tie, ktoré majú vhodnú geometriu, naopak na ich dráhach stabilizuje. Podľa týchto dvoch autorov Jupiter mohol vo forme planetesimál z oblasti medzi ním a Marsom vymiesť preč zopár desiatok percent hmoty, určite ale nie 99,9 % hmoty! Veľký pozorovaný deficit vysvetlili tak, že sa v tejto oblasti predsa len vytvorili planéty s hmotnosťou Marsu, možno ešte hmotnejšie, až zhruba také ako Zem. Tieto „asteroidálne planéty“, ako ich nazvali, boli aspoň dve, možno až tri alebo štyri. Ich hmotnosť bola predpokladaná pomerne vysoká z toho dôvodu, aby boli schopné sa na vzájom výrazne gravitačne rušíť a prekonáť stabilizačný účinok Jupitera aj vtedy, ak sa hociktorá planéta nachádzala na ináč stabilnej dráhe.

Chambers a Wetherill vykonali 25 simulácií s rozličnými úvodnými predpokladmi, aby zistili, čo sa s asteroidálnymi planétami typicky stalo.

Ukázalo sa, že len v 7 simuláciách planéta medzi Marsom a Jupiterom ostala. Prevažná väčšina, teda 18 simulácií, skončilo bez planéty v tejto oblasti. Posledné dve či viaceré asteroidálnych planét typicky končilo bližšie pri Slnku, kde sa zrazili s niektorou z terestrických planét. Len málo ich končilo pádom na Slnko alebo prestahovaním do vonkajších oblastí planetárnej sústavy.

## Exces hmoty v oblasti Venuše a Zeme

Už prvé počítačové simulácie vzniku terestrických planét indikovali dva problémy. Prvým bolo, že počet planét v zodpovedajúcej oblasti vychádzal zo simulácie nižší ako pozorovaný, konkréte sa tu typicky mali utvoriť len dve, maximálne tri planéty. Druhým problémom bolo, že zákony hydrodynamiky nedovoľovali model disku, ktorý by viedol k dnes pozorovanému, v terestrických planétach sústredenému množstvu hmoty. (Resp. hmoty bolo dosť, no simulácie potom zasa viedli k neprípustné hmotným jupiterovským planétam.)

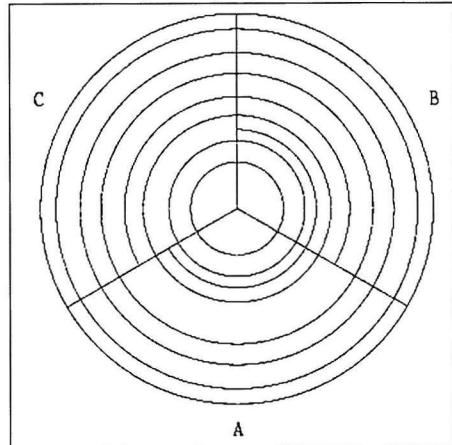
Prvý problém sa podarilo prekonať až v roku 2001 Chambersovi, ktorý urobil trojrozmernú simuláciu vzniku terestrických planét využitím najnovšej výpočtovej techniky. Tá mu umožnila uvažovať podstatne väčší počet planetezimál vstupujúcich do procesu akrécie, než aký sa uvažoval v predchádzajúcich simuláciách. Aby sa zachovala ich celková hmotnosť, predpokladal v priemere menšie planetezimály. Z takto zdokonalenej simulácii dostával na jej konci typicky tri až štyri planéty v oblasti Merkúra až Marsu.

Ani uvedená podstatne dokonalejšia simulácia však nevyriešila druhý problém, ba dokonca sa neobjavil ani minimálny pozitívny trend, ktorý by naznačoval, že očakávaný výsledok by mohol byť dosiahnutý s ešte väčším počtom vstupných planetezimál. Nadbytok hmoty v oblasti dnešných dráh Venuše a Zeme sa objavil dokonca aj vtedy, ak predpokladal, že proto-planetárny disk bol v tejto oblasti z nejakého neznámeho dôvodu zhustený. Čiže, ak aj umelo zaviedol predpokladané zhustenie, toto sa veľmi rýchlo rozplynulo a hmotu sústredenú v planétach utvorených simuláciou ostala menšia než polovičná v porovnaní s dnes pozorovanou.

## Predsa len Titiusov-Bodeho rad

Už v 18. storočí si Titius a Bode všimli, že planéty sú okolo Slnka rozložené v kvázipravidelných vzdialenosťach, ktorých postupnosť sa dá približne vyjadriť mocninovým radom. V logaritmickej škále je táto postupnosť znázornená v sektore A obrázku 1. (Vzdialenosť poslednej formálne uznanovej planéty, Pluta, nie je znázornená, keďže Pluto začalo byť odborníkmi považované viac za teleso Edgeworthovho-Kuiperovho pásu, nie za regulárnu planétu.) Hned na začiatku si výskumníci všimli zjavnú medzera medzi dráhami prvých štyroch planét, Merkúra až Marsu a druhých štyroch planét, Jupitera až

Neptúna. Predpokladala sa existencia neznámej planéty v tejto oblasti a jej hľadanie prinieslo v roku 1801 objav prvého a najväčšieho asteroisu Ceres. Zákratko po objave Ceresu sa ukázalo, že to nie je jediné teleso v tejto oblasti, a ani nie je na planétu dosť veľké, takže medzera bola zdôvodnená tým, že sa tu riadna planéta z nejakého dôvodu neutvorila, resp. – podľa van Flanderna – sa rozpadla. Napriek tomu: aby sa medzera v Titiusovom-Bodeho rade zaplnila, stredná vzdialenosť pása asteroidov od Slnka sa v danom kontexte začala považovať za regulárnu planetárnu vzdialenosť (táto situácia je znázornená na obr. 1 sektorem B).



Obrázok 1: Stredné vzdialenosťi planét Slnečnej sústavy v logaritmickej škále: A – Merkúra až Neptúna v súčasnosti, B – ak aj stredná vzdialenosť asteroidov je považovaná za regulárnu planetárnu vzdialenosť, C – ak stredná vzdialenosť asteroidov je považovaná za planetárnu vzdialenosť, ale stredná vzdialenosť Zeme je vynechaná.

Nielen táto výnimka, ale tiež fakt, že odchyliky skutočných stredných vzdialenosťí od ideálneho mocninového radu sú pomerne veľké, viedla skeptikov k posudzovaniu, nakoľko je Titiusov-Bodeho rad opodstatnený, či nie je len vecou náhody. Metódy tohto posudzovania sa zdokonalovali až k poslednej, ktorú v roku 2003 publikoval Lynch. Podľa nej, ak by sa planéty tvorili v logaritmickej škále náhodne, tak pozorovaná zhoda postupnosti ich stredných heliocentrických vzdialenosťí, zahrňajúc asteroidálnu vzdialenosť, s príslušným mocninovým radom by sa dosiahla s 96 % pravdepodobnosťou. Inými slovami, rad, aj ak sa stredná vzdialenosť asteroidov uvažuje ako planetárnu vzdialenosť, nemá žiadnu výpovednú hodnotu. Aká-taká zhoda medzi uvedenou pozorovanou postupnosťou vzdialenosťí a matematickým mocninovým radom je len vecou náhody. Kvôli spresneniu treba dodať, že metóda počíta so skutočnosťou, že planéty na príliš blízkych dráhach by sa vzájomne gravitačne veľmi rušili a dráhy by boli nestabilné. Teda predpokladá súčasť náhodného tvorbu planét, ale daná planéta, ako navrhol Lynch, môže vzniknúť iba v 2/3 intervalu vzdialenosťí medzi susednými planétami.

Situácia sa ale radikálne zmení, ak Lynchovu, ináč skeptikom vyhovujúcu metódu, použijeme na posúdenie zhody mocninového radu a takého reálneho radu, v ktorom je vzdialenosť asteroidov zahrnutá, no vzdialenosť Zeme vynechaná. Prav-

depodobnosť náhodnej zhody klesne z uvedených 96 % na iba 3 %.

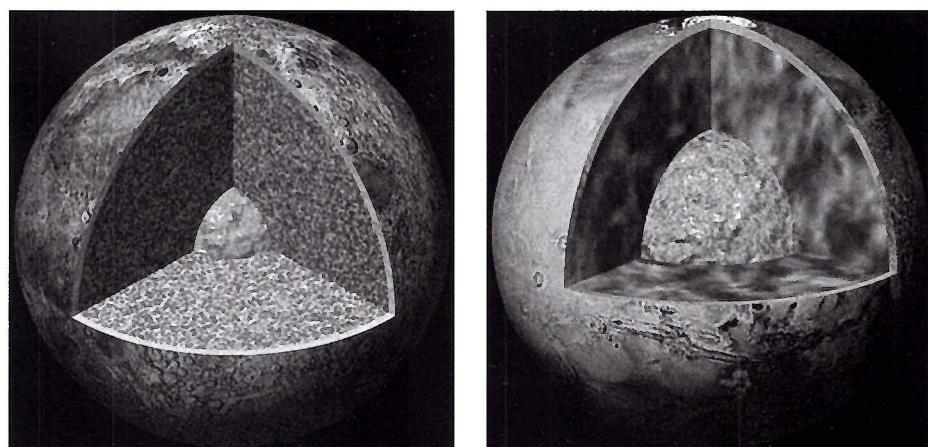
Niekoho môže zaujímať, čo sa stane, ak nevychádza vzdialenosť Zeme, ale hociktorú inú vzdialenosť. V takomto prípade možno opäť konštatovať vysokú náhodnú pravdepodobnosť zhody, a to od 95 % do 100 %. Iba v prípade vzdialenosťí planét susediacich so Zemou je to menej, konkrétnie 43 % pri Venuši a 70 % pri Marse. To preto, že keď ponecháme v podstate nadbytočnú zemskú vzdialenosť, tak vzdialenosť Venuše, resp. Marsu vlastne nevychádza, ale len ju posúvame z 0,723 AU (astronomickej jednotky), resp. z 1,524 AU do 1,000 AU.

Situácia, keď je zahrnutá asteroidálna vzdialenosť, no vynechaná vzdialenosť Zeme, je znázornená na obr. 1 sektorom C. Aj pohľad na túto časť obrázka nám dokazuje to, čo už predtým čísla, že logaritmické vzdialenosťí sú rozdelené vzorovo rovnomerne. Presnejšie, prvá a druhá vzdialenosť sú k sebe (z neznámeho dôvodu) nepatrne bližšie ako druhá a tretia, tretia a štvrtá sú zasa nepatrne bližšie ako štvrtá a piata atď. Takáto obzvlášť pravidelná postupnosť, veľmi dobre sa zhodujúca s mocninným radom, nasvedčuje, že planéty sa okolo samostatnej hviezdy, akou je Slnko, tvoria v pravidelných vzdialenosťach. Len dodatočné procesy a okolitá situácia potom zrejme môžu viesť k výskytu výnimky, či výnimiek z tohto pravidla.

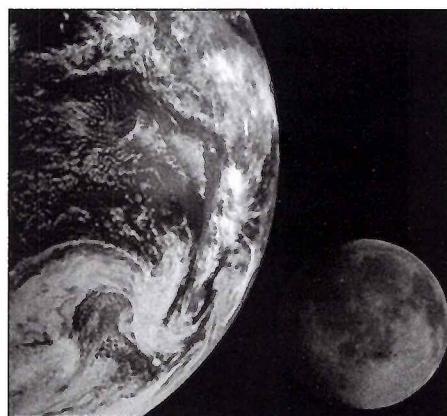
Zo spomínamej obzvlášť pravidelnej postupnosti vzdialenosťí (sektor C) dostaneme v súčasnosti pozorovanú postupnosť (sektor A) presunom štvrtej vzdialenosťi v poradí od stredu kruhu (asteroidálna vzdialenosť) medzi druhú a tretiu vzdialenosť (medzi vzdialenosť Venuše a Marsu). To evokuje, že jedna z pôvodne asteroidálnych planét bola zrejme prestahovaná z oblasti pasa asteroidov do oblasti dnešnej zemskej dráhy, ako to už naznačoval výsledok výskumu Chambersa a Wetherilla, resp. Chambersa samotného.

### Problém so stažovaním proto-Zeme

Jupiter mohol meniť excentricitu a vzdialenosť perihelia hociktoj asteroidálnej planéty. Nemohol však podstatne skrátiť aféliovú vzdialenosť (od Slnka najvzdialenejší bod dráhy), pretože akonáhle táto vzdialenosť významnejšie poklesla, asteroidálna planéta sa prestala približovať k obrej planéte, následkom čoho gravitačné poruchy významne zoslabili a zmena ďalej nepokračovala. To má ten dôsledok, že veľká poloos asteroidálnej planéty následkom Jupiterovho pôsobenia



Obrázok 2: Vnútorná stavba Mesiaca (vľavo) a Marsu (vpravo). Mesiac má v porovnaní s telesom, ktoré sa v proto-planetárnom disku utváralo samostatne, nápadne malé kovové jadro.



Obrázok 3: Dvojplanéta Zem-Mesiac.

nemohla výraznejšie klesnúť pod zhruba 2 AU. My však vieme, že Zem má veľkú poloos rovnú len 1 AU. Skrátenie na takto malú hodnotu musel spôsobiť iný mechanizmus. Do úvahy pritom prichádza len gigantická zrážka – zrejme zrážka s inou asteroidálnou planétou vo vhodnej heliocentrickej vzdialenosťi.

Hoci je takáto zrážka dosť nepravdepodobná, pozoruhodné je, že vo veľmi ďalekej histórii Zeme sa naozaj odohrala. Rukolapným dôkazom je masívny mesiac našej planéty. Navrhnutý dobrú teóriu vzniku Mesiaca nie je jednoduché. Takáto teória musí súčasne vysvetliť, prečo má Mesiac inú rovinu obehu okolo Zeme, než je rovina zemskej rovníka a prečo má oveľa menšie kovové jadro, než aké by mal, keby sa bol v proto-planetárnom disku utváral ako samostané teleso. To, že sa neutváral samostatne a nebol Zemou neskôr

zachytený, dokazuje aj extrémne nízka pravdepodobnosť takéhoto záchrany.

Po viacerých netúspečných pokusoch sa po všetkých stránkach vyhovujúcu teóriu vzniku sústavy Zem-Mesiac podarilo navrhnuť a dôkazmi dostatočne podoprieť až Hartmannovi a Davisovi v roku 1975 a nezávisle Cameronovi a Wardovi v roku 1976. Detailnejšie bola potom rozpracovaná v prácach Benza, Slatteryho a Cameronova v rokoch 1986 a 1987. Teória bola nazvaná ako „scénár gigantického impaktu“. Podľa neho do proto-Zeme v čase, keď končila jej akrécia, narazilo teleso – impaktor – veľkosťi Marsu, či dokonca väčšie (Canupová, Ward a Cameron uvažovali v jednej z posledných prác venujúcich sa tejto problematike pomer impaktora k proto-Zemi rovný až 3:7). Náraz viedol k úplnej destrukcii impaktora a zároveň k vyvrhnutiu značného množstva materiálu do kozmu. Ak impaktor nedopadol smerom na stred proto-Zeme, ale viac k jej okraju, čo bol pravdepodobne aktuálny prípad, potom časť vyvrhnutého materiálu sa vzdialila vhodnými smermi a rýchlosťami nie celkom preč, ale len do okolia Zeme, kde sa utvoril prstenec. Z neho sa relatívne rýchlo – asi za storočie – poskladal Mesiac. V čase svojho vzniku sa nachádzal oveľa bližšie pri Zemi.

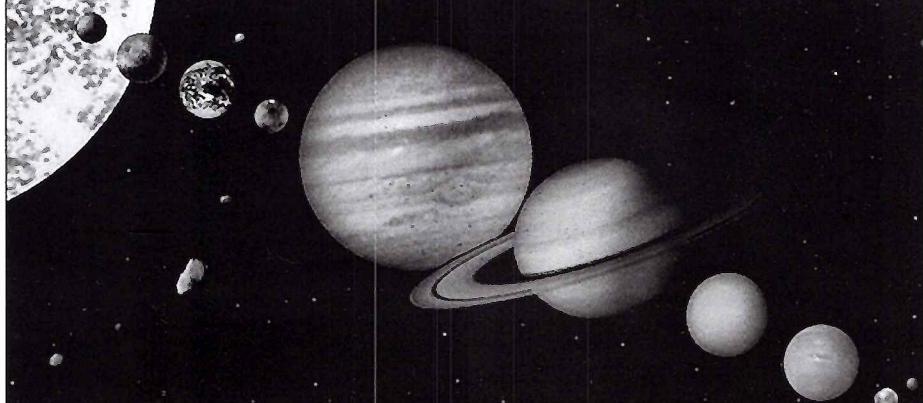
Mohutný náraz s opísanými dôsledkami, najmä ak bola hmotnosť impaktora vysoká, sa nemohol neprejaviť aj na zmene pôvodnej dráhy proto-Zeme. Jej veľká poloos mohla poklesnúť nielen vtedy, ak geometria zrážky bola taká, že impaktor Zem pribrzdil, ale musela poklesnúť aj následkom premeny dráhovej energie na teplo. Ak sa zemskej teleso pri zrážke ohrialo v prie- mere o zhruba 10 K, čo si možno celkom ľahko predstaviť, stačilo to na to, aby zodpovedajúca tepelná energia bola rádovo porovnatelná s dráhou kinetickou energiou.

V rámci spomenutých štúdií sa teda nahradilo niekoľko dôkazov, ktoré nasvedčujú, že proto-Zem sa zrejme utvárala ako jedna z asteroidálnych planét. V závere svojej akrécie bola potom po gravitačných poruchách iných asteroidálnych planét a Jupitera a po gigantickej zrážke s telesom nie oveľa menším, ako bola sama, v konečnom dôsledku prestahovaná z oblasti medzi Marsom a Jupiterom na dnešnú dráhu medzi Venušou a Marsom. Dá sa očakávať, že ďalšie štúdie podporia alebo zneistia tento záver.

LUBOŠ NESLUŠAN

Obrázok 4: Dnešné veľkosťi a dnešné poradie vzdialenosťí planét Slnčnej sústavy od Slnka. Smerom od Slnka sú zobrazené: Merkúr, Venuša, Zem s Mesiacom, Mars, pás asteroidov, Jupiter, Saturn s charakteristickým prstencom, Urán, Neptún a najdlhšie známe teleso Edgeworthovho-Kuiperovho

pásu Pluto so svojím satelitom Cháronom. Mierka vzdialenosťí, ani proporcia veľkosti Slnka k veľkosťiam planét nie sú na tomto obrázku dodržané.



## Aj masívne hviezdy majú protoplanetárne disky

Subaru, 8-metrový ďalekohľad na Havajských ostrovoch, vybavili prístrojom Coronographic Imager for Adaptive Optics (CIAO), ktorý umožňuje získavať mimoriadne ostré snímky v infračervenom polarizovanom svetle. Tak vznikla aj fotografia mladej masívnej hviezdy Becklin/Neugebauer (BN) vo vzdialosti 1500 svetelných rokov od Slnka. Hvezdárov prekvapilo, že okolo masívnej, nedávno sformovanej hviezdy obieha masívny disk.

Oblast, kde sa sformovala hvieza BN, je liaheň, v ktorej vzniká veľa masívnych hviezd. Napriek tomu, že hviezdy počas formovania spotrebovali väčšinu hmoty z obrovského oblaku prachu a plynu, pozorovanie stáže hustá prachová clona predbežne nespotrebovaného materiálu. Vedci skúmali, do akej miery prach pohlcuje infračervené svetlo, preto vyhotovili snímky v polarizovanom svetle na vlnovej dĺžke 1,6 milimetra, (čo je čiara  $H\alpha$  v oblasti IR). Na normálnej snímke sa distribúcia svetla javí ako okrúhla. Snímky v polarizovanom svetle sa prejavia v tvaru motýľa, pričom sa ukážu detaily, ktoré na normálnej snímke nerozlišíme.

Z motýlikovej štruktúry vyčítajú hviezdiari údaje o disku a o odlive hmoty z okolia novej hviezdy.

V prípade hviezdy BN ide o významný objav; hviezdiari získali doteraz najpresvedčivejší dôkaz o tom, že aj masívne mladé hviezdy majú disky a že aj obri ako BN (7-krát hmotnejšia ako Slnko) sa formujú podobne ako hviezdy Slnku podobne.

Formovanie masívnych hviezd vysvetlujú dve teórie.

Podľa prvej sú masívne hviezdy gravitačným zlepencom niekoľkých malých hviezd.

Podľa druhej vznikajú kolapsom časti hustého prachoplynového mračna, pričom protohviezda pomocou akrécie nabaľuje z okolia ďalší materiál. Menšie hviezdy, i naše Slnko, sa podľa všetkého sformovali podľa druhého scenára. Ten-to scenár predpokladá, že protohviezda/kolapsar s typickým, bipolárnym odlivom hmoty má disk a obálku, zatiaľ čo pri hviezdoch/kolapsaroch tie-to znaky neboli jasne preukázané.

Hvezdiari majú veľmi málo údajov o formovaní sa masívnych hviezd. Mladých masívnych hviezd je totiž oproti menším hviezdam veľmi málo a sú tak ďaleko, že sa len veľmi ľahko pozorujú. Až obrie ďalekohľady vybavené adaptívou optikou umožní aj v tejto oblasti prielom. Infračervená polarimetria s vysokým rozlíšením je mimoriadne vhodnou technológiou na skúmanie okolia „utopeného“ v jasnej žiare masívnej hviezdy.

Polarizácia, teda rovina, v ktorej svetelné vlny oscilujú, keď sa šíria z objektu, ktorý ich generuje, je dôležitou vlastnosťou žiarenia. Slnčné svetlo nemá preferovaný smer oscilácie, ale v atmosfére, alebo po odraze od vodnej hladiny sa stáva polarizovaným. Podobný proces sa odohráva aj v obálke, ktorá zahaľuje mladú hviezdu. Svetlo mladej hviezdy osvetluje disk, obálku i dutiny, vytvorené v obálke prúdmi unikajúcichply-

nu. Keď svetlo, voľne sa šíriace takýmito dutinami narazí na ich steny, stane sa polarizovaným. Cez disk a obálku už svetlo tak ľahko nepremikne, čo polarizáciu svetla v týchto oblastiach redukuje.

Úspech medzinárodného tímu zoskupeného kolo ďalekohľadu Subaru spôsobil, že sa technika infračervenej polarimetrie využije aj pri výskume iných mladých hviezd. Vedci dúfajú, že získajú podrobnejšie údaje aj o masívnych mladých hviezdoch, ktoré majú viac ako desaťnásobok hmotnosti Slnka.

Nature



Ilustrácia znázorňuje planetárny disk krúžiaci okolo mladej, masívnej hviezdy.

## Veľké galaxie, staré hviezdy

Prehliadka vyše 4000 elliptických a šošovkových galaxií v 93 blízkych kopách galaxií vyuľstila do šokujúceho objavu. Ukázalo sa, že najjasnejšie galaxie sú poskladané takmer výlučne zo starých hviezd. Tieto hviezdné populácie sa sformovali už pred 13 miliardami rokov!! Mladých hviezdných formácií je v týchto galaxiách iba niekoľko. Navyše: astronómovia neobjavili ani jediný spoľahlivo doložený prípad galaktického kanibalizmu, keď po gravitačnom vstrebaní malej galaxie vznikne v čerstvo zahustenej oblasti hniezdo, v ktorom sa formujú mladé hviezdy.

A div sa svete: z inej prehliadky (NOAO Fundamental Plane Survey), v rámci ktorej sa študovali menšie galaxie, vyplynulo, že obsahujú hviezdy, ktoré sú podstatne mladšie; väčšina z nich má sotva 4 miliardy rokov.

Tieto objavy sú výsledkom štúdie, ktorá za hŕňa pätkrát viac galaxií ako predchádzajúce pokusy. Výsledky prehliadky vyvracajú platné modely formovania a vývoja galaxií, v ktorých sa veľké elliptické galaxie v blízkom vesmíre for-

mujú z menších galaxií, preplnených mladými hviezdam. Platné teórie tvrdia, že hviezdy vo veľkých elliptických galaxiach by nemali byť staršie ako hviezdy v menších galaxiach.

Vedci, ktorí sa podieľali na prehliadke, preskúmali najväčšie a najbohatšie kopy galaxií v blízkom vesmíre, do vzdialenosť miliardy svetelných rokov od Zeme. Z nameraných údajov vyplynulo, že existuje jasné, priama závislosť medzi hmotnosťou a vekom týchto červených galaxií.

„Hviezdy v najväčších a najstarších galaxiach sa sformovali ešte v mladom vesmíre. Naproti tomu menšie galaxie s hmotnosťou desaťkrát nižšou, boli v priemere o polovicu mladšie ako tie veľké a hmotnejšie,“ vraví Jenica Nelan, vedúca výskumu. „Ukázalo sa, že v mladom vesmíre prebiehala aktívna hviezdotvorba vo veľkých galaxiach, ale postupne, ako vesmír ostarieval, vo veľkých galaxiach začala táto aktivita vyhasiť, aby pokračovala v tých menších.“

Tento jav nazvali astronómovia „downsizeing“, po slovensky „zmenšovanie“.

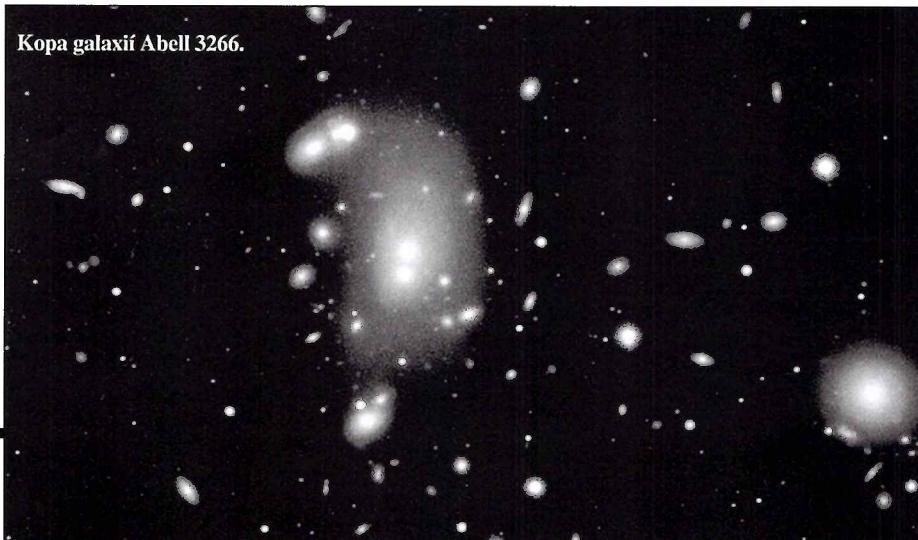
Nová štúdia vychádza z tisícok spektier získaných v rámci prehliadky, počas desiatok nocí, na 3,5 m ďalekohľade WIYN na Kitt Peak National Observatory (Arizona) a na 4 m National Science Foundation Blanco v Cerro Tololo (Chile). Z týchto spektier sa dá určiť priemerný vek hviezd v skúmanej Galaxii.

Hvezdiari nemôžu priamo pozorovať aké boli galaxie v minulosti, ale hviezdy v nich sú akýmis „fossiliami“, z ktorých sa príbeh galaxií dá vyčítať. Ukázalo sa, že formovanie hviezd vo veľkých galaxiach, napodiv, čím boli väčšie, utíchalo. Vývoj elliptických a šošovkových galaxií (tie majú disk a centrálnu výdut, ale žiadne špirálové ramená) sme ešte nepochopili. Ich farba je „červenšia“ ako v typických špirálových galaxiach. Najčervenšie sú najväčšie špirálové galaxie, ale predbežne nevedno, či ich hlavné vlastnosti vyplývajú najmä z veku, (ako naznačujú výsledky prehliadky), alebo z toho, že obsahujú viac ľahkých chemických prvkov.

„Tieto ‘červené’ galaxie obsahujú väčšinu hmoty v blízkom vesmíre, ale o ich formovaní a vývoji veľa nevieme,“ vraví Russel Smith, spoluautor štúdie. „Donedávna sme sa nazdávali, že všetky červené galaxie sa sformovali vefmi skoro, takže dnes sú to starecky. Z našej štúdie vyplýva, že to platí iba pre veľké galaxie. Malé sú plodné dodnes. Čo zistíme, keď preskúmame aj tie najčervenšie galaxie, na samom dne času, nevedno...“

NOAO News Release

Kopa galaxií Abell 3266.



# Hviezda GM Aurigae a jej planéty

GM Aurigae je mladšou verziou nášho Slnka. V protoplanetárnom disku, ktorý túto hviezdu obieha, je široká medzera, do ktorej by sa zmestili tri obrie planéty našej sústavy, pričom jej vnútorný okraj je od GM Aurigae vzdialenosť ako Jupiter km od Slnka (770 miliónov km), vonkajší okraj ako Urán (2,7 miliardy). Je pravdepodobné, že aj táto hviezda má obrie planéty. Na tom by však ešte nebolo nič zvláštneho: GM Aurigae má však iba milión rokov!!



Ilustrácia znázorňuje planétu joviánskeho typu, obiehajúcu hviezdu.

Spitzerov vesmírny teleskop už vlastní objavil v protoplanetárnych diskoch dvoch mladých hviezd GM Aurigae a DM Tauri podozrivé centrálné diery. Vlani sa v centrálnej dieri prvej z nich podarilo objaviť planétu! Objav bol potvrdený a teoretici, ktorí predpovedali, že obrie planéty sa môžu sformovať oveľa rýchlejšie, ako sa donedávna predpokladalo, sú na koni. Navyše z poslednej analýzy spektier vyplynulo, že planéty sa už s veľkou pravdepodobnosťou, stihli sformovať okolo oboch hviezd.

V prípade GM Aurigae a DM Tauri majú vedci pred očami našu Slnčenú sústavu, krátko po jej vzniku. Obe hviezdy sa nachádzajú vo vzdialenosťi 420 svetelných rokov v súhvezdí Býka. Hvezdári už pred niekoľkými rokmi zistili, že disky oboch hviezd majú ostrý vnútorný okraj, takže z chýbajúceho materiálu v ich vnútri sa už mohli sformovať planéty.

Priamy dôkaz o existencii planét v týchto sústavách ešte chýba, ale infračervený spektrograf (IRS) na palube Spitzera poskytol dostatočný dôkaz o tom, že oba disky pripomínajú grafafónové platne s dierami uprostred.

Vnútorné oblasti protoplanetárnych diskov sú horúcejšie ako vonkajšie, takže žiaria na kratších vlnových dĺžkach. Tím IRS zistil, že disk na kratších vlnových dĺžkach takmer nežiarí, čo je nepriamý dôkaz toho, že jeho stred je „prázdný“, ergo z materiálu sa už mohli sformovať planéty, či prinajmenšom jedna, obria planéta joviánskeho typu.

Tento objav, ako sa zdá, definitívne pochová všetky existujúce teórie formovania sa planét, naj-

me tie, ktoré vychádzajú z predstavy postupného nabalovania sa hmoty na gravitačne pozliepané jadrá. Podľa týchto teórií sa planéty tvoria celé milióny rokov.

V prípade GM Aurigae objavili hvezdári ďalšiu zvláštnosť: medzera, ktorá jasne oddeľuje hustý, vonkajší disk, od riedkeho vnútorného. Stihla sa už aj v tejto medzere sformovať planéta?

GM Aurigae má 1,05 hmotnosti Slnka, je takmer jeho dvojičkou. Či sa v centrálnych dierach protoplanetárnych diskov, či v medzere BG Aurigae stihli sformovať aj terestrické planéty, predbežne nevedno. *Astrophysical Journal Letters*

var hostiteľskú galaxiu, najmä jej vnútorné štruktúry. Astronómovia preto použili rafinovanú stratégiu: skombinovali ultraostre oko Hubbleho dalekohľadu so spektroskopiou VLT/ESO a porozvali každý z vtipovaných 20 kvazarov v rovnakom čase ako referenčnú hviezdu. (Referenčná hviezda slúži ako etalón svietivosti, pomáha rozlíšiť svetlo kvazaru od ostatných zdrojov svetla v galaxii).

Pri kvazare HE0450-2957 však ani táto technika nijakú galaxiu neobjavila! Ak by tam napriek tomu nejaká bola, jej svietivosť by musela byť šestnásobne nižšia ako priemernej hostiteľskej galaxie, alebo by musela mať menší priemer ako 300 svetelných rokov. Inými slovami, musela by byť 20- až 170-násobne menšia ako typické hostiteľské galaxie, ktorých veľkosť býva 600 až 50 000 svetelných rokov.

Hvezdári namiesto hostiteľskej galaxie objavili zaujímavý, menší plynový oblak s priemerom 2500 svetelných rokov. Nazvali ho „bublina“. Porozvania VLT dokázali, že bublina je horúca. Ibaže: nezohrevajú ju „vlastné hviezdy“, ale intenzívne žiarenie z kvazaru. Vysvetlo, že práve tento oblak je potravou čiernej diery. Z neho sa odvíja prachoplynový disk, spirálujúci do čiernej diery, vďaka čomu aj táto čierna diera má žiarivú, kvazarickú čelenku.

Objavili hvezdári výnimočný, exotický kvazar? To určite: kam sa však podela hostiteľská galaxia? Nevedno, z veľkého počtu hviezd v blízkej galaxii však vyplýva, že kvazar mohla obnažiť a zároveň aj vzniesť najskôr kolízia dvoch galaxií pred 100 miliónmi rokov. (Počas kolízie mohlo dôjsť aj k splynutiu dvoch centrálnych čiernych dier do jedinej a tá sa vďaka znásobenej hmotnosti premenila na žiariaci kvazar, zatiaľ čo hviezdy „odišli s agresorom“.)

Vylúčiť nemožno ani senzačnejšie vysvetlenia záhad: čo ak hostiteľská galaxia (tá, čo zmizla) bola z tmavej hmoty? Alebo, čo ak kvazar sídlí v oblaku tmavej hmoty? Alebo, kto môže vylúčiť, že to, čo pozorujeme nie je normálnou fázou formovania sa masívnej galaxie (na počiatku bola čierna diera), v tomto prípade však tento proces pozorujeme o miliardu rokov neskôr ako pri väčšine iných, takže väčšina hviezd sa ešte nestihla sformovať a rozžiariť?

ESA Portal

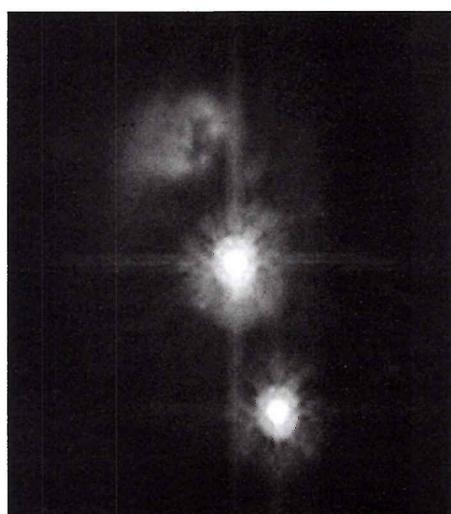
## Bezprizorná čierna diera

Supermasívne čierne diery hniezdia v strede veľkých galaxií. Objav úplne obnázenej supermasívnej čiernej diery, ktorú objavil tím európskych astronómov pomocou vesmírneho teleskopu HST a obrieho dalekohľadu VLT na Cerro Paranal (Chile) preto hvezdárov doslova šokoval. Je možné, že materská galaxia „odišla“ po kolízii s inou galaxiou, alebo, (a to je naozaj smelá teória), v tomto prípade máme do činenia s čiernou dierou, ktorá hniezdi v obrovskom balíku tmavej hmoty, ktorú ani HST nedokáže detegovať!

Čiernu dieru objavili vedci v rámci veľkej prehliadky kvazarov. Kvazar, ako vieme, je (ako to už aj z jeho mena vyplýva), kvazistlárný objekt. Priemerný kvazar žiarí mnohonásobne jasnejšie ako najjasnejšia hviezda, ale tento gigantický výron energie nevyžaruje hviezdne teleso, ale superhorúci, veľkou rýchlosťou sa pohybujúci prachoplynový disk, spirálujúci do čiernej diery. Svetlo kvazaru je nepriamym dôsledkom existencie veľkej čiernej diery.

Európsky tím študoval 20 relatívne blízkych kvazarov. V 19 prípadoch vedci zistili, že centrálna čierna diera hniezdi v strede hostiteľskej galaxie. V prípade jasného kvazaru HE0450-2958, vzdialenosť 5000 miliónov svetelných rokov, nenašli však po hostiteľskej galaxii ani pamiatky.

Gigantické čierne diery, miliónkrát hmotnejšie ako Slnko, sídlia v každej veľkej galaxii, aj v našej Mliečnej ceste. Kvazar, žiarivá čelenka (každej?) masívnej čiernej diery, však znemožňuje pozoro-



Dva z dvadsiatky vtipovaných kvazarov, ktoré paralelne skúmal Hubbleov teleskop a VLT.



# Hyperion: exot Saturnovej rodiny

Už po poslednom priblížení sa sondy Cassini k Saturnovmu mesiacu Hyperion (v júli 2005) vedci zistili, že toto špongiu pripomínajúce teleso má o 40 % nižšiu hustotu ako vodný ľad. To znamená, že Hyperion je prakticky dutý, alebo, presnejšie, jeho štruktúra pripomína starú riedku zamrznutú špongiu.

Hyperion ani zdaleka nie je guľatý. Toto podlhovasté teleso, posiate početnými impaktnými krátermi, sa otočí okolo svojej osi raz za dva a pol dňa.

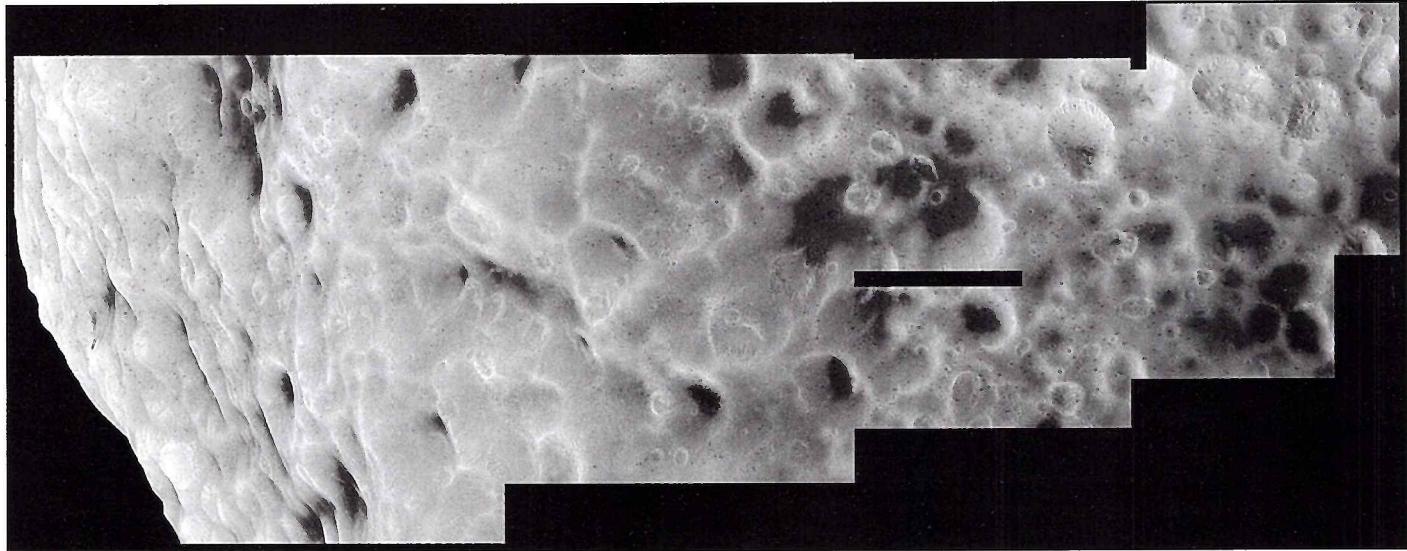
Snímky, ktoré získala sonda Cassini po poslednom blízkom oblete Hyperiona (26. septembra 2005), zo vzdialenosťi 500 kilometrov, však vedcov doslova zmatli. Kovovo-modrastý povrch Hyperiona je poznamenaný jedným ozrute-

ným a viacerými menšími, štandardnými impaktmi; záhadou je však množstvo úzkych, hlbokých, úzky lievik pripomínajúcich kráterov (*pozri obálku*). Ich množstvo, (na niektorých miestach sú doslova jeden pri druhom), vzhľad a približne rovnaký vek naznačujú, že sa Hyperion prinajmenšom raz zrazil s nejakým rojom meteoritov, alebo ide o veľkým impaktom odkryté „kanivo špongiovitej horniny“ plnej dutín. (Za zmienku však stojí aj hypotéza, podľa ktorej by mohlo ísť o kus horúceho, rýchle stuhnutého materiálu, z ktorého počas chladnutia a zmršťovania umikal plyn. To by vysvetlovalo hlboké lievikovité krátery neskorším impaktom zbrúsených dutín?) i nízku hustotu telesa, plného plynom vyplnených dutín. Aká sila a z akého telesa by však vymrštilla

do priestoru kus magmy s priemerom 266 kilometrov, je naozaj záhadou. Ibaže by to bol zvyšok po zrážke veľkej planéty/planétky s ešte nestuhnutým povrhom niektorej z mladých, ešte plastických, terestrických planét(?)

Zvláštne je aj to, že dno väčšiny plynkých kráterov je pokryté neznámou tmarou látkou, ktorej hrúbku odhadujú vedci na niekoľko desiatok metrov. Pozoruhodným objavom sú aj stopy po veľkých zosuvoch a lavinach na strmých svahoch kráterov a „lievikov“.

Na snímke (*dole*) s najvyšším rozlíšením 26 metrov na pixel vidíte mozaiku čudesne sfarmovaného povrchu, ktorého morfológia sa nedá porovnať s povrhom nejakého iného telesa v našej Slnčnej sústave. Prečo je Hyperion celkom inakší ako ostatné mesiace Saturnovej rodiny, to planetológovia predbežne vysvetlili nevedia.



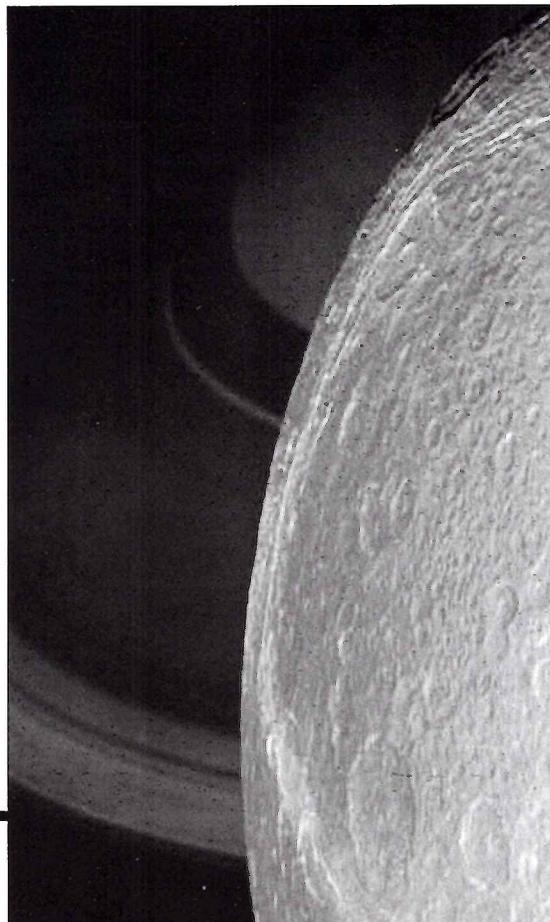
## Dione: dvojča mesiaca Enceladus

Saturnov mesiac Dione (priemer 1126 km) zmapovala sonda Cassini počas blízkeho obletu, keď sa k povrchu mesiaca priblížila na 500 kilometrov. Korist, snímky s rozličným reozlišením, je doslova senzačná: vedci z nich zmontovali mapu mesiaca, ktorú s príslušnou legendou uverejňujeme ako obrázok č. 3.

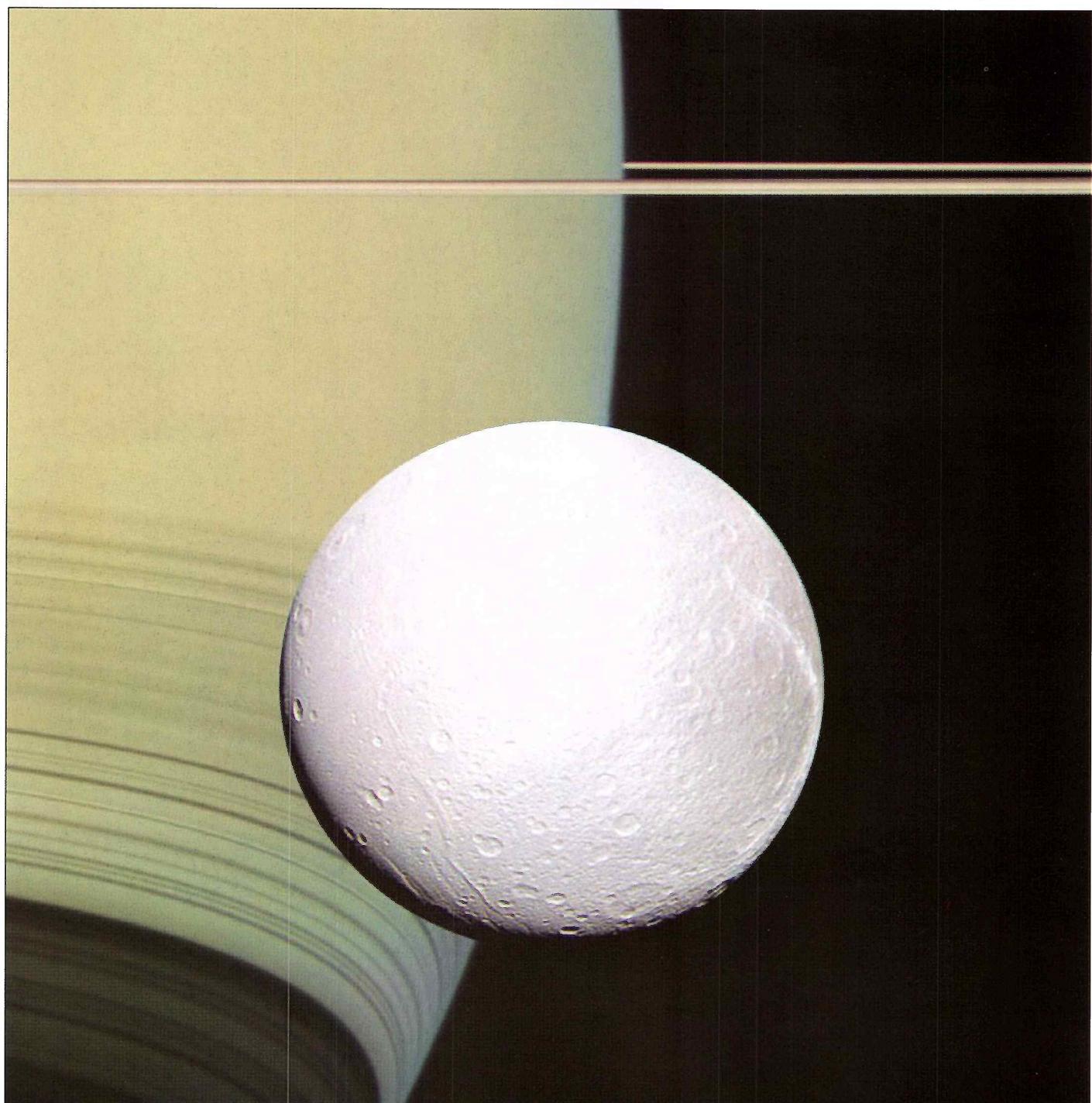
Blízky oblet Dione je bezpochyby jedným z vrcholov celej misie. Bravúrne načasovanie jednotlivých sekvencií optimalizovaných v priebehu sekúnd predstavujú vrcholný výkon tímu, ktorý blízke stretnutie plánoval a riadi.

Predchádzajúce priblíženie, ešte v decembri 2004, kulminovalo vo vzdialosti 72 100 kilometrov od povrchu Dione. Tentoraz sa najostrejšie snímky získali z južnej pologule, najmä z oblasti južného pôlu, ale aj z už dobre známeho terénu na od Slnka odvrátenej hemisfére mesiaca. Sonda sa počas vzdálovania podarilo exponovať aj oblasti osvetlené iba odrazeným svetlom zo Saturna.

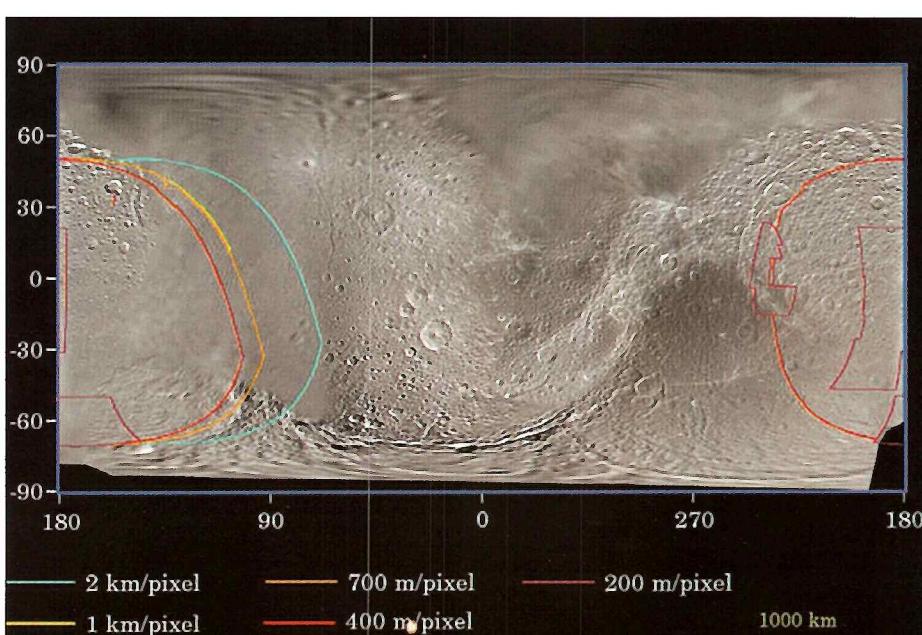
Najvýraznejšími útvarami na povrchu Dione sú mohutné, viac či menej zacelené tektonické trhliny a početné krátery. Pomenovali ich podľa mien z Vergílovej Eneidy. Najväčším kráterom s výrazným centrálnym pahorkom je Dido s priemerom 118 kilometrov. Bezprostredne nad Didom je kráter Atenor (72 km), pomenovaný podľa Priamovho vnuka, zakladateľa mesta Padova. V pravo hore od Atenoru leží výrazný impaktný kráter Taurus (97 km). Okrem početných kráterov (v tom sa Dione neodlišuje od ostatných mesiacov Saturna), planetológov zaujali najmä výrazné oblúkové zlomy, svedčiace o čulej tektonickej aktivite. Zlomy pripomínajú podobné útvary na mesiaci Enceladus, ale sú oveľa staršie, zcelenejšie. Systém zlomov vytvára sieť, v ktorej tenké, paralelé trhliny križujú



Obr. 1: Túto snímku Dione exponovala sonda Cassini zo vzdialenosťi 4480 kilometrov. Jasne na nej rozlíšite štruktúru veľkého oblúkového zlomu, ako aj najvýraznejšie krátery, pričom zlom mnohé z kráterov križuje. Rozlíšenie: 234 m na pixel.



Obr. 2: Z analýzy údajov vyplynulo, že Dione je čo do zloženia súrodencom Encelada. Na prekrásnej snímke vidíte Dione pod Saturnovými prstencami; vľavo, pozdĺž okraja vidíte jeden z najmohutnejších tektonických zlomov. Malá svetlá bodka medzi Dione a prstencom je trpasličí mesiačik Telesto s priemerom 24 kilometrov. Sonda Voyager túto ľadovú hrudu nedokázala rozlíšiť. Snímka bola exponovaná zo vzdialenosť 39 000 kilometrov. V pozadí sa dať jasne rozlísiť turbulentné pásy Saturnovej atmosféry.

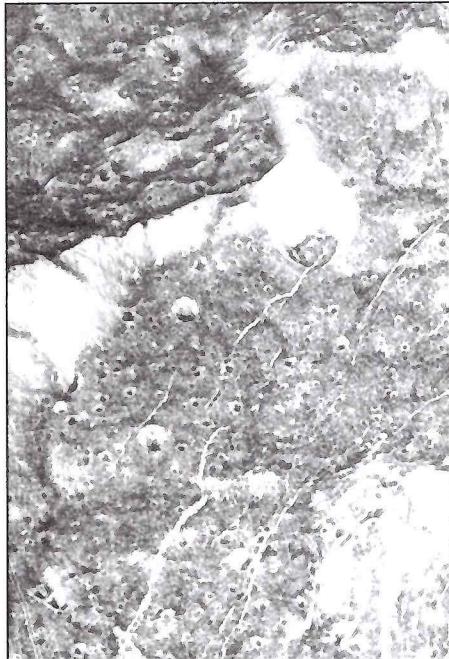


Obr. 3: Povrch Dione po blízkom oblete 11. októbra. Na obrázku, ktorý je skladačkou viaceročí fotografií s rozličným rozlíšením získaných sondou Cassini ale aj sondou Voyager, vidíte komplexný systém tektonických zlomov, vymezujúcich jednotlivé oblasti mesiaca Dione.

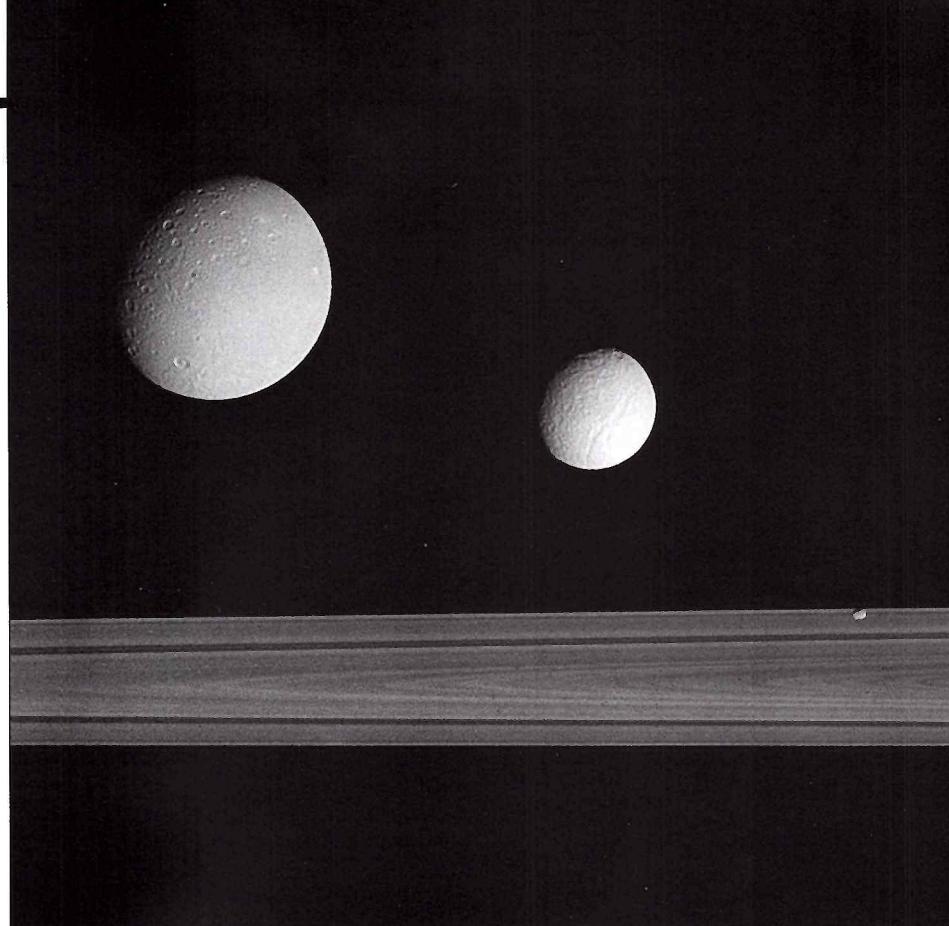
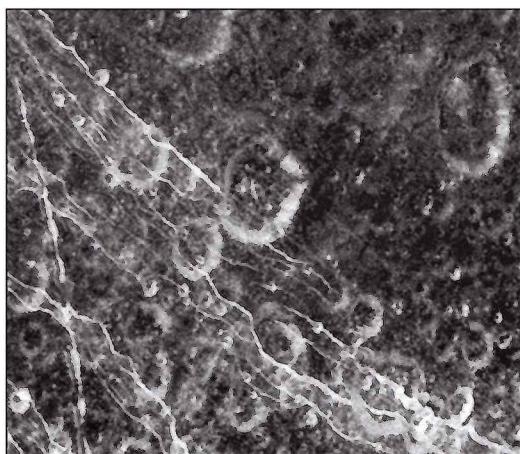
hrubé, svetlé zlomy. Vo viacerých prípadoch prechádzajú trhliny aj krížom cez krátery, kde obnažujú pokrývku tmavšieho materiálu, čo je dôkaz toho, že sú oveľa mladšie, ako krátery.

Ultrafialový spektrometer na palube sondy detegoval na povrchu vodný ľad a rozlíšil aj tenučké praskliny na jeho povrchu, ktoré vytvárajú nepravidelnú siet. Ľad pokrýva najmä náhorné planiny, zatiaľ čo tmavý materiál neznámeho zloženia pokrýva dná kráterov a hlbokých zlomov.

Dione, na rozdiel od Encelada, nemá detegovateľnú atmosféru. Tento mesiac obieha Saturn v riedkom prstenci E a zatiaľ nevedno, či do neho aj Dione, podobne ako Enceladus, dodáva materiál. Rovnako nie je jasné, či materiál z prstenca E je totožný s materiálom na povrchu Dione, najmä na dnach jeho kráterov.

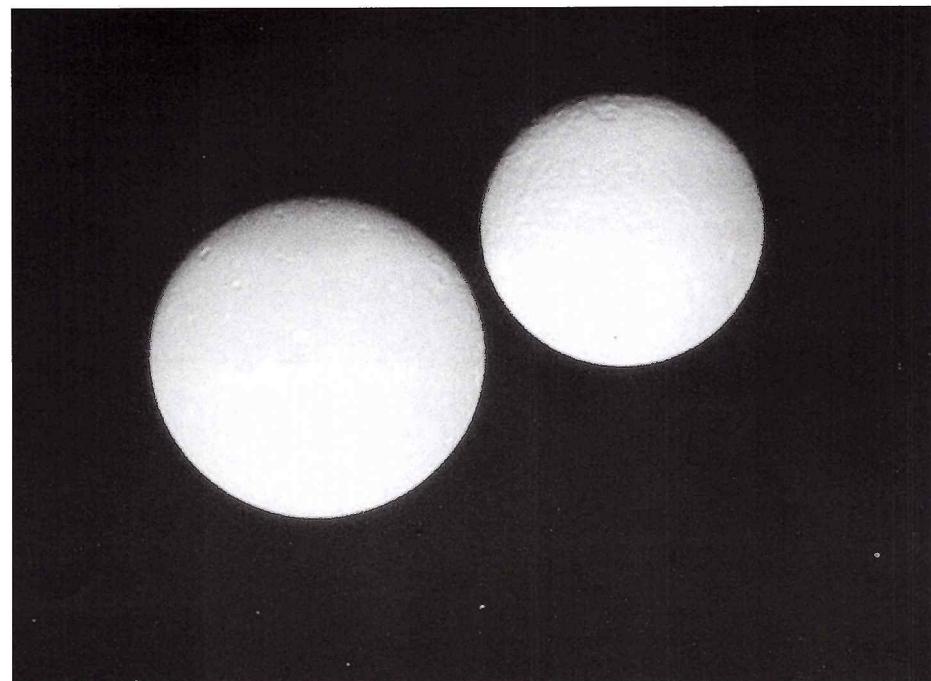


Bizarný terén na tejto snímke leží na dne krátera Padua Linea s priemerom 60 kilometrov. Nepravidelné valy tohto impaktného krátera sa tiahajú zlava doprava hore. V pravom rohu jasne rozlíšíte centrálny pahorok. Pukliny na dne kráterov obnažili jasný materiál v podloží. Väčšina kráterov má svetlé steny, zatiaľ čo ich dno pokrýva tmavší materiál. Rozlíšenie: 23 m/pixel.



Táto snímka zobrazuje v blízkosti tri Saturnove mesiace: Dione, Thethys a Pandoru. Je ukážkou úžasnej diverzity Saturnovej rodiny. Vľavo je Dione (priemer 1126 km) s impaktným kráterom s priemerom 330 km, v strede je Tethys (1071 km) so svojou dominantou, údolím Ithaca Chasma a vpravo je maličká Pandora (84 km) s pozorovateľnými detailami na povrchu. Snímku zhotovila sonda Cassini 22. septembra 2005.

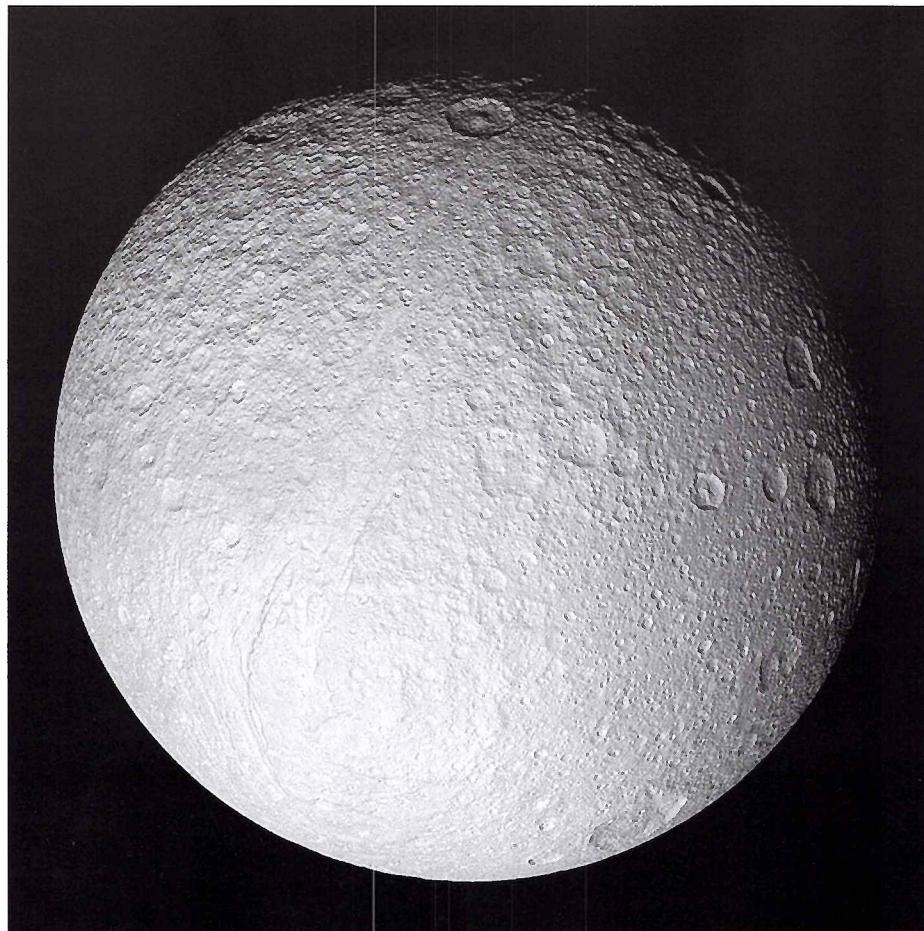
## Dione a Rhea: zákryt



Sonde Cassini sa počas blízkeho obletu mesiaca Dione podarilo nasnímať aj zákryt mesiaca Rhea mesiacom Dione. Na snímke vidíte oba mesiace vo chvíli keď vzdialenosť medzi nimi bola zhruba 330 000 kilometrov.

Rhea, s priemerom 1528 km, na prvý pohľad pripomína nás Mesiac či Merkur. Jej povrch je pokrytý vodným ľadom, ktorý by sa po priblížení k Slnku na vzdialenosť Merkúra roztopil. Na jej povrchu môžeme rozlíšiť početné krátery, z ktorých najväčší, (v strede) je Izanagi.

## Tethys: mesiac so svetlými krátermi



Na snímke vľavo vidíte mesiac Tethys s doteraz neznámymi detailami. Najvýraznejším útvaram je gigantický, dávno zacelený zlom Ithaca Chasma, tiahajúci sa oblúkom celým diskom Tethysu. Na viacerých miestach zlomu rozlíšite krátery malých imapktov.

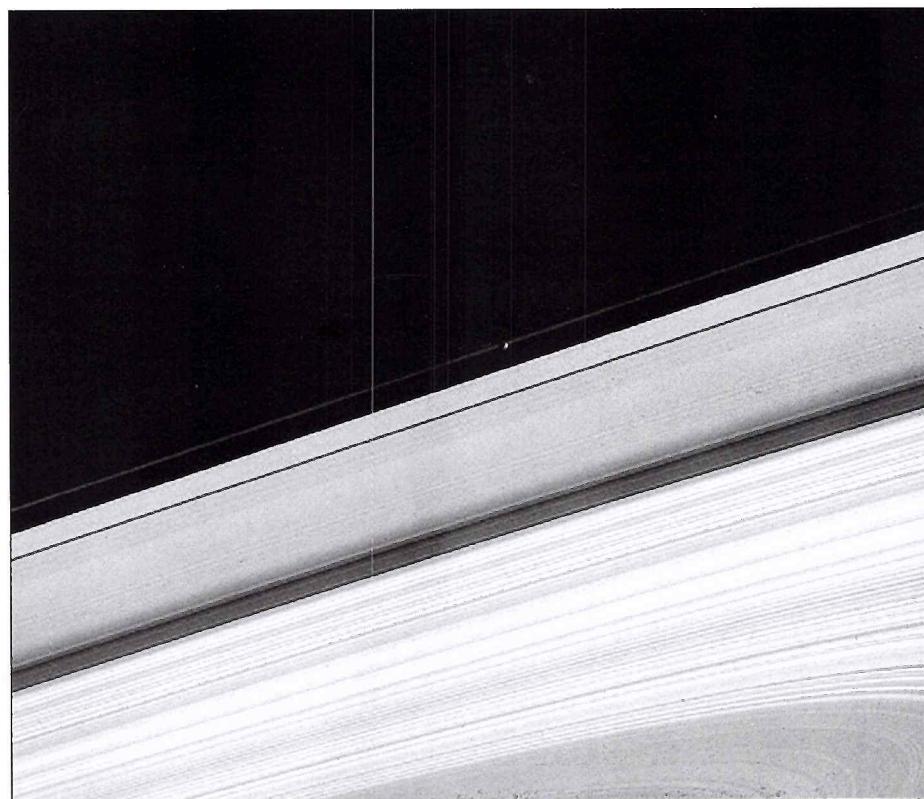
Mnohé z kráterov, na pohľad mladých, majú výrazný, hlbocký reliéf. Všetky majú vysoké albedo, ale nevedno, či jeho príčinou je jasnejší materiál pod kôrou, alebo ide o ten istý materiál, ktorý tvorí zrnitejšia hornina.

Južnú polárnu oblasť vidíme po prvýkrát, pretože sonda Voyager ju nezmapovala. Snímku poskladali z 9 fotografií, exponovaných počas blízkeho obletu 24. septembra 2005 zo vzdialenosťi 1071 až 1500 kilometrov od povrchu mesiaca. Rozlíšenie: 370 m/pixel.



Snímka zobrazuje povrch mesiaca Tethys, okraje dvoch veľkých kráterov zmenili zosuvy hornín a zakryli ich dná množstvom sutín.

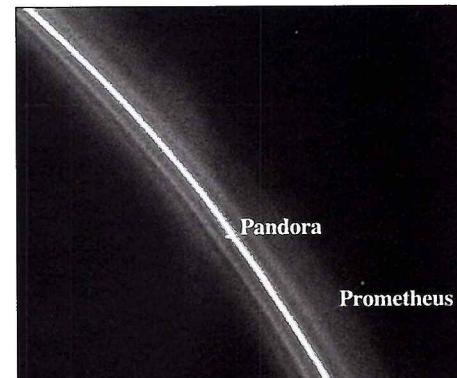
## Pastiersky mesiačik Pandora



Nepatrný, pastiersky mesiačik Pandora, (priemer 84 km) vidíte ako malú škvarku pred tenučkým prstencom F (snímka vľavo). Pred Pandorou vidieť výsek prstenca A oddeleného od prstenca B výraznou Cassiniho štrbinou a časť prstenca C. Snímka bola exponovaná 10. októbra 2005 zo vzdialenosťi 1,6 milióna kilometrov. Rozlíšenie: 9 km/na pixel.

Na dolnej snímke z 2. augusta vidíte Pandoru, pastiersky mesiačik, ktorý spolu s mesiacom Prometheus formujú prstenec F, pričom ho začne spletú do vrkôčika. Pandora obieha Saturn pozdĺž vnútorného okraja prstenca F.

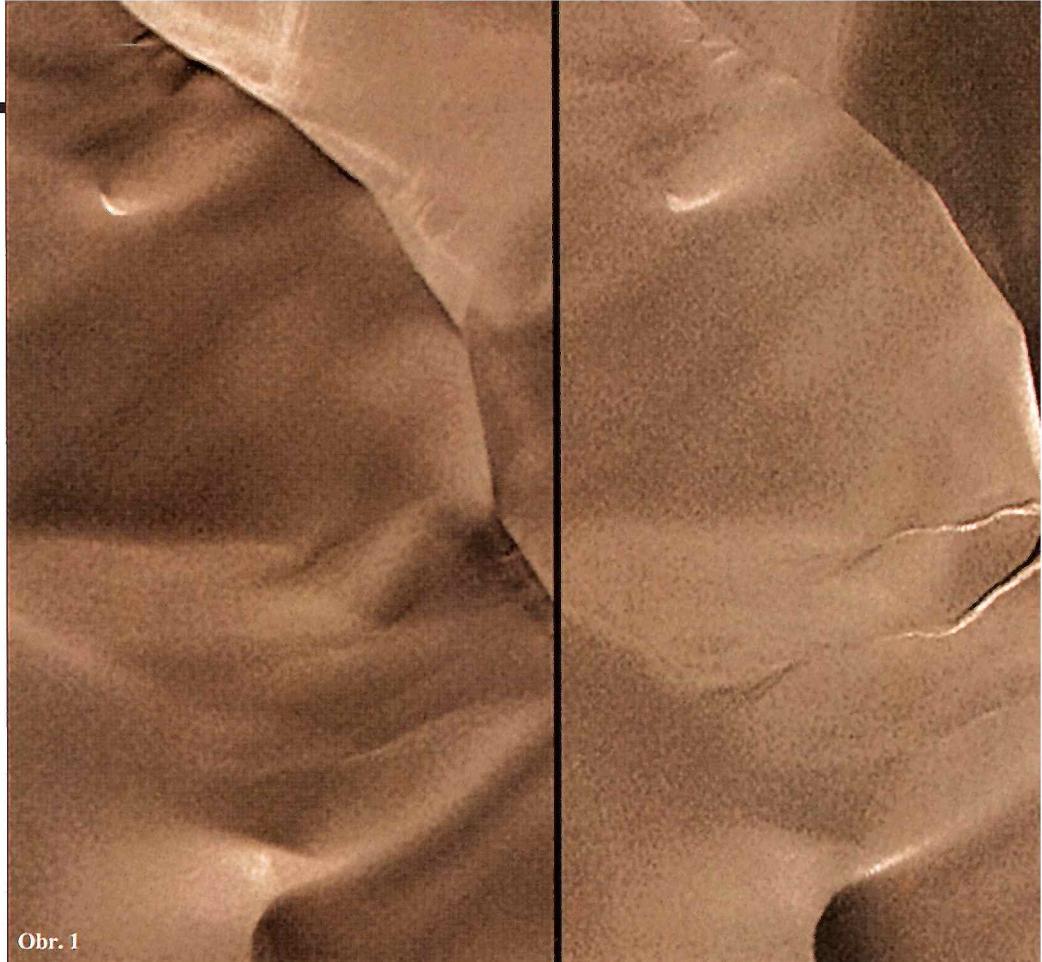
Prstenec F tvoria drobné kryštáliky vodného ľadu, nie väčšie ako čiastočky v cigaretovom dyme. Snímka bola exponovaná zo vzdialenosťi 610 000 kilometrov. Rozlíšenie 4 km/pixel.



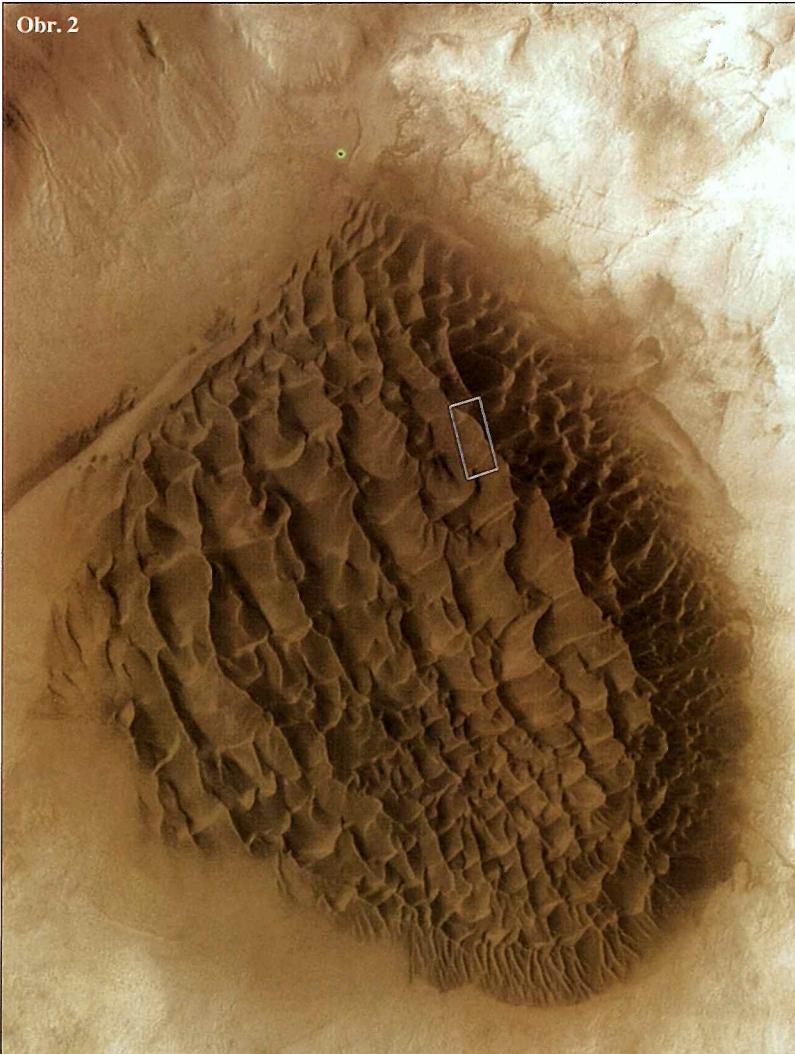
Pandora

Prometheus

Obr. 1: Duny v oblasti Hellespont, západne od bazénu Hellas, fotografovala sonda Mars Global Surveyor v júli 2002 a v apríli 2005 (vpravo). Zmeny, ktoré sa po troch rokoch objavili, sú udivujúce. Na svahoch duny sa objavili žliabky i výverky. V tomto prípade, na rozdiel od svahov kráterov či kaňonov, ich nevytvorila vymokajúca voda z podložia. Ide skôr o oxid uhličitý, či presnejšie vrstvu kryštálikov CO<sub>2</sub>, zaviatú pieskom, ktorú jarné Slnko prebudilo. Zmena teploty vyvolá sublimáciu oxidu uhličitého, ktorý sa búrlivo vyparuje. Tento proces uvoľňuje jemný piesok, ktorý v podobe sypkých lavíniek klíže do údolia.



Obr. 2 a 3: Duny na dne Russelovho krátera: na obrázku 3 je zväčšenina obdĺžnika na snímke 2. Je na nej vidieť jednu z dún tmavého piesku. Na jej strmých svahoch sa dajú rozoznať početné lavínky (dole), ale aj niekoľko výverov (hore). Ani v tomto prípade však erozívnym činiteľom nie je voda.



# Bol big bang, alebo...?

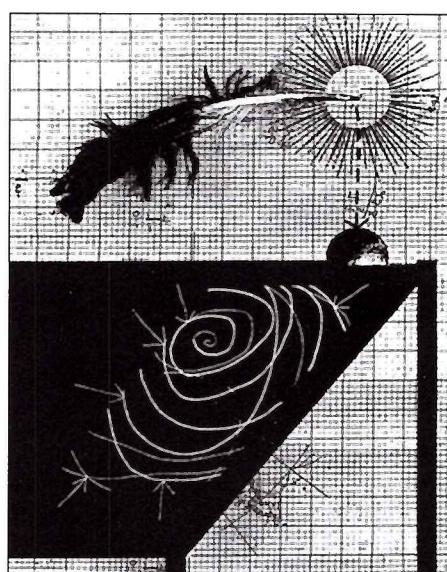
Keby ste sa takto spýtali kozmológov, povedia vám, že je to hlúpa otázka. Dôkazy sú zápisné na oblohe: rozmiestnenie galaxií, reliktové žiarenie, dosvit po veľkom výbuchu. Dokonca atómy v ľudskom tele... Kým prvé hviezdy vyprodukovali zlezo, súčasť hemoglobínu, ktorý viaže kyslík, uplynuli miliardy rokov. Naozaj: rukolapných dôkazov o tom, že svet sa zrodil pred 13,7 miliardami rokov z ultrahuského superhorúceho stavu, je viac ako dosť...

Naozaj? Začiatkom júla sa v Portugalsku konala konferencia pod názvom „kríza kozmológie“. Pochybovači vyrukovali s požiadavkou, aby prívrženci big bangu vysvetlili overené výsledky niekoľkých pozorovaní, ktoré big bang spochybňujú. Ak majú pravdu, potom vesmír, v ktorom žijeme, je oveľa záhadnejší, ako sme sa ešte donedávna nazdávali. V najbližších rokoch sa bude platnosť big bangu i jeho alternatív overovať.

„Základný model big bangu predpovedal tri základné veci, ktoré pozorujeme: teplotu dnešného vesmíru, jeho rozpínanie sa a vznik a vývoj galaxií. Vo všetkých troch prípadoch sú dôkazy sugestívne,“ vraví Ricardo Scarpa z ESO. „Čo však s infláciou, čo s tmavou hmotou a tmavou energiou?“ Základný model big bangu ich nepredpovedal a nevie si s nimi dodnes poradit.

So Scarpom súhlasia aj ďalší disidenti. Nazdávajú sa, že je najvyšší čas neklučovať okolo big bangu a postaviť voči problémom poctivo: nie ako tvrdohlaví obhajcovia podkopanej paradigmy, ale ako trievci, kritickí vedci.

Ako slovo božie sa akceptuje predpoklad, podľa ktorého vesmír vznikol z nepredstaviteľne malého, superhorúceho, ultrahorúceho stavu. „To nie je veda, ale šarlatánstvo,“ tvrdí Eric Lerner,



Tmavá hmota sa vyskytuje aj tam, kde by sa vyskytovať nemala.

prezident Lawrenceville Plasma Physics vo West Orange (New Jersey), jeden z organizátorov konferencie. „Predpovede spojené s big bangom stojia zväčša na hlinených nohách. Dnešný ‚standardný kozmologický model‘ je bizarným mišmašom základnej teórie big bangu, inflácie a dohadov okolo tmavej hmoty a tmavej energie.“

Lerner je autorom otvoreného listu, ktorý podpísalo vyše 30 významných kozmológov. V liste sa píše, že súčasná kozmológia sa opiera iba o niekoľko zdrojov, pričom výbory, ktoré hodnotia nové práce, sú kontrolované podporovateľmi big bangu. Kritika štandardného mo-

delu big bangu sa v týchto kruhoch považuje za akési kacírstvo. Strážcovia paradigmy prítom pozorovania, ktoré sú v rozpore s touto „posvätou kravou astrofyziky“, rozličným spôsobom spochybňujú.

Napríklad prípad najvzdialenejších galaxií. Predpokladá sa, že tieto ultravzdialené objekty vidíme v štádiu mladosti, plné mladých hviezd, ktoré už odvrhli svoje obálky. Zdanivo ide o logickú úvahu: ak svetlo z týchto galaxií putovalo k nám miliardy rokov, vyžiaril ho museli galaxie, ktoré sa sformovali krátko po big bangu. Ibaže: „Mladé galaxie nepozorujeme,“ tvrdí Lerner. „Pozorujeme iba staré...“

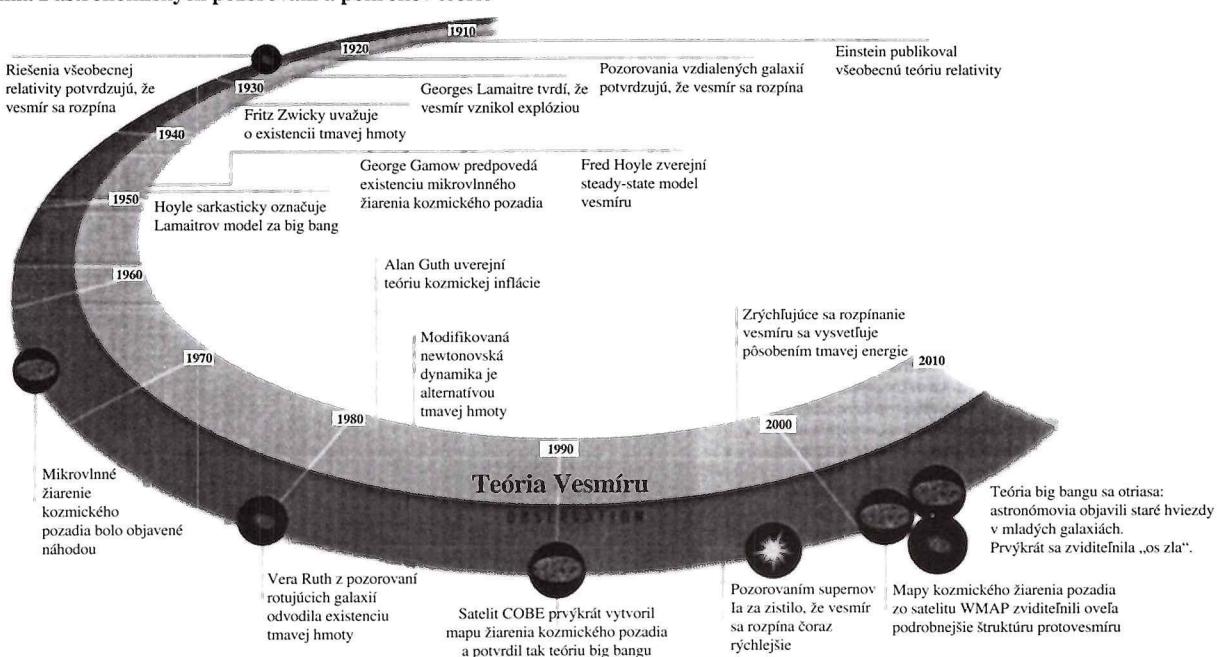
Odvoláva sa prítom na najnovšie pozorovanie vysokého červeného posunu galaxií, ktoré získal Spitzerov vesmírny ďalekohľad. Z hodnoty červeného posunu sa dá vypočítať, o koľko sa vesmír zväčšíl od chvíle, ako emitoval prvé fotony svetla. Keď svetlo putuje rozpínajúcim sa vesmírom, jeho vlnová dĺžka sa natahuje, akoby svetelné vlny boli elastické. Nárast hodnoty vlnovej dĺžky zodpovedá jej posunu smerom k červenému koncu spektra.

Červený posun galaxií, ktorý zmeral Spitzer, zodpovedajú času, keď mal vesmír 600 000 až 1 miliardu rokov. Tieto galaxie by mali byť plné mladých, horúcich, modrých hviezd. Staré, chladné, červené hviezdy by sa v nich nemali vyskytovať. Ale div-divúci: vyskytujú sa, a to v hojnom počte.

Spitzer je prvým ďalekohľadom, ktorý dokázal rozlíšiť staré hviezdy aj vo vzdialých galaxiach, pretože má na palube mimoriadne citlivé prístroje pre infračervenú oblasť. To znamená, že dokáže detegovať červené svetlo hviezd aj v galaxiach s vysokým červeným posunom. „Ukázalo sa, že tieto galaxie sú ostrov-

## Evolúcia big bangu

### Kozmológia vznikla z astronomických pozorovaní a pokrokov teórie



mi rovnako starých hviezd ako naša Galaxia," vráv Lerner.

Toto zistenie otriaslo big bangom. V dnešných galaxiach pozorujeme červených obrov, ktorí na spálenie svojich zásob vodíka, čo je podmienka „červenej agónie“, potrebovali miliardy rokov. Z niektorých údajov, ktoré získal Spitzer, vyplýva, že niektoré hviezdy v ultravzdielených galaxiach sú staršie ako hostitelské galaxie! Dôsledok: štandardná kozmológia sa ocitla v kríze.

### Zahmený kozmos

Kozmológov Lernerove teórie podráždili. Po ukazujú ma to, že odhad veku galaxií je predbežne veľmi nepresný. Lerner sa však bráni: „Pozorujeme aj iné vzdielené objekty, ktoré sa zdajú byť ovela staršími, ako by mali byť... Vysokú hodnotu červeného posunu majú aj kopy a superkopy galaxií, gigantické zoskupenia hmoty, ktorých formovanie muselo trvať miliardy rokov.“ Lerner sa nazdáva, že túto záhadu rozriešil: „Príčinou vysokej hodnoty červeného posunu nemusí byť čoraz rýchlejšie sa rozpínajúci vesmír, ale mechanizmus, ktorý sme doteraz neobjavili.“

Jeho hypotézu overia onedlho prístroje, ktoré na povrchu Zeme dokážu detegovať minútové zmeny svetla. Jedným z nich je LIGO, detektor, ktorý postavili v Hanforde v štáte Washington. LIGO bude detegovať gravitačné vlny, záhyby v tkanine časopriestoru, ktoré sú spôsobované katastrofickými udalosťami: napríklad kolíziou dvoch neutrónových hviezd, alebo neutrónovej hviezdy a ciernej diery. Citlivý prístroj bude zaznamenávať nepatrné odchýlky v dĺžke svetelných lúčov zachytených prístrojom a niekoľko stokrát sa odrážajúcich od zrkadiel na koncoch 4 kilometrov dlhého potrubia. Lerner je presvedčený, že LIGO dokáže zmerať akýkoľvek červený posun.

Ak sa ukáže, že Lerner má pravdu, bude to mať nedozierne dôsledky. Kozmológia, ako ju dnes poznáme, prestane platit. Ak sa vesmír nerozpína, zaobídeme sa bez tmavej energie, ktorú dnes počítavame za generátor akcelerácie rozpínania sa kozmu. Navyše: nebudem mať nijaký dôvod na to, aby sme big bang považovali za prvopočiatok vesmíru. Lerner: „Tvrdím, že vesmír nevznikol pred 13,7 miliardami rokov, ba dovolujem si tvrdiť, že big bang sa nikdy neudial.“

To už je silná káva! Ak má Lerner pravdu, znamenoalo by to, že žiarenie kozmického pozadia v oblasti mikrovln sme prečítali nesprávne. Toto žiarenie, objavené v roku 1965, túto škvritu mapu oblohy, zviditeľňujúcu ostrovčeky s nerovnakou teplotou, považuje väčšina kozmológov za pohasínajúci dosvit big bangu a zároveň za dôkaz platnosti teórie veľkého tresku. Podľa teórie big bangu bol mladý vesmír preto taký horúci, lebo hmota bola nahustená v nepredstaviteľne malom priestore. Keď sa vesmír začal rozpínať, jeho teplota postupne klesala. Po uplynutí 13,7 miliardy rokov klesla teplota tohto zvyškového (reliktóvého) žiarenia iba na 3 kelviny nad absolúttnou nulou.

### Ak neboli big bang, odkiaľ sa vzalo žiarenie kozmického pozadia?

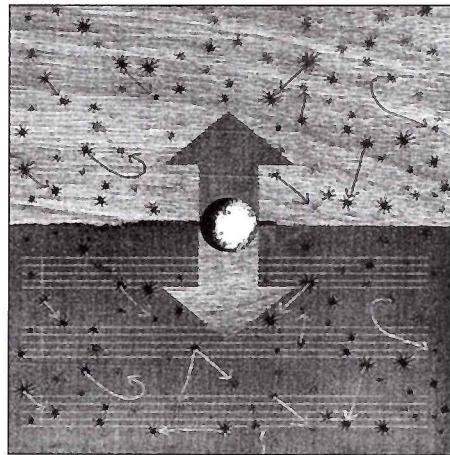
Lerner sa nazdáva, že aj v tomto prípade sa kozmológovia mylia. Inými slovami: to, čo vi-

dia, neinterpretujú správne: „Ak prenocijete na hrebeni, ráno vyleziete zo stanu a zistíte, že všetko okolo je biele, nepomyslite si, že ste sa stali svedkami big bangu... Usúdite, že ste v hmle.“

Lerner sa nazdáva, že žiarenie kozmického pozadia nie je zvyškovým žiareniom po big bangu, ale že ide o svetlo hviezd, ktoré bolo absorbované a opäť vyžarené. Nie je to celkom nová myšlienka. Už Fred Hoyle, ktorý sa do smrti nezmieril s big bangom, tvrdil, že svetlo hviezd absorbuju ihličkovité zrnká železa, ktoré produkujú a rozprášujú supernovy, a z ihličiek je opäť vyžarené v podobe mikrovln. Hoylevi sa vlastnú hypotézu nepodarilo dokázať.

Lerner tvrdí, že nie žeľazné ihličky, ale elektricky nabity plyn, nazývaný plazma, dokáže žiarenie hviezd absorbovať a opäť vyžiaríť.

Obrovské množstvá plazmy dodávajú do medzигalaktického priestoru gigantické výtrysky aktívnych galaxií (kvazarov). Lerner je presvedčený, že vlákna plazmy sa postupne rozpadali a rozpadajú tak, že vypĺňajú vesmír ako hmla.



Táto hmla rozkladá svetlo vyžarované zrnkami prachu, ktorý paralelne a kontinuálne absorbuje, vstreba svetlo hviezd. V takomto prípade by sa infračervené žiarenie stalo vo všetkých smeroch uniformným, presne takým, akým je mikrovlnné žiarenie kozmického pozadia!

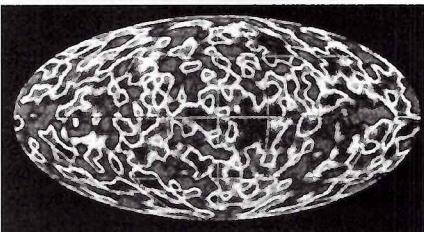
Lerner tvrdí, že jeho hypotéza je pravdepodobnejšia ako štandardné kozmológické teórie, lebo tie doteraz nezohľadnili procesy súvisiace s plazmou. „Všetci astronómovia vedia, že 99,99 % hmoty vo vesmíre sa vyskytuje vo forme plazmy, ktorú kontrolujú elektromagnetické sily. Ibaže: všetci astronómovia sú zároveň presvedčení, že najdôležitejšou silou v kozme je gravitácia. Správajú sa ako oceánológovia, ktorí ignorujú hydrodynamiku.“ Lerner vyzýva astronómov a kozmológov, aby pri vytváraní teórií zohľadňovali tak fenomén plazmy, ako aj gravitáciu, a najmä aby tieto teórie oveľa serióznejšie overovali pozorovaniami.

Lernerova teória je extrémna, má iba hrstku prívržencov. Ani to však nemôže odradiť ďalších teoretikov, aby vstúpili na „trh senzácií“ s vlastnými teóriami. Napríklad taký Scarpa si myslí, že mysteriozna „tmavá hmota“ je humbug.

Ibaže tmavá hmota sa predsa stala základnou zložkou štandardného kozmológického modelu. Stalo sa tak preto, že teória big bangu nevelmi

### Vesmír podľa big bangu

Kozmológovia odvodili vznik a vek vesmíru zo štandardného modelu



Vek: 13,7 miliardy rokov.

Zloženie: 4 % obyčajnej hmoty, polovica z nej neviditeľná; 23 % tmavej hmoty, v prírode zatiaľ priamo nepozorovaná; 73 % tmavej energie, v prírode nepozorovaná.

Tvar: plochý.

Rovnorodý na každom mieste a vo všetkých smeroch.

presvedčivo vysvetluje, ako sa galaxie, už tak krátko po vzniku vesmíru, mohli sformovať do podoby hviezdnych ostrovov. Pochybovači upozorňovali na to, že plyn a prach, ktoré vznikli krátko po rekombinácii, rozptýlila explózia big bangu do takej vzdielenosti, že ich nijaká sila nemohla v priebehu 13,7 miliardy rokov pozliepať do galaxií! Kozmológovia skeptikov umlčali tým, že „vynašli“ **tmavú hmotu**, mysteriozne médium, ktoré umožnilo kontrolovať výkon „veľkého rozprášovača“ a urýchliť formovanie galaxií.

Rovnaký gravitačný efekt pomáha vysvetliť rýchly pohyb hviezd okolo jadier vzdielených galaxií. Rýchlosť hviezd obiehajúcich centrá týchto galaxií je podľa mnohých meraní taká vysoká, že by sa už dávno mali odpútať a odletieť do medzigalaktického priestoru. Iba dodačká gravitácia tmavej, neviditeľnej a predbežne nedetegovateľnej hmoty umožnila vysvetliť, prečo si galaxie „rýchle hviezdy“ udržali.

Scarpa však varuje: tmavá hmota nie je všetkem na všetky neduhu štandardnej teórie. „Ak ste už uverili v existenciu tmavej hmoty, istotne ste zistili, že jej je príliš veľa,“ tvrdí. Všeprítomná tmavá hmota, sa podľa kozmológov vyskytuje aj tam, kde by sa vyskytovať nemala: napríklad v guľových hviezdkopáčach, ktoré obiehajú jadro našej, ale aj iných galaxií. Prečo? Tmavá hmota, na rozdiel od tej viditeľnej, nedokáže emitovať ani svetlo, ani inú formu elektromagnetického žiarenia. Inými slovami: tmavú hmotu musí tvoriť materiál, ktorý nedokáže vyžarovať svoje vnútorné teplo, čo je proces, bez ktorého si nevieme predstaviť gravitačný kolaps, takže je isté, že sa tmavá hmota, (ak existuje), nedokáže gravitačne zrútiť. Prinajmenšom nie v malých škálach, zodpovedajúcich rozmerom guľových hviezdkôp.

Ibaže Scarpa a jeho kolegovia zistili, že hviezdy v guľových hviezdkopáčach sa pohybujú rýchlejšie, ako by sa mali vzhľadom na gravitáciu viditeľnej hmoty. Presne tak ako hviezdy vo vzdielených galaxiach! A napriek tomu z kopy, ak sa len nestanú obefou gravitačnej interakcie, neodletia. Čosi ich tam drží.

Scarpov tím študoval tri guľové hviezdkopy, vrátane Omega Centauri, najväčšej hviezdkopy v Mliečnej ceste, ktorá má milión hviezd. Všetky tri majú „príliš rýchle hviezdy“. Ak nie

tmavá hmota tak potom čo môže vysvetliť takéto podivné správanie? Scarpovci vyrukovali s teóriou, ktorá spochybnila platnosť Newtonovho gravitačného zákona, ktorý hovorí: „Gravitácia lubovoľného telesa je nepriamo úmerná štvorcu vzdialenosť od neho.“ Z pozorovania troch hviezdkôpov vyplynulo, že tento Newtonov zákon platí iba vtedy, kým rýchlosť lubovoľného telesa neprekoná istú kritickú hodnotu. Za touto hranicou sa vplyv gravitácie zmenšuje oveľa pomalšie, ako hovorí Newton.

Rovnaký efekt sa pozoroval aj v spirálnych galaxiach, aj v kopách bohatých na galaxie. Už viac ako dvadsať rokov uplynulo odvtedy, ako Mordechaj Milgrom z Weizmanovo inštitútu v Rehovote (Izrael) uverejnil teóriu MOND (Modified Newtonian Dynamics). Platnosť modifikovanej newtonovskej dynamiky podľa Scarpu dokazuje, že kritické zrýchlenie, vyššie ako  $10^{10}$  metrov za sekundu, ktoré Milgrom nameral pri hviezdoch vo vzdialých galaxiach, nameral Scarpov tím aj pri hviezdoch v guľových hviezdkopáčach. Milgrom a Scarpa dospeli k rovnakému vysvetleniu: „Vesmír sa zaobídne aj bez tmavej hmoty.“

Teória MOND má veľa kritikov.

Najzávažnejšou výčtkou voči MOND (ktorá pripúšťa premenlivosť gravitačného zákona) je, že nie je kompatibilný s Einsteinovou všeobecnejou teóriou relativity, takže neplatí ani pre objekty pohybujúce sa rýchlosťou blízkou rýchlosťi svetla, ani v mimoriadne silných gravitačných poliach. Inými slovami podľa MOND by sa nedalo pochopiť a vysvetliť správanie pulsarov, čiernych dier, a čo je najdôležitejšie, nedal by sa pomocou tejto teórie vysvetliť ani big bang. Jacob Bekenstein z Hebrejskej univerzity v Jeruzaleme však nedávno časť týchto pochybností rozptýlil.

Bekensteinov relativistický variant teórie MOND priniesol zvláštne ovocie. Tím z Oxfordskej univerzity vedený Constantinosom Skordisom dokázal, že relativistický MOND je v kozmológii použiteľný. Vedeči pomocou neho dokázali reprodukovať nielen pozorované vlastnosti mikrovlnného žiarenia kozmického pozadia, ale aj distribúciu galaxií vo vesmíre.

### Gravitácia v kríze

Scarpa je presvedčený, že Milgromova teória MOND big bang vyvráti: „Gravitačný zákon, z ktorého odvodzujeme big bang je nanič. Kozmológovia interpretujú astronomicke pozorovania v nesprávnom rámci. Je už najvyšší čas odvodiť kozmologický model na základe MOND.“

Scarpa málokto berie vážne, hoci náznamok, že v štandardnom kozmologickom modeli čosi škrípe, je čoraz viac. Prítom väčšinu údajov generujúcich pochybnosti získava klenot v kruhu kozmologických prístrojov – satelit WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe). Joao Magueijo z Imperial College v Londýne je presvedčený, že údaje, ktorí nám tento vylepšený potomok slávnej sondy COBE poskytol, by mali ortodoxných kozmológov pri najmenšom znepokojoť.

Ale popriadiu: WMAP od roku 2001 ma puje mikrovlnové žiarenie kozmického pozadia z bodu, ktorý od Zeme vzdialenosť 1,5 milióna

kilometrov. Vedeči z údajov WMAP vyhotovili oveľa podrobnejšiu mapu vesmíru, ako bola mapa z COBE: množstvo škvŕniek v nepravých farbách zviditeľňuje ešte výraznejšie oblasti s nerovnakou teplotou, pričom rozdiely predstavujú iba zlomok stupňa. Toto súostrovie teplotných nehomogenít považujú kozmológovia za portrét vesmíru 300 000 rokov po big bangu, keď sa hmota začala pod vplyvom gravitácie zahusťovať do prvých balíkov hmoty. Horúcejšie škvŕnie prezrádzajú hustejšiu, chladnejšie redšiu oblasť.

Tieto variácie hustoty vznikli ako kvantové fluktuácie vo vakuu v prvom zlomku sekundy existencie kozmu, ktoré sa vzápäť, počas krátkej, ale superrýchlej expanzii vesmíru (nazývanej inflácia) dramaticky zväčsili a rozšírili.

Nakoľko kvantové fluktuácie vo vakuu vznikali chaoticky (podobne ako bubliny v prihrievanej vode), horúce a chladné škvŕnie, ktoré vidime v jednej oblasti, vyzerajú rovnako ako kdekoľvek inde. Navyše mikrovlnné žiarenie kozmického pozadia je úkaz vyskytujúci sa v celom vesmíre (nie iba jednej jeho časti). Ergo: žiadnu zo škvŕniek nemôžeme považovať za protoštruktúru ktoréhoľvek objektu v našich končinách vesmíru.

Začiatkom tohto roka oznámil Magueijo, že v žiareni kozmického pozadia našiel bizarné zoskupenia.

Spočiatku sa zdalo, že horúce a chladné škvŕnie sú usporiadane, tak ako sa očakávalo, do chaotických, náhodných štruktúr. Keď sa však vedeči pozreli na mapu kozmického pozadia dôkladnejšie, čakalo ich prekvapenie. Magueijo to priroval k pocitu ako keď počívate anarchický orchester, ktorý vyludzuje kakofonické zvuky, ale keď z tejto zmäti zvukov oddelíte husle, trombóny a klarinety, zistíte, že všetky nástroje vyludzujú rovnaký tón.

Údaje zo satelitu WMAP môžu byť analyzované aj ako koktajl rozličných štruktúr s rozdielnymi priestorovými frekvenciami. Keď sa vedeči na mapu kozmického pozadia pozreli takto, zaznamenali, že škvŕnie sa na seba neuvieriteľne podobajú. Navyše škvŕnie v jednotlivých mapách nielenže neboli roztrúsené chaoticky, ale naopak, zoradené v jednej líniu v rovnakom smere!

Magueijo, ktorý má zmysel pre reklamu, nazval toto zoradenie „**osou zla**“. Ak sa tento postrech potvrdí, potom ide o kolosalný objav.

Prečo? Objav by vyvrátil teóriu big bangu, pretože tá vylučuje akékoľvek špeciálne, preferované smerovanie. Skeptici okamžite namiestli, že záhadu má na svedomí nejaká porucha prístrojov na satelite WMAP. Charles Bennet z NASA Goddard Space Flight Center v Greenbelte, vedecký riaditeľ misie WMAP, však takúto možnosť vylúčil.

Pochybovači vzápäť vyrukovali s tým, že teplo, vyžarované hustým diskom Mliečnej cesty, prístroje na sonde nedokázali stopercentne oddeliť od signálov mapovaných štruktúr, čo „vyrabilo“ os zla. Po kontrole vedeckej koristi zo sondy sa zistilo, že v niektorých prípadoch mohla Mliečna cesta signály big bangu rušiť. Bennet uznal aj ďalšiu pripomienku, podľa ktorej vysvetlovanie takých ďalekosiahlych záverov z údajov, získavanych iba jeden rok, je

### Trhliny v big bangu

Z posledných pozorovaní vyplýva, že štandardný model je kontroverzný



Tvar a smerovanie útvarov na mape kozmického pozadia naznačujú, že vesmír nie je v sade a vo všetkých smeroch rovnaký.

Prítomnosť rýchlych hviezd v guľových hviezdkopáčach dokazuje, že ich tam drží tmavá hmota, ale tým je v týchto útvaroch podľa teórie nemala byť.

Objavenie viacerých hviezd starších ako vesmír sugeruje, že vesmír sa nezrodil v big bangu.

trochu neseriezne. O to zvedavejší sú vedeči na ďalšiu spršku údajov, ktorí tím WMAP zverejnij v čase, keď vydeť toto číslo Kozmosu.

Magueijo a jeho kolegyňa Kate Land sú pre svedčením, že to, čo objavili, je v zhode s realitou. Otázkou je, čo spôsobilo, že sa škvŕne tak záhadne usporiadali? Jednou z možností je, že tvar vesmíru pripomína plochý disk, pričom priestor sa rozpína od začiatku až donekonečna v dvoch dimenziah, pričom v tretej dimenzii rotuje iba 20 miliárd svetelných rokov.

Druhou možnosťou, ako stvorí podmienky pre preferované (nasmerované) usporiadanie škvŕniek, by vyžadovalo rotujúci (a rozpínajúci sa?) vesmír, pretože v takomto prípade by všetky lineárne usporiadania škvŕniek mali iný smer ako os rotácie vesmíru.

Bennet je nadšený, že WMAP je na stopre takého významného objavu: „Vesmír sa nám pokúša čosi povedať, ale zatiaľ ho nechápe me...!“

Vesmír, ktorý sa vynára z údajov WMAP, je celkom odlišný od modelov big bangu, ktoré predpokladajú, že vesmír je v sade rovnaký. Magueijo vysvetluje: „Kozmológovia sa zmierili s takýmto zjednodušením, pretože bez neho by bolo nemožno zjednodušiť Einsteinove rovnice tak, aby platili pre celý vesmír.“

Štandardný model vesmíru je podľa disidentov škaredý a príliš všeobecný. Sú presvedčení, že už čo neviďete ho budú inovovať, alebo ho nahradia iným. Magueijo: „Z nového modelu však budú musieť vyplynúť všetky veci, ktoré vyplývajú aj zo starého. To nebude fahká robota...“

Os zla tak zapôsobila na vedenie NASA, že Bennet a jeho kolega Gary Hinshaw dostali peniaze na to, aby preverili signály zo satelitu WMAP, čo potrvá najmenej päť rokov. Mali by vylúčiť všetky možné poruchy, či už spôsbené prístrojmi, alebo nejakým zdrojom z kozmu.

Lerner na konferencii disidentov v Portugalsku vyhlásil: „Vesmír, vynárajúci sa z údajov WMAP, bude sa asi veľmi odlišovať od beztek bizarného vesmíru, ktorý si predstavujeme podľa teórie big bangu.“

# SNAP: sonda, ktorá má odhalíť tajomstvo tmavej energie

Čo je mysteriózna tmavá energia, ktorá generuje čoraz rýchlejšie rozpínanie sa vesmíru? Je nejakou formou slávnej kozmológickej konštanty Alberta Einsteina? Alebo ide o exotickú odpudivú (piatu?) silu, nazývanú aj kvintesenciu, ktorá predstavuje približne tri štvrtiny hmoty vesmíru? Vedci z Lawrence Berkeley National Laboratory (Berkeley Lab) a Dartmouth College sa nazdávajú, že už prišli na to, ako existenciu tmavej energie overiť.

Eric Linder a Robert Caldwell uverejnili vo Physical Review Letters článok, v ktorom ukázali, že fyzikálne modely tmavej hmoty možno rozdeliť do niekoľkých scenárov, vzdala sa Einsteinovej kozmológickej konštanty a nájsť prirodzené vysvetlenie podstaty tmavej energie. Navyše vedci rozhodli, ktoré z týchto scenárov sú v zhode s experimentmi, s ktorými počíta Joint Dark Energy Mission (JDEM), projekt financovaný NASA i ministerstvom energie Spojených štátov.

„Diskutovali sme o tom, ako presne treba zmerať tmavú energiu, ak máme určiť, čo to vlastne je,“ vráví Linder. „Dohodli sme sa na limitoch presnosti. Naštastie, tieto limity sú v rozmedzí možností experimentov pripravovaných tímom JDEM.“

Linder i Caldwell sú členmi tímu, ktorý má navrhnutú prístrojové vybavenie misie. Linder je vedúcim teoretickej skupiny pre sondu SNAP (SuperNova/Acceleration Probe), kľúčové zariadenie misie JDEM. Caldwell, profesor fyziky a astronómie v Dartmouth, je jedným z autorov konceptu kvintesencie.

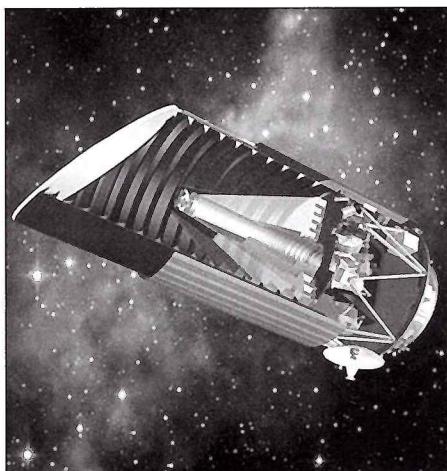
Obaja vedci načrtli dva scenáre: prvý má pracovný názov „rozťápanie“, druhý „zamrzanie“. Každý z týchto scenárov popisuje iný osud neustále sa rozpínajúceho vesmíru.

Podľa scenára „rozťápanie“ sa rýchlosť rozpínania vesmíru bude postupne spomaľovať a eventuálne sa zastavi, tak ako auto, ktorého vodič zloží nohu z plynového pedálu. V takom prípade sa bude vesmír rozpínať čoraz pomalšie, alebo sa rozpínanie po dosiahnutí mŕtveho bodu zvráti do zmršťovania, do kolapsu.

Druhý scenár, „zamrzanie“, predpokladá, že rozpínanie bude pokračovať donekonečna. Objekty v čoraz väčšom vesmíre sa budú od seba vzdalať, až kým sa naša Galaxia neocitne v zdanliovo prázdnom vesmíre, či presnejšie: v dohľade najsilnejších ďalekohľadov nebude ani jedený podobný objekt.

Oba scenáre sa zaobídu bez Einsteinovej kozmológickej konštanty. V oboch scenároch zohráva kľúčovú úlohu tmavá energia, v réžii ktorej bude rozpínanie prebiehať. Linder: „Nakoľko tmavá energia predstavuje 70 percent hmoty vesmíru, je oproti iným formám hmoty dominantná. Iba od nej závisí osud vesmíru.“

V roku 1998 rozvírili svet kozmológov hned dve nezávislé skupiny vedcov (Supernova Cosmology Project Team v Berkeley Lab a Su-

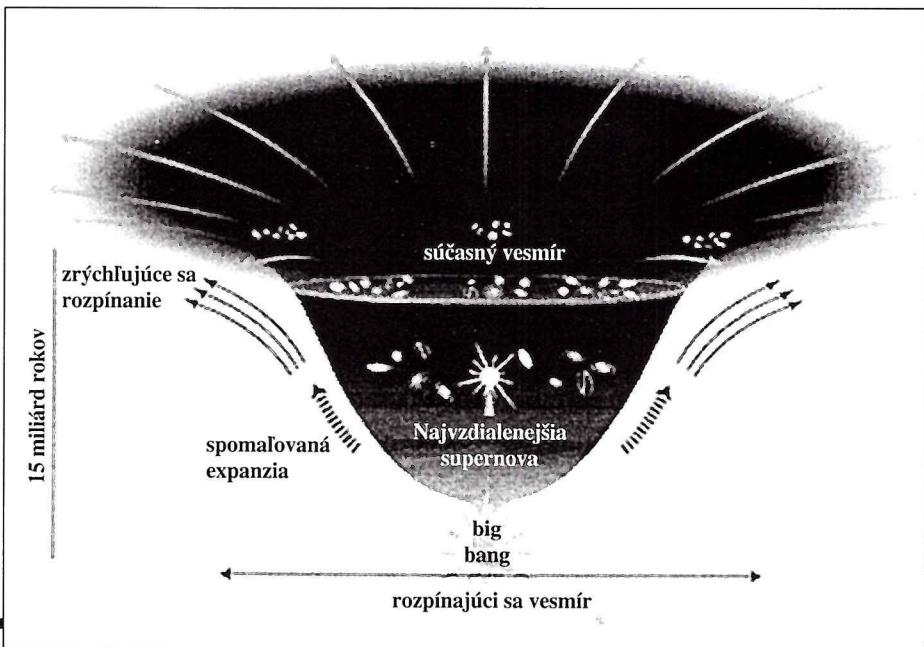


SuperNova/Acceleration Probe (SNAP) je sonda, ktorú vyvinuli kvôli štúdiu tmavej energie. Jej úlohou bude objavovať a presne zmerať parametre tisícov vzdialenosť supernov.

pernova Search Team v Austrálii), ktoré získali dôkazy, že rozpínanie vesmíru je čoraz rýchlejšie. Meraním červeného posunu supernov typu Ia (ide o veľmi vzdialenosť hviezdy, ktoré ukončili svoj život explóziou s príslušnými parametrami), získali údaje, že vesmír sa rozpína čoraz rýchlejšie. Generátorom tejto zrýchľujúcej sa expanzie je sila, ktorej dali meno „tmavá energia“.

Vedci vychádzali zo štandardnej teórie big bangu, ktorá tvrdí, že dôsledkom big bangu je expanzia vesmíru, ktorá sa bude pôsobením gravitácie postupne spomaľovať. Ak má hmota vesmíru dostatočnú gravitáciu, rozpínanie sa zastaví, vesmír sa začne zmršťovať. Tento pro-

Dnešný vesmír sa rozpína čoraz rýchlejšie, pretože tmavá energia je silnejšia ako gravitácia. V mladom vesmíre bola hmota hustejšia a gravitácia dostatočne silná na to, aby spomaľovala jeho rozpínanie. Bez spomaľovania by sa nestihli sformovať ani hviezdy, ani galaxie.



ces nazvali big crunch (veľký kolaps). Ak gravitácia nebude dostatočne silná, vesmír sa bude rozpínať donekonečna.

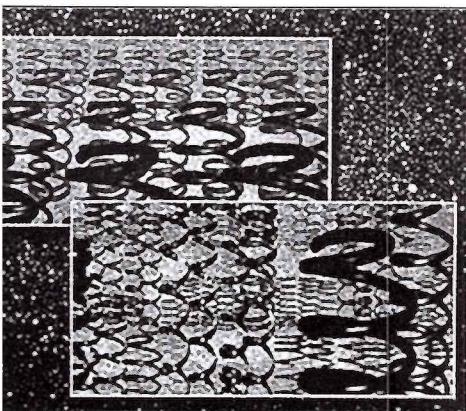
„Z údajov, ktoré sme získali v roku 1998 a ďalších dodatočných meraní, vieme, že rozpínanie sa nezačalo v priebehu posledných 10 miliárd rokov,“ vraví Caldwell.

Tmavá energia sa dostala do učebnic astrophyziky, hoci vedci dodnes nevedia, čo to presne je. Einstein v roku 1917 pridal do rovníc svojej všeobecnej teórie relativity kozmológickej konštantu, ktorá, ak jej hodnota bola správna, umožňovala existenciu perfektne vyváženého, statického vesmíru, takého, aký si Einstein predstavoval. Neskoršie objavy astronómov vyústili do presvedčenia, že kozmológická konšstanta bola Einsteinovym najväčším omyлом. Objav tmavej energie však myšlienku geniálneho fyzika revitalizoval.

„Kozmológická konšstanta bola definovaná ako energia vakuua (energia prázdnego priestoru), ktorá zabráňovala kolapsu vesmíru,“ vysvetluje Linder. „Najväčším problémom kozmológickej konštanty je to, že je konštantná, inými slovami, že sa hustota energie, jej tlak v čase nemení. Je pravda, že vývoj vesmíru v ranom štádiu by sme si bez kozmológickej konštanty nevedeli vysvetliť. Bez nej by sa nikdy nesformovali ani hviezdy, ani galaxie.“

Ak Einsteinovu kozmológickej konštantu otestujeme podľa stavu, v ktorom sa vesmír nachádza dnes, potom by v škále energie mala byť o celé rády magnitud slabšia ako čokoľvek iné vo vesmíre.

Hodno pripomenúť, že slovom kvintesencia označovali starí Gréci piaty živel (popri vode, zemi vzduchu a ohni), silu, ktorá, ako verili, udržuje Mesiac a hviezdy na svojom mieste. Dnešní fyzici chápú kvintesenciu ako dynamickú, v čase sa vyvíjajúcu, v priestore sa prejavujúcu formu energie s negatívnym tlakom, ktorý generuje urýchľovanie rozpínania sa kozmu. Nakolko je kozmológická konšstanta špecifickou formou energie, energiou vakuua, exis-



**Tmavá energia je exotická odpudivá sila, ktorá predstavuje tri štvrtiny hmoty vesmíru. Je pravdepodobné, že ide o skalárové pole pripomínajúce struny, ukotvené v každom bode priestoru. V prípade kozmologickej konštanty by bola každá struna rovnako dlhá a nehybná. V prípade kvintesencie (dole), by bola každá struna natahnutá na inú dĺžku.**

tencia kvintesencie, piatej sily, umožňuje široký diapazón možností.

Na to, aby sa stanovili limity kvintesencie a vytipovali astronomické terče pre jej otestovanie, ktoré by splňali kritériá ako zdroje tmavej energie, Linder a Caldwell použili ako model skalárové pole. Skalárové pole dovoluje zmerať hodnotu, ale nie smerovanie všetkých bodov v priestore. Takýto model umožňuje vedcom prezentovať kvintesenciu ako skalárove pole, ktoré je schopné znížiť svoju energiu na minimálnu hodnotu.

Skalárové pole kvintesencie si môžeme predstaviť ako les strún, ukotvených v každom bode v priestore, pričom každá struna má inú dĺžku. Ak by platila Einsteinova kozmologická konštantá, všetky struny by mali rovnakú dĺžku a nehybali by sa.

Podľa scenára „roztápanie“ by potenciálna energia pola kvintesencie zamrzla dovtedy, kým by ju klesajúca hustota rozpínajúceho sa vesmíru postupne neuvoľnila. V scenári „zamírzať“ by sa pole kvintesencie po štadiu inflácie svrkávalo smerom k minimálemu potenciálu, ale časom, keď by vo vesmíre začalo dominovať, postupne by sa stalo konštannou hodnotou.

Na projekte sondy SNAP pracujú fyzici a astronómovia z Kalifornskej univerzity, inžinieri z Berkeley Lab a špecialisti z celého radu ďalších inštitúcií. Využijú 2-metrový ďalekohľad s troma zrkadlami, ktorý bude vynesený na vzdialenosť dráhu. Tento prístroj objaví tisíce výbuchov supernov a zmeria ich parametre. Vedci očakávajú, že im SNAP poskytne údaje, ktoré podporia jeden z dvoch scenárov, alebo aj niečo nové a doteraz neznáme.

Ak sa ukáže, že výsledky meraní nepodporia ani jeden z dvoch scenárov, potom sa kozmológovia budú musieť zaobísť bez kvintesencie a kvôli objasneniu tmavej energie vročiť na pôdu ešte exoticejšej fyziky. Vylúčiť sa nedá ani modifikácia Einsteinovej všeobecnej teórie relativity.

Physical Review Letters

# B1508+55:

## doteraz najrýchlejší pulzar vo vesmíre

Astronómovia pomocou rádioteleskopu VLBA objavili pulzar, ktorý po neznámom gravitačnom incidente nadobudol takú rýchlosť, že sa uvoľnil z gravitačného zajatia našej Galaxie. Vieme, že pulzary, objekty, ktoré vzniknú po výbuchu supernov kolapsom zvyšku explóziou nerozptýlenej hmoty, nadobudnú po takomto kopanci istú rýchlosť, lenže rýchlosť objektu, ktorý objavili vedci z Národného rádioastronomického observatória (NRAO), sa vymyká akejkoľvek teórii. Pulzar B1508+55, vzdialený 7700 svetelných rokov od Zeme sa pohybuje rýchlosťou 1100 kilometrov za sekundu! Tento objav vyvrátil platné teórie o procesoch, ktoré prebiehajú počas a po výbuchu supernovy.

Vysvetliť rekordnú rýchlosť pulzaru B1508+55 je o to ľahšie, že v tomto prípade, na rozdiel od iných, mohli vedci zmerať rýchlosť priamo, teda neobyčajne presne. Výkon VLBA je udivujúci. Možno ho porovnať s hypotetickým zmeraním rýchlosťi golfovej loptičky odplánej z povrchu Mesiaca. Na rozdiel od loptičky sa rekordný pulzar pohybuje v takej veľkej vzdialnosti, že napriek vysokej rýchlosťi sa jeho pohyb na oblohe prejaví až počas niekolkých mesiacov.

Pôvodná poloha progenitora, hviezdy, z ktorej

sa pulzar zrodil, bola v súhvezdí Labute, tesne nad rovinou Galaxie. Explózia progenitora sa udala pred 2,5 miliónmi rokov. Pulzar počas tejto doby prešiel vzdialenosť rovnajúcu sa tretine oblohy videnej zo Zeme.

Vedci stojia pred záhadou: nijaký model explózie supernovy takú rýchlosť nepriprúšta. Pulzár obojom neostáva nič iné, než všetky modely preveriť a po vyhodnotení ďalších pozorovaní korigovať.

Pozorovanie pulzaru B1507+55 sa uskutočnilo v rámci projektu, ktorého cieľom bolo určiť vzdialenosť a rýchlosť vytipovaných pulzarov. Prehliadka pomocou rádioteleskopu VLBA sa robí na rádiových frekvenciach 1,4 až 1,7 giga-Hertzov.

VLBA je systém desiatich rádioteleskopických antén. Každá z nich má disk s priemerom 25 metrov, každá váži 240 ton. Systém rovnomerne rozmiestnených antén, prvá na havajskej sopke Mauna Kea, posledná pri mestečku Saint Croix na Panenských ostrovoch, je dlhý približne 7800 kilometrov. Čo do rozlišovacej schopnosti sa VLBA nevyrovnaná nijaký pozemský ani vesmírny ďalekohľad.

CfA News Release



Šípka zviditeľňuje dráhu pulzaru vpríbehu 2,5 milióna rokov.

# Sonda Hayabusa u cíle

**Japonská meziplanetární sonda Muses-A (Mu Space Engineering Spacecraft; po startu přejmenovaná na Hiten) se vydala zkoumat Halleyovu kometu. Muses-B (Halka) zase představovala experimentální astronomickou družici určenou pro VLBI (Very-Long Baseline Interferometry). A nyní přichází na řadu třetí pokračovatel této série, Muses-C. Sonda po startu překrčená na Hayabusa (Sokol) provádí unikátní operaci: první odběr vzorků hornin z asteroidu...**

## A zrodil se projekt...

Základy současné mise byly položeny v červnu roku 1985 (tedy před víc než dvaceti lety!), kdy se na půdě japonské kosmické instituce ISAS (Institute of Space and Astronautical Science) konal první workshop na téma „návrat vzorků hornin z kosmických těles“. Problematika nesmírně zaujala celou širokou škálu odborníků, protože podobná mise představuje několikanásobnou výzvu. Podobná sonda je unikátem technickým i technologickým, její přínos pro vědu je obrovský – a stejně tak se jedná o atraktivní misi pro veřejnost.

A tak není divu, že už koncem roku 1986 byl vypracován první návrh podobné mise. Zatím se ale pohyboval ve stádiu plánů a studií. Až v roce 1994 vedení ISASu uznalo projekt za dostatečně zralý, aby si o rok později mohlo troufnout požádat o přidělení finančních prostředků. Návrh se zafibl, a tak jej japonská vláda schválila k reálizaci počínaje rozpočtovým rokem 1996.

Původní plány počítaly s tím, že cílem sondy Muses-C se stane asteroid Nereus. Startovat se mělo v červenci 2002, o rok později mělo dojít k setkání s asteroidem a s návratem vzorků na Zemi se počítalo v červnu 2006. Sonda přitom měla být společným projektem s americkou NASA: tato měla poskytnout pro sledování letu síť svých komunikačních stanic DSN (Deep Space Network), některé technologie a zařízení (např. pro zkoušky tepelného štítu návratového pouzdra), laboratorní vybavení pro rozbor získaných vzorků a také miniaturní automatické vozítko Muses-CN (N jako Nanorover).

Jenomže málokterý projekt bývá realizován v předpokládané podobě, a nejinak tomu bylo i v případě sondy Muses-C. Do jejího osudu zasáhlo hned několik skutečností. Především to byl odklad startu kvůli technickým problémům s nosnou raketou M-V (havárie v únoru 2003). Následovaly problémy na straně americké spolupracující instituce, které vyvrcholily výrazným omezením spolupráce a zrušením jednokilogramového vozítka Muses-CN, jehož vývoj se začal neúměrně prodražovat.

Tyto změny kromě jiného znamenaly, že sonda „prošívne“ startovací okno pro let k asteroidu Nereus. A tak bylo nutné najít náhradní cíl. Tím se stal asteroid 1998 SF36. Start se měl uskutečnit v závěru roku 2002, setkání s cílovým tělesem mělo proběhnout v září 2005 a návrat vzorků na Zemi v červnu 2007. Technické problémy s nosnou raketou zapříčinily ještě jeden půlroční od-

klad startu, nicméně cílové těleso bylo tentokrát vybráno tak, že to nevadilo. Asteroid mezičím dostal i poněkud poetičtěji znějící jméno (25143) Itokawa.

Pro úplnost: Itokawa má oběžnou dobu 1,52 roku a tvar zhruba 0,3 krát 0,3 krát 0,7 kilometru. Dne 29. března 2001 se k Zemi přiblížil na 6,4 mil. km a 25. června 2004 dokonce na pouhých 2,1 mil. km.

## Seznamte se: Hayabusa

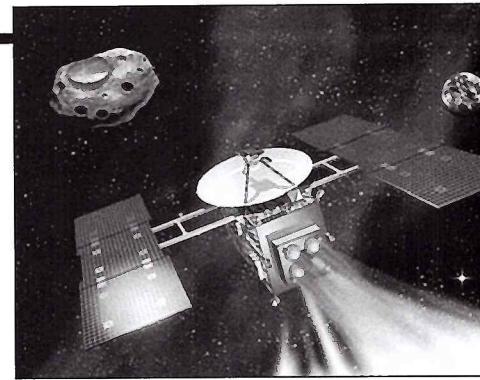
Po několika odkladech a změnách v projektu se start sondy Muses-C uskutečnil 9. května 2003 z japonské základny Kagošima. Raketa M-V tentokrát pracovala zcela spolehlivě, takže po startu bylo možné sondu přejmenovat na Hayabusa.

Sonda vyrobila firma NEC Toshiba Space Systems Ltd. z Jokohamy. Co je zajímavé, tak přestože projekt vytvořila instituce ISAS, která zajišťovala i start sondy, nyní probíhá pod hlavičkou japonské kosmické agentury JAXA. Důvod je prostý: v roce 2003 došlo ke sloučení tří japonských kosmických institucí (NASDA, ISAS a NAL) do jednoho jediného subjektu, organizace JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency).

Sonda je tříose stabilizovaná, přičemž má tvar hranolu o podstavě 1,5 krát 1,5 metru a výšce 1,2 m. Vybavena je dvěma páry slunečních baterií (celková plocha dvanáct metrů čtverečních na bázi GaAs dodává u Země 700 W), na horní podstavě pak vysokozisková parabolická anténa o průměru 1,5 metru se dvěma stupni volnosti. Ve spodní části sondy je pak trychtíř pro odběr vzorků horniny z asteroidu – viz dále.

Na zadní straně sondy se nachází dvojice iontových motorů se čtyřmi tryskami, které používají jako pracovní látku xenon. Špičkový výkon celého pohonu je 0,02 N při příkonu 1 kW energie. Kromě iontového pohonu má sonda ještě klasické dvousložkové chemické motory pracující s oxidem dusičitým a hydrazinem.

Muses-C měl při startu hmotnost 530 kilogramů, přičemž 50 kg tvořily pohonné látky pro chemické motory a 65 kg připadal na xenon pro iontový pohon.



Dramatická (byť ne příliš věrná) kresba sondy Hayabusa přilétající k asteroidu Itokawa.

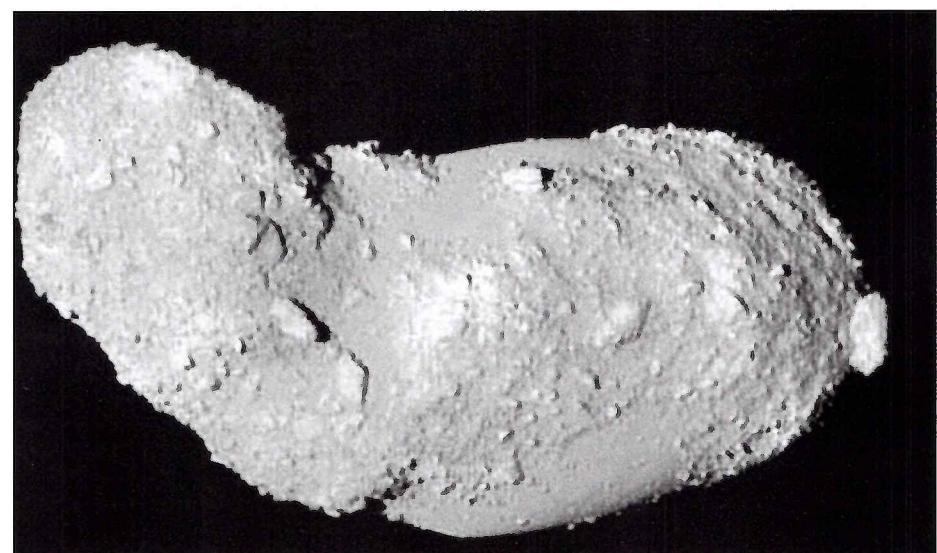
Sonda je osazena celou řadou přístrojů, které plní dvojí roli: jednak vědeckou a jednak slouží jako prostředky navigace. Toto je nesmírně obtížný úkol, protože v době startu sondy jsme neznali ani přesnou dráhu asteroidu ani jeho tvar. Navíc se sonda do značné míry musí rozhodovat autonomně, protože díky komunikační prodlevě by doručení ze Země mohla přijít pozdě.

Muses-C je kromě jiného osazen následujícími přístroji:

- Kamera ONC (Optical Navigation Camera).
- Kamera AMICA (Asteroid Multi-band Imaging Camera).
- Laserový lokátor LIDAR (Light Detection And Ranging).
- Laserový dálkoměr LRF (Laser Range Finder).
- Senzory FBS (Fan Beam Sensors).
- Infračervený a rentgenový spektrometr.

Ovšem nejjejímavější součástí sondy je zařízení Sampler pro odběr vzorků hornin z asteroidu. Toto zařízení je vyrobeno až pro tři odběry, ale v praxi se počítá pouze se dvěma, třetí zůstává jako záloha pro případ, že by některé z prvních dvou zařízení nebo pokusů o odběr selhalo.

Pro odběr horniny je Hayabusa na své spodní části osazena trychtířem o průměru 0,4 metru, který má posírat vzorky horniny. Ta bude uvolněna z asteroidu při blízkém přiblížení sondy poté, co do povrchu bude rychlosť 300 m/sec vystřelen desetigramový projektil. Trychtíř má takový tvar, že horninu uvolněnou po dopadu projektu posírá a nasměruje do záhytné komory umístěné v návratovém modulu.



Snímek asteroidu Itokawa ze dne 4. října 2005 ze zhruba šestikilometrové vzdálenosti.

Protože má asteroid nepravidelný tvar, je bezpečný přílet k němu na minimální vzdálenost (potřebou k odběru) velmi obtížný. Japonští vědci proto vymysleli zajímavý způsob, jak sondu bezpečně navést k povrchu: ze zhruba stometrové výšce svrhne malou lesklou kouli TM (Target Marker), na kterou se vlastní sonda zaměří. A to tak, že ji bude osvětlovat palubním reflektorem. TM tak Hayabuse navede jako jakýsi maják přímo k povrchu. Z úhlové velikosti koule bude např. možné stanovovat průběžně přesnou vzdálenost sondy od asteroidu. Sbírání hornin nebude realizováno v průběhu průletu, ale při nulové horizontální rychlosti. Ostatně, sonda se nestane oběžnicí asteroidu (jak se někdy udává), ale pouze s ním synchronizuje svoji oběžnou dráhu kolem Slunce.

Proto je důležitá precizní práce všech systémů sondy, protože v poslední fázi přibližování k asteroidu není možné používat korekce pomocí palubních motorů – aby nedošlo ke kontaminaci odebíraných vzorků spalinami.

Návratový modul sloužící k uložení vzorků (v ideálním případě jeden gram horniny) má průměr 0,4 metru, výšku 0,25 m a hmotnost necelých 20 kilogramů. Na přední části je pokryt ablativním materiálem, která ho má chránit při přistávání. Do zemské atmosféry totiž vletí rychlosť 13 km/sec. Po zbrzدení na podzvukovou rychlosť (na pouzdro bude působit až 25 G přetížení) se bude modul snášet na padáku a svoji polohu má záchranným týmum prozrazovat pomocí radiomajáku.

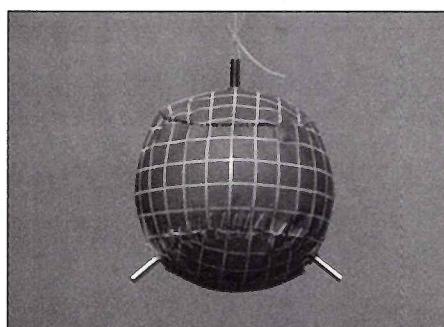
Muses-C je vybaven ještě malým výsadkovým modulem Minerva, který má být při některém z blízkých průletů vysazený na povrch asteroidu. Mobilní („skákat“) modul je vybaven trojicí kamér, které mají pořizovat snímky povrchu z bezprostřední blízkosti. Dalším přístrojem na Minervě pak už je jen detektor teploty. Modul bude napájený vlastními slunečními články, přičemž komunikovat se Zemí bude toliko prostřednictvím mateřské sondy.

Celková náklady na misi Muses-C/Hayabusa jsou udávané ve výši cca 100 mil. dolarů.

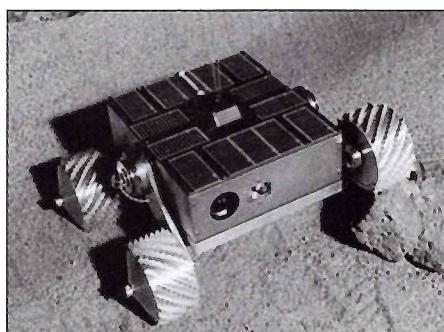
### Dlouhá cesta k Itokawě

Po startu byla Hayabusa navedena na meziplanetární dráhu, přičemž na přelomu května a června 2003 byly prováděny zkoušky s jejími iontovými motory. Testy dopadly na výbornou, takže bylo rozhodnuto pokračovat v letu za tajemstvím asteroidu Itokawa.

V květnu 2004 čekal na Hayabuse gravitační manévr u Země, kterou minula o 3725 km. Pracovníci řídící misi využili průlet v soustavě Země-Měsíc i k otestování přístrojů na palubě sondy. Také tyto zkoušky je více než uspokojily.



Jeden ze tří „značkovačů“ TM na palubě sondy Hayabusa.



Americký minirover Muses-CN nakonec nebyl v rámci mise Hayabusa realizován.

Spíše magickým milníkem byl na další cestě 9. prosince 2004, kdy iontové motory sondy dosáhly dvacetí tisíc hodin kumulované činnosti, při nichž spotřebovaly zhruba třetinu (20 kg) pracovní látky.

Podle původního plánu platného v okamžiku startu mělo dojít k setkání s asteroidem v červnu 2005. Jenomže díky částečnému poškození slunečních baterií neměly iontové motory dostatek energie, takže jejich výkon byl nižší, než se plánovalo. Tudíž na místo „schůzky“ dorazila Hayabusa později než měla. A asteroid samozřejmě nečekal. Naštěstí se s případnými problémy podobného charakteru počítalo (přeče jen jedním z cílů mise je otestování právě iontového pohonu), takže dochází k navedení sondy na takřka identickou dráhu s asteroidem. Datum dosažení cíle proto není tak kritické jako v případě třeba průletových automatů nebo stanic, které se mají stát umělými družicemi velkých planet. Prostě došlo jen k odkladu celého setkávacího manévrů.

V červenci 2005 se na Hayabuse začaly vyskytovat první skutečně vážné technické problémy. U jednoho z trojice stabilizačních gyroskopů (v ose X) se začalo projevovat prudké zvyšování tření, což v konečném důsledku vedlo k jeho od-

stavení. Závada nicméně neměla na další průběh mise nějaký zásadní vliv, protože sonda byla na vrhována tak, aby mohla letět pouze se dvěma funkčními gyroskopy.

Ještě před koncem července přitom došlo k prvnímu vizuálnímu kontaktu s asteroidem Itokawa. Několik velmi nejasných snímků z poloviny prázdnin doplněných o radarová pozorování pomohly zpřesnit trajektorii letu asteroidu a průběžně upravovat přibližování sondy.

### Přílet k asteroidu

Dne 28. srpna 2005 byly vypojeny iontové motory a veškeré další manévry připadly na motory chemické. Celková kumulovaná doba jejich činnosti přitom dosáhla 25800 hodin, což postačilo ke změně rychlosti sondy o 1400 m/s. Spotřebováno bylo něco málo přes 22 kg xenonu.

Prvního září dělila obě přibližující se tělesa vzdálenost 1900 kilometrů a každou hodinou se zkracovala o 18 km/h. Rychlosť přibližování byla pomalu snižována, takže o čtyři dny později byla tělesa 1000 km od sebe a jejich vzájemná rychlosť činila 10 km/h. Celý přibližovací manévr byl začleněn 12. září 2005, kdy Hayabusa „zaparkovala“ dvacet kilometrů za Itokawou. Tím sonda splnila jeden z hlavních úkolů mise.

Po krátkém „odpočinku“ na tomto pozorovacím stanovišti se Hayabusa začala koncem září opět přibližovat k asteroidu. A poslední den v měsíci opět zaparkovala – tentokrát 6,8 km od Itokawy. Jen o několik dní později bohužel sondu potkala nepříjemná technická závada, kdy selhal další z palubních gyroskopů, tentokrát v ose X. Podle hesla „naučili jsme se žít se dvěma, naučíme se i s jedním“ ale Japonci i tuto nečekanou překážku překonali a vypracovali mód činnosti sondy s jediným fungujícím gyroskopem.

V průběhu října se na první pohled nic dramatického nedělo: Hayabusa si plus minus udržovala svoji pozici. Ve skutečnosti ale důkladně snímkovala a i jinak zkoumala asteroid. Mimo jiné proto, aby vědci vybrali nejjazýmajavější a zároveň nejbezpečnejší oblasti pro odběr vzorků hornin.

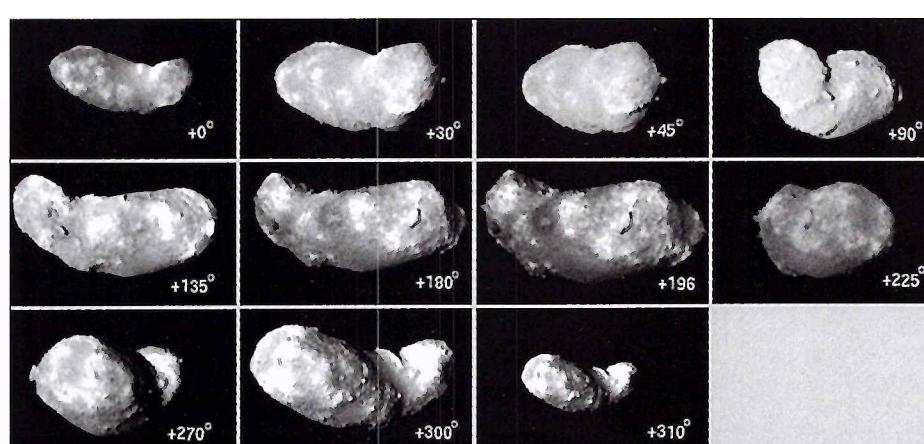
### Po uzávěrce a další plány

Koncem října 2005 se pak rozběhly další události směřující k odběru vzorků – a které bohužel vrcholily až po uzávěrce tohoto Kozmosu. Nicméně poslední říjnový den byla Hayabusa od Itokawy vzdálena jen 5,1 kilometru a pomalu se ke svému cíli přibližovala tak, aby 4. listopadu (po uzávěrce) mohla provést zkoušku odběru hornin „nanečisto“. Za předpokladu, že se tento manévr podaří, měly být oba „ostře“ odběry provedeny 12. a 25. listopadu 2005. Přesná místa odběru ještě nebyla koncem října známa, japonští vědci pouze oznámili, že mají několik vytípovaných lokalit, z nichž finální místo musí vybrat nejdříve již šest hodin před zamýšleným odběrem.

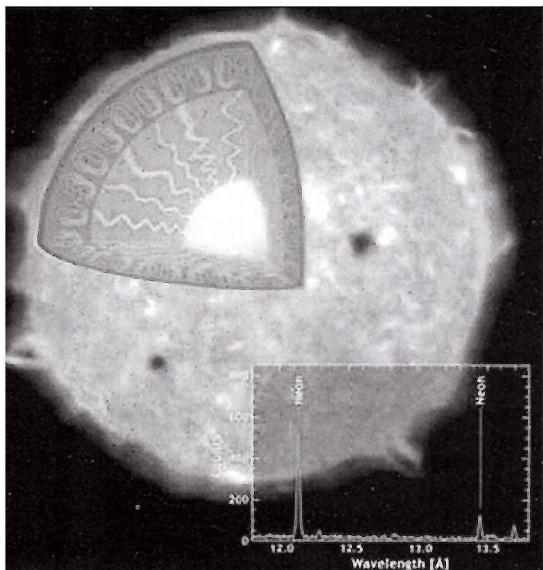
Půjde-li vše podle plánu, pak v prvních prosincových dnech roku 2005 dá Hayabusa asteroidu Itokawa „sbohem a šáteček“ a vydá se na zpáteční cestu. Ta by měla být završena 10. června 2007, kdy mateřská sonda zhruba ve vzdálenosti 300 tisíc kilometrů od Země odhodí návratový modul. Ten by pak měl společně s drahocenným nákladem na palubě dosednout do oblasti australské pouště Woomera.

**TOMÁŠ PŘIBYL**

Foto: JAXA



## Hviezdy majú trikrát viac neónu ako sa predpokladalo



Astronómovia, ktorí vyhodnocujú údaje z röntgenového satelitu Chandra, podrobne analyzovali údaje z 21 blízkych, Slnku podobných hviezd. Všetky sa nachádzajú do vzdialenosťi 400 svetelných rokov. Vedci zistili, že všetky tieto hviezdy majú trikrát viac neónu, ako sa pôvodne predpokladalo. Tento objav by mal platiť aj pre Slnko.

Neón sa neobyčajne ľahko deteguje, pretože vo viditeľnom svetle nežiarí. Ak je však zahriatý na milióny stupňov, napríklad v prírodnom reaktore hviezdy, začne žiarit v röntgenovej oblasti.

Ak súamerané hodnoty potvrdia, bude to mať zásadný vplyv na upresnenie predstavy, ako funguje naše Slnko.

Koľko má Slnko neónu, vieme iba približne. Prítom bez presného určenia množstva neónu v Slnku sa nedá vytvoriť spoľahlivý model. Atómy neónu, spolu s kyslíkom, uhlíkom a dusíkom, zohrávajú klúčovú rolu v procese prenosu energie z jadra na jeho povrch, odkiaľ je táto energia vyžarovaná do vesmíru. Od neónu závisí rýchlosť toku energie uvoľňovanej z jadra do fotosféry.

Mohutnosť toku energie závisí od polohy a veľkosti najdôležitejšej solárnej oblasti – od konvekčnej zóny. Táto zóna sa začína nehlboko pod povrchom Slnka a končí sa v hĺbke 200 000 kilometrov. V zóne sa plyn pohybuje podobne ako vzduch v hurikáne (pozri obrázok).

Turbulentný plyn zohráva mimoriadne dôležitú úlohu, pretože bezmála všetku energiu vyžarovanú povrchom Slnka dopraví z jadra konvekcia.

Donedávna platný odhad množstva neónu v Slnku viedol k paradoxu. Predpokladaná poloha a rozmerky konvekčnej zóny nesúhlasia s údajmi, ktoré vedci získali meraním slnečných oscilácií. Ide o techniku, ktorá bola vyvinutá kvôli výskumu slnečného vnútra. Viacerí teoretici už vtedyypočítali, že všetko by bolo v poriadku, keby bolo neónu trikrát viac, ako sme na Slnku namerali.

Ibaže, ako už vieme, atómy neónu nemajú vo viditeľnom svetle nijaký spektrálny odtlačok, takže odhad, kolko neónu obsahuje slnečná hmota, bol iba približný. Neón sa prejavuje najmä v röntgenovej oblasti, keď sa superhorúci plyn prezradí v spektri bielej koróny, pozorovateľnej počas za-

tmení Slnka. Pozorovania bielej koróny sa však iba veľmi ľahko analyzujú.

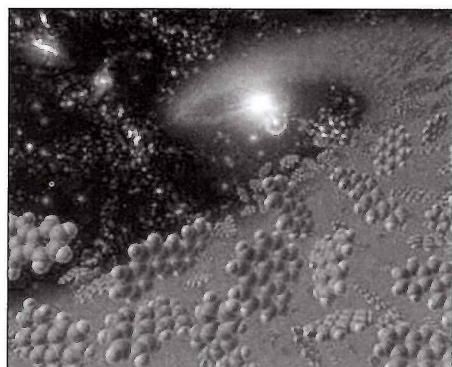
Po analýze údajov zo satelitu Chandra, ktorý sa zameral na 21 blízkych, Slnku podobných hviezd, sa zistilo, že majú trikrát viac neónu ako Slnko. To bola bomba, pretože Slnko, naša najbližšia hvieza, slúži ako model na pochopenie iných hviezd, podobných Slnku i exotických. Ak nás model vznikol na základe takýchto nepresných údajov, potom akú má platnosť? O ostatných, odvodenej modeloch ani nehovoriac...! Naše predstavy o štruktúre a evolúcii iných hviezd a mnohých ďalších oblastiach astrofyziky by mali byť celkom falosoň.

Nakoľko Slnko by malo mať rovnaké množstvo neónu ako 21 hviezd, ktoré študoval tím Jeremy Drakeho a Paoly Testovej z Massachusetts Institute of Technology, potom by sme model nášho Slnka mohli upresniť na základe poznatkov získaných z iných, Slnku podobných hviezd.

„Ak sa údaje Drakeho a Testovej potvrdia,“ vyhľásil John Bahcall z Institute of Advanced Study v Princeton, ktorý riadi analýzu údajov získaných zo satelitu Chandra, „bude to jeden z najvýznamnejších objavov, ktoré nám tento satelit umožnil. Zrodí sa nová teória o tom, ako hviezdy fungujú.“

Chandra News Release

## Organické molekuly vo vzdialenosťi 10 miliárd svetelných rokov



Vesmírny ďalekohľad Spitzer objavil základné stavebné prvky života v galaxiách, ktoré sa sformovali v čase, keď mal vesmír iba tretinu súčasného veku. Veľké molekuly, polycylické aromatické uhľovodíky, sú zložené z vodíka a uhlíka. Vedci ich považujú za základné stavebné kamene života.

Na Zemi sa tieto molekuly vyskytujú v hojnom počte. Nájdeme ich vo všetkých materiáloch, ktoré vznikli na báze uhlíka. Úplne nezhoria ani pod vplyvom vysokej teploty, a preto ich nájdeme aj v splodinách aut a lietadiel, či na pripálenom hambergeri či opekanom chlebíku.

V galaxiách, podobných našej Mliečnej ceste, sa vyskytujú v obrovskom množstve. Vieme o nich, že v procese formovania sa planét zohrávajú klúčovú úlohu. Spitzerov ďalekohľad po prvýkrát detegoval organické molekuly aj v mladom vesmíre.

Už Hubblov vesmírny ďalekohľad i Infračervené vesmírne observatórium ISO detegovali organické molekuly v špirálových galaxiách, ale tie sa sfor-

movali oveľa neskôr a nachádzajú sa bližšie k našej Galaxii. Spitzerov priamy objav organických molekúl vo vzdialenosťach, starých galaxiach, v mladom vesmíre, umožnila 100-násobne vyššia citlivosť jeho prístrojov v infračervenej oblasti.

Organické molekuly existovali teda v kozme dávno predtým, ako sa sformovalo Slnko a naša planetárna sústava. Galaxie, v ktorých Spitzer molekuly života objavil, sa sformovali neobyčajne rýchle po období intenzívnej hviezdotvorby. Všetky sú zahalené závojom prachu a plynu, absorbijúcich žiarenie. Absorbovanie žiarenia tieto obálky zohrieva, takže intenzívne žiaria v infračervenom svetle, ktoré prístroje na ďalekohľad Spitzer zachytia.

Vedci po analýze získaných údajov konštatovali, že galaxie, ktoré boli sformované už 3,7 miliardy rokov po big bangu, sa sformovali z niekoľkých generácií hviezd! Tento objav poteší najmä doktora George Helou zo Spitzerovho vedeckejho centra v Caltechu, spoluautora štúdie „Planéty a život mali už veľmi skoro podmienky rozšírenia vo vesmíre.“

NASA Press Release

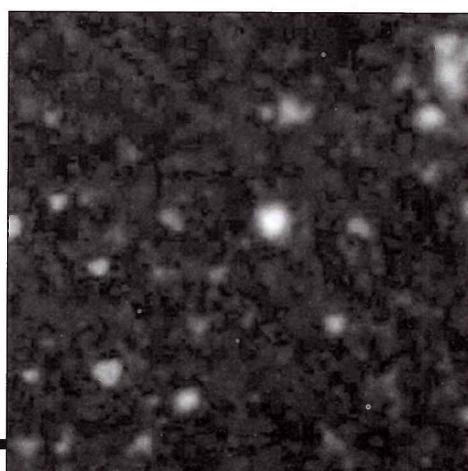
## Spitzer objavuje skryté čierne diery

Väčšina najväčších čiernych dier nasáva hmotu z okolia „za zavretými dverami“. Astronómovia dlho ani najcitlivejšimi prístrojmi nedokázali preniknúť za prachoplynový závoj, ktorý prekryva toto gigantické kozmické diaľidlo. Zavreté dvere prvýkrát pootvoril Spitzerov ďalekohľad.

Už dávnejšie vieme, že v centre istých typov galaxií s aktívnymi jadrami sa skrývajú gigantické kvazistelárne objekty – kvazary. Dnes vieme, že tieto, dlho záhadné objekty, sú vlastne obrovskými čiernymi dierami. Ich fyzikálne vlastnosti však odhadujeme iba nepriamo, pozorovaním ich gravitačného vplyvu na hmotu v okolí, pretože ich zatáčajú oblaky prachu a plynu.

Vedci už dávnejšie na základe údajov pozorovaní v röntgenovej oblasti vedeli, že kvazary sa skrývajú v jadre aktívnych galaxií. Ich priamy objav im však umožnil až Spitzerov ďalekohľad.

Kvazary sú supermasívne čierne diery, okolo ktorých obiehajú masívne disky plynu a prachu. Kvazary hniezdia v centre vzdialených galaxií a každoročne skonzumujú hmotu rovnajúcu sa 1000 hviezd. Horúca hmota v špirálových diskoch sa pohybuje obrovskou rýchlosťou, emituje intenzívne žiarenie, vďaka čomu sú kvazary najzarijevajšimi objektmi vo vesmíre. Pozemské prístroje dokážu detegovať toto žiarenie na roz-



Samotné vzplanutí gama trvalo asi 100 s a po 5 min. se objevil optický dosvit 15 mag. Raný dosvit slábnul podle D. Foxe aj. pomaleji, než se očekávalo a asi 3 h po vzplanutí se pokles jasnosti dokonce zastavil na 18 mag, načež se dosvit opět zjasnil až na 16,4 mag v čase 8 h po vzplanutí. Z toho se dá usoudit, že hroutící hypernova vyšle ultrarelativistický výtrysk s dopřednou obloukovou rázovou vlnou vznikající při srážce výtrysku s mezihvězdným prostředím – vlna zprvu září převážně v oboru gama a postupně pak v rentgenovém, optickém, infračerveném a rádiovém pásmu. Protilehlý výtrysk se projeví opticky i radiově a rychle slábne, protože kužely obou výtrysků se podle S. Pandeye aj. během 7 dnů postupně rozevřely z původního vrcholového úhlu 7°. Odtud se též podařilo odhadnout celkovou vyzářenou energii  $3,5 \cdot 10^{43}$  J.

První **spektra**, pořízená necelých 10 min po vzplanutí, vykazovala sérii absorpčních čar s červenými posuvy  $z = 1,38; 1,60, 2,32$  a  $2,34$ . V dalších dnech pak spojité spektrum objektu krátkodobě kolísalo a plynule červenalo. Současně se ukázalo, že nejvyšší uvedený červený posuv odpovídá spektru mateřské galaxie ve fázi překotné tvorby hvězd, a tudíž i vzdálenosti GRB od nás. B. Schaefer aj. získali optická spektra dosvitu pomocí obřího dalekohledu HET v době 15 a 20 h a ještě 4,8 d po vzplanutí a identifikovali v nich absorpční čáry vysoko ionizovaných prvků Si IV, C IV, Al II, Fe II, Mg II a N V, což jsou slupky materiálu přetvořeného termonukleárními reakcemi ve velmi hmotném předchůdci hypernovy. Podle N. Mirabala aj. byla tímto předchůdcem hmotná Wolfsova-Rayetova hvězda. E. Rol aj. objevili pomocí VLT velké změny polarizačního úhlu mezi 9. a 16. h po vzplanutí. Do 89. h po vzplanutí se tento úhel stočil celkem o 90°, zatímco velikost lineární polarizace světla zůstala nezměněna. To dobré odpovídá modelu homogenního výtrysku z hypernovy. Dosvit se po 20 h od vzplanutí projevil také v rentgenovém a rádiovém oboru spektra.

Podobně rychle po vzplanutí se podařilo pomocí robotických dalekohledů objevit dosvit po zábleskovém zdroji **GRB 021211**, pozorovaném družicí HETE-2 po dobu 6 s v poloze 0809+0644 (Hya), a to za 65 s po záblesku. Vzplanutí zaznamenala také družice Konus-Wind a kosmická sonda Ulysses. Dosvit byl na Mt. Palomaru pozorován též v blízké infračervené oblasti spektra a již za 2,4 h po vzplanutí byl pomocí aparatury VLA zaznamenán i na rádiové frekvenci 8,5 GHz. Podle D. Weie došlo ve 12. min po vzplanutí k prudkému poklesu jasnosti optického dosvitu ze 14 na 19 mag, což je důkazem, že příčinou raného dosvitu byla rázová vlna zpětného výtrysku. Současně se potvrdilo, jak významné je rychlé dohledání optického protějšku - za 10 min je už zkrátka pozdě. Z červeného posuvu  $z = 1,0$  lze určit vzdálenost a odtud i ekvivalentní energii vyzářenou v oboru gama na  $6 \cdot 10^{44}$  J. C. Crew aj. pak ukázali, že dosvit zeslábl nad 24 mag již během prvních 24 h po vzplanutí. Teprve 13. den po vzplanutí se podařilo pomocí VLT získat „čisté“ spektrum mateřské galaxie s červeným posuvem  $z = 1,006$ . M. Della Valle aj. pozorovali na místě GRB dne 9. ledna 2003 supernovu **2002lt**, která patrně vybuchla téměř současně s GRB a jejíž spektrum ji řadí do třídy Ic. Z posuvu emisí Ca II vyšla rychlosť jejího rozpínání na 14 tis. km.

Nečekanou trefou do černého se stal **GRB 021206**, který zpozorovala sluneční družice RHESSI těsně u okraje Slunce. S. Boggs aj. tak objevili, že vzplanutí gama bylo téměř úplně polarizováno (80%), což je zřejmým důkazem výskytu mimořádně silného magnetického pole hroutící se hvězdy. Pole je ještě silnější než u běžných neutronových hvězd a jeho velikost nemá zatím klouzné vysvětlení. D. Lamb odtud odvodil, že vrcholový úhel výtryskového kužele nepřesahuje  $0,5^\circ$ . G. Barbiellini aj. se domnívají, že právě kombinace silného magnetického pole a rychle rotující černé díry je živnou půdou pro GRB díky vytážení energie z ergosféry černé díry Blandfordovým-Znajekovým mechanismem. V tom případě lze takto fyzikálně objasnit všechny GRB, pokud celková jimi uvolněná energie nepřesáhne  $10^{47}$  J. Dosud pozorované GRB mají i za předpokladu izotropie energie alespoň o řád nižší, takže tento model je v souladu s pozorováními. Ke shodnému závěru o původu GRB s trváním nad 2 s dospěli na základě podobných argumentů také W. Coburn a S. Boggs, P. Mészáros či J. Granot. **Krátká GRB** s trváním do 2 s vznikají dle mínění L. Balásze aj. při splynutí dvou neutronových hvězd.

Objekt **GRB 030725** (Ind) se stal prvním zábleskovým zdrojem, jehož optický dosvit objevil astronom-amatér. Podařilo se to B. Monardovi z Jižní Afriky pomocí 0,3 m reflektoru, jímž našel 7 h po vzplanutí dosvit o jasnosti 18,8 – 19,6 mag v době, kdy většina profesionálních pozorovatelů letěla na kongres IAU do Sydney... Těsně před vánoci 2003 bylo zaznamenáno vzplanutí **GRB 031203** v poloze 0802-3951 (Pup), jež je možná vůbec nejvzdálenějším GRB dosud objeveným, protože příslušný červený posuv zde velmi pravděpodobně větší než 9!

D. Frail aj. publikovali souhrnný **katalog radiových dosvitů GRB** za léta 1997-2001, který obsahuje celkem 75 úkazů. M. Vietri aj. se domnívají, že GRB jsou potenciálními zdroji částic **kosmického záření** o extrémních energiích řádu 100 EeV, což je však těžké prokázat, jelikož většina GRB je tak daleko, že tyto částice energeticky degradují srážkami s fotony reliktního záření dříve, než se dostanou do blízkosti Země. B. Schaefer upozornil na možnost konstruovat **Hubblův diagram** pro rozpínání vesmíru pomocí GRB. Tvrdí totiž, že jejich zářivý výkon je možné změřit nezávisle na znalosti vzdálenosti a odtud určit i jejich vzdálenost nezávisle na červeném posuvu dosvitu. Protože špičkový výkon GRB je podstatně vyšší než výkon galaxií, lze tak protáhnout Hubblův vztah až pro červené posuvy  $z = 4,5$ . Dosud je však známo jen necelý tucet GRB s velkými červenými posuvy, ale situaci v dohledné době zlepší družice Swift, takže Schaefer očekává, že během několika let stoupne počet GRB s těmito posuvy na stovku, a to by už byl znamenitý přínos pro kosmologii.

Schaeferovu myšlenku podpořili M. van Putten a T. Regimbauová, když podrobili rozboru měření světelných křivek všech 33 GRB, pro něž známe z optických dosvitů červené posuvy  $z$ . Podařilo se jim tak určit průměrné usměrnění svazků nutné pro stanovení zářivého výkonu jednotlivých GRB a zjistili, že hodnota usměrnění dobře souhlasí s nezávislým výpočtem D. Fraila aj. Naproti tomu J. Bloom aj. jsou skeptičtí. Na jedné straně spočítali, že typická energie dlouhého GRB po opravě na proměnné usměrnění původního výtrysku činí  $1,3 \cdot 10^{44}$  J, ale na druhé straně upozorňují, že víme velmi málo o fyzikální povaze vzplanutí, takže oklikové určení vzdáleností přes „standardní svíčku“ není zatím dostatečně spolehlivé.

Vzdálené GRB se však dají v každém případě využít jako vynikající mimořádně intenzívní **světlometry**, které ze zadu na několik hodin osvětlí mezilehlé kupy galaxií podél zorného paprsku a tím poskytují nenahraditelné údaje o jejich prostorovém rozložení a chemickém složení, pokud v tom krátkém čase stihneme pořídit dobrá spektra dosvitů. Podle S. Zhangy aj. vznikalo daleko nejvíce GRB v raných fázích vývoje vesmíru ( $z > 10$ ) a jejich výskyt plynule klesal až do  $z = 0,2$ , takže dnes už jsou nesmírně vzácné. A. Tutukov soudí, že **předchůdci dlouhých GRB** jsou rentgenové dvojhvězdy třídy HMXB s rentgenovým výkonem řádu  $10^{33}$  W,

obsahující velmi hmotné Wolfovy-Rayetovy héliové hvězdy. Ty se v naší Galaxii (podobně i v jiných galaxiích) v průměru jednou za 100 tis. let zhroutí na rychle rotující hvězdnou černou díru a vyšlou přitom GRB usměrněný do protilehlých výtrysků o vrcholovém úhlu kolem  $6^\circ$ . S. Woosley upozornil, že nepřesné zacílení výtrysku směrem k pozorovateli je patrně příčinou výskytu nedávno objevených rentgenových záblesků, označených anglickou zkratkou **XRF** (X-Ray Flash). Jelikož usměrnění je nejvyšší pro výtrysky záření gama a s nižší energií fotónů se svazek rozevírá, můžeme jevy XRF dle názoru autora zařadit pod společnou hlavičku s klasickými GRB. Autor odhaduje, že jevy XRF představují asi třetinu populace dlouhých GRB.

R. Atkins aj. využili záznamů z pozemní observatoře pro výzkum tvrdého (TeV) záření gama MILAGRITO k identifikaci **GRB 970417A** v pásmu 650 GeV, což je první důkaz, že GRB září také v pásmu vysokých energií. Dosavadní měření všech GRB totiž pokrývají pouze pásmo od 20 keV po 1 MeV. S. Jha aj. nalezli dosvit po GRB 021211 pouhých 108 s po vzplanutí jako objekt 14,8 mag a sledovali jeho světelnou křivku spojitě po další 2,5 h, během níž jeho jasnost rychle klesala až na 20,2 mag. Příkrý pokles jasnosti však probíhal během prvních 12 min po vzplanutí, což vysvětluje, proč se v mnoha případech nedaří optické dosvity objevit: potřebný avízo přijde zkrátka příliš pozdě.

S. Kulkarni aj. a S. Park aj. sledovali pomocí rentgenové družice Chandra prototyp magnetarů **SGR 0526-66** (Dor) ve Velkém Magellanově mračnu, který se proslavil gigantickým výbuchem v měkkém oboru záření gama v březnu 1979. Rentgenový výkon  $10^{29}$  W magnetaru mírně kolísá i v klidu s periodou 8 s, což je rotační perioda neutronové hvězdy, objevená při výbuchu v r. 1979. Podle autorů je indukce na povrchu této hvězdy vyšší než 100 GT – *jde o nejsilnější známé magnetické pole ve vesmíru*. A. Ibrahim aj. objevili v rentgenovém spektru magnetaru **SGR 1806-20** (Sgr) absorpcní čáru o energii 5 keV, kterou identifikovali jako cyklotronovou rezonanční čáru protonu v magnetickém poli o indukci 100 GT. Čára se objevuje pokaždé během krátkých záblesků rentgenového záření, pozorovaných družicí RXTE. Údaj je v dobré shodě s hodnotou magnetické indukce, odvozenou z brzdění neutronové hvězdy – 80 GT. Hmotnost neutronové hvězdy je určitě nižší než  $1,8 M_\odot$  a její poloměr činí asi 11 km. Čára jeví gravitační červený posuv  $z_g = 0,3$ . Magnetar jevil ve druhé polovině r. 2003 zvýšenou aktivitu v pásmu tvrdého rentgenového záření. K. Cheng a X. Wang tvrdí, že radiový dosvit po gigantickém záblesku magnetaru **SGR 1900+14** (Aql) v srpnu 1998 se vzhledem světelné křivky naprosto podobá radiovým dosvitům klasických GRB. To odpovídá modelu, v němž se při těchto gigantických záblescích rozlomí kůra neutronové hvězdy intenzitním vnitřním magnetickým polem.

D. Bhattacharya aj. zkoumali rozložení dosud **neidentifikovaných trvalých zdrojů záření gama** z aparatury EGRET družice Compton vůči galaktické rovině a odtud usoudili, že v mnoha případech jde o obří molekulová mračna spíše než o mladé pulsary. Ze 170 neidentifikovaných zdrojů se totiž plných 74 nachází do galaktických šířkách do  $\pm 10^\circ$ . Nicméně většina zdrojů z katalogu EGRET není až dosud stále identifikována se známými astronomickými objekty. Koncem r. 2003 byly zveřejněny první vědecké výsledky z nové evropské družice pro studium záření gama **INTEGRAL**. Šlo celkem o 75 krátkých sdělení; z toho na čtyřech se podíleli čeští astronomové.

## 4. Mezihvězdná látka

Pokusné letadlo NASA typu SR-2 nasbíralo v zemské stratosféře ve výškách kolem 20 km vzorky prachu, v němž se podle rozboru novým typem iontové mikrosondy nacházejí též mikroskopická **zrnka hvězdného prachu**. Krystalky o rozměrech pod 500 nm mají izotopické složení odlišné od prachu z komety, takže poprvé v historii astronomie lze zkoumat složení mimosluneční látky takříkající in situ. Zatím bylo rozpoznáno 170 silikátových zrnek, pocházejících z červených obrů a 160 zrnek z hvězd chudých na kovy. Podle L. Colangeliho aj. jsou hlavní tuhou složkou mezihvězdného prostředí silikáty, tj. zvláště olivín, enstatit ( $Mg_2Fe_2Si_2O_6$ ) a pyroxeny obecně. Druhou složku pak představují sloučeniny uhlíku. Silikáty většinou kondenzují v amorfní formě, vzácněji však též jako krystalky. Nejvíce prachu dodávají do mezihvězdného prostoru červení obří na sklonku svého života.

Rozložení prachu v mezihvězdném prostoru lze na dálku odhalit jednak pomocí infračervených pozorování v pásmu  $10 - 20 \mu\text{m}$  a jednak v milimetrovém pásmu na frekvencích nad 100 GHz. K tomu cíli byla v únoru 2001 vypuštěna švédská družice **ODIN** s radioteleskopem o průměru 1,1 m, jejíž technické parametry popsal H. Nordh aj. Podle A. Hjalmarsona aj. družice až dosud prozkoumala rozložení vody, čpavku a molekulárního kyslíku napříč Galaxií, v oblasti galaktického jádra a v komáčích čtyř komet. Podle D. Williamse je *nejhojnější mezihvězdnou molekulou vodík a dále oxid uhelnatý* – toho je však v porovnání s  $H_2$  desettisíckrát méně. Nejtěžší prokázanou mezihvězdnou molekulou je  $HC_{11}N$ , jehož množství však činí pouhých  $10^{-11}$  zastoupení  $H_2$ .

M. Pound aj. zmapovali rozložení CO v proslulé temné mlhovině „**Koňská hlava**“ v Orionu pomocí milimetrové anténní soustavy BIMA na observatoř Hat Creek v Kalifornii. Mlhovinu poblíž hvězdy zéta Ori objevil vizuálně W. Herschel v r. 1811 a její temná silueta na okolním zářícím pozadí zdobí mnohé populárně-vědecké astronomické publikace. Na základě radiových měření se nyní ukázalo, že její úhrnná hmotnost představuje plných  $27 M_\odot$ .

Obří složený radioteleskop pro metrové vlny GMRT v indickém Khodadu posloužil J. Chengalurovi a N. Kanekarovi ke studiu rozložení **organických molekul** v jádře Galaxie. Ukázali, že samotné jádro o průměru 0,1 pc obsahuje aceton, metylformát a kyselinu acetátovou, ale především *acetaldehyd*, jenž je však rozprostřen až do vzdálenosti 5 pc od centra Galaxie v rádiovém zdroji Sgr B2. Podle D. Neufelda aj. jde o největší kondenzaci molekulového plynu a prachu v celé Galaxii. Jenom plyn v tomto obřím mračnu o průměru 30 pc má hmotnost  $4 MM_\odot$ . Pozorování submilimetrovou družicí SWAS potvrdila, že je o nejjasnější zdroj submilimetrového záření v celé Galaxii. Y. Kuan aj. tvrdí, že pomocí 12m mikrovlnného radioteleskopu NRAO na Kitt Peaku nalezli v mračnu Sgr B2 a též v mlhovinách v Orionu a Pastyři dokonce nejjednodušší aminokyselinu *glycin* ( $CH_2NH_2COOH$ ).

L. Dunneová aj. zjistili, že největším dodavatelem prachu v raném vesmíru jsou velmi hmotné hvězdy, které posléze vybuchnou jako **supernovy II. typu**. Měření aparaturou SCUBA na 15m radioteleskopu JCMT na Mauna Kea ukázala, že při výbuchu takové supernovy se rozmetá do okolí až  $4 M_\odot$  prachu, což je případ známé supernovy Cas A, která vybuchla někdy kolem r. 1680 a právě kvůli silnému pohlcování optického záření v prachové mlhovině nebyla ze Země pozorovatelná očima. Pozorování velmi vzdálených galaxií a kvasarů zřetelně poukazuje na jejich silné zaprášení – tyto objekty obsahují totiž až  $100 MM_\odot$  prachu.

## 5. Galaxie

### 5.1. Hvězdokupy

T. Blanc a J. Herrera ukázali, že po výbuchu novy či supernovy se šíří mezihvězdným prostorem **rázová vlna**, která při setkání s galaktickou mlhovinou vyvolá přeměnu mlhoviny na stovky až stamiliony hvězd, čímž vznikají **hvězdokupy**. Osamělé hvězdy vznikají vzácně; nejčastěji se tvoří ve dvojicích a potom ve vícenásobných soustavách. Některé konfigurace trojhvězd a čtyřhvězd jsou však nestabilní, takže z nich může případně uniknout osamělá hvězda; to je nejspíš i případ našeho Slunce. Z kulových hvězdokup s mimořádnou prostorovou koncentrací hvězd však mohou být katapultovány i dvojhvězdy, protože prakticky každá hvězda tam během své životní doby zažije těsná setkání s jinými objekty.

Nejdramatičtější jsou právě **těsná setkání** dvou dvojhvězd, což nezřídka vede i k vymrštění některé dvojhvězdy únikovou rychlosťí z hvězdokupy. Takovým případem může být podle I. Marabela a I. Rodriguese i prototyp rentgenových dvojhvězd objekt **Sco X-1** – nejjasnější mimosluneční rentgenový zdroj, objevený již r. 1963 pomocí detektoru na sondážní raketě. Jeho dráha vůči centru Galaxie je totiž velmi chaotická a v minulosti dvojhvězda dosáhla vzdálenosti až 4,3 kpc od hlavní roviny Galaxie – právě tam totiž sahá soustava kulových hvězdokup.

B. Gendre aj. využili rentgenové družice Newton ke studiu obří kulové hvězdokupy **omegaCentauri** (NGC 5139), která dosahuje celkové hmotnosti  $5\text{MM}_\odot$ . Předešlé rentgenové družice našli v této hvězdokupě přes 140 rentgenových dvojhvězd na ploše o úhlovém průměru 4,2. Družice Newton odhalila dalších 27 ještě slabších rentgenových zdrojů se zářivým výkonem nad  $1,3 \cdot 10^{24}$  W. Tyto zdroje se podařilo ztotožnit s kataklyzmickými proměnnými hvězdami, s rentgenovými dvojhvězdami o nízké hmotnosti složek a s těsnými dvojhvězdami typu RS CVn. Kupodivu ve hvězdokupě chybí milisekundové rádiové pulsary. T. Tsuchiya aj. a A. Mizutani aj. se dokonce domnívají, že tato hvězdokupa byla původně trpasličí galaxií o hmotnosti  $8\text{GM}_\odot$  a poloměrem 1,4 kpc, kterou naše Galaxie pohltila a přitom slapově „okousala“. Podle K. Bekkiho a K. Freemana zbylo z trpasličí galaxie jenom jádro o hmotnosti  $10\text{MM}_\odot$ , jež obíhá kolem centra Galaxie po výstředné dráze s pericentrem 1 kpc a apocentrem 8 kpc. M. West aj. objevili pomocí HST a Keckova dalekohledu asi 300 **intergalaktických kulových hvězdokup** do vzdálenosti 120 Mpc od naší Galaxie. Tyto objekty evidentně putují volně mezi galaxiemi a nakonec jsou některou galaxií pohlceny.

Družice Chandra posloužila L. Ho aj. ke stanovení horní meze rentgenového zářivého výkonu z centra kulové hvězdokupy M15 (Peg)  $6 \cdot 10^{25}$  W, čemuž odpovídá horní mez  $2\text{kM}_\odot$  hmotnosti případné černé díry v centru hvězdokupy. Podle různých náznaků mohou totiž kulové hvězdokupy obsahovat ve svém centru **intermediální černé díry** (IMBH) o hmotnostech řádu tisíců  $\text{M}_\odot$ , ale někteří autoři se domnívají, že toto tvrzení je zatím pochybné.

D. Hunter aj. se domnívají, že mimořádně hmotné **nadhvězdy** o hmotnostech až  $200\text{M}_\odot$  mohou být zárodkem budoucích minikup v nejmenších galaxiích. Krásným příkladem je **minikupa R136** ve Velkém Magellanově mračnu, kde na ploše o průměru 5 pc lze napočítat asi 120 velmi mladých hvězd o stáří do 2 milionů roků. Uvnitř kupy pozorujeme dodnes mimořádně hmotné hvězdy – ostatně právě tam vybuchla proslulá supernova 1987A.

S. Percival aj. kalibrovali pomocí přesné fotometrie hvězd tříd G a K trigonometricky určené **vzdálenosti otevřených hvězdokup** Plejády, Hyády, Praesepe a NGC 2516 (Car). Zjistili, že fotometrické a trigonometrické (HIPPARCOS) paralaxy navzájem dobře souhlasí pro hvězdokupy Hyády a Praesepe, které mají zhruba sluneční metalicitu, zatímco nesouhlas pro Plejády a NGC 2516 zřejmě souvisí s tím, že jejich metalicity jsou mnohem nižší než sluneční, ale to ještě neobjasňuje, proč závisí trigonometrická vzdálenost na metalicitě hvězd. B. Paczyński však upozornil, že kontroverzi kolem trigonometrické **paralaxy Plejád** se patrně podaří vyřešit díky objevu, že jasná hvězda Atlas ( $V = 3,6$  mag) je astrometrickou a současně i spektroskopickou dvojhvězdou s oběžnou dobou 291 dnů a výstředností dráhy  $e = 0,25$ . To umožní již brzy velmi přesně určit nezávisle na měřeních družice HIPPARCOS její vzdálenost.

Nový **katalog otevřených hvězdokup** v naší Galaxii sestavili N. Charčenková aj. Obsahuje celkem 401 hvězdokup s celkovým počtem minimálně 12,5 tis. hvězd. Jejich lineární rozměry jsou až třikrát větší, než se dosud uvádělo. Pro většinu hvězdokup známe jejich vlastní pohyby a pro 118 z nich známe i jejich vzdálenosti od Slunce. R. Gratton aj. se zabývali třemi **nejstaršími kulovými hvězdokupami** v Galaxii (NGC 6397 a 6752; 47 Tuc) a obdrželi pro ně po řadě stáří 13,9; 13,8 a 11,5 mld. let s chybou cca  $\pm 15\%$ . Tvrdí, že nejstarší hvězdokupy vznikly nejpozději 1,7 mld. let po velkém třesku. Podle R. de Grijse vznikají hvězdokupy zejména při srážkách galaxií, tj. takto vyvolaná *překotná tvorba hvězd je doprovázena i překotnou tvorbou kulových hvězdokup*.

### 5.2. Naše Galaxie

T. Ott aj. poukázali na fantastický pokrok v úhlovém rozlišení v bezprostředním okolí **černé veledíry** v centru Galaxie, což umožňuje sledovat protáhlé elliptické dráhy jasných hvězd, které veledíra rotuje s periodou 17 min., což je něco přes polovina maximální rotační rychlosti pro Kerrouvou černou díru, jejíž Schwarzschildův poloměr činí necelých 11 mil. km. Zcela jedinečná pozorování hvězdy S2 (sp. O9; hmotnost  $18\text{M}_\odot$ ) na jaře r. 2002 ukázala, že v tu dobu byla hvězda vzdálena jen 17 sv. hodin (123 AU) od veledíry a pohybovala se vůči ní oběžnou rychlostí neuvěřitelných 8 000 km/s, přičemž její oběžná doba dosahuje plných 15,6 r při výstřednosti dráhy 0,88! Díky pozorování vlastního pohybu a změn radiální rychlosti hvězdy S2 se F. Eisenhauerovi aj. podařilo určit trigonometrickou vzdálenost hvězdy i přilehlé veledíry ( $7,9 \pm 0,4$ ) kpc a rychlosť oběhu Slunce kolem centra Galaxie 221 km/s.

Dalekohled VLT s adaptivní optikou nyní dosahuje úhlového rozlišení 0,04", což ve vzdálenosti 8 kpc od nás představuje délku 1,6 světelného dne. Z radiových měření vychází poloha **dynamického centra Galaxie** (1746 – 2900) souhlasná s polohou rádiového zdroje Sgr A\* s chybou pod 0,002", tj. v lineární míře zhruba 2 světelné hodiny (14 AU). R. Genzel aj. zjistil, že infračervené záření zdroje je silně proměnné.

Tuto oblast snímkovala během téměř týdenní expozice rentgenová družice Chandra. Jak uvedli F. Baganoff aj., družice zobrazí-

la v okolí černé veledíry výtrysky sahající až do vzdálenosti 0,5 pc jakož i tři krátké záblesky poblíž horizontu událostí veledíry, svědčící o **epizodické akreci** látky do jíncu veledíry. Zářivý výkon v rentgenovém pásmu činí v klidu  $2,4 \cdot 10^{26}$  W, kdežto v záblescích je asi o řád vyšší, přičemž poloha zdroje souhlasí s polohou centra Galaxie s přesností 0,3". Četnost něco přes 1 záblesk denně a intenzita záblesků na úrovni  $10^{-8}$  kritické (Eddingtonovy) svítivosti však podle D. Porqueta aj. svědčí o tom, že *veledíra už pohltila co mohla a nyní pouze paberkuje*. F. Melia soudí, že černá veledíra dnes pohlcuje v průměru 1 hmotnost Měsíce ročně. Nicméně v bezprostředním okolí černé veledíry lze pozorovat na 2 tis. rentgenových zdrojů, které jsou udržovány akrecí látky na velmi hmotné hvězdy.

T. Alexander a M. Morris tvrdí, že velmi hmotné hvězdy na vysoce excentrických drahách kolem černých veledír představují **novou třídu hvězdných objektů**, které nazvali *squeezars*, tj. po česku nejspíš *stěsnary*. Vyznačují se nadsvítivostí vůči své hmotnosti, což způsobují silné slapy ve hvězdě, pokud má centrální veledíra hmotnost menší než  $100 \text{ M}_\odot$ . V tom případě je totiž slapový poloměr pro rozpad hvězdy větší než horizont událostí příslušné veledíry, takže hvězda se rozpadne dříve než je pohlcena veledírou na horizontu událostí. Podle modelových výpočtů má stěsnar o hmotnosti  $1 \text{ M}_\odot$  svítivost  $170 \text{ L}_\odot$  a efektivní teplotu 19 kK při oběžné době kolem veledíry 3600 r. Slapový ohřev a přibližování hvězdy k černé veledíře zničí hvězdu zhruba po 370 tis. let, kdy její oběžná doba klesne na 210 r a excentricita se přiblíží k jedné. Skutečně, v blízkosti centra Galaxie obíhá jednak hvězda S2 s již uvedenými parametry a jednak další hvězda se vzdáleností periastra 60 AU, oběžnou periodou 60 r a výstředností  $e = 0,98$ !

Y. Levin a A. Běloborodov se ovšem podivují tomu, že v blízkosti černé veledíry vůbec **hmotné hvězdy** vznikají, neboť by tomu měly spolehlivě zabránit slapové síly veledíry. Přitom v okolí centra Galaxie je takových hvězd přinejmenším deset a nemohly vzniknout dříve než před řadově 10 miliony lety; navíc jsou zde bez náhrady odsouzeny k rychlém zániku. Jak však ukázali D. Neufeld aj., z pozorování submilimetrovou družicí SWAS vyplývá, že **molekulové mračno Sgr B2** v centru Galaxie je vůbec největší kondenzací molekulového plynu a prachu v celé Galaxii, takže jde o nejsilnější mimosluneční zdroj submilimetrového záření na obloze. Při rozměru cca 30 pc obsahuje plné  $4 \text{ MM}_\odot$  chladného plynu – jen ho začít smršťovat...

Pozoruhodnou práci o počátečním rozložení (funkci) hmotnosti pro různé složky Galaxie uveřejnil G. Chabrier. Ukázal, že od raného vesmíru po současnost se *charakteristická hmotnost pro aktuálně vznikající hvězdy postupně snižuje* a v současné době je nejnižší pro hvězdy, vznikající v disku Galaxie, kde činí pouhých  $0,08 \text{ M}_\odot$ , avšak pro vícenásobné soustavy dosahuje  $0,2 \text{ M}_\odot$ . Četnost hvězd je srovnatelná s četností hnědých trpaslíků a činí 0,1 objektu na krychlový parsek. R. Wyseová porovnala modelové výpočty vývoje galaxií s podrobnostmi **struktury naší Galaxie**, kde máme nejpodrobnejší údaje z pozorování. Jestliže Galaxie pohltí trpasličí galaxii, tak ji sice slapově roztrhá, ale hvězdy trpasličí galaxie zůstávají ve svých původních drahách, takže je lze odhalit jako kinematické proudy i po miliardách let.

To se potvrdilo po objevu **trpasličí galaxie Sagittarius** v r. 1994, která se v pericentru přibližuje k centru naší Galaxie na vzdálenost pouhých 12 kpc a projevuje se v přehlídках jako kinematický hvězdný proud. S. Majewski aj. zjistili pomocí přehlídky 2MASS, že červení obří třídy M pronikají z této trpasličí galaxie až do blízkosti Slunce. Disk naší Galaxie se skládá ze dvou složek díky tomu, že se Galaxie v rané fázi vývoje setkala s jinou, jež měla jen pětinu její tehdejší hmotnosti. Tatáž přehlídka umožnila N. Martinovi aj. objevit v souhvězdí Velkého psa dosud **nejblížší trpasličí galaxii**, vzdálenou od centra Galaxie pouze 13 kpc a od Slunce jen 8 kpc a obsahující asi miliardu hvězd, mezi nimiž je hodně červených obrů.

Od r. 1996 se na oběžné dráze kolem Země nachází americká špiónážní družice MSX, sledující okolí Země ve středním infračerveném pásmu na vlnové délce  $8,3 \mu\text{m}$ . J. Bland-Hawthorn a M. Cohen si všimli, že družice bezděčně vykonala přehlídku Galaxie v tomto spektrálním oboru a z uvolněných údajů odhalili *výběžky v protilehlých směrech* z centra Galaxie, které zřejmě vznikly nedávno, tj. v posledních několika milionech let. Výběžky obsahují také prachová zrnka a polycylické aromatické uhlovodíky (PAH).

B. Yanny a H. Newbergová podobně jako A. Fergusonová aj. odhalili pomocí dokončené první čtvrtiny vícebarevné přehlídky SDSS 100° difúzní oblouk hvězd neobvyklé barvy na periferii Galaxie mezi souhvězdími Jednorožce a Andromedy. Všichni zmínění autoři se domnívají, že jde ve skutečnosti o část **difúzního prstence**, který obklopuje Galaxii ve vzdálenosti 18 kpc od centra. Velmi pravděpodobně jde o důkaz, že naše Galaxie kdysi pohltila trpasličí galaxii, která se proměnila v prsten na periferii dnešní Mléčné dráhy. Již dříve byly totiž dokonce dva takové prstence rozpoznány ve známé obří spirální galaxii M31 v Andromedě. A. Sternberg referoval o podobně překvapujícím objevu **žhavého ionizovaného plynu**, jenž obklopuje naši Galaxii. O objev se zašloužilo několik skupin badatelů, kteří využili přehlídka tvrdého ultrafialového a měkkého rentgenového pozadí družicemi FUSE a Chandra. Podle Sternbergova názoru vznikla z tohoto plynu o teplotě až 100 MK celá naše Galaxie i její bezprostřední sousedi.

Podle R. Lallementa aj. je také naše Slunce obklopeno **bublinou žhavého plynu** o teplotě 1 MK, jejiž průměr dosahuje 300 pc. A. Porrmasová aj. sestavili na základě pozorování v blízké infračervené oblasti **katalog mladých hvězdných skupin a hvězdokup** do vzdálenosti 1 kpc od Slunce. Medián pro skupiny hvězd mladších než milion roků činí 28 hvězd pro skupiny, ale 80% těchto hvězd se nachází v mladých hvězdokupách s více než 100 členy. Opět se však potvrzuje, že v Galaxii *vzniká naprostá většina hvězd ve skupinách, nikoliv izolovaně*. T. Sakamoto aj. určili hmotnost Galaxie z pozorování 11 satelitních galaxií, 137 kulových hvězdokup a 413 polních hvězd ve vzdálenosti do 10 kpc od Slunce. Do vzdálenosti 50 kpc od centra se nachází  $0,5 \text{ TM}_\odot$  a úhrnná hmotnost Galaxie vychází na minimálně  $1,8 \text{ TM}_\odot$ .

### 5.3. Místní soustava galaxií

G. Clementiniová aj. odvodili novou hodnotu vzdálenosti **Velkého Magellanova mračna** ze sledování proměnných typu RR Lyr; vyšlo jim 49,0 kpc a z pozorování polních červených hvězd obdrželi 48,3 kpc. Naproti tomu M. Salaris aj. dostali velké rozdíly ve vzdálenostech, určených na jedné straně pomocí hvězd hlavní posloupnosti (46,3 kpc) a na druhé straně pomocí polních červených hvězd (50,3 kpc). Přitom průměr ze všech zveřejněných moderních měření činí 50,5 kpc, ale skutečná chyba měření je dosud nepřijemně veliká a jako pověstná „první příčka“ výrazně ovlivňuje celý kosmologický žebřík vzdáleností.

Jednou z nejspolehlivějších metod pro určování vzdáleností blízkých galaxií je změřit vzdálenosti zákrytových dvojhvězd, které

jsou současně spektroskopickými dvojhvězdami. To se nyní podařilo T. Harriesovi aj. pro deset zákrytových dvojhvězd v **Malém Magellanově mračnu** a dostali odtud vzdálenost 60,0 kpc. K. Wilkemu aj. dokázali z dlouhovlnných infračervených měření družice ISO určit průměrnou teplotu prachu v této galaxii na 20,5 K a jeho úhrnnou hmotnost 0,4  $\text{MM}_\odot$ . Zářivý výkon soustavy v daleké infračervené oblasti dosahuje 85  $\text{ML}_\odot$  a tempo tvorby hvězd je nízké – pouze 15  $\text{mM}_\odot/\text{r}$ .

T. Brown aj. využili 84h expozice kamerou ACS HST k rozlišení 300 tis. hvězd v halu spirální **galaxie M31 v Andromedě** až do rekordní 30,7 mag. Zjistili, že tyto hvězdy jsou 6 – 13 mld. roků staré, na rozdíl od halových hvězd naší Galaxie, které jsou staré 11 – 13 mld. let. Autoři to objasňují tím, že M31 prodělala během té doby více srážek s blízkými trpasličími galaxiemi, které postupně pohlcovala. Konečně H. Bluhmovi aj. se zdařilo díky družici FUSE najít poprvé absorpční pásy *molekulárního vodíku* mimo Galaxii, a to ve čtyřech oblastech v galaxii M33 v Trojúhelníku.

## 5.4. Cizí galaxie

A. Dolphin aj. našli pomocí HST celkem 82 cefeid v nepravidelné galaxii **Sextans A** a odtud určili její vzdálenost 1,3 Mpc. R. Buda a M. McCall pozorovali týmž přístrojem obří eliptickou galaxii **Maffei 1**, která ve vzdálenosti 2,9 Mpc má absolutní hvězdou velikost –20,9 mag. Galaxie byla objevena teprve r. 1968, neboť její světlo je podle R. Fingerhuta aj. zeslabeno o 4,7 mag vinnou její polohy blízko hlavní roviny naší Galaxie. *Kdyby nebylo této extinkce, viděli bychom ji na obloze očima a zabírala by na nebi plných 20*. Galaxie má ve svém sousedství ještě dva průvodce: Maffei 2 a obří galaxii **IC 342**, ale tato trojice již neovlivňuje dynamiku Místní soustavy galaxií, neboť její těžiště je od nás vzdáleno 3,3 Mpc. Podle snímků z HST, které analyzovali I. Karačencev aj., obsahuje komplex nejméně 14 galaxií, které se soustředují kolem hlavních galaxií Maffei 1 a IC 342, přičemž obě centra jsou od sebe navzájem vzdálena 700 kpc. Jejich lineární poloměry jsou po řadě 112 a 322 kpc, zářivé výkony 30 a 34 (v jednotkách  $\text{GL}_\odot$ ) a poměry hmotnost/svítivost 10 a 24 (v jednotkách Slunce).

Neuvěřitelně vysokou vizuální extinkci 1000 mag (!) vykazuje podle O. Krauseho aj. obří infračervená **galaxie J15071+7247** (UMi;  $z = 0,2$ ), objevená v přehlídce družice ISO v daleké infračervené oblasti na 170  $\mu\text{m}$ . Přičinou tak velkého zeslabení je 500  $\text{MM}_\odot$  prachu uvnitř galaxie, která navíc obsahuje 29  $\text{GM}_\odot$  molekulárního plynu. Úhrnný zářivý výkon galaxie dosahuje 2  $\text{TL}_\odot$ ! F. Thim aj. našli pomocí VLT 12 cefeid ve velké spirální galaxii **M83** (NGC 5236; Cen) a odtud určili její vzdálenost 4,5 Mpc. To je mimořádně cenné, jelikož v této galaxii často vybuchují supernovy; naposledy supernova 1972E, takže takto se nyní dají kalibrovat jejich maximální svítivosti. D. Leonard aj. však neuspěli, když porovnávali vzdálenost galaxie **NGC 1637** (Eri), určenou pomocí cefeid (11,7 Mpc) a supernovy 1999em (7,9 Mpc).

Pravým rekordmanem v kadenci supernov je interagující galaxie **Arp 299** (UMa; 41 Mpc), kde za poslední desetiletí vybuchlo 5 supernov. S. Neffová aj. využili obřího radioteleskopu GBRT k rádiovému zobrazení husté kulové hvězdokupy poblíž centra těchto srážejících se galaxií s rozlišením 0,001". Lineární průměr hvězdokupy dosahuje 100 pc, avšak opticky ji nelze zobrazit, jelikož je zakryta spoustou prachu. A. Zezas aj. zjistili z rentgenových měření družice Chandra, že rentgenový zářivý výkon komplexu dosahuje  $4 \cdot 10^{34} \text{ W}$ , a že hvězdy v centru soustavy vznikají tempem až  $140 \text{ M}_\odot/\text{r}$ . Také infračervený zářivý výkon soustavy  $5 \cdot 10^{11} \text{ L}_\odot$  je úctyhodný.

C. Itoh aj. využili 10m Čerenkovova teleskopu CANGAROO II v Jižní Austrálii k objevu emise TeV záření gama z oblasti o průměru přes 20 kpc v galaxii **NGC 253** (Scl), vzdálen od nás 2,5 Mpc. Tato galaxie vykazuje epizodu překotné tvorby hvězd. W. Pietsch aj. v ní našli pomocí družice Chandra zákrytovou rentgenovou dvojhvězdu, což je první takový případ vně Místní soustavy galaxií. F. Aharonian aj. pozorovali záření gama o energii nad 730 GeV pomocí aparatury HEGRA na Kanárských ostrovech v letech 1998 – 99 u galaxie **M87** (Vir; 60 Mpc) se zářivým výkonem  $1 \cdot 10^{34} \text{ W}$ . Ukázali, že obdobné TeV záření gama dokážeme dnes zachytit od všech **blazarů** do vzdáleností, odpovídajících  $z = 0,13$ ; tj. zejména pro nejbližší blazary Mrk 421 a 501 ( $z = 0,03$ ).

Nejnovejším přírůstkem do této hubené sestavy je objekt **H1426+428** (Boo;  $z = 0,13$ ), pozorovaný týmiž autory v letech 1999 až 2002. Za tu dobu však intenzita TeV záření zdroje klesla 2,5krát. Ostatně rádová a rychlá (čtvrtřidinová) proměnnost TeV toku záření je pro dosud pozorované blazary charakteristická, jak též prokázala nezávislá pozorování novou TeV aparaturou na planině Yangbajing v Tibetu v nadmořské výšce 4300 m n.m.

N. Devereux aj. našli pomocí STIS HST černou veledíru o hmotnosti 70  $\text{MM}_\odot$  v centru galaxie **M81** (UMa; 3,7 Mpc). F. Rieger a K. Mannheim objevili podvojnou černou veledíru v jasném a blízkém ( $z = 0,034$ ) blazaru **Mrk 501** (Her), jejíž úhrnná hmotnost přesahuje 200  $\text{MM}_\odot$ . Další černou veledíru našli C. Tadhunter aj. v radiogalaxii **Cygnus A** ( $z = 0,056$ ); její hmotnost patří mezi rekordní –2,5  $\text{GM}_\odot$ . H. Netzer soudí, že nejhmotnejší černé veledíry přesahují 10  $\text{GM}_\odot$ , takže příslušné mateřské galaxie by měly mít hmotnost řádu 10  $\text{TM}_\odot$ , ale tak obézní galaxie dosud nikdo nepozoroval. Buď tedy hmotnost těchto veledér přečenujeme, anebo lineární vztah mezi hmotností centrální veledíry a hmotností celé galaxie v těchto extrémech selhává.

Značným překvapením se stalo zjištění A. Martela aj., že na kvalitním snímku ACS HST se proslulý prototyp kvasaru **3C-273** nachází 1,4" od centra mateřské galaxie! Rentgenová družice Chandra dokázala nalézt výtrysky horkého plynu z okolí černých veledér v jádřech radiogalaxií **3C-294** a **4C-41.17**, vzdálených od nás 3,6 Gpc. Ukazuje se, že tyto výtrysky sílí, když černá veledíra akreci roste, jenže výtrysky nakonec tuto akreci zastaví. Mimochodem, *akreci látky na černou veledíru jako zdroj záření kvasarů* navrhli již v r. 1964 nezávisle na sobě E. Salpeter a J. Zeldovič.

H. Sudou aj. zjistili pomocí VLBI, že radiogalaxie **3C-66B** (And;  $z = 0,0215$ ) obsahuje dvě černé veledíry o hmotnostech až 50  $\text{GM}_\odot$ , které kolem sebe obíhají v periodě 1,05 r a které zásluhou gravitačního vyzařování splynou nejpozději za 5 tis. let. S. Komossaová aj. odhalili pomocí družice Chandra existenci dvou černých veledér v blízké (120 Mpc) ultrasvítivé infračervené galaxii **NGC 6240** (Oph) o hmotnostech 10 – 100  $\text{MM}_\odot$ , jež jsou od sebe vzdáleny 1 kpc a obíhají kolem společného těžiště po spirále smrti vinou gravitačního vyzařování, takže se během několika set milionů roků slijí. Je zřejmé, že galaxie vznikla srážkou dvou menších galaxií a stane se vhodným cílem pozorování budoucí družice pro gravitační vlny LISA. M. Rees aj. využili těchto pozorování k důkazu, že za pozorovanou *precesi výtrysků* v jádřech galaxií jsou odpovědné právě takové podvojné černé veledíry. Po dle H. Kandrupa aj. slouží **binární černé veledíry** jako vynikající chaotické míchačky plynu v galaxiích.

Podle S. Hughese a R. Blandforda vede **slévání galaxií** ke snížení rychlosti rotace splynuvší černé veledíry, což je však v rozporu

s vypočítaným magnetohydrodynamickým průběhem splynutí obou původních černých veledér, takže brzdění vyvolává nějaký jiný mechanismus. Podobně se musí změnit i osa rotace výsledné černé velediry, což by se mělo projevit jako záhyb na výtryscích z okolí velediry. Jak ukázali T. di Matteová aj., v raném vesmíru ještě neplatí lineární vztah mezi hmotností černé velediry a hmotností galaktické výdutě; galaxie procházejí krátkou **epizodou kvasarů**, trvající jen nějakých 20 mil. let a černé velediry se přetahují o hmotu s rostoucí tvorbou hvězd, takže se nakonec zasytí. Akrece na černé velediry se nejvíce uplatňuje pro červené posuvy zv intervalu 4 – 5 a jejich růst končí pro  $z = 3$ .

V přehledovém článku C. Conseliceho autor tvrdí, že nejvíce hvězd vznikalo v galaxiích před více než 7 mld. let. V **raném vesmíru** se malé galaxie často srážely a splývaly do obřích eliptických galaxií, kde se dodnes vyskytuje největší část hvězdné složky vesmíru. *Kondenzační jádry pro zmíněné splývání byly chuchvalce skryté látky.* Prvotní malé galaxie mají roztočivé tvary, jak je patrné na snímcích z Hubblových hlubokých polí (HDF-N a -S) a nejčastěji podléhaly splývání už během první miliardy let po velkém třesku. Od té doby až do současnosti tempo splývání neustále klesá. Spirální galaxie mají kromě charakteristických ramen těž možně vyvinuté **centrální výdutě**, které poněkud připomínají eliptické galaxie. To prakticky znamená, že *galaxie se ve vesmíru tvoří mechanismem zezdola nahoru*, nikoliv přímým hroucením zárodečných oblaků prvotního plynu.

Podle R. Naeyeho přispívá k tomuto popisu **vývoje struktury vesmíru** zejména právě probíhající projekt GOODS, na jehož realizaci se přednostně podílejí souběžná pozorování tří velkých kosmických observatoří: HST, Chandra a nejnověji vypuštěná družice Spitzer. Kamera ACS HST totiž dokáže zobrazovat galaxie už od stáří 900 mil. let po velkém třesku. Z těchto pozorování podle B. Pangtera aj. a A. Koekemoera aj. jasně vyplývá, že prvotní **tempo tvorby hvězd** v době 1,0 mld. let po velkém třesku do stáří 1,5 mld. let vzrostlo třikrát a na této maximální úrovni se udrželo až do stáří téměř 7 mld. let. Třetina hvězd vznikla před více než 8 mld. let. Před 7 mld. let však tempo vznikání hvězd náhle kleslo na pouhou desetinu zmíněného maxima.

J. Stevens aj. dospěli na základě měření v submilimetrovém spektrálním oboru aparaturou SCUBA JCMT k závěru, že v raném vesmíru se zopakovalo více epizod **překotné tvorby hvězd**, což je dobré patrné na strukturu velmi hmotných galaxií, které se nacházejí v centru největších kup galaxií a obsahují převážně velmi staré populace hvězd. A. Tutukov se domnívá, že dobrým indikátorem překotné tvorby hvězd v nejvzdálenějším vesmíru jsou i **dlouhé zábleskové zdroje záření gama** (GRB), protože vznikají z velmi hmotných hvězd s krátkou dobou života. Jejich předchůdci jsou nejspíše rentgenové dvojhvězdy s vysokou hmotností složek, které snadno vznikají právě v epizodách překotné tvorby hvězd.

Družice Chandra našla v raném vesmíru **mocné rentgenové zdroje**, které nemají žádný optický protějšek. Podle všeho jde o pravě akrece velkého množství látky na prvotní černé velediry, tj. jde o předchůdce kvasarů. Pravě probíhající srážku galaxií představuje podle A. Fabiana aj. kupa galaxií **Perseus A** (NGC 1275; 100 Mpc), kde pozorujeme z boku spirální galaxii, do níž vniká obří eliptická galaxie vzájemnou rychlostí 2600 km/s. Na rentgenových snímcích družice Chandra jsou na dvou protilehlých výtryscích z černé velediry patrné kruhové **akustické vlny** v plunu o teplotě 50 MK, vzdálené od sebe řádově desítky tisíc světelných let, tj. jejich zdroj má periodu řádu 10 mil. let (a tedy nesmírně nízkou frekvenci plných 57 oktáv pod jednočárkováním C!). Tím ztrácejí černé velediry ze svého okolí energii, která v každém výtrysku odpovídá výbuchu 100 mil. supernov! *Nejde tedy o žádny libozvuk, nýbrž o nesnesitelný pekelný rachot.* Autoři soudí, že právě touto cestou se ohřívá na vysoké teploty intergalaktický plyn, objevený rovněž družicí Chandra.

Dalším krásným příkladem složité interakce mezi galaxiemi je proslulý **Stephanův kvintet** (Peg), objevený E. Stephanem již r. 1877. Nyní se na něj zaměřila rentgenová družice Chandra a tak se ukázalo, že kvartet (nejjasnější galaxie NGC 7320 se do daného směru promítá, ale má téměř o řád menší červený posuv, takže je mnohem blíže) je ponoren do rozsáhlého oblaku plynu, který si jednotliví členové kvarteta navzájem vytrhaly. Z tohoto materiálu tam nyní vzniká spousta nových hvězd. Jasná spirální galaxie NGC 7318B (14 mag) naráží na ostatní členy skupinky supersonickou rychlosť.

M. Drinkwater aj. objevili při přehlídce 2dF u 3,9m dalekohledu v kupě galaxii Fornax novou populaci **trpasličích kompaktních galaxií** jen o 3 mag jasnějších, než jsou běžné kulové hvězdokupy. J. Turner aj. zkoumali nepravidelnou trpasličí galaxii **NGC 5253** (Cen; 3,8 Mpc) s překotnou tvorbou hvězd. Pomocí Keckova spektrografova NIRSPEC v ní objevili supermlhovinu o hmotnosti 1  $\text{MM}_\odot$ , která obsahuje asi 700 tis. hvězd v mladé kompaktní kulové hvězdokupě o poloměru nanejvýš 2 pc. Jde o obří obdobu hvězdokupy R136 resp. komplexu 30 Dor ve Velkém Magellanově mračnu.

R. Kaldare aj. využili vícevláknového spektrografova u obří Schmidtovy komory UKST k přehlídce **nadkop galaxií** v souhvězdí Hydry v prahu o rozměrech  $70^\circ \times 10^\circ$ , který zahrnuje směr pohybu Místní soustavy vůči reliktnímu záření (apex má souřadnice  $l = 236^\circ$  a  $b = +30^\circ$ ; tzv. Velký poutač  $l = 309^\circ$  a  $b = +18^\circ$ ). Přehlídka zahrnula celkem 4600 galaxií jasnějších než 16,7 mag; z toho k nadkopám patřilo přes 3100 galaxií.

G. Kauffmannová aj. získali z první pětiny přehlídky SDSS podklady k popisu **vznikání hvězd a struktury galaxií** s malými červenými posuvy a jasností větší než 17,8 mag. Vzorek obsahuje údaje o 122 tis. galaxiích. Průměrná blízká galaxie má hmotnost 50  $\text{GM}_\odot$  a poloměr 3 kpc. Galaxie I. populace zažily nedávno epizodu překotné tvorby hvězd, zatímco galaxie II. populace obsahují výhradně staré hvězdy. Hvězdy I. populace mají obecně menší celkovou hmotnost do 30  $\text{GM}_\odot$ , nízkou plošnou jasnost a malou koncentraci látky v centru. O epizodách překotné tvorby hvězd v galaktickém halu rozhoduje spíše plošná hustota látky a její fluktuace než celková hmotnost galaxie. Jakmile hmotnost galaxie překročí jistou mez, tvorba hvězd v ní ustává, takže *nejsvítivější galaxie už prakticky netvoří nové hvězdy*. To je patrně důvod, proč stále platí jednoduchá **Hubblová klasifikace**, která byla založena na pozorování největších a nejsvítivějších galaxií. **Fluktuace plošné jasnosti** galaxií umožňuje dle M. Cantiella aj. určit nezávisle vzdálenost, stáří a chemické složení galaxií do 150 Mpc od nás, kde chyba určení nepřesáhne 10%. Touto metodou zkoumali již 300 galaxií a dostali rozsah stáří 5 – 15 mld. let a metalicitu od 1/200 do 2násobku metalicity Slunce.

A. Fridman a O Choružij ukázali, že současné výkonné pozorovací metody dokázaly odhalit velké množství **strukturálních charakteristik** galaxií. Pozorujeme v nich obří viry, pomalu se pohybující příčky, oscilující struktury ve spirálních ramenech i chaotické proudění a kolektivní jevy. V centrálním parseku galaxií se vyskytují minispirály a turbulence. V diskových galaxiích vidíme spirální hustotní vlny a jejich nelineární interakce s plymem v disku, velkorozměrovou konvekci a pochopitelně i deterministický chaos.

Do soutěže o nalezení co možná nejvzdálenějších objektů velmi raného vesmíru vstoupil dle K. Kodairy aj. obří japonský dalekohled **Subaru**, který pozoroval emisní čáry Ly-alfapro 73 objektů v hlubokém poli o ploše 814 čtv. minut. Čára je vlivem rozpínání vesmíru posunuta až do blízké infračervené oblasti a autoři zde našli dvě rekordně vzdálené galaxie se  $z = 6,54$  resp.  $6,58$ , což odpovídá *epoše reionizace na konci šerověku vesmíru* necelou miliardu let po velkém třesku. Podobně J. Cuby aj. ohlásili objev **galaxie 0226-04** (Cet), pozorované dalekohledy CFHT a VLT, jejíž  $z = 6,17$ . M. Lehnert a M. Bremer objevili pomocí VLT v malém zorném poli celkem 6 galaxií mladších než 100 mil. roků, jejichž červené posuvy zpokrývají interval 4,8 – 5,8; vesmír byl v té době desetkrát mladší než dnes.

V rentgenovém pásmu je podle D. Alexandra aj. nejhlubší přehlídkou **pole CDF-N**, v němž družice Chandra snímkovala po dobu více než 23 dnů (to je patrně absolutní astronomický rekord!) objekty v energetickém pásmu 0,5 – 8 keV na ploše 448 čtv. minut v oblasti, která zahrnuje i mnohem menší (5,3 čtv. minuty) optické pole HDF-N. V poli CDF-N se podařilo rozlišit přes 500 rentgenových zdrojů.

## 5.5. Kvasary a aktivní jádra galaxií

D. Sluse aj. hledali případné **páry kvasarů**, tj. objekty, jejichž obrazy nejsou rozštěpeny efektem gravitační čočky. Zatím existuje jen jediný takový pár **Q1548+114 A,B** (Ser) s úhlovou vzdálostí složek 4,8", který objevili E. Wampler aj. v r. 1973. Červené posuvy složek zde nápadně liší (0,44 a 1,9), takže vzniká otázka, zda jde o náhodné promítání dvou nesouvisejících objektů do tak blízkého směru, anebo o nekosmologickou povahu červeného posuvu pro druhý z nich. Na snímku z HST totiž není patrné gravitační rozštěpení obrazu kvasaru B, které bychom měli očekávat, pokud je kvasar B v podstatně větší vzdálenosti než A. Podobně G. Burbidge zjistil, že Seyfertova galaxie **NGC 6212** (Her;  $z = 0,03$ ), vzdálená od nás 150 Mpc, je obklopena celkem 42 kvasary s nejrůznějšími hodnotami červených posuvů zod 0,03 do 2,53. Rovněž M. Burbidgeová aj. upozornili na podobný výskyt 17 tvrdých rentgenových zdrojů v okolí galaxie **M82**. Když pořídili optická spektra 6 zdrojů, dostali červené posuvy zv intervalu 0,11 – 1,09. Přitom již dříve bylo v okolí M82 objeveno dalších 9 kvasarů se z 0,11 – 2,05. To vše klade otázkou, zda aspoň část červeného posuvu těchto objektů nemá *jiný původ než kosmologický*? Důsledky takového kaciřství lépe ani nedomýšlet...

Koncem září 2003 odhalila aparatura SuperMACHO nečekaná zjasňování **kvasaru 0513-7022** (Men) z klidové hodnoty  $V,R = 22,2$  mag až na 19,4 mag o čtvrt roku později. V podrobných spektrech kvasaru byly objeveny spektrální čáry s profily P Cyg, které odpovídají výbuchu o rychlosti 1600 km/s. F. Bertoldi aj. objevili pomocí přehlídky SDSS mateřskou galaxii **kvasaru 1148+52** (UMa;  $z = 6,42$ ), v níž se nachází 20  $GM_{\odot}$  chladného (100 K) molekulárního vodíku. To znamená, že ve věku 840 mil. let po velkém třesku zde podle F. Waltera aj. jednak rychle rostla hmotnost černé veledíry v centru galaxie až na  $1 GM_{\odot}$ , ale též překotně vznikaly hvězdy tempem  $3000 M_{\odot}/r$ . Ve spektru kvasaru byly však objeveny i pásy CO a A. Barthem také čáry Fe. Odtud vyplývá hmotnost černé veledíry dokonce  $4 GM_{\odot}$  a dále skutečnost, že předchůdci supernov Ia, které obohatily prostředí kvasaru těžšími prvky, vznikaly velmi záhy; rozhodně pro  $z > 10$ ! Podobně C. Willott aj. odvodili ze spektra kvasaru, že hmotnost příslušné černé veledíry činí  $3 GM_{\odot}$  a absolutní hvězdná velikost objektu dosahuje  $-27,8$  mag ( $6 TL_{\odot}$ )!

R. Barkana a A. Loeb našli **kvasary SDSS 1122-0229** (Crt;  $z = 4,8$ ) a **1030+0524** (Sex;  $z = 6,3$ ), které jsou obklopeny prvními galaxiemi, vzniklými během první miliardy let po velkém třesku. Podle profilů spektrálních čar je vidět, že halo skryté látky kolem první galaxie obsahuje  $2,5 TM_{\odot}$  a halo druhé galaxie dokonce  $4 TM_{\odot}$  skryté látky. Absorpční čáry ve spektru kvasarů navíc ukazují, že galaxie akreovaly plyn z okolí tempem 1300, resp.  $2900 M_{\odot}/r$ , takže se stačily utvořit během 300, resp. 900 mil. let. Počet kvasarů se  $z > 6$  tak dle X. Fana aj. stoupal na šest. C. Shields potvrdil *platnost lineárního vztahu mezi hmotností černé veledíry a hmotností výdutě galaxie* také pro kvasary.

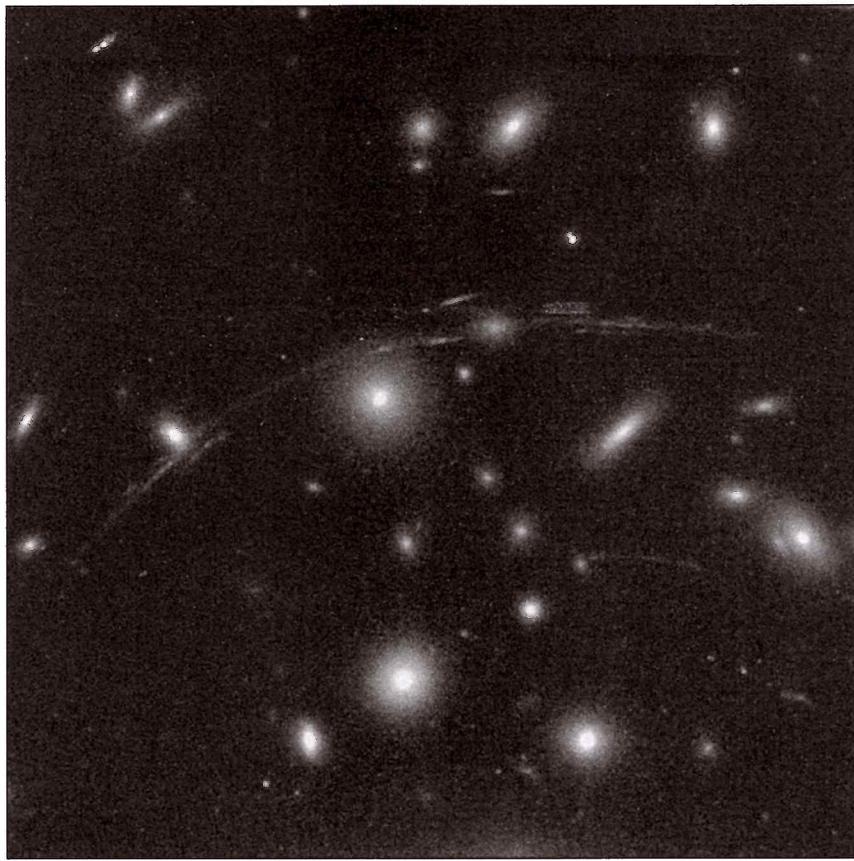
M. Haas aj. využili vzorku 114 kvasarů z přehlídky Palomar-Green a pomocí družice ISO a mikrovlnných radioteleskopů IRAM a JCMT zobrazili jejich **energetické spektrum** v pásmu od 5 – 200  $\mu\text{m}$  (v současně soustavě spjaté s kvasarem). Našli tak *empirickou posloupnost*, která začíná chladnými ultrasvítivými infračervenými galaxiemi (ULIRG), dále pokračuje teplými ULIRG, mladými kvasary a vyvinutými kvasary s prstenci, načež končí slábnoucím infračerveným zářením starých kvasarů a vyhaslými kvasary.

M.-P. Véronová a P. Véron uveřejnili koncem r. 2003 již **XI. vydání katalogu parametrů kvasarů a aktivních jader galaxií** (AGN), které obsahuje bezmála 49 tis. kvasarů, přes 15 tis. AGN (z toho téměř 11 tis. Seyfertových galaxií) a téměř 900 blazářů. Za poslední dva roky se tak počet známých kvasarů prakticky zdvojnásobil, což je především zásluha nových přehlídek oblohy (SDSS, 2dF, 2MASS).

## 5.6. Gravitační čočky a mikročočky

Kamera ACS HST pořídila během 13h expozice v červnu 2002 zatím nejlepší (pětkrát citlivější a dvakrát ostřejší) snímek kupy galaxií **Abell 1689** (Vir; 675 Mpc), která sloužila jako mohutná gravitační čočka o průměru 600 kpc v optické soustavě, kde HST je okulárem... Snímek kromě proslulých svítících oblouků (je jich desetkrát více než na předešlých snímcích a mohou pomoci mapovat strukturu skryté látky) a Einsteinových prstýnků zaznamenal také 3 velmi vzdálené ( $z = 6$ ) galaxie, ačkoliv statisticky jich mělo být 25. Hmotnost kupy odtud vychází na  $1500 TM_{\odot}$ .

Prototyp gravitačních čoček, rozštěpený **kvasar 0957+561 A,B** (UMa) posloužil W. Colleymu aj. k měření zpoždění signálů podél obou trajektorií od obrazů A a B. Měření změn jasnosti složek se účastnilo celkem 12 hvězdáren, takže výsledné zpoždění 417 dnů je zatím nejpřesnější a může proto dobře pomoci při nezávislé měření Hubblových konstant rozšíření vesmíru. Naproti tomu rozbor starších pozorování za léta 1992 – 97 dává podle J. Ovaldsena aj. podstatně vyšší hodnotu 425 dnů. Velmi uspokojivý výsledek však poskytlo sledování zpoždění signálů u **čtyřlístku B1608+656** (Dra). L. Koopmans aj. našli zpoždění pro tři dvojice obrazů v intervalu od 32 do 77 dnů a odtud za předpokladu platnosti standardního kosmologického modelu obdrželi  $H_0 = (75 \pm 6)$  km/s/Mpc.



Kamera ACS HST pořídila během 13h expozice v červnu 2002 zatím nejlepší (pětkrát citlivější a dvakrát ostřejší) snímek kupy galaxií Abell 1689 (Vir; 675 Mpc), která sloužila jako mohutná gravitační čočka o průměru 600 kpc v optické soustavě, kde HST je okulárem.

B. Pindor aj. sestavili algoritmus pro **vyhledávání gravitačně čočkovaných kvasarů** v přehlídce SDSS. Algoritmus najde všechny dvojice s poměrem jasností menším než 1:10 a separaci 0,7 – 1,5". Tímto způsobem zatím našli 13 kandidátů na gravitační čočky mezi více než 5100 kvasary, takže jen 4 promile kvasarů jsou čočkovány. Podobné hledání v rádiovém oboru spektra na frekvenci 8,4 GHz pomocí anténní soustavy VLA přineslo podle S. Myerse aj. celkem 16 nových gravitačních čoček z pozorování téměř 14 tis. rádiových zdrojů v letech 1994 – 99. Podle I. Browneho aj., kteří si vybrali u téže VLA pásmo 5 GHz, připadá jedna čočka na 690 zkoumaných zdrojů. Celkem tak studovali 22 čoček, z nichž bylo 9 se dvěma a 9 se čtyřmi obrazy. Zdroj **B1359 + 154** (Boo) obsahuje dokonce 6 bodových obrazů téhož kvasaru.

Kuriozitou dle J. Wina aj. je **kvasar PMN J0134-0931** (Cet), zobrazený pateronásobně v optickém i rádiovém oboru spektra párem gravitačních čoček – spirálních galaxií se  $z = 0,76$  a úhlovou roztečí jen 0,4". Snad ještě větší raritou je objev R. Fosburyho aj., že **kupa galaxií v souhvězdí Rysa** ( $z = 3,36$ ) je čočkována bližší kupou galaxií se  $z = 0,5$ . Studium úkazu HST, Keckovým dalekohledem a družicí ROSAT přinesla pozoruhodné výsledky, protože vzdálená kupa je zesílena až o řád a dává tak nenahraditelné poznatky o stavu vesmíru v době asi 2 mld. let po velkém třesku. Jenom v jednom svítícím oblouku se nachází asi milion extrémně horkých (100 kK) modrých hvězd. Přebytek křemíku ve spektru svědčí o výskytu velmi hmotných hvězd I. generace s hmotnostmi 140 – 260  $M_{\odot}$  a následné překotné tvorbě hvězd II. generace. Prakticky totéž zjistili P. Solomon aj. při studiu rozložení CO a HCN ve **čtyřlístku H1413 + 117** (Boo;  $z = 2,56$ ) pomocí soustavy VLA. Mateřská galaxie kvasaru obsahuje  $10 GM_{\odot}$  hustého plynu, z něhož se překotně tvoří hvězdy tempem  $1000 M_{\odot}/r$ . Svítivost galaxie je srovnatelná s ULIRG, ale zásoba plynu se vyčerpá během několika desítek milionů roků.

D. Sluse aj. našli **kvasar 1RXS J1131-1231** (Hya;  $z = 0,66$ ), zobrazený jako Einsteinův prsten mezilehlou elliptickou galaxií se  $z = 0,30$ . Díky příznivé konfiguraci je obraz kvasaru zesílen 50krát na 16,6 mag, takže jeho zařazení mezi kvasary patrně neobstojí; spíše jde o aktivní galaktické jádro typu Seyfert 1. V každém případě kvalita zobrazení a relativní blízkost objektu dává velké možnosti pro podrobná měření. Konečně J. Wamgass aj. odhalili gravitačně čočkován kvasar **SDSS J1004+4112** (LMi;  $z = 1,73$ ) s **rekordní roztečí složek 14,6"**, což je dvojnásobek dlouholetého rekordu. Podle N. Inady aj. mají 4 obrazy kvasaru jasnosti 18,7 – 20,7 mag a mezilehlá gravitační čočka má  $z = 0,68$ .

Celkový počet optických a radiových čoček tak dosáhl 80. Z každých 700 radiově hlučných kvasarů je právě jeden čočkován. S. Casertano aj. uvedli, že na snímcích WFPC HST z náhodně vybraných polí lze měřit tzv. **slabé gravitační čočkování**, které se projevuje nepatrnou deformací obrazů středně vzdálených galaxií, vznikající na fluktuacích hustoty skryté látky. Další zpracování tohoto úkazu připomíná metodu měření fluktuací reliktního záření, která slouží k určení kosmologických parametrů a struktury hmoty v raném vesmíru. Předností optické metody je přirozeně vysoká úhlová rozlišovací schopnost řádu desítek obl. vteřin v porovnání s měřeními v pásmu mikrovln. B. Scott Gaudi aj. upozornili na zajímavé využití sledování gravitačních mikročoček při měření **úhlových průměrů hvězd**. Pokud totiž dokážeme sledovat jasnost kaustiky při pohybu čočkované hvězdy s přesností na několik %, lze tak měřit úhly řádu mikrovteřin. Zatímco sledování gravitačních mikročoček v galaktické výduti, popř. ve Velkém Magellanově mračnu, je už standardem, novinkou je projekt sledování mikročoček ve **výduti galaxie M31** v Andromedě, nazvaný *Wendelstein Calar Alto Pixel lensing Project*. Jak uvedli A. Riffeser aj., první výsledky jsou více než překvapující: první dvě mikročočky jevily maximální zjasnění  $10\times$  a  $64\times$  a trvaly 1,7 a 5,4 dnů. Odtud totiž vyplývají hmotnosti čoček  $0,08$  a  $0,02 M_{\odot}$ , takže jde zřejmě o hnědé trpaslíky!

ličných vlnových dĺžkach: vo viditeľnom i infračervenom svetle, ale najmä v röntgenovej oblasti.

Astronómovia iba odhadujú, koľko kvazarov je vo vesmíre. Štandardnou metódou odhadu ich počtu je meranie röntgenového pozadia kozmu. Kvazary sú najintenzívnejším zdrojom röntgenového žiarenia v celom vesmíre. Spracovaním údajov meraním röntgenového pozadia kozmu možno predpovedať celkový počet kvazarov.

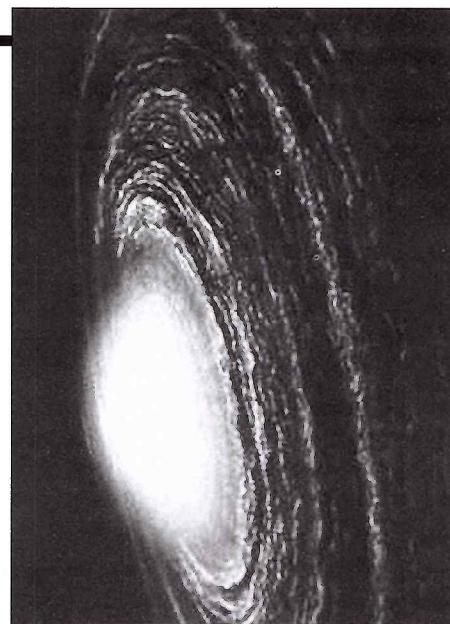
Štúdium kvazarov optickými a röntgenovými dalekohľadmi však prinieslo prekvapujúci poznatok: ukázalo sa, že kvazarov je v súčasnom vesmíre menej, ako by ich malo byť. Vedci si to vysvetlili tým, že väčšinu kvazarov začľaňa prach a plyn. Ide o prachoplynové oblaky v hostiteľských galaxiách, ale často sa stáva, že poloha kvazaru voči pozemskému pozorovateľovi je taká, že štúdium znemožňuje prachoplynový disk.

Až supercitlivé infraprstroje na palube vesmírneho dalekohľadu Spitzer potvrdili hadovy astronómov. Na nepatrnom štvorčeku oblohy objavili vedci 21 takýchto kvazarov.

„Ak extrapolujeme počet kvazarov, objavených v tomto políku ‘zvyškom oblohy’, získame počet kvazarov v celom vesmíre,“ vráví Mark Lacy zo Spitzerovo vedeckého centra v Caltechu.

Otvor umožní astronómom vytvoriť si presnejší obraz o tom, ako a kde sa kvazary sformovali. Dešať z 21 Spitzerom objavených kvazarov hniezdi v centre vyzretých, obrovských elliptických galaxií. Zvyšok konzumuje hmotu mladých, prachom naplnených galaxií, v ktorých sa húfne formujú hviezdy.

Nature



solárneho vetra a z neho i intenzitu žiarenia protoSlnka. Zistili, že jeden z izotopov síry v meteoritech IIS indikuje prítomnosť „fotochemických reakcií v mladej slnečnej hmlovine“. Inými slovami už protoSlnko žiarilo tak intenzívne, že dokázalo podniesť chemické reakcie.

Astronómovia sú presvedčení, že slnečná hmlovina sa sformovala pred 5 miliardami rokov, keď prachoplynový oblak, pravdepodobne po náraze rázovej vlny, vygenerovanej výbuchom nedalekej hviezdy zhustol a pôsobením vlastnej gravitácie skolaboval. Sformovalo sa protoSlnko a okolo neho masívny protoplanetárny disk, v ktorom sa začali formovať planetárne telesá. ProtoSlnko ďalej nabálovalo hmotu, rástlo, stávalo sa čoraz horúcejším, až sa napokon premenilo na mladú hviezdu. V tomto štadiu duli od Slnka horúce vetry elektricky nabité atómov, ktoré zvyšky hmloviny rozfúkali za hranice Slnečnej sústavy.

Materiál, z ktorého sa sformovali planéty, mesiacce a väčšina asteroidov, sa pod vplyvom vysokej teploty premenil, takže sa v ňom nemohli zachovať dôkazy o vývoji slnečnej hmloviny. Niektoré primitívne meteority však touto premenou neprešli. Tvorí ich materiál, ktorý sa nezmenil od chvíle, keď protoSlnko vyfúkalo materiál z centra slnečnej hmloviny pred viac ako 4,5 miliardami rokov.

Thiemens tvrdí, že technika, pomocou ktorej zistili, že už protoSlnko intenzívne žiarilo, umožňuje určiť aj to, kedy a kde sa rozličné prvky v horúcom vatre vytvorili: „Minerál po mineráli podrobne preskúmame, a tak zistíme, krok za krokom, ako vznikal materiál, z ktorého sa sformovala naša Slnečná sústava.“

UCSD Press Release a Science

## Rázova vlna supernovy SN 1987 narazila na hviezdnu bublinu

Najznámejšou supernovou posledných desaťročí je bezpochyby SN 1987A, ktorá explodovala vo Veľkom Magellanovom oblaku. Ešte pred explóziou umierajúca hvieza generovala silný hviezdny vektor, ktorý v okolitej priestore, vyplnenom chladnejším plynom vytvoril veľkú bublinu. Po výbuchu supernovy sa rázová vlna (šíriaca

sa oveľa väčšou rýchlosťou ako vetry, hrnúce pred sebou studený prach a plyn) začala k okraju bubliny približovať. Astronómovia s napäťom čakali, čo sa po náraze stane. Satelit Chandra túto kolíziu zachytil.

Chandra poskytla nové údaje o horúcom prstenici, šíriacom sa od hviezdy, ktorá pred 18 rokmi explodovala. Z údajov sa dá vyčítať správanie hviezdy pred explóziou, ale aj zjasnenie prstenca po kolízii rázovej vlny s okrajom bubliny.

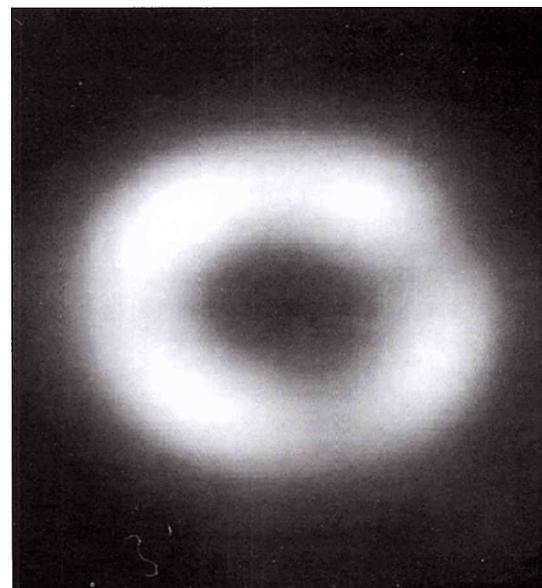
SN 1987A vybuchla vo Veľkom Magellanovom oblaku, 160 000 svetelných rokov od Zeme. Vzplanutie sa dalo pozorovať aj voľným okom, bolo to najjasnejšie vzplanutie supernovy na našej oblohe v priebehu posledných 400 rokov. Astronómovia za progenitora označili modrého hviezdneho superobra Sanduleak (SK-69), ktorý bol 20-krát hmotnejší ako Slnko.

Scénár evolúcie hviezdy SK-69, zostavený z pozorovaní vo viditeľnom, ultrafialovom a röntgenovom svetle, je vzuľujúci: Sanduleak sa sformoval pred 10 miliónmi rokov z tmavého, hustého oblaku prachu a plynu. Zhruba pred miliónom rokov sa začali z vyhárajúcej a preto čoraz menej hmotnej hviezdy odľupovať vrstvy obálky a slabý hviezdny vektor sformoval okolo hviezdy veľký, okrúhly oblak plynu. Ešte pred explóziou silnejúci hviezdny vektor vyfúkol poslednú horúcu vrstvu, pričom expanzia horúceho plynu vyhíbila v chladnejšom plyne veľkú dutinu.

Intenzívne ultrafialové žiarenie ožiarilo okraje tejto dutiny, a tým ho zviditeľnilo. Prvé snímky žiaraceho prstenca získal Hubbleov dalekohľad. Vzápäť explózia supernovy vygenerovala rázovú vlnu, ktorá sa začala šíriť v dutine na všetky strany.

Satelit Chandra už v roku 1999 túto rázovú vlnu detegoval. Astronómovia s napäťom čakali, kedy rázová vlna dobehne pomaly sa šíriaci oblak hutejšieho plynu, materiálu, ktorý postupne vyvrhol val umierajúca hvieza. Vedeli, že kolízia sa prejaví dramatickým náramstom röntgenového žiarenia. Najnovšie údaje z HST a satelitu Chandra potvrdili, že očakávaná udalosť už nastala.

Chandra X-Ray Observatory Press Release



Vo viditeľnom svetle vidíme kolíziu ako náhradník zhotovený z diamantov. Na snímkach z Chandry v röntgenovej oblasti vidíme obojok plynu zohriateho na mnoho miliónov stupňov.

# Nový typ složených elementárních částic – pentakvarky – konečně prokázán?

„Tři kvarky pro Pána.“

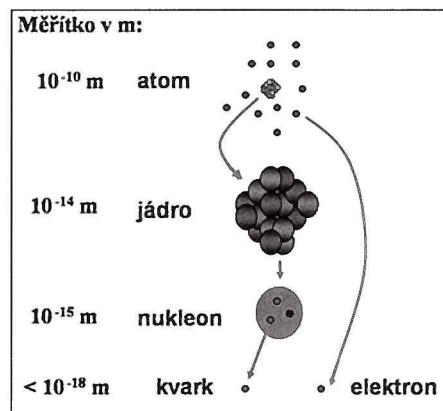
J. Joyce: „Plačky nad Finneganem“

Celá pestrost našeho okolí i nás samotných je vytvořena z atomů, které elektromagnetická interakce váže do jednoduchých i velmi komplikovaných molekul. Atomy se skládají z elektronů v atomovém obalu a atomového jádra, ve kterém je shromážděna téměř veškerá hmota atomu. Jádro je tvořeno dvěma druhy častic – protony a neutrony. Ty jsou v něm drženy pohromadě jadernou silou, za níž stojí tzv. silná interakce. Kromě protonů a neutronů existuje velké množství dalších častic. Většinou však neexistují v normálních podmínkách. Vznikají budou interakcemi kosmického záření s velmi vysokou energií s atomy v atmosféře, nebo je musíme připravit uměle pomocí urychlovače. Všechny časticice, na které působí silná interakce, se označují jako hadrony (částice hmoty, na které silná interakce nepůsobí, se nazývají leptony a patří mezi ně například elektron). Dnes víme, že hadrony jsou složené z ještě elementárnějších častic – kvarků. Doposud jsme znali jen dva typy hadronů. Baryony, které se skládají z trojice kvarků (případně antikvarků) a mezony, které se skládají z kvarku a antikvarku. Nejlehčími baryony jsou právě protony a o trochu těžší neutrony. Nejlehčími a prvními objevenými mezonami jsou mezony  $\pi$ , jejichž výměna je podstatou jaderné síly.<sup>1</sup>

Kvarkový model častic, který hadrony popisuje, je současně podobně nevylučuje existenci exotických „mezonů“ či „baryonů“ složených z více než tří kvarků. Dokonce byly tyto systémy předpovězeny již před dlouhou dobou. I když se již v minulosti několikrát objevily zprávy o pozorování takových objektů, nebyly až donedávna experimentálně nalezeny žádní věrohodnější kandidáti na uvedené časticice. V posledních letech však vědci z několika experimentů v různých laboratořích ohlásili, že s vysokou pravděpodobností takový nový typ hadronů objevili a zdá se, že citát z knihy J. Joyce v záhlaví článku, z kterého Murray Gell-Mann převzal název pro časticice tvořící hadrony, by se měl trochu opravit. Tedy „nejen tři kvarky pro Pána“, ale více. To platí z pohledu, že dnes známe šest typů kvarků a nejen tři, které pro sestavení častic známých v době objevu Gell-Manna stačily, ale nyní také z pohledu, že pravděpodobně existují exotické „baryony“ složené z pěti kvarků, které se označují jako pentakvarky a nejen klasické složené ze tří.

Stejně jako byla ohlášena pozitivní pozorování kandidátů na časticice s počtem kvarků větším než čtyři, existují experimenty, které se zdají taková pozorování vyvracet. Takže situace připomíná trochu houpačku nebo plahočení Sisyfa s balvanem do vrchu. Už, už se zdá, že jsou pentakvarky prokázány, když se opět ukáže, že šlo o planý poplach. Pokud by se však pozorování

pentakvarků potvrdila, mělo by studium jejich vlastností obrovský význam pro naši znalost silné interakce a chování různých systémů složených z kvarků. Taková znalost je velmi důležitá i pro pochopení vlastnosti řady astrofyzikálních objektů, kde by se různé systémy kvarků v rozmanitých stavech měly vyskytovat. Například těsně po velkém třesku by mohlo existovat velké množství takových exotických objektů. Z tohoto důvodu označuje řada fyziků hledání takových objektů za nejvíce vztušující oblast jaderné a čisticové fyziky posledního desetiletí. V následujících řádcích se pokusíme objasnit situaci, která v této oblasti fyziky panuje.



Obr. č. 1: Struktura hmoty.

## Kvarkový model

Abychom pochopili, jaké významné soustavy kvarků by mohly existovat, zopakujme si základní vlastnosti současného kvarkového modelu. Základní předpoklad kvarkového modelu je, že se hadrony skládají z kvarků a jsou drženy pohromadě v složených systémech silnou interakcí. Dnes známe šest různých kvarků (mluvíme o šesti různých vůních) **u**, **d**, **s**, **c**, **b**, **t**. Vlastnosti kvarků a hlavně silných interakcí je pak dán, jaké významné systémy kvarků jsou možné a jaké jsou jejich charakteristiky. Kvarky i časticice jsou mikroskopické objekty a jejich vlastnosti jsou popisovány kvantovou fyzikou. Řada s nimi spojených fyzikálních veličin je značně exotická a nemá makroskopickou nekvantovou obdobu. A i ty dobré známé se chovají jinak, než jak to známe z klasické fyziky. Některé i klasické fyzikální veličiny (moment hybnosti, náboj) mohou mít jen určité diskrétní hodnoty. Další mají hodnotu rozmanou (hmotnost), nebo je určeno jen její pravděpodobnostní rozdělení (doba života nestabilní rozpadající se časticice).

Nejdříve zmiňme jednu z nových důležitých vlastností kvarků i elementárních častic, které vytvářejí. Baryony a mezony se liší ve fyzikální veličině nazvané baryonovým číslem **B**. Jeho hodnoty jsou pro kvark  $+1/3$  a antikvark  $-1/3$ . Mezony složené z jednoho kvarku a jednoho antikvarku tak mají baryonové číslo **B = 0** a bary-

ony složené ze tří kvarků **B = 1** (antibaryony mají **B = -1**). Stejně jako řada dalších fyzikálních veličin v mikrosvětě, bylo baryonové číslo zavedeno na základě nalezení určitého zákona zachování. Zjistilo se, že se ve všech přeměnách – reakcích i rozpadech – častic zachovává rozdíl mezi počtem baryonů a antibaryonů. Z toho se usoudilo, že za tímto pravidlem musí být zákon zachování jisté fyzikální veličiny, která dostala název baryonové číslo.

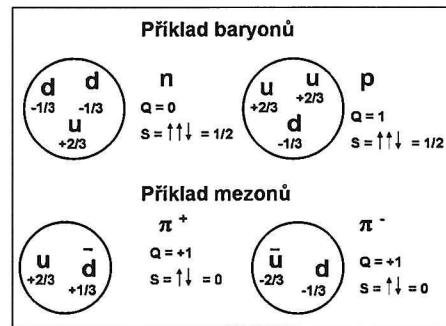
Další důležitou vlastností častic, která je jiná pro baryony a mezony, je jejich vnitřní moment hybnosti **J**, který je nazýván spinem. Díky kvantové fyzice může hodnota spinu nabývat jen určitých diskrétních hodnot<sup>2</sup>. Jestliže je hodnota spinu celočíselným násobkem Planckovy konstanty mluvíme o bosonech, pokud je poločíselným násobkem mluvíme o fermionech. Chování bosonů a fermionů se velmi výrazně liší. V případě fermionů nemohou být ve stejném stavu dvě stejně časticice se shodnými hodnotami všech svých fyzikálních veličin. V případě bosonů jich může být ve stejném stavu nekonečně mnoho. Časticice se spinem **J** může mít různé projekce spinu  $-J, -J+1, -J+2, \dots, J-2, J-1, J$ . Kvarky mají spin  $J = 1/2$  a jsou tedy fermiony. Mohou mít jen dvě různé hodnoty průmětu spinu do zvolené osy ( $-1/2, 1/2$ ), takže v jednom stavu mohou být dva kvarky stejněho typu (vůně). O něco dále se zmíníme o tom, že se kvarky stejněho typu mohou lišit ještě v jedné fyzikální veličině – barvě. To umožňuje, aby v jednom stavu bylo i více kvarků stejněho typu (liší se pak v barvě). Orientace průmětu spinu jednotlivých kvarků či antikvarků může být v mezonu nebo baryonu opačná nebo stejná. Celkový spin vzniklé časticice je dán tím, že při opačné orientaci se hodnoty průmětu spinu odečítají a při souhlasné orientaci sečítají. Mezony pak mohou mít spin 0 (opačná orientace průmětu spinu) nebo 1 (souhlasná orientace). V každém případě však mají celočíselnou hodnotu spinu a jsou tedy bosony. U baryonů jsou možné hodnoty spinu  $1/2$  (orientace průmětu spinu jednoho kvarku opačná než druhých dvou) nebo  $3/2$  (orientace průmětu všech tří spinů totičná). Je vidět, že baryony jsou fermiony.

Další možnost vytvářet nové excitované stavy častic je přidání vzájemného orbitálního momentu hybnosti mezi kvarky. Časticice pak mají spin (vnitřní moment hybnosti) daný součtem spinů (vnitřních momentů hybnosti) kvarků a jejich vzájemných orbitálních momentů hybností. Ke každé časticici lze nalézt celou řadu častic, které se pak liší celkovým spinem a hmotností (časticice s vyšší hodnotou orbitálního momentu mají vyšší

<sup>1</sup> Je to trochu podobné molekulární vazbě, která je způsobena výměnou (sdílením) elektronu, i když za elektromagnetickou interakcí stojí výměna fotonů. Jaderná síla držící pohromadě protony a neutrony je způsobována výměnou mezonů (je jich řada druhů), i když silná interakce je zprostředkována výměnou gluonů.

<sup>2</sup> Moment hybnosti je v mikrosvětě udáván v jednotkách Planckovy konstanty  $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ Js}$ .

hmotnost). Hodnoty orbitálního momentu jsou také kvantovány a mohou být pouze celočíselným násobkem Planckovy konstanty (1, 2, 3, ...). Baryony tak zůstávají stále fermiony a mezony bosony.



Obr. č. 2: Příklady nejlehčích baryonů a mezonů. Je ukázáno jejich kvarkové složení a výsledné fyzikální veličiny (antikvarky označeny čárkou nad příslušným symbolem).

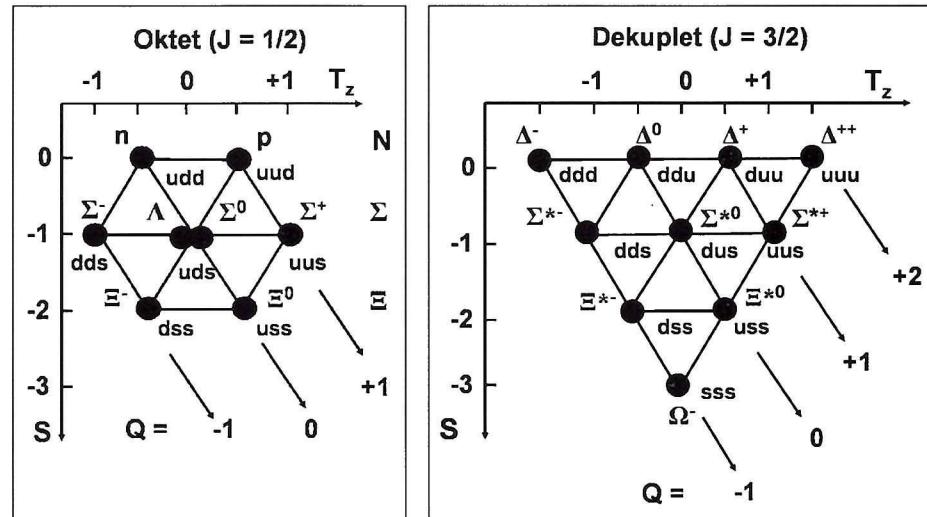
Aby byla situace ještě trochu složitější, uplatňuje se u kvarků s vůní **u** a **d** ještě další fyzikální veličina – izospin **T**. Tato veličina se matematicky chová jako spin (odtud pochází i její název – nemá však se spinem žádnou souvislost). Projekce izospinu pro kvark **u**  $T_z = 1/2$  a pro kvark **d**  $T_z = -1/2$ . Izospin nukleonů je  $T = 1/2$  a má tedy dvě projekce: neutron  $T_z = -1/2$  a proton  $T_z = 1/2$ . Izospin  $\Sigma$  častic je  $T = 1$  (projekce  $T_z = -1, 0, 1$ ) a  $\Delta$  rezonancí  $T = 3/2$  (projekce  $T_z = -3/2, -1/2, 1/2, 3/2$ ). U dalších kvarků se objevují další kvantová čísla podivnost  $S$  (kvark **s**), půvab **C** (kvark **c**), krásá **B<sup>3</sup>** (kvark **b**) a pravda **T** (kvark **t**) (viz. tabulka č. 1). Každá z těchto veličin je vždy spojená s určitým typem (vůní) kvarku.

Vlastnosti silné interakce, která váže kvarky dohromady, preferuje seskupování kvarků do dvojic (di-kvarků) s opačným průmětem spinu. Částice, které takové di-kvarky obsahují, jsou silněji vázány a tudíž mají větší vazebnou energii a menší hmotnost. Například oba typy nukleonů, jak protony, tak i neutrony, jsou složeny z kvarků takovým způsobem, že jeden z kvarků má projekci spinu opačně orientovanou než ostatní dva a tím je dán i celkový spin těchto častic –  $1/2$ . Částice, které jsou tvořeny stejnými kvarky jako nukleony, ale mají je všechny se stejnou orientací spinu, se nazývají  $\Delta$  rezonance a mají o dost větší hmotnosti (o desítky procent). Uvažujme pro jednoduchost částice s nulovým orbitálním momentem.

Částice tak můžeme rozdělit do skupin – multipletů – obsahujících částice se stejným spinem<sup>4</sup>. Rozdíly hmotností častic uvnitř jednotlivých multipletů nejsou příliš velké (méně než 35% hmotnosti). Přehled baryonů tvořených první trojicí kvarků **u**, **d** a **s** se spinem  $1/2$  je na obr. 3 vlevo (jedná se o 8 častic a mluvíme o baryonovém oktetu) a baryonů se spinem  $3/2$  pak na obr. 3 vpravo (v tomto případě jde o 10 častic a mluvíme o baryonovém dekupletu). Pokud bychom se podívali na hmotnosti častic v jednotlivých multipletech, zjistili bychom, že se sdružují do skupin, jejichž hmotnosti se liší jen velmi málo (do 10% hmotnosti), ale mají rozdílné náboje<sup>5</sup>. Můžeme se pak na ně dívat jako na různé nábo-

gové stavy téže částice, které se liší jen díky elektromagnetické interakci. Silná interakce není k náboji citlivá a z jejího pohledu jsou tyto částice identické. Pokud by se elektromagnetická interakce „vypnula“, budeme pozorovat pouze jednu částici. Proton a neutron jsou tak jen dvěma různými nábojovými stavami jedné částice – nukleonu. Jak už bylo zmíněno a na obr. č. 2 je vidět, má například částice  $\Sigma$  tři nábojové (izospinové) stavů a rezonance  $\Delta$  dokonce čtyři. Přesný matematický popis možných multipletů, je založen na teorii grup a vychází za rámec populárního přehledu. Stejně tak je i nad rámec tohoto článku přesný popis složené částice, protože kvantový stav může být směsicí různých stavů. K tomu už je však třeba znát alespoň základy kvantové fyziky.

proč může existovat baryon tvořený třemi shodnými kvarky se stejnými hodnotami průmětu spinu v jediném stavu (například rezonance  $\Delta^{++} = \text{uuu}$  nebo  $\Delta^- = \text{ddd}$ ). Každý z těchto kvarků má jinou barvu. Vysvětlení existence zmíněných rezonancí (častic) byl i počáteční důvod, proč byla fyzikální veličina s názvem barva zavedena do kvarkového modelu. Každá pozorovaná elementární částice musí být celkově „bezbarvá“. V případě baryonů je to zajištěno tím, že každý kvark, který jej tvoří, má jinou barvu a tři různé barvy tvoří bezbarvý objekt. Stejně jako u elektrického náboje spojení kladného a záporného náboje stejně velikosti tvoří neutrální objekt. Právě tato vlastnost přivedla fyziky při hledání názvu pro náboj silné interakce k pojmu barva. Tři základní barvy totiž



Obr. č. 3: Obrázek základního oktetu a dekupletu baryonů tvořených z kvarků **u**, **s** a **d** v základním stavu (jejich vzájemný orbitální moment je 0).

|  | <b>u</b>     | <b>d</b>     | <b>s</b> | <b>c</b> | <b>b</b> | <b>t</b> |
|--|--------------|--------------|----------|----------|----------|----------|
| Náboj [e]                                | +2/3         | -1/3         | -1/3     | +2/3     | -1/3     | +2/3     |
| Spin                                     | 1/2          | 1/2          | 1/2      | 1/2      | 1/2      | 1/2      |
| Baryonové číslo                          | 1/3          | 1/3          | 1/3      | 1/3      | 1/3      | 1/3      |
| Další kvantová čísla (vůně) <sup>6</sup> | $T_Z = +1/2$ | $T_Z = -1/2$ | $S = -1$ | $C = +1$ | $B = -1$ | $T = +1$ |

Díky takovému kvarkovému modelu, který navrhl na přelomu padesátých a šedesátých let M. Gell-Mann a G. Zweig, lze pomocí šestice kvarků a antikvarků předpovědět a popsat všechny hadrony z těch stovek, které se podařilo pozorovat. Jakým způsobem jsou kvarky v částici usporádány a jaké vlastnosti tato částice má, závisí nejen na vlastnostech kvarků, ale stejně tak na vlastnostech síly, která je drží pohromadě.

### Vlastnosti silné interakce

Kvarky v hadronech drží pohromadě silnou interakci, která je popsána kvantovou chromodynamikou. Stejně jako elektromagnetická interakce, má i silná interakce svůj náboj. Nábojem elektromagnetické interakce je náboj elektrický. Jsou ho dva druhy kladný a záporný. Nábojem silné interakce je tzv. barva. Existují tři různé náboje silné interakce – barvy. Označují se jako modrá, červená a zelená. Každý kvark může mít libovolnou z těchto tří barev a to je vysvětlení,

vytvoří barvu bílou. Jen bych připomenul, že „barva“ u silné interakce má s klasickou barvou společnou právě jenom tuto analogii. Jak bylo řečeno, mezony jsou složeny z kvarku a antikvarku. U nich bezbarvost zajišťuje spojení barvy a příslušné antibarvy.

Stejně jako elektromagnetická síla působí mezi objekty, které nesou elektrický náboj, působí silná interakce mezi objekty, které nesou

<sup>3</sup> Písmen v abecedě není zase tak moc, takže se někdy používají stejně pro dvě různé veličiny. V našem případě se používá **B** pro baryonové číslo i krásu a **T** jak pro izospin tak pro pravdu.

<sup>4</sup> K definici multipletu je třeba ještě udávat tzv. paritu, což je fyzikální veličina, která udává chování vlastností objektu při zrcadlení.

<sup>5</sup> Liší se i projekce izospinu a hovoříme tak o izospinovém multipletu. Mezi nábojem, projekcí izospinu, baryonovým číslem a podivností platí vztah  $Q = T_3 + (B+S)/2$ .

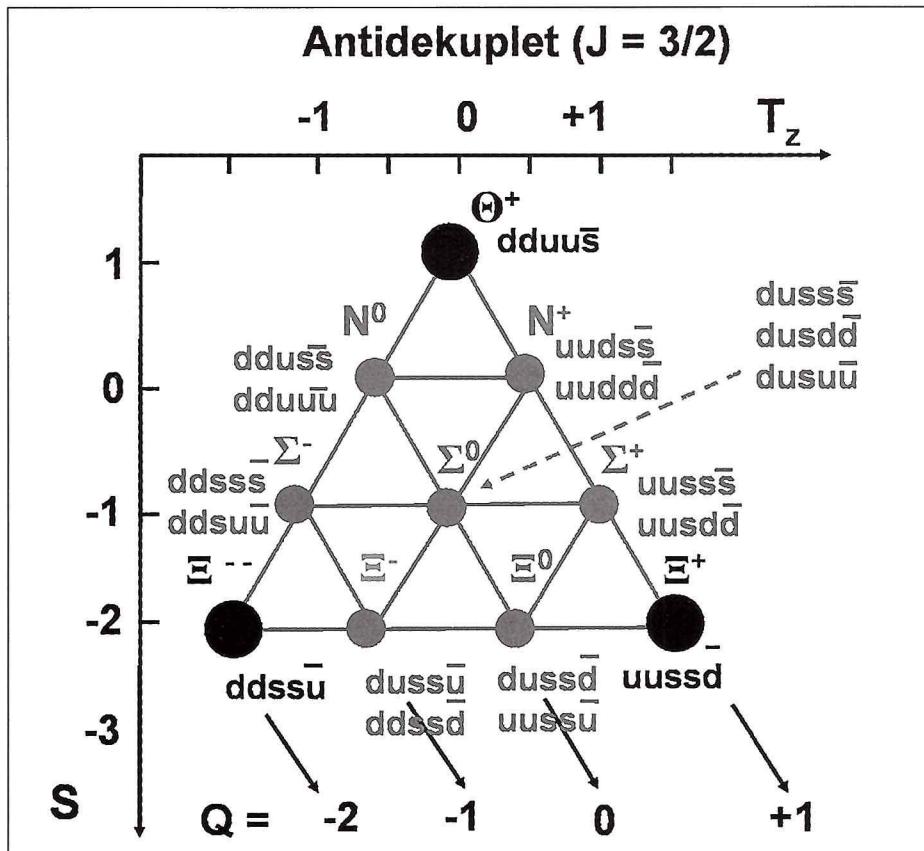
<sup>6</sup> Používá se taková konvence, že vůně kvarku ( $T_z$ ,  $S$ ,  $C$ ,  $B$ ,  $T$ ) má stejně znaménko jako jeho elektrický náboj. Tato konvence vede k tomu, že každý nabité mezon má stejně znaménko náboje a vůně.

barvu. Zprostředkující částice elektromagnetické interakce – foton – nenese elektrický náboj. U silné interakce jsou i gluony samotné nositeli barevného náboje. Je to jedna z důležitých vlastností silné interakce, která má obrovský dopad na její charakter. Nejdůležitější její vlastnost se pak nazývá asymptotická volnost. Na rozdíl od elektromagnetické interakce síla silné interakce roste se vzdáleností silně interagujících objektů. Pokud se tedy budeme snažit roztrhnout kvarky, způsobuje to, že se s jejich rostoucí vzdáleností zvětšuje silové působení a nashromážděná energie. V určitém okamžiku je dodaná energie tak veliká, že stačí k produkci páru kvarku a antikvarku. Ty spolu s dřívějšími částicemi vytvoří dvojici opět bezbarvých částic. Nemůžeme tak pozorovat volné kvarky, pouze jejich celkově bezbarvé systémy. Mluvíme tak o uvěznění kvarků.

Jedním ze základních kamenů kvantové fyziky je Heisenbergův princip neurčitosti. Ten říká, že pro současné měření určitých dvojic fyzikálních veličin součin neurčitosti v určení těchto veličin menší než určitá hodnota, která je úměrná Planckově konstantě  $h$ . Takový vztah platí pro neurčitosti při současném měření hybnosti a polohy nebo časového okamžiku a energie částice. Díky této zákonitosti kvantového světa může být porušen zákon zachování energie na takovou dobu, aby součin velikosti narušení zákona zachování energie a doby, po kterou trvá, nebyl větší než Planckova konstanta. Ve vakuu tak mohou vznikat částice, které narušují zákon zachování energie. Jejich doba trvání je však omezena Heisenbergovým principem neurčitosti. Takovým částicím se říká virtuální. Vzniká jich tím více, čím větší je intenzita silového pole. A kvarky, které hadron tvoří, produkují svými barevnými náboji velmi intenzivní pole silné interakce. Jsou tak obklopeny velkým množstvím neustále vznikajících a zanikajících virtuálních gluonů a dvojic kvarku a antikvarku. Také kromě reálných kvarků (říká se jim konstituentní nebo valenční) jsou součástí hadronů i virtuální gluony a páry kvarku a antikvarku. Podrobněji jsou vlastnosti virtuálních částic a vakua popsány v článku v Kozmosu č. 1 z roku 2005<sup>7</sup>.

### Jak poskládat pentakvark a jiné multikvarkové systémy?

Jak už bylo zmíněno v úvodu jsou mezony složeny z kvarku a antikvarku (barva a antibarva). U baryonů pak každý ze tří kvarků musí mít různou barvu. Zopakujme, že pokud jsou pohromadě všechny tři možné bary, vzniká bezbarvý objekt. Toto pravidlo nám už ohraňuje možnosti pro zatím pouze hypotetickou existenci systémů více kvarků. Tetrakvark musí být složen ze dvou kvarků a dvou antikvarků (dvě barvy a příslušné antibarvy). Pentakvark pak z trojice kvarků (tři různé barvy) a dvojice kvarku s antikvarkem (barva a příslušná antibarva). Jen v takové podobě se v případě tetrakvarku a pentakvarku může jednat o bezbarvé objekty. Tetrakvarky budou mít stejně jako mezony baryonové číslo 0 a mluvíme tak o exotických mezonech, pentakvarky budou mít baryonové číslo 1 a označujeme je jako exotické baryony. Analogicky můžeme vytvářet bezbarvé systémy i s větším



Obr. č. 4: Pentakvarkový antidecuplet. Kromě označení je ukázáno kvarkové složení (antikvarky mají čáru nad příslušným označením kvarku). V rozích antidecupletu jsou pentakvarky u nichž není v dané částici k antikvarku odpovídající kvark a neexistují tak normální baryony se stejnou podivností, nábojem a izospinem.

počtem kvarků. Systémy se sudým počtem kvarků (hexakvarky, oktakvarky...) by mohly být například složeny z daného počtu dvojic kvarku a antikvarku. Systémy s lichým počtem kvarků (septimakovky...) by byly složeny z trojice kvarků a příslušného počtu dvojic kvarku a antikvarku. Možné by byly i další kombinace, vždycky ale takové, že by se kvarky takového objektu daly rozdělit do trojic kvarků (trojice antikvarků) a dvojic kvarku a antikvarku. Jinak řečeno, rozdíl mezi počtem kvarků a antikvarků musí být nula nebo násobek tří.

Ukažme si, jaká by mohla být struktura nejjednodušších a nejlehčích pentakvarků. Byly by složeny z nejlehčích kvarků **u**, **d**, **s**. Vzniklé částice by stejně jako u klasických baryonů vytvářely multiplety s příslušným spinem a izospinem. Již dříve byla zmínka o tom, že kvarky mají tendenci se sdružovat do dvojic s opačným průmětem spinu. Nejlehčí pentakvarky popsaný nejjednodušším modelem by pak byl nejspíše složen ze dvou dvojic kvarků a jednoho jednotlivého kvarku. U dvojic kvarků (dikvarků) by se spiny jednotlivých kvarků vyrůstily a zbyl by spin posledního kvarku. Vzájemné orbitální momenty by u pentakvarků s nejnižší hmotností byly nulové a celkový spin pentakvarku by tak byl dán spinem lichého kvarku a byl by tedy 1/2. Stejně jako pro trojice kvarků existuje několik možných multipletů. Složitější modely předpokládají, že se nemusí kvarky párovat a obsahují i vyšší multiplety. Z nich ty vyšší (antidecuplet)<sup>8</sup>, 27-plet a 36-plet) obsahují i částice, které mají

kombinaci baryonového čísla, podivnosti a náboje takovou, kterou pomocí tří kvarků nemůžeme dosáhnout. Jsou to ty, ve kterých přítomný antikvark není kompenzován kvarkem stejné vlně. Ty jsou pak nejvhodnějšími kandidáty na experimentální potvrzení existence pentakvarků. Přehled pentakvarkového antidecupletu je na obr. č. 4. Exotické baryony jsou u antidecupletu v rozích:  $\Theta^+$  ( $S = 1, Q = +1$ ),  $\Xi^-$  ( $S = -2, Q = -2$ ),  $\Xi^+$  ( $S = -2, Q = +1$ ). U 27-pletu pak jde o daleko širší škálu exotických částic. Podobný systém multipletů můžeme dostat i zámnou kvarku s kvarkem **c**, případně kvarkem **b**. V těchto případech by pentakvarky měly podobné vlastnosti. Hmotnosti by však byly větší díky větším hmotnostem kvarků **c** a **b**.

Předpovědi existence systémů s více než třemi kvarky se objevily už koncem minulého století. V roce 1997 D. M. Polyakov, D. Diakonov a V. Petrov z Petrohradského ústavu Jaderné fyziky v Rusku například předpověděli hmotnost pentakvarku složeného ze dvou **u** kvarků, dvou **d** kvarků a jednoho anti-**s** kvarku na 1,5 násobek hmotnosti protonu. Ovšem první věrohodnější experimentální náznaky jeho existence se objevily až v století tomto.

### Pokračovanie

<sup>7</sup> Možno přečíst i na WWW stránkách <http://hp.ufj.cas.cz/~wagner/popclan/vakuum/vakuum.html>  
<sup>8</sup> Předpona anti je v daném případě zkratkou slova antisymetrický a vyjadřuje vlastnosti vlnové funkce, která dané částice popisuje. Nemá nic společného s antihmotou.

# Astrofotografia cez fotoaparáty Canon EOS

(Dokončenie)

V prvej časti článku sme si stručne prebrali niektoré spôsoby spracovania nasnímaných záberov, odčítanie tzv. dark frame snímky a ďalšie kozmetické úpravy. V tejto časti pripojíme digitálny fotoaparát k počítaču, vyhotovíme si vlastné káble a stručne si preberieme problém infračerveného filtra.

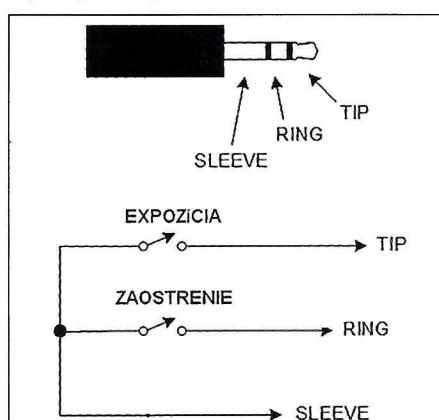
## Kontrola fotoaparátu cez počítač (pre náročnejších)

Ak máme k dispozícii počítač, môžeme fotoaparát riadiť pomocou nasledujúcich programov: Canon Remote Capture (dodávaný s kamerou), DSLR Focus (Chris Venter, <http://www.dslrfocus.com>) alebo DSLR Control (Steve Barker, <http://www.barkossoftware.com/DSLRControl>), ktorý je pre osobné účely zadarmo. Veľmi užitočným a rozšíreným je i ImagesPlus, ktorý má veľa užitočných funkcií.

## Vyhotovenie expozičného kábla pre Canon EOS 300/350D

Tu uvádzam stručnejšiu verziu toho, čo sa nachádza na anglickej stránke Chantal Currid (<http://www.chantalcurrid.com/remoteControl.htm>) a M. A. Covingtona ([www.covingtoninnovations.com/dslr/CanonRelease.html](http://www.covingtoninnovations.com/dslr/CanonRelease.html)).

Canon EOS 300/350D (Rebel/Rebel XT) používa vlastný typ expozičného kábla so stereo koncovkou priemeru 2,5 mm (podobná koncovka slúchadiel prenosných CD prehrávačov, len o číslo menšia). Niektoré mobilné telefóny typu Motorola (nie Nokia!) majú slúchadlá s koncovkou vhodnou na naše účely. Samotný kábel zo slúchadiel môžeme použiť ako predĺžovač (potrebujeme najmenej trojžilový, obr. 3).



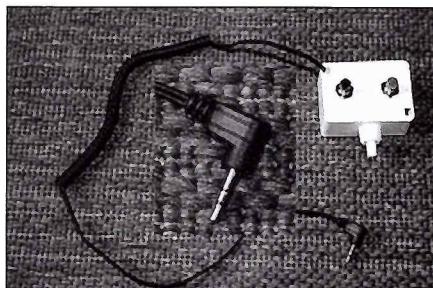
Obr. 3

Aktivácia ostrenia znamená vlastne stlačenie tlačidla na fotoaparát do polovičky, kym expozičia znamená jeho úplné stlačenie.

Pre jednoduchosť sa tlačidlo „zaostrenie“ v podstate nemusí inštalovať, pretože ak stlačíme expozičné tlačidlo, kamera začne zaostrovať automaticky.

Na dlhé expozície (bulb) budeme potrebovať výpínač, ktorý má dve polohy, zapnutý a vypnutý. Po zapnutí, clona zostáva otvorená dovtedy, kým spínač nevypneme. Užitočnou kombináciou je mať jeden dvojpolohový spínač pre astronomickej účely (dlhé exp.) a jeden, ktorý aktivuje expozíciu jedným stlačením pre denné zábery (krátké exp.).

Pre Canon EOS 350D som si zoobstaral slúchadlá Motorola s mikrofónom (na obale sa uvádzajú model V3688/V8088/L2000/P7689), ktorého koncovka je typu stereo (viď nižšie). Po odrezaní slúchadiel a očistení koncoviek od izolácie som skúšobne zasunul koncovku do aparátu a najprv spojil drôty ľavého a potom pravého slúchadla. Reakcia na jednej strane bolo zaostrenie, na druhej expozícia. Pripojiť spínače bolo potom už jednoduché (jeden na ostrenie, dve na expozíciu, obr. 4).



Obr. 4

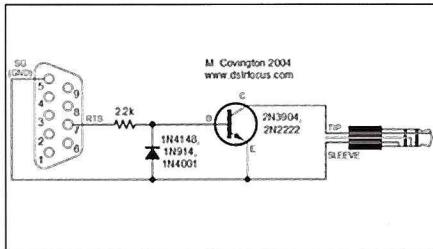
Canon ponúka svoj vlastný expozičný kábel, ktorého označenie je RS-60E3 a ktorého spínač sa dá uzamknúť v prípade dlhých expozícií.

## Sériový kábel na ovládanie cez počítač

EOS 300D sa môže riadiť cez zabudovaný USB port pomocou Canon Remote Capture programu (dodávaný s aparátom) a niektorých ďalších uvedených vyššie.

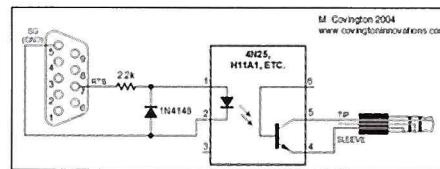
Problémom je však skutočnosť, že cez USB port sa fotoaparát nedá ovládať v bulb režime! Pre dlhé expozície robene cez počítač potrebujeme sériový alebo paralelný kábel (rozličné návrhy na ich vyhotovenie možno nájsť na stránke DSLR Focus programu).

Napr. klasický okruh pre sériový kábel je podobný tomuto (fotoaparát je neuzemnený, čo v prípade napájania cez elektrickú sieť môže byť problémom, obr. 5):



Obr. 5

Elektrický okruh kábla s uzemnením je nasledovný (od M. Covingtonu, obr. 6):



Obr. 6

Potrebuje:

4N25, H11A1 – opticky prepojený izolátor (obsahuje infračervenú diód a NPN silikónový fototranzistor),

IN4148 – rýchlo-spínacia dióda,

2,2 kΩ odpor,

sériový konektor,

2,5 mm stereo koncovka (napr. Motorola) a kábel.

A skutočnosti to vyzerá takto (obr. 7)



Obr. 7

Canon má svoj vlastný infračervený diaľkový ovládač (RC-1), ktorý

- je v podstate lacný (pribl. 1100 korún alebo 18 libier),
- clona sa dá otvoriť s dvojsekundovým meškaním od času stlačenia tlačidla,
- v bulb režime jedným stlačením tlačidla spustíme expozíciu a druhým stlačením ju ukončíme.

Ale

- pracuje iba do vzdialenosť 5m a dosah sa nedá zväčšiť,
- diaľkový ovládač musí byť v dosahu senzora,
- a je veľmi krehkej konštrukcie.

Pre záujemcov uvediem niekoľko ukážkových programov pre prácu cez seriálový port:

**1. QBASIC** (dodáva sa s Windows operačným systémom, ale neinstaluje sa automaticky. Môžeme ho stiahnuť z <http://ftp.microsoft.com/Products/Windows/Windows95/CDRomExtras/OtherUtilities/olddos.exe> ako časť balíka olddos.exe):

File EOSdemo.bas

Simple QBASIC program to take a 45-second exposure on "bulb" using serial port cable (jednoduchý program v jazyku QBASIC, pomocou ktorého môžeme urobiť napr. 45 sekundovú expozíciu v bulb režime cez sériový port):

PORT\$ = "COM1"

CLS

OPEN PORT\$ + ".300,n,8,1,cd0,cs0,op0" FOR RANDOM AS #1

PRINT "Exposing..."

SLEEP 45

CLOSE #1

PRINT "Shutter closed."

**2. VBSCRIPT** (VBSCRIPT prekladateľ je zabudovaný do MS Windows OS. Spustiť program možno uložením príkazov do súboru pod názvom EOSdemo.vbs a potom kliknutím na novovytvorený súbor):

File EOSdemo.vbs

Simple VBSCRIPT program to take a 45-second exposure on "bulb" using serial port cable (jednoduchý program vo VBSCRIPT, pomocou

ktorého môžeme urobiť napr. 45-sekundovú expozíciu v bulb režime cez seriálový port:

```

PORT = "COM1"
MsgBox "Ready to start exposure"
Set fso = CreateObject("Scripting.FileSystemObject")
Set com = fso.OpenTextFile("COM1")
Wscript.Sleep 45000
com.Close()
MsgBox "Shutter closed."

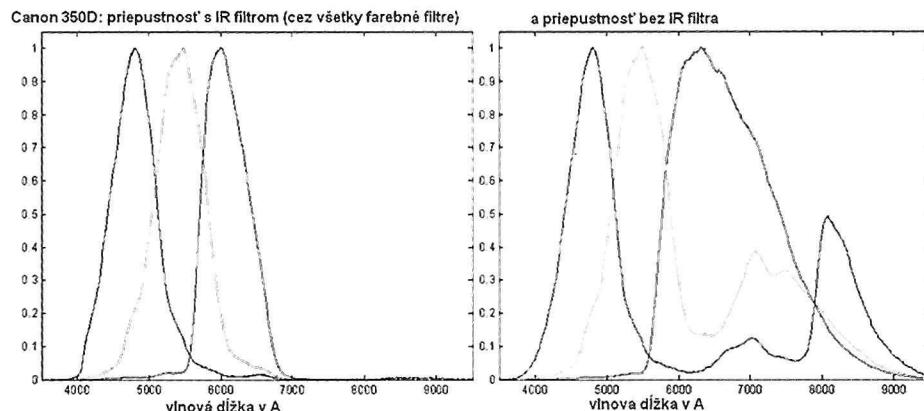
```

### Na záver ešte zopár poznámok k problému infračerveného filtra (IR) v Canon EOS aparátach

EOS 20Da

1. Júna 2005 Canon oznámil výrobu nového typu fotoaparátu, EOS 20Da. Fotoaparát je vybavený 8,2 MP CMOS senzorom, ktorý je optimalizovaný špeciálne pre astronomické účely. Najhlavnejšími zmenami sú:

- a) modifikovaný filter, ktorého výsledkom je väčšia priepustnosť (pribl. o 2,5-krát viac než napr. pri Canone EOS 20D) v oblasti spektra na vlnovej dĺžke 656 nm (spektrálne čiary  $H_{\alpha}$  a blízká infračervená oblasť, ktorá v tradičných digitálnych fotoaparátoch je značne potlačená kvôli použiteľnosti fotoaparátu za denného svetla).
- b) reálny obraz na LCD monitore. Na digitálnych SLR fotoaparátoch táto možnosť nie je dostupná kvôli zrkadlu a clone prístroja. V prípade EOS 20Da sa tento problém rieši tak, že sa zrkadlo uzavrie do hornej otvorennej polohy, pričom sa otvorí i clona, čím sa vytvorí zväčšený skutočný obraz pozorovaného objektu na LCD obrazovke. Aparát pracuje v tomto režime jedine za nočných fotografovaní. Tako vytvorený obraz sa môže cez video-out terminál zobrazí i na obrazovke napr. pripojeného televízora.



Obr. 8

### EOS 350D

Priepustnosť fotoaparátu v blízkej infračervenej oblasti s IR filtrom a bez (podľa <http://www.astrosurf.org/buil/350d/350d.htm>) je nasledovná (na pokus bola použitá halogénová lampa s teplotou 5000 K, pričom maximálna reakcia jednotlivých filtrov bola normalizovaná, obr. 8).

Bez infračerveného filtra sa citlosť v červenej oblasti viditeľne zvýšila (a nielen okolo  $H_{\alpha}$  na vlnovej dĺžke 656,3 nm). Všimnime si, že v oblasti 800 nm je citlosť CMOS senzora v R (červenom), G (zelenom) a B (modrom) takmer rovnaká, čo znamená, že sa detektor správa ako čiernobielý. Následkom týchto vlastností je teoreticky možné pozorovať planéty podobné Jupiteru v čiarach metánu (IR oblast), kométy, novy, a pod.

Zvýšenie citlosťi v modrej oblasti (pod 400 nm) je tiež pozorovateľné, čo znamená, že zábery Slnka v H a K čiarach sú taktiež možné (absorpčné čiary ionizovaného vápnika CaII na vlnových dĺžkach 396,9 a 393,4 nm).

V prípade fotoaparátov EOS 350D alebo EOS 20Da bez IR filtra (firma Hutech, <http://www.sciencecenter.net/hutech/canon/index.htm>, modifikuje a predáva EOS fotoaparáty pre astronomické účely) sa na miesto infračerveného filtra položí antirefleksný filter, ktorý umožní bezproblémovú prácu AF (auto fókusu). Hutech používa dva druhy filtrov: úplne priehľadný, ktorý neblokuje červenú oblasť spektra (pre normálnu dennú fotografiu preto potrebujeme umiestniť IR filter pred CMOS senzor) a Typ I filter, ktorý blokuje UV/IR žiarenie, ale prepúšta v čiare  $H_{\alpha}$  (je to najlacnejší spôsob modifikácie aparátu, ale neumožňuje fotografiu v blízkej infračervenej oblasti spektra).

A ďalej niekoľko užitočných (anglických) web stránok:  
<http://ghonis2.ho8.com/rebelmodnew.html> – ako modifikovať fotoaparát pre astrofotografiu.  
<http://www.hutech.com>  
<http://www.optcorp.com>  
<http://www.covingtoninnovations.com/dslr/EOS300Dastro.html>

OTTÓ MÉHES

## Ďalšie dva zákryty z Modry

Rutinné astrometrické a fotometrické pozorovania planétok a kométi 60-cm dalekohľadom na Astronomickom observatóriu FMFI UK v Modre boli v dvoch nociach opäť na chvíľu spestrené. 5. a 13. októbra 2005 sa podarilo zaznamenať dva pozitívne zákryty hviezd planétkami. V prvom prípade prechádzal cez Modru tieň planétky (397) Vienna, v druhom prípade tieň planétky (100) Hekate. Dosiela bol z Modry hlásený len jeden podobný prípad – z roku 2003. Zmienka o tom bola v Kozmose 1/2004. Použitá bola opäť tá istá metóda, len k dalekohľadu bola pripojená už novšia a väčšia CCD-kamera – nie ST8, ale AP8p.

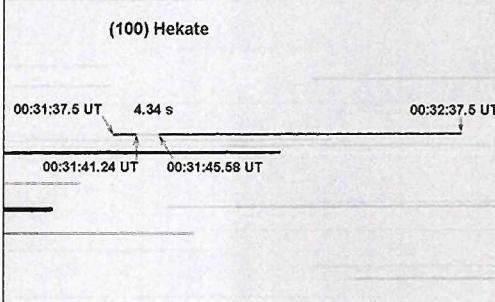
(397) Vienna aj (100) Hekate majú dobре známe dráhy, veď sa pozorujú už vyše 100 rokov. Dokonca aj ich rotačné periódy a amplitúdy svetelných kriviek sú známe – (397) Vienna má 15.48 h s amplitúdou 0,2 mag a (100) Hekate 13.333 h s amplitúdou 0,11 mag. V priereze majú mierne elliptické tvary.

Z predpokladaného efektívneho priemeru prvého asteroidu okolo 46 km sa očakávala maximálna dĺžka zákrytu 8,4 s. Z Modry sme namerali 7,91 s, takže prierez bol vyše 43 km. Stred tieňa prechádzal blízko observatória. Druhý asteroid má dvojnásobný efektívny priemer, ale nachádzal sa od nás skoro dvakrát ďalej, takže maximálna dĺžka zákrytu mohla len trochu prevýšiť 9 s. Namerané bolo 4,34 s. Na obrázkoch sú uvedené jednotlivé okamihy, popisujúce zákryty. Sú odvodené od začiatku expozície, ktorý je známy s presnosťou na 1 s.

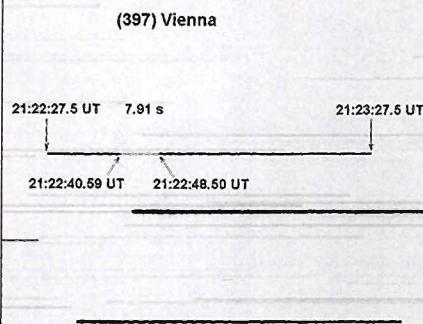
Význam pozorovaní zákrytov by sa znásobil, ak by sa podarilo pozbierať pozorovania z viacerých miest, prípadne ak by sa aj fotometricky zistilo, ako bol k nám asteroid natočený v čase zákrytu. V Čechách i na Slovensku je plno zdatných amatérskych, ktorí môžu spojiť svoje sily, zapriahnu svoje prístroje a určite uskutočnia podobné pozorovania v budúcnosti. Pri priznivom počasí a pomocou predpovedí (napríklad na <http://mpocc.astro.cz/>) sme do toho!

Adrián Galád – pozorovanie (397) Vienna  
Jozef Világi – pozorovanie (100) Hekate  
Jan Mánek – analýza pozorovaní

Zákryt hviezdy TYC 0649-00346-1  
planétkou (100) Hekate 13. 10. 2005.



Zákryt hviezdy TYC 1768-00244-1  
planétkou (397) Vienna 5. 10. 2005.



# Prvý dosvit gama záblesku u nás

**Brnenským astronómom z Masarykovej univerzity a z Hvezdárne a planetária Mikuláša Koperníka sa podarilo unikátné pozorovanie optického dosvitu gama záblesku GRB050922C.**

**Ide o vôbec prvé pozorovanie takéhoto úkazu na území bývalého Československa a zároveň o snímku najvzdialenejšieho objektu získanú z tohto územia.**

Večer 22. septembra vyzeral ako každý iný vtedy pozorovací deň, počasie za veľa nestalo a ešte aj celkom veľký mesiac presvetloval špinavú brnenskú oblohu. V pozorovateľni sme sa zišli štvrtia a mali sme v pláne fotometriu niekoľkých blazarov a potom som spolu s kolegom Tomášom Henychom zamýšľal fotometriu planétky (714) Ulula, kvôli testu nášho systému. Po krátkom čase sa Lucka Sixtová pobrala domov a za chvíľku ju nasledoval aj Filip Hroch. Asi po dvadsaťtich minútach sa Filip objavil na ICQ, čo bol neklamný znak toho, že je doma, ale to už veči nabrali nečakaný spád. Rýchlo nás informoval o novodetekovanom gama záblesku, ktorý objavila družica SWIFT o 19:55:50 UTC a jeho počiatočná jasnosť bola odhadnutá na 14,6 mag. Poslal nám súradnice objektu (RA: 21:09:34 DEC: -08:46:17), ktoré mierili do súhviedzia Vodnár. Okamžite sme začali s prechodom na pole vytyčené družicou SWIFT. Trošku nám robila starosť nízka deklinácia, s ktorou má nás stáručky šesťdesiatcentimetrový newton niekedy problémy. Správne súradnice nášho pozorovacieho pola sme potvrdili až po porovnaní snímkov s DSS (Digitized Sky Survey). Po prvých stodvadsaťsekundových expozíciah sme na určenom mieste nič nevideli, rozhodli sme sa expoňovať pokiaľ nám v tom nezabránila stromy okolo pozorovateľne a následne snímky poskladať. V tom čase dobehol do pozorovateľne Rudolf Novák, ktorého Filip tiež informoval a rozhodol sa skúsiť napozorovať gama záblesk so štyridsaťcentimetrovým newtonom v susednej Koperníkovej hvezdárni. Asi po hodine sme už so šesťdesiatkou nemohli pozorovať kvôli stromom. Nezávisle na Filipovi som poskladal naše snímky dokopy a rovnako to urobil aj Rudolf, ktorý expoňoval ešte o pol hodiny dlhšie. Na zložených snímkach sa na mieste, kde sa mal nachádzať dosvit, objavil veľmi slabý objekt tesne nad hranicou šumu. Znamenalo to, že sme boli úspešní a zostávalo len získané snímky dôkladne spracovať – to bola Filipova úloha a keď mi ich na druhý deň poslal spracované, skoro mi vyrazili dych. Pozitívna detekcia s istotou nad šumom optického dosvitu gama záblesku GRB050922C. Jeho jasnosť bola určená na  $(18,2 \pm 0,3)$  mag v R filtri, celková expozícia bola štyridsať minút. Rovnako úspešná bola detekcia na Rudolfových snímkach. Z toho jasne vyplývalo, že sa nám podarilo ako prvým detektovať optický dosvit záblesku žiarenia gama na území bývalého Československa.

Do pozorovania dosvitu záblesku GRB050922C sa zapojilo viaceri astronomických prístrojov po celom svete. Bol to veľmi jasný záblesk, ktorý samotný trval približne päť sekúnd a rýchlo pohasinal. Teleskop na družici SWIFT určený na pozorovanie v optickej oblasti krátko po detekcii odhadol vizuálnu hviezdu veľkosť na 14,6 mag. Tiež sa pomocou ďalekohľadu NOT (The Nordic Optical Telescope) na La Palma podarilo získať spektrum, z ktorého bol určený červený posun  $z = 2,198$ , čo odpovedá vzdialenosťi 10,6 miliardy svetelných rokov. Získané údaje boli publikované v GCN cirkulári (GCN 4026) a presne zasadajú do získanej svetelnej krvinky. Naše pozorovanie sa zaradilo medzi svetové pozorovania, ktorým sa v dnešnej dobe prikladá veľká väznosť.

## Pozorovania a určenie vzdialenosťi zábleskov gama

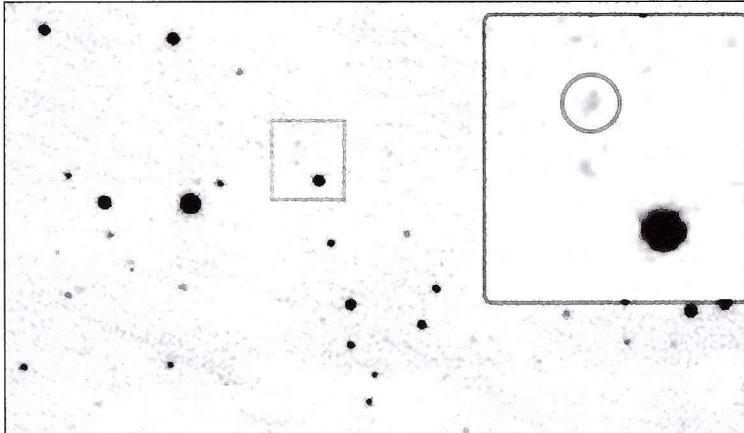
História pozorovaní zábleskov gama je naozaj pestrá (viac v Kozmose číslo 4, 2005), ale pozorovania dosvitov v optickej oblasti sú v astronómii ozajstnou novinkou. Prvé úspešné pozorovanie sa uskutočnilo 28. februára 1997 pomocou 4,2-metrového William Herschel Teleskopu na La Palma šestnásť hodín po detekcii družicou Beppo-SAX, tento slávny gama záblesk

dostal označenie GRB970228 a od tej doby počet pozorovaní dosvitov narastá.

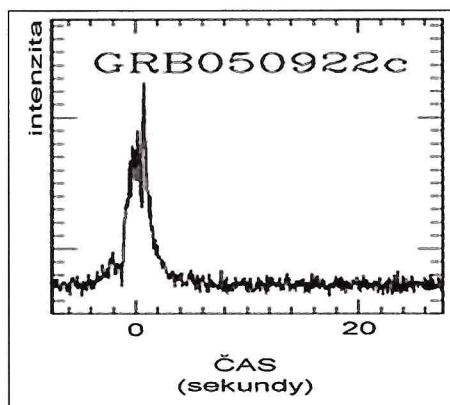
Záblesky žiarenia gama (gamma ray bursts) patria medzi najexotickejšie objekty, aké moderná astrofyzika pozná – väčšinou sa jedná o veľmi vzdialé vzplanutia s obrovskou energiou, ktorých pôvod nevieme uspokojivo vysvetliť. Existuje niekoľko teórií, ktoré vysvetlujú tento jav. Hovorí sa napríklad o zrážke dvoch neutrónových hviezd, či explózii supermasívnej hviezy za vzniku čiernej diery. Drivivá väčšina týchto teórií sa opiera práve o vznik čiernej diery, čo je pochopiteľné, pretože to patrí medzi najenergetičkejšie známe procesy vo vesmíre. Môže však ísť aj o nejaké iné, zatiaľ neznáme procesy. Ďalšou vecou, ktorá pridáva na exotickosť týchto úkazov, je ich nepredstaviteľná vzdialenosť. A práve určenie vzdialenosťí pre tak vzdialené objekty môže byť problém. Najrozumnejším určením veľkých vzdialenosťí je ich určovanie pomocou červeného posunu ( $z$ ). Tento priamo zodpovedá tomu, kolkonásobne vesmír zväčší svoj priemer za čas, kym sa pozorovaná informácia dostala až k nám. Avšak tento údaj nemá až takú výpovednú hodnotu, preto sa v astronómii udáva iná vzdialenosť – tá, na ktorú je každý z nás zvyknutý. Uzáva sa v svetelných rokoch a zároveň hovorí o čase, ktorý uplynul, kym sa informácia napríklad v podobe svetla dostala k pozorovateľovi. Tento údaj však zároveň hovorí o vzdialnosti daného objektu v dobe, keď informáciu vyslal. Je to podobné ako keby ste cestovali vlačkom po Európe a keď budete v Paríži, poslali domov pohľadnicu. Keď ju doma dostanú, povedia si: „Aha, nás syn je v Paríži, tisícpäťsto kilometrov od domu.“ To však v tej chvíli nie je pravda, pretože kym pošta doručila list, vy sa už opaľu-



V krúžku je detail optického dosvitu gama záblesku GRB050922C, snímka získaná pomocou 60 cm ďalekohľadu na observatóriu Montebo, Masarykova univerzita, Brno.



V krúžku je detail optického dosvitu gama záblesku GRB050922C, snímka získaná pomocou 40 cm ďalekohľadu Koperníkovej hvezdárne, Brno.



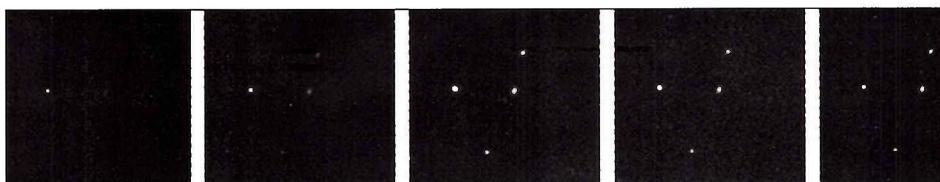
Záznam časovej závislosti intenzity záblesku GRB050922C ako ho zaznamenala družica SWIFT.

jete na juhu Španielska o osiemstot kilometrov ďalej. Takže pravda je, že ste vzdialenosť dvetisíctristo kilometrov od domova. Vo vesmíre to však tak jednoduché nie je, pretože rýchlosť šírenia informácie je konečná a rovná rýchlosťi svetla. A tiež je zrejmé, že vesmír sa rozpráva, takže keby sme chceli určiť vzdialenosť daného objektu práve v dobe detektie informácie, museli by sme si ju spočítať, avšak hodnota, ktorá by nám vyšla, je priamo závislá na modeli vesmíru, ktorý sme použili. Preto ak udáme spočítanú vzdialenosť, mali by sme tiež udať hodnotu Hubblovej konštanty s ktorou sme počítali (dnes sa berie hodnota  $H_0 = 71,5 \text{ km} \times \text{s}^{-1} \times \text{Mpc}^{-1} \pm 5\%$ ), hodnotu zakrivenia vesmíru ( $\Omega = 1$  znamená plochy vesmíra) a zrychlenia rozpínania. Výsledný údaj môže byť väčší ako 13,6 miliardy svetelných rokov (13,6 miliardy rokov je odhadovaný vek vesmíru určený pomocou sondy WMAP). Z tohto vyplýva jednoduchý záver: v žiadnom prípade nemôžeme pozorovať telesá, z ktorých by k nám letela informácia dlhšie ako 13,6 miliardy rokov, avšak môžeme pokojne pozorovať telesá, ktoré sú práve od nás vzdialenosť povedomé 16 miliárd svetelných rokov (v čase, keď informáciu vyslali, boli bližšie a za čas, kym sa k nám dostala, sa vzdialili vôle rozprínaniu vesmíru a tiež vďaka ich vlastnému pohybu). Z týchto pár riadkov je jasné, že najpraktickejšie je určovanie vzdialenosťí len pomocou  $z$ , vyhneť sa tak problémom. Po úspešnom prečítaní predchádzajúceho textu si už čitateľ dokáže urobiť obraz o vzdialenosťi zatiaľ najvzdialenejšieho gama záblesku GRB971214, u ktorého bolo  $z > 3,4$ .

### Pár slov na záver

Naše pozorovanie ukázalo, že aj v dnešnej dobe relatívne malé ďalekohľady, akými sú naše 40 cm a 60 cm newtony, môžu urobiť kvalitné pozorovanie na svetovej úrovni. Nech je to motiváciou pre všetkých astronómov amatérov, ale aj profesionálov.

MATÚŠ KOCKA  
koci@physics.muni.cz



Najvzdialenejšie vzplanutie žiarenia gama, GRB 050904, tak ako ho zaznamenal ďalekohľad na observatóriu Various Bands (FORS2 + ISAAC/VLT) 12. septembra 2005.

## GRB 050904: doteraz najvzdialenejšie vzplanutie gama

Taliani astronómovia objavili a pozorovali dosvit vzplanutia žiarenia gama s červeným posunom 6,3. Svetlo vyžiarené touto kataklizmom k nám putovalo 12,7 miliardy rokov. Supernova vybuchla, keď mal vesmír iba 900 000 rokov, sotva 7 percent svojho súčasného veku. Objav posunul hranicu, kam dnes astronómovia môžu „dohliadnuť“ o 500 miliónov rokov.

Tento úlovok považujú astronómovia za senzáciu: „GRB 050904 je zároveň najjasnejším vzplanutím žiarenia gama, aké sa kedy pozorovalo,“ vyhľásil Guido Chincarini z INAF – Osservatorio Astronomico di Brera a Milánskej univerzity, vedúci tímu, ktorý študuje objekt pomocou ďalekohľadu VLT/ESO v Chile. „Svetlosť, ktorú sme zaznamenali v priebehu niekoľkých minút, zodpovedá energii, ktorú naše Slnko vyžiari v priebehu 10 miliárd rokov.“

Inými slovami: výbuchom uvoľnená energia je väčšia, ako uvoľní Slnko v priebehu celej svojej existencie. GRB 050904 je rekordný aj čo dĺžky úkazu. Väčšina doteraz zaznamenaných vzplanutí totiž trvala kratšie ako 10 sekúnd. Pozorovaný výbuch GRB 050904 trval 200 sekúnd. Táto rekordná hodnota otriasla platnými teóriami o zdrojoch žiarenia gama.

GRB, vzplanutia žiarenia gama, sú krátke záblesky energetických lúčov gama. Najkratšie sa prejavia na zlomok sekundy, najdlhšie trvajú aj niekoľko minút. Množstvo energie, ktoré sa pri týchto vzplanutiach uvoľní, je také veľké, že okrem big bangu nemajú v tomto ohľade konkurenta. Podľa platnej teórie sa predpokladá, že zdrojom vzplanutia gama je výbuch supermasívnej hviezdy, ktorá po relativne krátkom živote kolabuje do čiernej diery.

Objav Talianov nie je iba rekordom v oblasti gama astronómie, ale aj fundamentálnym prínosom k pochopeniu vývoja veľmi mladého vesmíru. GRB sa stali užitočnými majákmami, umožňujúcimi štúdium fyzikálnych podmienok, ktoré panovali v mladom kozme. Svetlosť GRB prekonáva aj výkon najvzdialenejších galaxií a umožňuje zmerať parametre objektov s vyšším červeným po-

sunom, aký sme donedávna poznali. Navyše, nakolko sa nepochybuje o tom, že explózia supernovy signalizuje aj zrod čiernej diery, astronómovia získavajú cenné informácie aj o týchto telesách a ich evolúciu.

Vzplanutie GRB 505904 ako prvý zaznamenal satelit SWIFT ktorého úlohou je podobné úkazy detegovať. Hned po ohlásení polohy vzplanutia sa ďalekohľady dvoch tuctov observatórií na celom svete zamerali na hľadanie dosvitu vo viditeľnom a infračervenom svetle.

Prvý pozorovanie dosvitu urobili Američania na 150 cm robotickom ďalekohľade (Mount Palomar). Ukázalo sa, že tento vzdialenosť fliačik svetla (21 mag) bol prinajmenšom miliónkrát slabší ako najslabší objekt, ktorý ešte možno rozlíšiť volným okom. Iný americký tím, ktorý detegoval zdroj v blízkej infračervenej oblasti J, odhadol jeho svetlosť na 17,5 mag, čo znamená, že sa v infraoblasti prejavoval 25-krát jasnejšie.

Z nameraných údajov vyplynulo, že zdroj je buď veľmi vzdialenosť, alebo ho prekrýva hrubý závoj prachu a plynu. Až ďalšie pozorovania upresnili, že zdroj sa naozaj nachádza vo väčšej vzdialnosti ako ktorýkoľvek iný zdroj GRB.

Taliani pozorovali dosvit GRB 505904 v rozmedzí 24,7 až 26 hodín po výbuchu. Dosvit bol detegovaný vo viditeľnom svetle, aj v blízkej infračervenej oblasti J, H, K. Porovnaním jasnosti zdroja v rozličných oblastiach spektra odvodili astronómovia hodnotu červeného posunu i vzdialenosť rekordného zdroja.

Objav GRB 050904 je priamym dôkazom toho, že v mladom, prehustenom vesmíre sa už krátko po rekombinácii začali formovať supermasívne hviezdy s krátkou životnosťou, ktorých výbuchy distribuovali hmotu v rozpínajúcom sa vesmíre do zhlukov, obrovských oblakov, v ktorých sa formovali ďalšie generácie hviezd. A z tých sa už začali formovať prvé galaxie.

ESO Press Release

GRB 050904 z 12. 9.  
(ISAAC/VLT).



# Expedícia Turecko 2006

Slovenská astronomická spoločnosť pri Slovenskej akadémii vied organizuje v roku 2006 expedíciu za úplným zatmením Slnka do Turecka. Hlavnou myšlienkom expedície je spojiť všetkých piateľov astronómie, členov SAS a jej priaznivcov pod čiernym Slnkom Turecka. Nakolko na dosiahnutie pásu totality je potrebné prekonáť autobusom pomerne veľkú vzdialenosť, expedícia je rozplánovaná na dva týždne, aby jej účastníci mohli hlavne počas návratu navštíviť najzaujímavejšie prírodné oblasti a historické zaujímavosti Turecka. Na nasledovných riadkoch sú uvedené niektoré základné informácie o plánovanej expedícii.

**Predbežný termín uskutočnenia  
expedície: 24. 3. – 9. 4. 2006**

Cena expedície: 12 900,- Sk

**Trasa a program expedície:** Odchod v skôrých ranných hodinách z Bratislavы luxusným klimatizovaným autobusom cez Maďarsko, Srbsko a Bulharsko do Turecka. Na druhý deň príchod do Istanbulu, ubytovanie v hoteli, prehliadka mesta aj ďalší celý deň. Navštívime: Veľký bazár, Topkapi, Sulejmanovu mešitu, Modrú mešitu, Hagiu Sofiu a obchodné uličky v starom meste. Presun cez Ankaru do Kappadokie a do oblasti pásu totality, ubytovanie. Výber pozorovacieho stanovišta a príprava na pozorovanie zatmenia, zisťovanie aktuálneho počasia v okolitých lokalitách a prognózy jeho vývoja na ďalší deň, prehliadka Göreme, Uchisar a svetoznámych lokalít tufových veží.

## ● Pozorovanie úplného zatmenia Slnka.

Presun k moru cez pohorie Tarsus, kúpanie, hrad Anamur, presuny popri Tureckej riviére, mesto Alanya, seldžučské pamiatky, Koprulu kaňon, mesto Antalya, svetový unikát Pamukkale, antické mesto Hierapolis, najzachovalejšie antické mesto na svete – Efes, antický Pergamon nad Bergamou, orientálne trhy, slávna Trója, plavba lodou cez Dardanely, Egejské more, posledné kúpanie, návrat cez Balkán do Bratislavы.

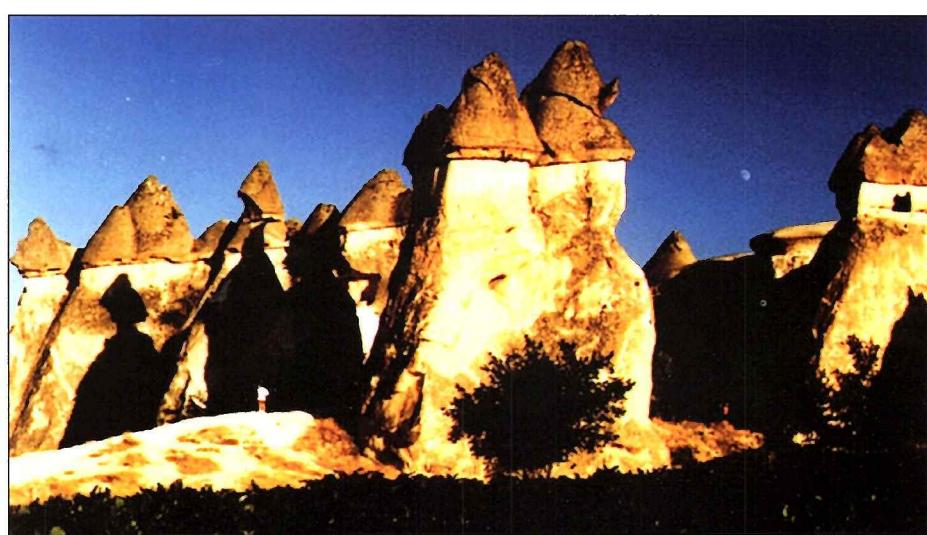
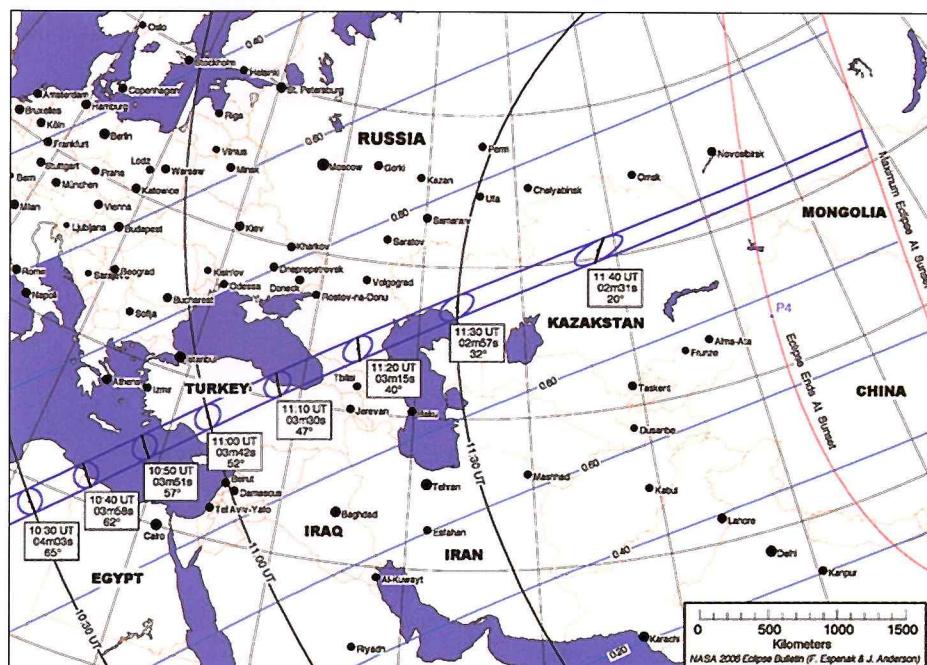
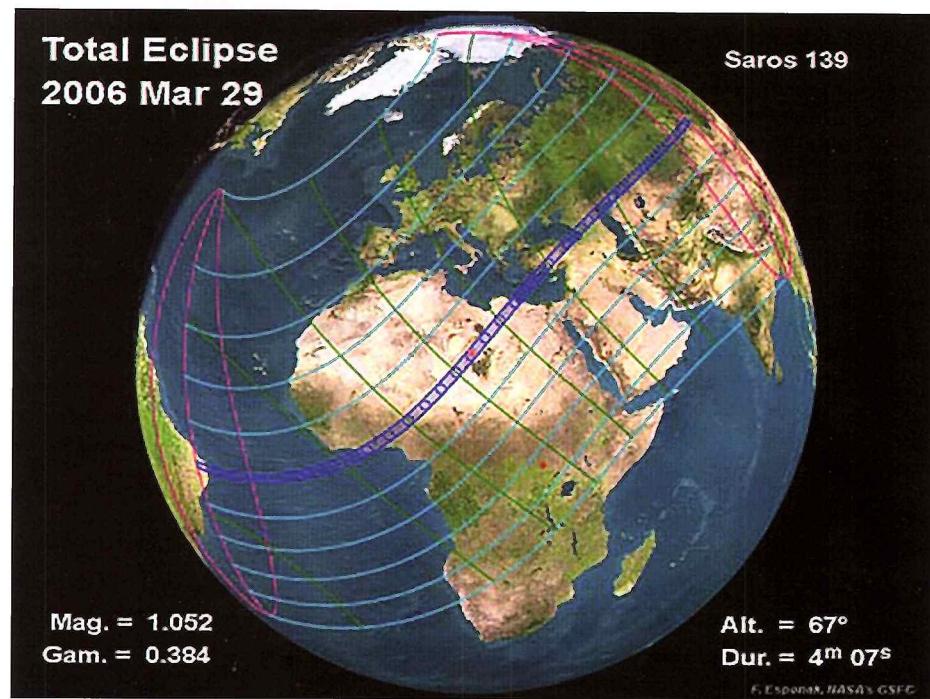
**Ubytovanie:** V Istanbulu a prípadne podľa dohody za príplatok v Kappadokii v hoteloch, na ostatných lokalitách vo vopred rezervovaných a slušne vybavených kempingoch vo vlastných stanoch.

**Cena zahrňa:** Prepravu luxusným klimatizovaným autobusom, trajekt, ubytovanie v hoteli v Istanbulu a v kempingoch na trase, vstupy do niektorých lokalít, informačný materiál a profesionálneho sprievodcu.

**Info:** Ďalšie detaily, návrhy a pripomienky budeme diskutovať počas prípravy expedície. Uvítame všetky zaujímavé nápady. Kontakt: Dr. Hric Ladislav, CSc., vedecký tajomník SAS pri SAV, Astronomický ústav SAV, 059 60 Tatranská Lomnica, email: hric@ta3.sk.

Želám všetkým účastníkom expedície, aby im pozorovanie úplného zatmenia Slnka v Turecku splnilo všetky očakávania.

LADISLAV HRIC



# Pol'ovačka na blízkozemské asteroidy z obývacej izby

V čase, keď som so záujmom číral príbeh objavu prvej slovenskej blízkozemskej planétky (Kozmos č. 3/2005), som vôbec netušil, že čosi podobné sa dá dosiahnuť aj bez výkonného dalekohľadu a drahej CCD kamery. Uplynuli necelé tri mesiace a presvedčil som sa o opaku. K takému objavu totiž stačí mať pripojenie na rýchly internet, aspoň 19" monitor, výtrvalosť a zrejme aj trochu šťastia.

Astronómia je mojím koníčkom už dlhé roky. Venujem sa jej však zväčša pasívne, sledovaním odborných časopisov a v poslednom čase čoraz viac prezeraním internetu. Tako som našiel aj stránku programu Spacewatch FMO (Fast Moving Object), ktorý ma zaujal a inšpiroval. V rámci tohto projektu sa môžu záujemci vďaka internetu podieľať na hľadaní blízkozemských objektov. Dobrovoľníci pripojení na internet prezerajú v reálnom čase snímky získané CCD kamерou cez teleskop Spacewatch I. z observatória Kitt Peak v Arizone. Postupne som si zabezpečil požadované technické vybavenie: zriadil som si rýchly internet a vymenil monitor na 19-palcový. Tako vybavený začiatkom júla, tesne po dopade sondy Deep Impact na kométu Tempel 1, som sa zaregistroval a začal pátrať po asteroidoch cez internet.

## Spacewatch a projekt FMO

V súčasnosti sú objekty približujúce sa do blízkosti Zeme pod drobnohľadom viacerých profesionálnych observatórií. Patrí medzi ne aj špeciálny pozorovací projekt Univerzity v Arizone pomenovaný ako Spacewatch FMO. Hlavným cieľom projektu je hľadať blízkozemské asteroidy. Prehliadka oblohy sa robí dvoma teleskopmi s priemerom 0,9 m a 1,8 m počas 20 dní v mesiaci, s 10-dňovou prestávkou v období splnu Mesiaca. Blízkozemský asteroid vďaka

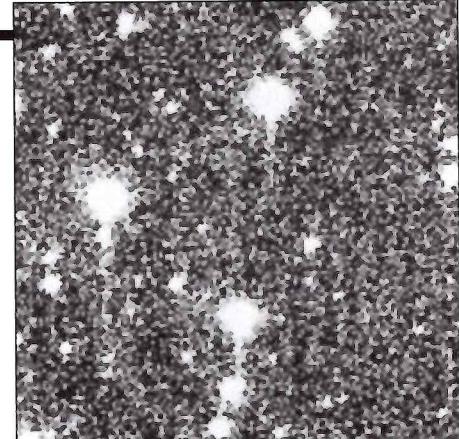
svojej malej vzdialenosťi od Zeme už za krátke čas zanechá na snímkach svoju stopu v podobe kratšej či dlhšej čiary. Hviezdne pole sa nasníma trikrát za sebou. Interval medzi jednotlivými zábermi je 40 minút a samotná expozícia trvá 2 minuty. Pri použití výkonnej CCD kamery cez 0,9 m dalekohľad sa takto zachytia hviezdy do 21. magnitúdy. Za pozorovaný časový úsek 80 minút sa takýto objekt evidentne posunie. Následná kombinácia troch záberov potom umožňuje jednoznačnú identifikáciu objektu.

Vzhľadom na kvalitné prístrojové vybavenie projektu sa získá také množstvo údajov, ktoré astronóm-profesionál nie je schopný spracovať. Z tohto dôvodu boli oslovení záujemcovia spomedzi amatérov na spoluprácu. Program za účasti 30 dobrovoľníkov z celého sveta odštartoval na jeseň roku 2003 a čoskoro začal prinášať výsledky – 19. januára 2004 sa podaril prvý objav blízkozemskej planétky týmto spôsobom.

## Technika pozorovania

Internetová stránka FMO projektu ([fmo.lpl.arizona.edu/FMO\\_home/index.cfm](http://fmo.lpl.arizona.edu/FMO_home/index.cfm)) podrobne opisuje postup hľadania. Ponúka tiež test na získanie prvých skúseností. Na zapojenie sa do projektu je potrebné zaregistrovať sa a potom už len čakať na snímky zasielané do systému.

Snímanie prebieha celú noc a vzhľadom na časový rozdiel 7 hodín medzi Arizonou a Slovenskom, prvé zábery sú k dispozícii ráno okolo 6. hodiny. Potom, v závislosti od fázy Mesiaca a počasia, sú pridávané ďalšie 3 – 4 série snímkov. Počas jednej série sa pošle maximálne 112 obrázkov. Ďalšia séria sa zasiela v priebehu dvoch hodín a posledné snímky prichádzajú okolo 14. hodiny. Celkovo za jeden deň sa získa a prezrie 500 – 600 záberov. Ak sú k dispozícii snímky na prezeranie, načítate si jednu do vášho počítača a môžete začať s hľadaním. Ak zbadáte podozrivú stopu, kliknete myšou na objekt a tak-



Prvé poličko z animácie 2005 QP87.

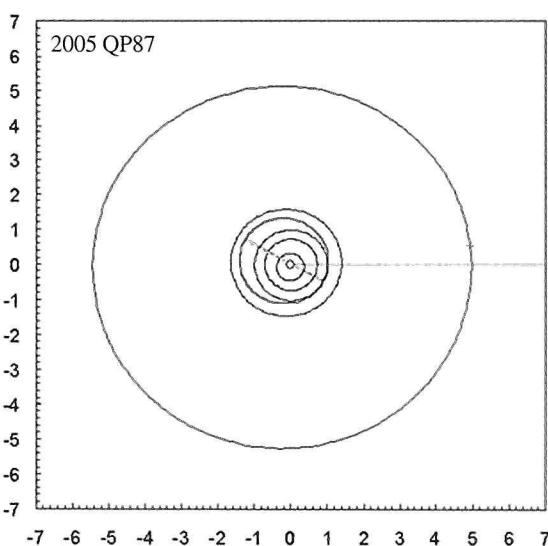
to označená pozícia sa ohlasuje operátorovi do Arizony. Do desiatich minút sa vám vráti vyznačený objekt už skombinovaný s ďalšími dvojma zábermi daného regiónu spolu so zväčšeným detailom prvej snímky. Na základe toho môžete prehodnotiť, či ide o nehybný objekt, alebo skutočne o niečo nové. Ak vrátený objekt bliká, znamená to, že bol zachytený len na jednom z troch záberov a pravdepodobne to je pohybujúce sa teleso. Takýto blikajúci objekt sa opäťovne potvrdzuje a zasiela do Arizony.

Až v tomto momente sa ním začne zaoberať profesionálny astronóm, ktorý ten deň sníma oblohu. Ešte aj tak môže ísť o pláný poplach. Stáva sa, že objekt sa nepodarí nájsť na troch snímkach. To býva vtedy, ak bol zachytený na okraji daného regiónu a pri následnom pohybe sa nezachytil na okolitých poliach. Podobne, ak ide o veľmi slabý objekt, nepodarí sa vždy nájsť nutné tri pozicie. To je smola, hoci ste našli pohybujúci sa objekt, nie je možné jeho nahlásenie do Centra pre malé planétky (MPC). Rovnako možno za nový objekt považovať napr. aj kaz na snímke spôsobený kozmickým žiareniom. V prípade, že ide o skutočný objekt, tak sa získané tri pozicie okamžite zasielajú do MPC. Ak to dovoluje čas, objavené teleso sa ešte v tú noc pozoruje so susedným 1,8 m dalekohľadom Spacewatch II.

Na prvých prezeraných záberoch som spočiatku každú krátku čiarku považoval za skutočný FMO, ale ako sa ukázalo, väčšinou to boli vzdialé galaxie. Na to, aby ste sa zbabili pokušenia vyznačovať každý takýto omyl, je nutné získať zručnosť prezretím niekolkých desiatok záberov. Vzhľadom na to, že ráno chodím do práce, pred odchodom zvyčajne stíham len prvú sériu fotiek.

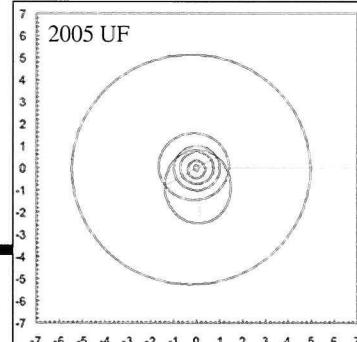
## Samotný objav

V posledný augustový deň, keď som mal za sebou len niečo vyše 50 prezretých snímkov od zapojenia sa do projektu, som hneď na prvom obrázku objavil jasné stopu. Bola o niečo dlhšia a jasnejšia ako všetky predchádzajúce označenia. Označil som nádejny objekt a odosnal. Vypil som tradičnú raňajšiu kávu a vrátil sa k počítaču. Medzitým prišla skombinovaná snímka. Keďže išlo o evidentné blikanie, opäťovne som objekt potvrdil a zaslal operátorovi. A potom už bol čas pobrať sa do roboty. Na moje prekvapenie do dvoch hodín som obdržal e-mail, že som našiel skutočný FMO a že získané pozicie zasielajú do MPC s provizórnym označením SW40QX. Ako ma v ďalšom e-maile informoval webmaster, ešte



## Zaujímavé internetové linky:

- stránka projektu FMO
- stránka NASA o blízkozemských objektoch
- stránka Centra pre malé planétky
- podrobnejšia stránka observatória na Kleti venovaná asteroidom
- [www.Asteroid/Comet Connection](http://www.Asteroid/Comet Connection) – výborný zdroj informácií o najnovších objavoch



v tú noc sa im podarilo získať ďalšie pozície prostredníctvom susedného 1,8 m dalekohľadu, čím sa zvýšila šanca, aby objekt dostal predbežné označenie.

V krátkom čase po zverejnení objavu na stránke nových blízkozemských objektov (Near-Earth Object Confirmation page), pozorovali nový objekt viačier pozorovateľa, medzi inými aj zo susedných Čiech na Kleti. Nasledujúci deň čoskoro pribudli ďalšie pozície objektu. Tým sa splnila podmienka na pozorovanie z dvoch dní a objav mohol dostať predbežné označenie. Tak 1. septembra cirkulár MPEC 2005-R03 (cfa-www.harvard.edu/mpec/K05/K05R03.html) informoval o objave planétky **2005 QP87**, kde sa ako pozorovatelia uvádzajú M. T. Read (Spacewatch I.) a autor tohto článku (on-line).

Hned po objave som sa zapojil do diskusného fóra pozorovateľov FMO. Prvá reakcia jej členov boli, že som mal pri objave veľké šťastie – nájšť FMO po 50 prezriach je výnimočné. Hoci je-

den z pozorovateľov objavil asteroid už po 27 záberoch, zvyčajne to trvá podstatne dlhšie. Viačier potrebovali na svoj objav prezrieť 1000 snímkov, jednému sa to podarilo až prekročením počtu 3000. Objav blízkozemského asteroitu nie je vôbec častá a bežná vec. V rámci projektu bollo zatiaľ objavených 27 takýchto telies. Mesačne sa cez FMO podarí nájsť v priemere 1 – 2 blízkozemské planétky. Naposledy to boli dokonca dve v jeden deň. Tu opisovaná 2005 QP87 a ešte 2005 QQ87 objavená pozorovateľkou Su Shan Ding z Číny. Zaujímavosťou tohto druhého asteroitu je to, že jeho pohyb je v rezonancii 1:1 so Zemou.

### 2005 QP 87

V čase objavu mal asteroid pomerne veľký denný pohyb – 10,5 stupňa/deň a jasnosť 18 mag. Ako vyplynulo z výpočtov, teleso s rozmerom okolo 10 m bolo objavené pri tesnom priblížení sa k Zemi. Bolo od nás vzdialené 1,12 miliónov

km, teda len trikrát ďalej, ako je vzdialenosť Mesiaca od Zeme. Z analýzy ďalších pozorovaní sa dráhové elementy spresnili a podarilo sa získať 86 pozorovaní za 29 dní. Planétka s obežnou dobou 495 dní patrí medzi asteroidy typu Amor a jej obežná dráha leží medzi dráhami Zeme a Marsu. Do podobnej blízkosti ako teraz sa znova dostane v roku 2031 a pravdepodobne až vtedy budú vhodné pozorovacie podmienky na jej ďalšie sledovanie. Pozorovanie pri najbližších opozíciah je otázne, nakoľko jej jasnosť by mala byť okolo 30. magnitúdy. 1. decembra bude novobjavená planéta s veľkosťou malého rodinného domu od nás vzdialená 35 miliónov km, čo je deväťdesiatásobok vzdialenosť Mesiaca, a postupne sa od nás vzdala do hlbín vesmíru. Ďalší valiaci sa kameň však čaká na svojho objaviteľa už dnes po zotmení. A môžete ním byť aj vy.

**ŠTEFAN KÜRTI,**  
Nové Zámky, 12. 9. 2005

## Expedícia Variable v novom šate

Expedícia Variable 2005 sa konala v dňoch 29. 7 až 7. 8. 2005 na astronomickom observatóriu Vihorlatskej hvezdárne v Kolonickom sedle. Organizátorom bola samotná Vihorlatská hvezdáreň a MO SZAA v Snine. V tejto tradičnej premenárskej akcii nastali významné zmeny. Organizátori pochopili, že v čase nebyvalého rozvoja pozorovacích techník treba urobiť v náplni expedície zmeny. Prvá zmena bola už v expedíčnej zostave. Namiesto množstva mladých pozorovateľov z radov stredoškolákov tu boli skôr skúsenejší amatérski pozorovatelia – bývalí dlhorocní účastníci Variable. Z mladých prišli len tí najlepší. Cieľom expedície nebolo vykonať kvantitatívne veľa pozorovaní, ale pripraviť nový model expedície, ktorý by mal prínos v oblasti edukačnej a priniesol by aj vedecky užitočné dátá.

Novinky boli aj v softvérovej oblasti. Objavili sa excelovské súbory predpovede.xls a protokoly.xls, ktoré do značnej miery automatizujú výber pozorovaných zákrytových premenných a následné spracovanie dát. Pri výbere hviezd sme sa zamerali na tie, ktoré majú málo pozorovaných miním. Pritom sme, samozrejme, narazili na problém, že tieto hviezdy nemajú pripravené mapky. Preto sa softvérový arzenál operatívne rozšíril o súbor kolomapky.xls, ktorý umožňuje rýchlo vyrobiť mapku pomocou hviezdneho atlasu Cartes du Ciel.

Okrem zákrytových sa pozorovali aj fyzikálne premenné. Nadviazali sme na minuloročné pozorovania vybraných cefejí. Vizuálne pozorovanie cefejí pravdaže nemá vedecký prínos. Ide skôr o preverenie metodiky pozorovania. Naše namerané body vložíme do grafu fázovej krivky zhotovenej z fotoelektrických meraní. Výsledok v prípade voľným okom pozorovateľnej Eta Aql vidieť na pripojenom obrázku.

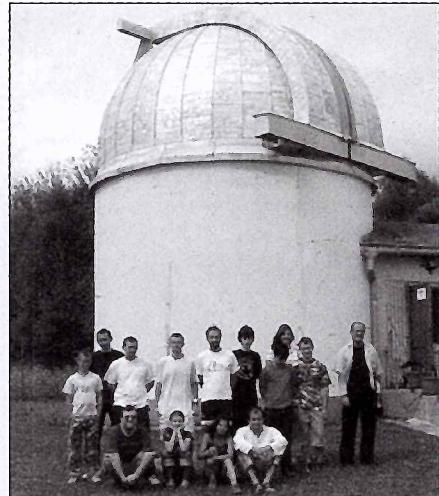
Pozorovalo sa prakticky všetkým, čo sa na observatóriu nachádzalo. Od voľného oka až po metrový dalekohľad. Ten sa v súčasnosti intenzívne pripravuje na osadenie dvojkanálového fotometra. Dá sa však cezeť pozrieť aj vizuálne.

Takže som neodolal a urobil odhad kataklizmy EM Cyg a blazaru 3C454.3, ktorý práve zoslabol po vzplanutí na 16,1 mag. Zaujímavá je na ňom odhadovaná vzdialenosť. Je to k nemu takpovediac cez polovicu vesmíru – 7 miliárd svetelných rokov.

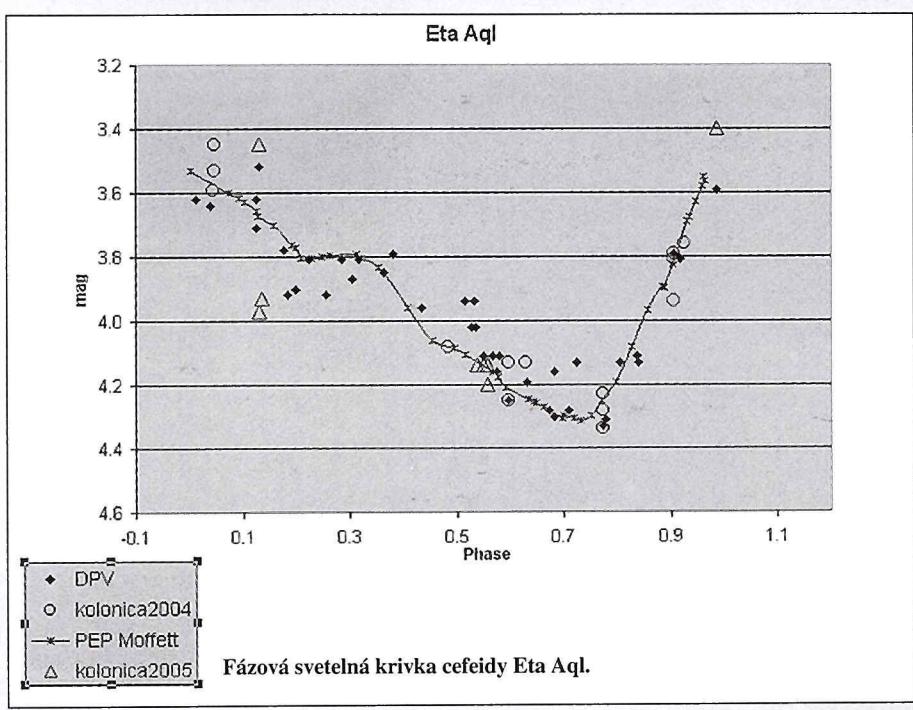
V oblasti zákrytových premenných sa napozorovali minimálne 7 hviezd, pričom cenné sú najmä 3 u málo pozorovaných hviezd V836 Cyg, V 859 Cyg a V1073 Her.

V oblasti fyzikálnych premenných sa pozorovali cefejid: Delta Cep, Eta Aql a TU Cas a tiež niektoré poloprávidelné premenné z programu MEDUZA.

**PAVOL A. DUBOVSKÝ,  
DPV**

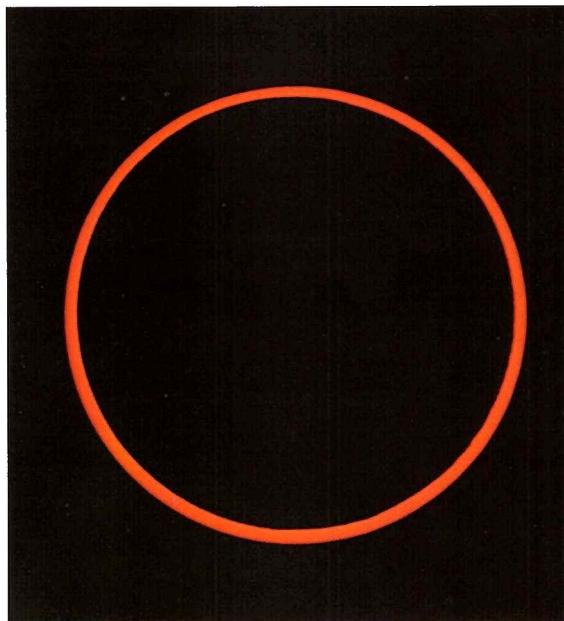


Spoločná fotografia účastníkov Variable 2005.

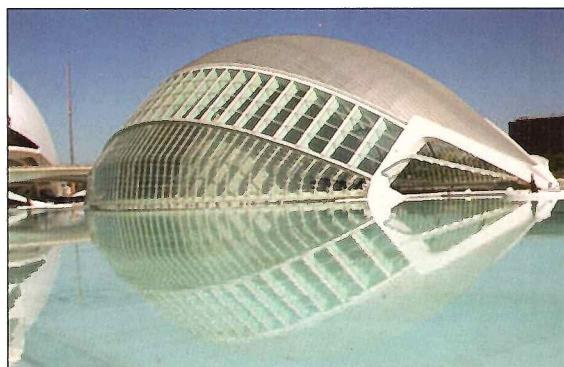




Pozorovanie prstencového zatmenia Slnka vo Valencii.



Stred prstencového zatmenia.

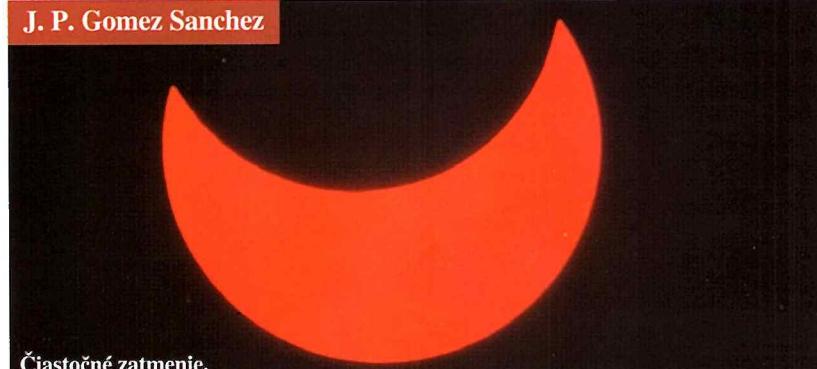


Planetárium vo Valencii.

## Zatmenie Slnka 3. októbra

### Prstencové zatmenie Slnka zo Španielska

J. P. Gomez Sanchez



Čiastočné zatmenie.

Nestáva sa často, aby sa ľudia hľadne pozerali na dennú oblohu. Slnko je príliš jasné a zvyšok oblohy je modrý alebo pokrytý mrakmi či hmlou. Denná obloha je takto monotónna (ak odhliadneme od mohutných búrkových mrakov či poetických východov a západov Slnka). No sú prípady, keď takáto jednotvárnosť dennej oblohy pominiem a veľa ľudí svoj zrak na oblohu predsa len obráti. Sú to zatmenia Slnka: čiastočné, prstencové alebo úplné. Zo všetkých menovaných najzaujímavejšie a najdôležnejšie je úplné, keď Mesiac nám na krátky čas zakryje Slnko a z bieleho dňa sa stane noc. „Svetlo“ zhasne, ochladí sa a ľudia sú v šoku, čo sa to tam hore deje. Aj napriek veľkej popularizácii, mnoho ľudí sa tohto úkazu bojí a pláče. Potom, keď Slnko začne spoza tmavého Mesiaca opäť vykukovať, nastáva neopísateľná radosť, vreskot a smiech, že Slnko začína znova Zemi dávať svetlo a teplo. Tento prípad sa však na rovnakom mieste zemského povrchu vyskytuje veľmi zriedkavo, asi raz za 400 rokov, u nás naposledy 8. júla 1842, a najbližšie 7. októbra 2135.

Menej dojímavým, ale mimoriadne pekným je prstencové zatmenie Slnka. Zdanlivý priemer Mesiaca je v tomto prípade menší ako zdanlivý uhlový priemer Slnka, a tak okolo tmavého mesačného disku, ktorý sa pri svojom pohybe okolo Zeme nasunie pred slnečný disk, žiarí malý prstenec slnečného disku. Intenzita zjavne poklesne, ale nie je taká tma ako počas úplného zatmenia Slnka. Ľudia, ktorí chcú tento úkaz priamo pozorovať, musia mať po celé trvanie prstencového zatmenia Slnka špeciálne „zatmeňové“ okuliare, aby si nepoškodili zrak, alebo pozorovať

tento úkaz cez projekciu či na televíznej obrazovke. Výskyt prstencových zatmení Slnka je o čosi častejší ako výskyt úplných zatmení Slnka. Najbližšie prstencové zatmenie Slnka, pozorovateľné v tomto storočí z územia Slovenska, budú 13. júla 2075 a 23. júla 2093.

Posledné prstencové zatmenie Slnka nastalo 3. októbra 2005 – u nás bolo pozorovateľné ako čiastočné – a podmienky pre jeho pozorovanie v Európe nastali v Portugalsku a Španielsku (dokonca priamo v Madride). Zo Španielska sa úkaz prenesol cez Stredozemné more do Alžírska, Tunisu, Čadu, Sudánu, Kene a Etiópie, aby skončil pri západe Slnka v Indickom oceáne.

Prstencové zatmenia Slnka sa využívajú na upresňovanie dráhy Mesiaca okolo Zeme a spolu okolo Slnka, na štúdium priemeru Slnka (nie je jasné, či a ako sa mení priemer Slnka – mal by sa len o veľmi málo zväčšovať), rotácie našej Zeme (skracuje sa o niekoľko milisekund za rok, hoci maličké skokové zmeny spôsobujú aj silné zemetrasenia, napríklad v decembri 2004 pri ostrove Sumatra). Vyššie uvedený výskum prispieva takto k upresňovaniu polohy zatmení, ktoré nastanú v budúcnosti.

Veľký význam zatmení je aj pri populárizácii prírodných vied medzi širokou verejnosťou, najmä medzi mládežou, aby sa študenti nehrnuli len na štúdium práva, ekonomie a pod., ale aj na štúdium prírodných vied, ktorých výsledky sú základom rozvoja ľudskej spoločnosti.

**Valencia 3. 10. 2005**  
**Dr. JUAN PEDRO GOMEZ SANCHEZ,**  
Univerzita Cartagena, Španielsko

## Prstencové zatmenie Slnka z Portugalska

Ottó Méhes

**Miesto:** Viana do Castello  
(zem. dĺžka: 08°48',  
zem. šírka: 41°42'),  
**Praia Arda pláž, Portugalsko**

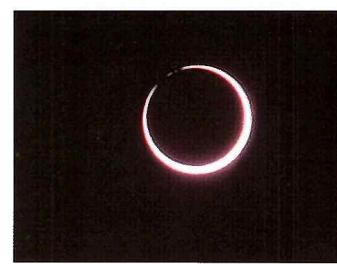
Tieň Mesiaca a pásmo viditeľnosti prstencového zatmenia Slnka sa tiahol severne od portugalského mesta Porto. Na pozorovanie prstencovej fázy sme sa vybrali 80 km severnejšie, do oblasti mestečka Viana do Castello, presnejšie

na blízku pláž Praia Arda. Počasie bolo perfektné, obloha modrá a bez oblakov. Pláž s mierne búrlivým oceánom bola prázdna, aj keď v našej blízkosti postávala malá skupinka Portugalčanov vyzbrojených slnečnými filtermi.

Na fotografiu som použil Canon 350D digitálny fotoaparát s objektívom Canon 75-300 mm a filter vyhotovený zo silnej slnečnej fólie. Fotoaparát bol umiestnený na trojnožke, zábbery som

robil pomocou expozičného kábla. Aparát som nastavil tak, aby sa zrkadlo pred každou expozíciu uzamklo do otvorennej polohy. Fotografie som robil v RAW režime, ktoré som potom pomocou Canon programu Digital Photo Professional previedol do jpeg formátu.

Začiatok prstencového zatmenia: 08:51:38 UT. Koniec prstencového zatmenia: 08:54:35 UT. Dĺžka prstencovej fázy: 2:57 minút.

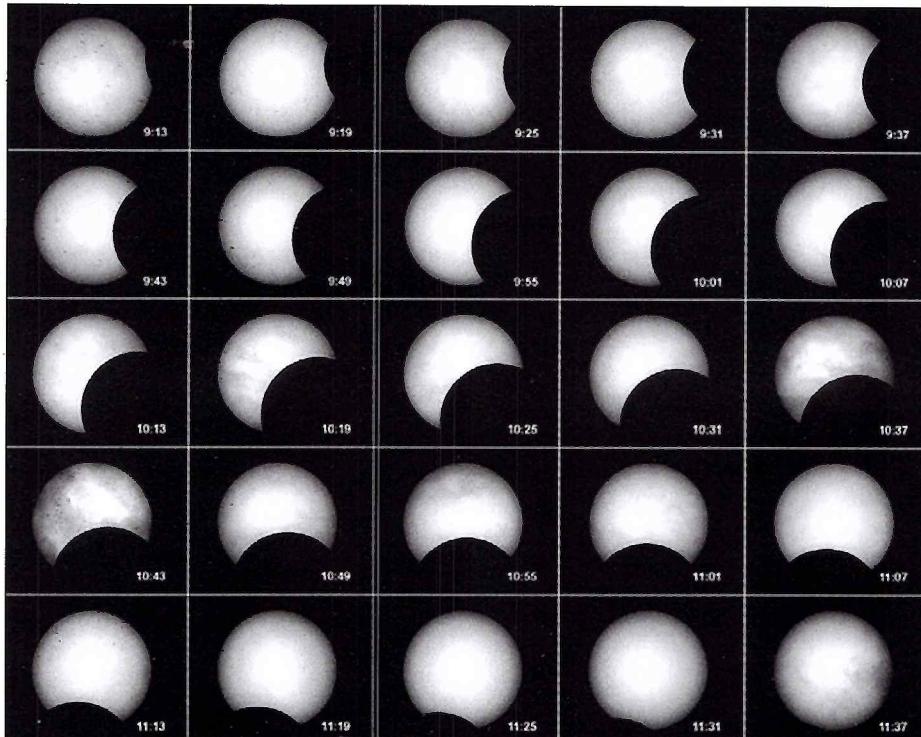


**Začiatok prstencovej fázy.**  
**08:51:38 UT, exp. 0.6 s, ISO-100,  
zoom 240 mm, f/18.**

# Zatmenie Slnka z Rimavskej Soboty

Pavol Rapavý

Postupka zatmenia exponovaná od 9:10 do 11:40 SEČ v intervale 5 min digitálnym fotoaparátom Olympus 740 UZ s ekvivalentným ohniskom 100 mm. Obrázok je poskladaný z troch samostatných polôh fotoaparátu.



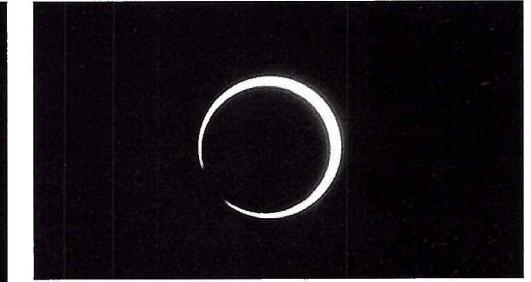
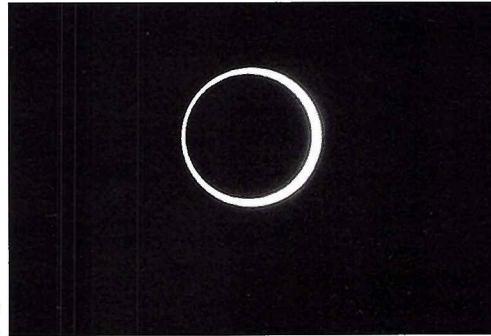
Priebeh zatmenia exponovaný objektívom s ohniskom 300 mm predĺženým na 600 mm CCD kame-rou SHT cez fóliu Astrosolar.

Októbrové prstencové zatmenie Slnka bolo od nás pozorovateľné len ako čiastočné a predpoved počasia nebola ešte pári dní pred zatmením nijako optimistická. Aj keď z odborného hľadiska nemá čiastočné zatmenie takmer nijaký význam bol pre všetkých, ktorí sa chystajú za úplným zatmením 29.3. budúceho roku vhodnou príležitostou odskúšať si svoju pozorovaciu techniku. Nemenej významnou skutočnosťou bola možnosť polarizácie tohto jedinečného úkazu medzi širokou verejnosťou.

V Rimavskej Sobote bolo ráno takmer úplne zamrásené a všade naväkol sa prevaľovala hustá hmla. Ešte krátko pred zatmením Slnko presvitalo len cez vrstvu rednejúcej hmly a vysokú oblačnosť. Napriek týmu podpriemerným podmienkam, ktoré sa menili z minúty na minútu sa podarilo uskutočniť takmer všetko, čo sme si naplánovali. Takmer... Škoda, že pred prvým kontaktom nebola obloha jasná, nakoľko na Slnku bola práve v príaznivom pozičnom uhle pekná protuberancia a chceli sme ju nasnímať v protuberančnom dalekohľade, ako ju postupne zakrýva Mesiac. Od klasickej fotografie sme upustili, všetko sme snímali CCD kamerou a digitálnym fotoaparátom. Pracovníci hvezdárne, členovia kružiek i SZAA mali plné ruky práce. Kupoly hvezdárne a pozemok s pripravenými dalekohľadmi sa hemžili školákm i záujemcami z radov verejnosti, kame-ramanmi STV i lokálneho vysielania JOJ, v prednáškovej miestnosti sa striedali skupiny pri odbornom výklade a počítačových animáciach. Mnohí si pri pozeraň internetového prenosu prstencového zatmenia zo Španielska len povzdychli. Pekná galéria fotografií zo zatmenia je na stránke <http://www.astro.cz/clanek/2176>. Text a foto: Pavol Rapavý

Už niekoľko minút pred hlavnou fázu sa intenzita osvetlenia okolo nás viditeľne znížila (zákryt bol približne 91-percentný), aj keď samozrejme menej než počas úplného zatmenia Slnka. Bol to zvláštny pocit, ako keby sme sa boli pozerali cez mierne zady-mené sklo.

Okolie maxima. 08:52:54, exp. 0.6 s,  
ISO-100, Zoom 240 mm, f/18.



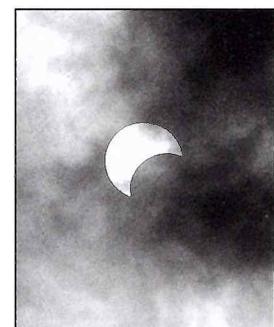
Koniec prstencovej fázy. 08:54:35, exp. 0.6 s,  
ISO-100, zoom 240 mm, f/18.

Ladislav Kovács

## Zatmenie z Nových Zámkov

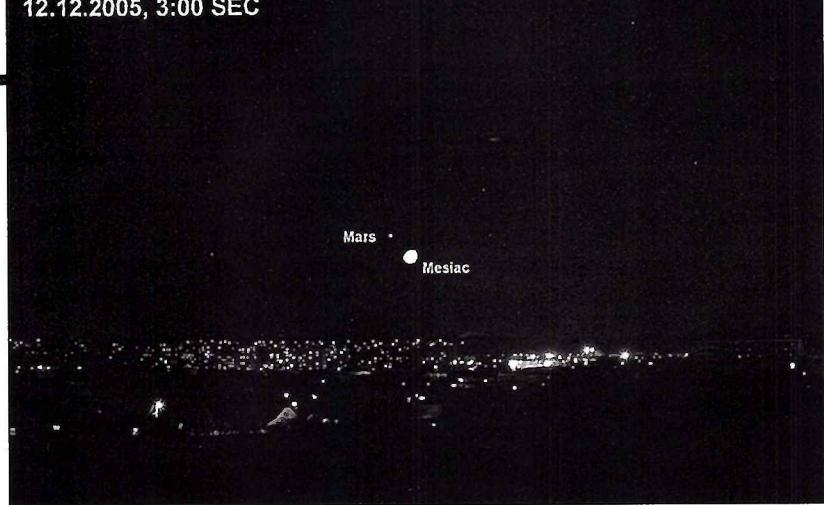
Kedže od rána bola obloha v Nových Zámoch takmer beznádejne zatiahnutá, nebola veľká nádej na pozorovanie úkazu. Nakoniec však práve rednúca oblačnosť pomohla vyfotografovať úkaz, keďže dobre plnila funkciu filtra na zoslabenie slnečného disku. Dalo sa teda fotografovať a občas aj priamo volným okom bez ochranných pomôcok a bez obáv o poškodenie očí a techniky sledovať priebeh zatmenia. Snímky boli zhotovené digitálnym fotoaparátom Fujifilm FinePix S5500.

Mgr. Ladislav Kovács,  
Nové Zámky



11:34 LSEČ, ISO 64, exp.  
1/2000 s, clona 9, ohn. vzd.  
ekv. 370 mm.

POZORUJTE S NAMI



# Obloha v kalendári

Pripravil PAVOL RAPAVÝ

Všetky časové údaje sú v SEČ

december –  
január 2006

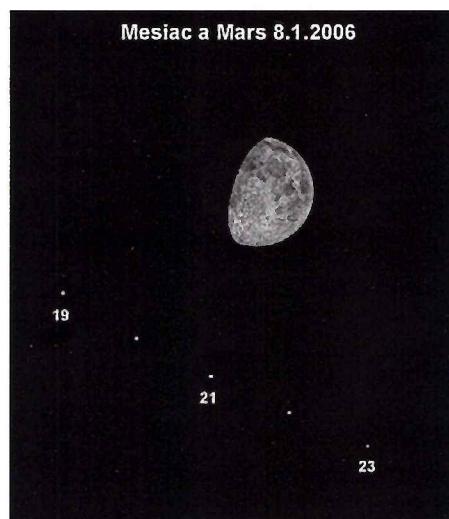
Zimná obloha má svoje čaro napriek tomu, že ruky primŕzajú k dalekohľadu... Mnohí považujú práve túto oblohu za najkrajšiu a tentokrát bude ešte prizdobená aj planétami, veľmi dobré podmienky sú na pozorovanie Merkúra, Venuša bude žiať po západe Slnka. Z vonkajších planét je na tom najlepšie Saturn v opozícii. Priam ideálne podmienky sú počas maxima meteorického roja Kvadrantidy, a tak by nás chlad januárovej noci nemal odradiť. Odmenou nám bude množstvo jasných a dlhých meteorov a možno sa niekomu pošťastí vidieť aj nejaký ten záblesk na Mesiaci. Pre fotografov je k dispozícii niekoľko zaujímavých zoskupení planét s Mesiacom či pekné priblíženia planétek k objektom nočnej oblohy.

**Merkúr** je hned začiatkom decembra (1 mag) na konci nautického súmraku vo výške  $6^{\circ}$  nad obzorom a jeho pozorovacie podmienky sa zlepšujú, keďže 12. 12. bude v maximálnej západnej elongácii ( $21^{\circ}$ ). V tom čase bude na začiatku občianskeho súmraku vo výške  $11^{\circ}$ . Je to druhá najlepšia elongácia v tomto roku a tak by sme Merkúr mali na rannej oblohe nájsť úplne bez problémov, nakolko bude mať  $-0,4$  mag a vpravo hore od neho bude svietiť aj jasný Jupiter. Po elongácii sa začne jeho uhlová vzdialenosť od Slnka zmenšovať a na prelome rokov sa stratí v jasnej súmrakovej oblohe. 26. 1. bude v hornej konjunkcii a na večernej oblohe sa objaví až v prvej polovici februára. 29. 1. pred východom Slnka bude spolu s kosáčikom Mesiac krášliť pekne sfarbené súmrakové oblohu.

**Venuša** ( $-4,7$  až  $-4,5$  mag) v maxime svojho lesku v polovici decembra bude skvelou ozdobou večernej oblohy. Zapadá takmer tri hodiny po Slnku a jej večerná viditeľnosť sa ku koncu roka len pomaličky skracuje. Začiatkom januára je pri západe Slnka ešte vo výške  $14^{\circ}$ , no v ďalších dňoch sa jej uhlová vzdialenosť od Slnka rýchle zmenšuje a začiatkom druhej januárovej dekády sa stratí vo večernom súmraku, nakolko 14. 1. bude v dolnej konjunkcii a o deň skôr bude k Zemi najbližšie ( $0,27$  AU). V tom čase bude mať uhlový rozmer  $1'$ , jasnosť  $-4,1$  mag a jej uhlová vzdialenosť od Slnka bude  $5,5^{\circ}$ . Počas dňa by sme sa pri dobrých pozorovacích podmienkach mohli pokúsiť zbadať jej veľmi úzky kosáčik. Pri tomto pozorovaní však musíme byť opatrní vzhľadom na blízkosť jasného slnečného kotúča. Po konjunkcii so Slnkom sa Venuše rýchlo prehupne na rannú oblohu a už po polovici januára ju budeme môcť zazrieť nízko nad obzorom. Jej viditeľnosť sa bude zlepšovať a koncom januára už bude neprehliadnuteľným objektom.

4. 12. nastane konjunkcia s Mesiacom a podobná situácia sa zopakuje aj 1. 1., no to už bude vzdialenosť oboch telies úctyhodná.

**Mars** ( $-1,9$  až  $0,2$  mag) je viditeľný takmer celú noc, jeho viditeľnosť sa však skracuje a koncom januára zapadá už dve hodiny po polnoci. Nájdeme ho ako jasný červenkastý objekt v Baranovi. 10. 12. je v zastávke a začne sa pohybovať v priamom smere. Túto skutočnosť iste zbadajú aj tí, ktorí sa zapojili do pekného pozorovacieho programu Mars štyri storčia po Keplerovi. Vzdialenosť Marsu sa zväčšuje (z  $0,555$  na  $1,045$  AU), klesá jeho jasnosť a uhlový priemer za zmenší zo  $16,9'$  na  $8,8'$ . Nakolko sa Mars vzdáuje od skvelej novembrovnej opozície, zmenšuje sa aj jeho osvetlená časť a tak koncom januára bude z Marsu osvetlených len  $89\%$  a teda v dalekohľade ho uvidíme vo fáze propomínanajúcej Mesiac pred splnom. 12. 12. nastane jeho tesná konjunkcia s Mesiacom a je len škoda, že obe telesá nezapadajú neskôr, nakolko k maximálnemu priblíženiu ( $0,5^{\circ}$ ) dôjde už pod obzorom. Mimo našo územie bude pozorovateľný aj zákryt. My sa však tentokrát musíme uspokojiť len s tým, že obe telesá uvidíme najbližšie pred ich západom. Z pozorovateľského hľadiska bude lepšia konjunkcia 8. 1., pretože v čase maximálneho priblíženia budú obe telesá vysoko nad obzorom a Mars bude len niečo vyšie pol stupňa od južného okraja Mesiaca.



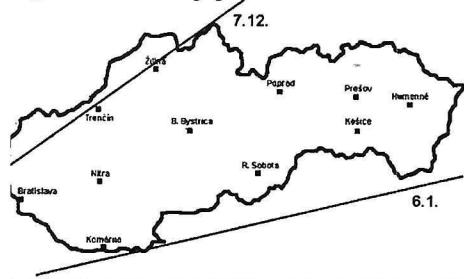
**Jupiter** ( $-1,7$  až  $-2,0$  mag) vo Váhach vychádzá až v druhej polovici noci 3 hodiny pred Slnkom, no jeho uhlová vzdialenosť od Slnka sa zväčšuje a kon-

com januára sa dostane nad obzor už hodinu po polnoci. Na oblohe sa pohybuje východným smerom a jeho vlastný pohyb si môžeme dobre všimnúť v polovici januára, keď prejde (13. 1.)  $48'$  severne od dvojhviezdy Zuben Elgenubi ( $\alpha$  Lib 2,7+5,2 mag). Jupiter svojou jasnosťou na oblohe bude výrazným objektom, už v malom dalekohľade uvidíme jeho štyri najjasnejšie mesiace a v súseďajúcich prístrojoch rozoznáme aj jeho charakteristické oblačné pásy a známu červenú škvamu. 27. 12. nastane konjunkcia Jupitera s ubúajúcim Mesiacom a podobná situácia sa zopakuje 23. 1. Decembrová konjunkcia je však fotogeničnejšia, Mesiac bude v menšej fáze a vzájomná poloha oboch telies krátko po východe je výhodnejšia.

**Saturn** ( $0,2$  až  $-0,2$  mag) má veľmi dobré pozorovacie podmienky, nakoľko 27. 1. bude v opozícii a teda viditeľný po celú noc. V deň opozície bude Saturn k nám aj najbližšie ( $8,12682$  AU). Nájdeme ho v Rakovi ako výrazný, pokojne svietiaci objekt. Už v malom dalekohľade je možné pozorovať jeho mohutné prstence, ich krásu však naplno vynikne až pri pozorovaní väčším prístrojom. Koncom januára bude na okraji známej otvorennej hviezdkopy Jasličky (M44, Praesepe), čo je skvelou príležitosťou získať ďalší úlovok do zbierky zaujímavých fotografií. Pri použití kinofilmu a objektívom s dlhím ohniskom, napríklad 500 mm, budeme mať skutočne peknú fotografiu. 19. 12. a 15. 1. bude v konjunkcii s Mesiacom, no chybäckou krásy je pomerne veľká fáza Mesiaca a teda aj veľký rozdiel jasnosti oboch telies.

**Urán** (5,9 mag) vo Vodnárovi je viditeľný v prvej polovici noci, zapadá hodinu pred polnocou, do konca januára sa však podmienky jeho pozorovateľnosti skrátať a bude zapadat už necelé tri hodiny po Slnku. Vlastným pohybom sa na hviezdom pozadí posunie  $2^{\circ}$  východne, a jeho pomalý vlastný pohyb si najlepšie všimneme koncom prvej januárovej dekády. 11. 1. bude len  $7'$  od hviezdy SAO 146230 (6,7 mag). V dalekohľade ho uvidíme ako pokojne svietiaci zelenastroj modrý objekt. Konjunkcie s Mesiacom nastanú 7. 12., 4. 1. a 31. 1. 4. 1. nastane konjunkcia hlboko pod obzorom a teda po východe už budú telesá od seba ďaleko.

**Neptún** (7,9 – 8,0 mag) v Kozorožcovi má ešte horšie podmienky viditeľnosti ako Urán, nakoľko je na oblohe západnejšie. Pred koncom januára sa začne strácať vo večernom súmraku, nakoľko 6. 2. bude v konjunkcii so Slnkom. Už v malom dalekohľade by sme ho mali bez väčších problémov identifikovať, nakolko od hviezd sa líši modrastým záfarbením a pokojným svitom. 11. 12. prejde len  $6'$  južne od hviezdy SAO 164200 (9,2 mag), no v čase maximálneho priblíženia (0,3 hod) bude ešte pod obzorom. Ďalšia konjunkcia ( $1'$ ) s hviezdom SAO 164262 (8,4 mag) nastane 15. 1. Mesiac sa

**otyčnicové zákryty**

k Neptúnu zdanivo priblíží 6. 12., 2. 1. a 30. 1. Posledná konjunkcia však nastáva uholovo pomerne blízko Slnka a hlboko pod obzorom, najvhodnejšia je 2. 1., no aj tu bude vzdialenosť oboch telies takmer  $5^\circ$ .

**Pluto** (14,2 mag) je v decembri prakticky nepozorovateľné, 16. 12. je v konjunkcii so Slnkom. Na rannej oblohe v súhvezdí Hada sa objaví až v januári. Koncom januára za začiatku nautického súmraku bude vo výške len  $16^\circ$ .

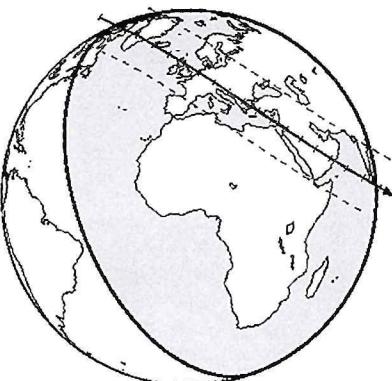
**13. 12.** prejde Mesiac tesne pod Plejádami, bude pozorovateľných niekoľko jasných zákrytov. Ďalšie priblženie k Plejádam nastane 10. 1., no v tomto prípade už bude Mesiac nízko nad obzorom a na časti nášho územia nepozorovateľný.

Dotyčnicové zákryty vhodné aj pre menšie dalekohľady sú predpovedané dva. 7. 12. o 20:18 zakryje južný okraj Mesiaca pred prvou štvrtou hviezdou 6,8 mag (HIP 112021) a úkaz nastane  $14^\circ$  na neosvetlenej strane Mesiaca, ktorý bude vo výške  $18^\circ$ . Januárový zákryt (6. 1., 21:13, HIP 4655, 6,1 mag) je tesne mimo nášho územia, Mesiac bude v prvej štvrti vo výške  $28^\circ$  a zákryt nastane  $9^\circ$  na tmavej strane Mesiaca.

**Planétky**

Do 11. mag bude v opozícii 7 planétek: (16) Psyche (7. 12., 9,3 mag), (3) Juno (9. 12., 7,5 mag), (11) Parthenope (9. 12., 9,8 mag), (60) Echo (21. 12., 9,9 mag), (4) Vesta (6. 1., 6,2 mag), (111) Ate (16. 1., 10,6 mag), (53) Kalypso (25. 1., 10,9 mag).

Najjasnejšou bude (4) Vesta, ktorá sa dostane na hranicu viditeľnosti voľným okom, no jej identifikácia bez použitia dalekohľadu nebude jednoduchá, nakoľko bude v pomerne bohatom hviezdnom poli v Blíženoch a v januári sa začne „ponárať“ do Mliečnej cesty. Počas oboch mesiacov budú blízko pri sebe (16) Psyche a (11) Parthenope a koncom januára bude ich vzdialenosť len  $5^\circ$  severne od Aldebarana na okraji Hyád. (53) Kalypso opfše v decembri peknú slučku stupeň severne od otvorennej hviezdkopy M 67 (6,9 mag) v Rakovi.

**(397) Vienna 19.12.2005**

Podľa nominálnych predpovedí v rámci ich neurčitosti nastane 7 zákrytov hviezd planétkami. Od nás ako najnádejnejší je zákryt planétkou (397) Viena 19. 12., ktorého pás prechádza od nás juhovzápadne a z januárových (37) Fides, kde najväčšiu šancu budú mať naši južní susedia. V každom prípade je dobré sledovať upresnenia predpovedí na internete (<http://mpocc.astro.cz/>).

**Dátum RA(2000) D(2000) mag****Efemerida planétky (4) Vesta**

| Dátum   | RA(2000)                         | D(2000)   | mag |
|---------|----------------------------------|-----------|-----|
| 1. 12.  | 7 <sup>h</sup> 36,6 <sup>m</sup> | +20°18,9' | 7,1 |
| 6. 12.  | 7 <sup>h</sup> 34,5 <sup>m</sup> | +20°35,0' | 7,0 |
| 11. 12. | 7 <sup>h</sup> 31,6 <sup>m</sup> | +20°53,4' | 6,9 |
| 16. 12. | 7 <sup>h</sup> 27,9 <sup>m</sup> | +21°13,8' | 6,8 |
| 21. 12. | 7 <sup>h</sup> 23,6 <sup>m</sup> | +21°35,9' | 6,7 |
| 26. 12. | 7 <sup>h</sup> 18,8 <sup>m</sup> | +21°59,1' | 6,6 |
| 31. 12. | 7 <sup>h</sup> 13,5 <sup>m</sup> | +22°22,8' | 6,4 |
| 5. 1.   | 7 <sup>h</sup> 08,0 <sup>m</sup> | +22°46,5' | 6,3 |
| 10. 1.  | 7 <sup>h</sup> 02,4 <sup>m</sup> | +23°09,5' | 6,4 |
| 15. 1.  | 6 <sup>h</sup> 56,9 <sup>m</sup> | +23°31,4' | 6,5 |
| 20. 1.  | 6 <sup>h</sup> 51,7 <sup>m</sup> | +23°51,8' | 6,6 |
| 25. 1.  | 6 <sup>h</sup> 46,9 <sup>m</sup> | +24°10,5' | 6,7 |
| 30. 1.  | 6 <sup>h</sup> 42,6 <sup>m</sup> | +24°27,4' | 6,8 |

**Efemerida planétky (16) Psyche**

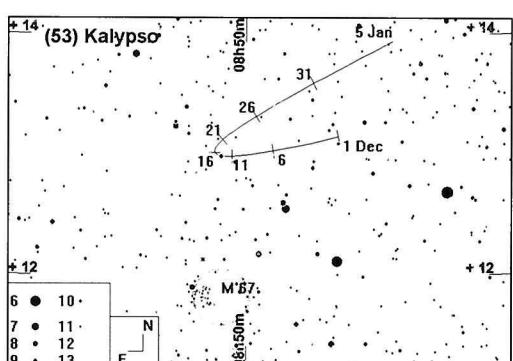
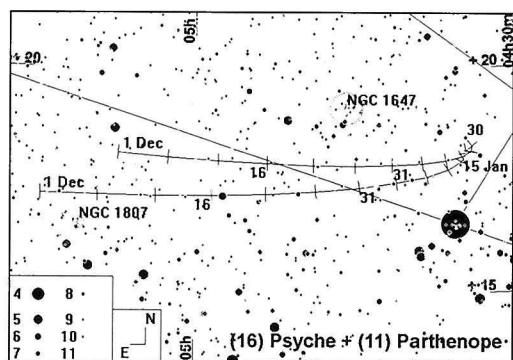
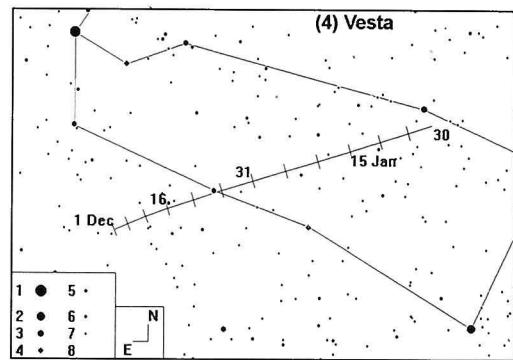
| Dátum   | RA(2000)                         | D(2000)   | mag  |
|---------|----------------------------------|-----------|------|
| 1. 12.  | 5 <sup>h</sup> 07,1 <sup>m</sup> | +18°06,3' | 9,5  |
| 6. 12.  | 5 <sup>h</sup> 02,5 <sup>m</sup> | +18°00,9' | 9,4  |
| 11. 12. | 4 <sup>h</sup> 57,8 <sup>m</sup> | +17°56,3' | 9,4  |
| 16. 12. | 4 <sup>h</sup> 53,3 <sup>m</sup> | +17°52,6' | 9,5  |
| 21. 12. | 4 <sup>h</sup> 49,0 <sup>m</sup> | +17°50,0' | 9,7  |
| 26. 12. | 4 <sup>h</sup> 45,1 <sup>m</sup> | +17°48,8' | 9,8  |
| 31. 12. | 4 <sup>h</sup> 41,7 <sup>m</sup> | +17°49,0' | 9,9  |
| 5. 1.   | 4 <sup>h</sup> 38,9 <sup>m</sup> | +17°50,9' | 10,0 |
| 10. 1.  | 4 <sup>h</sup> 36,7 <sup>m</sup> | +17°54,3' | 10,2 |
| 15. 1.  | 4 <sup>h</sup> 35,2 <sup>m</sup> | +17°59,4' | 10,3 |
| 20. 1.  | 4 <sup>h</sup> 34,4 <sup>m</sup> | +18°06,1' | 10,4 |
| 25. 1.  | 4 <sup>h</sup> 34,3 <sup>m</sup> | +18°14,3' | 10,5 |
| 30. 1.  | 4 <sup>h</sup> 34,8 <sup>m</sup> | +18°23,8' | 10,6 |

**Efemerida planétky (11) Parthenope**

| Dátum   | RA(2000)                         | D(2000)   | mag  |
|---------|----------------------------------|-----------|------|
| 1. 12.  | 5 <sup>h</sup> 14,3 <sup>m</sup> | +17°11,4' | 9,9  |
| 6. 12.  | 5 <sup>h</sup> 09,0 <sup>m</sup> | +17°09,9' | 9,8  |
| 11. 12. | 5 <sup>h</sup> 03,7 <sup>m</sup> | +17°09,3' | 9,8  |
| 16. 12. | 4 <sup>h</sup> 58,4 <sup>m</sup> | +17°09,9' | 9,9  |
| 21. 12. | 4 <sup>h</sup> 53,4 <sup>m</sup> | +17°11,7' | 10,1 |
| 26. 12. | 4 <sup>h</sup> 48,8 <sup>m</sup> | +17°14,8' | 10,2 |
| 31. 12. | 4 <sup>h</sup> 44,7 <sup>m</sup> | +17°19,3' | 10,3 |
| 5. 1.   | 4 <sup>h</sup> 41,3 <sup>m</sup> | +17°25,4' | 10,5 |
| 10. 1.  | 4 <sup>h</sup> 38,5 <sup>m</sup> | +17°33,1' | 10,6 |
| 15. 1.  | 4 <sup>h</sup> 36,5 <sup>m</sup> | +17°42,4' | 10,7 |
| 20. 1.  | 4 <sup>h</sup> 35,3 <sup>m</sup> | +17°53,1' | 10,8 |
| 25. 1.  | 4 <sup>h</sup> 34,8 <sup>m</sup> | +18°05,2' | 10,9 |
| 30. 1.  | 4 <sup>h</sup> 35,0 <sup>m</sup> | +18°18,6' | 11,0 |

**Efemerida planétky (53) Kalypso**

| Dátum   | RA(2000)                         | D(2000)   | mag  |
|---------|----------------------------------|-----------|------|
| 1. 12.  | 8 <sup>h</sup> 46,9 <sup>m</sup> | +13°08,5' | 12,3 |
| 6. 12.  | 8 <sup>h</sup> 49,1 <sup>m</sup> | +13°01,7' | 12,2 |
| 11. 12. | 8 <sup>h</sup> 50,5 <sup>m</sup> | +12°59,0' | 12,1 |
| 16. 12. | 8 <sup>h</sup> 51,1 <sup>m</sup> | +13°00,9' | 12,0 |
| 21. 12. | 8 <sup>h</sup> 50,8 <sup>m</sup> | +13°07,4' | 11,9 |
| 26. 12. | 8 <sup>h</sup> 49,7 <sup>m</sup> | +13°18,9' | 11,8 |
| 31. 12. | 8 <sup>h</sup> 47,7 <sup>m</sup> | +13°35,2' | 11,6 |
| 5. 1.   | 8 <sup>h</sup> 45,0 <sup>m</sup> | +13°56,1' | 11,5 |

**Kométy**

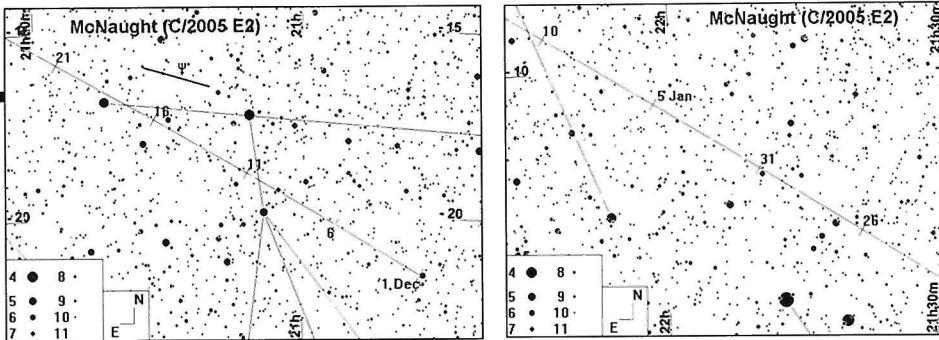
Na oblohe je súčasť niekoľko komét, no sú slabšie ako 13 mag. Jedinou, no veľmi peknou, výnimkou je kométa McNaught (C/2005 E2), ktorá príjemne zjasňuje a navyše stúpa jej deklinácia. Jej pozorovacie podmienky sú počas oboch mesiacom stabilné. Začiatkom decembra je na konci nautického súmraku vo výške  $18^\circ$  v Kozorožcovi. Vlastným pohybom smerom na východ sa dostane koncom januára

**Efemerida kométy  
McNaught (C/2005 E2)**

| Dátum   | RA(2000)                          | D(2000)   | mag  | el   |
|---------|-----------------------------------|-----------|------|------|
| 1. 12.  | 20 <sup>h</sup> 46,5 <sup>m</sup> | -21°30,1' | 10,0 | 59,5 |
| 6. 12.  | 20 <sup>h</sup> 56,2 <sup>m</sup> | -20°10,7' | 9,9  | 57,0 |
| 11. 12. | 21 <sup>h</sup> 06,3 <sup>m</sup> | -18°47,5' | 9,9  | 54,5 |
| 16. 12. | 21 <sup>h</sup> 16,8 <sup>m</sup> | -17°20,3' | 9,8  | 52,2 |
| 21. 12. | 21 <sup>h</sup> 27,5 <sup>m</sup> | -15°49,0' | 9,7  | 50,1 |
| 26. 12. | 21 <sup>h</sup> 38,6 <sup>m</sup> | -14°13,4' | 9,6  | 48,0 |
| 31. 12. | 21 <sup>h</sup> 50,0 <sup>m</sup> | -12°33,7' | 9,5  | 46,1 |
| 5. 1.   | 22 <sup>h</sup> 01,6 <sup>m</sup> | -10°49,8' | 9,5  | 44,3 |
| 10. 1.  | 22 <sup>h</sup> 13,6 <sup>m</sup> | -9°01,7'  | 9,4  | 42,6 |
| 15. 1.  | 22 <sup>h</sup> 25,8 <sup>m</sup> | -7°09,8'  | 9,3  | 41,0 |
| 20. 1.  | 22 <sup>h</sup> 38,2 <sup>m</sup> | -5°14,3'  | 9,3  | 39,6 |
| 25. 1.  | 22 <sup>h</sup> 51,0 <sup>m</sup> | -3°15,4'  | 9,2  | 38,2 |
| 30. 1.  | 23 <sup>h</sup> 04,0 <sup>m</sup> | -1°13,5'  | 9,2  | 37,0 |

## POZORUJTE S NAMI

do Rýb ako objekt 9,2 mag a začiatkom astronomického súmraku bude vo výške 22° na obzorom. V polovici decembra bude niečo vyššie stupňa južne od Neptúna a po polovici januára necelé 4° severne od Uránu, 18. 12. prejde 0,2° severne od τ Cap (4,3 mag), 27. 12. v rovnakej vzdialenosťi od 42 Cap (5,2 mag), 12. 1. 10' južne od ρ Aqr (5,3 mag).



**Tabuľky východov a západov  
(december – január 2006)**

### Slnko

| Vých.  | Záp. | Súmrak       |          |           |              |          |           |       |
|--------|------|--------------|----------|-----------|--------------|----------|-----------|-------|
|        |      | Astronomický | Nautický | Občiansky | Astronomický | Nautický | Občiansky |       |
| zač.   | kon. | zač.         | kon.     | zač.      | kon.         | zač.     | kon.      |       |
| 1.12.  | 7:10 | 15:48        | 5:12     | 17:46     | 5:49         | 17:09    | 6:28      | 16:29 |
| 8.12.  | 7:18 | 15:45        | 5:18     | 17:45     | 5:56         | 17:07    | 6:36      | 16:28 |
| 15.12. | 7:25 | 15:46        | 5:24     | 17:46     | 6:02         | 17:08    | 6:42      | 16:28 |
| 22.12. | 7:29 | 15:48        | 5:28     | 17:49     | 6:06         | 17:11    | 6:46      | 16:31 |
| 29.12. | 7:31 | 15:53        | 5:31     | 17:53     | 6:09         | 17:16    | 6:49      | 16:36 |
| 1. 1.  | 7:31 | 15:56        | 5:31     | 17:56     | 6:09         | 17:18    | 6:49      | 16:38 |
| 8. 1.  | 7:30 | 16:03        | 5:31     | 18:02     | 6:09         | 17:25    | 6:48      | 16:45 |
| 15. 1. | 7:27 | 16:13        | 5:29     | 18:10     | 6:06         | 17:33    | 6:45      | 16:54 |
| 22. 1. | 7:21 | 16:23        | 5:25     | 18:18     | 6:02         | 17:41    | 6:40      | 17:03 |
| 29. 1. | 7:13 | 16:34        | 5:19     | 18:28     | 5:56         | 17:51    | 6:34      | 17:13 |

### Mesiac

| Východ  | Západ | 29. 12. | 2:57   | 12:46 |       |
|---------|-------|---------|--------|-------|-------|
| 1. 12.  | 7:13  | 15:10   | 1. 1.  | 2:48  | 12:36 |
| 8. 12.  | 12:20 | 23:52   | 8. 1.  | 2:26  | 12:11 |
| 15. 12. | 15:03 | 7:36    | 15. 1. | 2:04  | 11:46 |
| 22. 12. | 22:42 | 11:20   | 22. 1. | 1:41  | 11:21 |
| 29. 12. | 6:06  | 13:43   | 29. 1. | 1:18  | 10:55 |
| 1. 1.   | 9:09  | 17:17   |        |       |       |
| 8. 1.   | 11:32 | 1:38    |        |       |       |
| 15. 1.  | 17:05 | 8:31    |        |       |       |
| 22. 1.  | -     | 10:19   |        |       |       |
| 29. 1.  | 7:37  | 16:12   |        |       |       |

### Merkúr

| Východ  | Západ | 1. 12. | 20:24   | 11:24 |       |
|---------|-------|--------|---------|-------|-------|
| 1. 12.  | 5:50  | 15:17  | 8. 12.  | 19:55 | 10:56 |
| 8. 12.  | 5:25  | 14:53  | 15. 12. | 19:26 | 10:28 |
| 15. 12. | 5:34  | 14:42  | 22. 12. | 18:57 | 9:59  |
| 22. 12. | 5:56  | 14:38  | 29. 12. | 18:27 | 9:31  |
| 29. 12. | 6:22  | 14:43  | 1. 1.   | 18:14 | 9:19  |
| 1. 1.   | 6:33  | 14:47  | 8. 1.   | 17:44 | 8:50  |
| 8. 1.   | 6:56  | 15:02  | 15. 1.  | 17:13 | 8:21  |
| 15. 1.  | 7:14  | 15:25  | 22. 1.  | 16:43 | 7:52  |
| 22. 1.  | 7:26  | 15:57  | 29. 1.  | 16:12 | 7:23  |
| 29. 1.  | 7:32  | 16:34  |         |       |       |

### Venuša

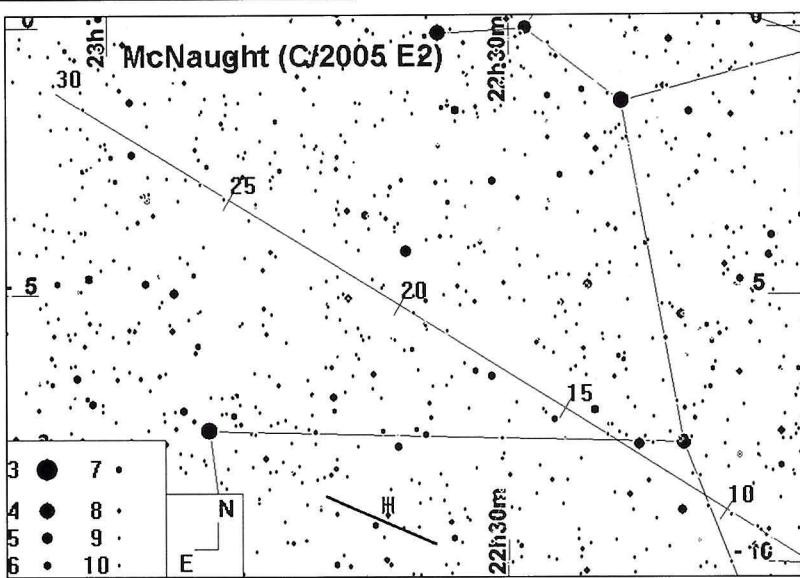
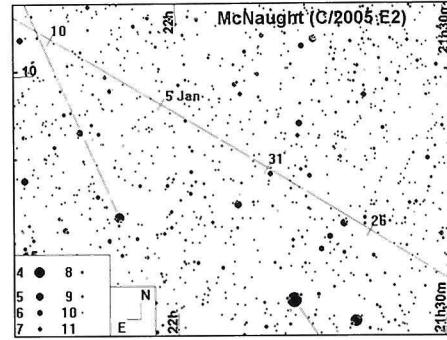
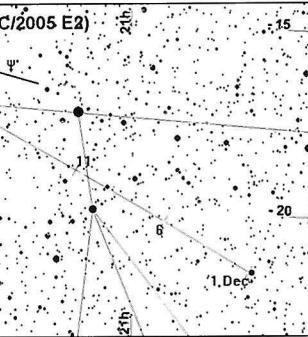
| Východ  | Západ | 1. 12. | 10:37   | 18:39 |       |
|---------|-------|--------|---------|-------|-------|
| 8. 12.  | 10:18 | 18:38  | 15. 12. | 9:54  | 18:32 |
| 22. 12. | 9:22  | 18:18  | 29. 12. | 8:43  | 17:54 |
| 1. 1.   | 8:25  | 17:42  | 1. 1.   | 7:37  | 17:05 |
| 8. 1.   | 7:37  | 17:05  | 15. 1.  | 6:47  | 16:24 |
| 22. 1.  | 6:01  | 15:42  | 29. 1.  | 5:23  | 15:05 |
|         |       |        |         |       |       |

### Mars

| Východ  | Západ | 1. 12. | 11:23   | 20:54 |       |
|---------|-------|--------|---------|-------|-------|
| 8. 12.  | 13:38 | 4:09   | 15. 12. | 10:29 | 20:01 |
| 15. 12. | 13:09 | 3:43   | 22. 12. | 10:02 | 19:34 |
| 22. 12. | 12:42 | 3:20   | 29. 12. | 9:35  | 19:08 |
| 29. 12. | 12:17 | 3:00   | 1. 1.   | 9:23  | 18:57 |
| 1. 1.   | 12:07 | 2:53   | 8. 1.   | 8:56  | 18:30 |
| 8. 1.   | 11:43 | 2:36   | 15. 1.  | 8:29  | 18:04 |
| 15. 1.  | 11:21 | 2:22   | 22. 1.  | 8:02  | 17:38 |
| 22. 1.  | 10:59 | 2:09   | 29. 1.  | 7:36  | 17:12 |
| 29. 1.  | 10:39 | 1:58   |         |       |       |

### Jupiter

| Východ  | Západ | 1. 12. | 4:19    | 14:24 |       |
|---------|-------|--------|---------|-------|-------|
| 8. 12.  | 3:59  | 14:00  | 15. 12. | 3:39  | 13:35 |
| 15. 12. | 3:18  | 13:11  | 22. 12. | 4:01  | 13:37 |
|         |       |        |         |       |       |



**Zákryty hviezd Mesiacom (december – január 2006)**

| Dátum   | UT<br>h m s | f | XZ    | mag | CA<br>° | PA<br>° | a<br>s/o | b<br>s/o |
|---------|-------------|---|-------|-----|---------|---------|----------|----------|
| 6. 12.  | 16 12 48    | D | 29979 | 4,8 | +52S    | 111     | 144      | -69      |
| 9. 12.  | 21 33 13    | D | 476   | 6,0 | +75N    | 51      | 38       | -6       |
| 12. 12. | 168 45      | D | 3749  | 6,0 | +69S    | 97      | 54       | 82       |
| 13. 12. | 19 28 48    | D | 4938  | 5,5 | +77N    | 73      | 81       | 77       |
| 13. 12. | 20 31 49    | D | 4974  | 6,1 | +46N    | 43      | 70       | 120      |
| 14. 12. | 4 8 27      | D | 5292  | 5,7 | +49S    | 131     | -45      | -138     |
| 18. 12. | 0 50 39     | D | 11604 | 5,4 | -57S    | 125     | 91       | -94      |
| 18. 12. | 2 9 53      | R | 11604 | 5,4 | +90N    | 272     | 97       | -53      |
| 23. 12. | 6 11        | R | 17560 | 7,0 | +60S    | 263     | 127      | -52      |
| 25. 12. | 5 26 15     | R | 19127 | 5,7 | +85S    | 287     | 104      | -21      |
| 26. 12. | 2 21 25     | R | 19772 | 7,0 | +45N    | 335     | 4        | -33      |
| 27. 12. | 3 47 34     | R | 20540 | 7,0 | +65N    | 310     | 30       | 17       |
| 4. 1.   | 18 18 0     | D | 31434 | 6,7 | +82S    | 76      | 53       | -53      |
| 5. 1.   | 178 36      | D | 43    | 6,3 | +32N    | 9       | 17       | 113      |
| 6. 1.   | 19 44 40    | D | 1284  | 6,9 | +15N    | 352     | -1       | 248      |
| 6. 1.   | 206 19      | D | 1320  | 6,0 | +23S    | 134     | 130      | -491     |
| 9. 1.   | 22 16 24    | D | 4646  | 6,7 | +17N    | 6       | 96       | 287      |
| 10. 1.  | 16 20 52    | D | 5642  | 5,4 | +25N    | 20      | -12      | 187      |
| 12. 1.  | 1 24 34     | D | 7174  | 6,5 | +82S    | 104     | 21       | -107     |
| 21. 1.  | 1 14 35     | R | 18786 | 6,3 | +84N    | 299     | 69       | 11       |

Predpovede sú pre polohu  $\lambda_0 = 20^\circ$ E a  $\phi_0 = 48.5^\circ$ N s nadmorskou výškou 0 m. Pre konkrétnu polohu  $\lambda, \phi$  sa čas počíta zo vzťahu  $t = t_0 + a(\lambda - \lambda_0) + b(\phi - \phi_0)$ , kde koeficienty a, b sú uvedené pri každom zákryte.

**Zákryty hviezd planétkami (december – január 2006)**

| dátum   | [UT] | planetka      | trv | hviezda         | m*   | dm  | h* | el  | %   |
|---------|------|---------------|-----|-----------------|------|-----|----|-----|-----|
| 3.10.   | 3,2  | 598 Octavia   | 3,7 | TYC1353 1233    | 10,6 | 3,6 | 54 |     |     |
| 1. 12.  | 22.0 | 328 Guðrun    | 11  | UCAC2 47726302  | 10,7 | 2,2 | 75 |     |     |
| 2. 12.  | 0,2  | 405 Thia      | 20  | FK6 2597        | 5,5  | 7,1 | 51 |     |     |
| 18. 12. | 20,7 | 31 Euphrosyne | 14  | TYC 4669 261 1  | 10,9 | 1,5 | 16 | 125 | 90- |
| 19. 12. | 20,3 | 397 Vienna    | 9   | TYC 634 722 1   | 9,9  | 2,9 | 48 | 101 | 84- |
| 30. 12. | 23,5 | 456 Abnoba    | 4   | HIP 41043       | 7,9  | 5,9 | 40 |     |     |
| 17. 1.  | 18,1 | 37 Fides      | 3   | TYC 5248 800 1  | 9,6  | 2,9 | 13 |     |     |
| 18. 1.  | 3,8  | 2906 Caltech  | 4   | TYC 3017 1013 1 | 9,7  | 5,9 | 34 |     | 88+ |

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

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

Nádejny je zákryt 19. 12. Viena a 17. 1. Fides

## Meteory

V pracovnom zozname IMO je 9 rojov, dobré pozorovacie podmienky sú však len u  $\chi$  Orioníd a Kvadrantíd, Monocerotidy v maxime 9. 12. bude rušíť Mesiac po prvej štvrti a tak vhodné podmienky budú až v druhej polovici noci po západe Mesiaca. O niečo horšie sú na tom  $\sigma$  Hydrydy, ktorých maximum je o dva dni neskôr a mimoriadne nepriaznivé sú pozorovacie podmienky počas maxima Geminíd, napokolko Mesiac je v splne a relativne blízko radiantu. Napokolko však aktivita roja je stabilne vysoká aj za týchto zhoršených podmienok iste uvidíme niekoľko pekných a jasných meteorov, ktorími je tento roj známy. Omnoho lepšie podmienky nás čakajú až o rok. Koma Berenicidy a  $\delta$  Kancridy bude rušíť Mesiac po splne a v oboch prípadoch bude navyše blízko radiantu.

Veľmi dobré sú podmienky počas maxima Kvadrantíd. Trvanie maxima aktivity roja je krátke, no frekvencie sú pomerne stabilné. Priemerná prepočítaná frekvencia je 120 meteorov za hodinu, no môže sa meniť v hodnotách 60 – 200. Maximum je vypočítané na 3. 1. večer (18,3 hod). Mesiac zapadá po 20. hodine. V čase maxima je cirkumpolárny radiant

| Roj | Aktivita | Max.            | Radiant  |       | Pohyb rad.<br>%/deň |     | V.<br>km/s | ZHR | Zdroj |     |
|-----|----------|-----------------|----------|-------|---------------------|-----|------------|-----|-------|-----|
|     |          |                 | RA       | D     | RA                  | D   |            |     |       |     |
| XOR |          | 26. 11.–31. 12. | 2. 12.   | 05:28 | +23                 | 1,2 | 0,0        | 28  | 3     | IMO |
| MON |          | 27. 11.–17. 12. | 9. 12.   | 06:40 | +08                 | 0,8 | +0,2       | 42  | 3     | IMO |
| HYD |          | 3. 12.–15. 12.  | 12. 12.  | 08:28 | +02                 | 0,7 | -0,2       | 58  | 2     | IMO |
| GEM |          | 7. 12.–17. 12.  | 14. 12.  | 07:29 | +33                 | 1,0 | -0,1       | 35  | 120   | IMO |
| COM |          | 12. 12.–23. 1.  | 19. 12.  | 11:40 | +25                 | 0,8 | -0,3       | 65  | 5     | IMO |
| URS |          | 17. 12.–26. 12. | 22. 12.  | 14:28 | +76                 | 0,0 | -0,4       | 33  | 10    | IMO |
| QUA |          | 1. 1.–5. 1.     | 4. 1.    | 15:20 | +49                 | 0,8 | -0,2       | 41  | 120   | IMO |
| DCA |          | 1. 1.–24. 1.    | 17. 1.   | 08:40 | +20                 | 0,9 | -0,2       | 28  | 4     | IMO |
| AHY |          | 5. 1.–14. 2.    | 19. 1.   | 08:52 | -11                 | 0,7 | -0,3       | 44  | 2     | DMS |
| VIR |          | 25. 1.–15. 4.   | (24. 3.) | 13:00 | -04                 | 0,5 | -0,3       | 30  | 5     | IMO |

XOR –  $\chi$  Orionidy, MON – Monocerotidy, HYD –  $\sigma$  Hydrydy, GEM – Geminidy, COM – Koma Berenicidy, URS – Ursidy, QUA – Kvadrantidy, DCA –  $\delta$  Kancridy, AHY –  $\alpha$  Hydrydy, VIR – Virginidy

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

v dolnej kulminácii a tak na oblohe uvidíme veľa dlhých meteorov. Celkovo môžeme povedať, že podmienky na pozorovanie Kvadrantíd sú v tomto roku takmer ideálne a tak jediné čo môže zmaríť pozorovanie je nepriazeň počasia... Pre majiteľov vhodnej videotechniky je u Kvadrantíd aj skvelá príležitosť venovať sa sledovaniu zábleskov spôsobených dopadmi meteoritov na Mesiac (viac v článku P. Zimníkova Meteory na Mesiaci!/? na strane 38).

Pavol Rapavý

## Kalendár úkazov a výročí (december – január 2006)

|              |   |
|--------------|---|
| 1. 12. 16,0  | Mesiac v nove   |
| 1. 12.       | 45. výročie (1960) Sputnika 6 (Pčelka a Muška)  |
| 1. 12. 23,0  | zákryt hviezdy UCAC2 47726302 (10,7 mag) planétou (328) Gudrun                          |
| 2. 12.       | 10. výročie (1995) sondy SOHO   |
| 2. 12.       | maximum meteorického roja $\chi$ Orionidy (ZHR 3)                                       |
| 3. 12. 1,2   | zákryt hviezdy FK6 2597 (5,5 mag) planétou (405) Thia                                   |
| 4. 12. 2,2   | Merkúr v zastávke (začína sa pohybovať priamo)  |
| 4. 12.       | 40. výročie (1965) Gemini 7 (F. Borman a J. Lovell)                                     |
| 4. 12.       | 250. výročie (1755) A. Tomcsányho   |
| 4. 12. 21,6  | konjunkcia Mesiaca s Venušou (Venuša 2,7° severne)                                      |
| 5. 12. 5,6   | Mesiac v prízemí (367 366 km)   |
| 6. 12. 5,3   | konjunkcia Mesiaca s Neptúnom (Neptún 4,1° severne)                                     |
| 7. 12.       | 100. výročie (1905) G. Kuipera  |
| 7. 12. 21,1  | konjunkcia Mesiaca s Uránom (Urán 2,6° severne)   |
| 7. 12.       | planéta (16) Psyche v opozícii (9,4 mag)  |
| 8. 12. 10,6  | Mesiac v prvej štvrti   |
| 8. 12.       | 15. výročie (1990) sondy Galileo  |
| 8. 12.       | 80. výročie (1925) narodenia L. Křivského   |
| 9. 12.       | planéta (3) Juno v opozícii (7,5 mag)   |
| 9. 12.       | maximum meteorického roja Monocerotidy (ZHR 3)  |
| 9. 12.       | planéta (11) Parthenope v opozícii (9,8 mag)  |
| 10. 12. 23,8 | Mars v zastávke (začína sa pohybovať priamo)  |
| 12. 12. 6,4  | konjunkcia Mesiaca s Marsom (Mars 0,5° južne, zákryt mimo nášho územia)                 |
| 12. 12. 12,1 | Venuša v maximálnej jasnosti (-4,7 mag)   |
| 12. 12. 14,0 | Merkúr v najväčšej západnej elongácii (21,1°)   |
| 12. 12.      | max. meteorického roja $\sigma$ Hydrydy (ZHR 2)   |
| 13. 12.      | 200. výročie (1805) narodenia J. von Lamonta  |
| 14. 12.      | maximum meteorického roja Geminidy (ZHR 120)  |
| 15. 12.      | 140. výročie (1865) narodenia J. Bártfaya   |
| 15. 12. 17,2 | Mesiac v splne  |
| 15. 12.      | 35. výročie (1970) Venery 7   |
| 15. 12.      | 40. výr. Gemini 6 (W. Schirra a T. Stafford)  |
| 16. 12. 13,7 | Pluto v konjunkcii so Slnkom  |
| 16. 12.      | 380. výročie (1625) narodenia E. Weigela  |
| 16. 12.      | 40. výročie (1965) Pioneeru 6   |
| 17. 12. 15,8 | Pluto v odzemí (32,021 AU)  |
| 17. 12.      | 175. výročie (1830) narodenia V. Zengera  |
| 18. 12. 1,1  | Merkúr v maximálnej jasnosti (-0,5 mag)   |
| 18. 12. 21,7 | zákryt hviezdy TYC 4669 261 1 (10,9 mag) planétou (31) Euphrosyne                       |
| 19. 12. 12,9 | konjunkcia Mesiaca s Saturnom (Saturn 2,8° južne)                                       |
| 19. 12.      | maximum meteorického roja Koma Berenicidy (ZHR 5)                                       |
| 19. 12. 21,3 | zákryt hviezdy TYC 634 722 1 (9,9 mag) planétou (397) Vienna                            |
| 21. 12. 3,8  | Mesiac v odzemí (405 015 km)  |
| 21. 12. 19,6 | zimný slnovrat, začiatok astronomickej zimy   |
| 21. 12.      | planéta (60) Echo v opozícii (9,9 mag)  |
| 22. 12.      | maximum meteorického roja Ursidy (ZHR 10)   |
| 23. 12. 5,7  | Venuša v zastávke (začína sa pohybovať späťne)  |
| 23. 12. 20,6 | Mesiac v poslednej štvrti   |
| 27. 12. 0,4  | konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 4,1° severne)                                   |
| 27. 12.      | 290. výročie (1715) narodenia A. Adányho  |
| 29. 12. 23,7 | konjunkcie Mesiaca s Merkúrom (Merkúr 5,2° severne)                                     |
| 31. 12. 0,5  | zákryt hviezdy HIP 41043 (7,9 mag) planétou (456) Abnoba                                |
| 31. 12. 4,2  | Mesiac v nove   |
| 1. 1. 16,5   | konjunkcia Venuše s Mesiacom (Venuša 7,9° severne)                                      |
| 1. 1.        | 205. výročie (1801) objavenia planétky (1) Ceres (G. Piazzi)                            |
| 1. 1. 23,8   | Mesiac v prízemí (361 751 km)   |
| 2. 1. 17,8   | konjunkcia Mesiaca s Neptúnom (Neptún 4,5° severne)                                     |
| 3. 1.        | 20. výročie (1986) objavu Uránových mesiacov Juliet a Portia (S. Synnott)               |
| 3. 1.        | 120. výročie (1886) narodenia G. Neujmina   |
| 4. 1. 2,8    | konjunkcia Mesiaca s Uránom (Urán 2,3° severne)   |
| 4. 1. 16,3   | Slnko v prízemí (0,98332 AU)  |
| 6. 1.        | planéta (4) Vesta v opozícii (6,2 mag)  |
| 6. 1. 19,9   | Mesiac v prvej štvrti   |
| 8. 1. 20,3   | konjunkcia Mesiaca s Marsom (Mars 0,9° južne)   |
| 9. 1.        | 20. výročie (1986) objavu Uránovho mesiaca Cressida (S. Synnott)                        |
| 10. 1. 1,1   | Merkúr v odslní (0,46670 AU)  |
| 10. 1.       | 70. výročie (1936) narodenia R. Wilsona   |
| 13. 1. 7,2   | Venuša v prízemí (0,26649 AU)   |
| 13. 1.       | 20. výročie (1986) objavu Uránových mesiacov Desdemona, Rosalind a Belinda (S. Synnott) |
| 14. 1. 0,9   | Venuša v dolnej konjunkcii  |
| 14. 1. 10,8  | Mesiac v splne  |
| 15. 1. 14,9  | konjunkcia Mesiaca s Saturnom (Saturn 2,9° južne)                                       |
| 15. 1.       | 5. výročie (2001) obeť Zeme sondou Stardust   |
| 15. 1.       | 30. výročie (1976) štartu Helios 2 (Solar Orbiter)                                      |
| 15. 1.       | 100. výročie (1906) objavu planétky (584) Semiramis (A. Kopff)                          |
| 16. 1.       | planéta (111) Ate v opozícii (10,6 mag)   |
| 17. 1. 19,1  | zákryt hviezdy TYC 5248 800 1 (9,6 mag) planétou (37) Fides                             |
| 17. 1. 20,1  | Mesiac v odzemí (405 883 km)  |
| 17. 1.       | maximum meteorického roja $\delta$ Kancridy (ZHR 4)                                     |
| 18. 1. 4,8   | zákryt hviezdy TYC 3017 1013 1 (9,7 mag) planétou (2906) Caltech                        |
| 19. 1.       | 105. výročie (1901) narodenia A. Abraháma   |
| 19. 1.       | 155. výročie (1851) narodenia J. Kapteyna   |
| 19. 1.       | 295. výročie (1711) narodenia M. V. Lomonosova  |
| 19. 1. 19,6  | Merkúr v odzemí (1,42560 AU)  |
| 20. 1.       | 20. výročie (1986) objavu Uránových mesiacov Cordelia a Ophelia (R. Terrie)             |
| 22. 1. 16,2  | Mesiac v poslednej štvrti   |
| 23. 1.       | 20. výročie (1986) objavu Uránovho mesiaca Bianca (B. Smith)                            |
| 23. 1.       | 100. výročie (1906) objavu planétky (582) Olympia (A. Kopff)                            |
| 23. 1. 18,5  | konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 4,8° severne)                                   |
| 25. 1. 0,1   | Venuša v príslní (0,71844 AU)   |
| 25. 1.       | 270. výročie (1736) narodenia J. Lagrangea  |
| 25. 1.       | planéta (53) Kalypso v opozícii (10,9 mag)  |
| 26. 1. 22,8  | Merkúr v hornej konjunkcii  |
| 27. 1. 23,7  | Saturn v opozícii   |
| 27. 1. 21,2  | Saturn v prízemí (8,12682 AU)   |
| 28. 1. 13,7  | Saturn v maximálnej jasnosti (-0,2 mag)   |
| 28. 1.       | 20. výročie (1986) havárie raketoplánu Challenger                                       |
| 28. 1.       | 395. výročie (1611) narodenia J. Heveliusa  |
| 29. 1. 15,2  | Mesiac v nove   |
| 30. 1. 2,5   | konjunkcia Mesiaca s Neptúnom (Neptún 4,3° severne)                                     |
| 30. 1. 8,9   | Mesiac v prízemí (357778 km)  |
| 31. 1. 15,7  | konjunkcia Mesiaca s Uránom (Urán 2,2° severne)   |
| 31. 1.       | 35. výročie (1971) štartu Apolla 14 (3. posádka na Mesiaci)                             |
| 31. 1.       | 45. výročie (1961) štartu Mercury – Redstone 2 (šimpanz Ham)                            |
| 1. 2.        | planéta (79) Eurynome v opozícii (10,7 mag)   |
| 3. 2. 7,7    | Venuša v zastávke (začína sa pohybovať priamo)  |
| 5. 2. 7,5    | Mesiac v prvej štvrti   |
| 5. 2.        | planéta (324) Berga v opozícii (10,8 mag)   |
| 5. 2. 23,6   | konjunkcia Mesiaca s Marsom (Mars 1,7° južne)   |
| 6. 2. 22,1   | Neptún v odzemí (31,043 AU)   |
| 6. 2. 8,9    | Neptún v konjunkcii so Slnkom   |

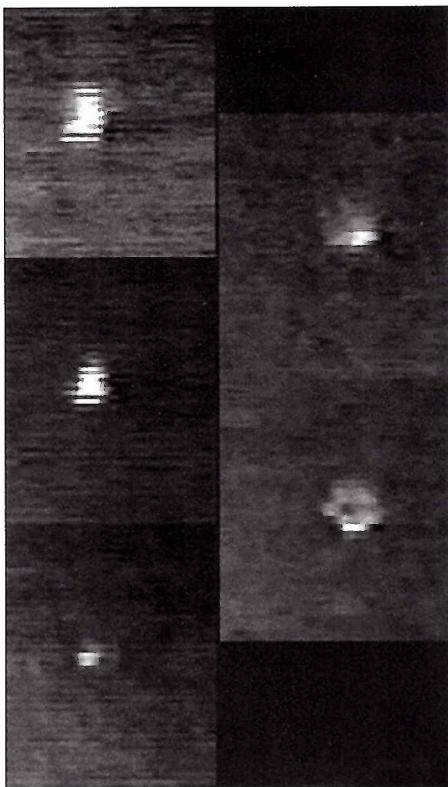
# Meteory na Mesiaci!?

Slovo meteor má pôvod v gréckine a znamená vznášajúci sa vo vzduchu. V astronómii týmto názvom označujeme svetelný úkaz spôsobený vniknutím rýchlo sa pohybujúcej čiastočky medziplanetárnej hmoty – meteoroidu do atmosféry Zeme. Meteoroidy však nedopadajú len na Zem. V podobnom rozsahu je „bombardovaný“ aj povrch Mesiaca. Mesiac ale nemá atmosféru, a preto prípadné svetelné úkazy spôsobené dopadom telies na jeho povrch nemožno považovať za meteory. Práve táto skutočnosť v minulosti vytvorila predstavu, že svetelné prejavy dopadov meteorických telies na Mesiac sa zo Zeme pozorovať nedajú. Prvé pokusy o pozorovanie boli v ére programu Apollo. Seismografy umiestnené na povrchu Mesiaca zaznamenali otrasy, ktoré by mohli byť sprevádzané svetelnými javmi, no zo Zeme sa ich nepodarilo zaznamenať. Odborná verejnosť preto zostala aj nadálej skeptická. Zlom nastal až počas vysokej aktivity Leoníd v novembri 1999 a potom v novembri 2001. Počas týchto dvoch období sa podarilo registrovať 15 svetelných zábleskov spôsobených dopadom meteorických častic na povrch Mesiaca. Všetky z nich boli potvrdené viacerými nezávislými pozorovaniami. Ďalších 12 úkazov s vysokou pravdepodobnosťou tiež bolo vyvolaných dopadom meteoroidov na Mesiac, no nepodarilo sa ich overiť iným pozorovaním. Úkazy boli krátke záblesky s trvaním len niekoľko stotín sekundy, no s jasnosťami od +3 do +8 magnitúd. Takéto jasnosti napovedajú, že pozorovanie dopadov meteoroidov na povrch Mesiaca by sa mohlo stať veľmi užitočným pozorovacím programom astronómov amatérarov.

Svetelné úkazy spôsobené dopadom meteoroidov na mesačný povrch nemožno považovať za meteory a ani ich tak nazývať. V zahraničnej literatúre sa označujú ako mesačné impakty a toto pomenovanie budeme používať aj my. Impakty sú pozorovateľné len na neosvetlenej časti Mesiaca.

## Problém jasnosti mesačných impaktov

Základným problémom jasností pozorovaných impaktov je vzdialenosť Zem – Mesiac. Meteor je od nás vzdialenosť napríklad 150 km, no stredná vzdialenosť Mesiaca je 384 tisíc km. Svetlo ubúda druhou mocninou vzdialenosť, a tak osvetlenie povrchu Zeme úkazom na Mesiaci je asi 7 miliónov krát menšie, ako by vyvolal rovnako jasný úkaz vo vzdialenosťi 150 km. Ak tento pomer vyjadrimo v magnitúdach, potom by sa rovnako jasný úkaz na Mesiaci javil asi o 17 magnitúd slabší. Ak by teda na Mesiaci mohol vzniknúť bolid s jasnosťou -10 magnitúd, zo Zeme by sme ho videli ako teleskopický meteor +7. magnitúdy. Teda telesá spôsobujúce v zemskej atmosféri meteory s jasnosťou -10 magnitúd by mohli byť postačujúce na to, aby sme mohli amatérskymi prostriedkami pozorovať ich mesačné impakty. Dopad takýchto telies na Zem, a teda aj na Mesiac nie je bežný, no na druhej strane ani výnimocne zriedkavý jav. Taktô určená hranica je však veľmi orientačná, lebo proces vzniku žiarenia na povrchu



Obr. 1: Dva impakty Leoníd 18. novembra 1999. Videozáznam urobil P. V. Sada v Monterrey, Mexiko.

Mesiaca je veľmi odlišný od meteorického javu v atmosféri Zeme.

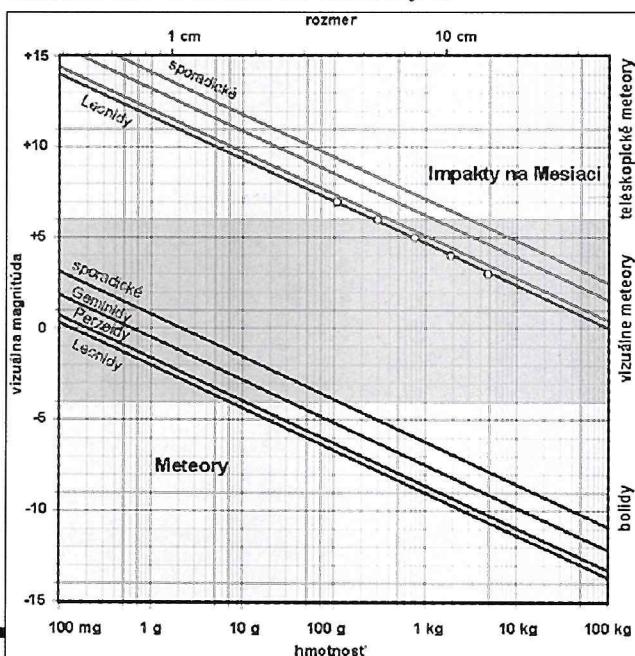
Iná skutočnosť mierne napomáha zvyšovať pravdepodobnosť pozorovania mesačných impaktov. Je to pozorovaná plocha. Pri vizuálnom pozorovaní meteorov kontroluje pozorovateľ okolo 300 000 km<sup>2</sup> plochy atmosféry. Pri pozorovaní na Mesiaci možno za vhodných geometrických podmienok pozorovať asi tretinu celého povrchu Mesiaca, teda okolo 12 miliónov km<sup>2</sup>. Kontroluje sa

tak asi 40-krát väčšia plocha a úmerne tomu stúpa aj pravdepodobnosť dopadu telesa dostatočne veľkého na pozorovanie zo Zeme.

Mechanizmus vzniku žiarenia nie je známy. Energia, ktorá sa uvoľní pri dopade, je veľmi veľká. Kineticá energie meteoroidu je úmerná  $m \cdot v^2$ , kde  $m$  je hmotnosť meteoroidu a  $v$  je jeho rýchlosť vzhľadom na povrch Zeme či Mesiaca. Keďže rýchlosť dosahuje na pozemské pomery extrémne hodnoty (do 72 km/s) a vystupuje vo vzťahu v druhej mocnine, energia uvoľnená pri takejto zrážke tiež dosahuje extrémne hodnoty. Je ľahké možné vypočítať, že napríklad meteoroid s hmotnosťou jeden gram (teliesko veľkosti hrášku) majúci rýchlosť 70 km/s má takú istú energiu ako 600-kilogramové vozidlo formuly 1 pohybujúce sa rýchlosťou 325 km/h. Pre ďalšie porovnanie, toto teliesko má asi 1000-násobne väčšiu energiu ako náboj opúšťajúci ústie samopalu. Nie je presne, čo nastane v čase impaktu. Väčšina energie sa spotrebuje na mechanickú deformáciu povrchu. Dost veľká časť tejto energie sa využije na spätné vyvrhnutie mesačného materiálu do okolia. Len veľmi malá časť celkovej energie sa premení na žiarenie. Určité množstvo mesačnej horniny sa v mieste dopadu vypári vo forme veľmi horúcej plazmy, ktorá je zdrojom tepelného elektromagnetického žiarenia. Efektívna teplota tohto oblaku však môže byť taká vysoká, že vlnová dĺžka žiarenia, v ktorej sa vyžiari maximum energie, bude v oblasti veľmi malých vlnových dĺžok. Do viditeľného žiarenia sa premetne potom len nepatrny zlomok celkovej vyžiarenej energie.

Napriek neznalosti skutočných príčin vzniku svetelného žiarenia a vlnovej dĺžky, v ktorej sa ho vyžiari najviac, je snahou zistiť tzv. svetelnú účinnosť, teda odhadnúť, aký podiel z celkovej kinetickej energie sa po dopade premení na viditeľné žiarenie. Prvé odhady tejto veľičiny majú hodnotu okolo  $2 \times 10^{-3}$ , teda že len asi 0,2 % energie sa premení na viditeľné svetlo. Túto hodnotu na základe štatistiky len piatich! impaktov stanovil Bellot Rubio so spoluautormi. Odhad je zatažený velkou chybou, ktorá môže byť vyššia ako jeden rád, a teda podiel energie premenenej na viditeľné žiarenie môže byť napríklad aj 30-násobne menší alebo väčší. Samotná štatistika pozostáva z 5 pozorovaných impaktov počas dažďa Leoníd v roku 1999. Jasnosti úkazov boli od +3 do +7 magnitúd.

Na základe rozdelenia počtu častíc podľa hmotnosti známeho z pozemských pozorovaní a z opráv na pozorovanú plochu, vzdialenosť a ďalšie faktory boli vypočítané hmotnosti meteoroidov v rozmedzí od 4,5 kg do 100 g. Keďže rýchlosť Leoníd je známa, bolo možné na základe týchto hmotností a množstva energie pozorovanej ako žiarenie stanoviť hodno-



Obr. 2: Závislosť vizuálnej magnitúdy na hmotnosti meteoroidu, v dolnej časti obrázku pre meteory a v hornej pre mesačné impakty. Rozmer meteoroidov zodpovedá hustote  $3200 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

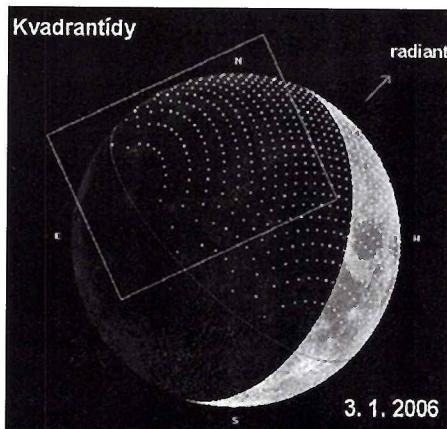
tu svetelnnej účinnosti. Samotný údaj však slúži len veľmi orientačne, lebo v skutočnosti je závislý od mnohých okolností. Určite sa mení tvarom meteoroidu, jeho hustotou, zložením a tiež vlastnosťami mesačného povrchu v mieste dopadu. S podobným problémom sa stretávame aj pri odhadovaní hmotnosti meteoroidov na základe merania celkovej vyziarenej energie pri ich prelete atmosférou.

Diagram (obr. 2) veľmi približne popisuje jasnosť úkazov v závislosti od hmotnosti meteoroidov. V dolnej časti je jasnosť meteorov v závislosti od hmotnosti meteoroidov pre vybrané meteorické roje a sporadicke meteory. Rozdiely medzi jednotlivými rojmi a sporadickejmi meteormi sú spôsobené ich rôznymi geocentrickými rýchlosťami. Sporadicke meteory majú najnižšie priemerne rýchlosť (okolo 23 km/s), a preto teleso danej hmotnosti vyvolá oveľa menší svetelný úkaz ako rýchlejšie meteoroidy. Leonid sú zasa najrýchlejším pozorovaným rojom (71 km/s). V hornej časti obrázku je zobrazený priebeh jasnosť mesačných impaktov podľa hmotnosti. Závislosť je určená na základe hmotnosti a jasnosti piatich pozorovaných impaktov Leonid spomínaných vyšie. Krúžky popisujú práve ich jasnosť a hmotnosť. Hodnoty uvedené v diagrame sú zaľadené rovnako veľkou chybou ako určenie svetelnnej účinnosti, a preto ich treba považovať len za orientačné. Odstup jasnosti medzi úkazom vyvolaným meteoroidom s danou hmotnosťou a rýchlosťou v atmosfere Zeme a na Mesiaci je len necelých 14 magnitúd. Ak je odhad svetelnnej účinnosti približne správny, potom by na pozorovanie mesačného impaktu postačovali telesa s hmotnosťami okolo 10 g, ktoré v atmosfere Zeme vytvárajú bolidy s jasnosťou asi -4 magnitúdy, a tie až také výnimocne nie sú. Ak ale porovnáme odstup 14 magnitúd so spomenným rozdielom 17 magnitúd vyplývajúcim z pomery vzdialenosťi meteoru v atmosfere a Mesiacu, nezdá sa byť dostatočný. Vyplývalo by z toho, že účinnosť premeny kinetickej energie na svetelnú pri impakte prevyšuje účinnosť premeny energie pri prelete atmosférou asi 20-násobne. Mohlo by to byť spôsobené nerovnakým vnímaním svetelného jasu. Magnitúdu meteoru udávame ako jeho maximálnu jasnosť, ktorú dosiahne počas preletu atmosférou. Fáza svietenia v atmosfere však trvá niekoľko desaťn sekundy, a preto sa energia vyžaruje pomerne dlho. Pri impakte sa energia uvoľní v oveľa kratšom čase, a preto magnitúda v záblesku môže dosiahnuť významne vyššie hodnoty, ako je to pri relatívne pomalom uvoľňovaní žiarenia v atmosfere.

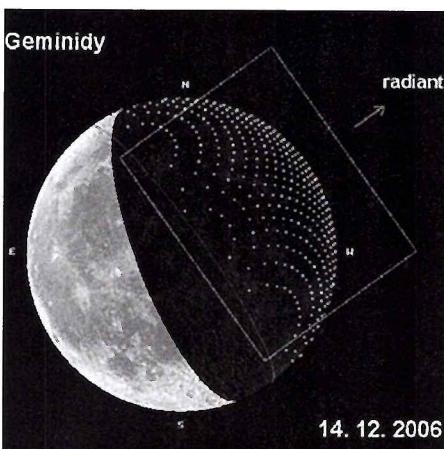
### Pozorovanie impaktov

Pozorovanie dopadov meteorických telies na Mesiac má viacero problémov. Z vyššie uvedenej potrebnej hmotnosti meteoroidu je zrejmé, že väčšia pravdepodobnosť dostatočne jasného efektu nastáva len počas maxima významných meteorických rojov. Ako vhodné na pozorovanie sa javia len Kvadrantidy, Lyridy, Perzeidy, Orionidy a Geminidy. Leonidy, Drakonidy a prípadne α Monocerotidy, ktorých hodinové počty občas narastajú do veľmi vysokých hodnôt, no v najbližších rokoch sa neočakáva výrazná aktivita ani u jedného z týchto rojov.

Pri výbere pozorovania je ďalším obmedzujúcim faktorom fáza Mesiacu. Úkazy možno pozorovať len na neosvetlenej časti Mesiacu. Asi



Obr. 3: Geometrické podmienky dopadu Kvadrantíd na povrch Mesiacu 3. januára 2006.



Obr. 4: Geometrické podmienky dopadu Geminíd na povrch Mesiacu 14. decembra 2006.

týždeň okolo novu sa pozorovať nedá, lebo Mesiac je na oblohe málo vzdialený od Slnka. Podobne asi týždeň okolo splnu je plocha neosvetlenej časti Mesiacu veľmi malá, a navyše je presvetlená v atmosfere rozptýleným svetlom Mesiacu. Ostávajú tak dve niekoľko dní trvajúce obdobia okolo prvej alebo poslednej štvrti, teda obdobia, ktoré sú najvhodnejšie aj na pozorovanie zákrytov hviezd Mesiacom.

Podobne ako u zákrytov je na pozorovanie v období okolo prvej štvrti najvhodnejšia jar a počas poslednej štvrti jeseň. Vyplýva to z výšky nad obzorom časti ekliptiky, v ktorej sa Mesiac v danej fáze nachádza. Tretia dôležitá skutočnosť pri príprave pozorovania je vzájomná poloha Mesiacu a radiantu pozorovaného meteorického roja. Ak by sa Mesiac na oblohe nachádzal blízko radiantu, znamenalo by to, že meteoroidy k nám prichádzajú v smere od Mesiacu, a dopadali by práve na jeho odvrátenú stranu, teda impakty by sa pozorovať nedali. Pri uhlovej vzdialenosťi radiantu  $90^\circ$  od Mesiacu budú meteoroidy dopadáť na polovicu pozorovateľného disku Mesiacu privŕtenú k radiantu. Najlepšie podmienky nastávajú, keď je radiant  $180^\circ$  od Mesiacu. Vtedy prípadné impakty môžu byť viditeľné na celej privŕtenej časti mesačného disku.

Pozorovanie teoreticky možno vykonávať pomocou dalekohľadu, ktorý dosiahne aspoň 50- až 80-násobné zväčšenie. Je potrebné, aby sa osvetlená oblasť mesačného kotúča nastavila mimo

zorné pole, lebo jej jas by veľmi znižoval citlivosť oka. Potom ale nastáva problém zaostrenia oka, ktoré pozerá „do prázdra“. Čiastočne by tu mohol pomôcť populárny svit Mesiacu, pokiaľ je viditeľný, alebo malá časť terminátora ponechaná na okraji zorného poľa. Z popísaných nárokov na umiestnenie Mesiacu v pozorovacom poli vyplýva potreba montáže vybavenej hodinovým strojom. Ak aj všetky tieto podmienky zabezpečíme, pravdepodobne ani najlepší pozorovateľ nedokáže jedným okom sústredene pozorovať hodinu či viac tmavú oblasť, aby v nej spoľahlivo zbadal ani nie desatinu sekundy trvajúci slabý bodový záblesk. Tu by mohol pomôcť binokulárový prípravok, ktorý by umožnil danú oblasť pozorovať obidvomi očami. V prípade pozorovania záblesku je potrebné určiť presný čas a pokúsiť sa zakresliť jeho polohu pomocou mesačných útvarov v prípade viditeľného populárneho svitu alebo relatívnej polohou voči terminátoru. Je potrebné tiež odhadnúť magnitúdu úkazu. Na to je treba odkloniť dalekohľad od Mesiacu a vyhľadať vhodnú porovnávaciu hviezdu.

Oveľa pohodnejšie a objektívnejšie je na pozorovanie použiť televíznu techniku. Ani to však nie je bez problémov. Už niekoľko rokov sa na pozorovanie meteorov a zákrytov hviezd Mesiacom používajú cenovo dostupné a veľmi citlivé televízne kamery typu OSCAR. Tieto kamery sú určené na zabezpečovanie ochrany veľmi slabovo osvetlených objektov v noci. Kameru bez objektívov je potrebné umiestniť do ohniskovej roviny dalekohľadu. Na daný účel najlepšie vyhovuje dalekohľad s ohniskovou vzdialenosťou asi od 75 do 100 cm. Na televíznej obrazovke priamo sledujeme pozorovanú oblasť a obraz zaznamenávame aj na bežnom videorekordéri. Vhodným doplnkom je tzv. „vkladač času“, ktorý umožňuje na obrazovku aj do videozáznamu generovať veľmi presný čas aj dátum pomocou časového signálu DCF. Nie je to však nutné. Úplne postačujúce je po začiatku videozáznamu v presnom čase urobiť svetelnú „značku“ tak, že baterkou krátko zasvetime do objektívu dalekohľadu. Toto je vhodné zopakovať aj pred ukončením pozorovania. Pri vyhodnocovaní videozáznamu potom postačuje vynulovať časovač videa na svetelnnej značke. Čas, ktorý video priebežne ukazuje, je dostatočne presný a dá sa previesť na skutočný čas úkazu.

Pri pozorovaní je potrebné, aby v zornom poli kamery vôbec nebola osvetlená časť Mesiacu, lebo automatické vyrovnanie citlivosti veľmi zniží medznú hviezdnu veľkosť. Pred alebo po ukončení pozorovania sa odporúča krátko nasnímať vhodné hviezdne pole (napr. Plejády), ktoré neskôr môžete odhadnúť jasnosť prípadného pozorovaného úkazu.

Aj keď sa takéto pozorovanie javí objektívne, tiež má svoje problémy. Najväčším sú rôzne zjásnenia na obrazovke, ktoré majú väčšinou podobný vzhľad ako očakávaný úkaz, no vyskytujú sa oveľa častejšie. Tieto poruchy sú spôsobené tepelným šumom snímacieho CCD prvku kamery, alebo aj rozličnými elektromagnetickými poruchami v celom použitom zariadení.

Na základe uvedených problémov je zrejmé, že teleskopické a ani televízne pozorovanie nedokáže jednoznačne potvrdiť skutočný jav na povrchu Mesiacu. Je preto potrebné, aby úkazy zaznamenali nezávisle od seba aspoň dva pozorovatelia, resp. dve kamery.

## Aké sú možnosti v najbližšej dobe?

V roku 2006 nastávajú len dve vhodné obdobia na pozorovanie mesačných impaktov. Prvý z nich je v čase maxima Kvadrantíd 3. januára večer. Kvadrantídy sú roj s trvaním len niekoľko hodín a s veľmi výrazným maximom, v ktorom frekvencia prepočítaná na štandardné podmienky dosahuje hodnotu okolo 120 meteorov za hodinu. Vzhľadom na krátke trvanie činnosti sa často stáva, že maximum nastane cez deň alebo v čase, keď radiant je veľmi nízko nad obzorom. Maximum 2006 nastane okolo 18. hodiny SEČ. Na vizuálne pozorovanie z nášho územia nie sú vhodné podmienky, lebo výška radiantu nad obzorom v danom čase bude len asi 6°. Takmer ideálne sú však podmienky na pozorovanie Mesiaca, ktorý je necelé 4 dni po nove. Druhá polovica nautického súmraku sa začína okolo 17. hodiny, a teda už bude dosťatočná tma, aby sa dalo začať pozorovať. Kvalitné pozorovanie by mohlo prebehnuť asi do 19. hodiny, keď sa Mesiac k obzoru priblíží na hodnotu 9°. Geometrické podmienky pozorovania sú podané na obrázku 3. Body vyznačujú oblasť, kde meteoroidy daného roja môžu dopadať. Zobrazené sú tak, ako keby prichádzali v uzloch siete s velkosťou oka 100 km.

Druhým, na pozorovanie veľmi vhodným rojom v roku 2006 sú Geminidy, ktorých maximum nastane 14. decembra okolo 8. hodiny ráno. Ich výrazné maximum trvá niekoľko hodín. Frekvencia dosahujú okolo 110. Geminidy majú malé geocentrické rýchlosť, teda na dosiahnutie dostatočne jasného svetelného záblesku pri impakte sú potrebné väčšie telesá. No takých je v tomto roji dostatok. Keby Geminidy mali geocentrickú rýchlosť napríklad ako Perzeidy, počty meteorov by v maxime dosahovali hodnoty okolo 400. Vzhľadom na to, že materským telesom tohto roja je planéta (3200 Phaethon), pravdepodobnosť výskytu hmotnejších meteoroidov by mohla byť väčšia ako v kometárnych rojoch.

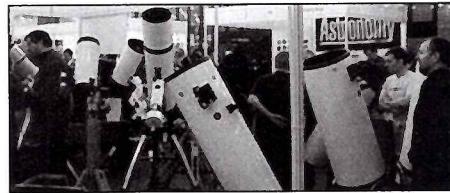
Mesiac vychádza po polnoci a o 1 hodine má už dosťatočnú výšku nad obzorom, aby sa dalo začať pozorovať. Pozorovanie by sa končilo v polovici nautického súmraku okolo 7. hodiny. Mesiac je asi dva dni po poslednej štvrti a relatívna poloha radiantu je taká priznivá, že meteoroidy budú dopadať na celú neosvetlenú časť mesačného disku. Geometrické podmienky dopadov sú na obrázku 4.

Podmienky na pozorovanie dopadov meteoroidov na mesačný povrch počas maxímu činnosti oboch rojov sú teda veľmi dobré. Jedinou nevýhodou je, že oba dátumy sú v obdobiah, keď pravdepodobnosť dobrého počasia nie je veľká.

Do pozorovania mesačných impaktov sa zapája čoraz viac amatérov. V USA pracuje asociácia pozorovateľov Mesiaca a planét (A.L.P.O.), ktorá medzi iným propaguje aj pozorovanie tohto druhu. Informácie o programe možno nájsť na stránke [www.lpl.arizona.edu](http://www.lpl.arizona.edu).

Možno tento úvod do problematiky impaktov bude niekoho motivať, aby sa zapojil do pozorovania, a iného zas fažkostí súvisiace s pozorovaním odradia. No je potrebné uvedomiť si, že pri súčasnom počte zaznamenaných prípadov je každé jedno nové pozorovanie veľmi významným prínosom do štúdia mesačných impaktov.

PETER ZIMNIKOVAL



## Európsky Astrofest – Vesmír pod jednou strechou

Február v Londýne je už po dlhé roky mesiacom astronomickej komunity, ktorá sa scházza v priestoroch Kensington budovy na už tradičnom Európskom Astronomickom Festivale (*European Astrofest 2006 – The Universe under one roof*).

Výstava (organizovaná Astronomy now magazínom) spojená s predajom a demonštráciou astronomickej techniky sa i v roku 2006 uskutoční počas dvoch dní, v piatok 3. februára a v sobotu 4. februára 2006.

Známe a menej známe firmy a obchody tu budú ponúkať svoje dalekohľady a príslušenstvá, stojany a montáže, kupoly, pozorovacie pomôcky, astrofotoprislušenstvá a digitálnu techniku za zlavené ceny, a to všetko na troch poschodiach. Na najvyššom poschode sa možno zapojiť do rôznych súťaží o hodnotné ceny, alebo si prezrieť a kúpiť vystavené publikácie, ktoré sa ku koncu výstavy predávajú už za 10 – 20 % zlavy. Okrem toho tu možno nájsť i mobilný planetárium, ktorý sa stáva oblúbenou atrakciou mladšej generácie spolu s interaktívnymi pomôckami, ukázkami a hrami.

V hlavnej miestnosti sa nachádzajú stánky astronomických organizácií a univerzít propagujúce svoju činnosť a ponúkajú rôzne spôsoby výuky astronómie. Na tom istom poschode je i prednášková miestnosť, kde počas dvoch dní (od rána do večera) bežia prednášky na predom zahľásené témy vedené medzinárodnými a domácimi (britskými) osobnosťami astronomického sveta.

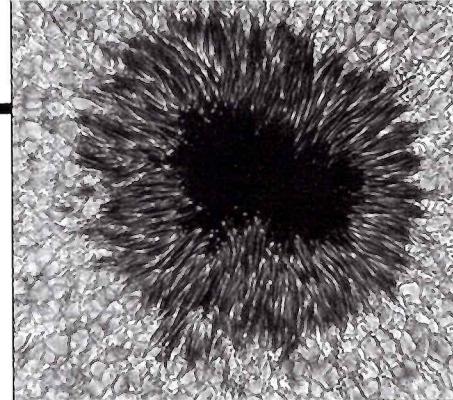
**Vstupenka** na akciu stojí 5 libier a možno si ju zakúpiť priamo pri vstupnej bráne (netreba si ju objednať dopredu). Ak si však chceme vypočuť niektoré prednášky a zúčastniť sa diskusií, musíme si zakúpiť alebo predom objednať prednáškovú vstupenkú, ktorá oprávňuje vstup i na výstavisko (cena Session 1 je 12,50 libier, cena všetkých prednášok je 40 libier).

**Miesto výstavy:** Kensington Town Hall, Horn-ton Street, centrálny Londýn. Dostať sa k astrofestu je veľmi jednoduché: pomocou metro linky Circle alebo District line sa prevezieme k stanici High Street Kensington. Odtiaľ pešo asi 10 minút po High Kensington až kym nenašrátame na Hornton ulicu. Budova výstavy je takmer na začiatku tejto ulice.

**Spoločnosť Ryan Air** ([www.ryanair.com](http://www.ryanair.com)) otvorila novú linku medzi Bratislavou a letiskom Stans- ted, ktorý leží severne od Londýna. Cesta z letiska do centra Londýna autobusom (na Victoria Coach Station – hlavná autobusová stanica) trvá približne 1 hodinu. **Z letiska do Londýna** sa dostaneme pomocou autobusov National Expressu, Terravisionu, alebo iných spoločností, ktoré premávajú takmer každých 20 minút (cena spiatočného lístka je okolo 10 libier) a väčšina z nich ide priamo do centra.

OTTÓ MÉHES

**Predám refraktor MEADE 102/1000, montáž EQ 3** s jemným pohybom na oboch osiach, f/10, okulár 50,6 a 31,7 MEADE WA 10 mm, max. zväčšenie 300x, hľadáčik 6×30, primáza 90, mesačný filter, váha 11 kg, 100 % stav. Cena 22 000 Sk Tel: 0905/456 113. Štúrovo.



Obrázok slnečnej škvŕny s vysokým rozložením. (F. Woeger, KIS a CH. Berst & M. Komsa, NSO/AURA/NSF)

## Slnečná aktivity august – september 2005

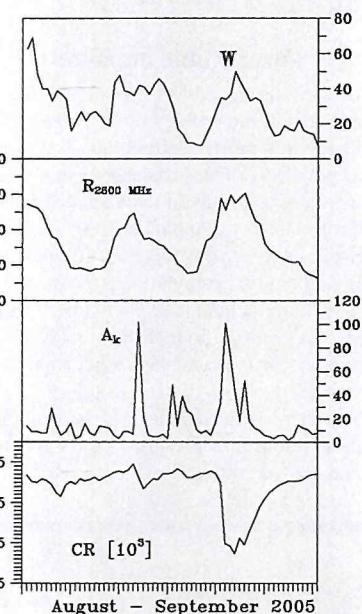
Slnečná aktivity je stále vo fáze poklesu jedenástočinného cyklu slnečnej aktivity. Minimum sa očakáva až v roku 2006. Zaujímavým úkazom je Forbushov pokles kozmického žiarenia, pozorovaný 11. septembra.

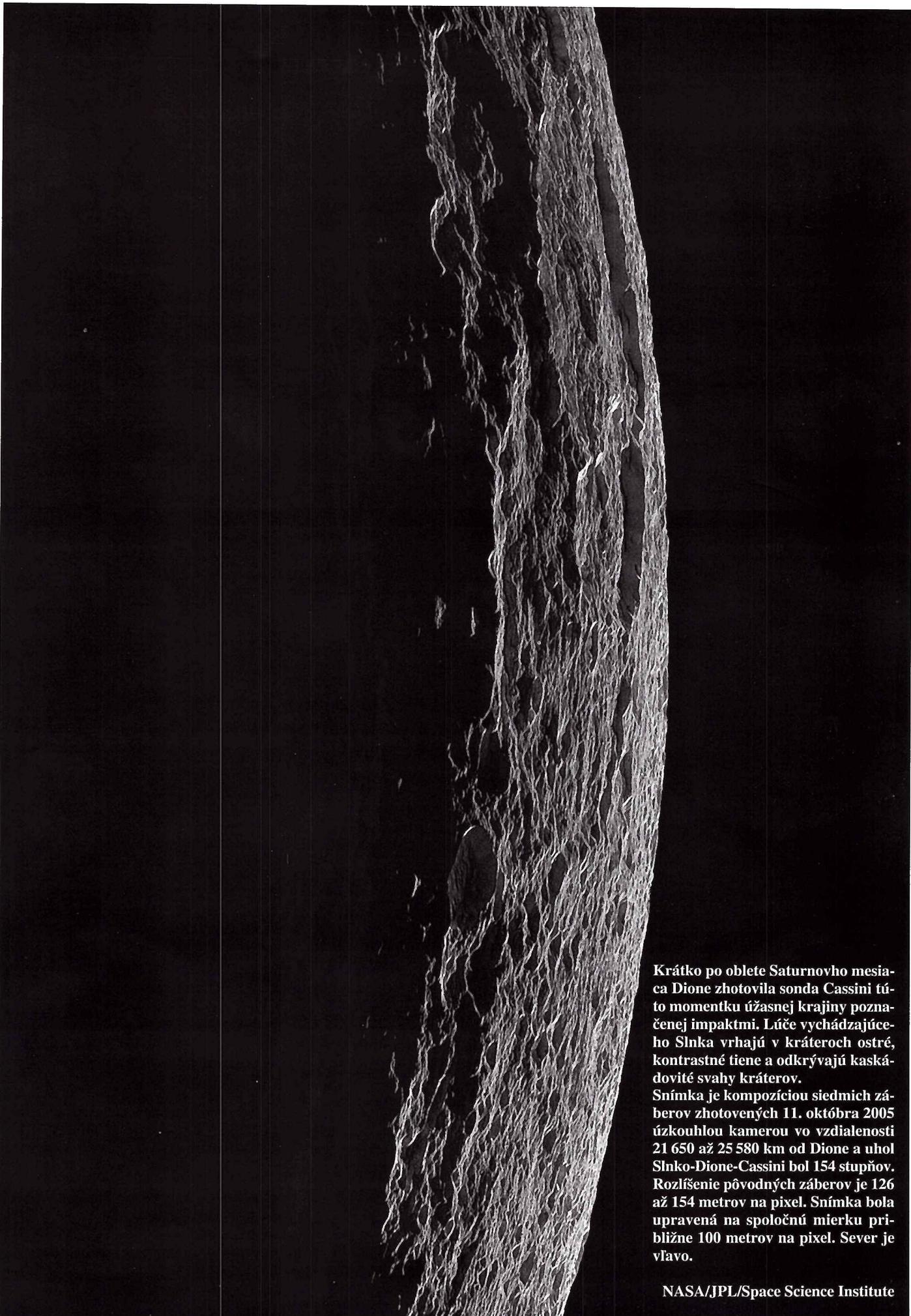
Prikladom snímku slnečnej škvŕny, získanú novým Dunnovym slnečným dalekohľadom v Novom Mexiku, umožňujúcim pozorovať detaily v slnečnej fotosfére. Tento obrázok, ktorý zachytáva oblasť v rozsahu asi troch zemegúľ (cca 50 000 km) bol urobený práve týmto dalekohľadom, vybaveným korekčnou sústavou adaptívnej optiky a CCD kamerou s vysokým rozlišením.

Na ultraostrom obrázku škvŕny v aktívnej oblasti AR 10810 vidíme mnoho jasných bodov, ktoré indikujú prítomnosť maloškálových magnetických trubíc, a to jednak v penumbre, a jeden medzi granulami. Tmavé jadra penumbrálnych fibríl (nitiek) a jasné body v nich môžu byť klíčom k pochopeniu magnetickej štruktúry škvŕny a všeobecnejšie k objasneniu problému „tmavej energie“, ktorý je v strede záujmu súčasnej fyziky.

Normálne tieto štruktúry nevidíme pre turbulenciu v zemskej atmosfére. Dunnov dalekohľad kompenzuje vplyv turbulencie deformáciou povrchu zrkadla s frekvenciou 130 Herzov. To mu umožňuje dosiahnuť teoretické rozlišenie 0,14“ (okolo 100 km na povrchu Slnka). Obrázok je kompliaciou 80 snímkov CCD kamery „DALSA 4M30“ snímaných v 3 s intervaloch, s expozíciou 10 ms. Kamera je súčasťou zariadenia pre Dunnov polarimeter, ktorý je určený na analýzu magnetického pola v škvŕnach.

Podľa „*Universetoday* 6. 10.“ spracoval M. Rybanský





Krátko po oblete Saturnovho mesiaca Dione zhotovala sonda Cassini túto momentku úžasnej krajiny poznačenej impaktmi. Lúče vychádzajúceho Slnka vrhajú v kráteroch ostré, kontrastné tiene a odkrývajú kaskádovité svahy kráterov.

Snímka je kompozíciou siedmich záberov zhodených 11. októbra 2005 úzkouhlou kamerou vo vzdialosti 21 650 až 25 580 km od Dione a uhol Slnko-Dione-Cassini bol 154 stupňov. Rozlíšenie pôvodných záberov je 126 až 154 metrov na pixel. Snímka bola upravená na spoločnú mierku približne 100 metrov na pixel. Sever je vľavo.

NASA/JPL/Space Science Institute

# ...najširšia ponuka príslušenstva

## Okuláre rady X-Cel



Široké zorné pole, ostrá kresba až k okraju zorného pola,  
1 1/4" upínací priemer v rozmeroch: 2,3 - 5 - 8 - 10 -  
12,5 - 18 - 21 - 25 mm  
Barlowova šošovka 2x s ED vrstvami

## Okuláre rady E-lux



Ekonomická rada s kvalitnou sklenenou optikou  
a antireflexnými vrstvami v rozmeroch  
1 1/4": 6 - 10 - 25 - 40 mm  
2": 26 - 32 - 40 mm

## Okuláre rady Omni



Ucelená rada kvalitných okulárov v rozmeroch  
1 1/4": 6 - 9 - 12 - 15 - 20 - 25 - 32 - 40 mm  
Barlowova šošovka 2x

## Stereo nádstavce



Nadstavec na pohodlné binokulárne  
pozorovanie. V 1 1/4 a 2" prevedení.

## Zenitové a pentagonálne hranoly



V priemere 1 1/4 a 2"

## Pointačné okuláre



Nenahraditeľné na presnú pointáciu  
dalekohľadu

## Zoom okulár



8 - 24 mm zoom okulár  
vhodný na pozorovanie  
planét, Slnka, Mesiaca...

## Filtre pre d'alekohľady



Široký výber filtrov pre astronomické  
dalekohľady: LPR filtr redukujúce  
jas oblohy, OIII filtr - hmlovinové,  
polarizačná, farebné, mesačné...

## Napájacie zdroje PowerTank



Napájací zdroj,  
silné svietidlo červené svietidlo,  
rádio, štartér pre auto.....

## Osvetlenie



## Adaptéry



Široká ponuka foto adaptérov,  
redukcií, korektorov....

## Protivibračné podložky



Aby sa vám netriásol (dalekohľad)....

## Okulárové výťahy typu "Crayford" s 1,25" a 2" uchytením



*extra vianočné ceny*

*extra vianočné ceny*

*extra vianočné ceny*

*extra vianočné ceny*

### POWERSEEKER 70/900

Pôvodná cena: 5800,-SK  
Zľava: 20,8%



21047: **4600,-Sk**

### POWERSEEKER 60/900

Pôvodná cena: 6700,-SK  
Zľava: 35,8%



21043: **4300,-Sk**

### POWERSEEKER 76/700

Pôvodná cena: 5600,-SK  
Zľava: 37,5%



21047: **3500,-Sk**

### POWERSEEKER 114/900

Pôvodná cena: 7500,-SK  
Zľava: 17,3%



21045: **6200,-SI**

+refraktor 70/900

+azimutálna montáž

+hladáčik 5x24

+okuláre 20 a 4 mm, barlowova šošovka 3x

+zenitový hranol

+vak na uskladňovanie a prenášanie

+refraktor 60/900

+paralaktická montáž s jemným pohybom

+hladáčik 5x24

+okuláre 20 a 4 mm

+zenitový hranol

+barlowova šošovka 3x

+reflektor 76/700

+azimutálna montáž

+hladáčik 5x24

+okuláre, príslušenstvo

+reflektor - Newton 114/900

+paralaktická montáž s jemným pohybom

+hladáčik 5x24

+okuláre 20 a 4 mm

+zenitový hranol

+barlowova šošovka 3x

# TROMF