

McNaught od Miloslava Druckmüllera



- GREGOR
pred dokončením
- Meteorické roje

- Znovunájdenny Mesiac
- Astrofoto 2006
- Stvoril vesmír Boh...?



Snímka z Lickovho (pozemského) ďalekohľadu.



Röntgenová snímka zo satelitu Chandra.

SN 2006gy: doteraz najjasnejšia supernova



Röntgenový vesmírny ďalekohľad Chandra objavil doteraz najjasnejšiu a najenergetickejšiu supernovu. Nie je vylúčené, že ide o supernovu zatiaľ neznámeho typu.

Ilustrácia

Vedci nevedia zatiaľ vysvetliť príčinu takej silnej explózie. Predpokladajú, že to bol buď biely trpaslík, explodujúci do hustého, na vodík bohatého prostredia, alebo išlo o smrť extrémne hmotnej hviezdy. Z údajov sondy Chandra vyplýva, že išlo skôr o smrť supermasívnej hviezdy, 150-násobne hmotnejšej ako Slnko. Výbuch supernovy SN 2006gy, bez ohľadu na príčinu, bol

100-násobne silnejší ako explózie normálnych supernov.

Vývoj SN 2006gy pred výbuchom pripomína správanie Eta Carinae, hviezdy podobného typu v našej Galaxii. Aj Eta Carinae vyvrhuje v agónii veľké množstvá hmoty, čo môže byť príznakom, že skončí ako supernova.

Vzdialenosť Eta Carinae od Zeme je 32 000-krát menšia ako vzdialenosť najjasnejšej su-

pernovy, takže pozemský pozorovateľ by explóziu vnímal ako nádherný úkaz na oblohe.

Vedci nevedia kedy Eta Carinae vybuchne (o stovky či tisícky rokov?), ale budú ju intenzívne študovať. Verejnosť sa nemusí znepokojovať: najväčšia hviezdna šou v dejinách modernej astronómie, či presnejšie jej dôsledky, život na Zemi neohrozia.

Astronom.sk

Vydáva: Slovenská ústredná
hvezdáreň v Hurbanove,
Národné metodické centrum.
Adresa vydavateľa:
Slovenská ústredná hvezdáreň,
947 01 Hurbanovo,
tel. 035/760 24 84,
fax 035/760 24 87.

Za vydavateľa zodpovedný:
generálny riaditeľ SÚH v Hur-
banove Ing. Teodor Pintér.

Redakcia: Eugen Gindl –
šéfredaktor, Milan Lackovič –
redaktor, Daniel Tóth –
redaktor, Lýdia Prikerlová –
sekretár redakcie, Mária Šte-
fánková – 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 Chochoľ,
DrSc., doc. RNDr. Ladislav Kul-
čár, CSc., RNDr. Bohuslav Lu-
káč, CSc., doc. RNDr. Zdeněk
Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel
Očenáš, PhD Anna Pribullová,
RNDr. Pavol Rapavý,
doc. RNDr. Ján Svoreň, DrSc.,
RNDr. Igor Túnyi, CSc.
Predseda redakčného kruhu:
RNDr. Milan Rybanský, DrSc.

Tlač: Tlačiareň KASICO,
a. s., Beckovská 38,
823 61 Bratislava.

Vychádza: 6x do roka. Neobje-
dané rukopisy nevraciam. Cena
jedného čísla 45,- Sk/Kč. Pre
abonentov ročne 240,- Sk/Kč
vrátane poštovného.

Objednávky na predplatné
prijíma každá pošta a doručovateľ
Slovenskej pošty. Objednávky
do zahraničia vybavuje Slove-
nská pošta, a. s., Stredisko pred-
platného tlače, Námestie slobody
27, 810 05 Bratislava 15, e-mail:
zahranicna.tlac@slpostas.sk.

Predplatitelia: V Čechách
A.L.L. Productions, P. O. Box
732, 110 00 Praha 1, tel. 663
114 38, na Slovensku L. K. Per-
manent, Hattalova 12, 831 03
Bratislava, tel. 44 453 711.

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

Zadané do tlače 14. 5. 2007

ISSN 0323 – 049X

Témy čísla

- ROK SLNEČNEJ AKTIVITY**
- 4** Najväčší slnečný ďalekohľad pred dokončením / *Milan Rybanský*
- 6** Južný pól Slnka: prekvapenia zo sondy Ulysses; 3-D snímky zo sond STEREO
-
- 10** Supernova SN 1987A v podaní Hubblovho ďalekohľadu;
- 12** Supernova SN 1987A po 20 rokoch
-
- 14** Hviezdne vetry (4. časť seriálu Rozprava o symbiotických hviezdach) / *Augustín Skopal*
-
- 19** Meteorické roje / *Peter Zimnikoval*
-
- 22** Co přinesla trnitá cesta japonské sondy Nozomi k Marsu / *Vladimír Wagner*
-
- 24** Znovunalezený Měsíc / *Tomáš Příbyl*
-
- ASTROFOTO 2006**
- 28** Vyhodnotenie a výsledky Astrofota 2006 / *Marián Vidovenec*
- 29** Podmienky súťaže Astrofoto 2007
- 30** Formuláre na zadanie súťažných prác pre ročník 2007



Astrofoto 2006, kategória digitálne zábery. Peter Delinčák: 73P/Schwassmann-Wachman II (z cyklu Rozpad kométy 73P/Schwassmann-Wachman. Fotografované 12. 5. 2006 o 3:02 SELČ. Expozícia 8x4 min. Prístroj: Newton 170/1150 + Canon 350D; pointer Pentacon 5,6/500.

ROZHOVOR

- 33** Stvoril vesmír Boh, alebo ide o náhodu?

Rubriky

ALBUM POZOROVATEĽA

- 3. ob.** Kométa McNaught / *Miloslav Druckmüller* + 1. str. ob.
38 Blízkozemná planétka 2006 VV2 / *Pavol Rapavý*
39 Konjunkcia Venuše s Plejádami / *Pavol Rapavý*; Zá-
kryt Saturna a zatmenie Mesiaca / *Ľubomír Urbanček*

POZORUJTE S NAMI

- 35** Obloha v kalendári / *Pavol Rapavý*
Kalendár úkazov a výročí (s. 38)

PODUJATIA

- 39** Zraz mladých astronómov Slovenska
40 Pomaturitné kvalifikačné štúdium astronómie; 4. európska konferencia prenosných a malých planetárií; Hviezdne leto 2007; Michalovská expedícia za meteoriami / *Zdeněk Komárek*; ESOP na Slovensku / *Pavol Rapavý*
39 Slnečná aktivita (február – marec) / *Milan Rybanský*

Obálka



„Táto fotografia je kompozíciou 13 snímok, exponovaných superširokou šošovkou, pokrývajúcou 100°x100° uhol pohľadu. Nižšia časť fotografia je poskladaná zo 7, vyššia zo 6 snímok. Okrem Mliečnej cesty a kométy McNaught môžete jasne rozlíšiť i Veľký a Malý Magellanov oblak. Fotografia je z môjho pohľadu realistická, až na jednu výnimku: ľudské oči majú obmedzenú schopnosť vnímať farby pri slabom svetle, preto bolo moje vnímanie počas noci väčšinou čiernobiele,“ uvádza Miloslav Druckmüller v popise k svojej fotografii.

Pozri <http://www.zam.fme.vutbr.cz/-druck/Astro>

Dátum: 28. 1. 2007.

Čas: 03:52 – 04:02 lokálneho času (07:52 – 08:02 UT).

Miesto: Nahuel Huapi, Patagónia, Argentína.
Súradnice: J 41°11,34', Z 71°32,05', výška 2014 m.
Optika: Tamron SP AF 17 – 35 mm F/2,8 – 4Di LD (ohnisková vzdialenosť 17 mm, clona 2,8).

Prístroj: Canon EOS 5D.

Expozícia: 13x30 s (ISO 3200)

Proces: Kompozícia 13 fotografií, dark frame and flat-field.

Copyright: © 2007 Miloslav Druckmüller

Viac na 3. strane obálky

Aktuality

- 2. ob.** SN 2006gy: doteraz najjasnejšia supernova
- 2** Prvá exoplanéta na ktorej by mohol byť život; Nová technika fotografovania exoplanét
- 3** Exoplanéty v bizarných sústavách
- 7** Sopka Tvahtar na Io; Tieň Io a Ganymeda na Jupiteri
- 8** V Cassiniho medzere sa pohybuje 5 prstencov; Jazerá uhľovodíkov na severnom póle Titanu? Saturnov prstenec F je dvojitý
- 9** Záhadný šesťuholník na Saturne
- 13** Dvojhviezda, ktorá by nemala existovať
- 18** Búrlivé zrážky hviezdnych vetrov v dvojhviezde HD 5980

Rôzne

- 34** RNDr. Anna Antalová, DrSc., rodená Višňovcová (10. 1. 1936 – 15. 3. 2007) / *Ján Svoreň*
40 Zachráňme noc! (oznam o publikácii)

Prvá exoplanéta na ktorej by mohol byť život

Je to najmenšia a zároveň najmenej hmotná exoplanéta, akú sa zatiaľ podarilo objaviť. Priemer: 1,5 priemeru Zeme. Hmotnosť: pätnásobok Zeme. Jej vzdialenosť od materskej hviezdy spĺňa kritériá dlhodobej udržateľnosti podmienok, vyhovujúcich vzniku a vývoju života.

Planétu objavil Stéphane Udry zo Ženevského observatória pomocou 3,6-metrového ďalekohľadu ESO v Chile. Monitoroval malú hviezdu, červeného trpaslíka Gliese 581 vo vzdialenosti 20,5 svetelných rokov. O tejto hviezde už dávnejšie vieme, že má planétu s parametrami nášho Neptúna. Jemné záškľby hviezdy (tak sa prejavujú nepatrné zmeny rýchlosti hviezdy ovplyvnené gravitáciou planét), prezradili prítomnosť ďalších dvoch obežníc. Jedna je osemkrát masívnejšia ako Zem a materskú hviezdu obieha za 84 dní. Tá druhá, päťkrát hmotnejšia ako Zem, stala sa najmenšou z doteraz objavených exoplanét obiehajúcich normálne hviezdy. (Okolo pulzarov boli objavené aj menšie planéty.)

Planéta má pevný povrch! Materskú hviezdu, červeného trpaslíka, obieha za 13 dní. Vedci vypočítali, že vzhľadom na parametre malej, slabšej hviezdy, teploty na jej povrchu, napriek blízkosti



Okolo hviezdy Gliese 581 obiehajú tri planéty. Jednou z nich je aj terestrická planéta X, s priemernou teplotou 20°C. Prvá terestrická planéta okolo normálnej hviezdy, na ktorej by mohol vzniknúť a udržať sa život.

obežnej dráhe, sa pohybujú od 0 až po 40 °C, takže vznik a vývoj života by na nej bol za istých podmienok možný. (Poloha a šírka takzvaného zeleného pásu, v ktorom by sa život mohol uchytiť, je priamo závislá na fyzikálnych parametroch materskej hviezdy.)

V zozname objavených exoplanét už figuruje aj niekoľko super-Zemí (planéty s pevným povrchom). Sú však oveľa väčšie ako Zem a buď príliš horúce, alebo príliš studené na to, aby sa na ich povrchu či v atmosfére udržala voda v kvapalnom skupenstve. Planéta, ktorá obieha okolo

hviezdy Gliese 581, má pre možný život optimálne podmienky.

Východy a západy Slnka na tejto planéte musia byť spektakulárne. Materská hviezda sa pozorovateľovi, ktorý stojí na povrchu planéty, javí ako desaťkrát väčšie teleso než naše Slnko. Urdyho tím už vypracoval program dlhodobého monitorovania tejto planéty, pričom vedci sa spoliehajú najmä na sondy, ktoré už v najbližších rokoch dokážu detegovať príznaky života na nej.

ESO Press Release

Nová technika na fotografovanie exoplanét

Doteraz objavené exoplanéty (je ich asi 240), majú hmotnosť od 5- do 4000-násobkov hmotnosti Zeme. Sú to väčšinou joviánske či saturnické planéty, podobné našim obrím planétam. Tie najmenšie, neptunické, z ktorých niektoré majú pevný povrch, sú príliš horúce či príliš chladné na to, aby sa na nich vyvinul život.

Malé terestrické planéty sa klasickými ďalekohľadmi detegujú ťažko, lebo zanikajú v žiare materskej hviezdy. V Jet Propulsion Laboratory (NASA) vyvinuli v posledných rokoch novú techniku, ktoré dokážu eliminovať svetlo materských hviezd a detegovať terestrické exoplanéty s miliardkrát menšou jasnosťou ako hviezdy, okolo ktorých obiehajú.

Problém, ktorý museli vyriešiť spôsobovala difrakcia (ohyb) a rozptyl svetla. Zariadenie High Contrast Imaging Testbed (HCIT) dokáže tieto prekážky zmierniť pomocou flexibilných zrkadiel a špeciálneho difraktora.

Keď svetlo dopadne na primárne zrkadlo ďalekohľadu, ohyb svetla sa prejaví celým radom malých prstenčiek a hrotov, medzi ktorými obraz malej planéty zanikne. Tento problém vyriešili hviezdne koronografy, podobné prístroju, pomocou ktorého pozorovateľa Slnka zatienia žiarivý kotúč, aby mohli študovať procesy nad fotosférou.

Stelárny koronograf má dve masky. Prvá maska sa nastaví tak, aby presne prekryla hviezdu. Difraktor ohne svetlo hviezdy a nasmeruje ho k druhej maske, tmavému štítu, ktorý oslabí žiaru. Svetlo, ktoré prejde oboma maskami, prichádza zo stredu skúmaného objektu, pred

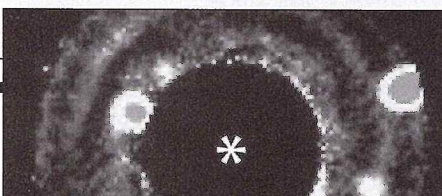
ktorým môže prechádzať terestrická planéta. Tento systém je 1000-krát citlivejší ako hocijaký iný.

Masku tvoria úzke doštičky tmavého skla, uložené na priehľadnom skle. Tak sa efektívne vyblokuje červené svetlo a potlačia sa aj iné farby. Vedci však vyvinuli aj masku s kovovými doštičkami, ktoré dokážu vyblokovať aj svetlo na ostatných viditeľných dĺžkach. Pomocou masiek dokážu pozorovatelia pozorovať planéty v plnej farbe, čo umožní astronómom študovať vlastnosti atmosféry, napríklad prítomnosť kyslíka.

Navyše: nepatrné ryhy na zrkadle ďalekohľadu dokážu rozptyľovať svetlo. Vedci tak získajú jemné kópie hviezdy, z ktorých dokážu vyčítať aj prítomnosť normálne neviditeľnej planéty. Difraktor poslednej generácie je štvorček s priemerom 32 mm potiahnutý tenučkou špeciálnou vrstvou skla (hrúbka: 150 μm).

Za týmto zrkadlom je zostava 32 piestikov (každý kontrolovaný osobitným počítačom), pričom každý z nich dokáže pohnúť „svoju plošku zrkadla“ smerom nahor, alebo dole o 12 picometrov, čo je biliónina metra. Táto neuvěřiteľná presnosť umožňuje detegovať planéty s hmotnosťou rovnajúcou sa hmotnosti Zeme.

Tri laboratórne planéty, krúžiace okolo laserom nasimulovanej, zaclonenej hviezdy zviditeľnil prístroj High Contrast Imaging Testbed, ktorý vyvinuli v JPL. Prístroj má 1000-násobne väčšiu citlivosť ako doterajšie zariadenia na priame vyhľadávanie exoplanét. Umožní fotografovať z vesmírnych sond aj terestrické exoplanéty.



ritelná flexibilita kompenzuje nežiadúce efekty po dopade svetla na zrkadlo. Väčšie zrkadlo, vybavené väčším množstvom piestikov, bude pracovať ešte precíznejšie.

Pri skúškach, kde hviezdu simuloval laser, nasadili do „systému“ tri „falošené planéty“. Jednu jasnú ako Jupiter, druhú s polovičnou jasnosťou Jupitera, tretiu ako slabo svietiacu terestrickú planétu. Skúška dopadla nad všetko očakávanie. Prístroj môžu namontovať na ľubovoľný vesmírny teleskop, čo lovcov exoplanét poteší, pretože špeciálny Terrestrial Planet Finder, sonda zameraná na objavovanie a štúdium exoplanét, bude vypustený (vzhľadom na problémy s financovaním) oveľa neskoršie ako sa očakávalo. Ukazuje sa, že zdokonaľovanie pozorovacej techniky, použiteľné na hocijakom vesmírnom teleskope, bude v najbližších rokoch oveľa efektívnejšie ako veľké, špecializované misie.

Vedci očakávajú, že High Contrast Imaging Testbed (HCIT) bude jedným z prístrojov aj na palube vesmírneho ďalekohľadu Kepler, ktorý vypustia v roku 2008. Kepler bude registrovať nepatrné, ale pravidelné zoslabovanie vytipovaných hviezd, čo môže byť príznak existencie planéty. Ďalekohľad zmonitoruje 100 000 Slnku podobných hviezd. Očakáva sa, že objaví pri najmenšom 1000 exoplanét.

Vesmírny ďalekohľad Kepler vybavený zariadením HCIT, by mohol byť ešte úspešnejší. Exoplanéty by dokázal objavovať aj priamo. Fotografovaním okolia vytipovaných hviezd.

NASA Press Release

Exoplanéty v bizarných sústavách

Doteraz poznáme približne 240 exoplanetárnych systémov, v ktorých okolomaterských hviezd obieha aspoň jedna planéta. Naše možnosti limituje pozorovacia technika, ktorá nám predbežne dovoľuje rozlíšiť iba najväčšie, joviánske a saturnické planéty. Výnimkou, ktorá potvrdzuje pravidlo, je objav niekoľkých neptunických planét. Tie už nie sú typickými plynnými obrami.

Ide o telesá, ktoré majú niektoré vlastnosti pripomínajúce terestrické, Zemi podobné planéty: oveľa menšiu atmosféru a horúci, možno plastický povrch.

Objav prvých terestrických planét sa očakáva koncom tohto desaťročia.

Doteraz objavené extrasolárne sústavy planét sú oveľa nestabilnejšie ako naša Slnecná sústava. Planéty obiehajú okolo materskej hviezd neraz po bizarných, excentrických dráhach. Šesť z desiatich objavených planét (a to aj v systémoch s viacerými planétami) zaradili planetológovia do skupiny horúcich Jupiterov, obrích planét, ktoré obiehajú okolo materskej hviezd po veľmi blízkych obežných dráhach.

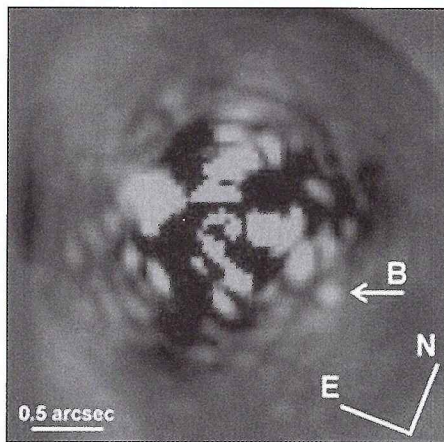
Veľkým prekvapením pre lovcov exoplanét sú objavy planetárnych objektov aj v dvojhviezdnych systémoch, čo teória donedávna vylučovala. Pravdaže, ide o gravitačne voľne zviazané dvojhviezdy, kde boli po ich vzniku podmienky (dostatočná vzdialenosť zložiek dvojhviezdy) pre formovanie protoplanetárnych diskov, v ktorých mohli sformovať planéty. Platí to aj o dvojhviezdach, kde jeden z partnerov ukončil život hviezdou výbuchom supernovy a premenil sa na pulzar. Paradoxne, prvé exoplanéty boli objavené práve pri pulzare, čo bola veľká senzácia. Odvtedy boli objavené a potvrdené najmenej dva ďalšie planetárne systémy okolo pulzarov.

Úplnou novinkou je objav sekundárneho protoplanetárneho disku, ktorý sa sformoval z materiálu, čo normálna, masívna hviezda v záverečnom štádiu výbuchu supernovy uvoľnila do okolitého priestoru. Protoplanetárny disk sa sformoval okolo bieleho trpaslíka, ktorý vznikol po kolapse hviezd-progenitora.

Senzácie z tábora lovcov planét však neprestávajú...

Nedávny objav exoplanéty, ktorá krúži okolo dvojhviezdy v guľovej hviezdokope, je posledným z nečakaných objavov vo svete exoplanét...

Dvojhviezd je vo vesmíre bezpočet, ba donedávna sme sa nazdávali, že dvoj- a viac-hviezdne systémy sú prinajmenšom v našej Galaxii oveľa početnejšie ako osamelé hviezdy. Až nedávny objav populácie osamelých červených trpaslíkov, ktorí (vraj) tvoria 85 % z cel-



Na infračervených snímkach systému gama Cephei (ďalekohľad v Calar Alto) sa zložka A nachádza v strede, ale počas spracovania údajov ju digitálne rozložili, aby zvýraznili polohu slabšej zložky B (označenej šípkou).

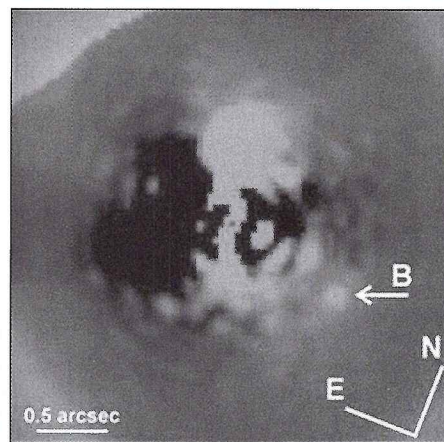
kového počtu hviezd v našej Galaxii, tento predpoklad podkopával.

Dvojhviezdu tvoria dve zložky hviezd, ktoré obiehajú okolo spoločného ťažiska. Takýchto párov je vo vesmíre veľa, pričom zväčša ich tvoria objekty s približne rovnakou hmotnosťou. Existuje však mnoho nerovných párov, ktorých zložky majú veľmi rozdielne hmotnosti, čo platí aj pre ostatné fyzikálne parametre. Za akých podmienok sa v dvoj- a viac-hviezdnych systémoch môžu sformovať planéty? Na tento problém sa zamerlali tí astrofyzikáli z Astrofyzikálneho inštitútu Jensej univerzity (AIU). Začali študovať dvojhviezdy s cieľom nájsť v ich blízkosti planetárne teleso, ktoré je s jednou z hviezd systému gravitačne zviazané.

Identifikovať malé planetárne objekty pri dvojhviezdach je nemožné bez špeciálnych ďalekohľadov, ktoré dokážu exponovať extrémne ostré fotografie. Umožňuje to adaptívna optika i metóda škvrnkovej interferometrie. Obe možnosti ponúka španielske observatórium v Calar Alto. Vedci z AIU objavili istý počet kandidátov, potenciálnych planét obiehajúcich dvojhviezdou. Získaný súbor analyzovali, aby zistili či ide naozaj o reálnu planétu združenú s dvojhviezdou a nie iba o optický klam. Ten môžu spôsobiť aj turbulencie v atmosfére Zeme. Až potom začali skúmať, či objekty-kandidáti sú naozaj planéty; či sú súčasťou systému, a nie napríklad osamelou planétou, ktorá sa tam, kde je, ocitla iba náhodou; a či ide naozaj o planétu, ktorá sa sformovala v protoplanetárnom disku, alebo ide iba o gravitáciu dvojhviezdy polapenú planétu.

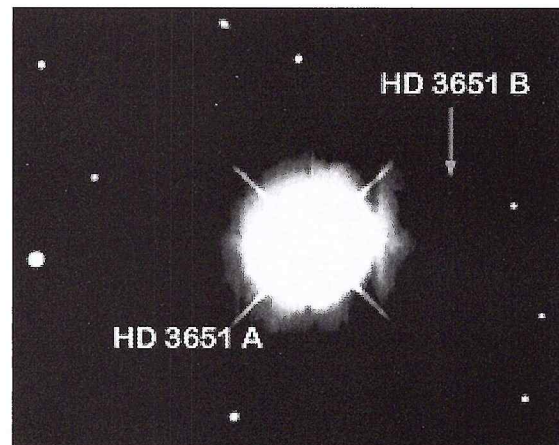
Tím nedávno zistil, že jasná hviezda gama Cephei má planétu (gama Cephei Ab) s minimálnou hmotnosťou 1,7 M_{\odot} , ktorá obehne materskú hviezdu za 3 roky. Z dávnejších spektrálnych analýz hviezd gama Cephei Ab vyplynulo, že má hviezdneho spolupútника – hviezdu gama Cephei B. Z najnovších údajov (najmä z analýzy priamych fotografií menšej hviezd) vedci vypočítali najdôležitejšie parametre celého systému. Na pozorovaniach sa zúčastnil japonský ďalekohľad Subaru (Havajské ostrovy) a prístroj Omega-Cass, pripojený k 3,5 m ďalekohľadu na Calar Alto.

Ukázalo sa, že gama Cephei je najtesnejšia dvojhviezda z tých, ktoré majú planetárny sys-



tém. Vzdialenosť, ktorá obe zložky delí je 20-násobkom vzdialenosti Slnko/Zem. Väčšou hviezdou je jasný podobor gama Cephei A s hmotnosťou 1,4 M_{\odot} . Druhá hviezda gama Cephei B je menšia (0,4 hmotnosti M_{\odot}). Planéta obieha okolo väčšej, primárnej hviezdou.

Iný tím z Calar Alto objavil spolupútника hviezdou HD 3751. Ide o slabú, červenú hviezdu,



Hviezda HD 3651, okolo ktorej krúži starý, vychladnutý hnedý trpaslík HD 3651 B (označený šípkou).

o ktorej sa vedelo, že má planétu, menšiu ako Saturn. Ukázalo sa, že domnelá planéta je v skutočnosti hnedý trpaslík. Prvý hnedý trpaslík, ktorý bol objavený ako spolupútnik hostiteľskej extrasolárnej hviezdou je jedným z najchladnejších objektov tohto druhu. Teplotu povrchu odhadli na 500 až 600 °C.

Rovnaký tím, s pomocou rôznych prístrojov a ďalekohľadov skúmal okolie hostiteľskej hviezdou a objavil dva sekundárne objekty s hmotnosťami 0,5 a 0,075 M_{\odot} . Ide o objekty, ktoré sú hmotnosťami na rozhraní medzi hviezdami a substelárnymi telesami. Zdá sa, že ide o bielych trpaslíkov, teda o hviezdne objekty v záverečnom štádiu komplikovanej evolúcie. Existencia takýchto objektov v systéme s neurčitým počtom zložiek (stelárnych i planetárnych?) je výzvou pre planetológov, ktorí skúmajú podmienky, v akých sa ešte planéty môžu sformovať a vyvíjať.

Calar Alto Press Release

Najväčší slnečný ďalekohľad

pred dokončením



Hotová a namotovaná konštrukcia nového ďalekohľadu.

V roku 2008 bude uvedený do prevádzky najväčší slnečný ďalekohľad. Bude zrkadlový, systému Gregory, bude mať priemer 1,5 m a bude umiestnený na observatóriu Teide, Izaña Tenerife, Kanárske ostrovy.

Pri štúdiu stavby hviezd využívame nepatrné množstvo svetla, ktoré po analýze poskytuje informáciu o zložení a premenách hmoty. Opierame sa pritom o atómovú fyziku, termodynamické zákony a teóriu gravitácie. Otestovať interpretácie pozorovaním môžeme iba na Slnku, lebo je to jediná hviezda, na ktorej môžeme priamo pozorovať aj určité „medziprocesy“, pod čím rozumieme vznik rôznych štruktúr. Hviezdna astrofyzika, až na novodobé výnimky, nemá takéto pozorovania. Buď svetlo celej hviezdy, alebo atómové procesy zo spektra.

Súčasná hraničná rozlišovacia schopnosť slnečných pozorovaní je na úrovni $0,1'' - 0,2''$, čo na Slnku predstavuje 70 – 140 km. Preniknúť za túto hranicu pri pozemských pozorovaniach môžeme pri súčasnom využití technologického pokroku iba zvyšovaním priemeru ďalekohľadu, ktorý umožňuje kompenzovať ťažkosti, ktoré nám spôsobuje gravitácia a nepokoj vzduchu (seeing).

Potrebujeme novú generáciu ďalekohľadov s veľkým priemerom, aby sme porozumeli maloškálovým procesom v slnečnej atmosfére.

Veľký priemer dokáže sústrediť dostatočne veľký svetelný tok, aby sme mohli študovať krátkotrvajúce procesy s dostatočným rozlíšením a dostatočnou fotometrickou presnosťou.

Nový nemecký ďalekohľad GREGOR bude zrkadlový s priemerom 1,5 m, s optickým systémom Gregory a s adaptívnou optikou. Je navrhnutý pre polarimetrické merania s vysokou presnosťou.

Nahradí 45 cm Gregoryho Coudé ďalekohľad v observatóriu Teide, ktorý po 40 rokoch služby pôjde do dôchodku. Pre slnečných fyzikov bude poskytovať experimentálny materiál špičkovej kvality a okrem toho bude tiež slúžiť ako testovací prístroj pre stavbu ešte väčších pozemských slnečných ďalekohľadov. Ďalekohľad GREGOR sa bude používať aj na nočné pozorovania, najmä pre presnú hviezdnu spektropolarimetriu pri štúdiu hviezdnej aktivity.

Prístroj stavajú nemeckí astronómovia s nákladom 4,492 mil. euro. Čiastočne sú angažovaní aj českí astronómovia s príspevkom 0,25 mil. euro, za čo budú mať nárok na 1 týždeň pozorovacieho času ročne.

VEDECKÉ CIELE

Magnetická aktivita Slnka hrá hlavnú úlohu prakticky vo všetkých procesoch v slnečnej atmosfére. Je zodpovedná za energetickú bilanciu vonkajšej atmosféry, je príčinou cyklických zmien slnečnej aktivity, čo je spojené aj so zmenou celkového žiarenia Slnka. Prejavmi slnečnej aktivity sú rôzne štruktúry, ktoré môžeme po-

zorovať na jeho povrchu, také ako slnečné škvrny, protuberancie, erupcie a výtrysky koronálnej hmoty. Teoretické štúdie a numerické výpočty naznačujú, že pri interakciách medzi slnečnou plazmou a magnetickým poľom sa tvoria štruktúry v rozmere okolo 70 km, čo pri pozorovaní zo Zeme znamená rozlíšenie $0,1''$. Potrebujeme teda ďalekohľad s takouto rozlišovacou schopnosťou. Veľký priemer je potrebný aj na dosiahnutie väčšej fotometrickej presnosti, ktorá umožní presvedčivo študovať slnečné magnetické polia.

Autori uvádzajú 3 hlavné témy, na ktorých bude GREGOR pracovať:

- **Vynorenie sa magnetického toku vo fotosfére, jeho vývoj a zánik:**

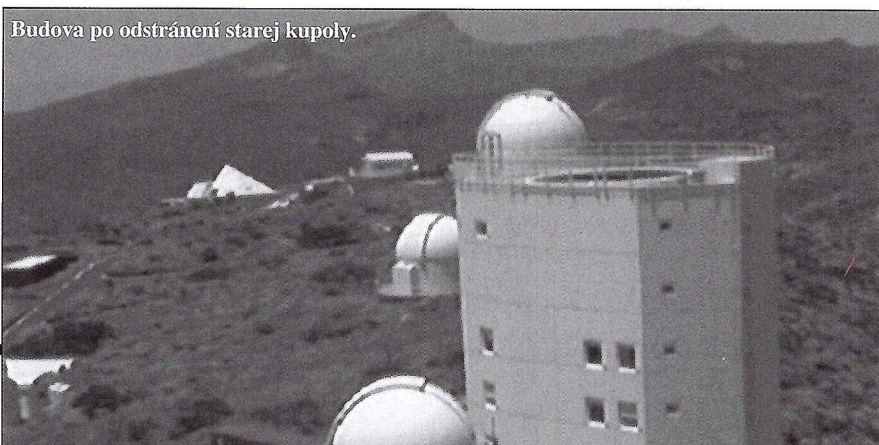
Magnetický tok na slnečnom povrchu sa objavuje ako dipól v rôznych veľkostiach, od malého magnetického elementu až po veľkú škvrnu. Celkový tok Slnka sa nahradí za 2 až 3 dni. Pretože magnetický tok nenarastá konštantnou rýchlosťou, musí existovať mechanizmus rozpadu toku. Zodpovedajúci proces sa očakáva v škále najmenších magnetických elementov.

- **Bilancia energie v slnečných škvrnách:**

Silné magnetické pole škvrny blokuje prenos energie konvekciou k slnečnému povrchu. Tento efekt kvalitatívne objasňuje existenciu chladnejších škvŕn, avšak ich teplota je oveľa vyššia, ako by mala byť pri úplnom potlačení transportu konvektívnej energie. Maloškálové úkazy, ako sú škvŕny v umbre alebo penum-



Demontáž starej kupyly.



Budova po odstránení starej kupyly.

brálne zrnká, môžu byť prejavom pozorovaného toku energie v škvŕnách.

● Chromosféra:

Jasné body vo vnútri a na hranici supergranulačných buniek hrajú kľúčovú úlohu pri ohreve a dynamike chromosféry. Veľkosť a vlnový pohyb týchto štruktúr je potrebné fotometrovať s vysokou presnosťou a pri dostatočnom rozlíšení.

Hoci ďalekohľad je plánovaný na slnečný výskum, jeho väčší priemer poskytuje aj dostatočnú svetelnosť pre prieskum aktivity aj pri nočnom pozorovaní na hviezdach.

KONCEPCIA ĎALEKOHLADU

Obecné charakteristiky

Optická koncepcia podstúpila značné zmeny od zrodu projektu GREGOR v roku 1998, keď sa hovorilo o prepychovom riešení 1,3 m ďalekohľadu systému Gregory Coude na ekvatoriálnej montáži vo vnútri existujúcej budovy s kupolou. Tento ďalekohľad mal byť vákuový alebo plnený héliom na odstránenie vnútorného seeingu. Od tohto návrhu sa ustúpilo hlavne preto, že hmotnosť takého riešenia by bola okolo 20 ton a existovali obavy, že budova pôvodného ďalekohľadu, ktorý mal hmotnosť iba 2,7 ton, by takéto riešenie bez prestavby neunesla. Vákuové riešenie pri takomto priemere by vyžadovalo aj hrubé optické okno na obidvoch stranách uzavretého ďalekohľadu. Rozhodli sa teda pre otvorený ďalekohľad na azimutálnej montáži. Takéto riešenie je výhodné najmä kvôli vetru. Tento môže slobodne prúdiť cez ďalekohľad a pritom vyrovnávať tepelné rozdiely.

Nakoniec došli k záveru, že koncepcia otvoreného ďalekohľadu s otvorenou (odsúvateľnou) kupolou má viac výhod ako nevýhod. Pripravili aj vhodnú stratégiu, aby mohli riešiť problémy, ktoré sa vyskytnú neskôr. Ide hlavne o odstránenie príčin vnútorného seeingu, vysporiadanie sa s nárazmi vetra a s prachovým znečistením zo Sahary.

Náčrt nového 1,5 m ďalekohľadu GREGOR na najvyššom poschodí starej budovy znázorňuje

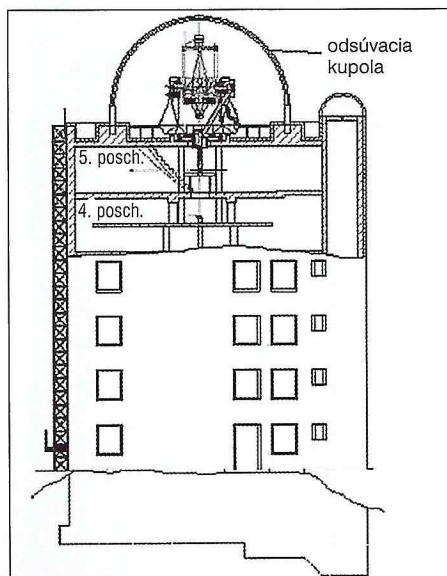


Schéma 1: Umiestnenie ďalekohľadu v starej budove observatória

je schéma 1. Rozmiestnenie vo vnútri budovy je na tom istom obrázku. Na 5. poschodí budú umiestnené záznamové zariadenia a časť kontrolného systému. Jeho hlavná časť bude na 3. poschodí. Plánovaný spektrograf bude umiestnený na 4. poschodí. Tam bude aj spektrograf na nočné pozorovania.

Optická schéma

Základom optickej schémy je trojzrkadlová konfigurácia M1, M2 a M3 (schéma 2), pričom prvé dve zrkadlá tvoria klasický Gregoryho ďalekohľad, veľmi podobný ďalekohľadu LEST. Efektívna ohnisková vzdialenosť je 54,97 m, vstupná pupila má priemer 1500 mm. Na 1 mm v ohniskovej rovine pripadá 3,75". Centrálna konštrukcia uberať 9,4 % svetla.

Primárne zrkadlo má parabolický tvar s ohniskovou vzdialenosťou 2500 mm (f/1,67). Má malú hmotnosť, tepelne je kontrolované a kompenzované. Clona (FS – field stop) v primárnom ohnisku odráža okolo 90 % slnečného svetla a prepúšťa zorné pole s priemerom 300", čo odpovedá 3 % slnečného disku. Polomer obrazu Slnka v tomto mieste je 11,86 mm v perihéliu.

Ohnisková clona FS môžeme nahradiť clonou s menším priemerom, aby sa tak obmedzilo rozptýlené svetlo a ohrev ďalších súčastí, alebo použiť dierky (pinhole) na optickú kalibráciu v kombinácii s adaptívnou optikou (AO). Táto dierka je terčík, ktorý je senzorom vlnoplochy AO. Analýzou tohto terčíka možno určiť všetky skreslenia, ktoré nasledujú za F1. Porovnaním so slnečnými údajmi možno určiť tvar M1.

Sekundárne zrkadlo M2 je eliptické, zväčšuje primárny obraz a vytvára prechodnú pupilu medzi M2 a zadnou stranou clony FS. Opticky použiteľný priemer M2 je 404 mm s $f = 521,16$ mm. Ostrosť obrazu veľmi citlivo závisí od polohy M2, preto je táto regulovaná (nastavovaná) 3D piezoelektrickou sústavou HEXAPOT.

Tretie eliptické zrkadlo M3 s priemerom 300 mm a ohniskovou vzdialenosťou 1,191 m prevedie obraz pomocou šikmého zrkadla M4 a Coudé montáže do laboratória. Všetky zobrazovacie zrkadlá sa automaticky zaostrujú. Celková ohnisková vzdialenosť sa môže meniť v rozsahu 2 m kvôli prídavným zariadeniam (polarimeter, nočné pozorovania, bez derotátora a pod.).

Cez zrkadlá M4, M5, M6, M7 sa obraz dostane do derotátora (sústava troch zrkadiel M8, M9, M10, ktorá kompenzuje rotáciu obrazu v azimutálnej montáži. Pre niektoré úlohy však môže byť derotátor zo systému odstránený.

Rovinné zrkadlo M11 presmeruje svetelný zväzok na napájanie systému AO (adaptívnej optiky) v laboratóriu na optickej lavici.

Využitie moderných technológií

Prvé tri zrkadlá sú z materiálu CESIC. Je to ľahký kremičitanový karbid so 100-krát lepšou tepelnou vodivosťou, ako má sklo, čo umožní homogenizovať teplotu zrkadla. Hlavné 1,5 m zrkadlo má hmotnosť okolo 190 kg. Teplota zrkadla je maximálne o 0,2 °C vyššia ako okolitá teplota.

M1 má priemer 1540 mm s centrálnym otvorom 360 mm. Jeho teleso je vyrobené s dutinami v tvare šesťuholníkových komôrok s pred-

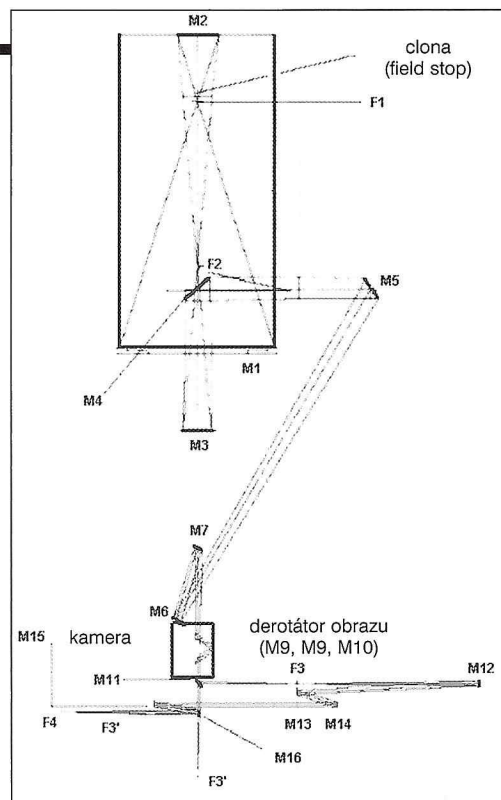


Schéma 2: Optická schéma ďalekohľadu (vysvetlenie v texte).

nou brúsenou parabolickou stenou. Táto stena s brúsenou plochou má hrúbku 11 mm, zadná, rovinná, 13 mm. Pri hmotnosti 190 kg sú deformácie v ľubovoľnej polohe zrkadla menšie ako 25 nm (0,000025 mm)

Adaptívna optika (AO)

AO je jediný spôsob, ako pri pozemských pozorovaniach dosiahnuť teoretické rozlíšenie. Je to vlastne rýchla kompenzácia deformácií vlnového frontu, ktoré sú spôsobené vonkajším seeingom. Pri návrhu boli využité skúsenosti z podobného zariadenia na 70 cm VVT, ktorý pracuje na tom istom ostrove.

Prístroje v rovine ohniska

Pomocou zrkadla M16 sa obraz privedie na požadovaný sekundárny prístroj. Ďalekohľad GREGOR bude vybavený Fabry-Perotovým spektrometrom s vysokým rozlíšením (FPI) a polarimetrickým spektrografom (POLIS) pre vizuálnu a blízku ultrafialovú oblasť spektra.

Obidva prístroje budú umiestnené na 5. poschodí. Plánuje sa aj spektrograf pre infračervenú oblasť.

Záver a poďakovanie

V ďalekohľade GREGOR sú ideálne spojené mnohé dôležité ciele nemeckej observačnej slnečnej astronómie: prvotriedne pozorovacie miesto, veľký priemer, ktorý predstavuje veľkú plochu na sústredenie svetla a vysoké rozlíšenie podporované adaptívnou optikou. Dôležitým aspektom je aj využitie pokrokovej technológie, čo bude príkladom pre budúce veľké slnečné ďalekohľady.

Ďakujem Dr. M. Sobotkovi z Ondřejovského observatória za ochotné poskytnutie informačných materiálov a fotografií.

MILAN RYBANSKÝ

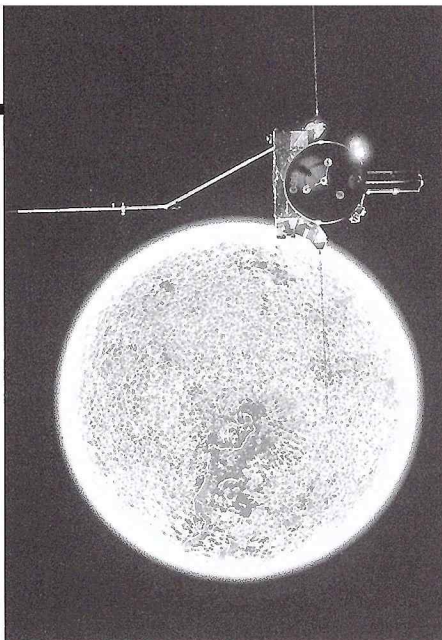
Južný pól Slnka: prekvapenia zo sondy Ulysses

Napriek tomu, že sa blíži minimum 11-ročného slnečného cyklu, naša hviezda prejavuje ešte vždy udivujúcu aktivitu. Sonda Ulysses (ESA/NASA) preletela už nad južným pólom Slnka trikrát: v rokoch 1994, 2000 a 2006. Počas prvých dvoch preletov nezaznamenala nič zvláštne. Tretí prelet, uprostred decembra 2006, priniesol isté prekvapenia. Slniečkarov udivili najmä série energetických výtryskov. Úkaz tesne pred dovŕšením minima 11-ročného cyklu bol naozaj prekvapujúci.

Slniečné búrky, ako je známe, zúria najmä v rovníkových oblastiach Slnka. Prejavujú sa intenzívnymi vzplanutiami žiarenia, ktoré zaznamenajú solárne sondy. V tomto prípade prístroje na sonde Ulysses zaznamenali nárast žiarenia z vysokých slnečných šírok, ba dokonca sponad južného pólu. Podobný prúd častíc zaznamenala sonda počas druhého obletu, lenže vtedy bolo Slnko v maxime.

Vedci skúmajú, ako sa mohli nabití častice dostať v tejto fáze cyklu do polárnych končín. Nabití častice normálne špirálujú pozdĺž siločiar magnetického poľa, ktoré sa však v priebehu cyklu mení. Počas minima má vlastnosti, ktoré putovanie častíc do vysokých šírok sťažujú.

V roku 1994, keď sonda Ulysses preletela nad severným a južným pólom Slnka, bolo Slnko blízko minima. Vtedy zmerala teploty veľkých polárnych koronálnych dier. Vedcov

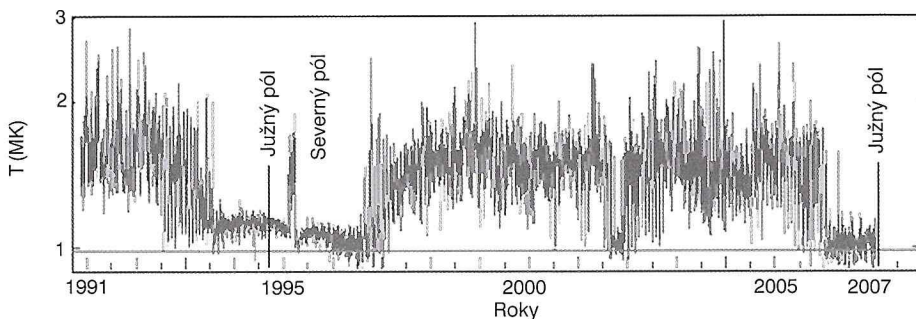


Sonda Ulysses mapuje oblasti Slnka okolo pólů, ktoré sú pre Pozemšťanov pozorovateľné.

prekvapilo, že teplota koronálnej diery na severnom póle bola o 7 až 8 % nižšia ako v južnej koronálnej diere. Dodnes sa nevie, či tento rozdiel spôsobil rýchly pokles teploty v čase, keď sa sonda premiestňovala sponad južného pólu nad severný, alebo je severný pól z nejakých dôvodov vždy chladnejší.

Ulysses počas tretieho návratu opäť preletí nad oboma pólmi, takže vedci dilemu možno vyriešia. Posledné údaje z prístroja SWICS (Solar Wind Ion Composition Spectrometer) na sonde hovoria, že priemerná teplota južnej polárnej koronálnej diery počas súčasného minima je rovnaká ako pred desiatimi rokmi. „To naznačuje, že teplotná asymetria medzi severným a južným pólom sa mení so zmenou magnetického polarity Slnka,“ interpretuje namerané údaje George Gloecker, vedec, ktorý má na starosti SWICS. „Definitívny dôkaz získame vtedy, keď Ulysses zmeria teplotu severnej polárnej koróny v priebehu nasledujúcich 15 mesiacov.“

ESA Press Release



Záznam spektrometra ukazuje variácie koronálnej teploty detegované prístrojom SWICS na palube sondy Ulysses od decembra 1990 do januára 2007. Prúd slnečného vetra z koronálnych dier má vysokú rýchlosť (700 až 800 km za sekundu) pri nízkej teplote koróny (1 až 1,3 miliónov kelvinov).

V apríli tohto roku zverejnila NASA prvé snímky Slnka v 3-D rozlíšení z dvojice sond STEREO (Solar Terrestrial Relations Observatory).

Dvojičky STEREO sa vzdalujú od seba o 45 stupňov za rok a teraz sa dostávajú do pozície, ktorá im umožňuje stereografické merania. Práve uhlová vzdialenosť 45° je potrebná na to, aby zložením údajov z oboch sond vznikol obraz, ktorý sa podobá obrazu, aký človeku poskytuje pár očí: stereoskopický, teda trojrozmerný.

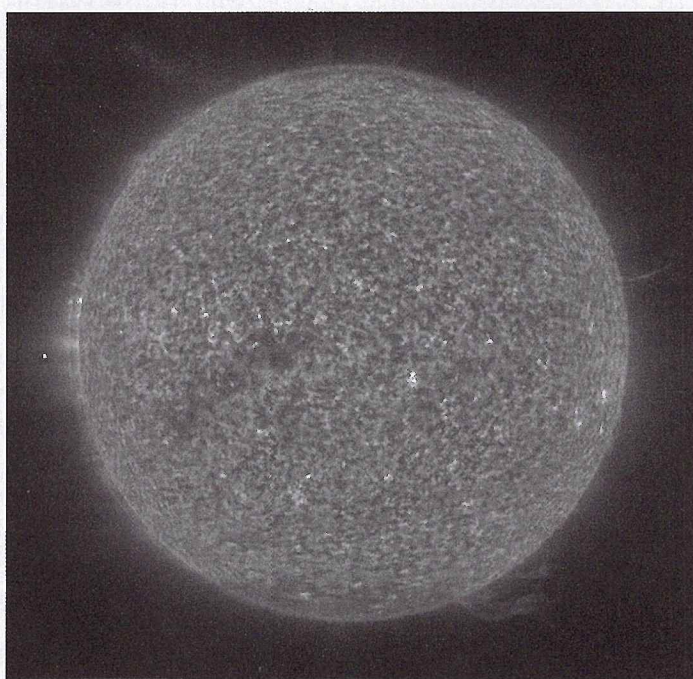
Pochopiteľne, 3-D obraz možno fotografickými metódami aj simulovať, ale výsledok nikdy nemôže byť taký presný, ako pri sčítaní výsledkov snímkovania dvoch sond. Veď samotné dianie na Slnku nemôže byť iné, ako v danom okamihu zachytáva napríklad sonda SOHO.

Priestorové videnie má pomôcť zlepšiť predpoveď kozmického počasia, čo sa týka najmä slnečných erupcií, koronálnych výtryskov hmoty (coronal mass ejection, CME). Ide o erupcie elektricky nabitých častíc, ktoré k nám prichádzajú zo slnečnej atmosféry a rozbíjajú magnetické pole Zeme. Ak má magnetické pole CME správnu orientáciu, jeho energia sa odovzdá časticiam v magnetickom poli Zeme. Potom vznikajú magnetické búrky, ktoré môžu preťažiť zariadenia elektrických vedení a radiačné búrky, ktoré vyradia z činnosti satelity.

STEREO má dávať odpoveď na to, za aký čas magnetická búrka dorazí k Zemi a aké ničivé budú jej účinky. Tieto odhady by sa mali zlepšiť z doterajších, prepočítavaných na dni, na odhady s presnosťou na hodiny.

Podľa stránok NASA

3-D snímky zo sond STEREO



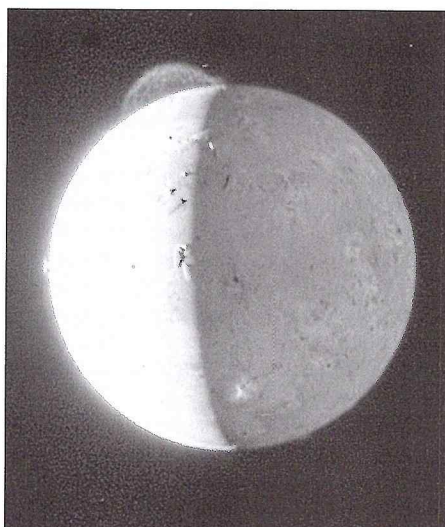
Sopka Tvahstar na Io

Sonda New Horizons na ceste k Plutu obletela koncom februára Jupiter. LORRI (Long Range Reconnaissance Orbiter), špeciálna kamera na palube sondy, exponovala 5 hodín po najtesnejšom priblížení k Jupiteru snímku mesiaca Io zo vzdialenosti 2,5 milióna kilometrov.

Planetológov zaujal najmä mohutný hrb pripomínajúci chochol nad vulkánom Tvahstar nad Slnkom osvetlenou časťou (hore). Chochol tvorí aktívnu sopku vyvrhovaný materiál, ktorý z krátera tryská do výšky 290 kilometrov.

Mimoriadne vydarený záber umožnilo aj priaznivé postavenie Slnka, ktorého svetlo hrb zozadu nasvecuje. Slnkom osvetlená časť Io je preexponovaná preto, aby sa jemná štruktúra hrbu čo najviac zvýraznila. Relatívne dlhá expozícia (75 milisekúnd) zviditeľnila aj nočnú stranu Io, iluminovanú odrazeným svetlom Jupitera.

Chochol nad sopkou Tvahstar je na nero-



zoznanie od útvaru, ktorý zvečnila, ešte v roku 1979, sonda Voyager, keď bola sopka Tvahstar rovnako aktívna. Aktivita sopky medzitým neustala, ale jej intenzita kolísala.

Erupcie z Tvashtararu zaznamenali v roku 1999 aj pozemské ďalekohľady (ako horúcu škvrnu, emitujúcu infračervené žiarenie); son-

da Cassini v roku 2000 na ceste k Saturnu obletela Jupiter, získala fotografie podstatne menšieho mraku vyvrhovaného materiálu; Keckov ďalekohľad na Havajských ostrovoch zaznamenal v roku 2006 tepelné emisie; a Hubblov vesmírny ďalekohľad, dva týždne pred obletom sondy New Horizons, získal snímky mraku nad Tvahstarom v ultrafialovom svetle.

Do podoby hrbu sa formuje aj materiál, ktorý vyvrhuje Pele, ďalšia zo sopiek na Io.

Nijaká z predchádzajúcich fotografií však nezviditeľňuje štruktúry v mraku nad Tvahstarom tak podrobne ako snímka z New Horizons.

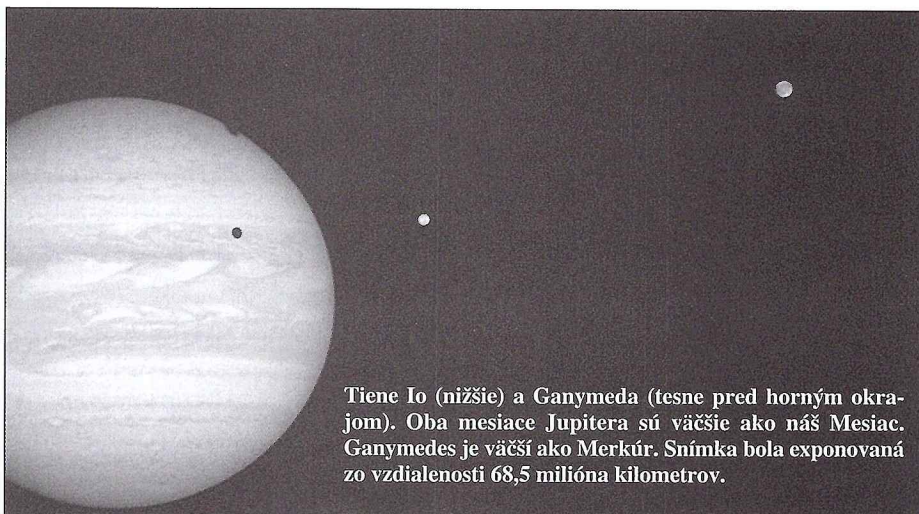
Podobnú, ale menšiu, symetrickú fontánu vulkánom vyvrhovaných materiálov rozlíšite na limbe Io, vľavo, približne na rovníku. Je to sopka Prometheus, ktorá chrlí materiál do výšky 60 kilometrov. Rozoznatelný je aj hrb vulkána Masubi (vpravo dole za svetelným rozhraním), ktorého horná časť sa ešte kúpe v slnečnom svetle (prichádzajúcom zľava), zatiaľ čo kaldera je už v tieni. Pozdĺž svetelného rozhrania rozoznáte niekoľko masívov, niektoré sú vyššie ako Mount Everest.

NASA Press Release

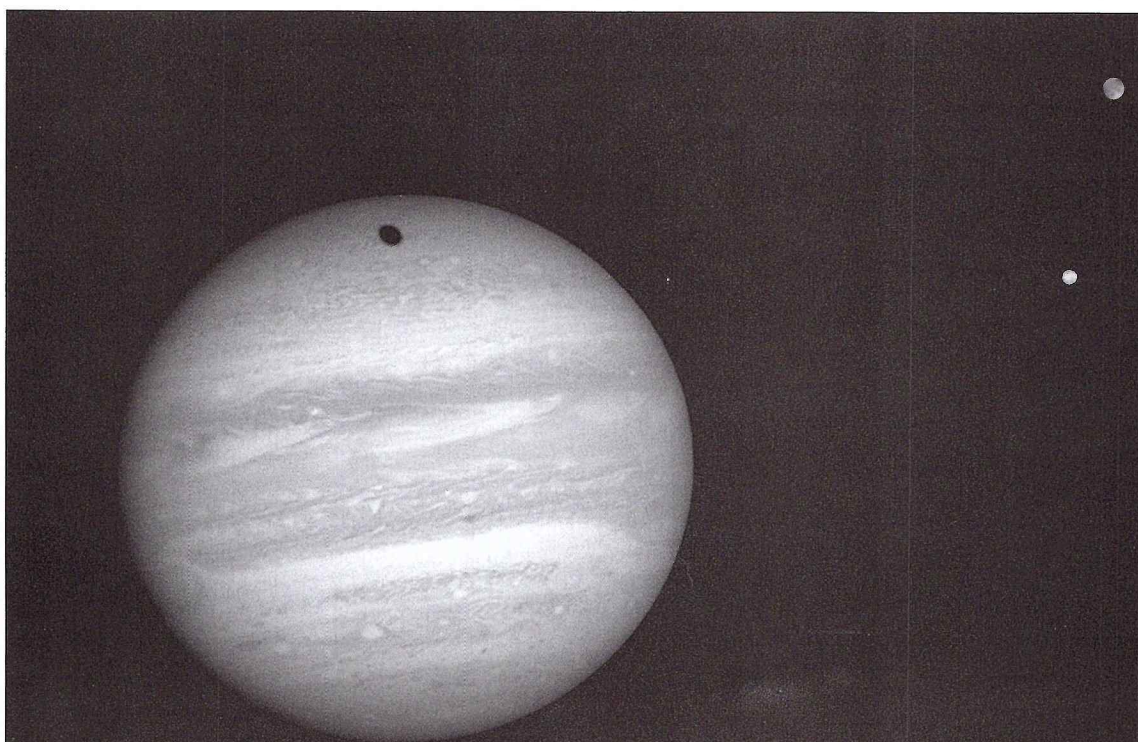
Tieň Io a Ganymeda na Jupiteri

Obe snímky získala sonda New Horizons oblietajúca na svojej ceste k Plutu najväčšiu planétu našej Slnčnej sústavy. Sonda sa pred obletom Jupitera pohybovala rýchlosťou 66 670 kilometrov za hodinu.

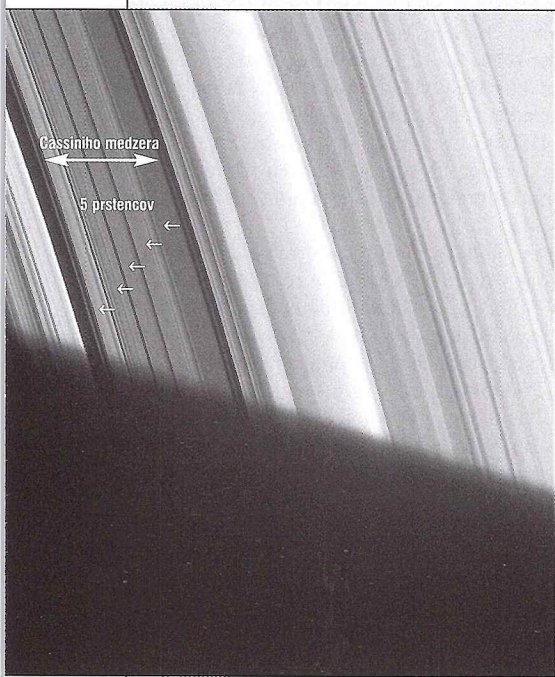
NASA Press Release



Tiene Io (nižšie) a Ganymeda (tesne pred horným okrajom). Oba mesiace Jupitera sú väčšie ako náš Mesiac. Ganymedes je väčší ako Merkúr. Snímka bola exponovaná zo vzdialenosti 68,5 milióna kilometrov.



Jupiter, Io a Ganymedes. Tieň v hornej časti severnej pologule Jupitera vrhá Ganymedes. Io obieha okolo Jupitera vo vzdialenosti 422 000 km, Ganymedes vo vzdialenosti 1,07 milióna km. Jasne viditeľná je veľká červená škvrna. Údaje o vlastnostiach atmosféry, ktoré získala sonda New Horizons, sa líšia od údajov zo sond Voyager 1, Galileo a Cassini. Rovníkové oblasti i oblasti pod ním sú oveľa chladnejšie ako boli.



V Cassiniho medzere sa pohybuje 5 prstencov

Cassiniho medzeru dokážu v Saturnovom prstenci rozlíšiť aj slabšie pozemské ďalekohľady. Ide o medzeru, ktorá oddeľuje prstence A a B. Na snímke z februára 2007 však vidíte, že v tejto „medzere“ sa pohybuje 5 doteraz nerozlíšených prstencov, pričom každý tvorí materiál (prachové zrnká a kryštáliky ľadu) inej veľkosti. Cassiniho medzera má šírku 4800 kilometrov. Sonda exponovala snímku zo vzdialenosti 1,7 milióna kilometrov, pod uhlom 59 stupňov nad rovinou prstencov.

Jazerá uhľovodíkov na severnom póle Titanu?

Sonda Cassini na svojej misii vo svete Saturnu pravidelne oblieta Titan. Optické a infračervené fotografie z dávnejších priblížení dopĺňajú v posledných mesiacoch po každom oblete radarové snímky. Práve pomocou nich vedci upresňujú pôvodné analýzy i hypotézy o pôvode, vývoji a povahe najrozličnejších povrchových útvarov na povrchu najväčšieho telesa Saturnovej rodiny.

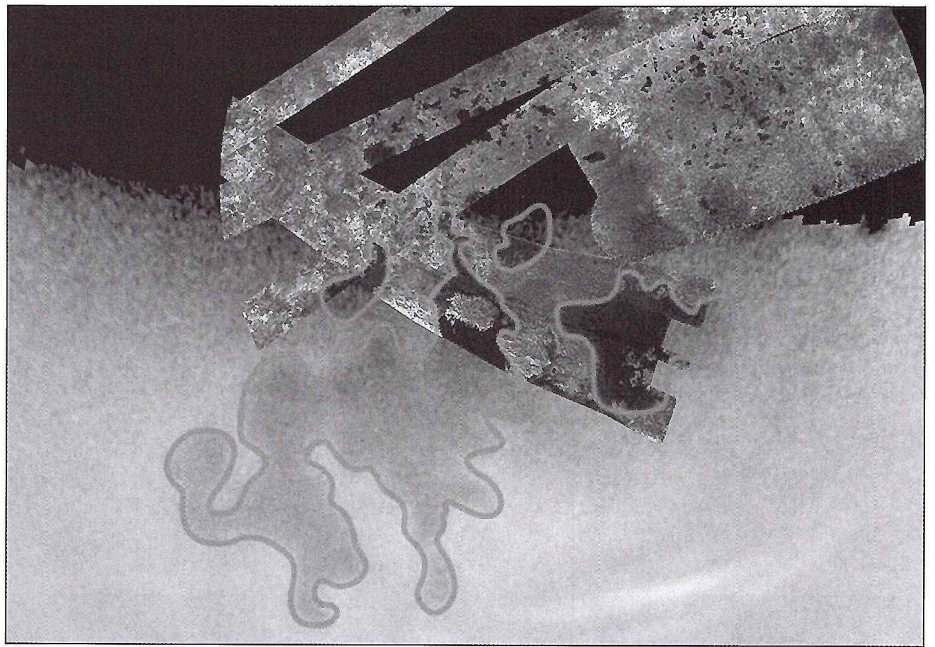
Na snímke vidíte oblasť okolo severného pólu. Najzreteľnejšie útvary sú tmavosivé. Najväčším útvarom je „jazero“, veľké ako Kaspické more (vľavo). Druhé jazero (vpravo) je menšie: jeho plocha sa takmer kryje z rozlohou Horného jazera na hranici Kanady a Spojených štátov. V mierke Titanu, ktorý má šesťkrát menší povrch ako Zem, je však prvé jazero veľké ako Bengálsky záliv, druhé ako Timorské more.

Zobrazené útvary sú extrémne tmavé, čo

potvrďuje existenciu tekutých uhľovodíkov, (najmä metánu a etánu), ktoré si zachovávajú kvapalnú skupenstvo aj pri teplotách okolo mínus 180 °C. Na radarovej snímke môžete rozoznať aj celý rad menších jazier.

Podobné jazerá objavila ISS kamera na palube sondy Cassini pred dvomi rokmi aj v oblasti južného póla Titanu. Najväčšie z týchto jazier, Ontario Lacus, je veľké ako africké jazero Victoria. Vedcov zaujalo aj tým, že práve nad ním sa nachádza najmohutnejšie pole oblakov. V pozemskej mierke by bolo jazero Ontario Lacus veľké ako Čierne more. Až do objavu podobných jazier v oblasti severného pólu si vedci neboli načistom, či sú tieto jazerá naozaj bazénmi tekutých uhľovodíkov. (Radarová mapa vzniká postupne počas jednotlivých obletov, preto nie je úplná.)

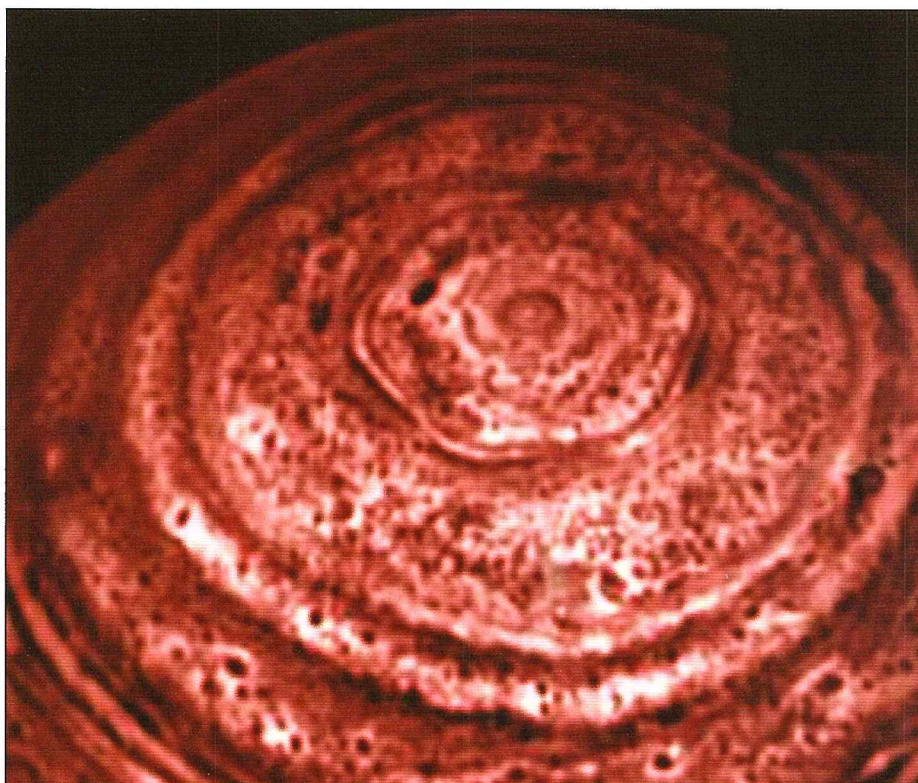
NASA/JPL



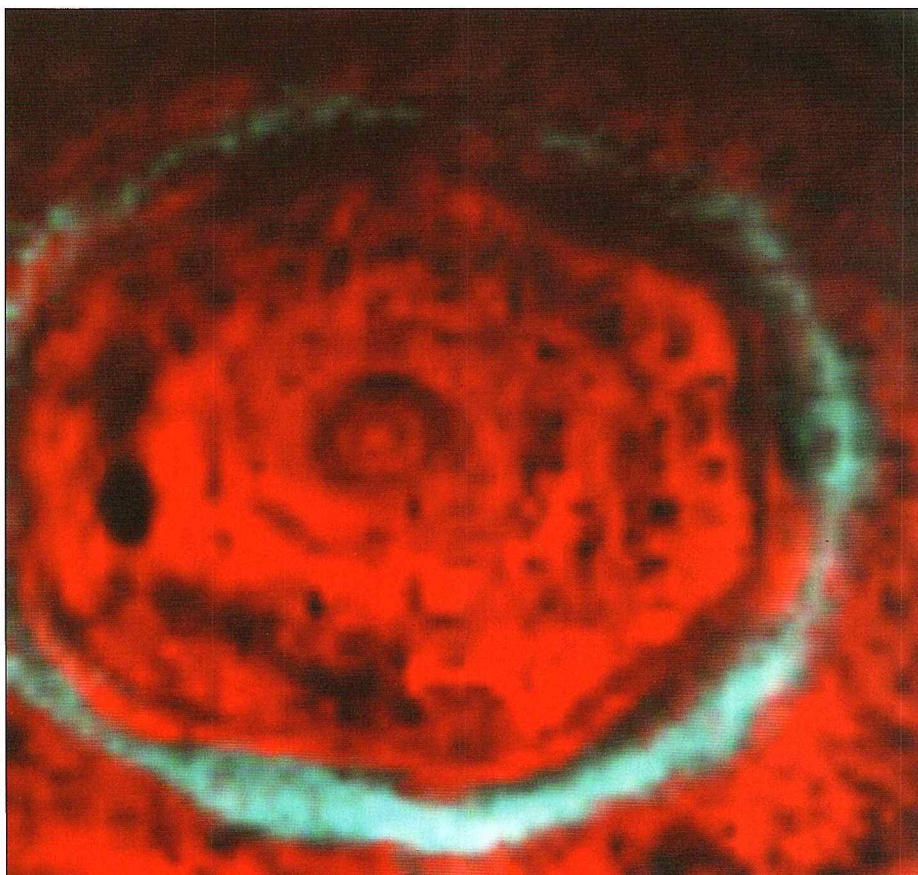
Saturnov prstenec F je dvojitý

Nestabilný, premenlivý, tenký Saturnov prstenec F sme doteraz poznali ako pásik so šírkou 50 kilometrov. Na snímke z 9. februára 2007 sa však zviditeľnil aj ďalší prstenec. Vedci sa nazdávajú, že zdvojená (pod vplyvom gravitácie neznámeho mesačika) je iba táto sekcia prstencov. Prstenec v pravej časti prekrýva tieň Saturna.

Záhadný šesťuholník na Saturne



Aktívny severný pól Saturna s jasne viditeľným, stabilným šesťuholníkom, vo vnútri ktorého krúžia okolo pólu oblaky. Ide o prvú snímku tohto útvaru, získanú počas preletu sondy nad polárnou oblasťou. Snímky sond Voyager 1 a 2 boli skreslené nevýhodným uhlom záberu.



Na tejto snímke jasne rozoznate nielen šesťuholník, ale aj okrúhlu polárnu žiaru, ktorú však generujú iné procesy.

Okolo severného pólu Saturna obieha štruktúra, ktorá je pre planetológov záhadou. Na snímke zo sondy Cassini rozlíšili vedci výrazný útvar v atmosfére, ktorý má tvar šesťuholníka. Na prvý pohľad pripomína včelí plást. Túto atmosférickú štruktúru nasníмали už sondy Voyager 1 a 2 už pred dvadsiatimi šiestimi rokmi, ale snímka z Cassini s oveľa vyšším rozlíšením je dôkazom, že štruktúra je stabilná. Navyše na posledných snímkach rozlíšili aj ďalší, väčší, podstatne tmavší šesťuholník.

„Je to podivuhodná štruktúra. Šesťuholník je pravidelný, má šesť približne rovnakých strán a uhlov,“ komentuje objav Kevin Baines, expert na atmosférické úkazy v tíme, ktorý vyhodnocuje údaje optického a infračerveného spektrometra na palube sondy. „Na nijakej inej planéte sme doteraz nič podobné nevideli. V dynamickú atmosféru Saturna, kde dominujú okrúhle pásy a kde sa vytvárajú kruhy a elipsy konvektívnych buniek, je objav takejto pravidelnej geometrickej štruktúry prekvapujúci.“

Šesťuholník do istej miery pripomína atmosférické krútnavy nad pólmi Zeme. Generujú ich vetry unášajúce oblaky a prach po kruhovej dráhe okolo polárnych oblastí. Krútnava nad severným pólom Saturna však nie je okrúhla. Podivný šesťuholník má priemer 25 000 kilometrov. Zmestilo by sa doň šesť zemegulí.

Najnovšie infračervené snímky prezradili, že šesťuholník je zanorený 100 kilometrov do atmosféry, teda oveľa hlbšie, ako sa predpokladalo. Systémy oblakov krúžia v jeho vnútri. Zdá sa, že oblaky krúžia v šesťuholníku ako autá po autodrome.

Vedcov udivuje, že krútnava nad južným pólom Saturna má tvar normálneho hurikánu s obrovským okom uprostred. Ako to vysvetliť?

Optické kamery na Cassini nedokázali šesťuholník rozlíšiť, pretože ho ukrýva tma polárnej noci, ktorá trvá 15 rokov. Infračervený mapovací spektrometer dokáže získavať snímky v denných i nočných podmienkach, pričom dokáže „nazrieť“ aj do hĺbky 75 kilometrov, čo je trojnásobok hrúbky pozemskej atmosféry. Ukázalo sa, že štruktúra si zachováva svoj hexagonálny tvar prinajmenšom do tejto hĺbky. Najväčšou záhadou je zistenie, že šesťuholník sa nemení, hoci sa v ňom pohybuje mimoriadne silná planetárna vlna, siahajúca hlboko do atmosféry.

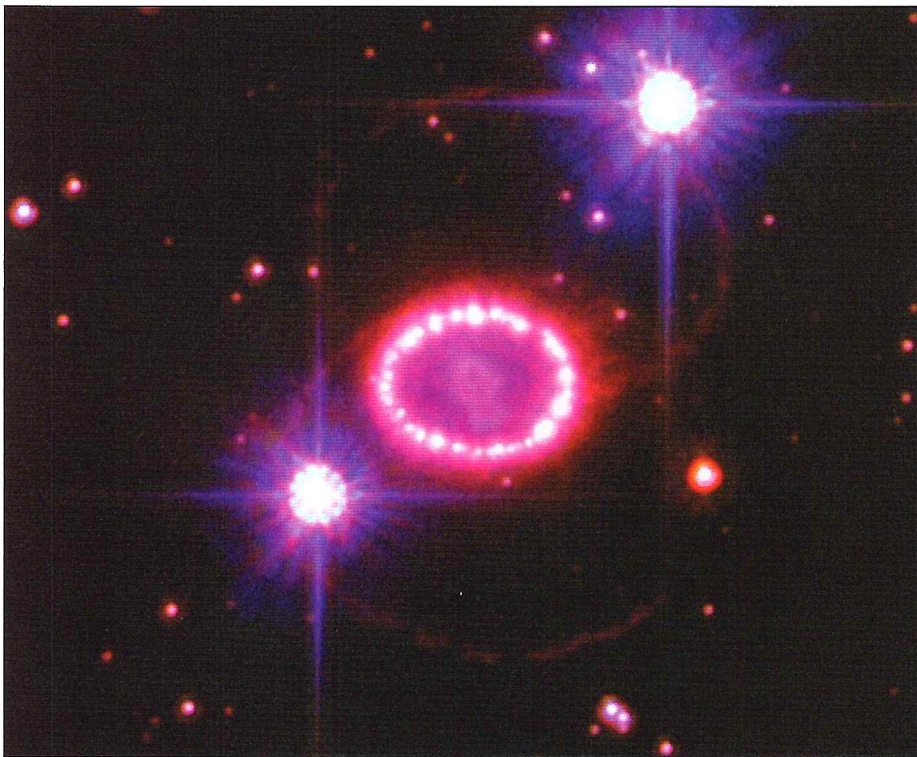
Spektrometer snímал bizarný útvar na vlnovej dĺžke 5 mikróvov (je to sedemnásobok vlnovej dĺžky, ktorú ešte dokáže vnímať ľudské oko) celých 12 dní začiatkom novembra 2006. Optické kamery budú môcť šesťuholník exponovať až po uplynutí dvoch rokov, keď severná polárna noc pominie.

Po analýze najnovších snímkov a údajov o hĺbke krútnavy vedci zistili, že šesťuholník nemá nič spoločné ani s polárnou žiarou, ktorá sa vytvára nad ním, ani s rádiovými emisiami Saturna, ako sa pôvodne predpokladalo.

Vedci sa nazdávajú, že šesťuholník obieha okolo osi Saturna rýchlosťou, ktorou planéta rotuje. Treba pripomenúť, že presnú hodnotu rotácie Saturna zatiaľ nepoznáme.

Jet Propulsion Laboratory

Supernova SN 1987A v podaní Hubblovho ďalekohľadu



Perlový náhrdelník. Tak nazvali astronómovia prstenec žiariacich guľôčok okolo oblasti, kde vybuchla vyhasínajúca hviezda. Prstenec vznikol 20 000 rokov pred výbuchom supernovy. Rázová vlna šíriaca sa po explózii narazila narazila do vnútorného prstencu, zohriala ho, takže začal žiariť. Prvú „perlu“ objavili astronómovia ešte v roku 1997. Dnes ich je tam niekoľko tuctov. Prstenec bude čoraz jasnejší, jeho svetlo osvetlí vnútro supernovy, takže sa budú dať rozlíšiť ďalšie podrobnosti. Žiaru prstencu, ktorý bude žiariť niekoľko desaťročí, generuje rádioaktívny titán 44, ktorý vznikol počas výbuchu.

Pred dvadsiatimi rokmi, 23. februára 1987, vzplanula na oblohe jasná hviezda. Mohutnejšiu explóziu hviezdári nezaznamenali viac ako 400 rokov. Gigantická supernova si uchovala svietivosť 100 miliónov Sínk niekoľko mesiacov.

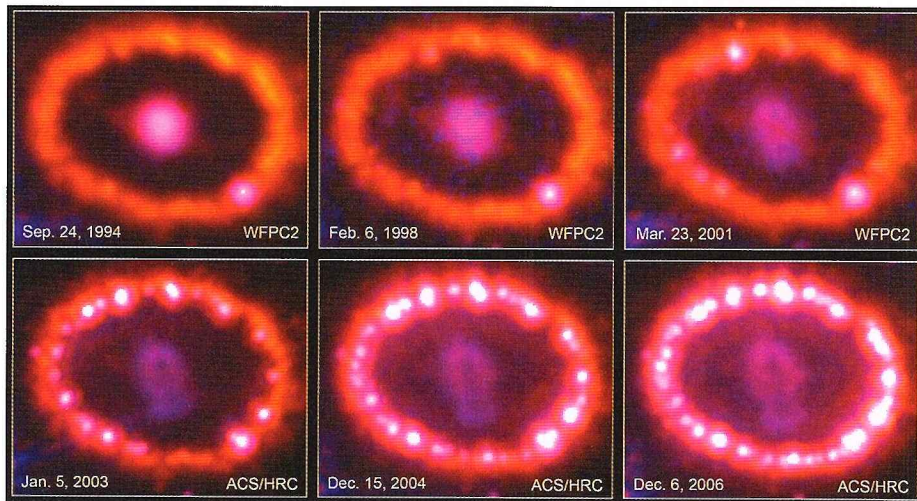
Tento objekt študovali stovky astronómov pomocou najväčších pozemských i vesmírnych ďalekohľadov. Získané údaje podstatne zmenili ich vedomosti o záverečnom štádiu života masívnych hviezd. „Vďaka HST sme získali väčšinu dôležitých údajov,“ vraví Robert Kirsner z Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics v Cambridge/Massachusetts.

Kirsnerov tím študuje supernovy kvôli materiálu, ktorý rozptyľujú do okolitého priestoru a obohacujú medzihviezdnu hmotu o ďalšie prvky, ako uhlík či železo. Z tých sa potom formujú hviezdy ďalšej generácie. Bez týchto prvkov by sa nevyvinuli ani živé organizmy. Napríklad železo v krvi človeka vzniklo v horúcom srdci explodujúcej supernovy.

SN 1987A vyprodukovala rádioaktívne žele-

zo, ktoré má hmotnosť 20 000 Zemí. Kôra hviezdy, ktorá vznikla po kolapse progenitora, dnes žiari vďaka rádioaktívnemu titánu 44, ktorý vznikol počas explózie.

Hviezda sa nachádza vo Veľkom Magellanovom oblaku, vo vzdialenosti 163 000 svetelných rokov od Zeme. Vybuchla 161 000 rokov pred našim letopočtom, ale jej svetlo dorazilo na Zem až v roku 1987.



Vývoj prstencu medzi rokmi 1996 a 2006, tak ako ho zaznamenali kamery na palube HST.

Kirsnerov tím monitoroval supernovu pomocou Hubblovho ďalekohľadu celé roky. Vďaka získaným údajom prepísali vedci učebnice o explodujúcich hviezdach. „Zistili sme, že náš svet je oveľa zložitejší a zaujímavejší ako sme si donedávna dokázali predstaviť,“ nadchýna sa Kirsner.

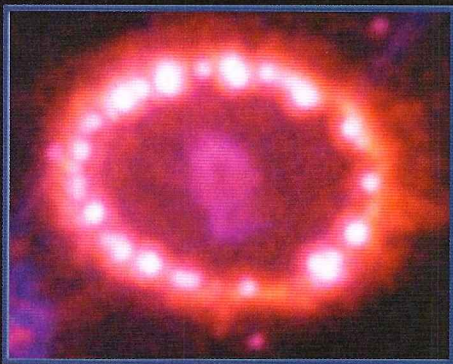
Pred SN 1987A mali astronómovia o supernovách veľmi zjednodušenú, idealizovanú predstavu. Nazdávali sa, že explózie sú sférické, že sa rovnomerne šíria na všetky strany. Nevedeli nič o úlohe plynu, ktorý hviezdy-progenitori rozptyľujú tisíce rokov pred výbuchom. Zvyšky po SN 1987A nie sú guľové. Prípadom pripomínajú skôr medúzu. Najrýchlejšie prúdy vyvrhutej hmoty pribrazil plyn, ktorý hviezda rozptyľovala celé tisícročia pred výbuchom.

Keď SN 1987A vybuchla, HST ešte nebol na obežnej dráhe. Odvtedy však exponoval stovky snímok tohto fotogenického objektu. Vedci zo snímok vyčítali, že:

- supernovu obklopuje žiariaci prstenec, hrubý jeden svetelný rok. Tento prstenec tam bol najmenej 20 000 rokov pred explóziou hviezdy. Röntgenové žiarenie vygenerované explóziou zohriala prstenec tak, že začal žiariť a žiari už plných dvadsať rokov.
- za prvým prstencom sú ďalšie dva žiarivé prstence.
- v strede supernovy sa sformovala štruktúra pripomínajúca činky, ktorá sa v posledných rokoch zväčšila o desaťtisíce svetelných rokov. Štruktúru tvoria dve bubliny, ktoré sa od seba vzdalujú rýchlosťou 32 miliónov kilometrov za hodinu.
- rázová vlna po explózii sa zrazila s vnútorným prstencom a zohriala ho do takej miery, že osvetľuje okolie mŕtvej hviezdy.

HST monitoruje, ako sa rázová vlna prediera prstencom. Ten pripomína perlový náhrdelník. Astronómovia predpokladajú, že už o niekoľko rokov bude „perlový náhrdelník“ ešte jagejšie. Očakávajú, že pribúdajúce svetlo im pomôže získať nové informácie o tom, ako hviezda vyvrhovala materiál pred explóziou.

Vnútročné zvyšky prstenca po výbuchu supernovy 1987A



Vonkajší bipolárny odliv plynu a vonkajší prstenec

Vnútrotný bipolárny odtok zvyškov rozmetanej supernovy

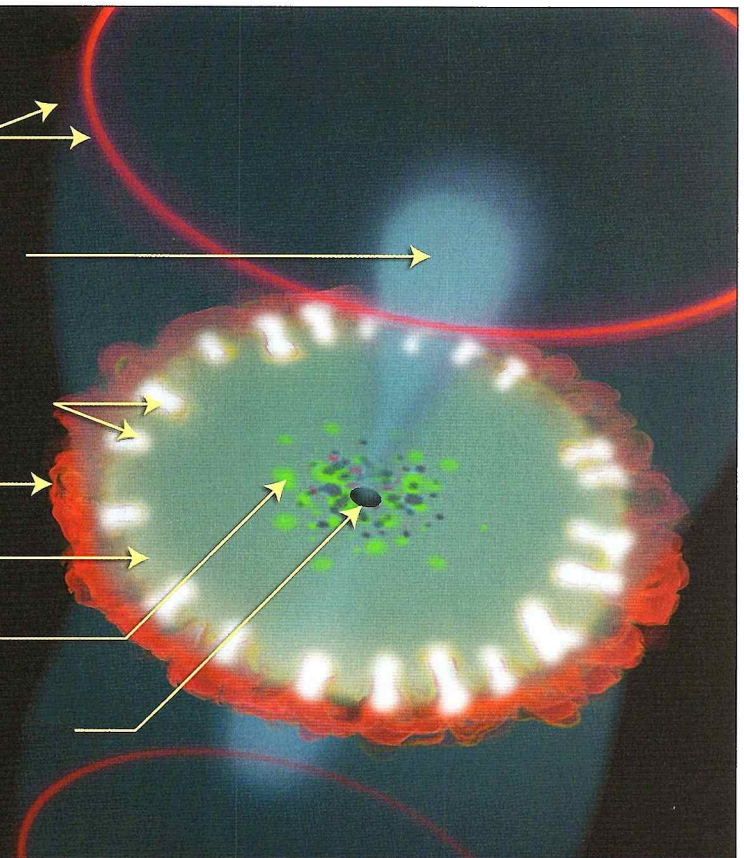
Horúce škrvny plynu

Prstenec

Rázová vlna po výbuchu

Zvyšky supernovy

Zahalená neutrónová hviezda alebo čierna diera



Analýza infračervených snímok z vesmírneho ďalekohľadu Spitzer im pomôže pochopiť premenu prachu, ktorý obklopuje supernovu ako aj prach vo vzdialenejšom okolí.

Najviac informácií získajú vedci až vtedy, keď rázová vlna prekoná vnútorný prstenec, zrazí sa s vonkajšími prstencami a osvetlí ich. Tak budú môcť rekonštruovať posledných 20 000 rokov pred explóziou hviezdy. Mnohým veciam však ani špecialisti na supernovy nerozumejú. Nevedia nič o evolúcii hviezdy pred výbuchom, netušia prečo sa sformovali tri prstence.

Nie je vylúčené, že progenitor supernovy bol súčasťou dvojhviezdy.

Astronómia hľadajú aj čiernu dieru či neutrónovú hviezdu, kompaktný zvyšok kolabovanej hviezdy po výbuchu. Podľa teórie tam takýto objekt musí byť. Viacerí astronómia sa nazdávajú, že neutrónová hviezda sa sformovala už pred dvadsiatimi rokmi (nášho času). Je pravdepodobné, že sa skrýva za hustou oponou prachu.

Prenikne za oponu infračervená širokouhlá kamera 3, ktorú na HST nainštaluje posádka raketoplánu spolu s prístrojom Cosmic Origins Spektrograph? Pomocou nej majú získať vedci údaje o chemickom zložení supernovy a jej rýchlosti.

SN 1987A je vďačný študijný objekt. Jej tajomstvo však možno odhalí až vesmírny ďalekohľad Webb, ktorý vypustia na obežnú dráhu v roku 2013. Ten dokáže zachytiť infračervené svetlo z prstenca, ktorý bude v tom čase žiariť desaťkrát slabšie ako dnes. Vo viditeľnom svetle však prstenec bude žiariť čoraz jasnejšie, takže expedícia do vnútra zaniknutej hviezdy bude pokračovať.

1



Dvojhviezda: Masívnejšia, primárna hviezda sa vyvíja rýchlejšie.

5



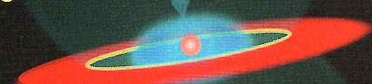
Primárna hviezda vybuchne ako supernova, čo spôsobí, že vnútorný prstenec sa rozžiari.

2



Keď sa primárna hviezda premení na obra, začne vysávať svojho spolupútника. Jadro primárnej a sekundárnej hviezdy už majú „spoločnú obálku“.

6



Výbuchom vyvrhnutý materiál sa začne šíriť na všetky strany.

3



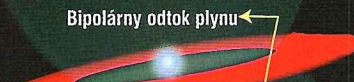
Ľekundárna hviezda sa po špirále blíži k primárnej. Časť materiálu, ktorý vplyvom gravitácie obra stráca a vytvorí guľovú obálku. Väčšina materiálu sa postupne sploští do disku a obe hviezdy splynú.

7



Bublina vyvrhnutého materiálu sa rozpína, naráža na vnútorný okraj disku.

4



Rýchly hviezdny vietor z jadra interaguje s torusom, ktorý zhusťne a premení sa na prstenec.

8



Rázová vlna prenikne prstencom. Formujú sa horúce škrvny, ktorých žiarenie osvetľuje vnútro bubliny.

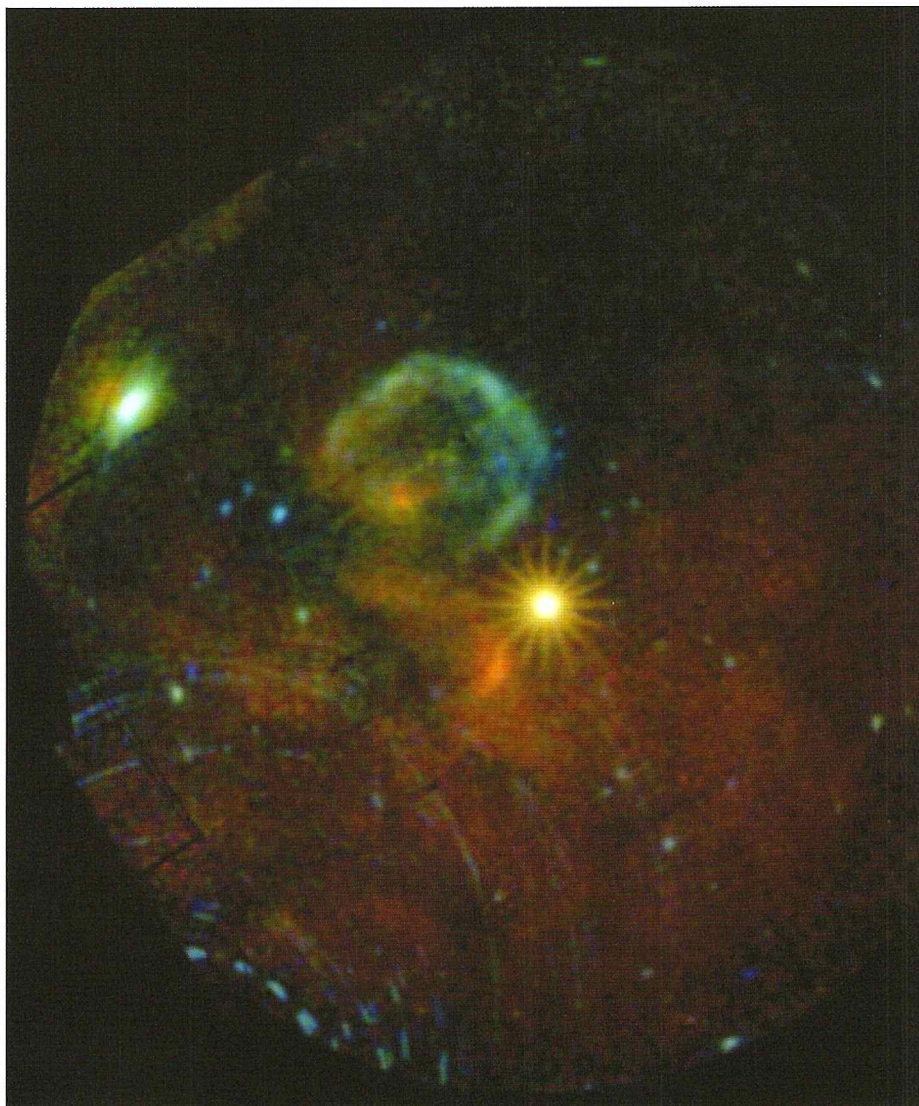
Supernova SN 1987A po 20 rokoch

Supernovu SN 1987A vo Veľkom Magellanovom oblaku študujú od jej vzplanutia pred dvadsiatimi rokmi početné tímy astronómov. 17. januára 2007 ju opäť fotografoval vesmírny ďalekohľad XMM-Newton. Prvú röntgenovú snímku supernovy získala v roku 1992 sonda ROSAT. Od roku 2000 ju priebežne fotografuje aj XMM-Newton. Ukazuje sa, že supernova, ako zdroj röntgenového žiarenia, je oproti roku 2000 desaťkrát jasnejšia a zatieňuje všetky zdroje röntgenového žiarenia v susedstve.

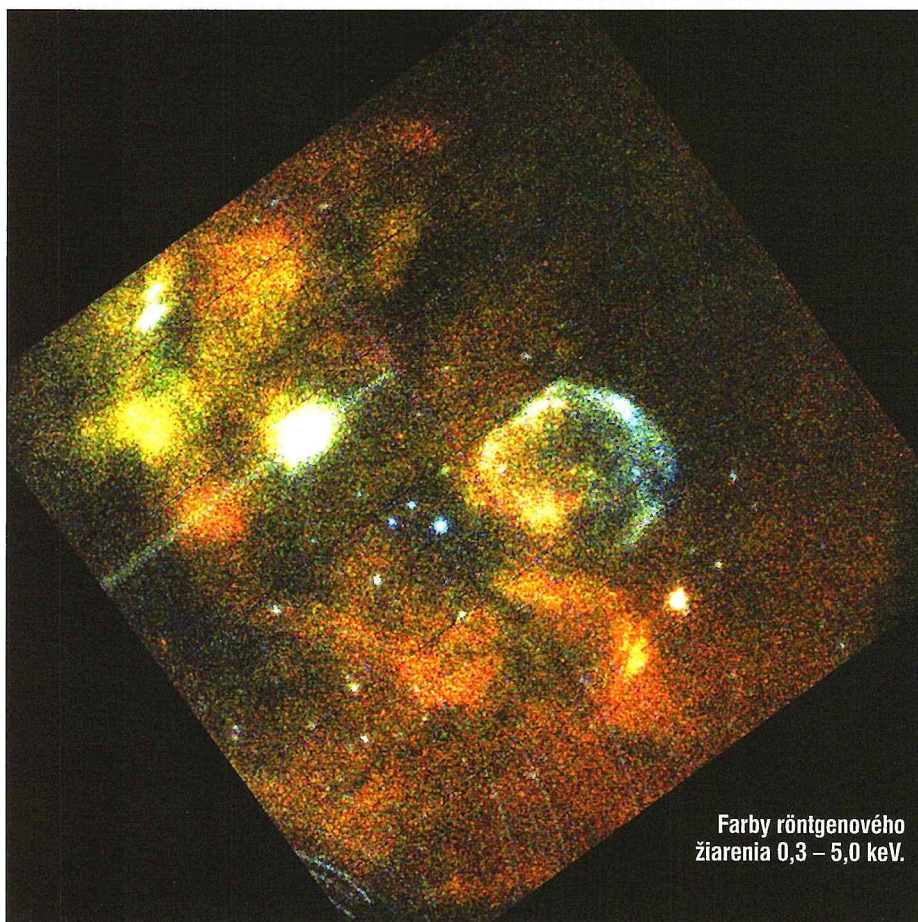
SN 1987A je pre astronómov objektom, vďaka ktorému môžu podrobne študovať najranejšie fázy vývoja zvyšku po explózii supernovy. Vedci celé roky pozorovali tento objekt vo všetkých oblastiach spektra, takže získali dostatok údajov o materiáli, ktorý je produktom hviezdneho vetra prúdiaceho z masívnej hviezdy v poslednej fáze, keď sa pred výbuchom premenila na superobra.

Vedci sú presvedčení, že röntgenové žiarenie generujú interakcie rázovej vlny šíriacej sa po výbuchu do okolitého priestoru s medzihviezdny materiálom, ktorého podstatnú zložku tvorí plyn a prach, vnesené hviezdny vetrom. Po podrobnej analýze sa možno podať rekonštruovať fyzikálny priebeh explózie a určiť aj identitu centrálného kompaktného telesa, pravdepodobne neutrónovej hviezdy.

ESA Press Release



Túto farebnú snímku poskladali z fotografií troch kamier EPIC na palube vesmírneho ďalekohľadu XMM-Newton. Röntgenové žiarenie z rôznych pásov energie zakódovali do červenej (v rozpätí 0,2–1,0 keV), zelenej (1,0–2,0 keV) a modrej farby (2,0–4,5 keV). Supernova SN 1987A je jasný objekt v strede snímky.



Farby röntgenového žiarenia 0,3 – 5,0 keV.

Táto snímka vznikla pred siedmimi rokmi. (EPIC kamera na satelite XMM-Newton). Vidíme na nej Veľký Magellanov oblak, satelitnú galaxiu našej Mliečnej cesty, kde prebiehajú búrlivé procesy. Výbuchy supernov rozptyľujú materiál obohatený o nové prvky, v prachoplynových oblakoch sa rodia nové hviezdy. Supernova SN 1987A je na tejto snímke desaťkrát slabšia, ako na najnovšej snímke z XMM-Newton. Snímku spracovali tak, aby odlišili oblasti s nerovnakou teplotou. Najhorúcejšie sú modré oblasti. Zelené sú oblasti majú strednú teplotu. Červené sú najchladnejšie oblasti. Väčšina modrých oblastí bola pred snímkami z XMM-Newton nerozlišiteľná.

Dvojhviezda, ktorá by nemala existovať

Astronómovia objavili rekordne širokú dvojhviezdu. Gravitácia tu spútala dve hviezdy, ktoré sú od seba vzdialené 5100 AJ! Držiteľom posledného rekordu je dvojhviezda Koenigstuhl 1AB, ktorej hviezdy sú od seba vzdialené 1800 AJ.

Široké dvojhviezdy obiehajú okolo spoločného ťažiska tak pomaly, že jeden úplný obeh trvá 500 000 rokov. Donedávna platná teória o dvojhviezdach vylučovala, že také vzdialené a navyše malé hviezdy s nízkou hmotnosťou môžu vytvoriť stabilný systém. Doteraz sme poznali iba šesť dvojhviezd, ktoré boli od seba vzdialené viac ako 50 AJ.

O hviezdach rekordnej dvojhviezdy zatiaľ veľa nevieme.

Dvojhviezdu, ktorá otriasla teóriou, objavil Etienne Artigau z Gemini Observatory v čilských Andách. Porovnal polohu dvojhviezdy s archívnymi snímkami, ktoré exponovali pred 24 a 6 rokmi. Snímky potvrdili, že obe hviezdy putujú vesmírom spolu vo vzdialenosti 200 svetelných rokov od Zeme v súhvezdí Fénix.

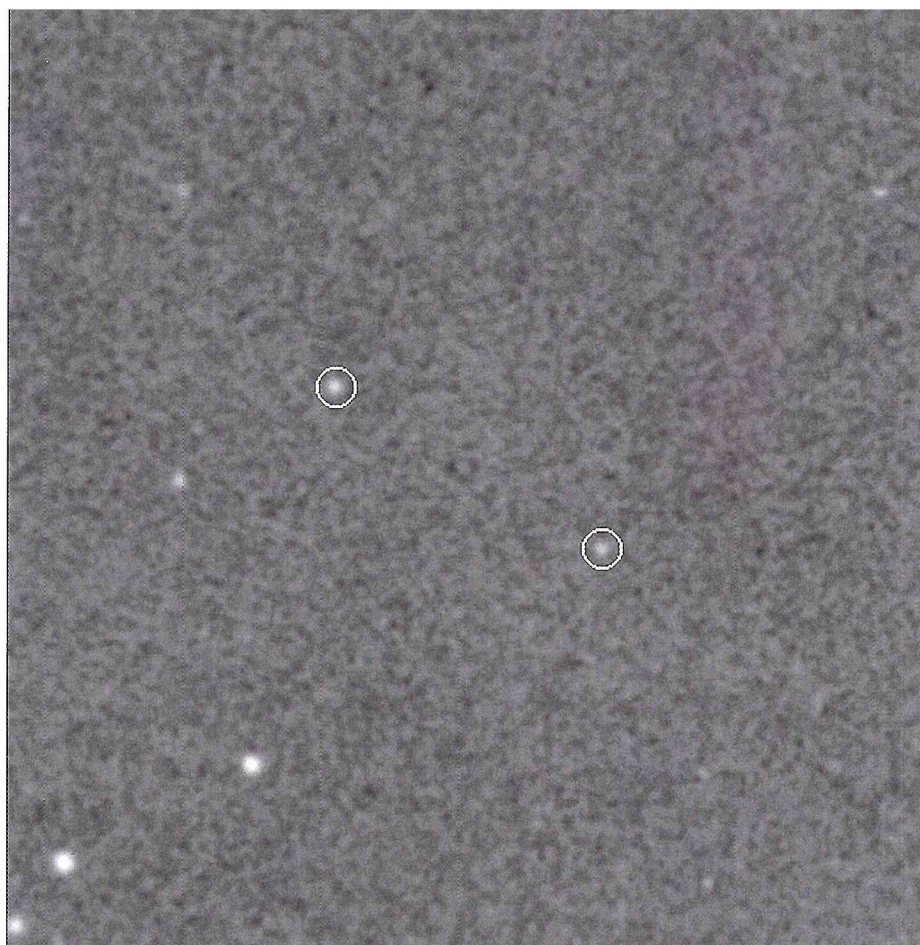
Pomocou spektrográfu na Gemini South Telescope určili teplotu hviezd na 2200 °C. Ide buď o červených trpaslíkov, ktorých je v našej Galaxii najviac (podľa najnovších odhadov až 80 % z celkovej populácie), alebo o hnedých trpaslíkov, objekty, ktoré sú väčšie ako najväčšie planéty, ale menšie ako najmenšie hviezdy.

Objav zvláštnej dvojhviezdy astronómov vzrušil. Prekvapuje najmä ich nízka hmotnosť oboch zložiek systému. Masívnejšie hviezdy majú väčšiu gravitáciu a vytvárajú stabilnejšie systémy. Taká voľná dvojhviezda, navyše s takými nízkohmotnými zložkami, je vyslovená rarita. Vedci nevedia vysvetliť, ako sa takéto systémy môžu sformovať a vytvoriť dlhodobu stabilizáciu.

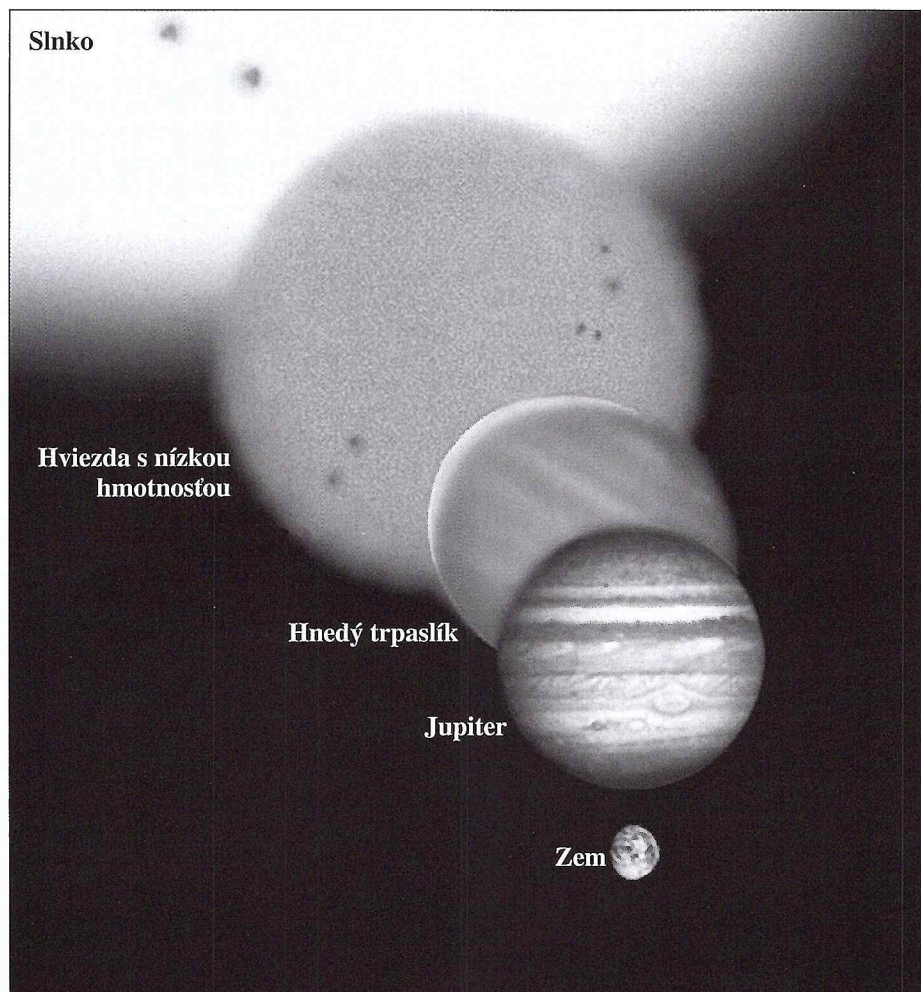
Teória hovorí, že mladé hviezdy s hmotnosťami pod 0,3 hmotnosti Slnka mohli vzniknúť iba vtedy, ak nejaká kataklizma prerušila v ranom štádiu ich vývoj – postupné nabaľovanie hmoty na protohviezdu. Ibaže ak to tak bolo aj v tomto prípade, ako sa mohla tak slabou gravitačne spútaná dvojhviezda udržať taký dlhý čas?

Vek najširšej dvojhviezdy odhadli na miliardu rokov. Nie je to spoľahlivý odhad, pretože v tesnom susedstve bizarnej dvojhviezdy je skupina oveľa mladších hviezd zoskupenia Tucana/Horlogium. Tieto hviezdy majú iba 30 miliónov rokov. Ak je dvojhviezda súčasťou tohto zoskupenia, potom by mali byť obe zložky systému oveľa mladšie. Ak sú oveľa mladšie, potom by to mali byť hnedí trpaslíci. Ak sú to naozaj hnedí trpaslíci, potom by sa ich gravitačné objatie malo uvoľniť oveľa skôr. Napríklad vtedy, keby sa jedna z hviezd dvojhviezdy priblížila k inej, masívnejšej hviezde, pár by sa rozpadol.

Gemini Observatory



Porovnaním snímky z roku 2006 s archívnymi snímkami z rokov 1983 a 1999 vedci zistili, že obe zložky (zakrúžkované) dvojhviezdy putovali priestorom po celý čas spoločne.



Relatívne veľkosti rozličných typov objektov s nízkou hmotnosťou v porovnaní so Slnkom, Jupiterom a Zemou.

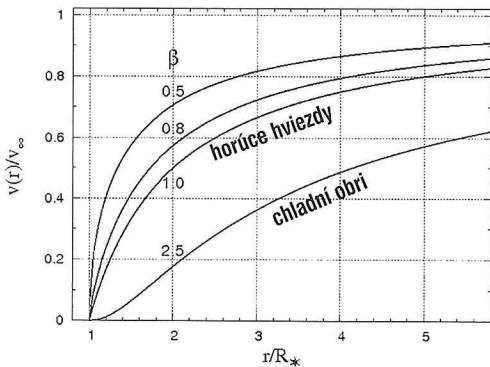
Hviezdne vetry

Čo je to hviezdny vietor?

Okrem elektromagnetického žiarenia, t. j. fotónov, hviezdy emitujú aj častice. Tok častíc do okolitého priestoru sa všeobecne nazýva *hviezdny vietor*. Najdôležitejšie parametre hviezdneho vetra, ktoré môžeme určiť z pozorovaní, je rýchlosť straty hmoty, označované v literatúre ako \dot{M} (čítame ako „M-dot“) a tzv. terminálová (t. j. konečná, a aj maximálna) rýchlosť vetra, ktorá sa označuje ako v_∞ . Parameter predstavuje množstvo hmoty, ktoré hviezda stratí za jednotku času. Zvyčajne ho vyjadrujeme v jednotkách hmotnosti Slnka za rok ($1 M_\odot/\text{rok} = 6,3 \times 10^{25} \text{ g/s}$). Napríklad $\dot{M} = 10^{-6} M_\odot/\text{rok}$, čo nie je až taká vysoká hodnota, znamená, že hviezda stratí hmotu, odpovedajúcu hmotnosti našej Zeme behom troch rokov. Terminálová rýchlosť v_∞ sa pohybuje v rozmedzí približne od 10 km/s pre chladných superobrov až po 3 000 km/s pre horúce hviezdy s vysokou svietivosťou. Za predpokladu stacionárneho sféricky symetrického vetra je strata hmoty daná jeho hustotou $\rho(r)$ a rýchlosťou $v(r)$ v ľubovoľnom mieste „r“ od stredu hviezdy opísanou rovnicou kontinuity ako

$$\dot{M} = 4\pi r^2 \rho(r) v(r) \quad (= \text{konštanta}). \quad (1)$$

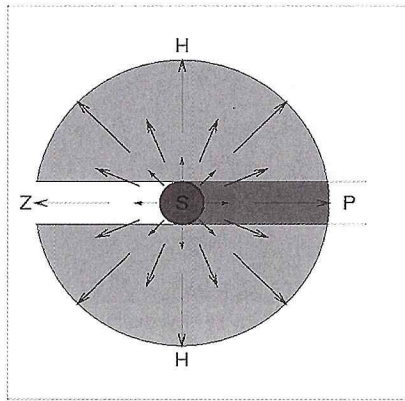
Táto rovnica vyjadruje skutočnosť, že hmotnosť sa vo hviezdnom vetre nemôže ani vytvárať, ale ani strácať, jednoducho sa len prenáša od svojho zdroja. To znamená, že množstvo častíc vetra, ktoré sa za časovú jednotku prenesie cez ľubovoľnú sféru o polomere r okolo centrálnej hviezdy, je konštantné. Vzťah (1) možno aj jednoducho odvodiť, keď si predstavíme sférickú vrstvu s polomerom r a hrúbkou dr okolo hviezdy. Jej objem je $dV = 4\pi r^2 dr$, a teda hmotnosť $dM = dV \times \rho(r) = 4\pi r^2 dr \times \rho(r)$. Podelením časovým intervalom dt potom dostaneme vyššie uvedenú rovnicu kontinuity (vieme, že $dM/dt = \dot{M}$ a $dr/dt = v(r)$). Plyn, ktorý uniká z vonkajších vrstiev hviezdy, je urýchľovaný od malých rýchlostí pri povrchu



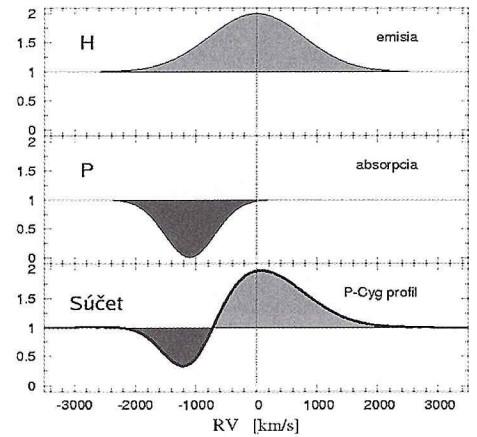
Obrázok 1. Urýchľovanie hviezdneho vetra od povrchu hviezdy smerom von podľa vzťahu (1). Pre chladných obrov je akcelerácia častíc pomalšia, parameter $\beta = 2,5$, zatiaľ čo horúce hviezdy vyhánajú svoj vietor oveľa rýchlejšie, parameter $\beta = 0,5 - 1,0$.

hviezdy ($v \leq 1 \text{ km/s}$) ku vysoké rýchlosti vo veľkých vzdialenostiach od centra hviezdy, kde častice vetra asymptoticky dosahujú terminálovú rýchlosť, v_∞ (keď $r \rightarrow \infty$). Rozdelenie rýchlostí častíc vetra s radiálnou vzdialenosťou od hviezdy sa volá *zákon rýchlosti*, $v(r)$. Pozorovania a modelovanie hviezdnych vetrov ukazujú, že zákon rýchlosti môže byť často približne vyjadrený tzv. β -zákonom v tvare

$$v(r) = v_\infty (1 - R^*/r)^\beta. \quad (2)$$



Obrázok 2. Schematické znázornenie vzniku tzv. P-Cyg profilu. Ľavý panel ukazuje geometriu hviezdneho vetra s narastajúcou rýchlosťou smerom von. Fotosféra hviezdy (počiatok vetra) je označená ako S, smer k pozorovateľovi ako P. V oblasti hala (H) sa tvorí emisný profil dopplerovsky rozšírený okolo referenčnej vlnovej dĺžky, zatiaľ čo v oblasti medzi S a P sa tvorí absorpčná zložka profilu, dopplerovsky posunutá ku kratším vlnovým dĺžkam. P-Cyg profil vzniká súčtom oboch zložiek (prvý panel).



Táto funkcia všeobecne popisuje, ako rýchlosť častíc hviezdneho vetra narastá so vzdialenosťou od svojho počiatku pri hviezdnej fotosfére, R^* ($v(R^*) = 0$) až po maximálne hodnoty vo veľkých vzdialenostiach, kde $v = v_\infty$. Parameter β potom popisuje, ako rýchlo hviezdny vietor dosiahne svoju terminálovú rýchlosť. Ináč povedané, vyjadruje strmú funkciu $v(r)$. Obrázok 1 ilustruje zákon rýchlosti pre horúce, veľmi svietivé hviezdy ($\beta \approx 0,8$) a pre chladných obrov ($\beta \approx 2,5$). V nasledujúcej kapitole si vysvetlíme, ako sa vlastne hviezdny vietor v spektrách hviezd prejavuje.

Ako hviezdny vietor indikujeme?

Z historického hľadiska je najznámejším a aj najvýraznejším prejavom hviezdneho vetra v spektrách hviezd tzv. P-Cygni typ profilu spektrálnych čiar. Názov súvisí s objavom vzplanutia hviezdy v súhvezdí Cygnus v roku 1600, keď táto hviezda (neskoršie bola pomenovaná ako P Cygni) dosiahla jasnosť 3. magnitúdy. Koncom 19. storočia hranolové spektrá tejto hviezdy odhalili prítomnosť špeciálneho typu profilu spektrálnych čiar, ktorý pozostával z emisnej zložky posunutej smerom k dlhším vlnovým dĺžkam od centra čiar a v opačnom smere, ku kratším vlnovým dĺžkam, postupne prechádzal do absorpčnej zložky. Tento typ profilu spektrálnych čiar sa neskoršie ukázal spoločný predovšetkým pre

horúce hviezdy s vysokou svietivosťou a bol pozorovaný aj pri vzplanutiach klasických nov. Po svojom predstaviteľovi bol pomenovaný ako P-Cygni typ profilu (alebo jednoducho, P-Cyg profil).

Podstatou vzniku takého profilu je prenos spojeného žiarenia, produkovaného fotosférou centrálnej hviezdy (kruh S na obr. 2), cez expandujúce prostredie v jej okolí, napr. hviezdny vietor. Najprv si však pripomeňme najdôležitejšie procesy, ktoré sa uplatňujú pri formovaní spektrálnych čiar vo hviezdnom vetre – rozptyl v čiare a čiarová emisia v dôsledku rekombinácie iónu s voľným elektrónom. V prvom prípade, pri absorpcii fotónu s atómom, dochádza k excitácii elektrónu do (energeticky) vyššej hladiny a k jeho takmer okamžitému návratu späť do pôvodnej hladiny

(typicky za 10^{-10} až 10^{-9} sekundy), pričom sa vyžiari fotón tej istej energie ako pôvodne pohltentý, avšak do ľubovoľného smeru. Keďže si fotón zachováva svoju identitu (t. j. energiu, čiže frekvenciu) a mení len smer svojho pohybu, nazývame tento proces rozptylom. V druhom prípade, pri zrážke ionizovaného atómu (iónu) s voľným elektrónom, dochádza k jeho opätovnému nadviazaniu (z angličtiny, k „rekombinácii“) do určitej energetickej úrovne, z ktorej postupne prechádza do nižších hladín až do základného stavu. Pri každom prechode sa vyžiari fotón odpovedajúci určitej spektrálnej čiare. Prechody elektrónov medzi hladinami s veľmi vysokou pravdepodobnosťou potom produkujú intenzívne emisné čiary. Napríklad, proces rekombinácie je hlavným zdrojom extrémne silnej čiar $H\alpha$ v spektrách symbiotických hviezd.

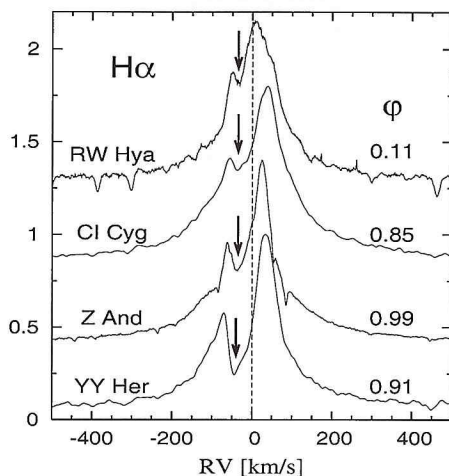
Schéma, ako sa P-Cygni profil môže vo hviezdnom vetre vytvoriť, je ukázané na obr. 2. Vo vonkajších hemisférach hviezdneho vetra (oblasti H na obr. 2) dochádza k rozptylu fotónov hviezdnej fotosféry do všetkých smerov, čiast' aj do smeru k pozorovateľovi. Navyše, významnou mierou v intenzívnych čiarach prispieva aj emisia fotónov v dôsledku rekombinácie. Podľa Dopplerovho princípu, budú svetelné príspevky častí hviezdneho vetra s rovnakou rýchlosťou voči pozorovateľovi (t. j. rovnakou radiálnou rýchlosťou)

prispievať v zodpovedajúcej vlnovej dĺžke. Keďže radiálne rýchlosti častíc hviezdneho vetra nadobúdajú hodnoty medzi $-v_\infty$ a $+v_\infty$, bude výsledný emisný profil veľmi široký (pravý panel obrázku 2 hore). V oblasti „P“ pred hviezdou v smere k pozorovateľovi sa fotóny fotosféry budú na časticách vetra rozptyľovať, lebo tu dosahujú najvyššie stĺpcové hustoty. Tento proces tak odstráni časť žiarenia hviezdny zo smeru pozorovania, čo sa v spektrálnej čiare prejaví vykrojením spojitého žiarenia (kontinua) produkovaného hviezdou fotosférou. Táto absorpčná zložka však nedosiahne nulové hodnoty toku žiarenia, lebo (malá) časť rozptýlených fotónov je smerovaná aj k pozorovateľovi. Keďže plyn vetra v oblasti „P“ sa pohybuje len k pozorovateľovi a nadobúda hodnoty medzi 0 a v_∞ , bude absorpčná zložka rozšírená od $-v_\infty$ do 0 km/s (pravý panel obrázku 2 v strede). Výsledný profil, ktorý je jednoduchým súčtom príspevkov z oblastí pred hviezdou (S + P) a oblastí hala (H), je P-Cygni profil. Ako bude výsledný P-Cyg profil presne vyzeráť, závisí predovšetkým od mohutnosti hviezdneho vetra, teda od \dot{M} . Vyššie hodnoty straty hmoty znamenajú väčší počet rozptyľovačov v smere pohľadu, ktoré tak spôsobí silnejšiu absorpčnú zložku profilu, a opačne, pre slabý hviezdny vietor môže byť absorpcia sotva merateľná. Je zrejmé, že aj vlastnosti daného prechodu budú výrazne ovplyvňovať pozorovaný výsledok. Najcitlivejšími indikátormi hviezdneho vetra sú tzv. rezonančné čiary, v ktorých sa elektrón z prvého excitovaného stavu vracia do základného stavu. Tieto prechody sú veľmi pravdepodobné, a preto aj pre menšie hodnoty odtoku hmoty môže byť v ich profile prítomná slabá absorpčná zložka. Príkladom sú rezonančné čiary v ultrafialovej časti spektra, napríklad, C IV 1550Å alebo O VI 1032Å. Podobne aj veľkosť a štruktúra zdroja spojitého žiarenia môže výrazne ovplyvňovať výsledný profil.

Čo poháňa hviezdny vietor?

Najvýznamnejším a aj najpriradenejším mechanizmom akcelerácie hviezdneho vetra je tlak žiarenia, ktoré vychádza z hviezdnej fotosféry smerom von. Pri prechode cez rozpínajúce sa prostredie hviezdneho vetra dochádza k interakcii fotónov s časticami, ktoré im odovzdávajú časť svojho momentu hybnosti, a tak ich urýchľujú v radiálnom smere. Keďže táto interakcia spôsobuje najmä diskretné (absorpčné) prechody v atómových vetra, hovoríme o urýchľovaní hviezdneho vetra tlakom žiarenia v čiarach (v angličtine sa používa termín *line driven wind*).

Pokúsme sa tento proces trochu vysvetliť. V spodných vrstvách atmosfér horúcich hviezd sa vytvára veľké množstvo absorpčných čiar. To znamená, že žiarenie fotosféry bude v určitých čiarach absorbované (alebo rozptýlené) už v spodných vrstvách, a tak vonkajšie vrstvy nebudú ožarované priamo z fotosféry fotónmi zodpovedajúcich prechodov. To by však viedlo k útlmu urýchľovania vonkajších vrstiev, lebo stále menej a menej fotosférických fotónov daného prechodu by bolo k dispozícii vo väčších vzdialenostiach. Ako potom tento mechanizmus funguje? Sila žiarenia na atómy (ióny) v dôsledku ich spektrálnych čiar by nebola účinná pri akcelerácii hviezdneho vetra, keby neexistoval Dopplerov efekt. V každej atmosfére je totiž určitý gradient rých-



Obrázok 3. Príklady profilov čiar $H\alpha$ pre sústavy s vysokým sklonom obežnej dráhy pozorované v okolí dolnej konjunkcie obra. Absorpčná zložka (označená šípkami) vzniká v hviezdnom vetre chladnej obry hviezd. Jej pozícia je vždy posunutá ku kratším vlnovým dĺžkam a je blízka terminálovej rýchlosti hviezdneho vetra obra (30 – 50 km/s).

lostí (t. j. rozdiel rýchlostí v radiálnom smere od fotosféry), napríklad už tým, že tlak plynu narastá s hustotou ($P = NkT$). V takom prípade vonkajšie vrstvy, ktoré sa pohybujú v radiálnom smere rýchlejšie než vrstvy spodnejšie (t. j. vzdalujú sa od fotosféry väčšou rýchlosťou), budú v dôsledku Dopplerovho efektu „vidieť“ fotosférické fotóny posunuté viac do červena než vrstvy spodnejšie, ktoré sa od fotosféry vzdalujú pomalšie. To znamená, že atómy z vonkajšej atmosféry budú môcť absorbovať v danej spektrálnej čiare fotóny priamo z fotosféry, ktoré nie sú utlmené vrstvami medzi fotosférou a vonkajšou atmosférou. Pre horúce hviezdy, ktoré produkujú veľké množstvo vysokoenergetických fotónov, je akceleračný mechanizmus v spektrálnych čiarach veľmi účinný. Je treba mať na pamäti, že hviezdny vietor je plazma. Takže aj keď proces urýchľovania je najúčinnjší v rezonančných čiarach prvkov C, N, O a skupín prvkov Fe, ich ióny interagujú s voľnými elektrónmi a ostatnými iónmi, hlavne vodíka a hélia, predávajú im časť nadobudnutého momentu hybnosti, a tak vyháňajú von všetky častice atmosféry vo forme hviezdneho vetra. Súhrnom, hviezdny vietor horúcich (super) obrov spektrálnych typov O a B dosahuje vysoké terminálove rýchlosti okolo 3000 km/s v relatívne malých vzdialenostiach od povrchu, zatiaľ čo chladní obri spektrálneho typu M až K urýchľujú svoj vietor oveľa pomalšie, a to k maximálnym rýchlostiam len okolo 10 až 50 km/s (obr. 1, 3).

Hviezdne vetry v symbiotických hviezdach (a) Hviezdny vietor chladných obrov

Jeho prítomnosť v symbiotických hviezdach je najzákladnejšou podmienkou vzniku symbiotického javu. V Rozprave I sme si vysvetlili princíp jeho fungovania – akrečné časti hviezdneho vetra kompaktným súputníkom, jeho zohriatie na extrémne teploty s následnou ionizáciou častíc neutrálneho vetra, čo dáva vznik intenzívnemu žiareniu hmloviny. Stručne povedané, keby chladní obri nefúkali svoj vietor, symbiotické

hviezdy by prakticky neexistovali. Priama indikácia hviezdneho vetra obra v spektre je však obťažná, lebo jeho žiarenie pri nízkych efektívnych teplotách okolo 3500 K takmer nie je schopné vietor ionizovať a navyše maximálne rozdiely rýchlostí jednotlivých častí vetra (t. j. protihľaných častí) sa pohybujú tak do 50 až 100 km/s. To znamená, že emisné čiary budú úzke a ich tvorba bude viazaná len na tú časť vetra obra, ktorá je ionizovaná žiarením horúcej hviezdny. Skutočnosť, že symbiotická hmlovina v pokojných fázach je vlastne len ionizovaná časť hviezdneho vetra obra, bola nezávisle potvrdená diagnostikou čiarového spektra hmloviny. Nussbaumer so spolupracovníkmi totiž zistili, že pomerné zastúpenie prvkov uhlíka, dusíka a kyslíka je veľmi blízke tomu, ktoré sa bežne pozoruje pri normálnych červených obroch. V červenej oblasti spektra, kde vplyv hmloviny je minimálny (približne VRI oblasť a ďalej), pozorujeme veľké množstvo absorpčných čiar. Väčšina z nich (najmä kovov) však vzniká v najhustejších vrstvách atmosféry obra, ktoré nám o kinematike vetra veľa nepovedia, nakoľko odrážajú orbitálny pohyb hviezdny, prípadne pulzácie obra. Určité možnosti nám poskytuje vodíková čiara $H\alpha$, ktorá patrí v optickom spektre symbiotických hviezd k najsilnejším. Často v jej emisnom jadre pozorujeme slabú absorpčnú zložku, ktorej pozícia zotrúva rovnaká v rôznych orbitálnych fázach a vždy je posunutá ku kratším vlnovým dĺžkam (obr. 3). Tieto vlastnosti ukazujú na to, že sa táto absorpcia môže tvoriť v hviezdnom vetre, ktorý sa nachádza medzi pozorovateľom a hviezdny diskom – zdrojom vetra (t. j. oblasť P na obr. 2). Efekt je najvýraznejší pre zákrytové sústavy v okolí spodnej konjunkcie obra (teda počas zákrytov), lebo v týchto pozíciách sa medzi pozorovateľom a fotosférou obra nachádza najväčšie množstvo neutrálneho vodíka. Posunutie absorpcie v spektre (t. j. radiálna rýchlosť po odčítaní rýchlosti orbitálneho pohybu a ťažiska sústavy) je blízka terminálovej rýchlosti hviezdneho vetra obra. Táto absorpcia je však relatívne slabá, takže nevytvára typický P-Cyg profil. Na obr. 3 sú ukázané príklady pre zákrytové sústavy YY Her, CI Cyg, Z And a RW Hya počas ich pokojných fáz. Z obrázku vidno, že terminálove rýchlosti dosahujú hodnôt menších než 50 km/s.

Aj hodnoty tempa straty hmoty hviezdny vetrom obra možno určiť na základe znalosti, že symbiotická hmlovina v pokojných fázach predstavuje jeho ionizovanú časť. Princíp je taký, že určíme teoretické hodnoty celkovej emisie hmloviny, ktoré porovnáme s pozorovanými (napr. z rozdelenia energie, ako sme diskutovali v Rozprave I). Predpokladá sa, že hviezdny vietor je sféricky symetrický a rozdelenie hustôt a rýchlostí jeho častíc v ľubovoľnej vzdialenosti od povrchu obra je dané hore uvedenými vzťahmi (1) a (2). Majúc k dispozícii pozorované množstvo hmlovinného žiarenia v spojitom spektre (tzv. mieru emisie, EM, viď Rozprava I), a za predpokladu určitých vlastností takého vetra (napr.: $\beta = 2.5$, $v_\infty = 20$ km/s), možno určiť rýchlosť straty hmoty, porovnaním teoretickej a pozorovanej emisie vetra. Týmto spôsobom bolo zistené, že chladní obri v symbiotických hviezdach strácajú časť svojej hmoty s tempom medzi 10^{-7} až 10^{-6} hmotností Slnka za rok. Tieto hodnoty boli

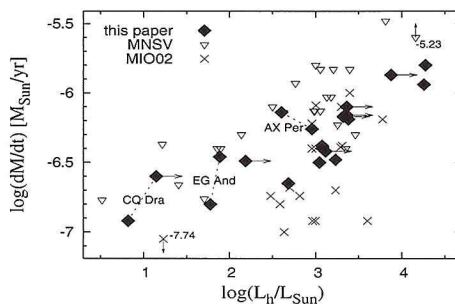
potvrdené aj nezávislým spôsobom pomocou rádiových pozorovaní. Žiarenie hmloviny je totiž v rádiovéj oblasti vlnových dĺžok (približne od desiatín milimetra až po desiatky centimetrov) relatívne intenzívne, a navyše tu predstavuje jediný zdroj žiarenia (fotosféra obra, a samozrejme ani horúca hviezda tu prakticky nesvietia). Preto je rádiová emisia symbiotických hviezd dobre merateľná, čo sa využíva k určovaniu vlastností hmloviny. Obrázok 4 ukazuje porovnanie hodnôt \dot{M} , určených nezávisle rôznymi autormi a metódami. Súhlas je uspokojivý. Navyše sa ukazuje, že veľkosť straty hmoty je funkciou svietivosti horúcej zložky – väčší odtok hmoty z chladnej zložky zodpovedá vyššej svietivosti zložky horúcej. Tejto závislosti zatiaľ dobre nerozumieme. Ako pracovná hypotéza sa uvažuje o možnosti, že ožarováním privrátenej časti vonkajšej atmosféry obra horúcou hviezdou sa zvýši jej gradient rýchlostí – urýchľovací mechanizmus sa stane efektívnejší – následkom čoho sa zvýši aj tempo straty hmoty, a teda aj jej akrecie na horúcu hviezdu, ktorá potom o to viac začne svietiť. Kvantitatívne odhady zatiaľ neboli urobené.

Pred úvahami o hviezdnom vetre horúcej hviezdy zopakujeme, že v pokojných fázach je emisia ionizovaného vetra obrej zložky v symbiotickú dvojhviezdu rozhodujúcou zložkou hmlovinného žiarenia. Príspevok emisie hviezdneho vetra horúcej hviezdy je minimálne rádovo nižší. Počas aktívnych fáz sa však táto situácia dramaticky mení.

(b) Hviezdny vietor horúcich zložiek

Počas aktívnych fáz symbiotických dvojhviezd sa výrazne zosilňuje. Tempo straty hmoty horúcou hviezdou môže prechodne nadobudnúť hodnoty, ktoré aj viac ako 10-násobne prevyšujú stratu hmoty červeným obrom. Vzhľadom na extrémne vysokú teplotu centrálnej hviezdy (10^5 K) bude jej vietor ionizovaný, čo následovne výrazne zmení vlastnosti symbiotického hmloviny – ako geometrické, tak aj fyzikálne. Emisné príspevky takého vetra sa stanú rozhodujúcimi pre novú symbiotickú hmlovinu v aktívnych fázach. Opačne, príspevok ionizovanej časti vetra obrej zložky sa v spektre (prakticky) neprejaví. Avšak jeho masívny pomalý vietor môže zohrávať dôležitú úlohu pri zrážke s rýchlym vetrom horúcej hviezdy.

Hlavnou indikáciou hviezdneho vetra horúcej zložky v spektrách symbiotických hviezd sú profily emisných čiar. Už začiatkom osemdesiatych rokov minulého storočia si astronómovia všimli, že v spektrách tzv. symbiotických nov sa nachádzajú skupiny emisných čiar, ktoré sa výrazne odlišujú najmä šírkou profilu. Wallerstein so spolupracovníkmi skúmali aktívne systémy V1016 Cyg a HM Sge, ktoré v roku 1964 a 1975 prešli silným vzplanutím, čím sa ich spektrum zmenilo na typické symbiotické spektrum s veľmi intenzívnymi emisnými čiarami. Zistili, že pozorované emisné čiaru možno roztriediť do niekoľkých skupín s porovnateľnými vlastnosťami. Do prvej skupiny zaradili veľmi úzke profily čiar železa (šírka okolo len 20 km/s), naopak do skupiny druhej zaradili extrémne široké a intenzívne čiaru vodíka. Ich šírka v polovine maxima dosahovala až 1 000 km/s alebo viac, a ich intenzita presahovala úroveň kontinua až 100-krát (naj-



Obrázok 4. Porovnanie tempa straty hmoty hviezdnych vetrom chladných obrov v symbiotických hviezdach získaných rôznymi autormi a metódami. Súhlas je uspokojivý. Hodnoty sa najčastejšie pohybujú medzi 10^{-7} až 10^{-6} hmotností Slnka za rok. Možné vysvetlenie závislosti straty hmoty na svietivosti horúcej hviezdy je uvedené v texte. Obrázok je prevzatý z práce autora diskutovanej v Rozprave I.

má H α). V tretej skupine potom identifikovali zakázané čiaru iónov vysoko ionizovaných prvkov od [NII] až po [FeVII], ktoré boli široké okolo 200 km/s a ich profil v hornej časti ukazoval dve jednoznačne oddelené zložky. Obrázok 5 ukazuje príklad takýchto profilov. Treba však poznamenať, že zatiaľ nejde o všeobecne prijatú klasifikáciu, lebo pre jednotlivé systémy sa profily môžu viac či menej odlišovať, ale najmä dosiaľ nebolo získané potrebné množstvo spektier pre viacero symbiotických hviezd počas ich fáz aktivity. Výrazné rozdiely ako v profiloch tak v stupni ionizácie týchto skupín čiar naznačujú na to, že sa vytvárajú v rôznych oblastiach symbiotického systému s rozdielnou geometriou a ionizačnou teplotou. Pokúsme sa tieto oblasti bližšie identifikovať.

(i) Úzke profily

Čiaru nízko-ionizovaných kovov, z nich najpočetnejšie zastúpenie majú čiaru raz ionizovaného železa, FeII, nemôžu byť formované v blízkosti horúcej hviezdy. Zodpovedajúce prechody totiž vyžadujú relatívne nízke teploty a kinematika horúceho vetra (stovky až tisíce km/s) vysoko preyšuje ich pozorovanú šírku. Z tohto hľadiska sú preto najpravdepodobnejšou oblasťou vzniku týchto čiar vonkajšie časti atmosféry obra, respektíve vnútorné časti jeho vetra ionizovaného žiarením horúcej hviezdy. Túto interpretáciu podporujú aj merania ich radiálnych rýchlostí v rôznych fázach dvojhviezdy. Odpovedajúce krivky neodrážajú čistý orbitálny pohyb ani jednej zo zložiek, čo znamená, že sa v ich blízkosti nemôžu tvoriť. Pre mnohé sústavy pozorujeme vlnenie ich kriviek radiálnych rýchlostí ako funkcie orbitálneho pohybu, čo naznačuje na súvislosť oblasti tvorby týchto čiar s periodickým obežným pohybom. Avšak malá amplitúda kriviek a ich posunutie vo fáze aj v radiálnych rýchlostiach zodpovedajú oblasti, ktorá sa nachádza niekde medzi horúcou hviezdou a chladným obrom. Čo sa týka zakázaných čiar iónov vysoko ionizovaných prvkov, ich tvorba je viazaná na oblasti zrážky hviezdnych vetrov od chladnej a horúcej hviezdy. Tento efekt podrobnejšie rozoberieme v niektorých z nasledujúcich Rozpráv.

(ii) Široké profily – problém krídel čiar H α

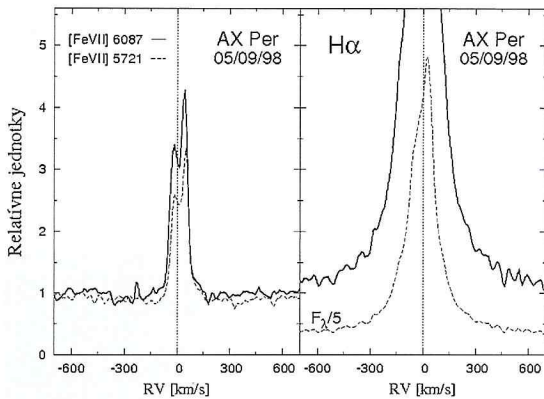
Podstata vzniku extrémne širokých krídel spek-

trálnych čiar vodíka Balmerovej série, predovšetkým jej najsilnejšej čiaru H α , patrí k najviac diskutovaným problémom. Doteraz sa však nepodarilo dospieť k všeobecne prijateľnému riešeniu. V nasledujúcej časti si tento problém trochu viac priblížime.

Na prvý pohľad sa ako najprirodzenejšia ukazuje interpretácia, že široké krídla čiar H α (6563Å) vznikajú v hviezdnom vetre horúcej zložky. Atómy vodíka sú v ňom ionizované, takže sa emisné čiaru vodíka tvoria pri odpovedajúcich rekombinačných prechodoch, a keďže sú častice horúceho vetra urýchľované do veľmi vysokých rýchlostí (až niekoľkých tisíc km/s), budeme nimi vysielané fotóny podľa Dopplerovho princípu registrovať výrazne posunuté od centrálnej vlnovej dĺžky (t. j. vlnovej dĺžky odpovedajúcej danému prechodu v pokojnom stave), podľa toho, akou rýchlosťou sa žiarič (atóm) k nám pohybuje. Taktiež emisivita (t. j. schopnosť vyžarovania) hviezdneho vetra je v kvalitatívnom súhlase s profilom krídla. Smerom od centra radiálne von klesá hustota častíc, a teda aj emisivita, zatiaľ čo rýchlosť narastá do maximálnej terminálovej hodnoty. Krídlo čiaru preto postupne zaniká v šume spojitého žiarenia. Jej maximálne pozorované rozšírenie potom definuje spodnú hranicu terminálovej rýchlosti hviezdneho vetra. Z pozorovaní vieme, že sa krídla čiaru H α rozopínajú až do vzdialenosti $\pm 50 - 60$ Å od centrálnej vlnovej dĺžky, čo zodpovedá terminálovej rýchlosti hviezdneho vetra 2 300 – 2 700 km/s. Takéto hodnoty sú v súhlase s vysokou svietivosťou horúcej hviezdy počas aktivity.

Toto prirodzené vysvetlenie formácie širokých krídel čiaru H α bolo však často spochybňované teoretickými úvahami aj niektorými pozorovaniami. Napríklad, rozopnutie krídel čiaru H β dosahuje približne len polovičné hodnoty čiaru H α . Tento prípad by mohol byť vysvetlený výrazne slabšou intenzitou čiaru H β , čo znemožňuje meranie veľmi slabých krídel vo väčších vzdialenostiach od centrálnej vlnovej dĺžky, lebo sú ľahšie kontaminované šumom kontinua. Existujú však pozorovania iných typov objektov (napr.: AGB hviezdy alebo centrálné hviezdy planetárnych hmlovín), pre ktoré krídla H α čiaru expandujú až do 8 000 – 10 000 km/s, čo už je príliš veľa, aby mohli byť vysvetlené hviezdny vetrom vyhánaným tlakom žiarenia centrálnej hviezdy. Tento problém zatiaľ nebol úspešne riešený. Preto sa skúmali aj iné možnosti. V deväťdesiatych rokoch, keď sa široko diskutovalo o probléme prítomnosti alebo neprítomnosti akrečných diskov v symbiotických hviezdach (prevládala názor, že disky v symbiotikách nie sú „potrebné“), sme modelovali široké krídla čiaru H α za predpokladu, že vznikajú v akrečnom disku okolo horúcej hviezdy. Prijateľné porovnanie modelu s pozorovaním bolo nájdené len pre CH Cyg, AG Dra a T CrB. Všeobecne však boli modelové krivky podstatne širšie než pozorované krídla.

Idea, ktorá najviac ovplyvnila názor na formáciu širokých krídel sa týkala možnosti Ramanovho rozptylu fotónov čiaru Ly β (1026Å) na atómov neutrálného vodíka. Princíp je ten istý, ako sme v Rozprave III popísali pre fotóny čiaru OVI 1032 Å, ktoré sa ramanovsky rozptylovali do emisného pásu 6825 Å. V prípade Ly- β fotónov dochádza k ich Ramanovmu rozptylu do



Obrázok 5. Príklady úzkych a širokých profilov emisných čiar v spektrách aktívnych symbiotických hviezd. Zakázané čiary iónov vysoko ionizovaných prvkov (napr.: [FeVII]) sa tvoria v oblasti zrážky hviezdnych vetrov od chladnej a horúcej hviezdy, zatiaľ čo široké krídla čiary H α sa pravdepodobne formujú v hviezdnom vetre horúcej hviezdy.

okolía čiary H α , teda do jej krídel. Na túto možnosť upozornil v r. 1989 Nussbaumer so spolupracovníkmi v práci o procesoch rozptylu v symbiotických hviezdach. Táto hypotéza bola aplikovaná až v r. 2000 kórejskými astronómami (H.-W. Lee a S. Hyung), ktorí vypracovali kvantitatívny model tohto typu rozptylu. Ukázali, že Ly- β fotóny sa rozptyľujú do okolia H α úmerne vzdialenosti, $\Delta\lambda$, od centra čiary ako $1/\Delta\lambda^2$. Porovnanie tejto funkčnej závislosti s pozorovanými profilmi ukázalo na veľmi dobrý súhlas, čo postupne presvedčilo zainteresovanú časť astronomickej komunity v reálnosť tejto myšlienky. Avšak, ako sa čoskoro ukázalo, dobrý súhlas teórie s pozorovaním ešte neznamená jej všeobecnú platnosť. Nezávislé pozorovania podporovali pôvodnú interpretáciu.

(iii) H α – kinematika ionizovaného vetra alebo Ramanov rozptyl ?

Pri detailnej analýze vzplanutia typickej symbiotickej hviezdy Z And mi niektoré výsledky ukazovali na fyzikálnu neopodstatnenosť interpretácie širokých krídel Ramanovým rozptylom (o sústave Z And sa budeme rozprávať podrobne neskôr). Napríklad, počas vzplanutia došlo k poklesu ionizačnej teploty horúcej hviezdy, čo viedlo aj k poklesu ramanovsky rozptýlených čiar. A skutočne, zodpovedajúce emisie rozptýlených čiar OVI 6825 Å a 7088 Å v optickom spektre celkom vymizli. Súčasne pôvodné OVI čiary v ďalekej UV oblasti (1032 Å a 1038 Å) neboli tiež prakticky pozorovateľné. Na strane druhej, profil čiary H α sa výrazne rozšíril, čo by v rámci vyššie navrhnutého modelu vyžadovalo aj zodpovedajúce zvýšenie a najmä rozšírenie čiary Ly- β . Spektra urobené družicou FUSE počas maxima vzplanutia Z And však registrovali presný opak – pokles emisie v Ly- β ! To ma podporilo v myšlienke vypracovať jednoduchý model

hviezdneho vetra horúcej hviezdy, ktorý by vysvetľoval podstatu širokých krídel H α čiary kvantitatívne. Základom modelu je štruktúra horúceho objektu počas aktívnych fáz, ako sme si ju predstavili v **Rozprave I**. Teda rozšírený opticky hrubý disk okolo akreátora, z ktorého polárnych oblastí unikajú častice vysokými rýchlosťami (*obr. 6*). Tento prístup simuluje bipolárnu štruktúru vetra, ktorá je dôležitá na vysvetlenie pozorovanej symetrie krídel okolo centrálnej vlnovej dĺžky. Hlavným predpokladom, ktorý výrazne zjednodušuje modelovanie, je opticky tenký hviezdny vietor. V takom prípade je totiž každý fotón vyslaný z ľubovoľného miesta vetra registrovaný priamo až pozorovateľom – nedochádza už k žiadnej jeho interakcii (absorpcii) s okolitým prostredím. Táto zdanlivo silná podmienka je však celkom dobre splnená cez väčšiu časť vetra, okrem jeho najhustejších centrálnych častí v blízkosti akreátora. Tieto oblasti sa však pohybujú najnižšími rýchlosťami (*obr. 1*), a preto prispievajú len do jadra čiary (približne do ± 200 km/s od jej centra), ktorého modelovanie nebolo našim cieľom. Vlastnosť opticky tenkého prostredia je daná predovšetkým veľmi vysokým gradientom rýchlostí. Vysvetlenie je analogické ako sme popísali v kapitole o urýchľovačom mechanizme. Zjednodušene, aby dajaká vonkajšia vrstva nemohla absorbovať čiarový fotón (t. j. fotón zodpovedajúci danému prechodu) z vrstvy spodnej, musí sa relatívne k nej pohybovať rýchlosťou väčšou minimálne než je dvojnásobok rýchlosti tepelného pohybu plazmy, v_t (v (horná vrstva) – $v_t > v$ (spodná vrstva) + v_t). Potom je fotón emitovaný spodnou vrstvou dopplerovsky posunutý minimálne o $2v_t$ pre atómy hornej vrstvy, a teda uniká von. A čím väčšie sú rozdiely rýchlostí v radiálnom smere, tým z väčších hĺbok (t. j. bližšie ku fotosfére) budú môcť fotóny v danej čiare uniknúť. V takom prípade, aby sme

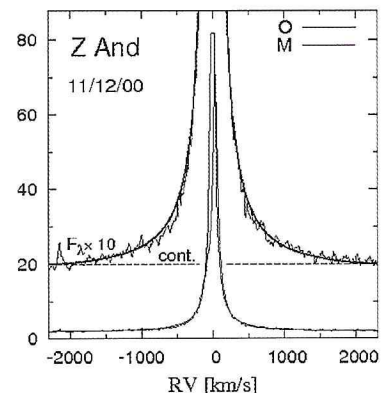
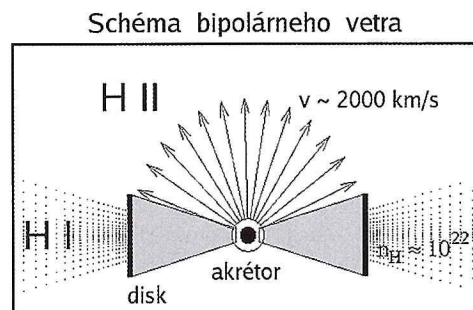
rekonštruovali celkový emisný profil, stačí zosumarizovať a prerozdeliť všetky viditeľné príspevky expandujúceho materiálu vetra podľa ich radiálnych rýchlostí (t. j. podľa vzdialenosti $\Delta\lambda$ od centrálnej vlnovej dĺžky) v okolí skúmanej čiary. Model výsledného profilu ukázal perfektný súhlas s pozorovaným profilom približne od ± 200 km/s od stredu čiary až po terminálové rýchlosti. Právny panel *obr. 6* ukazuje príklad pozorovaného a syntetického profilu pre Z And počas jej aktívnej fázy. Keďže základom modelu je rovnica continuity a zákon rýchlosti (vyššie uvedené vzťahy 1 a 2) možno z modelu určiť akceleračný parameter β , terminálovú rýchlosť, a pokiaľ poznáme svietivosť v čiare (k tomu však potrebujeme vzdialenosť objektu), tak aj tempo straty hmoty hviezdnom vetrom, \dot{M} . Modelovanie širokých krídel čiary H α počas aktívnych fáz vybraných symbiotických hviezd ukázalo, že hviezdny vietor ich horúcich zložiek je charakterizovaný parametrami $\beta = 1.7$, $v_\infty = 1\,600 - 2\,600$ km/s a tempom straty hmoty niekoľko krát (10^{-7} až 10^{-6}) hmotností Slnka za rok. Je zaujímavé poznamenať, že modelový profil, ktorý je daný kinematikou hviezdneho vetra, je určený rovnakým typom funkčnej závislosti ako pre prípad Ramanovho rozptylu. To v praxi (bohužiaľ) znamená, že len samotné modelovanie profilu čiary nie je postačujúce na rozlíšenie skutočnej podstaty širokých krídel. Na to treba mať ďalšie nezávislé pozorovania, napríklad z rádiových oblastí. Konkrétne, zosilnený hviezdny vietor počas aktivity vedie k poklesu rádiovkej emisie na vlnových dĺžkach okolo 20 cm, lebo tu sa stáva plazma vetra opticky hrubá – mení sa sklon rozdelenia energie v rádiových oblastiach. Takéto správanie rádiovkej emisie sa pozorovalo aj počas aktívnej fázy Z And. Navyše, zosilnenie hviezdneho vetra horúcej hviezdy ako výsledok jej aktivity vedie k zvýšeniu hustôt v jej okolí, čím sa hlavný zdroj nebulárneho žiarenia presune do jej okolia a stane sa predmetom zákrytu pre sústavy s vysokým sklonom dráhy, čo je v súhlase so všeobecným modelom štruktúry horúcich objektov počas aktívnych fáz (viď **Rozprava I**).

Podrobnejší popis modelu hviezdneho vetra horúcich zložiek symbiotických hviezd nájde čitateľ v práci autora publikovanej v *Astronomy & Astrophysics*, 457, 1003 – 1010 (2006), alebo na <http://arxiv.org/abs/astro-ph/0607466>.

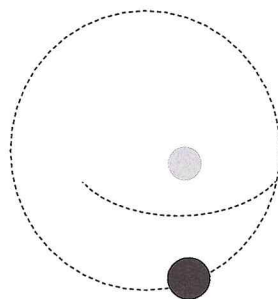
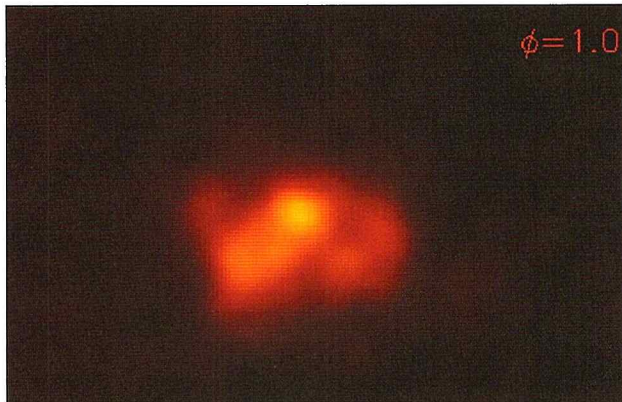
V nasledujúcej časti „Rozpravy o symbiotických hviezdach“ si bližšie predstavíme jej hmlovinu.

AUGUSTIN SKOPAL
Tatranská Lomnica, 7. marca 2007

Obrázok 6. Schematické znázornenie štruktúry horúceho objektu počas aktivity (ľavý panel). Šípky vychádzajúce z polárnych oblastí znázorňujú hviezdny vietor s terminálovou rýchlosťou okolo 2 000 km/s. Právny panel ukazuje príklad zodpovedajúceho modelového (M) a pozorovaného (O) profilu čiary H α . Súhlas je veľmi dobrý už od ± 200 km/s od stredu čiary až po terminálové rýchlosti $\pm 2\,000$ km/s.



Búrlivé zrážky hviezdnych vetrov v dvojhviezde HD 5980



HD 5980: dve veľké hviezdy obehnú okolo svojho ťažiska za 20 dní. Röntgenové emisie z dvojhviezdy sa menia. Na ľavej snímke vidíte objekt na najnovšej snímke röntgenového ďalekohľadu XMM-Newton. Nákres vpravo vysvetľuje geometriu systému v rovnakom čase. Kolíziu hviezdnych vetrov vymedzuje zaoblená čiara.

Predstavte si dve hviezdy, ktorých hviezdne vetry vynesú každý mesiac do okolitého priestoru materiál, rovnajúci sa hmotnosti Zeme. Predstavte si, že vetry z oboch hviezd sa čelne zrážajú. Takáto kolízia zohreje plyn vynášaný vetrami na niekoľko miliónov stupňov Celzia. Horúci plyn intenzívne žiari v röntgenovej oblasti.

Astronómovia sledujú 25 takýchto systémov v našej Galaxii. Po prvýkrát však takúto dvojhviezdu objavili aj v blízkej galaxii.

Belgický tím pomocou XMM-Newton X-ray Observatory (ESA) i röntgenového satelitu Chandra, objavili zvláštnu dvojhviezdu v Malom Magellanovom oblaku, ktorý obieha okolo Mliečnej cesty v priemernej vzdialenosti 170 000 svetelných rokov.

Dvojhviezdu HD 5980 tvoria dve masívne hviezdy. Prvá je 50-, druhá 30-krát hmotnejšia ako Slnko. Obe vyžarujú miliónkrát viac energie ako Slnko. Náznornejšie: za minútu vyžiaria viac svetla ako Slnko za jeden rok.

Intenzívne žiarenie z oboch hviezd strháva plyn a vytvára hviezdne vetry, ktoré sa pohybujú nadzvukovou rýchlosťou. Plyn a prach, ktorý tieto vetry z okolia materských hviezd za mesiac vynesú, je hmotnejší ako naša Zem. To je desiatitisíc miliónkrát viac, než za rovnakú dobu premiestni slnečný vietor, ktorý je, navyše, päťkrát pomalší.

Hviezdy HD 5980 sú vzdialené od seba 90 miliónov kilometrov, čo je zhruba polovičná vzdialenosť Zeme od Slnka. Keby sme ich premiestnili do našej sústavy, obe by obiehali okolo svojho ťažiska vo vnútri obežnej dráhy Venuše. Nečudo, že silné vetry z oboch hviezd generujú počas neustálych zrážok obrovské množstvo röntgenového žiarenia. Iba v röntgenovej oblasti vyžiari tento systém viac energie ako Slnko v celom rozsahu spektra.

Chandra zaznamenala röntgenové emisie z HD 5980 už v roku 2002. Zdroj však bol neznámy. Až údaje, ktoré získal ďalekohľad XMM Newton prezradili, že generátorom

emisí je kontinuálna kolízia hviezdnych vetrov.

Hviezdy obehnú okolo spoločného ťažiska za 20 dní v rovine, ktorej sklon je pre pozemského pozorovateľa výhodný. Vedci zistili, že zrážky meniacich sa množstiev kolidujúcej hmoty generujú emisie s kolísajúcou intenzitou, ktoré však majú opakujúce sa, predpovedateľné hodnoty.

Podobnú röntgenovú variabilitu z najhmotnejších dvojhviezd v našej Galaxii už detegovali, v tomto prípade však ide o prvý neotrasiteľný dôkaz existencie takého systému mimo nášho hviezdneho ostrova.

Vesmírny ďalekohľad XMM-Newton má najväčšie zrkadlá spomedzi všetkých röntgenových satelitov, ktoré obiehali okolo Zeme. Bez údajov z tejto sondy by nebolo možné taký vzdialený systém monitorovať. Dvojhviezda HD 5980 je však obalená horúcim medzihviezdny materiálom, ktorý generuje difúzne röntgenové žiarenie a sťažuje štúdium objektu. Preniknúť cez oponu difúzných emisí dokázal iba satelit Chandra.

HD 5980 je jedným z najjasnejších objektov v Malom Magellanovom oblaku. Nachádza sa na okraji hviezdokopy NGC 346. Obe hviezdy sú v záverečnom štádiu života, ktorý sa asi skončí výbuchom supernovy. Hmotnejšia hviezda, HD 5980A, prechádza štádiom svietivej modrej premennej (LBV), čo je veľmi krátka, búrlivá epizóda, ktorou prechádzajú iba najmasívnejšie hviezdy.

Najznámejším LBV objektom v našej Galaxii je Eta Carinae. Pre tohto hviezdneho exota je príznačný obrovský výtrysk, ktorý astronómovia pozorovali už v roku 1840. Aj HD 5980A generuje výtrysk, ale ten je podľa pozorovaní z 90. rokov minulého storočia slabší. HD 5980B, spolupútnik väčšej hviezdy, je Wolf-Rayetová hviezda, ktorá už stratila väčšinu pôvodnej obálky.

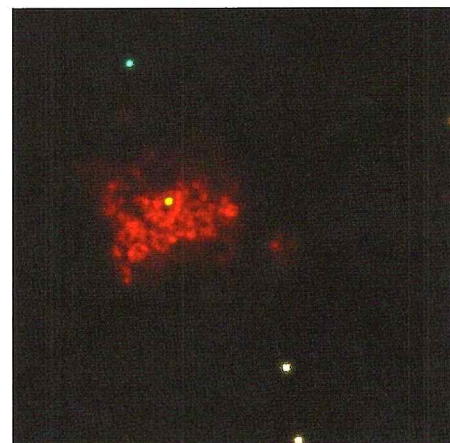
Štúdium takejto dvojhviezdy mimo našej Galaxie umožňuje vedcom pochopiť ako sa

masívne hviezdy pomocou hviezdnych vetrov zbavujú materiálu. Analýza údajov pomôže vedcom pochopiť aký vplyv má odlišné zloženie hviezd v rozličných prostrediach vplyv na ich evolúciu. Stelárnikov zaujíma najmä premenlivá sila hviezdnych vetrov a efekty vyvolané ich zrážkami.

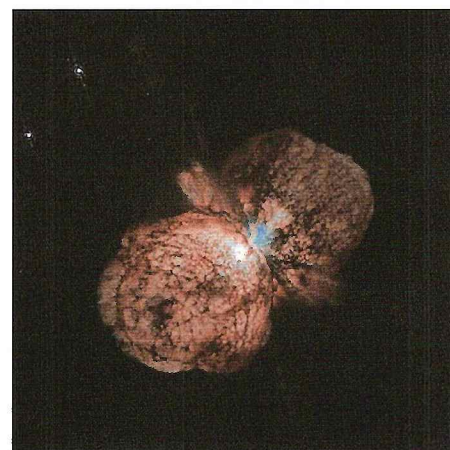
ESA Press Release



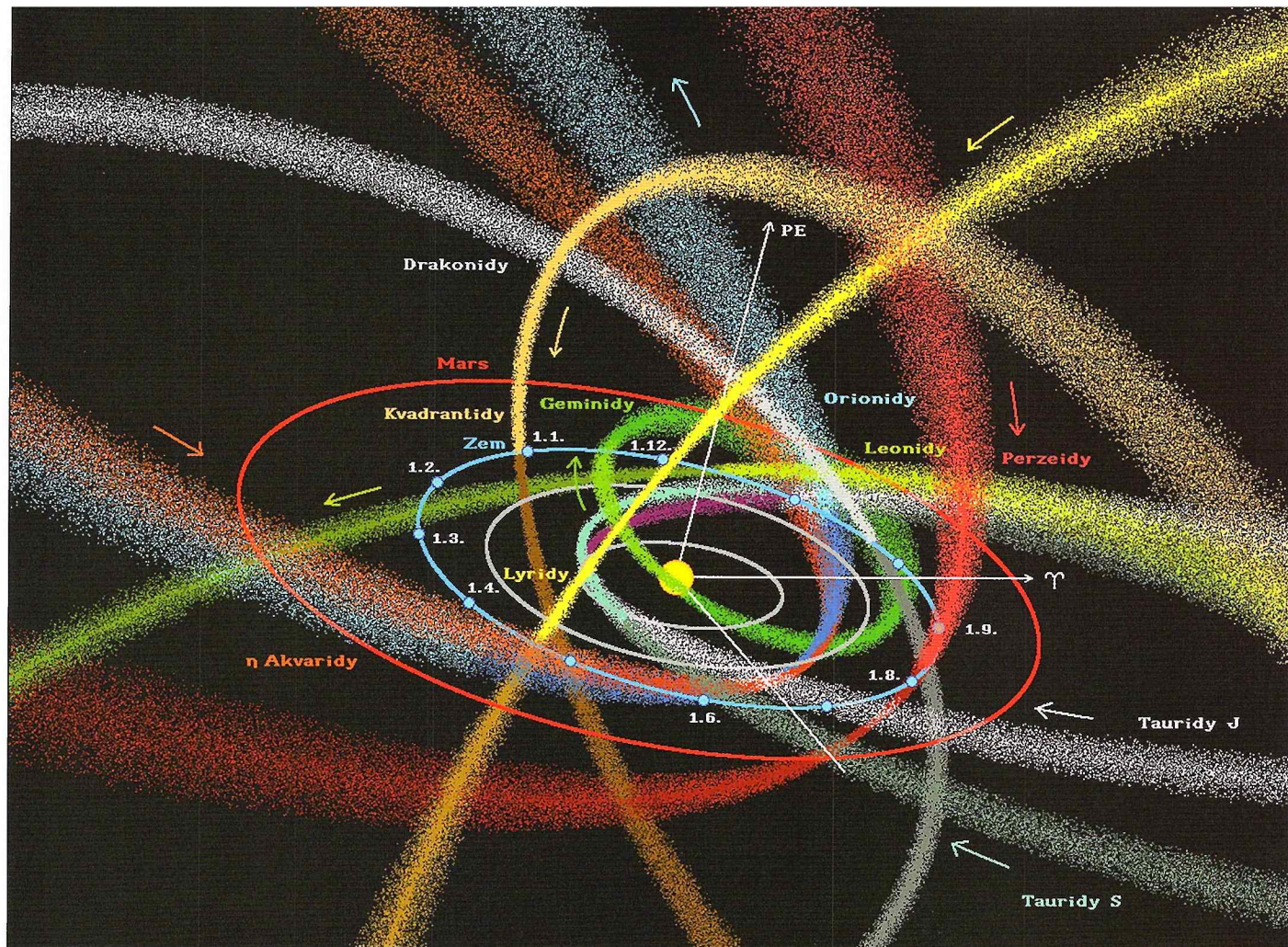
Šípka označuje polohu dvojhviezdy HD 5980 na okraji hviezdokopy NGC 346 v Malom Magellanovom oblaku.



Na snímke röntgenového satelitu Chandra vidíte dvojhviezdu HD 5980 obklopenú rozpínajúcimi sa zvyškami po výbuchu supernovy.



Eta Carinae vybuchla ako supernova v 19. storočí. Hviezda počas erupcie stratila 10- až 20-násobok hmotnosti nášho Slnka. Tento materiál sa sformoval do hmloviny, ktorá ju obklopuje. HD 5980 bude takto vyzerať o sto rokov.



Obr. 1 Prehľad dráh významnejších meteorických rojov.

Meteorické roje

Pozorovanie meteorov patrí medzi najobľúbenejšie aktivity astronómov amatérov. Dôvodom je hlavne dynamika a neopakovanosť meteorických úkazov, ako aj jednoduchosť pozorovania s minimálnymi požiadavkami na technické vybavenie pozorovateľa. Navyše, celkový tok meteorov nie je preskúmateľný, nepretržite sa vyvíja, a preto má takéto pozorovanie často veľkú vedeckú hodnotu.

Najlepšiu informáciu o toku meteoroidov atmosférou Zeme dodnes poskytuje vizuálne pozorovanie meteorov. Aj keď toto pozorovanie je veľmi subjektívne, nepresnosti sa dajú eliminovať množstvom údajov získaných mnohými pozorovateľmi po celom svete. Aby však tieto údaje boli navzájom porovnateľné, je nutné pozorovania koordinovať. Túto úlohu už takmer 20 rokov vykonáva Medzinárodná organizácia meteorárov (International Meteor Organization, IMO).

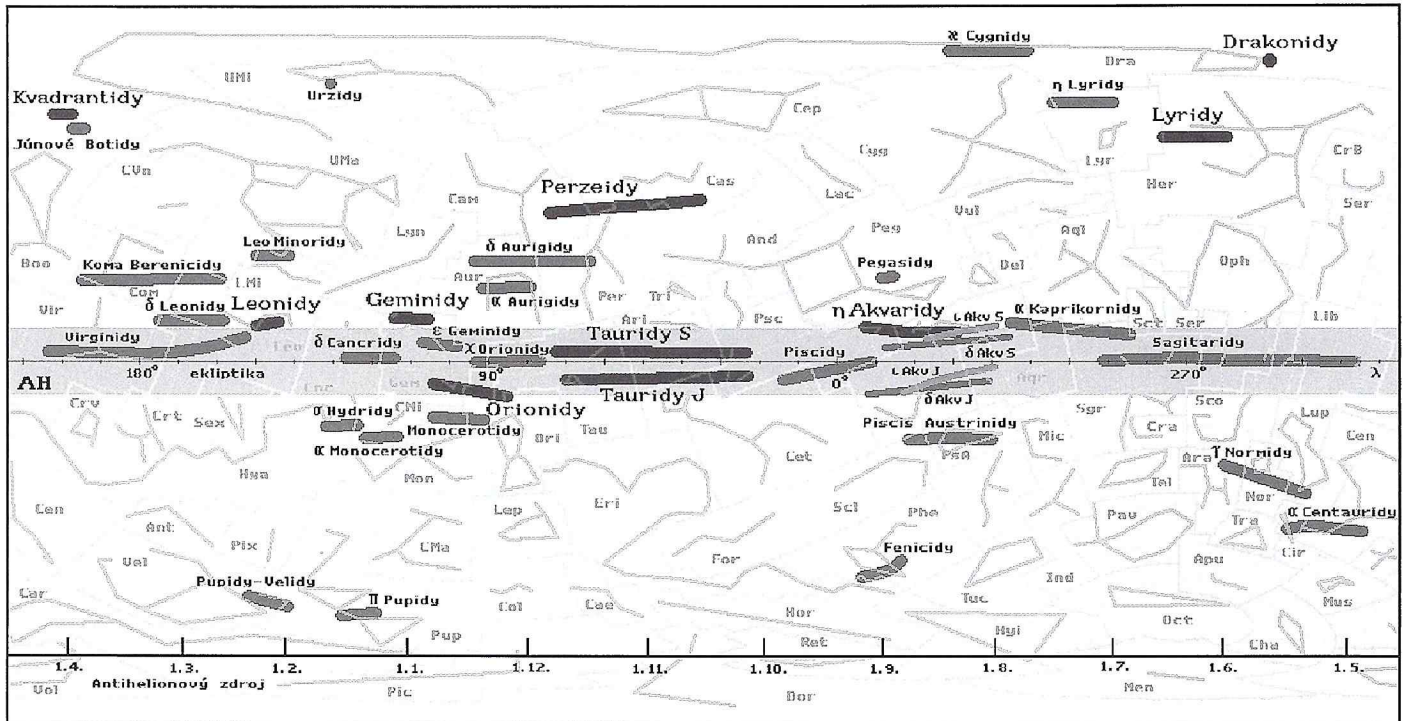
Pozorovania sa väčšinou zameriavajú na určité obdobia v roku, keď sú v činnosti významné meteorické roje, lebo vtedy je pozorovanie veľmi zaujímavé z dôvodu vysokých počtov videných meteorov. Takéto pozorovanie je veľmi užitočné, pretože treba nepretržite monitorovať aktivitu rojov, ktorá nie je v čase stála. V súčasnosti prevažná väčšina pozorovateľov meteorov organizuje svoje pozorovania na základe pracovného zoznamu rojov, vydávaných organizáciou IMO.

A práve v prístupe IMO k niektorým meteorickým rojom nastali v tomto roku dosť významné zmeny. Počnúc rokom 2007 boli z pracovného zoznamu meteorických rojov vyradené niektoré z nich. Meteory týchto rojov sa odtiaľ majú priraďovať k inému komplexu, a to ku tzv. antihieliómovému zdroju. Je preto vhodné povedať si niečo o problematike meteorických rojov.

Pôvod meteoroidov

Meteoroidy sú malé telieska obiehajúce okolo Slnka. Môžeme pozorovať len ich zánik v atmosfére Zeme, keď v dôsledku veľkej rýchlosti vytvárajú svetelný úkaz – meteor. Podľa súčasných predstáv prevažná väčšina meteoroidov pochádza z komét. Kométy do vnútra Slnčnej sústavy prichádzajú z tzv. Oortovho oblaku, ktorý viac-menej symetricky obklopuje Slnčnú sústavu. Rozprestiera sa vo vzdialenosti asi od 50 tisíc do 100 tisíc AU. Stred oblasti je vo vzdialenosti okolo 1 svetelného roka. Celý komplex je zvyšok po prahmlovine, z ktorej vznikla asi pred 4,6 miliardami rokov Slnčná sústava a látka v ňom je zachovaná v pôvodnom stave. Pri teplotách blízkych absolútnej nule a veľmi nízkej vlastnej gravitácii nedošlo k takmer žiadnym zmenám v štruktúre týchto telies. Kométy sú veľmi slabo gravitačne viazané na Slnko. Vplyvom porúch blízkych hviezd občas niektorá z komét z vplyvu Slnka unikne, alebo naopak

začne sa zrýchľovať smerom k Slnku, môže sa dostať do vnútra dráh planét a vo väčšine prípadov sa po vysokoexcentrickej dráhe opäť vráti do Oortovho oblaku. Stavbu jadra kométy opisuje Whipplev model, podľa ktorého si jadro môžeme predstaviť ako špinavú snehovú guľu. Je zložené zo zamrznutých plynov a ľadu s prímiesou prachových častíc. Ak sa teleso dostane dostatočne blízko k Slnku, vplyvom slnečného žiarenia plyny začnú sublimovať a okolo jadra sa začne vytvárať kóma a prípadne aj chvost. Spolu s plynmi sa z jadra uvoľňujú aj prachové častice, ktoré postupne vytvárajú oblak v okolí jadra. Navyše častice sa uvoľní v blízkosti perihélia. Plynové častice sa rozplynú v medziplanetárnom priestore, no prachové častice zostávajú obiehať okolo Slnka viac-menej v dráhe kométy, z ktorej sa uvoľnili. Dráha telieska závisí na rýchlosti, s akou sa z kométy uvoľnilo a od smeru vektora rýchlosti. Keďže ekejčné rýchlosti prachových častíc vzhľadom na kométu sú pomerne malé, častice sa len veľmi pomaly dostávajú od kométy. Elementy dráh prachových častíc zostávajú podobné elementom dráhy kométy. Sklon dráhy, dĺžka výstupného uzla a dĺžka perihélia sa významne nezmení, no zmena rýchlosti sa prejaví vo veľkej polozi, a teda aj na obežnej dobe častice. V tomto dôsledku sa po dostatočne dlhom čase mrak môže rozptýliť pozdĺž celej dráhy kométy. O prúde častíc nemáme žiadne informácie, lebo je zo Zeme nepozorovateľný. Jedinou príležitosťou dozvedieť sa o pomeroch v prúde meteoroidov je náhodná situácia, že jeden z uzlov dráhy kométy je situovaný blízko dráhy Zeme a samotná Zem prejde touto oblasťou v nie veľmi dlhom časovom odstupe po kométe. Po-



Obr. 2 Rozloženie radiantov meteorických rojov na oblohe.

tom počas prechodu Zeme touto oblasťou nastávajú zrážky jednotlivých meteoroidov s atmosférou, čo pozorujeme ako zvýšený počet meteorov. Výnimočne hustoty častíc môžu byť také vysoké, že nastane tzv. meteorický dážď a pozorovateľ by mohol vidieť výnimočne aj desiatky tisíc meteorov v prepočte na jednu hodinu pozorovania. Hustota častíc závisí na vzdialenosti Zeme od uzla dráhy kométy, či Zem prišla k uzlu pred alebo po kométe a v akom časovom odstupe, či je kométa pred alebo po prechode perihéliom a tiež na miere schopnosti kométy uvoľňovať prachové častice. Dráhy telies sú podobné dráhe kométy, a preto sú podobné aj navzájom. V malej oblasti priestoru sa tak meteoroidy pohybujú približne rovnobežne.

Náhodný prelet kométy prichádzajúcej z Edgeworth-Kuiperovho pásu v blízkosti niektorej z veľkých planét (väčšinou Jupitera) môže spôsobiť zmenu pôvodnej dráhy natoľko, že kométa začne obiehať vo vnútri Slnečnej sústavy ako periodická a potom môžu nastať aj tisíce jej návratov k Slnku. Pri týchto návratoch sa stále uvoľňujú aj prachové častice. Na to, aby sa meteoroidy rozšírili pozdĺž celej dráhy kométy, je dostatok času. Vzniká tak meteorický roj. Ak jeden z uzlov dráh leží v blízkosti Zeme, stretávame sa s ním každoročne približne v tom istom dátume. Zem prúdom prechádza niekoľko hodín, dní, alebo aj týždňov podľa šírky prúdu. V určitom mieste je prúd najhustejší a pri prechode Zeme touto oblasťou nastáva maximum činnosti meteorického roja. Šírka, priestorové rozloženie častíc a aj štruktúra roja závisí na veku roja a na mnohých iných okolnostiach. Pri viac-menej ojedinelom stretnutí Zeme s blízkym okolím kométy hovoríme o oblaku, ktorý pozorujeme len občas, a to vtedy, keď sa Zem dostáva k dráhe roja krátko pred alebo po prechode kométy touto oblasťou. Takýmto rojom sú napr. Drakonidy. Po dlhšie trvajúcom vývoji roja sa stretávame s vlák-

nom. Prechod Zeme cez vlákno sa vyznačuje vysokou aktivitou meteorov, ktorá má ale krátke trvanie. K takýmto rojom patria Kvadrantidy a Lyridy. Ak sa materská kométa dostatočne dlho pravidelne vracia k Slnku, roj sa môže vyvinúť do tzv. prúdu, ktorým potom Zem pravidelne každoročne prechádza, a prechod trvá niekoľko dní až týždňov. Takýmto rojom sú napríklad Perzeidy. Po dlhom časovom vývoji sa môže prúd preformovať na rozptýlený prúd. Aktivita takéhoto roja je nízka bez výrazného maxima činnosti, no s trvaním až niekoľko týždňov. Typickým predstaviteľom takéhoto meteorického roja sú Tauridy.

Rozloženie meteoroidov v meteorickom roji podlieha neustálemu vývoju. Celý vývoj roja je najviac podmienený tým, akú dráhu má jeho materské teleso. Krátka obežná doba spôsobuje častejšie prechody perihéliom, a tým aj väčšie množstvo uvoľňovaných meteoroidov, ak samozrejme materské teleso má dostatok prchavých látok. Tiež uvoľňovanie materiálu z kométy pri každom návrate nemusí byť rovnaké. Môže sa líšiť v množstve a aj v rýchlostiach uvoľnených častíc. Periodické kométy sú vystavené rušivým gravitačným vplyvom planét, ktoré často významne menia ich dráhy, a tým aj prúdy uvoľňovaných meteorických častíc môžu v priestore vytvárať rôzne štruktúry. Podobným gravitačným zmenám podliehajú aj dráhy jednotlivých meteoroidov v roji. Poruchy planét nepôsobia na všetky meteoroidy daného roja rovnako, lebo rôzne obežné doby jednotlivých telies spôsobujú ich nerovnaké časté približovanie sa ku planétam. Takýto proces formovania roja je významne ovplyvnený sklonom dráhy materskej kométy. Pri malých sklonoch dráh častejšie dochádza k tesnejšiemu približeniu k planétam, a tým aj intenzívnejšiemu gravitačnému pôsobeniu na jeho jednotlivé oblasti. Dlhodobosť sa takýmto procesom roj rozširuje a priestorová hustota častíc

v ňom klesá. Nerovnomerné pôsobenie na jednotlivé oblasti vytvára v roji rôzne vlákna a zhluky, čo pri pozorovaní meteorov spôsobuje viaceré maximá činnosti, a tiež aj rôzne počty pozorovaných meteorov v jednotlivých rokoch. Na meteoroidy okrem gravitačných vplyvov pôsobia aj ďalšie sily, ktoré spoločne označujeme ako negravitačné efekty. Najvýznamnejší z nich je Poiting-Robertsonov efekt, ktorý popisuje brzdenie častíc tlakom slnečného žiarenia. V jeho dôsledku sa dráhy meteoroidov postupne zmenšujú, teleska sa približujú viac k Slnku a po dlhom čase sa dostanú tak blízko k nemu, že sa vyparia. Tlak slnečného žiarenia pôsobí na všetky telesá Slnečnej sústavy, no pre veľké telesá je jeho účinok bezvýznamný. Zmenšujúcim sa rozmerom telies významne narastá pomer povrchovej plochy ku hmotnosti, a preto tlak žiarenia najviac ovplyvňuje najmenšie zložky – mikrometeoroidy. V starých rojoch tak po dlhom čase nastáva separácia častíc podľa hmotnosti a potom často maximá v oblasti slabých meteorov nastávajú v inom čase ako u jasnejších meteorov a bolidoch.

Významnejšie meteorické roje

Dráhy meteorických rojov (myslíme tým nejakú strednú dráhu, v okolí ktorej sa vyskytujú dráhy aj ostatných telies patriacich k roju) udáva hlavnou mierou ich materské teleso. Obrázok 1 opisuje súčasné rozmiestnenie dráh významnejších meteorických rojov v Slnečnej sústave. Pohľad na vnútro Slnečnej sústavy je zvolený tak, aby bola poskytnutá čo najlepšia informácia o jednotlivých prúdoch, aj keď na skutočnú predstavu o priestorovom rozložení by bolo potrebné viac rôznych pohľadov. Šírky rojov na obrázku nezodpovedajú skutočnosti. Jednotlivé roje sú pre prehľadnosť rozlíšené farebne. Oblasti pod rovinou ekliptiky sú podané tmavším odtieňom danej farby. Zem sa teda dostáva do daného roja

Jiří Grygar

Žeň objevů 2005

*Věnováno památce významného slovenského astronoma prof. RNDr. Antona Hajduka, DrSc. (1933 – 2005)
a českého geologa, planetologa a popularizátora přírodních věd RNDr. Petra Jakeše, PhD (1940 – 2005).*

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

Veličiny v jednotkách hmotnosti Slunce jsou značeny M_{\odot} , L_{\odot} , R_{\odot} .

Úvodem

Rok 2005 byl vyhlášen **Světovým rokem fyziky** na počest epochálních prací Alberta Einsteina, publikovaných právě o sto let dříve. Těžko lze najít v historii přírodních věd něco obdobného: *zcela neznámý referent patentového úřadu uveřejnil během několika měsíců epochální práce, které kromě jiného potvrdily existenci molekul, zavedly převratný pojem fotonů a poukázaly na nezávislost rychlosti světla ve vakuu na pohybu zdrojů i pozorovatelů*. Důsledky Einsteinových myšlenek jsou živé dodnes, a to zejména díky novým objevům astronomie a astrofyziky, jak lze vyvodit i z následujícího přehledu.

Jinak ovšem rok 2005 přinesl zejména úspěšné zahájení i vyvrcholení velkého počtu kosmických projektů, věnovaných objektům sluneční soustavy. To se týkalo zejména výzkumu Marsu umělými oběžnicemi i vozítky na jeho povrchu, dále pak komplexu Saturnu a jeho družic, zvláště pak Titanu, jakož i úspěšného aktivního experimentu nárazu projektilu na jádro komety. Celá astronomie však cválá kupředu nikdy nevídaným tryskem a tak jen pouhé sledování, co se v oboru děje, se stává náročným koníčkem, které nejen pisatelé, leč i čtenářům zabírá čím dál tím více času. Čtyřicátý maraton plný jmen, čísel a odborných termínů právě staruje.

1. Sluneční soustava

1.1. Planety sluneční soustavy

1.1.1. Merkur a Venuše

J. Margot aj. ukázali pomocí mimořádně přesných (10^{-5} v relativní míře) radarových měření změn rotační rychlosti **Merkuru** 70 m radioteleskopem v Goldstone po dobu dvou let, že kolísání doby rotace planety během librační periody 88 dnů je třikrát větší, než by odpovídalo tuhému kovovému jádru Merkuru. Má-li však Merkur dosud aspoň částečně roztavené jádro, chová se jako gigantický elektromagnet, což vysvětluje přítomnost slabého **magnetického pole** planety, odhaleného již r. 1975 kosmickou sondou Mariner 10. Podle S. Stanleyové lze tak současně vysvětlit, proč je *magnetické pole na povrchu Merkuru asi o dva řády slabší než magnetické pole Země*. Na rozdíl od Země je uvnitř Merkuru roztavená jen tenká slupka vnějšího jádra planety, a to výrazně snižuje indukci magnetického pole na povrchu tělesa. *Jádro Merkuru zabírá plně 4/5 poloměru planety, což je rekord pro planety sluneční soustavy*. Také tzv. nestlačená střední hustota Merkuru – 5,3násobek hustoty vody za normálních podmínek – je rekordní. Nestlačená hustota Země totiž činí jen 4,1násobek hustoty vody. Hustota slunečního větru je u povrchu Merkuru o 4 až 9(!) řádů vyšší než hustota větru u Země.

L. Ksanfomaliti využil metody **skvrnkové interferometrie** (dlouhé série elektronického snímkování s expozicemi řádu milisekundy) k rozpoznání podrobností na té části planety, která nebyla podrobně snímkována zblízka sondou Mariner 10 – ta dokázala zobrazit jen 46% povrchu planety. Využil k tomu 1,5 m reflektoru v Abastumani a dalších dalekohledů v Asii a USA, kterými Merkur sledoval v letech 1999 – 2004. Dosáhl tak v červené oblasti spektra úhlového rozlišení snímků až 0,12" (kotouček Merkuru dosahuje v kvadratuře jen 7,3"). Nalezl tak obří tmavou pánev o průměru 2 000 km a zjistil, že *podobně jako na Měsíci i na ostatních terestrických planetách jsou velké útvary na Merкуру rozloženy zcela nerovnoměrně*.

S. Marchi aj. se pokusili odhadnout rozložení **rychlostí meteoroidů**, dopadajících na Merkur, z údajů, které pro tělesa s rozměry od 10 mm do 100 m máme pro Zemi. Zatímco na Zemi dopadají meteoroidy rychlostmi do 50 km/s, u Merkuru mají impaktující meteoroidy rychlosti až 80 km/s, a to zvláště v době, kdy Merkur prochází přísluním. Kolik materiálu se ukládá na povrch planety, je však těžké odhadnout, protože netlumení nárazu atmosférou a vysoké rychlosti dopadu způsobí, že *část meteoroidů i regolitu planety je vymrštěna zpět do prostoru*. *1. kosmickou rychlostí či rychlostí ještě vyšší a tak vytváří podivuhodnou exosféru planety*.

H. Scholl aj. zjišťovali, zda by se eventuální planetky v Lagrangeových bodech 4 a 5 v soustavě **Slunce – Venuše** mohly udržet delší dobu. Ze simulací vyplývá, že prvotní Venušini Trojané už dávno zmizeli vlivem nestabilit, což ostatně odpovídá dnešním (ne)pozorováním. Autoři však připouštějí, že na kratší dobu mohou být noví Trojané zachyceni na kvazistabilních drahách. Od listopadu 2004 směřuje k Venuši první evropská kosmická sonda **Venus Express** v ceně 220 mil. euro, která se usadí na dráze v dubnu 2006 a bude pak po minimálně 1,5 roku pozorovat atmosféru planety.

1.1.2. Země – Měsíc

1.1.2.1. Nitro, povrch a atmosféra Země

K. Zahnle studoval pomocí simulací **vznik Venuše a Země** koagulací prvotních zrnek na balvanu, splnutím balvanů na agregáty o kilometrových rozměrech a následným překotným růstem agregátů na protoplanety o velikosti dnešního Měsíce. Srážky „měsíčů“ pak vedly ke konečnému vzniku terestrických planet. Zatímco první tři fáze trvaly jen milion let, poslední fáze zabrala desítky milionů let. Venuše má vyšší zastoupení argonu a neonu než Země, ale chyběla jí od začátku voda, které měla Země relativně dost. Proto se původní oceány na Zemi přehrály vinou velkých impaktů na páru a prvotní zemská atmosféra unikla. *Naproti tomu suchá Venuše si uchovála původní atmosféru, složenou téměř výhradně z CO₂*.

Podle R. Gomesa aj. bylo období **těžkého bombardování** asi 700 mil. roků po vzniku Země důsledkem migrace obřích planet sluneční soustavy, které destabilizovaly vnější Edgeworthův-Kuiperův pás. Těžké bombardování trvalo možná jen 10, ale možná též

plných 150 mil. roků, což téměř určitě hubilo případné první generace jednobuněčného života na Zemi. Není divu, že tak např. S. Moorbath zpochybnil **výskyt mikrofosilií** v čase 3,85 mld. roků před současností v grónských horninách, nalezených v r. 1996 na ostrově Akilia stejně jako nálezy staré 3,5 mld. roků v horninách v západní Austrálii. *Nepochybné jsou dle jeho úsudku teprve mikrofosilie bakterií staré 1,9 mld. let z Ontaria.*

D. Smith aj. využili sluneční družice RHESSI k detekci **záblesků záření gama** v zemské atmosféře. Detektory na družici odhalily záblesky s energiemi 10 – 20 MeV, které autoři vysvětlují jako brzdné záření elektronů s energiemi 20 – 40 MeV. Družice měsíčně zaznamenávala kolem 15 záblesků, takže v přepočtu na celý povrch Země odtud vychází 50 záblesků denně. Tyto řádově milisekundové záblesky pozorovala dle U. Inana už v r. 1994 obří americká družice Compton bezprostředně po dostatečně mocných bleskových výbojích v energetickém pásmu nad 1 MeV. Jde zejména o výboje ve vysoké atmosféře v pásmu 30 – 90 km, které dostaly názvy duchové (*angl. sprites*), modré výtrysky (*blue jets*) a skřítci (*elves*). Podrobné údaje o 21 duších, pozorovaných během jedné noci v prosinci 2003 nad Japonským mořem, zveřejnili A. Ohkubo aj., kteří ukázali, že jejich příčinou jsou vnitřní výboje v kladně nabitých bouřkových mracích. Duchové se však vyskytují až ve vzdálenostech 50 km od blesku se zpožděním zhruba 100 ms po vlastním výboji.

V noci 7./8. listopadu 2004 pozorovali v severní Americe nádhernou **polární záři**, která byla viditelná daleko na jihu až v Oklahomě i části Kalifornie. V některých chvílích viděli pozorovatelé rozsvícenou celou oblohu. Radioastronomové zjistili, že *pomocí výkonných radiových antén lze do ionosféry napumpovat uměle tolik energie, že to vyvolá vznik polární záře* při dostatečně aktivním slunečním větru. T. Pedersen a E. Gerkenová to demonstrovali v březnu 2004 pomocí vysílače v Gakoně na Aljašce s výkonem 960 kW v pásmu 4 – 6 MHz, jenž tak nasýtil energií ionosférickou vrstvu E.

C. de Jager uveřejnil soubornou studii o vlivu sluneční činnosti na **pozemské klima**. Především konstatuje, že *sluneční činnost není nijak ovlivňována tzv. planetárními vlivy* (slapovými silami, polohou barycentra sluneční soustavy vůči centru Slunce apod.), jelikož uvnitř Slunce probíhají vlastní pohyby, které jsou o tři řády větší než následky planetárních vlivů. Ve druhé polovině XX. stol. byla **sluneční činnost** v průměru nejvyšší za posledních 1150 roků a právě v té době (1984 – 2001) klesalo albedo Země. To může mít spletitou souvislost se sluneční činností v tom smyslu, že *při vyšší sluneční činnosti dopadá na Zemi méně kosmického záření, takže vzniká méně světlých mračen, a proto klesá albedo Země*. Naopak při nižší sluneční činnosti by mělo albedo Země vzrůstat. Albedo Země však začalo r. 2001 opět stoupat, ačkoliv sluneční činnost neklesla, takže se celá záležitost znovu zašmodrchala. Buď jak buď, *poslední dekáda XX. stol. byla zcela určitě nejteplejší dekádou celého století*, ale názory, co toto oteplení způsobilo, jsou velmi různorodé až protichůdné. D. Gies a J. Helsel využili soudobých údajů o vlastních pohybech hvězd a gravitačním potenciálu Galaxie k rekonstrukci minulé **dráhy Slunce** vůči centru Galaxie. Podle jejich výpočtů *prošlo Slunce za posledních 500 mil. roků čtyřmi spirálními rameny Galaxie a právě v těch dobách prodělávala Země velké ledové doby*. Autoři se domnívají, že uvnitř ramen stoupá produkce kosmického záření díky mladým a velmi hmotným hvězdám, což podle dříve uvedené úvahy způsobí vyšší výskyt mračen na Zemi a tudíž i vyšší albedo Země a celkové ochlazení.

1.1.2.2. Meteority

J. Llorca aj. podali první souhrnnou zprávu o bolidu ze 4. ledna 2004, který byl pozorován ve Španělsku, Portugalsku a na jihu Francie. Meteoroid se vstupní rychlostí 17 km/s se rozpadl ve výšce 28 km nad zemí, když jeho jasnost dosáhla –18 magnitudy, což odpovídá opticky vyzářené energii 5 GJ. Meteoroid se pohyboval pod sklonem k povrchu jen 30°, takže jeho viditelná dráha dosáhla délky 600 km. Let byl provázen sonickými třesky, infrazvuky i seismickými signály. Už týden po úkazu se podařilo v severním Španělsku najít první úlomek a postupně se v dopadové elipse 6×20 km našlo celkem 32 úlomků o úhrnné hmotnosti 4,6 kg, z nichž ten hlavní má hmotnost 1,4 kg. Meteorit byl klasifikován jako obyčejný chondrit L6 o střední hustotě 4,6násobku hustoty vody. Původní těleso o průměru 0,8 m mělo hmotnost kolem 750 kg a pohybovalo se kosmickým prostorem samostatně po dobu asi 48 mil. let. Jeho kinetická energie při vstupu do zemské atmosféry činila řádově 100 GJ a jeho charakteristické stáří 700 mil. roků.

A. Klekociuk aj. zkoumali meteorický prach, který zůstal v zemské atmosféře po pádu **meteoritu** z 3. září 2004 v poloze o souřadnicích 17° v.d. a 68° j.š. poblíž pobřeží Antarktidy. Průlet bolidu atmosférou byl sledován infračervenými čidly na amerických špionážních družicích již od výšky 75 km nad zemí. Od 56 km byl průlet zaznamenán též opticky až do výšky pouhých 18 km nad zemí. Během letu se meteoroid dvakrát štěpil, ve výškách 32 a 25 km. Po přeletu byly na zemském povrchu zaznamenány infrazvuky až 13 tis. km od místa přeletu a nad Antarktidou se ve výškách nad 20 km objevil anomální kouřový mrak. Autoři spočítali původní vstupní hmotnost meteoroidu na více než 1 tis. tun a kinetickou energii na více než 100 TJ (ekvivalent 28 kt TNT). Těleso patřilo do rodiny planetek Aten.

V. Svetsov uveřejnil výsledky rozsáhlých numerických výpočtů hydrodynamického modelování důsledků **obřích impaktů** na Zemi. Předpokládal přitom, že impaktor o průměru 500 – 3000 km dopadl na Zemi vertikálně rychlostí 15 km/s. Největší známé impaktní krátery (Vredefort, Sudbury a Chicxulub) vznikly dopady těles o průměrech 30 – 10 km. *Při těchto dopadech unikne jen velmi málo materiálu z dosahu zemské přitažlivosti; kondenzované vyvrženiny vymrštěné po balistických drahách však pokryjí prakticky celý povrch Země*. Pokud tělesa dopadnou do moře, vypaří oceány až do hloubky 3 km. Během prvních 100 mil. let existence Země, resp. během pozdější fáze těžkého bombardování, se Země mohla střetnout i s tělesy o průměru až 3 800, resp. 1 800 km, takže takové srážky by zničily život, pokud by tu v té době už nějaký byl.

G. Collins aj. sestavili program, který umožňuje přibližně odhadnout bezprostřední **důsledky impaktů** větších těles na přírodní prostředí. Do programu vstupují průměr impaktoru, jeho střední hustota, vstupní rychlost, úhel letu vůči normále k povrchu, typ terče a vzdálenost oblasti od epicentra impaktu. Výstupní data ukazují, co se stane s materiálem impaktoru, jak velké bude tepelné vyzařování a tlaková rázová vlna, jak rozměrný bude impaktní kráter a jak intenzivní budou seismické otřesy. *Nejhorší následky v okolí dopadu má tepelná vlna, která však našťástí rychle slábne se vzdáleností díky zakřivení zemského povrchu*. V práci jsou zveřejněny modelové údaje pro kovový meteorit z Arizony (průměr 40 m; hustota 8násobek hustoty vody), kamennou planetku Ries

(průměr 1,75 km; hustota 2,7) a kamennou planetku Chixculub (průměr 18 km), které v modelu dopadaly na Zemi pod úhlem 45° rychlostí 20 km/s. Zatímco dopad prvního modelového tělesa poničí jen nevelké okolí kráteru, ve druhém a třetím případě se projevily bezprostřední ničivé důsledky až do vzdáleností stovek km od místa dopadu.

H. Melosh a G. Collins prokázali modelovými výpočty, že kovové těleso, které vyhloubilo v Arizoně proslulý **Barringerův meteoritický kráter**, vstoupilo do zemského ovzduší rychlostí 17 km/s, ale vlivem rostoucího odporu atmosféry se ve výšce 14 km nad zemí rozpadlo na roj úlomků, které pokračovaly k zemi rychlostí 13 km/s. Ve výšce 5 km nad zemí se z roje o příčném průměru asi 200 m oddělil největší úlomek, představující asi polovinu původní hmotnosti tělesa a dopadl na zem rychlostí 12 km/s, přičemž uvolnil ekvivalent energie 2,5 Mt TNT, tj. asi čtvrtinu původní kinetické energie projektilu. Větší část této energie se tedy zmařila v podobě rázové vlny, doprovázející miniaturní „drtivý dopad“, která vyhloubila kráter. Poměrně nízká dopadová rychlost vysvětluje, proč v okolí kráteru se nalézá velmi málo hornin a minerálů, přetavených nárazem. K tomuto jedinečnému úkazu došlo před necelými 50 tis. lety.

W. Reimoldt aj. určili z radioaktivního datování pomocí ^{39}Ar stáří 377 mil. let pro největší impaktní kráter v Evropě **Siljan** ve Švédsku. D. Dunlop upozornil na podivný rozpor v letecké a pozemní magnetometrii kolem impaktního kráteru **Vredeford** v jižní Africe, což je největší (průměr 300 km) známý impaktní kráter na Zemi, jenž vznikl dopadem asi 15 km planetky před 2 mld. let. Zatímco z letecké magnetometrie vyplývá nepatrné magnetické pole v kráteru, pozemní měření dávají velmi silné pole. Ukázalo se, že *dálková měření magnetických polí nejsou citlivá na magnetická pole malých rozměrů řádu 100 mm*. Protože rovněž měsíční horniny často vykazují na velké změny orientace magnetických polí již při malých vzdálenostech, je třeba revidovat údaje, které o údajně slabých magnetických polích nad impaktními pánvemi Hellas a Argyre na Marsu získaly kosmické sondy z oběžné dráhy. Ukazuje se, že pánev Argyre s průměrem 1000 km vytvořilo těleso, které mělo před dopadem rozměr řádu 100 km.

P. Beck aj. srovnali rázové změny v klasickém **chondritu Tengman**, jenž přiletěl z pásma planetek a v **shergottitu Zagami**, jenž pochází z Marsu. Rázová vlna ovlivňovala chondrit po dobu 1 sekundy, nejvyšší tlak dosáhl 25 GPa, chondrit se ohřál až na 2,5 kK a mateřské těleso mělo průměr asi 5 km. Naproti tomu shergottit byl během startu z Marsu vystaven rázové vlně dopadajícího tělesa jen po dobu 0,01 s a dopadající těleso o rozměru asi 100 m přitom na Marsu vyhloubilo kráter o průměru asi 2 km. Všechno nasvědčuje tomu, že *skupina marsovských meteoritů starých $10^5 - 10^7$ roků byla postupně expedována impakty z jediné oblasti na povrchu Marsu o průměru několika málo kilometrů*.

A. Krot aj. studovali mladé **chondrule** o průměrech 0,01 – 10 mm, vznikající v planetesimálách opakovaným tavením prachových zrníček. Z nich se slepováním vytvořily za pouhý milion roků kamenné planety sluneční soustavy. Současně ubývalo hmotnosti v pásmu planetek mezi Marsem a Jupiterem, takže *dnešní populace planetek představuje jen 10^{-4} její původní hmotnosti*. Autoři pak podrobně proměřili relativní zastoupení nuklidů $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ve dvou uhlíkatých chondritech z arabské pouště. Dostali také jejich stáří 4 mld. 563 mil. let. V té době byla **sluneční soustava** stará pouze 44 mil. roků, takže vznikla před 4 mld. a 567 mil. lety. Rané tavení planetesimál posloužilo J. Bakerovi aj. k určení minimálního stáří sluneční soustavy na 4 mld. 570 mil. roků. Dobrý souhlas obou nezávislých měření poukazuje na *znalost stáří sluneční soustavy s chybou $\pm 1\%$* .

1.1.2.3. Kosmické katastrofy na Zemi

Čím dál větší pozornost však vzbuzují úvahy o střetech **Země s planetkami**. Planetka kalibru Tunguzského meteoritu o průměru 75 metrů uvolní energii řádu 100 Mt TNT, což v případě přesného zásahu vymaže kterékoliv velkoměsto. Dvoukilometrová planetka by zahubila zhruba miliardu obyvatel zeměkoule a 10 km těleso by patrně zabilo veškeré lidstvo. H. Chang a H. Moon obhajují domněnku o periodicitě velkých impaktů v délce 26 mil. roků, která je údajně stálá za posledních 250 mil. roků. Jejich práce je podpořena dobrými údaji o stáří 90 impaktních kráterů s průměry až 35 km. E. Bierhaus aj. zkoumali povahu impaktních kráterů v Evropě a zjistili, že *naprostá většina z nich jsou krátery sekundární, tj. že vznikly opětovým dopadem úlomků hornin, vymrštěných ze Země při primárním impaktu kosmického tělesa*. Jelikož úlomky nedosáhly 1. kosmické rychlosti, dříve či později spadly dosti vysokou rychlostí zpět na zem. To je fakticky příznivá zpráva, která *snižuje statistické riziko primárních impaktů pro budoucnost*.

Ani proti primárním impaktům však nemusí být lidstvo bezmocné. E. Lu a S. Love přišli s pozoruhodným návrhem na **gravitační traktor**, jak nazývají kosmickou sondu, která by se v případě nebezpečí vyslala k rizikové planetce a tam se stala její oběžnicí. Při průměru planetky 200 m by se sonda usadila na oběžné dráze ve vzdálenosti 100 m nad povrchem planetky (předpokládá se víceméně kulový tvar planetky, což nemusí být ovšem u tak malých těles pravidlem). Sonda o hmotnosti 20 t by byla vybavena motorem s nevelkým tahem něco přes 1 N, který by planetku za rok „odtáhl“ z původní dráhy o nějakých 200 m. Tah by se přenášel na planetku pouhou gravitační vazbou – žádné lano není potřeba. K bezpečnému odtahování takové planetky stačí předstih 20 let před vypočítaným nárazem, a toho jistě půjde v dohledné době dosáhnout. Autoři gravitačního traktoru navrhuje využít k pilotnímu pokusu planetky (99942) **Apophis**, která by se s nepatrnou pravděpodobností mohla srazit se Zemí někdy po blízkém přiblížení k Zemi v r. 2029, které zatím ne zcela spočitatelně změní její současnou dráhu k horšímu. V tomto případě by traktor o hmotnosti 1 t a se 4,5 t paliva v nádržích dokázal tahem 0,1 N po dobu 1 měsíce odklonit planetku natolik, že by nás už nikdy neohrozila.

Život na Zemi může ovšem ohrozit také blízké **přiblížení k hvězdě** o hmotnosti nad $15 M_{\odot}$. Tak masivní hvězdy totiž vysílají silné záření gama, které by štěpilo molekuly dusíku v zemské atmosféře, v níž by přibývalo oxidu NO, jenž pak – jak známo – spolehlivě ničí ozónovou vrstvu. Ještě nebezpečnější by podle B. Thomase aj. byl blízký výbuch zábleskového **zdroje záření gama**, kdy silný tok záření gama by na několik let podstatně ztenčil ozónovou vrstvu i při vzdálenosti zdroje 2 kpc od Země. Tento pokles by trval řadu roků a vlivem snížení průzračnosti zemské atmosféry vinou vzniklého NO_2 by současně došlo k silnému ochlazení zemského povrchu. Autoři soudí, že právě tak by se dalo vysvětlit *masové vymírání živočichů a rostlin před 443 mil. let (na konci ordoviku)*, k němuž není známka o obřím impaktu planetky.

Naprosto zničující katastrofou pro celou Zemi by ovšem mohl být **fázový přechod fyzikálního vakua** na nižší energetickou hladinu, ať už spontánní nebo dokonce vyvolaný uměle. Jak uvedli M. Tegmark a N. Bostrom, před uvedením relativistického

urychlovače těžkých iontů RHIC v Brookhavenu do chodu v r. 2000 byly z opatrnosti vykonány modelové simulace, zda by extrémně relativistické ionty nemohly fázový přechod vakua vyvolat. To by totiž vedlo k zaručené globální zkáze. Výsledky simulací mohou uspokojit i největší bázlivce. Takové nebezpečí je doslova astronomicky zanedbatelné.

1.1.2.4. Měsíc

E. Belbruno a J. Gott přišli s pozoruhodnou domněnkou, že **Praměsíc** se původně nacházel v Lagrangeově bodě L_4 soustavy Slunce-Země, kde akrecí dorostl do hmotnosti srovnatelné s Marsem. Těsné setkání s nějakou bludnou planetesimálou však vyhodilo Praměsíc s Lagrangeova klidného sedla na parabolickou dráhu směřující k Zemi, s níž se nakonec srazil a následkem srážky vznikl náš Měsíc. M. Ozima aj. usoudili, že v měsíčním regolitu se kromě částic slunečního větru může nacházet též dusík a netečné plyny pozemského původu. To by znamenalo, že *studiem vrchních vrstev Měsíce bychom mohli ověřovat historický vývoj zemské atmosféry*.

Modelové výpočty V. Svetsova ukázaly, že ke vzniku **impaktních bazénů** (moří) na Měsíci (*Jižní pól-Aitken* o průměru 2250 km a hloubce 13 km – to je vůbec největší impaktní struktura v celé sluneční soustavě; *Mare Imbrium* o průměru 1160 km a *Mare Orientale* o průměru 920 km) ve fázi těžkého bombardování bylo zapotřebí planetek o průměru až 200 km. D. Bussey aj. zjistili rozbořem snímků sondy Clementine, že teploty na Měsíci kolísají mezi $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$, ale v oblastech přilehlých k pólům se drží poměrně stálá teplota $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vrcholky kráterů na severním pólu Měsíce jsou dokonce nepřetržitě osvětlovány Sluncem, zatímco na jižním pólu se nacházejí hluboké prolákliny, kam Slunce nezasvítí nikdy a kde by mohly být pláty věčného ledu.

1.1.3. Mars

Stářím ošlehaná americká kosmická sonda **MGS** podává čím dál tím závratnější výkony, neboť podle M. Malina nyní dosahuje z oběžné dráhy lineárního rozlišení na povrchu Marsu 0,5 m. V r. 2005 tak rozlišila přistávací modul sondy Viking 2, ztroskotanou sondu Mars Polar Lander a také všechna vozítka: Mars Pathfinder, Spirit i Opportunity. Pátrání po britském přistávacím modulu Beagle 2 však zatím nikam nevedlo. Hned počátkem ledna 2005 se vozítko **Opportunity** v kráteru Endurance povedl husarský kousek - objevilo totiž ve své blízkosti povalující se **železo-niklový meteorit** o velikosti basketbalového míče. Jde o první meteorit zjištěný na cizí planetě. O necelé čtyři měsíce později však vozítko nečekaně uvízlo v písečné duně. Technici NASA na Zemi nelenili, sehnali si bednu „marsovského písku“ a trénovali v laboratoři, jak dvojníka Opportunity nejlíp z duny uvolnit. Když se to naučili na Zemi, vyzkoušeli s úspěchem týž manévř i na dálku a Opportunity se ze závěje počátkem července 2005 skutečně vyhrabal.

F. Selsis aj. uveřejnili podrobnosti o **meteoru**, který v atmosféře Marsu zaznamenala kamera vozítka Spirit 7. března 2004. Podle autorů šlo o rojový meteor od komety 114P/Wiseman-Skiff, který vstoupil do atmosféry Marsu rychlostí 11 km/s. L. David si povšiml, že na snímcích panoramatické kamery vozítka Spirit v kráteru Gusev zmizely v březnu 2005 stopy po jeho předchozí jízdě. Současně se snížila ztráta výkonu slunečních článků ze 40% na 7%. Plný výkon čerstvých článků byl 900 W, ale postupným zaprášením klesl až na 500 W, přičemž k minimálnímu provozu vozítka je zapotřebí 280 Wh. Jelikož podobné šťastné zvýšení výkonu článků zaznamenalo už koncem r. 2004 také vozítko Opportunity, byla nasnadě příčina: svislé vzdušné víry tvaru kornoutu se špičkou přivrácenou k povrchu, které vznikají nestejným ohřevem terénu a atmosféry během Marsových dnů. V meteorologickém žargonu se jim říká **tančící derviři** a pozorují se už dávno na Zemi (jsou mj. odpovědné za proslulé kruhy v obilí) a od konce devadesátých let XX. stol. také v atmosféře Marsu. Díky tomuto neplánovanému a nepravidelnému otírání prachu z povrchu slunečních článků mohou obě vozítka na Marsu mnohonásobně překročit plánovanou životnost. Zároveň se podle R. Sullivana aj. ukazuje, že *k vymodelování Marsova povrchu přispívá kromě ledu a sněhu také větrná eroze a ovšem i vulkanismus*. L. Haskin aj. připomněli, že se všeobecně čekalo na stopy po jezerech na dně kráteru Gusev, ale Spirit tam našel jen olivín, bazalty a FeO, čili žádné známky někdejší tekuté vody.

J. Bell aj. popsali pozorování celkem 6 přechodů družic **Phobos a Deimos** přes sluneční kotouč, které uskutečnily kamery na obou zmíněných vozítkách v měsících březnu a dubnu 2004 v blízké infračervené oblasti spektra. Obě přirozené družice Marsu obíhají prakticky přesně v rovině Marsova rovníku a zmíněná pozorování umožnila zpřesnit dráhové efemeridy obou těles, přestože Phobos obvykle sluneční kotouč pouze „líznu“, kdežto Deimos přecházel celým průměrem přes kotouč Slunce. Zatímco úhlový průměr Slunce na obloze Marsu se pohybuje v rozmezí 19 – 23 obl. minut, Phobos má v zenitu průměr 12' a Deimos jen 2,2'. Přechody družic trvaly od 14 do 91 s. Pozorování ukázala, že předešlé efemeridy byly chybné až o 38 km pro polohu Deimose a o 11 km pro Phobose. Odtud vyplývá, že úhlový pohyb Phobose se ročně urychlí o 4,7".

Evropská kosmická sonda **Mars Express** se stereoskopickou kamerou HRSC na palubě pořídila zatím *nejlepší snímek Phobose* při průletu ve vzdálenosti jen 200 km od této nevelké přirozené družice Marsu. Na snímku je dobře vidět množství impaktních kráterů s rozlišením několik desítek metrů. Kamera na sondě též podle J. Heada aj. prokázala, že na úbočích obřích sopek Marsu se nacházejí jen 4 mil. let staré **ledovce** přikryté prachem, a jejich morény sahají až stovky km od paty vulkánů. Na úbočích a v okolí sopek je vidět jen málo impaktních kráterů, což je další důkaz nedávné sopečné činnosti. *Největší sopka sluneční soustavy Olympus Mons byla aktivní ještě před 2,4 mil. lety*. Snímky sondy, doplněné o starší snímky z americké sondy MGS, naznačují, že po svazích sopek něco teklo. Evropská planetologové soudí, že žhavé magma ohřálo led na úbočích na vodu, která pak tekla dolů, kdežto američtí odborníci se domnívají, že teklo samotné vulkanické magma.

Podobně se stále diskutuje o tom, zda byl Mars v minulosti **vlhký nebo suchý** – proti každému řešení totiž existují zásadní námitky. Už dříve ohlášený objev hematitových „borůvek“ na Marsu byl pokládán za důkaz, že tento minerál vznikl za přítomnosti vody. Nicméně nyní M. Minittiová aj. ukázali, že hematit vzniká např. na havajských bazaltových sklech bez přítomnosti vody, takže jsme zase na začátku debaty. Celý ten příběh o hledání vody na Marsu má jeden evidentní podtext, totiž, že si mnoho odborníků myslí, že *když je někde tekutá voda, tak je tam i život*. Ve skutečnosti nic takového neplatí, protože i „životodárná voda“

může být z nejrůznějších důvodů dočista sterilní. To je zvláště na Marsu klidně možné, jak ukázaly pokusy I. ten Kateové aj. Ozářovali totiž ultrafialovým světlem o intenzitě běžné na Marsu **aminokyseliny** glycin a alanin. Obě látky v tenké vrstvě byly zničeny během 22, resp. pouhých 3 h. To znamená, že jediná naděje pro delší přežívání života zavlečeného na Mars (např. pomocí ztroskotaných sond, ale také populárními vozítky) zůstává pod krycím povrchem Marsova regolitu.

C. Wang aj. připomněli, že při velkých zemětřeseních na Zemi se vodou nasycená půda zvodní, takže analogicky mohou velké impakty na Marsu vyvolat prudké **výrony spodní vody**, odkud pak pocházejí vodou vytvarované kanály a záplavové strže. Při velkém zemětřesení na Aljašce v r. 1964 se objevily výtrysky vody až 400 km od epicentra, které měly takovou sílu, že poškodily tamější stavby. Podle výpočtů autorů lze očekávat zvodnění na Marsu u všech impaktních kráterů s průměry nad 100 km. Jen v páni Hellas staré 4,0 mld. roků se nachází na 1500 kráterů s těmito průměry, takže taková zvodnění se v průměru vyskytnou každé 2,7 mil. roků. A. McEwen aj. snímkovali okolí impaktního **kráteru Zunil** o průměru 10 km. Kráter je obklopen radiálními paprsky sahajícími až do vzdálenosti 1600 km od primárního kráteru, které nápadně připomínají obdobné paprsky kolem některých kráterů na Měsíci. Zřejmě jde o mladý kráter, protože v jeho okolí je nepatrný počet velkých impaktních kráterů. Zato je tam asi 10 milionů(!) miniaturních kráterů o rozměrech 10 – 200 m, což jsou evidentně sekundární impaktní krátery, vyvolané vyvrženými úlomky z primárního impaktu, které letěly po balistických drahách.

C. Solomon aj. se domnívají, že Mars byl **geologicky aktivní** po celou první miliardu let své existence. K diferenciaci jádra, pláště a kůry pry stačilo pouhých 50 mil. let. Jelikož elektricky vodivé jádro bylo tehdy tekuté, vyvolalo dynamovým efektem celoplanetární magnetické pole. Vulkanismus v oblasti Tharsis způsoboval výrony vody a CO₂, které způsobily globální oteplování planety. J. Murray našel poblíž Marsova rovníku na snímcích oblasti **Cerberus Fossae** sondou Mars Express důkazy o existenci zamrzlého jezera o rozměrech 800×900 km a stáří 5 mil. let. E. Hauber aj. získali důkazy nedávné ledovcové aktivity u sopky **Hecates Tholus** s průměrem kaldery 10 km. Sopka stará asi 350 mil. roků má na svých úbočích ledové usazeniny staré 24 – 5 mil. let. V té době byla totiž rotační osa Marsu více skloněna do roviny ekliptiky, což umožňovalo tvorbu ledovců i podél Marsova rovníku.

A. Colaprete aj. poukázali na záhadnou povahu **jižní polární čepičky**, kterou během léta tvoří jen led CO₂. Jarní ústup vodního, tzv. černého ledu není totiž souměrný a zdá se, že zde hraje roli atmosférická cirkulace, deformovaná blízkými impaktními pánevmi Argyre a Hellas. Kamera HRSC sondy Mars Express našla asi 200 m tlustou ledovou vrstvu v 35 km širokém meteorickém kráteru **Vastitas Borealis** na 70° sev. šířky. J. Bertaux aj. objevili pomocí ultrafialového spektrometru téže sondy v ionosféře Marsu **polární záři**, která se projevuje nad místními magnetickými poli v kůře planety. Pravým hitem roku se podle R. Naeye stala stereoskopická pozorování kaňonu **Coprates Chasma** 13° na jih od Marsova rovníku. Jde o větev *největšího kaňonu sluneční soustavy Valles Marineris, který je dlouhý téměř 5 tis. km, má šířku až 100 km a hloubku až 9 km.* První evropské sondě k Marsu se zkrátka dařilo téměř vše, nač se zaměřila, takže její další financování je zajištěno až do listopadu 2007.

Ve světle všech těchto novinek docela zaniklo, že na přelomu října a listopadu 2005 byly mimořádně dobré podmínky pro **pozemní pozorování Marsu** na severní polokouli. Mars byl v opozici se Sluncem 7. listopadu ve vzdálenosti 69 mil. km, což bylo sice o 13 mil. km dál, než při populární opozici v srpnu 2003, ale zato při podstatně vyšší severní deklinaci. Při úhlovém průměru kotoučku 20" a velké výši nad obzorem se Mars v souhvězdí Berana dal výtečně pozorovat i menšími přístroji přibližně od konce září do počátku prosince, ale jen málo laiků té příležitosti využilo. Přitom *na další příznivou opozici (pro jižní polokouli) si budeme muset počkat až do července r. 2018 a pro severní polokouli až do října 2020.*

1.1.4. Jupiter

O. Hubickyj aj. uveřejnili modelové výpočty **vzniku Jupiteru a Saturnu** akrecí. Podle nich vzniklo kamenné jádro Jupiteru o hmotnosti 10 M_Z za milion roků, ale pokud má hmotnost jen poloviční, tak jeho akrece probíhala pomaleji a trvala 5 mil. roků. Kamenné jádro Saturnu má pak dvojnásobnou hmotnost v porovnání s jádrem Jupiteru. Daleko hmotnější jsou v obou případech vnější plynné obaly těchto obřích planet.

Ačkoliv pojem **migrace planet** nabyl popularity až v souvislosti s objevem exoplanet typu Jupiter v nepatrných vzdálenostech od mateřských hvězd, první úvahy o migraci planet v naší vlastní sluneční soustavě publikovali J. Fernández a W. Ip již v r. 1984. Technicky vzato k migraci Jupiteru směrem dovnitř sluneční soustavy přispělo i samo lidstvo, naposledy koncem r. 2000, kdy kosmická sonda Cassini se při těsném průletu kolem Jupiteru urychlila gravitačním prakem planety o celé 2 km/s, zatímco Jupiter migroval směrem ke Slunci rychlostí, která je nepřímo úměrná poměru hmotností Jupiter/Cassini. To je přirozeně naprosto neměřitelné a zanedbatelné, takže Jupiter můžeme klidně využívat k obdobným cílům kdykoliv se nám zachce a NASA dá příslušný peníz. Jenže zmínění autoři ukázali, že Jupiter se v rané historii sluneční soustavy těsně setkal s miliardami planetek, jež se tak zásluhou gravitačního praku dostaly buď do Oortova mračka, anebo dokonce opustily sluneční soustavu. Následkem toho Jupiter měřitelně migroval ke Slunci tempem až 0,2 AU/100 tis. roků. F. Franklin aj. studovali podrobně současné pohyby 700 planetek třídy Hilda a dokázali tak, že Jupiter opravdu migruje směrem dovnitř díky dráhovým resonancím 3/2 s těmito planetkami a musel se již přisunout nejméně o 0,45 AU.

Mimoходом, jak ukázali M. Flasar aj., spektrometr na palubě Cassini zjistil při zmíněném průletu kolem Jupiteru v jovigrafické jižní šířce 44° v atmosféře planety CO₂ a HCN, což jsou sloučeniny, které tam zbyly po impaktech úlomků proslulé **komety Shoemaker-Levy 9** v červenci 1994. Podle C. Sotina aj. se podařilo při tomto průletu také zpřesnit průměry dvou Galileových družic Jupiteru - Ganymedu (5268 km) a Kallistó (4806 km).

V březnu 2005 byly pojmenovány další **družice Jupiteru**, jak ukazuje tabulka:

Definitivní označení (J)	Jméno	Předběžné označení (S/)
XXXIX	Hegemone	2003 J 8
XL	Mneme	2003 J 21
XLI	Aoede	2003 J 7
XLII	Thelxinoe	2003 J 22
XLIII	Arche	2002 J 1
XLIV	Kallichore	2003 J 11
XLV	Helike	2003 J 6
XLVI	Carpo	2003 J 20
XLVII	Eukelade	2003 J 1
XLVIII	Cyllene	2003 J 13

1.1.5. Saturn

V únoru 2005 publikoval americký vědecký týdeník Science prvních 13 prací, pojednávajících o několika družicích Saturnu, pozorovaných zblízka, dále o atmosféře Saturnu, polárních zářích, prstencích a magnetosféře planety. K nejzajímavějším pracem patří rozbor chování **částic prstenců**, který zveřejnil K. Ohtsuki. Zrnka menší než 100 mm totiž rotují kolem své osy o jeden až dva řády rychleji, než kolik činí jejich oběžná doba kolem planety, a jejich oběžné roviny jsou skloněny k hlavní rovině prstenců. Jejich rotační osy jsou přitom namířeny ke Slunci. Větší částice však mají rotační osy kolmé k oběžné rovině. Jak připomněl D. Hamilton, k nejpozoruhodnějším nově objeveným rysům prstenců při průletech sond Voyager kolem Saturnu patřily tzv. **špice** (*angl. spokes*), jevící se jako tmavší radiální paprsky, viditelné po dobu několika hodin. Vysvětlují se jako elektrostaticky nabitá prachová zrnka, která vznikají dopadem meteoroidů na větší částice v prstencích, jež jsou levitována mimo hlavní rovinu prstenců. Pozorování prstenců pomocí kamery HST během 90. let minulého století však ukázala, že špice postupně slábly a zcela zmizely v r. 1998. Všeobecně se soudí, že jde pouze o změnu geometrie jejich pozorování se Země, protože prstence jsou nyní pro pozemského pozorovatele i pro sondu Cassini příliš rozevřené a to snižuje kontrast špic vůči prstencům. Tento názor dramaticky potvrdilo znovuobjevení špic v prstencích počátkem září 2005.

P. Nicholson aj. připomněli, že **Saturnovy prstence** byly sledovány ze Země radarem v Arecibu na vlnové délce 126 mm (frekvence 2,4 GHz) již v r. 1973, ale toto pozorovací okno se pak uzavřelo a otevřelo znovu až v říjnu 1999, neboť Arecibo leží na 18° sev. šířky. Okno není nijak široké, protože radarová ozvěna se k Zemi vrací až za 2,25 h, takže pro vysílání impulsů k prstencům lze využít maximálně půl hodiny denně. Toto okno se opět uzavře v únoru 2008. Z dosavadních měření plyne, že *tloušťka prstence A dosahuje nanejvýš 50 m, a že největší balvany v prstencích mají typický rozměr maximálně 5 m*. Radar je schopen studovat rozložení velikostí částic v prstencích v rozmezí 0,01 – 1,0 m.

Počátkem roku 2005 však budil největší pozornost složitý manévr sestupného modulu **Huygens**, jenž byl uvolněn ze sondy Cassini o Vánocích 2004 a uskutečnil řízený sestup atmosférou na povrch **Titanu** během 2,5 h dne 14. ledna 2005. Modul přistál na povrchu družice rychlostí 5 m/s a po více než 1 h pak ještě předával naměřené údaje na palubu sondy Cassini. Data pro Dopplerovo měření rychlosti větru z kanálu A, vysílaná během sestupu směrem na sondu, nebyla sice sondou zachycena, ale podařilo se je zaznamenat na Zemi citlivými obřími radioteleskopy v Green Banku a v Parkesu, takže po této stránce bylo přistání na Titanu rovněž naprosto úspěšné.

U povrchu Titanu vane jenom mírný vánek, ale jeho rychlost pomalu roste s výškou až do hladiny 60 km. Pak už začne foukat opravdu hodně a ve výšce 120 km nad terénem pozoroval modul silné turbulence při rychlostech větru až 430 km/h. Sonda Cassini pak během r. 2005 proletěla v blízkosti Titanu ještě sedmkrát, takže kombinací údajů z modulu Huygens a z oběžné sondy se odborníkům postupně dařilo skládat pozoruhodnou mozaiku poznatků o tomto podivuhodném tělese, jež má atmosféru o polovinu hustší než je atmosféra Země a jehož „metanové hospodářství“ hodně připomíná koloběh vody na Zemi.

Naše vědomosti o Titanu tak v krátké době vzrostly naprosto podstatně, neboť se podařilo pořídit záběry se stokrát lepším rozlišením, než bylo možné při pozorování obřími dalekohledy ze Země. Také průzkum pomocí radaru na sondě přináší předtím zcela nedostupné údaje. Jak uvedl D. Tytell, proletěl modul Huygens pásmem stoprocentní vlhkosti ve výšce 17 – 20 km nad povrchem družice. Jde o **mračna metanu**, který je ovšem díky slunečnímu ultrafialovému záření proměňován též v etan a benzen, což dává atmosférickému smogu oranžový nádech. Jelikož by tak metan z atmosféry během nějakých 10 mil. roků zcela vymizel, musí se odněkud (nejspíš z povrchu metanových jezer) doplňovat.

V atmosféře Titanu chybějí vzácné plyny Ar, Kr a Xe, ale zato je tam hojnost molekul **dusíku**, které zřejmě zbyly z disociace původního čpavku. Metan tvoří asi 5% atmosféry Titanu. Nad vrstvou mračen se nachází od výšky 40 km tropopauza, ionosféra je nejsilnější kolem 60 km a ve výškách kolem 200 km byly zjištěny aerosoly v podobě organických molekul. Stratosféra Titanu sahá až do výšky 300 km, zatímco meteory svítí již od výšek 400 km. Nejvýše se nachází termosféra mezi 500 – 800 km. Titan má průměr 5151 km, takže je větší než planeta Merkur, ale jelikož střední hustota Titanu je jen 1,9násobek hustoty vody, je Merkur 2,44krát hmotnější než Titan.

Podle D. Southooda byly na **povrchu Titanu** objeveny kaňony, vyschlá řечиště, blátivé planiny, skalnatý povrch a jezera. Na pustém povrchu se nacházejí rozházené omlété ledové balvany. Huygens sám se uvelebil v písčném blátě se zrnky ledu o teplotě –179° (94 K). Podle T. Owena byl na povrchu naměřen tlak 1470 hPa a vlhkost 50%. *Titan ve svém vývoji k tělesu zemského typu*

zřejmě předčasně zamrzl. C. M. Tomasko se domnívá, že povrch Titanu formuje nějaká tekutina - nejspíš kapalný metan. Na povrch prší uhlovodíky a v pouštích se občas vyskytují přívalové deště. R. West aj však marně hledali rozsáhlý metanový oceán, o němž se před přiletem sondy k Saturnu hodně spekulovalo. Povrch Titanu je evidentně geologicky mladý, za což může podle C. Sotina aj. z velké části tzv. **ledový vulkanismus**. Autoři totiž našli známky vystřelování plynného metanu z kruhových struktur na povrchu Titanu až do výšky 1200 km. Mezi objevenými molekulami na Titanu je řada organických, které se obvykle považují za stavební kameny pro primitivní jednobuněčný život.

Při průletech sondy Cassini nad Titanem v březnu a dubnu 2005 byly ve vnější atmosféře Titanu objeveny uhlovodíky až se 7 atomy uhlíku a také nitrily a nitráty. Při červnovém průletu pak odhalila kamera, snímající Titan v blízkém infračerveném pásmu, v blízkosti jižního pólu známky **jezera**, jehož typické rozměry jsou 230 x 70 km. Nad jezerem byla vidět bílá mračna metanu, z nichž zřejmě metan prší. C. Porcová aj. našli na Titanu známky větrné, tekutinové a tektonické eroze. Poblíž jižního pólu objevili také impaktní krátery. Troposféra družice vykazuje jev, zvaný **superrotace**, totiž že příslušná atmosférická vrstva rotuje rychleji než povrch družice. Větry na Titanu vanou východním směrem a tzv. kouřmo, pozorované sondou Voyager před čtvrtstoletím ve výšce 300 km, se nyní zvedlo do výšky 500 km nad povrch družice.

Sonda Cassini proletěla 31. prosince 2004 ve vzdálenosti 123 tis. km od družice **Japetus** o průměru 1450 km. Objevila přitom podél rovníku 1300 km dlouhý horský hřbet s převýšením až 20 km. Původ takového útvaru je zcela záhadný. Jak uvedli B. Burattiová aj., má vedoucí polokoule Japeta nízké albedo 0,04, což je nejspíš způsobeno akrecí tmavého materiálu, obsahujícího organické látky. Opačná polokoule je podstatně světlejší s albedem 0,4 a pokrývá ji z velké části vodní led. Střední hustota Japeta činí jen 1,1 násobek hustoty vody. Také průlet kolem družice **Enceladus** ve vzdálenosti jen 500 km počátkem března 2005 a pouhých 175 km v polovině července 2005 přinesl překvapující záběry s rozlišením až 4 m. Na snímcích jsou patrné podivuhodné rovnoběžné tektonické poruchy, svědčící o značné vnitřní energii družice, která má podle M. Doughertyové aj. řídkou atmosféru a slabé magnetické pole. Enceladus je na pólech teplejší (110 K) než na rovníku (80 K) a jeho atmosféra není zřejmě souvislá; vyskytuje se jen místy. Geologicky aktivní je zejména jižní polokoule družice. Koncem září proletěla sonda Cassini jen 500 km od družice **Hyperion**, která má oválný tvar o rozměrech 250x360 km, a zobrazila přitom hluboké krátery s ostrými okraji. Družice dělá dojem úlomku nějakého většího tělesa a charakterizuje jí též neobvyklá chaotická rotace – na své dráze se náhodně převaluje.

Počátkem ledna 2005 rozhodla příslušná nomenklaturní komise Mezinárodní astronomické unie o definitivním **pojmenování přirozených družic Saturnu**, objevených v letech 2000 – 2004, jak ukazuje tabulka:

Definitivní označení (S)	Jméno	Předběžné označení (S/)
XXXI	Narvi	2003 S 1
XXXII	Methone	2004 S 1
XXXIII	Pallene	2004 S 2
XXXIV	Polydeuces	2004 S 5
XXIII	Suttungr	2000 S 12
XXVII	Skathi	2000 S 8
XXX	Thrymr	2000 S 7

Počet známých **družic Saturnu** však rostl i nadále zásluhou obřích pozemních teleskopů Subaru, Gemini a Keck. V květnu 2005 tak přibýlo dalších 12 miniaturních družic planety s rozměry do 7 km a oběžnými dobami 2,2 – 3,7 let; 11 z nich má retrogradní dráhy, takže jde vesměs o zachycená tělesa. Současně také sonda Cassini objevila novou družici Saturnu S/2005 S 1 v Keelerově mezeře prstence A ve vzdálenosti 136,5 tis. km od planety a s oběžnou dobou 0,6 dne. Tím stoupl celkový počet družic Saturnu na okrouhlu padesátku.

Podle C. Murraye je zvlášť pozoruhodná družice **XXXIV Polydeuces**, která je fakticky satelitem družice Dione. Nachází se totiž poblíž Lagrangeova bodu L5 soustavy Dione-Saturn a kolem tohoto bodu vykonává librační pohyby. Podle B. Sicardého je mimořádně důležité, že se podařilo najít nové družice v prostoru mezi Enceladem a prstenci. Tím se sice rozmazala předtím ostrá hranice mezi solidními tělesy a pouhými shluky prachu v prstencích, ale zato začínáme chápat „pastýřskou“ úlohu družic jako je Atlas, Prometheus a Pandora pro rozložení hmoty a tvaru Saturnových prstenců či přesněji „drážek“ v nich. Autor se domnívá, že tím se dá doložit dynamický charakter prstenců a pastýřských družic, které se neustále srážejí, drtí a znovu sestavují v cyklu o trvání asi 10 mil. roků. Náznorně to dle C. Murraye aj. předvádí **Prometheus**, který „pase“ prstenec F, do něhož vstupuje vždy po 14,7 h a tím mění jeho vzhled svým gravitačním působením.

1.1.6. Nejvzdálenější planety

Od r. 1990 střední jasnost **Uranu** pomalu klesá, ale během každého roku jeho okamžitá jasnost kolísá asi o 0,2 mag. Jak uvedli H. Hammelová aj. podařilo se díky adaptivní optice u Keckova desetimetru zobrazit jak všechny **prstény**, tak **mračna** v Uranově atmosféře s úhlovým rozlišením 0,05". Podél rovníku se nacházejí difúzní skvrny vždy po 30° jako korálky na šňůrce. Z pohybu mračen plyne, že na Uranu fouká bouřlivý vítr o rychlosti až 800 km/h. Rotační perioda planety pak kolísá v rozmezí 16,83 – 16,90 h. Na jižní polokouli byla po dobu 5 let pozorována rozsáhlá bouře, která se posunula v uranografické šířce o 5°. V srpnu 2005 byl tímto dalekohledem objeven vůbec **nejjasnější mrak** (17% jasnosti celé planety!) na Uranu na 30° sev. šířky. Na jižní polokouli končí dlouhé léto a planeta zažije rovnodennost v r. 2007, kdy se po 21 letech opět objeví Slunce nad severní polokouli.

M. Sholwater a J. Lissauer aj. využili kamery ACS HST vždy v srpnu let 2003 – 2005 k odhalení **nových prstenů Uranu**. Jejich polohy souhlasí nebo jsou velmi blízké drahám „pastýřských“ družic Mab, Puck, Portia a Rosalind. Další prsten objevil v srpnu 2005 I. Pater při pozorování Keckovým dalekohledem.

S. Sheppard aj. využili obřího dalekohledu Subaru k prozkoumání celé Hillovy sféry kolem planety Uran v červeném pásmu spektra. Při mezní hvězdné velikosti 26 mag našli v zorném poli o ploše 3,5 čtv. stupně všechny dosud známé družice Uranu a přidali ještě dvě nové: **S/2001 U 2** a **S/2003 U 3**. Obě nové družice patří k nepravidelným, tj. zachyceným, přičemž první obíhá po retrográdní, ale druhá po prográdní dráze. Autoři soudí, že kolem Uranu už nejsou žádné další družice s průměrem větším než 7 km.

Koncem prosince 2005 oznámila Mezinárodní astronomická unie své rozhodnutí o pojmenování **nových družic Uranu**, jak ukazuje tabulka:

Definitivní označení (U)	Jméno	Předběžné označení (S/)
XXII	Francisco	2001 U 3
XXIII	Margaret	2003 U 3
XXIV	Ferdinand	2001 U 2
XXV	Perdita	1986 U 10
XXVI	Mab	2003 U 1
XXVII	Cupid	2003 U 2

Tentokrát naposledy se v této rubrice setkáváme s údaji o **Plutu**, protože od příštího přehledu se Pluto ocitne v rubrice „Planetky“ v důsledku první formální definice planety sluneční soustavy, která byla přijata na XXVI. kongresu IAU v Praze v srpnu 2006. Jde pochopitelně pouze o změnu klasifikace; nikterak to neovlivňuje význam Pluta jako astronomického objektu. Podle R. Canupové je dvojice Pluto-Charon výsledkem obří srážky v oblasti transneptunských objektů, přičemž takové události nejsou ojedinělé a může k nim dojít i v budoucnu. Autorka se inspirovala vznikem dvojice Země-Měsíc, kde je gigantická srážka Země s Praměsícem už zcela respektovanou teorií.

J. Pasachoff aj. využili 2,2 m dalekohledu UHT k pozorování **zákrytu hvězdy P131.1** Plutem dne 21. srpna 2002 k proměření vertikálního profilu atmosféry Pluta. V porovnání s podobným měřením z r. 1988 pomocí létající observatoře KAO se stav atmosféry překvapivě změnil, tj. v dané výši nad povrchem je nyní (nepatrný) atmosférický tlak dvakrát vyšší, ačkoliv Pluto se od té doby významně vzdálil od Slunce. Dne 11. července 2005 pozorovali na chilských observatořích Cerro Pachon a Cerro Tololo 55 s trvajícím zákryt anonymní hvězdy Charonem. Odtud byl zpřesněn minimální **průměr Charonu** na 1179 km a současně vyloučena jakákoliv atmosféra kolem Plutova průvodce.

Koncem října 2005 oznámili H. Weaver aj. a S. Stern aj., že díky kameře ACS HST prokázali existenci dvou nových miniaturních družic Pluta **S/2005 P1** a **P2**, jež byly objeveny na snímcích z května 2005 a posléze nalezeny i na archivních záběrech z června 2002. Družice se jeví jako bodové zdroje $V = \text{cca } 23 \text{ mag}$ a obíhají kolem Pluta po kruhových drahách o poloosách 65 a 49 tis. km v periodách 38 a 26 d. *Jinak se do úhlové vzdálenosti 100" od Pluta už nenalézají žádná tělesa do 27 mag.*

Na závěr zprávy o Plutu bych rád připomněl, že k Plutu směřuje kosmická sonda **New Horizons**, která má na své palubě plutoniový generátor elektřiny. Když o tom psala známá americká astronomka V. Trimbleová ve svém výročním přehledu o pokrocích astronomie v r. 2004, konstatovala, že *posílat plutonium na Pluto je stejně pošetilé jako vozit uhlí do Newcastleu*, což lze do češtiny přeložit nejspíš jako nosit sovy do Atén.

1.2. Meziplanetární látka

1.2.1. Planetky

Tento odstavec tradičně zahajuji výčtem „českých a slovenských“ **planetek**, pojmenovaných v r. 2005: (1445) Konkolya, (6234) Sheilawolfman, (8382) Mann, (10577) Jihčesmuzeum, (11163) Milešovka, (11736) Viktorfischl, (16244) Brož, (20187) Janapittichová, (21754) Tvaruzkova, (22450) Nové Hrady, (29824) Kalmančok, (48785) Pitter, (58578) Židek, (58579) Ehrenberg, (61404) Očenášek, (66934) Káralová, (70936) Kámen. Zdůvodnění a další podrobnosti o těchto objektech lze nalézt na obvyklé webové adrese: planetky.astro.cz.

Mezinárodní tým vedený P. Pravcem z Ondřejova uveřejnil obsáhlou studii o planetkách, které nemají definovanou rotační osu, takže se při svém oběhu kolem Slunce převalují a vykazují proto zároveň dvě různé periody světelných křivek. Autoři našli pomocí fotometrie již 13 **převalovačů**, jejichž prototypem je známý křížič (4179) *Toutatis* s periodami převalování 5,4 a 7,35 d, a dále planetka (253) *Mathilde* s periodami 17,4 a 10,4 d. A. Morbidelli aj. vysvětlili pomocí někdejší rezonance 2:1 oběžných dob Saturnu a Jupiteru, proč jsou dráhy těchto obřích planet lehce výstředné (0,06, resp. 0,05) a skloněné k ekliptice (2,5°, resp. 1,3°). Současně se tak dá vysvětlit velký počet zachycených **Trojanů** v Lagrangeových bodech *L4*, *L5* u Jupiteru jakož i *těžké bombardování planet a měsíců sluneční soustavy planetkami* v čase 700 mil. roků po jejím vzniku. K témuž závěru dospěli též H. Levison aj., kteří vysvětlují dnešní poměr oběžných dob Saturnu a Jupiteru 2,5:1 jako důsledek rychlé **rané migrace** obou planet. Jak uvedl T. Sherrill, prvního Trojana u Jupiteru objevil M. Wolf již r. 1906. Do r. 1966 přibýlo dalších 13 Trojanů, ale od té doby nabralo objevování planetek v Lagrangeových bodech soustavy Slunce – Jupiteru rádně na tempo: *koncem r. 2004 bylo známo už 1654 Trojanů!* Naproti tomu Země dosud nemá jediného Trojana a také u Neptunu byl v té době znám pouze jediný Trojan 2001 QR322 o průměru 200 km. Přesto se E. Chiang a Y. Lithwick domnívají, že Neptun by mohl mít o řád více Trojanů než Jupiter, protože stabilita tamějších

drah je velmi vysoká. Také u Marsu by dle výpočtů dynamické stability měly být podle H. Scholla aj. větší Trojané dlouhodobě stabilní, na rozdíl od potenciálních Trojanů Saturnu a Uranu.

Údálostí roku 2005 v planetkové astronomii se zcela jednoznačně stal objev **planetky 2004 MN4 D**. Tholenem aj. 19. června předešlého roku. Dodatečně se totiž ukázalo, že objekt byl zaznamenán také dalekohledem Spacewatch již 15. března 2004. Z těchto pozorování vyplynulo, že se tato planetka může srazit se Zemí v pátek 13. dubna 2029. Nová pozorování z konce roku 2004 pravděpodobnost střetu spíše zvyšovala až téměř na 3% (poprvé byl dosažen stupeň 4 na desetidílné Turínské stupnici rizika impaktu!). Kdyby skutečně došlo k jejímu dopadu na Zemi, uvolnila by se při nárazu kinetická energie kolem 850 Mt TNT, čili asi 60krát větší než při výbuchu Tunguzského meteoritu!

Mimochodem, koncem r. 2004 byla upravena **Turínská stupnice** na barevné zóny: *bílá* (rizikový stupeň 0); *zelená* (stupeň 1: budoucí pozorování obvykle vedou k přeřazení objektu do stupně 0); *žlutá* (stupeň 2 – 4: objekt vyžaduje dohled astronomů, protože riziko srážky přesahuje 1%); *oranžová* (stupeň 5 – 7: riziko srážky vyžaduje pečlivé sledování a zpřesnění dráhy; veřejnost i vlády mají být upozorněny) a *červená* (stupeň 8 – 10: střet je prakticky jistý a povede k lokální až globální katastrofě - varování veřejnosti i vlády je povinné).

Naštěstí se planetka o průměru něco přes 300 m přiblížila koncem ledna 2005 k Zemi natolik, že ji mohl sledovat radar v Arecibu. Tak se parametry dráhy zlepšily natolik, že od té chvíle víme, že planetka, definitivně označená jako **(99942) Apophis**, prosvítí toho dne kolem Země a ve 21:45 h UT se ocitne v minimální vzdálenosti (37 400 800) km od středu Země. Silné slapy Země ji podle D. Scheeres aj. naštěstí neroztrhají; pouze pozmění periodu její rotace ze současných 30,6 h. Podle těchto výpočtů budou moci pozorovat Apophis očima obyvatel Evropy, Afriky i Asie mezi souhvězdími Sextantu a Raka jako svítící zdroj o nepatrném úhlovém průměru maximálně 2", jasnosti až 3,3 mag a úhlové rychlosti pohybu až 42°/h; zhruba v této vzdálenosti obíhají Zemi geostacionární družice.

V srpnu pozoroval radar v Goldstone **křížiče 2005 OE3** o průměru 150 m, který rotuje velmi pomalu s periodou větší než 100 h. Z těchto přesných pozorování bylo možné spočítat všechna jeho přiblížení k Zemi od r. 1462 do r. 2440; do konce intervalu se se Zemí nesrazí. Na přelomu října a listopadu 2005 odhalil radar v Arecibu, že prototyp křížičů (**1862**) **Apollo** má ve vzdálenosti cca 3 km malého průvodce o průměru asi 75 m.

V polovině září 2005 zaparkovala na oběžné dráze ve výšce 20 km u planetky (**25143**) **Itokawa** japonská sonda Hajabusa (Sokol). Hlavním úkolem mělo být vyslat na povrch planetky modul Minerva s kamerami a teploměry a získat vtřelením tantalových kuliček rychlostí 330 m/s do regolitu planetky vyvržený materiál, který měl být posléze přepraven na Zemi. Jednotlivé fáze pokusu však narazily na četné technické problémy a výsledek experimentu je zatím zcela nejistý. Podle T. Müllera aj. rotuje planetka o rozměrech 520×270×230 m v periodě 12 h. Její hmotnost dosahuje 45 Mt a patří k chondritickým planetkám typu Q nebo S. S. Ostro aj. dokázali v Goldstone i v Arecibu získat radarové odrazy od planetky při jejích přiblíženích v r. 2001 a 2004 a odtud odvodili poněkud větší rozměry 594×320×288 m.

J. Richardson aj. a zkoumali následky dopadů planetek na známého obřího křížiče (**433**) **Eros**, na jehož povrchu panuje nepatrná gravitace pouhého promile gravitace na Zemi. Ukázali, že již *balvan o průměru 2 m způsobí na Erotovi globální planetkotřesení* a následkem toho degradují předešlé impaktní krátery do 100 m průměru. Planetka o průměru 1 km už roztřeše i povrchový regolit do hloubky několika desítek metrů, přičemž dochází k jeho grafitizaci. Podle P. Thomase a M. Robinsona impaktní kráter o průměru 7,5 km vymaže seismickou energií, uvolněnou při svém vzniku, ostatní impaktní krátery do průměru 0,5 km na 40% povrchu Erota.

A. Kovačević aj. shrnuli údaje o dobře určených (s přesností na 5%) **hmotnostech planetek** hlavního pásu, které v jednotkách $10^{-10} M_{\odot}$ činí po řadě: Ceres – 4,8; Vesta – 1,2 a Pallas – 1,1. *Nejhmotnější planetka Ceres tedy dosahuje jen 1,3% hmotnosti našeho Měsíce*. P. Thomas aj. využili kamery ACS HST k zobrazení planetky **Ceres**, která je nepatrně zploštělá (487×455 km) a rotuje v periodě 9,075 h. Z toho plyne, že se nachází v hydrostatické rovnováze a při uvedené hmotnosti má střední hustotu 2,1 násobek hustoty vody, takže je zřejmě diferencovaná na kamenné jádro a ledový plášť. Nejhustší (3,4 násobek hustoty vody) planetka Vesta je dokonce diferencovaná na kovové jádro, olivínový plášť a tvrdou kůru, tvořenou regolitem, lávovými výlevy a plutonickými horninami.

F. Marchis aj. objevili v srpnu 2005, že planetka (**87**) **Sylvia** má dva průvodce, nazvané Romulus a Remus. Jejich průměry činí 18 a 7 km a rotační periody 3,7 a 1,4 dne. Oba průvodci obíhají kolem Sylvie po lehce výstředných drahách ve vzdálenostech 710 a 1360 km v periodách 3,6 a 4,0 dnů. Vlastní planetka o rozměrech 380×260×230 km má nízkou střední hustotu 1,2 násobek hustoty vody. Při úhrnné hmotnosti $1,5 \cdot 10^{19}$ kg tak zřejmě představuje porézní hromadu sutě. Tentýž tým objevil pomocí adaptivní optiky na dalekohledech VLT a Keck, že planetka (**121**) **Hermione** o hmotnosti $5 \cdot 10^{18}$ kg má průvodce, jenž obíhá kolem mateřského tělesa po kruhové dráze ve vzdálenosti 770 km v oběžné době 2,6 dne.

Díky spolupráci českých, slovenských, amerických a kanadských astronomů se podařilo v dubnu 2005 odhalit podvojnost planetky (**5905**) **Johnson**. Obě složky kolem sebe obíhají v periodě necelých 22 h a primární kulová složka rotuje v periodě 2,8 h. V říjnu 2005 pak tatáž skupina nalezla dvě různé fotometrické periody 8,5 a 5,8 h (s rozdílnými amplitudami) pro planetku (**3982**) **Kastel**. Není však jasné, zda za to může podvojnost planetky, anebo již citované převalování planetky na dráze kolem Slunce. Do třetice v polovině listopadu 2005 se jim podařilo odhalit podvojnost planetky (**2006**) **Polonskaya** pomocí mělkých zákrytů v oběžné periodě 19 h. Poměr velikostí složek přesahuje 0,22 a jednotlivé složky dvojplanetky rotují v periodách 3,1 a 6,7 h.

S. Tegler aj. změřili pomocí světelného teleskopu VATT rozměry a další parametry Kentaura (**5145**) **Pholus**. Jde o oválné těleso s hlavními rozměry 310×160×150 km a albedu 4%. Odtud vyplývá průměrná hustota jen 50% hustoty vody, čili jde o porézní hromadu sutě. Těleso rotuje v periodě 10 h, takže jeho zploštění odpovídá rychlosti rotace. Povrch během otáčení tělesa nevykazuje žádné barevné změny. V. Jemeljanenko aj. studovali **rozložení periheliů** drah Kentaurů ($5 \div 28$ AU) a odtud odvodili, že velké poloosy jejich drah by měly mít hodnoty nižší než 60 AU. To je však v rozporu se skutečností, že mezi pozorovanými Kentaury je desetkrát více objektů s poloosami vyššími než 60 AU, než kolik je Kentaurů pod touto hranicí. Odtud autoři usuzují, že existuje *přídavný zdroj Kentaurů přímo v Oortově oblaku komet* a pozorování Kentaurů jsou směsí obou populací.

V červenci 2005 se poprvé podařilo určit základní dráhové parametry tří jasných transneptunských objektů, 2003 EL61 a UB313 a 2005 FY9, a to na základě sledování kamerou QUEST na Mt. Palomaru. Největším z těchto objektů je zřejmě planeta **2003 UB313**, pozorovaná v rekordní vzdálenosti 97 AU od Slunce M. Brownem aj. (v této vzdálenosti se pohybuje v současné době sonda Voyager 1), tedy v blízkosti odsluní! Přesto její jasnost dosahuje 19 mag, čemuž odpovídá absolutní hvězdná velikost $H = -1,1$ (pro srovnání Pluto má $H = -1,0$), takže za předpokladu stejného albeda by mělo jít o těleso větší než Pluto s teplotou asi 30 K na straně přivrácené ke Slunci. Díky této mimořádné jasnosti je v září 2005 zaznamenal M. Lehký na hvězdárně v Hradci Králové 0,4 m reflektorem ve spojení s kamerou ST7 při třech 90 s expozicích, což je výkon před érou polovodičových matic CCD naprosto neslýchaný. Objekt UB313 projde přísluním ve vzdálenosti 38 AU od Slunce až v lednu 2257, tj. jeho oběžná doba činí plných 557 let při výstřednosti 0,44. Nápadný je také jeho sklon k ekliptice, dosahující 44°. V říjnu 2005 ohlásili M. Brown aj. objev průvodce UB313 24 mag v úhlové vzdálenosti 0,5" od hlavního tělesa. Odtud lze odhadnout průměry obou těles na 2 700 a 270 km. Objev dává dobrou naději, že se podaří určit hmotnost celé soustavy během několika málo roků.

Také objekt **2003 EL61** je nyní velmi daleko od Slunce, protože přísluním ve vzdálenosti 35 AU projde teprve v prosinci 2133 při oběžné době 285 let. Má rovněž značnou výstřednost 0,19 a sklon 28° a rychle rotuje v periodě 3,9 h. Jelikož je dle M. Browna aj. doprovázen družicí ve vzdálenosti 50 tis. km a s oběžnou dobou 49 d, lze odtud určit hmotnost soustavy na necelou třetinu hmotnosti soustavy Pluto-Charon. Tým M. Browna oznámil navíc počátkem prosince 2005 objev druhé družice planety EL61, která obíhá ve vzdálenosti 39 tis. km v periodě 34 d. Její kruhová dráha je však skloněna ke dráze první družice pod úhlem 40°! (Kolem samotného objevu planety 2003 EL61 se strhla v září 2005 mediální přestřelka mezi nezávislymi objeviteli M. Brownem aj. a J. Ortizem aj., když první tým obvinil druhý, že mu z interní webové stránky přečetl nepublikovaná data. Jak patrně, vzdálená drobná tělesa sluneční soustavy jsou toho času opravdu vysoko v kurzu, když to objevitelům stojí za takové invektivy.) Konečně planeta **2005 FY9** projde přísluním ve vzdálenosti 39 AU v září 2130 při oběžné době 309 let, výstřednosti dráhy 0,15 a sklonu 28°. Její průměr se odhaduje na 1 800 km.

Naproti tomu již dříve objevená planeta (**20000**) **Varuna** obíhá po lehce protáhlé ($e = 0,05$) dráze ve střední vzdálenosti 43 AU při sklonu 17° a oběžné době 283 let. Těleso je však výrazně zploštělé s poměrem hlavní a vedlejší osy 1,5 díky rychlé rotaci v periodě 6,3 h, neboť při střední hustotě rovné hustotě vody jde zajisté opět o hromadu sutě. Nejvzdálenějším objektem, předběžně přiřazeným do pásma TNO, je planeta (**90377**) **Sedna** (= **2003 VB12**) s velkou poloosou dráhy 501 AU (!) a oběžnou periodou 10,5 tis. roků. Přísluním ve vzdálenosti 76 AU projde v r. 2075. V současné době je vzdálena 89 AU od Slunce. B. Scott Gaudi aj. odhadli její rotační periodu na 10 h. M. Barucci aj. využili souběžně dvou teleskopů VLT v optické a blízké infračervené oblasti k vícebarevné fotometrii Sedny, která má v pásmu $V = 21,3$ mag. Při albedu 15% však jeho $H = 1,8$ a její průměr dosahuje 1 500 km, tj. je větší než Charon. Podle autorů však svými barvami docela připomíná Neptunovu družici Triton, neboť je pokryta ledem dusíku a metanu. C. Trujillo aj. odhadli, že nanejvýš 60% povrchu Sedny pokrývá led metanu. Titíž autoři podobně zkoumali i planetku (**90482**) **Orcus** (= **2004 DW**), kde méně než polovinu povrchu pokrývá vodní led.

*Počet objevených těles v transneptunském (Edgeworthově-Kuiperově) pásu (dále jen TNO) přesáhl v r. 2005 tisícovku, ale úhrnná hmotnost těchto těles bude asi o řád nižší, než se zprvu očekávalo, protože z měření albeda jejich povrchu pomocí infračerveného Spitzerova teleskopu vyplývá, že jde v průměru o dosti světlá tělesa s odrazivostí 12%. Planeta (**55565**) = **2002 AW197** má podle D. Cruikshanka aj. zatím nejvyšší změřené albedo 17%, takže je téměř určitě pokryta vodním ledem. Obíhá kolem Slunce po dráze o velké poloose 47,5 AU, výstřednosti 0,13 a sklonu 24°. Odtud vyplývá její lineární průměr 700 km.*

S. Astakhov aj. zjistili, že asi 10% TNO jsou páry s poměrem hmotností složek blízkým 1, ale s velmi výstřednými oběžnými drahami vůči těžišti soustavy. Těmito vlastnostmi se liší od křížičů i od planetek hlavního pásma. Autoři ukázali, že původně *gravitačně slabě vázané dvojice těles se na periférii planetární soustavy sblíží díky slunečním slapům*. Následná těsná setkání s třetími tělesy o nevelké hmotnosti svazují původní pár čím dál tím těsněji, čímž lze vysvětlit jak četnost párů tak i jejich protáhlé dráhy. Jak uvedli M. Brown aj., průměrná hmotnost objevených TNO se pohybuje kolem 4.10^{19} kg a jejich hlavní průvodci mají dráhy v rozmezí výstředností 0,3–0,8 a s periodami 7–900 dnů.

H. Kobajaši aj. odhadli na základě numerických simulací celkovou **hmotnost těles TNO** na 10% hmotnosti Země, což je padesátkrát méně, než by se dalo čekat z odhadované hmotnosti sluneční pramlhoviny. Jelikož v tomto pásu se nacházejí minimálně *dvě různé populace těles* („horká“ složka s velkými sklony a „chladná“ složka s malými sklony drah k ekliptice), autoři soudí, že za tento deficit je odpovědné těsné setkání s cizí hvězdou v rané fázi vývoje sluneční soustavy. Pokud podle simulací hvězda proletěla ve vzdálenosti 90 AU od Slunce ve sklonu 60° k ekliptice, vyvolala gravitačními poruchami migraci perihelů těles z Oortova oblaku směrem ke Slunci, přičemž se většina materiálu ze sluneční soustavy poztrácela a zbytek vytvořil dnešní horkou složku pásu TNO.

W. Altenhoff aj. využili faktu, že mezi TNO je tolik dvojic, k odhadu průměrné **hustoty těles TNO** na pouhých 20% hustoty vody, což dosti dobře odpovídá hustotě jádra Halleyovy komety (29%) Pokud by byl tento odhad správný, dosáhla by celková hmotnost planetek TNO jen 10^{23} kg, tj. necelá 2% hmotnosti Země.

1.2.2. Komety

Počátek r. 2005 byl ve znamení komety **C/2004 Q2 Machholz**, která byla od konce r. 2004 již viditelná očima a kolem Tří králů 2005 navíc procházela v blízkosti Plejád, takže se stala vděčným objektem pro půvabné snímky. V té době vykazovala vějířový prachový chvost a ze změny směru výtrysků se zdařilo určit rotaci jádra v periodě 0,4 d. Největší jasnosti 3,4 mag dosáhla 9. ledna. Očima byla pozorovatelná až do poloviny března.

Dne 19. května 2005 byla objevena kometa 19 mag **C/2005 K2 LINEAR**, z níž se dle Z. Sekaniny již koncem dubna oddělil rychlostí menší než 1 m/s průvodce, který však brzy zanikl. Jádro komety se znovu zjasnilo 9. června na 9 mag a vzápětí se rozpadlo na dvě složky. Kometa prošla přísluním koncem června 2005 ve vzdálenosti 0,7 AU od Slunce při lehce retrográdním sklonu dráhy 94°.

Největší událostí roku v kometární astronomii se ovšem stal experiment **Deep Impact** (*Drtivý dopad*), při němž na protáhlé (14×4×4 km) jádro periodické komety 9P/Tempel 1 narazil 4. července 2005 rychlostí 10 km/s pod úhlem 25° k povrchu měděný projektil jako nestvůrné „geologické kladivo“ o hmotnosti 370 kg s kinetickou energií 20 GJ. Vyvolalo tak rychlé zjasnění vnitřní komy o více než 2 mag, které dosáhlo maxima asi 15 min. po srážce. Sonda ROSETTA zaznamenala až sedminásobné zjasnění velmi jemného prachu kolem jádra v první půlhodině po impaktu, které přetrvávalo alespoň 8 h. Prachová obálka se rozpínala rychlostí až 250 m/s. Zjasnění komy o čtvrtinu během 2 h pozoroval také infračervený teleskop SST v pásmu 5÷35 μm a HST, jenž zaznamenal největší rozsah zjasnění až téměř 5 h po dopadu projektilu. Zpracování pozorovací kampaně probíhalo velmi rychle a již v říjnu 2005 byla publikována první série vědeckých prací, věnovaných výsledkům tohoto odvážného a přitom zcela zdařilého pokusu. Podle M. A. Hearn a j. byly na povrchu jádra komety zaznamenány četné impaktní krátery i příznaky mladého i starého terénu, svědčící o geologické aktivitě v nitru, kde se zřejmě dosud nacházejí také organické látky. Podle M. Küpperse a j. se při nárazu uvolnilo 4 500 t vody, ale energie nárazu zdaleka nestačila na její vypaření.

M. Micheli našel shodu drah zaniklé komety D/1819 W1 Blanpain s planetkou **2003 WY25**, která proletěla v polovině prosince 2003 ve vzdálenosti necelé 4 mil. km od Země. Navzdory velké blízkosti se však stále jevila jen jako svítící bod. Její dráhové parametry: $a = 3,1$ AU; $e = 0,7$; $i = 9^\circ$; $q = 1,0$ AU; oběžná doba 5,4 r; se však velmi dobře shodují jednak s drahou komety Blanpain a jednak s parametry nečekaného meteorického roje **Phoenicid**, který byl v činnosti 5. prosince 1956 a dosáhl maxima 300 met/h.

P. Gronkowski přišel s novým vysvětlením pro výbuchy periodické komety **29P/Schwassmann-Wachmann 1**, která se pohybuje po téměř kruhové dráze ve vzdálenosti 6 AU od Slunce a přitom jeví jednou až dvakrát ročně nápadná zjasnění z klidové jasnosti 18 mag až o 8 mag! To odpovídá výbuchům s uvolněnou energií až 1 TJ, čili náhlé ztrátě až 1 Mt látky. Autor soudí, že za tyto výbuchy může kombinace rotace velkého jádra komety a polohy dráhy komety na okraji zóny krystalizace vodního ledu ve sluneční soustavě. *Teplotní vodivost v krystalickém ledu je totiž o několik řádů vyšší než u amorfního ledu* a fázový přechod mezi oběma stavy ledu vyvolává zmíněné výbuchy.

Koncem října 2005 se podařilo znovunalezt periodickou kometu **73P/Schwassmann-Wachmann 3** jako objekt 19 mag, který se předběhl o 10 h proti předpovědi. Přísluním pak prošla 6. června 2006 s parametry oběžné dráhy: $a = 3,1$ AU; $e = 0,7$; $i = 11^\circ$; $q = 0,9$ AU a periodou 5,8 r. Jádro komety bylo již dříve rozštěpeno na 3 složky, z nichž se podařilo dohledat složku C, která pak v květnu 2006 prošla ve vzdálenosti jen 12 mil. km od Země.

J. Harmon a M. Nolan zpracovali radarová pozorování periodické komety **2P/Encke** během jejího přiblížení k Zemi v listopadu 2003. Kometa tehdy proletěla v minimální vzdálenosti 40 mil. km od Země, takže se stala cílem radarového zkoumání na observatoři Arecibo již podruhé jako zatím jediná kometa sluneční soustavy – poprvé se to zdařilo v listopadu 1980, kdy však byla o 9 mil. km dále. Tak se potvrdilo, že její jádro je oválné s nejdelší osou dlouhou 9 km, a že rotuje v periodě 11 h. Hustota povrchového regolitu kolísá od 0,5 do 1,0 násobku hustoty vody. V téže době sledovala kometu též družice Chandra, která dle C. Lisseho a j. získala rentgenové čárové spektrum komety s emisemi jader C, O, N a Ne na sluneční straně komy, na níž naráží sluneční vítr rychlostí až 600 km/s.

D. Jewitt upozornil na výskyt tzv. **spících komet**, jejichž prototypem je planetka (5335) Damocles, objevená v r. 1991. Jde vesměs o neaktivní členy rodiny Halleyovy komety a v současné době je známo již tucet členů rodiny. Spící komety mají poloměry 2–70 km, ale s mediánem pouhých 8 km. Vyznačují se tmavým povrchem s albedem 4%, což je dáno vysokým zastoupením uhlíkatých sloučenin v jejich regolitu.

T. Hoffman a B. Marsden připomněli historii komet, které svými drahami „olizují“ Slunce. První těleso, patřící do této pozoruhodné třídy komet, bylo pozorováno od února do dubna 1843 a je známo jako **Velká březnová kometa 1843** (formálně označená jako C/1843 D1 nebo 1843 I). Proletěla přísluním 27. února ve vzdálenosti pouhých 830 tis. km od Slunce a byla v té době viditelná očima i ve dne v úhlové vzdálenosti jen 1° od slunečního kotouče! Velká poloosa její retrogradní dráhy dosahuje 64 AU a v odsunutí se vzdaluje na 129 AU, takže její oběžná doba činí více než 500 roků. Jak se později ukázalo, patří do proslulé *Kreutzovy rodiny komet*, která podle Marsdena vznikla rozpadem obří komety o průměru jádra cca 100 km při jejím průletu přísluním v r. 372 BC. Rozpad této jasné komety na dvě části totiž zaznamenal soudobý řecký astronom Ephorus.

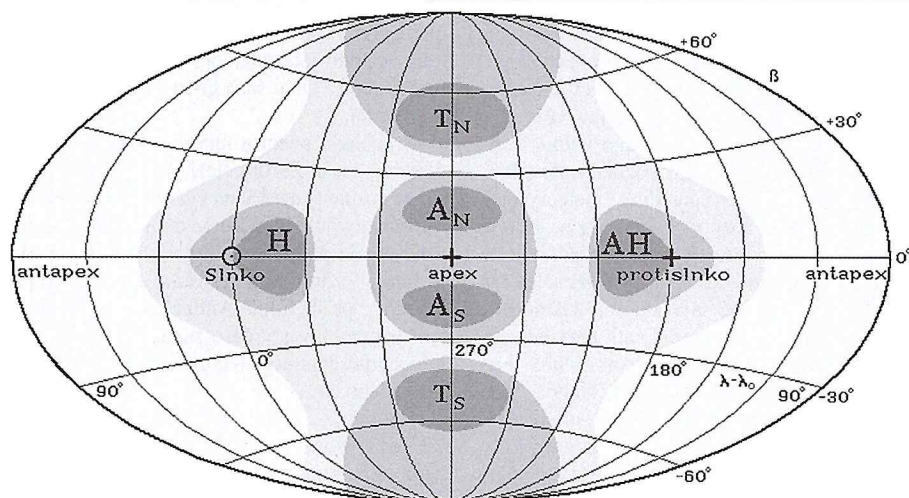
Do této rodiny patří též kometa C/1882 R1, známá jako **Velká zářijová kometa 1882** a další jasná kometa **Ikeya-Seki C/1965 S1**, rovněž viditelná očima ve dne. Naprostý převrat ve zkoumání *Kreutzovy rodiny* komet však přinesla až sluneční družice SOHO, která 5. srpna 2005 našla již tisíce komet, lízající Slunce. Valná část z první tisícovky patří do *Kreutzovy rodiny*, která se dále štěpí na nové podsložky, jak ukázal Z. Sekanina. Mimochodem, *při hledání těchto komet sehráli nenahraditelnou úlohu astronomové amatéři*, kteří pečlivě prohlížejí snímky z koronografu LASCO na webových stránkách družice SOHO a v pohodlí na obrazovkách svých počítačů objevují často velmi nepatrné komety, které jsou spíše shluky drobných částic slabě držících pohromadě a ničených Sluncem v přísluní.

D. Hutsemekers a j. zkoumali **zastoupení izotopů** $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ a $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ jak v kometách Jupiterovy rodiny tak v těch, jež pocházejí z Oortova oblaku komet. Zjistili, že tyto poměry jsou v obou skupinách tytéž, což je jistým překvapením protože komety Jupiterovy rodiny mají svůj původ v dalekém Edgeworthově-Kuiperově pásu, zatímco komety Oortova mračna vznikaly paradoxně mnohem blíže, ve vzdálenostech 5–30 AU od Slunce. P. Francis studoval rozložení perihelů dlouhoperiodických komet v souvislosti s jejich absolutní hvězdnou velikostí. Především ukázal, že *tok komet vnitřní částí sluneční soustavy je menší*, než se dosud uvádělo, protože počet komet se slabšími absolutními magnitudami dostatečně neroste. Rovněž tak neroste počet komet s delšími perihely. To tedy znamená, že **Oortův oblak** komet obsahuje jen asi 500 mld. komet do $H = 17$ mag a jen 200 mld. komet do $H = 11$ mag. Jeho úhrnná hmotnost dosahuje nanejvýš 40 M_{\oplus} , ale spíše až o řád méně. To tedy znamená, že i ty *nejmenší komety z Oortova oblaku se třetí do Země nanejvýše jednou za 40 mil. roků*, a že *prostorová hustota interstelárních komet je zanedbatelná*. Největší kometární jádra mají hmotnosti řádu 1 Tt, ale průměrné hmotnosti se pohybují kolem 50 Gt. Lze však očekávat, že tyto statistiky budou brzy překonány díky chystaným zevrubným přehlídkám oblohy, které proběhnou během nejbližších deseti let.

každoročne približne v tom istom dátume. Dátum nie celkom presne popisuje polohu Zeme na dráhe okolo Slnka, lebo podlieha zaokrúhľovaniu necelodennej obežnej doby Zeme, ktorá sa podľa známych zásad kompenzuje prístupnými rokmi. Maximálny rojov preto vzhľadom na kalendárny dátum nastávajú asi o štvrtinu dňa neskôr ako v predošlý rok a po pridaní dňa v priestupnom roku nastanú opäť približne o 18 hodín skôr.

Ako s prvým z rojov v roku sa stretávame s Kvadrantidami s maximom okolo 3. januára, no s trvaním len niekoľko hodín. Kvadrantidy súvisia s kométou 96P/Machholz 1 a názov dostali podľa dnes už neexistujúceho súhvezdia Quadrans Muralis. Pozorovanie je optimálne v druhej polovici noci, keď sa radiant dostáva vysoko nad obzor, no krátka doba aktivity spôsobuje, že maximum v tejto časti dňa nastane v priemere len raz za 4 roky. Ďalším rojom sú Lyridy pozorovateľné okolo 22. apríla, tiež s krátkym trvaním a nepravidelne aj vysokými frekvenciami počas krátkeho maxima. Okolo 10. mája Zem prechádza okolo zostupného uzla dráhy kométy Halley a tu stretáva jej meteorický roj Eta Akvaridy. Zem sa však s inou vetvou roja patriaceho kométe Halley stretáva aj okolo 22. októbra pri výstupnom uzle dráhy. Tento meteorický roj nazývame Orionidy. Hádám najznámejším aj najpozorovanejším rojom sú Perzeidy, ktoré majú maximum okolo 11. augusta. Súvisia s kométou Swift-Tuttle, ktorá má obežnú dobu asi 120 rokov. Po návrate kométy do perihélia v roku 1982 bolo po viacerých rokoch pozorované druhé výrazné maximum niekoľko hodín pred „klasickým“, ktoré bolo vyvolané prísunom nových častíc do roja. Drakonidy majú materskú kométu 21P/Giacobini – Zinner s obežnou dobou 6,6 roka. Roj je rozvinutý len do podoby oblaku a Zem ním prechádza iba ojedinele. Stalo sa tak v rokoch 1933 a 1946, keď aktivita dosahovala úroveň meteorického dažďa. V rokoch 1952 a 1985 dosahovala hodnotu okolo 200 meteorov za hodinu a v ostatných rokoch bola aktivita väčšinou nulová. Počas októbra a novembra je možné pozorovať Tauridy. Tauridy majú dve vetvy, a to severnú a južnú. Dlhé trvanie bez výrazného maxima prináša veľmi malú aktivitu len niekoľko meteorov za hodinu, no občas sa medzi nimi vyskytujú bolidy. Tauridy súvisia s kométou 2P/Encke. Leonidy sú ďalším rojom, ktorého aktivita dokáže ústíť do obrovských meteorických dažďov. Ich materskou kométou je 55P/Tempel-Tuttle. Maximum nastáva okolo 18. novembra. Nepravidelné, veľmi vysoké aktivity súvisia s návratom kométy do perihélia s periódou 33 rokov. Napríklad v roku 1966 dosiahla ich aktivita v maxime hodnotu viac ako 100 000 meteorov za hodinu. Obdobie veľmi vysokej aktivity nastalo aj v rokoch 1998 až 2002. Napokon okolo 14. decembra majú maximum Geminidy, ktoré vykazujú výrazné maximum s množstvom jasných meteorov. Ich materským telesom je planétka 3200 Phaeton.

Materskými telesami sú teda väčšinou kométy, ktoré sú pravdepodobne aj pôvodcom väčšiny sporadických meteorov. Súvis mnohých rojov a ich komét je nevyvrátený, no u niektorých rojov je pravdepodobné materské teleso určené len na základe podobnosti dráh. Súvis Geminíd



Obr. 3 Rozdelenie radiantov sporadických meteorov na oblohe.

s planétkou je istý, skôr je problémom, ako takéto teleso mohlo vytvoriť meteorický roj. Nevie, či teleso bolo v minulosti aktívne ako kométa, alebo roj vznikol rozpadom telesa v dôsledku slapových síl, alebo sa častice z neho uvoľnili nejakým zrážkovým procesom.

Radianty meteorických rojov

Hlavným kritériom pri určovaní príslušnosti meteorov k meteorickému roju počas pozorovania je miesto na oblohe, z ktorého meteory zdanlivo vyletujú. Oblasť sa nazýva radiant a meteorické roje väčšinou dostávajú názov podľa súhvezdia, v ktorom sa počas maxima ich činnosti táto oblasť nachádza. To, že meteory daného roja sa akoby lúčovite od tohto miesta rozprestierajú po oblohe, je dôsledok perspektívy pozorovania približne rovnobežných trajektórií meteorických telies.

Smer k radiantu však nie je smerom, z ktorého k nám meteoroidy prichádzajú. Pozorovaný smer je daný vektorovým súčtom pohybov meteoroidu a Zeme. Meteoroidy, ktoré stretávame čelne, majú preto oveľa väčšiu geocentrickú rýchlosť ako tie, ktoré Zem dobiehajú. Na atmosférickú dráhu meteoroidu v menšej miere vplyva aj pohyb atmosféry v dôsledku rotácie Zeme a zmena pôvodného smeru pohybu meteoroidu gravitačným zrýchlením Zeme. Dráhová rýchlosť Zeme je asi 30 km/s a maximálna rýchlosť meteoroidu (ak je telesom Slnčnej sústavy) je rovná únikovej rýchlosti od Slnka, ktorá je vo vzdialenosti Zeme asi 42 km/s. Maximálna hodnota geocentrickej rýchlosti tak môže nadobudnúť hodnotu 72 km/s a pri uvážení zrýchlenia Zemou dosiahne hodnotu 72,9 km/s. Minimálnu rýchlosť v atmosfére Zeme majú meteoroidy, ktoré majú rýchlosť vzhľadom na Zem blízku nule. Zem ich gravitačne zrýchli tak, že do atmosféry vstupujú rýchlosťou 11,2 km/s. Táto hodnota je číselne rovná únikovej rýchlosti z gravitačného poľa Zeme.

Radiant nie je bod, ale plocha majúca na oblohe rozmer väčšinou 5 – 10 stupňov. Spôsobuje to rozptyl smerov pohybu jednotlivých častíc roja v dôsledku ich nerovnakých dráh, ako bolo uvedené vyššie. Poloha radiantu nie je počas celého obdobia aktivity stála. Zmenu polohy nazývame denný pohyb radiantu a u väčšiny rojov sa prejavuje narastaním ekliptikálnej dĺžky radiantu

o hodnotu asi 1 stupeň za deň. Hlavnou príčinou je obchod Zeme okolo Slnka, lebo sa pomaly mení smer jej pohybu oproti smeru, z ktorého meteoroidy prichádzajú. Rovníkové súradnice radiantov sa menia v rektascenzii aj v deklinácii, navyše pre jednotlivé roje odlišne v závislosti od oblasti oblohy, kde sa radiant nachádza. Polohu radiantu meteorického roja preto často opisujeme rovníkovými súradnicami počas maxima a jeho denným pohybom v rektascenzii a v deklinácii. U niektorých rojov sa počas aktivity prejaví aj zmena smeru príchodu meteoroidov a prípadné nehomogenity v roji spôsobujú nerovnomerné zmeny polohy radiantu v čase, a tak sa poloha radiantu často udáva tabuľkou pre vybrané dátumy. Rozloženie radiantov vybraných meteorických rojov na oblohe je na obrázku 2.

Okrem vyššie uvedených meteorických rojov poznáme množstvo ďalších menej výrazných. Sú aj roje, ktorých radiant sa u nás nedostáva nad obzor, a tak ich aktivita je pozorovateľná len z južnej pologule. Radianty niektorých rojov vychádzajú nad obzor len cez deň. Sú to tzv. denné roje a pozorujú sa len rádiovými metódami.

Sporadické meteory

Meteory, ktoré nepatria k žiadnemu zo známych meteorických rojov, nazývame sporadické meteory. Pozorujeme ich počas celého roka a zdanlivo k nám prichádzajú z rôznych častí oblohy. Ich počet je taký nízky, že väčšinou pozorujeme len niekoľko úkazov za hodinu. Počty sú v čase premenlivé. Známa je denná a ročná variácia toku sporadických meteorov. Denná variácia sa prejavuje tým, že pred svitom pozorujeme viac meteorov ako večer. Skutočnosť je daná tým, že v ranných hodinách pozorujeme oblasť okolo apexu Zeme. Apex je bod na oblohe, do ktorého zdanlivo smeruje Zem pri svojom obehu okolo Slnka. Tento bod leží na ekliptike približne 90° západne od Slnka. Pozorujeme preto meteoroidy pohybujúce sa oproti Zemi. Vzájomná rýchlosť meteoroidu a Zeme potom dosahuje vysokú hodnotu. Keďže kinetická energia narastá s druhou mocninou rýchlosti, aj žiarenie pri zániku je nad ráno významne vyššie ako večer, keď pozorujeme telesá, ktoré Zem dobiehajú. V konečnom dôsledku vysoká rýchlosť spôsobí väčší počet pozorovaných meteorov v druhej polovici noci. Ročná variácia tiež súvisí

s polohou apexu na oblohe. Apex sa na oblohe dostáva najvyššie nad obzor na jeseň, čo sa prejaví na zvýšení aktivity sporadických meteorov v tomto období. Apex Zeme sa javí ako zdroj sporadických meteorov, teda ako veľmi široký radiant. Podobných zdrojov poznáme niekoľko.

Predpokladá sa, že sporadické meteority majú pôvod v starých rozptýlených rojoch, ktorých meteority už nemožno jednoznačne priradiť k nejakému materskému telesu alebo ich začleniť do nejakej skupiny. Vie sa však, že vzhľadom na smer k Slnku nie sú ich radianty distribuované rovnomerne do všetkých smerov oblohy. Najvýznamnejší je apexový zdroj A. Najmä vďaka radarovým pozorovaniam bolo objavených niekoľko ďalších oblastí. Sú to helionový zdroj H, antihelionový zdroj A_H , severný a južný toroidálny zdroj (T_N , T_S). Schematické rozdelenie zdrojov na oblohe je na obrázku 3.

Apexový zdroj vzniká ako dôsledok skladania pohybu Zeme a meteoroidov tak, ako bolo uvedené vyššie. Tvoria ho meteoroidy majúce retrográdne dráhy s malým sklonom k ekliptike. Apexový zdroj má dve rozlíšiteľné koncentrácie nad a pod ekliptikou, a preto sa delí na severný a južný apexový zdroj A_N a A_S . Rozdelenie je dané menším počtom telies majúcich dráhy v rovine ekliptiky, čo je spôsobené dlhodobým rušivým pôsobením planét na dráhy meteoroidov. Apexový zdroj vychádza po polnoci miestneho času, a tak meteority z neho pozorujeme len v druhej polovici noci. Vyznačujú sa veľkými uhlovými rýchlosťami.

Najmenej meteorov pozorujeme z oblasti antapexu, teda protibodu apexu, z ktorého prichádza Zem.

Helionový zdroj tvoria telesá s dráhami malých sklonov a veľkých excentricít, ktorých perihéliá ležia blízko pri Slnku a tieto telesá už prešli

perihéliom. Tento zdroj je na oblohe len počas dňa, a preto jeho meteority nie sú vizuálne pozorovateľné. Dajú sa registrovať len rádiovými metódami.

Z pohľadu pozorovania je významný antihelionový zdroj. Zdroj neleží presne v protislnku, ale je posunutý asi 15° na východ. Tento posun je spôsobený pohybom Zeme okolo Slnka. Meteoroidy majú podobné dráhy ako tie, čo generujú helionový zdroj, no stretávame ich pred ich prechodom perihéliom. Antihelionový zdroj vychádza približne v čase západu Slnka a je na oblohe po celú noc. Kulminuje okolo 1 hodiny miestneho času.

Helionový a antihelionový zdroj je tvorený veľmi širokým a početným difúznym prúdom meteoroidov, ktorý by mohol mať súvis s kométou Encke, prípadne s inou veľkou kométou, ktorá v minulosti navštívila vnútornú Slnčnú sústavu a kométa Encke by mohla byť jej fragmentom.

Najmenej preskúmané sú severný a južný toroidálny zdroj. Tvoria ho meteoroidy majúce dráhy s malými excentricitami a veľkými sklonmi k ekliptike.

Antihelionový zdroj počas roka na oblohe postupne prechádza všetkými ekliptikálnymi súhvezdiami a polohou sa prekrýva s radiantmi mnohých rojov. Na obrázku 2 je zobrazený ako pás v strede a jeho polohy počas roka sú opísané v dolnej časti obrázku. Meteorické roje, ktorých radianty sa prelínajú s antihelionovým zdrojom, majú poväčšine veľmi málo meteorov a na základe vizuálneho pozorovania je len veľmi ťažké ich aktivitu spoľahlivo odlíšiť od sporadického pozadia tohto zdroja. IMO preto z pracovného zoznamu meteorických rojov v tomto roku vyradilo roje δ Cancri, Virginidy, Sagitaridy, ι Akvaridy, Piscidy a χ Orionidy. Týmto meteorickým rojom je pri pozorovaní priradený

vyšší tok meteorov ako je skutočný a pozorovanie sa stáva zdrojom skreslených informácií o ich aktivite. Výskum takýchto rojov je potrebné robiť objektívnymi metódami, napríklad televíznymi dvojstaničnými pozorovaniami, kde na základe určenia dráh v Slnčnej sústave je možné jednoznačnejšie posúdiť príslušnosť meteoru k niektorému zo zdrojov. Radianty v okolí antihelionového zdroja majú aj ďalšie roje, ako napríklad δ Akvaridy, α Kaprikornidy a Tauridy. Tieto roje sú svojím prejavom dostatočne výrazné na to, aby sa dali od pozadia odlíšiť.

Milióny komét, ktoré sa dostali do vnútra Slnčnej sústavy počas jej existencie, zanechali po sebe milióny meteorických prúdov, ktoré počas tohto dlhého obdobia prešli rôznym vývojom a vytvorili tak zložitý komplex dráh meteoroidov. Z tohto komplexu poznáme len veľmi malú časť, konkrétne len blízke okolie dráhy Zeme okolo Slnka. Prúdy, s ktorými sa Zem nestretáva, zatiaľ nie je možné zmapovať. Ostávajú tak nepoznané a predstavujú určité riziko pre kozmické lety. Pozorovanie známych rojov umožňuje získať určitú predstavu o hustote meteorických častíc aj v iných oblastiach Slnčnej sústavy, a tak sa vie, že pravdepodobnosť zrážky sondy a väčšieho meteoroidu nie je veľká. Napriek tomu treba v monitorovaní aktivity meteorických rojov nepretržite pokračovať. Veľmi potrebné by bolo venovať viac pozornosti aj obdobiam mimo aktivity významných rojov. Zem sa kedykoľvek môže stretnúť s prúdom či oblakom meteoroidov, o ktorom sme doposiaľ nevedeli a bez pozorovania sa o ňom ani nedozvieme.

Viac informácií o meteorických rojoch poskytuje nová verzia programu MetShow, ktorá je voľne prístupná na stránke Hvezdárne v Banskej Bystrici s adresou www.khbb.sk.

PETER ZIMNIKOVAL

Co přinesla trnitá cesta japonské sondy Nozomi k Marsu?

„Někdy může přínos poutí plné překážek nahradit svým významem i nedosažený cíl.“

Právě dokončuji článek rozebírající nebezpečí kosmického záření pro kosmonauty i automatické průzkumníky. Obrovským rizikem jsou hlavně pro meziplanetární lety velké sluneční erupce, při kterých je do kosmického prostoru vyvrženo velké množství protonů s vysokou energií a intenzita kosmického záření vzrůstá o mnoho řádů. Přitom jsem si vzpomněl na první japonskou kosmickou výpravu k planetě Mars. Jednalo se o sondu s původním názvem Planet B, která posléze dostala jméno Nozomi (česky Naděje). Jednou z hlavních příčin, které způsobily, že se nakonec nedostala na oběžnou dráhu okolo Marsu a nesplnila své hlavní úkoly, byla právě velmi

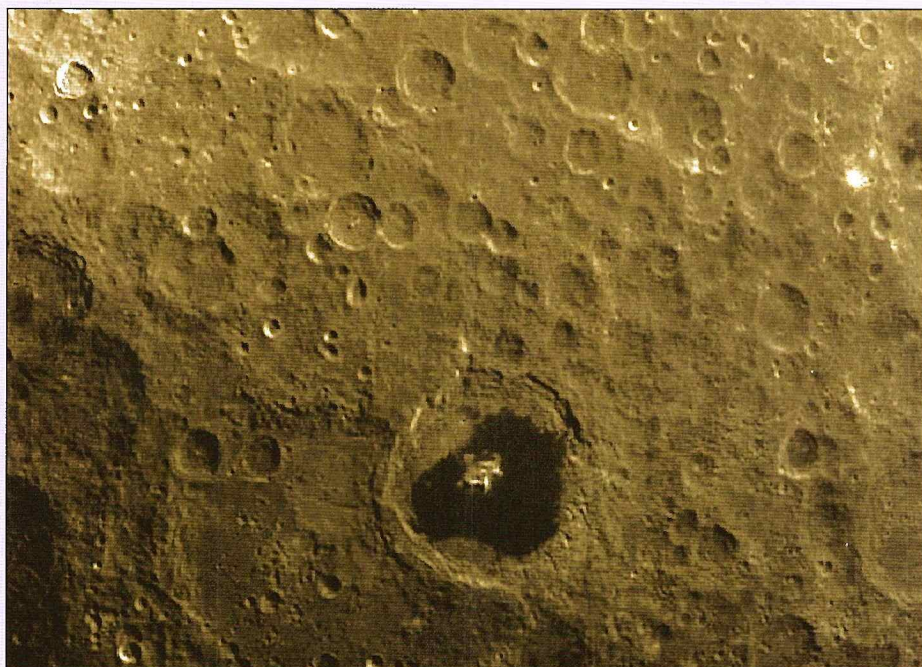


Příprava sondy Nozomi ke startu.

silná sluneční erupce. Ta narušila elektronický systém sondy. Jak už bylo řečeno, sonda se na oběžnou dráhu okolo Marsu nedostala, ale přesto představuje zajímavý milník ve výzkumu Sluneční soustavy.

Sonda Nozomi startovala 4. července roku 1998. Byla určena k výzkumu horní vrstvy atmosféry Marsu a její interakci se slunečním větrem. Dalším úkolem bylo testování nových technologií určených pro meziplanetární lety. Byla tak vybavena přístroji pro měření struktury, složení a pohybu ionosféry, účinky slunečního větru, úniku části atmosféry, magnetické pole Marsu i slunečního větru a prachu v jeho horní atmosféře.

Nozomi měla už od začátku velké problémy. Původně měla dosáhnout Marsu v říjnu roku 1999. Nejdříve se v pořádku dostala na protáhlou dráhu okolo Země a využíla několik průletů kolem Měsíce pro získávání větší rychlosti. Pak se měla pomocí raketových motorů vydat na dráhu k Marsu. Ovšem porucha motoru, konkrétně závada na palivovém ventilu, způsobila, že se nedostala na správnou dráhu. Navíc se spotřebovalo daleko více paliva, než se předpokládalo. Pracovníci, kteří řídili let sondy, našli řešení této situace. Nově navržená dráha byla přímo mistrovské dílo vesmírné navigace. Sonda musela vykonat několik průletů kolem Země a cesta se



Snímek kráteru Tsiolkovskij, který pořídila sonda Nozomi.

(Zdroj ISAS JAXA)

tak o čtyři roky protáhla a připomínala pouť ze starořeckých bájí. K Marsu se nakonec sonda dostala až v prosinci 2003.

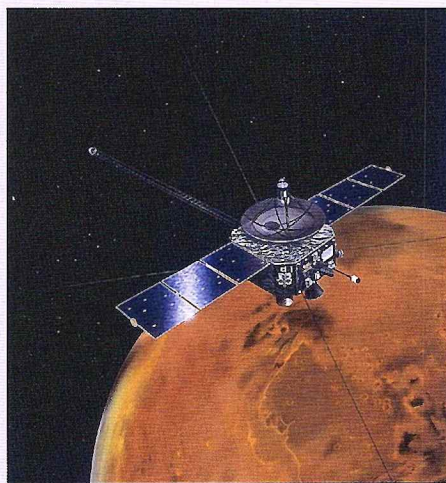
Další velký problém způsobila už zmíněná velká erupce na Slunci. Nastala 21. dubna 2002 a její vysokoenergetické částice vyřadily napájecí systém sondy. (Není sice úplně vyloučeno, že časová shoda v zasažení sondy částicemi z erupce a vznik poruchy byl náhodný, ale je to velmi nepravděpodobné.) Na přechodnou dobu byl vyřazen z činnosti hlavní komunikační systém, záložní našťestí zůstal v provozu a byl využit pro uvedení palubní aparatury do vyhovujícího stavu. Elektrický zkrat v baterii připojené na topné elementy palivového systému způsobil, že zamrzl hydrazin v palivovém potrubí. Naštěstí se hydrazin při zamrznutí neroztáhne tak, aby poškodil trubky a po rozmrznutí motory mohly opět pracovat. Funkci napájecího systému se později podařilo obnovit jen částečně. Dokázal sice zajistit základní chod sondy a pouze velmi omezené spojení se Zemí. Nebylo možné vysílání potřebné hustoty dat k Zemi a získávání údajů probíhalo formou dotazů sondě, na které odpovídala pouze ano či ne. Nebylo možné ani udržení potřebného tepelného režimu v celé sondě hlavně ve větších vzdálenostech od Slunce. Ve větší blízkosti od Slunce hydrazin na čas roztál a mohly být provedeny potřebné korekce dráhy pro následující průletu kolem Země v prosinci 2002. V červnu 2003 pak sonda využila gravitační pole Země naposledy a vydala se konečně k Marsu. Se vzdalováním od Slunce palivo opět zamrzlo. V průběhu dalšího letu byla provedena řada pokusů o obnovení úplné činnosti napájecího systému pomocí obrovského počtu jeho vypnutí a opětového zapnutí. Ovšem naděje postupně slábla a slábla. Znovuobnovení provozu se nepodařilo a Nozomi tak i po největším přiblížení k Marsu 14. prosince 2003 zůstala na heliocentrické oběžné dráze.

Nebudeme si zde uvádět všechny přístroje, které byly na palubě sondy. Většina z nich byla

zaměřena hlavně na výzkum v okolí Marsu, takže kromě jejich testů se bohužel neuplatnily. Podíváme se tak jen na některé z těch, které mohly zkoumat meziplanetární prostor.

Měření intenzity čar Lyman alfa vodíku (jejich vlnová délka je 121,6 nm) a deuteria pomocí ultrafialového spektrometru se provádělo rutinně třikrát v týdnu. Využívala se rotace sondy, která umožnila získat údaje o rozložení intenzity záření těchto čar z celé oblohy a její změny v průběhu několika let aktivní činnosti sondy. To umožnilo analýzu rozložení neutrálního vodíku, jeho pohybu a časových změn těchto veličin. Data byla srovnávána s výsledky přístrojů sondy SOHO, která také měřila pozadí záření čar Lyman alfa. Zdroj vodíku pochází z velké části z mezihvězdného prostředí a jeho pozorováním můžeme určovat pohyb „mezihvězdného větru“ nebo pohyb Sluneční soustavy vůči němu.

Ultrafialový spektrometr umožňoval měřit i čáry kyslíku a různých ionizovaných molekul CO. Uplatnění měření v této oblasti však bylo plá-



Kolem Marsu sonda Nozomi bohužel jen proletěla.

nováno pro neuskutečnění pobytu na dráze okolo Marsu. Měla se studovat struktura a vývoj marťanské atmosféry, hlavně ionosféry a její interakce se slunečním větrem. Určování poměru mezi množstvím různých izotopů vodíku pak mělo přispět k poznání historie přítomnosti vod na Marsu. Velice přínosné však byla zkoumání iontů helia v zemské ionosféře pomocí jeho čar měřených druhým spektrometrem pracujícím v daleké ultrafialové oblasti.

Dalším přístrojem, který přinesl cenná data, byl monitor částic slunečního větru. Ten využíval 200 ěm tlustou křemíkovou fotodiodu k detekci částic s vysokou energií, která byla citlivá nejen pro ionty ale také pro elektrony. Jak už bylo uvedeno, byla sonda v průběhu svého dlouhého pobytu v prostoru mezi dráhou Země a Marsu v letech 1998 až 2002 několikrát zasažena i velmi silnými slunečními erupcemi. Při zmíněné erupci z dubna roku 2002 byl po šest hodin překročen maximální počet částic za časovou jednotku měřitelný tímto přístrojem. Spolu s ostatními sondami, které v té době také byly v meziplanetárním prostoru, tak umožnila získat řadu nových informací o transportu částic Sluneční soustavou. Takové znalosti jsou klíčové pro naše další cesty na Mars, hlavně pak pro případnou expedici s lidskou posádkou.

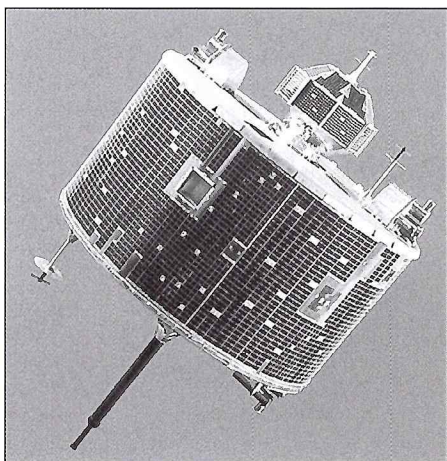
Detektor prachových částic byl původně určen ke studiu prachového prstence, jehož výskyt se předpokládá podél oběžné dráhy měsíce Marsu Phobos. Bylo jej však možné využívat i pro detekci částic prachu vyskytujících se v meziplanetárním prostoru. U prachových částic se měřily náboj, hmotnost, rychlost a směr letu a časové variace jejich výskytu. První dopad částice detekoval 13. července 1998. Dne 18 listopadu 1998 Nozomi křižovala dráhu meteorického roje Leonid. Ovšem rozbor směru příletu dvou v té době zaznamenaných prachových částic jejich příslušnost k tomuto roji nepotvrdil. Již během prvního roku letu bylo zaznamenáno více než čtyřicet částic a z nich byly nejméně tři mezihvězdného původu. Celkový počet proměřených částic za dobu aktivní činnosti překročil stovku.

I z tohoto neúplného výčtu lze vidět, že se podařilo získat řadu vědeckých údajů o vlastnostech meziplanetárního prostředí a vývoji „slunečního počasí“. Ovšem nejzajímavější poznatky se týkaly problémů kolem navigace sondy a využití gravitačních polí různých těles pro efektivnější cestování mezi planetami. Publikace výsledků sondy v této oblasti jsou těmi nejdůležitějšími. Testy jednotlivých přístrojů v blízkosti Země umožnily ohodnotit jejich konstrukci a vlastnosti. Kamera sondy například pořídila pěkné záběry Měsíce při průletu v jeho blízkosti. Obrovské zkušenosti se získaly také při dlouhodobé práci s těžce poškozenou sondou. Analýza problémů vzniklých při sluneční erupci možná přispěje k vylepšení odolnosti následujících kosmických aparátů. Přínos sondy Nozomi tak není malý, i když se jí nepodařilo splnit klíčový úkol. Její epopej určitě stojí za připomenutí přesto, že bohužel neměla šťastný konec.

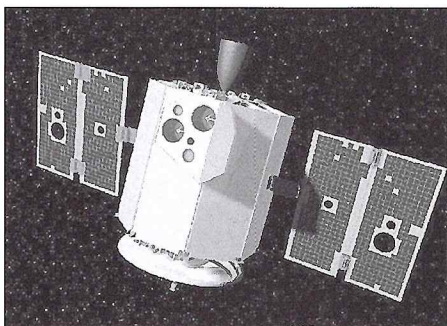
VLADIMÍR WAGNER
ÚJF AVČR Řež a FJFI ČVUT Praha

Znovunalezený Měsíc

Několik desetiletí nebyla naše jediná přirozená družice, Měsíc, středem zájmu světových kosmických agentur. Američané jej opustili s výpravou Apollo-17 v prosinci 1972, Sovětský svaz o několik let později – v roce 1976 úspěšnou výpravou Luna-24, která automaticky odebrala vzorky hornin z Mare Crisium. Nyní se ale Měsíc opět dostává do středu pozornosti.

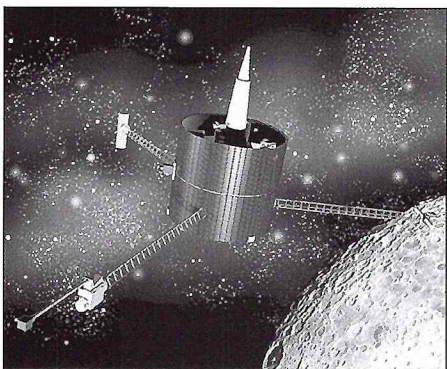


Japonská sonda Hiten (před startem označovaná jako Muses-A), která nesla subsatelit Hagoromo (na snímku vpravo nahoře).



Ač byla sonda Clementine vojenským projektem, přinesla i mnoho vědeckých dat.

Sonda Lunar Prospector byla realizována v rámci programu Discovery („rychleji, lépe, levněji“).



Sedmnáctého dubna 2007 startuje první čínská sonda k Měsíci, čímž se začíná psát nová kapitola jeho průzkumu

Projekty, které se nedočkaly

Nikoho asi v sedmdesátých letech nenapadlo, že přestávka v průzkumu Měsíce bude tak dlouhá. Ale stalo se a došlo tak k tomu, že dnes máme třeba Mars lépe prozkoumaný a zmapovaný než našeho nejbližšího souseda, Měsíc.

Sověti přitom už od roku 1978 opakovaně oznamovali obnovení svého lunárního programu. Nejprve chtěli vyslat sondu navedenou na 100 km polární dráhu pro nejkompexnější průzkum Měsíce z oběžné dráhy, která měla mj. připravit informace pro provedení ambiciózní mise odběru vzorků hornin z odvrácené strany. Stejně tak byl kompletně nachystaný Lunochod s pořadovým číslem tři, který stačilo vypustit – ale který je dnes k vidění v muzeu. Ani jeden záměr se nerealizoval, protože SSSR se chtěl zaměřit na průzkum Marsu a upravit lunární sondy určené k odběru hornin právě pro použití na rudé planetě. To se ukázalo jako slepá ulička, která je nad jejich technické i finanční možnosti.

V roce 1987 Sověti vyhlásili další návrat na Měsíc, a to s pomocí unifikovaných sond UMVL (Universalnyj Mars, Veněra, Luna), jejichž konstrukce byla použita pod označením Fobos v letech 1988/89 poprvé u Marsu. S prvním lunárním startem se počítalo v roce 1993, následovat měla série nových lunochodů. SSSR se ale dostal do ekonomických i politických potíží, takže musel výrazně oklešťovat i své existující kosmické programy – natož aby zahajoval nové (pro představu: financování kosmonautiky pokleslo mezi lety 1989 a 1994 na jednu desetinu původního stavu).

Také Spojené státy se několikrát chystaly vrátit na Měsíc. V první řadě to byla sonda LPO (Lunar Polar Orbiter), jejíž studie byla rozpracovaná v roce 1975 s tím, že během čtyř až pěti let může být připravena na start. Její hmotnost měla být 482 kg (z toho 65 kg přístrojů) a měla nést 28 kg těžký subsatelit pro pomoc s komunikací a studium lunárního gravitačního pole. Po pětiletém přešlapování na místě byl projekt v duchu hesla „nejjednodušší způsob likvidace je pozastavení“ odložen na neurčito.

Polovina osmdesátých let přinesla další úvahy o Měsíci. NASA začala chystat dvě řady sond. Jednak Mariner Mark II pro průzkum vzdálených končin sluneční soustavy (z uvažovaných projektů nakonec byl realizovaný pouze nyní běžící program Cassini) a jednak Observer pro průzkum Slunci bližších těles. Prvním zařízením z druhého programu byl Mars Observer (start 1992), který ale skončil neslavně: explozí jen několik desítek hodin před přiletem k cíli. To mělo za následek zrušení druhé (a všech následujících) sondy Lunar Observer, s jejíž vypuštěním na palubě rakety Atlas-Centaur se počítalo kolem roku 1995.

Mezitím v červenci 1989 oznámil tehdejší americký prezident George Bush (senior) pilotovaný návrat na Měsíc a následný let na Mars. Šlo jen o rétorické cvičení nepodložené konkrétními plány a především financemi (jen „jízdním řádem“: 2004 návrat na Měsíc, 2005 až 11 vybudování stálé základny zde, 2018 výprava na Mars), takže nejkompexnější plány byly v oblasti automatických sond.

Nejprve měla několikrát odstartovat sonda Artemis (bohyně lovu, jinak nyní název použitý pro lunární modul v rámci nové americké kosmické Vize). Mělo jít o plošinu schopnou na Měsíc dopravit 200 kg nákladu. Počítalo se se čtveřicí různých nákladů: třeba s metrovým ultrafialovým dalekohledem nebo dvěma páry šedesátikilogramových vozidel s životností 10 dní. Souběžně s programem Artemis měl běžet projekt Lunar Scout sestávající se ze dvojice družic (starty 1996 a 1997) schopných mapovat lunární povrch se čtyřmetrovým rozlišením. V letech 1991 a 1992 ale byly na tyto plány uvolněny jen symbolické finance, v následujících dvou letech pak nulové, čímž definitivně odumřely.

I Evropa se již delší dobu zajímá o Měsíc. Už v roce 1980 přišla s projektem POLO (Polar Orbiting Lunar Observatory), což znamená italsky „pól“ (a zároveň naznačuje, že šlo především o italskou aktivitu v rámci kosmické agentury ESA). Dvojsonda o hmotnosti 1050 kg měla být navedena na lunární polární dráhu po vypuštění z raketoplánu.

Poté, co se pro program POLO nepodařilo získat podporu, přišli italská vědci s jeho revidovanou verzí MORO (Moon Orbiting Observatory), „pustina“. Nosičem měla být raketa Ariane, mise MORO se opět měla skládat ze dvou sond. Ultrastabilní oscilátor na jedné z nich měl měřit vzájemnou rychlost (z níž jde studovat různé vlivy na dráhu sondy) s přesností 0,01 mm/sec. Ani tento program nebyl schválen k realizaci.

Italové se ale nevzdávali a přišli s návrhem sondy LUPO (Lunar Polar Orbiter), „vlk“. Zařízení bylo drasticky zmenšeno na 250 kg, ale stále obsahovalo subsatelit. I tento plán ale skončil dříve, než začal.

V roce 1994 se na půdě ESA diskutoval projekt LEDA (Lunar European Demonstration Approach), což byla výprava mající mj. za úkol vysadit na lunární povrch automatické vozidlo francouzské výroby. Výsadku mělo předcházet dlouhodobé pozorování z měsíční oběžné dráhy spojené s výběrem nejhodnějšího místa přistání (protože do té doby pořízené snímky nebyly dostatečně kvalitní a nezaručovaly výběr nejhodnější oblasti).

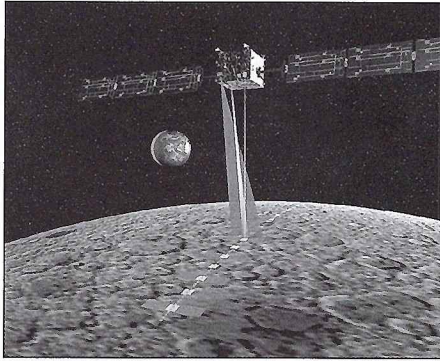
V roce 1994 navrhl bývalý nizozemský astronaut Wubbo Ockels misi Euromoon-2000, která měla spojit neschválené projekty LEDA a MORO. Předpokládal, že cca 25 procent financí poskytne ESA, zbytek se získá z dalších zdrojů (zapojení průmyslu, sponzoring, veřejná sbírka...). Orbitální část sondy měla vážit 400 kg, přistávací modul s malými mobilními roboty mající za úkol pátrat po stopách vody 1000 kg. Později byla mise rozdělena na dvě samostatné části a její orbitální sonda zmenšena na čtvrtinu, ale ani to programu nepomohlo k realizaci. ESA jej v březnu 1998 definitivně odmítla pro „anomální financování“.

Léta devadesátá

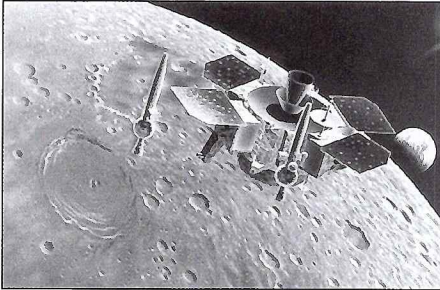
V devadesátých letech minulého století došlo přece jen ke zvýšení zájmu o Měsíc (ostatně, z nuly se dá zvyšovat vždy...). Mnoho družic a sond jej zkoumalo jaksi „mimořádně“, třeba na cestě do hlubin sluneční soustavy, v rámci svého manévrování nebo jej prostě použilo ke kalibraci svých přístrojů. To byl případ stanice Galileo směřující k Jupiteru, která dvakrát prováděla gravitační manévrování u Země. Vždy se přitom zaměřila i na monitorování Měsíce. Poprvé v prosinci 1990 získala snímky s rozlišením 400 m detailů, podruhé o dva roky později s 1,1 km detaily. Následovala celá flotila sond, která Měsíc zkoumala spíše z donucení než účelově („když už tady prolétáme, tak se podíváme“). Namátkou jmenujme družice Geotail, Wind, HGS-1, Nozomi...

Věnujme se ale raději skutečným lunárním sondám. Mezi ně patří třeba japonský projekt Muses-A, na němž Země vycházejícího slunce pracovala již od roku 1982. Tehdy o přízeň (a rozpočet) soupeřily dva programy: 650 kg těžká polární sonda agentury NASDA a dvojsonda instituce ISAS. První program nebyl schválený, druhý ano. Po vypuštění do vesmíru 24. ledna 1990 raketu Mu-3S-II dostala mateřská sonda Muses-A jméno Hiten (což je buddhistický anděl hrající hudbu v nebi), minisonda pro navedení na oběžnou dráhu Měsíce pak Hagaromo („andělský plášť“).

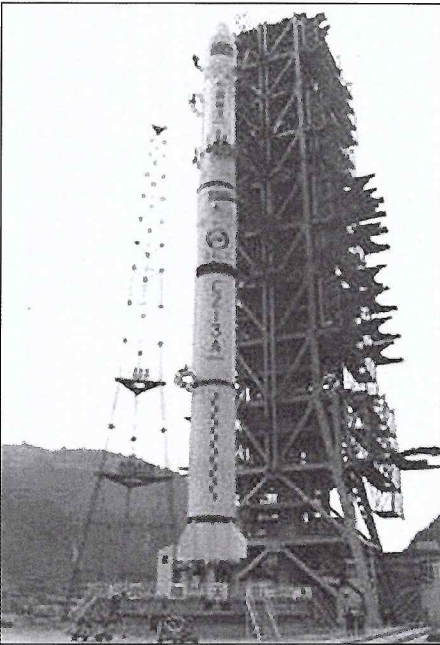
Hagaromo měl hmotnost pouhých 12 kg, z toho třetina připadala na motor na tuhá paliva, který měl zajistit zbrzdění u Měsíce. Minisonda nenesla žádný přístroj, vysílala jen data o sobě a technickou diagnostiku (nicméně i ze sledování rádiového vysílání se dá hodně vyčíst). Bohužel, její vysílač krátce po dosažení vesmíru selhal: nicméně palubní počítač a další systémy zůstaly pracovat. V letu pokračovala dále podle plánu, ale bez vysílání. Podařilo se zjistit (vyfotografovat 105 cm Schmidovým teleskopem na Kiso Observatoriu), že přesně dle plánu zažehla svůj motor a byla s vysokou prav-



Evropská sonda SMART-1 zkoumala Měsíc, poté byla navedena proti jeho povrchu.



Japonský program Lunar-A byl po desetiletých odkladech z technických důvodů zrušen.



Raketa typové řady CZ-3A, která má v dubnu 2007 vynést první čínskou lunární sondu Chang'e-1.

děpodobností navedena na dráhu s parametry 7400 km krát 20000 km kolem Měsíce.

Na oběžnou dráhu kolem Měsíce se dostala i mateřská družice Hiten (byť se s tím původně nepočítalo), a to po rozsáhlém manévrování v soustavě Země-Měsíc. Stalo se tak v únoru 1992. S posledními zbytky pohonných látek v nádržích byla 10. dubna 1993 navedena proti lunárnímu povrchu. Dopad byl historicky poprvé prokazatelně pozorovaný ze Země (v infračerveném spektru).

K Měsíci se vrátily i Spojené státy. Ovšem

rozhodně ne systematicky, ale skoro by se dalo říci, že nedopatřením. Družice Clementine byla totiž čistě armádním programem, který měl odzkoušet nové technologie v bezprostřední blízkosti Země. Když se ale ukázalo, že by výprava v původně zamýšleném rozsahu (dvě družice) byla příliš nákladná, tak se hledalo náhradní řešení. A našlo se právě v podobě průzkumu Měsíce. V lednu 1992 nabídl Ministerstvo obrany USA spolupráci na programu agentuře NASA, která ji uvítala.

Sonda Clementine přišla na pouhých 75 mil. USD (ale dlužno podotknouti, že velmi intenzivně těžila z jiných programů). Testovala pro armádu odlehčené sluneční baterie, výkonné kamery, zmenšené stabilizační gyroskopy, niklo-vodíkové baterie s dvojnásobnou kapacitou oproti běžně používaným, novou grafitovou konstrukci... Prostě jejím cílem bylo prověřit technologie pro budoucí družice, které je nebezpečné nebo nákladné testovat při důležitých misích. Primárně měla zkoumat Měsíc, pak se počítalo s jejím vysláním k asteroidu 1620 Geographos. Pokud by zbývalo dost paliva, měla se vrátit zpět k Měsíci nebo zamířit k dalšímu asteroidu.

Clementine o hmotnosti 482 kg odstartovala na palubě rakety Titan-23G v lednu 1994, přičemž byla nesmírně výkonná. Při každém oběhu Měsíce pořídila čtyři až šest tisíc snímků, celkově jich pak bylo 1,8 miliónu. Snažila se poříditi i fotografie významných míst na Měsíci, zvláště těch, kde již dříve přistály sondy. To sice bylo pod její rozlišovací schopnosti, ale třeba v oblasti přistání výpravy Apollo-16 objevila „vyčištěné“ místo od práce raketového motoru startovacího stupně lunárního modulu.

Na závěr průzkumu Měsíce vymysleli vědci zajímavý pokus: Clementine začala vysílat přesně stanovené sekvence dat nikoliv směrem k Zemi, ale proti Měsíci. Na Zemi se odražené rádiové vlny snažili zachytit a jejich studiem usuzovat na přítomnost hornin. Ač pozorování nebyla úplně nejprůkaznější, vědci oznámili objev vody na Měsíci, a to v trvale zmrzlé půdě.

Při pokusu o odlet k asteroidu 1620 Geographos ale potkala Clementine vážná závada, když jí selhal systém stabilizace. To znamenalo, že přišla o většinu pohonných látek a uvedla se do divoké rotace osmdesáti otáček za sekundu. Setkání s asteroidem bylo zrušeno a sonda odepsána. To bylo v srpnu 1994, ale ještě v únoru 1995 občas vysílala relace.

Sebevražedné sklonky sond

Další americká sonda už byla k průzkumu Měsíce plně určena. Lunar Prospector se stal třetí schválenou výpravou v rámci programu Discovery („rychleji, lépe, levněji“). S náklady ve výši 63 mil. dolarů se zároveň stala jednou z nejlavnějších sond historie.

Po startu v lednu 1998 pomocí nosiče Athena-2 byla třístakilogramová sonda s pěticí přístrojů navedena na oběžnou dráhu kolem Měsíce, kde potvrdila přítomnost vody ne zcela bezpečně prokázanou předchozím průzkumníkem Clementine.

Když se blížil konec aktivní životnosti Lunar Prospectoru, rozhodla se NASA vyslat sondu

rychlostí 1,69 km/sec. proti lunárnímu povrchu. Při dopadu mělo dojít k vytvoření kráteru a uvolnění několika tun hornin – pokud by v ní byla voda, měla se odpařit a vzniklý mrak měl být pozorovaný i pozemními přístroji. Bohužel, žádné průkazné sledování nebylo učiněno. Zřejmě leželo za hranicemi našich možností.

Stejně dopadl i řízený pád na Měsíc provedený v září 2006 evropskou sondou SMART-1 (Small Missions for Advanced Research in Technology). Ta byla vypuštěna v září 2003 jako sekundární náklad rakety Ariane-5. Nešlo přitom o čistě vědeckou misi, nýbrž opět o technologický experiment, neboť cílem letu bylo prověření nových materiálů, technologií, technik řízení či navádění apod.

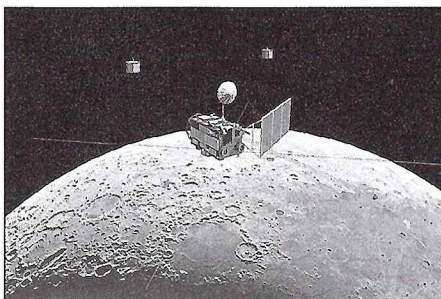
Čínské lunární ambice

Sešnáctého dubna 2007 má do vesmíru odstartovat raketa CZ-3A, která vynese první čínský automat pro průzkum Měsíce. Sonda Chang'e-1 (což je dle čínských bájí starodávná bohyně žijící na Měsíci) má zahájit ambiciózní čínský program průzkumu Měsíce.

Celý program Chang'e je koncipovaný jako čtyřstupeňový. První stupeň představuje průzkum Měsíce z oběžné dráhy – a reprezentuje jej právě sonda, která by měla startovat v dubnu. Druhý stupeň bude znamenat měkké přistání na Měsíci a vysazení automatického průzkumného vozidla – někdy kolem roku 2012. Se třetím stupněm se počítá v roce 2017 a bude představovat nejen hladké přistání na lunárním povrchu, ale i odběr vzorků hornin a návrat s nimi do pozemních laboratoří. Čína každopádně nezveřejnila, zdali vypuštěné sondy budou právě tři nebo zdali se každý stupeň bude skládat z několika samostatných výprav. Z útržkovitých zmínek se ale dá odvodit, že první stupeň by měly postupně tvořit tři samostatné výpravy (snad s dvouletým odstupem) a druhý stupeň nejméně dva automaty vysazené na povrch při dvou pokusech o přistání. Čína si každopádně může dovolit kvalitu, nemusí hledět na kvantitu (jako v šedesátých letech Sovětský svaz a Spojené státy).

Čtvrtý stupeň programu by měl představovat pilotovaný let na Měsíc. O něm ale žádné oficiální zdroje z ČLR nehovoří, maximálně v náznacích typu „není na pořadu dne“ nebo „někdy po roce 2030“. Všechny zprávy týkající se čínského pilotovaného lunárního programu tak pramení buď z nepřesného výkladu stávajícího programu bezpilotního nebo ze záměrného dezinformování (strašák čínských kosmonautů na Měsíci platí hlavně ve Spojených státech, které se obávají o svoje výsadní postavení světové technologické i politické supervelmoci).

Zpět k premiérové sondě Chang'e-1, jejíž úkoly jsou následující: pořizování trojrozměrných stereoskopických snímků povrchu, stanovení rozložení hornin a odhad jejich množství (zvláště hledání zdrojů hélia-3), studium Slunce, kosmického záření a nízkoeenergetických částic. Palubní soubor přístrojů se skládá z těchto zařízení:



Japonská měsíční sonda SELENE má startovat v červenci 2007.



Dva subsatelity japonské sondy SELENE: RSTAR a VRAD.



První indická lunární sonda Chandrayaan-1 v představách malíře.

- Stereoskopická kamera s rozlišením 160 metrů a spektrometrický zobrazovač na vlnové délce 0,48 μm až 0,96 μm .
- Laserový výškoměr s laserem 1064 nm a 150 μJ (rozlišení jeden metr).
- Gama a rentgenový spektrometr pro energetické rozpětí 0,5 eV až 50 keV (rentgenové) a 300 keV až 9 MeV (gama záření).
- Mikrovlnný radiometr pracující s frekvencí 3, 7,8, 19,35 a 37 GHz s maximální penetrační hloubkou 30, 20, 10 a 1 metr a teplotním rozlišením 0,5 K.
- Detektor vysokoenergetických částic a dva detektory slunečního větru schopné detekovat elektrony a těžké ionty až do 730 MeV.

Kromě programu Chang'e se v Číně objevují i další plány na průzkum Měsíce. Jeden

z návrhů představila třeba Tsinghua University. Jmenuje se LunarNet a předpokládá vyslání sondy s šestnácti kusy 28 kg vážících modulů. Ty by měly dojednat na měsíční povrch v přesně stanovených rozeztupech (finální část přistání mají zbrzdřit airbagy), takže vznikne jakási ucelená síť pro komplexní pozorování (třeba seismických otřesů po dopadech meteoritů, což umožní studium vnitřní struktury Měsíce).

Další navrhovanou sondou je Mars Rabbit o hmotnosti 330 kg, jejíž autoři tvrdí, že náklady na misi nepřesáhnou 30 mil. USD. Po navedení automatu na oběžnou dráhu Měsíce dojde k jeho rozdělení na dvě části: jedna bude pokračovat v dálkovém průzkumu, druhá má přistát na povrchu. K jejím úkolům bude mj. patřit rozložení čínské vlajky o ploše šedesát metrů čtverečních.

Upozorňujeme ale, že jedinou čínskou oficiální aktivitou je právě a jen program Chang'e.

Také Japonsko a Indie

Je zajímavé, že ze čtyř lunárních sond, které budou vypuštěny v letech 2007 a 2008 byly tři vyrobené v asijských zemích. Po čínské sondě se můžeme snad již letos v červenci těšit na automat japonský, který ponese jméno SELENE (Selenological and Engineering Explorer).

Misi SELENE budou tvořit celkem tři společně pracující družice. Kromě mateřské třítonové sondy poletí i dva padesátikilogramové subsatelity. RSTAR bude používán k usnadnění komunikace, VRAD pro vědecké účely (mapování gravitačního pole Měsíce dlouhodobým sledováním změn jeho oběžné dráhy). Mateřská sonda zaparkuje na dráze s parametry 120 krát 13 tisíc kilometrů, RSTAR 100 krát 2400 km a VRAD 100 krát 800 km. Výprava SELENE se skládá z celkem třinácti přístrojů, které mají pracovat nejméně jeden rok. Jejich úkolem je získat informace o původu Měsíce, jeho vývoji a tektonice.

Původně už na srpen 1997 chystalo Japonsko vypuštění své sondy Lunar-A, která měla vysadit dvojici penetrátorů. To jsou moduly tvaru torpéda, které mají za úkol přečkat ničím nebrzděným volným pádem z oběžné dráhy: při dopadu rychlostí 250 až 300 metrů za sekundu na ně mělo působit krátkodobé přetížení až několik tisíc G. Z hloubky jednoho až tří metrů pak měly vysílat informace o Měsíci. Jenomže přípravu sondy Lunar-A pronásledovaly technické potíže, kvůli kterým byl neustále odkládán. Jako nejdříve možné datum startu se jevil rok 2010: nicméně japonská kosmická agentura JAXA podrobnou revizí již vyrobené sondy zjistila, že mnohé její komponenty dlouhodobým skladováním totálně zdegradovaly a není možnost je opravit. Protože náklady na rekonstrukci sondy by byly značné a její start je stále v nedohlednu, byla výprava v lednu 2007 odvolána, resp. uvažuje se o její přeměně s tím, že penetrátory by byly přiřazeny k některé pozdější sondě.

Asijský útok na Měsíc bude pokračovat v únoru 2008 startem indické sondy Chandrayaan-1 („Měsíční loď“) pomocí rakety

PSLV. Výprava za 83 mil. dolarů nám má prozradit více o chemické charakteristice Měsíce a přinést i trojrozměrnou mapu našeho souputníka. Mezi zajímavé přístroje patří MIP, Moon Impact Probe. Půjde o malou družici se třemi přístroji (včetně kamery), která bude navedena proti lunárnímu povrchu, který má zasáhnout.

Jak napovídá pořadové číslo jedna u mise Chandrayaan, nemělo by jít o poslední zařízení svého druhu. Je to tak, indická kosmická agentura ISRO plánuje „dvojku“ na roky 2010 nebo 2011 s tím, že půjde o velmi ambiciózní let: má při něm dojít k vysazení mobilního robota přímo na povrch Měsíce. Jeho hmotnost bude 30 až 100 kg, a to v závislosti na úkolech a zvolené metodice přistání. Pracovat má několik dnů až týdnů.

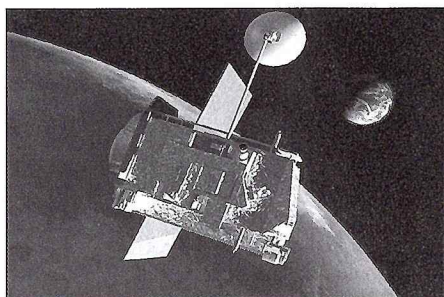
Amerika se vrací

V lednu 2004 vyhlásil americký prezident George Bush Jr. novou Vizi kosmonautiky. Její velmi podstatnou součástí je i návrat lidí na Měsíc. Tomuto úkonu má předcházet detailní zmapování místních podmínek flotilou bezpilotních sond.

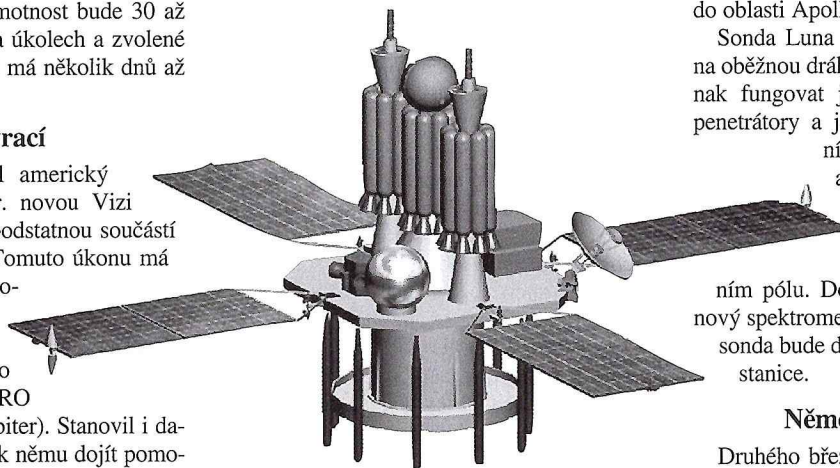
George Bush Jr. přímo zmínil hned první z nich, LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter). Stanovil i datum startu: říjen 2008. Má k němu dojít pomocí rakety Atlas-V, přičemž primárně nejde o vědeckou, ale o mapovací misi. Šestice přístrojů (laserový výškoměr, průzkumná kamera, neutronový detektor, radiometr, detektor Lyman-alfa a teleskop kosmických paprsků) má kromě jiného být schopna vyfotografovat i větší zařízení zanechaná dříve lidmi na Měsíci. Že by tedy konec konspiračních teorií o tom, zdali jsme na Měsíci byli nebo ne? Ale kdepak! I dnešní důkazy o přítomnosti a činnosti lidí na lunárním povrchu jsou dostatečně průkazné, takže fantasmagorové budou nepochybně své fyzikální i logickým zákonům odporující deduce šfít i nadále. LRO má každopádně pracovat nejméně jeden rok, ale spíše až pět let.

Je zajímavé, že když NASA prováděla revizi celého programu LRO, zjistila, že nosná raketa bude mít zhruba jednotunovou rezervu nosnosti. Proto vyhlásila veřejnou soutěž na rychlý, levný a jednoduchý návrh, jak této kapacity využít. Vyhrál koncept LCROSS (Lunar Crater Observation and Sensing Satellite). V zásadě nejde o nic jiného než o to, že horní stupeň nosné rakety bude doplněn o závaží odpovídající hmotnosti a bude naveden vůči jižní lunární oblasti. Po dopadu má vzniknout kráter, z něž bude ve vteřině uvolněno přes tisíc tun horniny – která bude monitorována nejen ze Země, ale i z malé družice LCROSS.

V roce 2010 pak NASA plánuje zkušební přistání na Měsíci. Než o nějakou duchaplnou vědu nebo průzkum má jít o testování technologií: zvláště přesného přistání ve vybrané oblasti (důležitá pro budoucí stálou základnu, kde bude nutné dosedat v relativně malé oblasti) a vyhýbání se překážkám. Vedlejšími produkty mise má být průzkum okolí, zvláště pak pátrání po stopách vody.



Americká sonda Lunar Reconnaissance Orbiter (start říjen 2008) má začít připravovat cestu pro návrat astronautů na Měsíc.



Ambiciózní ruská sonda Luna Glob se třinácti výsádkovými moduly.

Do roku 2020 by NASA ráda v rámci bezpilotního konceptu Robotic Lunar Exploration Program připravila celkem deset automatických sond.

Rusko nechce zůstat pozadu

Ruské ekonomické potíže způsobily, že se tato země v posledních letech absolutně nevnovala meziplanetárním cestám. To nyní chce změnit, do konce roku 2015 připravuje hned tři automaty. Nejprve má v roce 2009 startovat sonda, která se pokusí o odběr vzorků hornin z Marsova měsíce Phobos. V roce 2014 nebo 15 se vydá sonda Veněra-D k planetě Venuši. A mezitím je na rok 2012 připravovaná mimořádně ambiciózní měsíční výprava Luna Glob.

Ta se bude skládat ze třinácti samostatných přistávacích sond. Půjde o deset nebrzděných penetrátorů HighSpeed (HS), dva brzděné penetrátory Penetrators/Landers (PL) a jeden modul Polar Station (PS). Scénář mise je následující: 28 hodin před příletem k Měsíci bude uvolněna konstrukce s deseti penetrátory HS. Ve vzdálenosti 650 km od Měsíce z ní bude vypuštěno pět penetrátorů, ve vzdálenosti 350 km dalších pět. Díky tomu dopadnou do jedné oblasti, přičemž první pětice dopadne do kruhu o průměru 15 km, druhá do kruhu o průměru 5 km. Dopad (počítá se, že někde v oblasti Mare Fertility) bude nesmírně tvrdý, penetrátory při něm budou muset vydržet přetížení 10 tisíc G (rychlost 2,5 km/sec). Budou ale konstruovány tak, aby to zvládly

a jejich seismometry budou studovat místní podmínky.

Mateřská sonda Luna Glob mezitím uvolní dvojici penetrátorů PL. Ty budou mít vlastní raketový motor, který jejich rychlost sníží na nulovou ve výšce plus mínus dva kilometry. Odtud budou pokračovat směrem k povrchu volným pádem, takže na Měsíc dopadnou rychlostí 70 až 220 m/sec. Tento způsob je sice pořád ještě tvrdý, ale technicky jednodušší než měkké přistání: není potřeba mít nulovou rychlost na povrchu, ale někde kousek nad povrchem (někde = kde to zhruba vyjde). První PL zamíří do oblasti přistání Apollo-11, druhý do oblasti Apollo-12.

Sonda Luna Glob bude následně navedena na oběžnou dráhu kolem Měsíce, kde bude jednak fungovat jako komunikační stanice pro penetrátory a jednak zajistí vysazení posledního modulu, PS. Ten má přesně a měkce (vertikální složka rychlosti pod 5 m/sec.) dosednout do padesátikilometrového kráteru na jižním lunárním pólu. Doprovází sem hmotový a neutronový spektrometr a další seismometr. Mateřská sonda bude dále sloužit jen coby retranslační stanice.

Německo hecuje Evropu

Druhého března 2007 představilo Německo svoji zvažovanou misi Silbermann. Mnoho informací nezveřejnilo – podrobnosti slibuje na rok 2008. Ví se jen, že cena bude zhruba 300 mil. euro, se startem se počítá v roce 2013 a cílem bude podrobné mapování povrchu.

Na tuto výpravu by Německo rádo navázalo sondou v roce 2018, která by se měla věnovat odběru vzorků hornin a jejich návratu do pozemských laboratoří. Tu už by ale měla být realizována coby celoevropská pod záštitou ESA – nicméně pod technickým a technologickým vedením Německa, které si první výpravou Silbermann buduje co nejlepší vyjednávací pozici.

Také Velká Británie představila (resp. rada PPARC, Particle Physics and Astronomy Research Council) vlastní sondy pro lunární průzkum. První se nazývá MoonRaker, přičemž by měla přistát na povrchu, analyzovat okolní regolit a pátrat po stopách vody. Druhá je MoonLITE, což by měla být orbitální družice se čtyřmi penetrátory. Jeden má být vysazený v oblasti rovníku, druhý v oblasti pólu, třetí na odvrácené straně Měsíce, čtvrtý bude sloužit jako rezerva. Každý penetrátor má vážit 13,5 kg a po dopadu rychlostí 300 m/sec se zaboří zhruba dva metry hluboko. Británie se tyto mise snaží prosadit s tím, že technologie penetrátorů by později mohla být použita i v jiných končinách sluneční soustavy (např. na Jupiterově měsíci Europa). Cena každé mise by měla být 50 až 100 mil. liber každá, nicméně na rozdíl od německých kolegů nemají britští předkladatelé oporu ve vládě či parlamentu...

Soukromé mise

O Měsíc se zajímají i různé soukromé firmy

a organizace, které by rády realizovaly různé průzkumné či komerční projekty. Pravidelně přitom narážejí na technickou náročnost i na ohromnou cenu podobných projektů (padesát milionů jsou pro neziskovou organizaci jiné peníze než pro státní kosmickou agenturu). Nicméně nedá se jim upřít odvaha a schopnost přinášet nové nápady, takže je alespoň okrajově zmiňme.

Už počátkem devadesátých let přišla firma International Space Enterprise (ISE) s konceptem ISELA, který měl využívat ruské technologie a zkušenosti (ve srovnání se západními cenami nesmírně laciné). Firma plánovala vývoj a výrobu plošin ISELA, které měly sloužit k dopravě nákladů na oběžnou dráhu kolem Měsíce nebo přímo na jeho povrch. ISELA-600 měla mít kapacitu 1500 kg na lunární oběžnou dráhu nebo 600 kg na povrch, ISELA-1500 pak 3000 kg na dráhu a 1500 kg povrch. Přestože projekt vzbudil velký zájem (NASA s jeho pomocí chtěla dopravit na Měsíc teleskop LUTE a další zařízení), nepodařilo se jej realizovat. Skončil v bludném kruhu nedostatku financí poté, co firma ISE chtěla vývoj financovat z vybraných záloh od klientů, ale nikdo nechtěl složit zálohu před tím, než projekt ISELA prokáže svoji životaschopnost alespoň jedním demonstračním letem.

Jedním z konzultantů ISE byla firma LunaCorp, která později přišla s návrhy vlast-

ních lunárních výprav. Šlo např. o družici SuperSat, která měla být smontována na ISS a vypuštěna k Měsíci. Ten měla mapovat s rozlišením jednometrových detailů, což by mohlo být (dle plánů LunaCorp) komerčně zajímavé pro tvůrce virtuálních realit, počítačových her, vědce nebo prostě jen plánovače budoucích výprav. Zájem o projekt projevila i NASA a Pentagon, které ale nejvíce zajímala technologie montáže družice na ISS.

Dalším programem LunaCorp se stalo vozítko Lunar IceBreaker („lunární ledoborec“), které by mělo zamířit do kráteru Peary. Do části jeho interiéru vždy alespoň trochu svítí Slunce, IceBreaker by tak měl rychlostí 4 km/hod trvale putovat za slunečním svitem. Cena mise byla vyčíslena na 200 mil. dolarů, ale snaha získat soukromé či vládní sponzory se nevydařila.

Jen pro zajímavost: LunaCorp plánoval vysazení i dalšího podobného vozidla, které by se věnovalo „lunární archeologii“ a mělo by provést tisícikilometrovou cestu. Začalo by v oblasti přistání Apolla-11 přes sondu Surveyor-5, kráter po dopadu Rangeru-8 přes oblast Apolla-17 až po návštěvu sovětských zařízení Luna-21 a Lunochoď-2. Fotografie z mise měly být prodány zábavním parkům, další finance měly poskytnout sponzoři a drobní dárci (za lety svých vzkazů a drobných předmětů na Měsíc).

V roce 1999 představila soukromá organizace TransOrbital projekt sondy TrailBlazer, jejíž rozměrová a hmotnostní maketa dokonce letěla na první raketě Dněpr v roce 2002. „Ostrá“ sonda TrailBlazer má mj. testovat možnosti příjmu navigačního signálu GPS u Měsíce. V roce 2003 dokonce firma TransOrbital získala povolení k vývozu sondy ze Spojených států do Ruska, odkud by měla být vypuštěna. Celá to má jeden háček: sonda neexistuje a firma na ni nemá peníze.

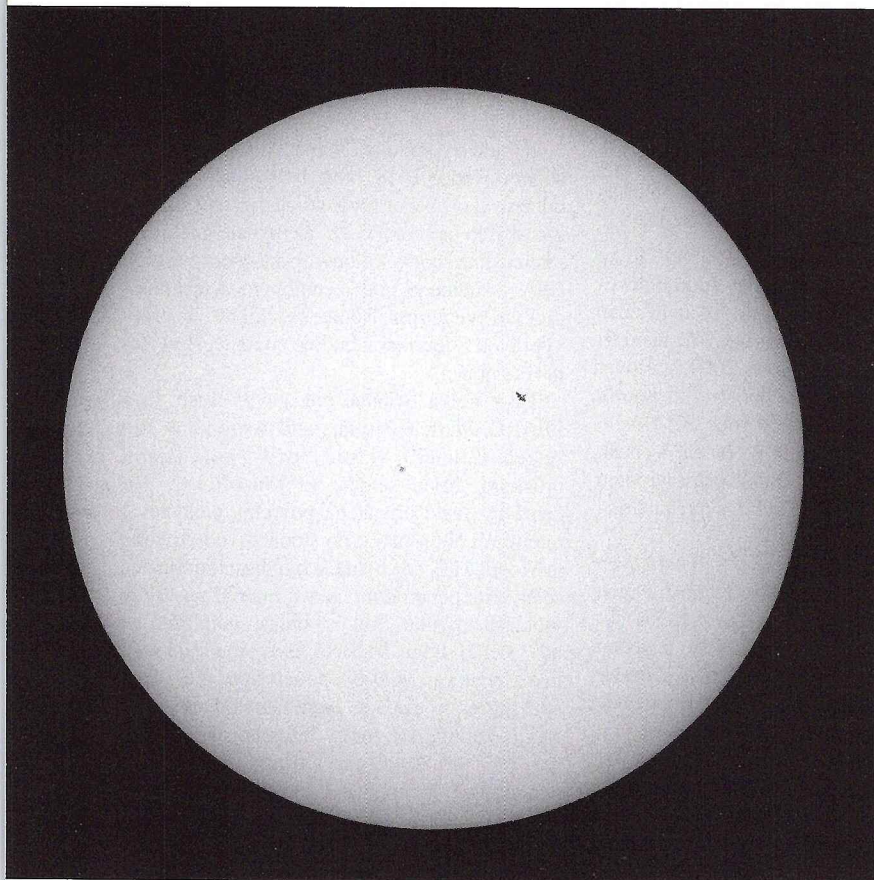
To ale nebrání společnosti TransOrbital studovat i další plány: např. sondu Lunar Retriever-1 sonda, která by měla přistát v oblasti Mare Nectaris, odebrat zde 10 kg horniny a vrátit se s ní zpět na Zemi. Zde by byla hornina prodána vědcům, sběratelům, zlatníkům... Cena jednoho gramu horniny by se při tomto množství pohybovala kolem 6000 dolarů...

Optimistický závěr

Po třicetileté odmlce vše nasvědčuje tomu, že se Měsíc opět dostává do středu pozornosti kosmonautiky. A nejspíše už v něm dlouhodobě zůstane, protože jde o cíl poměrně snadno dosažitelný, u něhož je ohromný prostor pro různé technologické i vědecké mise. A v neposlední řadě i pro naplňování politických ambicí vlád mnoha zemí...

TOMÁŠ PŘIBYL

Foto NASA, ESA a archiv autor



Libor Šmíd: ISS před Sluncem. Fotografované 27. 7. 2006, 10:10:42 SEČ. Dalekohľad: SW ED 80/600 mm, Barlow 2x. Fotoaparát Canon 350D. Expozícia: 1/4000 s. (Prelet ISS pred Slnkom trval iba 0,6 s. Autor použil sekvenčné snímání: 3 snímky/s. ISS se zachytila na dvoch snímkach, z ktorých autor vybral ostrejšiu. Snímka bola ocenená 2. cenou v kategórii Digitálne zábery.

Astrofoto 2006

Život je zmena. Toto heslo sa stalo ústredným mottom pri hodnotení prác Astrofota 2006. Keď sme v roku 2002 pokusne zaviedli kategóriu snímok získaných prostredníctvom digitálnej techniky, nepredpokladali sme, že vývoj techniky naberie také rýchle obrátky. Priniesol so sebou obrovské zlacnenie digitálnych fotoaparátov. V dnešnej dobe sú už finančne dostupné aj kvalitné digitálne zrkadlovky. Toto sa odrazilo aj na zastúpení súťažných prác v jednotlivých kategóriách. Ešte pred rokom sme museli klasické fotografie rozkladať v dvoch miestnostiach, teraz si porota vystačila s jedným stolom. Odrazilo sa to aj na udelených cenách. Porota využila právo niektoré ceny neudelit. Táto skutočnosť rozhodla o tom, že Astrofoto 2006 bolo posledným, keď sa hodnotili osobitne klasické fotografie a digitálne snímky. Po zrelej úvahe sme sa rozhodli do budúcnosti nedelit klasické fotografie a digitálne snímky. Zostávajú len dve kategórie, čo organizátorom sťažuje umožniť navýšiť jednotlivé ceny, tak aby boli motivujúce pre všetkých účastníkov. Preto foťte, foťte... Zatiaľ nám počasie praje a verme tomu, že bude priať aj pri avizovaných astronomických úkazoch.

MARIÁN VIDOVENEC

Výsledky Astrofota 2006

1. Astronomické snímky

1. cena neudelená
2. cena neudelená
3. cena Jaroslav Majzlík (3 snímky)

2. Variácie na tému obloha0,5

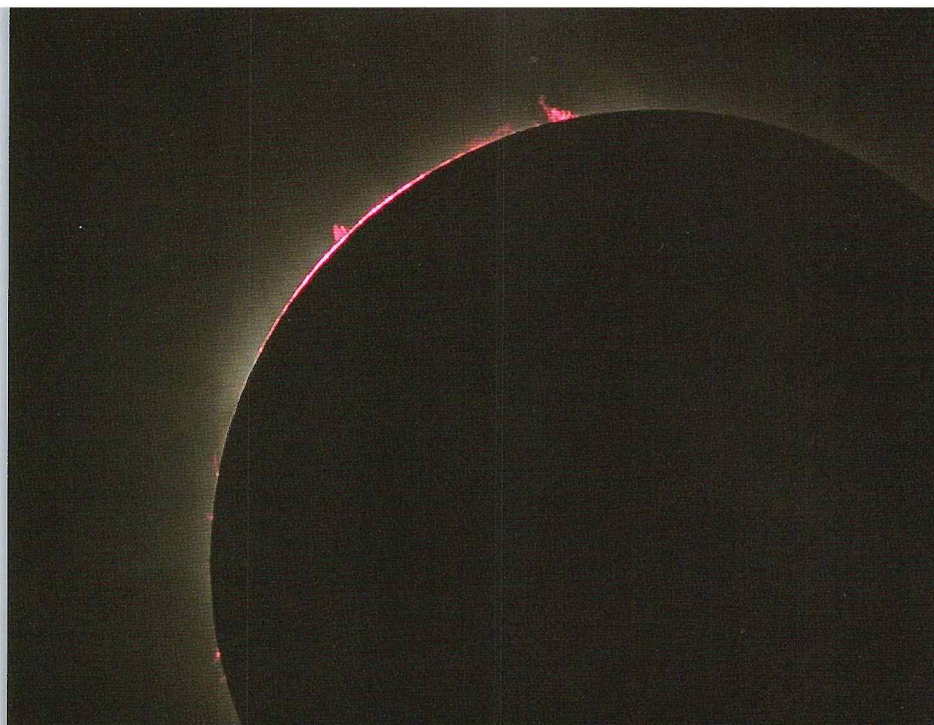
1. cena neudelená
2. cena Peter Delinčák (snímky č. 3, 5, 10)
3. cena Marián Luptovec (Popolavý svit)

3. Digitálne zábery

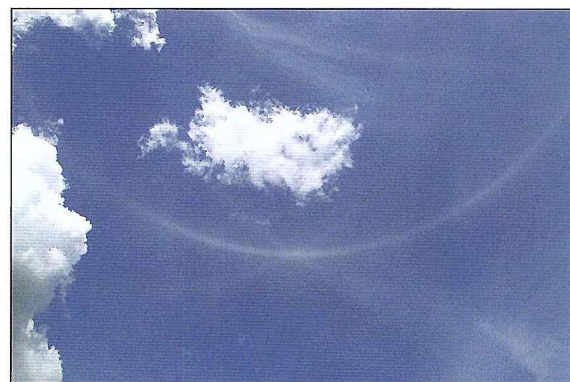
1. cena Dalibor Hanzl
2. cena Libor Šmíd
3. cena Martin Nekola

4. Počítačom spracované snímky

1. cena Vladana Šmídová
2. cena Milan Kment, Marián Urbaník
3. cena Marián Mičúch (kométa)



Autor: Vladana Šmídová: Sluneční protuberance (výrez). Fotografované 29. 3. 2006, 10:55 UT. Ďalekohľad: SW ED 80/600 mm. Fotoaparát: Canon 350D. Expozícia: 1/2000 s. Spracovanie: Úprava jasu a kontrastu v programe Photoshop. Séria fotografií bola ocenená 1. cenou v kategórii Počítačom spracované snímky.



Martin Nekola: Parhelický kruh a Wegenerův oblouk. Fotografované 8. 6. 2006, 13:57:53. Fotoaparát Konica-Minolta Dynax 7D, objektiv č.1: KonicaMinolta AF zoom 17 – 35 mm 1:2,8(32)-4 D, objektiv č. 2: Pentacon 300 mm 1:4. Seriál získal 3. cenu v kategórii Digitálne zábery.

Podmienky súťaže Astrofoto 2007

Slovenská ústredná hviezdáreň v Hurbanove vyhlasuje 30. ročník súťaže Astrofoto. Súťaž je určená všetkým amatérom a profesionálom v oblasti astronómie. Všetky kategórie sú bez vekového ohraničenia. Všetky snímky, digitálne aj klasické fotografie budú hodnotené spoločne. Súťažné práce budú rozdelené do nasledovných tematických kategórií:

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

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

Upozornenie:

- do súťaže sa prijímajú snímky, ktoré sa zatiaľ nezúčastnili na žiadnej fotografickej súťaži, získané resp. urobené v čase od 1. januára 2007 do 31. decembra 2007;
- ku každej súťažnej práci musí byť priložený formulár, z ktorého jasne vyplynie, že práca a formulár patria k sebe. Formulár je aj na internetovej stránke www.suh.sk;
- každý zarátovaný diapozitív označte v ľavom dolnom rohu (pri prehlíadaní voľným okom) čiernou bodkou a vložte do osobitného vrecúška alebo obálky;
- digitálne zábery musia byť vo formáte JPG, TIF, BMP a musia mať pripojený súbor s požadovanými údajmi;

- každá súťažná práca musí byť označená tematickou kategóriou, ktorej sa autor s prácou zúčastňuje.

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

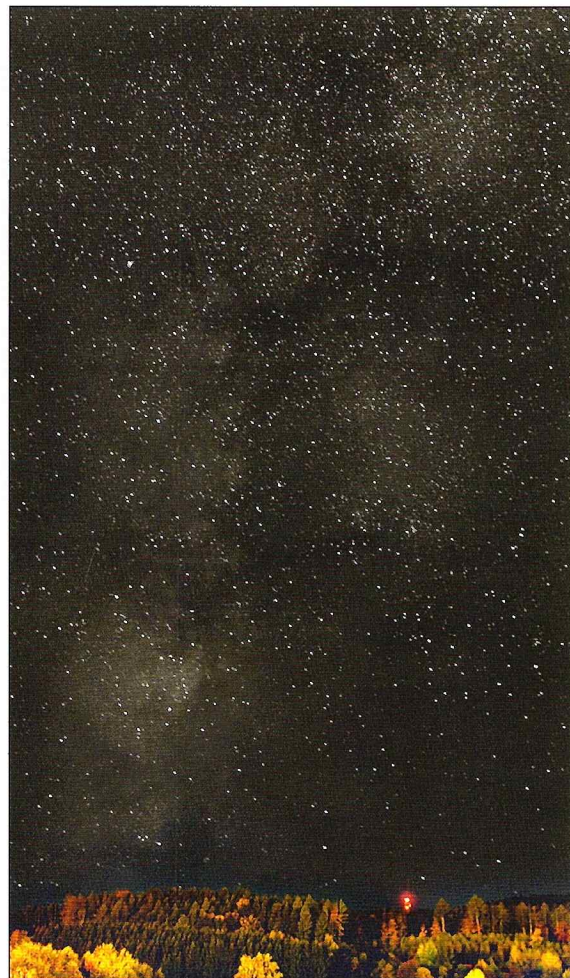
Počet prác: Každý autor môže do súťaže poslať 6 súťažných prác. Za súťažnú prácu sa považuje jednotlivá snímka alebo seriál. V seriáli môže byť maximálne 6 snímok. Každá snímka seriálu musí byť zreteľne označená názvom práce a poradovým číslom od 1 do max. 6 tak, aby bolo jednoznačné, že je súčasťou seriálu.

Ceny: Víťazné práce budú ocenené finančnými alebo vecnými cenami, a to za 1. miesto ekvivalent v hodnote 150 eur, za 2. miesto ekvivalent v hodnote 100 eur a za 3. miesto ekvivalent v hodnote 50 eur. Snímka roka, v prípade, že bude táto cena udelená, bude navyše ohodnotená prémie ekvivalentu v hodnote 200 eur. Porota si vyhradzuje právo udeliť špeciálnu cenu pre autora do 18 rokov. Porota si tiež vyhradzuje právo neudelit cenu.

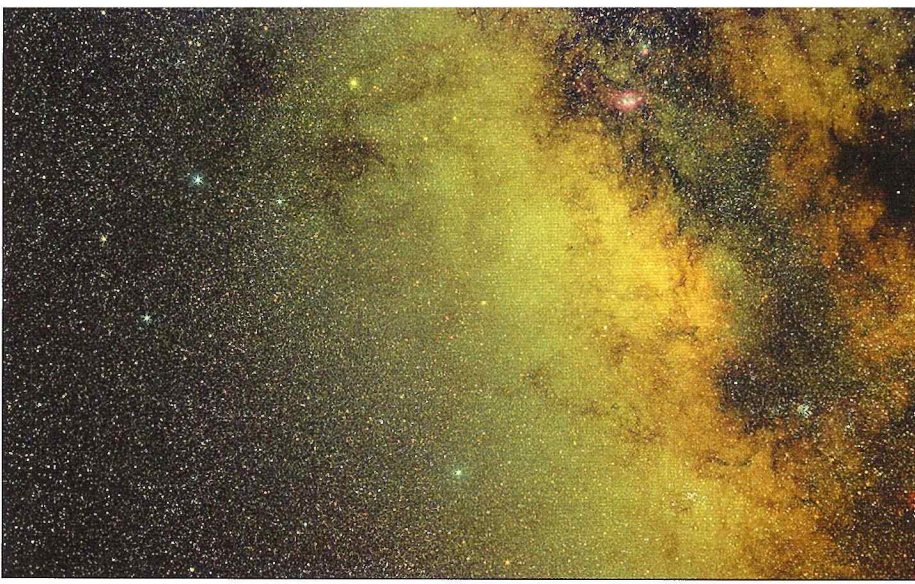
Výsledky: Vyhodnotenie súťaže bude uverejnené v časopise Kozmos 3/2008. Ocenené fotografie sa stávajú majetkom vyhlasovateľa. Diapozitívy (aj ocenené) autorom vrátime po vyžiadaní. Vyhlasovateľ si vyhradzuje právo zhotoviť si kópie ocenených prác pre archív súťaže.

Pre zaradenie do súťaže je rozhodujúci dátum podania zásielky, najneskôr 31. 1. 2008. Práce označené heslom ASTROFOTO posielajte na adresu:

Slovenská ústredná hviezdáreň
Komárňanská 134
947 01 Hurbanovo
Slovenská republika



Milan Kment: Podzim – Orel a Štít Sobieského. Fotografované 16. 10. 2006, začiatok 21:00 LSEČ. Snímka je zo 6 čiastkových expozícií po 20 s. Objektiv Sigma EX 1.4/30 DC. Nikon D-70, ISO 1600.



Dalibor Hanžl: Střelec – širokoúhlý pohled. Zo seriálu štyroch snímok nazvaných Hluboko na jihu. (Snímky v tomto seriáli boli zhotovené na Česko-Slovenskej expedíci Star La Palma 2006. Zameriavajú sa najmä na objekty, ktoré sú v našich zemepisných šírkach zle pozorovateľné, lebo vystupujú iba nízko nad južný obzor.)
 Dátum expozície: 21. 9. 2006. Čas expozície: 21:48 UT. Prístroj: Canon 20Da (ISO 800 ASA) + objektív Pancolar 1.8/50. Zhotovené 4 samostatné 4-minútové expozície, ktoré boli následne spočítané do jednej snímky. V kategórii Digitálne zábery bol autorov seriál z La Palma spolu so snímkom kométy C/2006 M4 (SWAN) ocenený 1. cenou.

Dalibor Hanžl:
 Kometa C/2006 M4 (SWAN) v najväčšom lesku. Fotografované: 25. 10. 2006. Čas expozície: 17:29 UT. Prístroj: 0.2-m reflektor f/4 + MPCC 2" koma korektor + Canon 20Da (ISO 1600 ASA). Zhotovených 5 samostatných 2-minútových expozícií, ktoré boli následne spočítané do jednej snímky. 1. cena v kategórii Digitálne zábery.



Formulár pre seriál

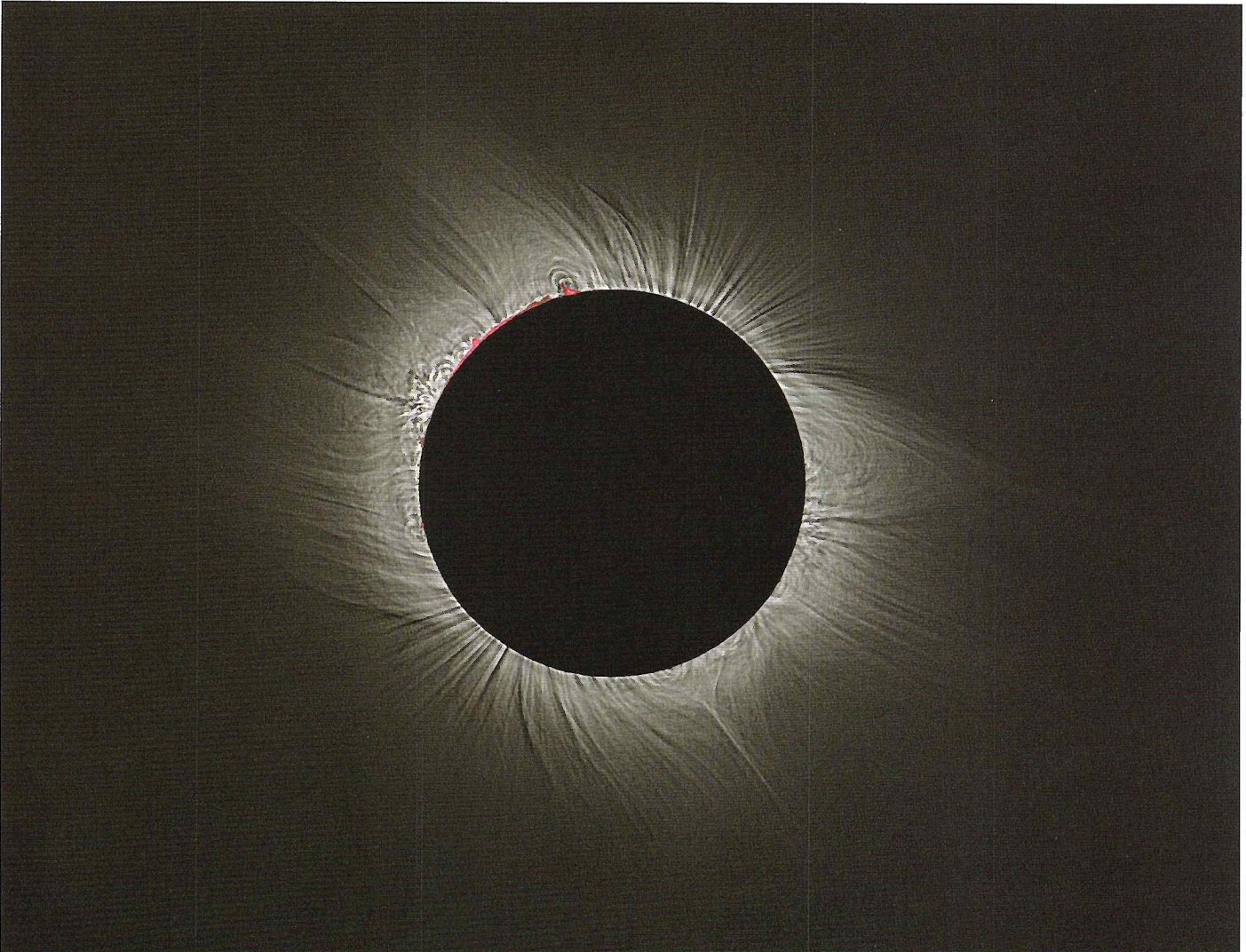
Meno a priezvisko	
kontaktná adresa	
e-mail	
dátum narodenia	
číslo účtu (na prípadné zaslanie ceny)	
názov práce	
počet snímok	
dátum a čas expozície č. 1	
dátum a čas expozície č. 2	
dátum a čas expozície č. 3	
dátum a čas expozície č. 4	
dátum a čas expozície č. 5	
dátum a čas expozície č. 6	
parametre použitých prístrojov	
materiál (film, fotopapier, atď..)	
špeciálne postupy a úpravy (digitálne foto)	

Formulár pre jednotlivé práce

Meno a priezvisko	
kontaktná adresa	
e-mail	
dátum narodenia	
číslo účtu (na prípadné zaslanie ceny)	
názov práce	
dátum a čas expozície	
parametre použitých prístrojov	
materiál (film, fotopapier, atď.)	
špeciálne postupy a úpravy (digitálne foto)	



Ing. Peter
Delinčák: Blesk
III. (cyklus „Blesky
letnej búrky“).
Miesto vzniku:
Čadca, obec
Zákopčie, august
2006; podvečer.
Expozícia:
cca 2 – 3 min na
film Konica VX200
Prístroj: Praktica
LLC + Pancolar
50/1,8 clona 8.
V kategórii Variá-
cie na tému obloha
ocenené 2. cenou.



Vladana Šmídová: Sluneční korona. Fotografované 29. 3. 2006, 10:56 UT. Ďalekohľad: SW ED 80/600 mm. Fotoaparát: Canon 350D. Expozícia: 1/2000, 1/250 s – 1/15 s (celkovo použitých 40 snímok). Spracované v programe Photoshop. Navrstvených a sčítaných 5 – 7 snímok jednotlivých expozícií, odstránenie saturovaných častí a sčítanie jednotlivých expozičných sérií, úprava jasu a kontrastu, odčítanie neostrej masky a vloženie protuberancií. 1. cena v kategórii Počítačom spracované snímky.



UWAN (82°) – 28, 10, 7 a 4mm

SWAN (72°) – 40, 33, 25, 20, 15 a 9mm

Vixen®



Vixen LVW (72°) – 42mm

Vixen LVW (65°) – 22, 17, 13, 8, 5 a 3.5mm



Planetary (66°) 9, 8, 7, 6, 5, 4, a 2.5mm

Sky-Watcher



UW (80°) –
– 30 a 20mm

SWA (70°) –
– 38 a 26mm



UltraWide (66°) – 20, 15,
9 a 6mm



UWA (70°) – 17, 13, 8 a 5mm

Širokoúhlové okuláry

Minula doba, kdy při pozorování bylo nutné přitisknout oko těsně k okuláru a pohled připomínal průhled komínem. Nové konstrukce okulárů umožnily vedle samotné kvality obrazu zlepšit dva další parametry, mající vliv na komfort pozorování a to **vzdálenost výstupní pupily** a **zdánlivé zorné pole**.

Širokoúhlovým okulárem rozšíříme okulár se **zdánlivým zorným polem** minimálně **55–60°**. U okulárů pro menší zvětšení do cca 25mm konstrukce vyžádala již delší tubus, který subjektivně ještě zpříjemňuje pozorování. Optimální **vzdálenost výstupní pupily** se pohybuje **od 18 do 22mm** a optimální **zdánlivé zorné pole** mezi **60 až 80°**. Větší zorné pole je sice možné, ale pro praktické pozorování již nemá valného významu, neboť oko jej neobsáhne na jeden pohled.

Nabízíme několik řad širokoúhlových okulárů a to nejen pro přímé vizuální pozorování, ale vhodné i pro afokální fotografii.

S

SUPRA Praha

Mochovská 2
198 00 Praha

www.celestron.cz

celestron@celestron.cz

...hvězdám blíž

Sky-Watcher

Vixen®

WILLIAM OPTICS

Stvoril vesmír Boh, alebo ide o náhodu?

George V. Coyne skúma dvojhviezdy, medzihviezdny plyn, formovanie planét, ale prednáša aj o vede a viere. Už vyše 25 rokov je riaditeľom Vatikánskeho astronomického observatória, zároveň pracuje aj na katedre astronómie Arizonskej univerzity. Narodil sa v roku 1933 v Baltimore, štát Maryland/USA. Vyštudoval matematiku a filozofiu, neskôr získal doktorát z astronómie na Georgetownskej univerzite vo Washingtone. Študoval aj teológiu a už 19 rokov je členom Ježišovho tovarišstva. Za kňaza ho vysvätili v roku 1965.

Vedci sa prikláňajú k názoru, že existencia vesmíru je dielom náhody. Veriaci sú presvedčení, že vesmír stvoril Boh. Čo si myslíte vy?

Otázka nie je položená správne. Preto na ňu nemožno správne odpovedať. Je tu aj tretia možnosť: vesmír vznikol big bangom, obsahuje 10^{22} hviezd, má asi 14 miliárd rokov. Hviezdy sa rodia a umierajú. Keď umierajú, vyvrhujú do vesmíru prvky, z ktorých sa skladá všetko vo vesmíre. Aj my sme doslova zrodení z hviezdneho prachu. Bez hviezd by tu nebolo dosť uhlíka, z ktorých sú naše nechty, ani železa, vďaka ktorému hemoglobín v našej krvi viaže zo vzduchu kyslík. Vesmír je neuveriteľne plodný...

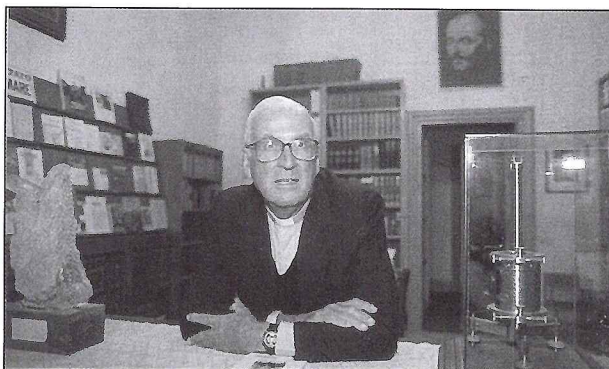
Ide o náhodu, alebo nevyhnutnosť?

Nevyhnutnosť a náhoda zápasia už dlho a ľudský život vznikol vďaka kombinácii oboch. Napríklad: v mladom vesmíre sa stretli dva atómy vodíka. Nevyhnutnosť im velí, aby vytvorili molekulu vodíka, tak ako to vyplýva zo zákonov chemickej väzby. Ale molekula nevznikne, pretože teplota a tlak, ktoré v danej chvíli na danom mieste sú, vznik takej väzby neumožňujú. A tak sa tie dva atómy naďalej túľajú vesmírom. Po istom čase sa opäť stretnú v priaznivejších podmienkach. Takto sa vo vesmíre správajú miliardy a miliardy atómov vodíka, stretávajú sa nespočetnekrát. Preto by nás teda malo prekvapovať, že po uplynutí dostatočne dlhej doby vzniknú aj zložité chemické látky? Je to deterministický proces, ktorý ovplyvňuje aj náhoda.

Kde je Boh?

Správanie sa atómov o existencii či neexistencii Boha nič nevytvorí. Ani o tom, či stvoril svet, alebo nestvoril. Tam, kam siaha veda, Boha nehľadajte. Teóriu, nazývanú „inteligentný plán“ nemožno odvodiť z vedeckých poznatkov. Môžete ich síce interpretovať vo svetle inteligentného plánu, ale vaše uzávery budú určite chybné.

Ja si myslím, že Boh vesmír stvoril. Stvoril ho taký, ako je, pretože chcel spolu s vesmírom zdieľať vlastnú lásku, tvorivosť, dynamiku. Nechcel, aby vesmír bol iba bezduchým strojom, ktorý beží. Mýli sa každý, kto tvrdí, že neodarwinistická evolúcia nie je zlučiteľná s katolíckou či kresťanskou vierou. Podľa mňa ich možno perfektne zlúčiť, pretože aj Darwinova evolúcia oslavuje Boha. To je môj výklad, ale nie je to veda. Je to iba náboženská interpretácia vedeckých poznatkov.



George V. Coyne, riaditeľ Vatikánskeho astronomického observatória.

Stvoril Boh vesmír a prírodné zákony?

Stvoril ho taký, aký je.

Je Boh mimo vesmíru?

Je mimo neho i v ňom. Boh vesmír naplňa. To nie je panteizmus. Boha s vesmírom nemožno stotožniť, pretože on vesmír zároveň presahuje. Boh existoval vždy, nech už to znamená čokoľvek. Človek má problémy premýšľať o večnosti, pretože žije v čase. Je ťažké predstaviť si, že čas priestor začali existovať až s big bangom. Nebolo nijaké „pred big bangom“. Vtedy čas neexistoval.

Stvoril Boh big bang?

Áno. Ale to nie je jeho jediný čin. Ide o trvalý proces tvorenia. Tieto výroky však ničím nemôžem dokázať. Big bang Boha asi nepotrebuje. Big Bang je produktom kvantovej fluktuácie v kvantovom vesmíre, aspoň podľa Hawkingových predstáv.

Hawking však tvrdí: ak neexistoval nijaký počiatok, potom tu nie je nijaké miesto pre Boha.

To nie je správne. Boh nie je hraničnou podmienkou vesmíru. Boha, ktorý je vecou viery, nemôžeme vylúčiť pomocou kvantovej fyziky. Kvantová fyzika nemôže potvrdiť ani jeho existenciu. Veda je v náboženských, filozofických a teologických implikáciách celkom neutrálna.

Ste jezuita i astronóm... Keď pozorujete hviezdy, vnímate ich ako dôkaz Božieho diela?

Vidím hviezdy. Robím výskum ako ostatní vedci, či už sú ateisti, agnosticí, alebo veriaci. To, čo robím, moje náboženské presvedčenie obohacuje. Ako veriaci a kňaz sa však snažím vnímať, aký význam pre moje náboženské presvedčenie majú výsledky môjho výskumu.

Reprezentujete v katolíckej cirkvi menšinu?

Najskôr menšinu, pretože väčšina katolíkov sa zatiaľ voči týmto veciam neotvorila. Obyčajný vzdelaný katolík má strach, že v procese poznávania Boha stratíme. Je to absolútne neodôvodnený strach. Aj veda je oslavou Boha.

Bol aj Ježiš stvorený z hviezdneho prachu? To môžu podaktorí vnímať ako rúhanie.

Ak bol Ježiš skutočný človek, tak ako to tvrdí katolícka a kresťanská kredo, potom aj on musel byť stvorený z hviezdneho prachu. Pretože tak ľudia vznikajú. Bez výnimky...

Máte v katolíckej cirkvi problémy?

Nie. Nenačúvajú tomu, čo hovorím tak pozorne, aby som sa mohol dostať do problémov.

Čo sa môžu vedci naučiť z náboženstva?

Náboženstvo môže vedcom pomáhať v tom, aby neboli príliš sebadovomí, aby si nemysleli, že všetko vedia. Také pokušenie tu je, pretože veda slávi obrovské úspechy.

Katolícka cirkev už prijala big bang, prijala aj evolúciu. Môže sa objaviť ešte niečo, čo by cirkev mohlo šokovať?

Neviem... Zakaždým, keď veda vyrukuje s novými objavmi, objaví sa v cirkvi čosi ako skepticizmus či váhanie. To je pre túto inštitúciu príznačné. Nedôverčivo sa stavia najmä k evolúcii.

Netušim, prečo je evolúcia považovaná za čosi ateistické.

Pretože sa v Biblii píše, že človeka stvoril Boh...

Je to krásny príbeh, ale nie je to veda. Biblia bola napísaná počas prvých dvoch storočí nášho letopočtu. Vznikala v rozličných dobách, v rozličných kultúrach. Písalo ju mnoho ľudí. Moderná veda existuje od 17. storočia. Písmo sväté preto nemôžeme vnímať ako vedecký text. Jeho obsah je v mnohom pravdivý, ale nie je to vedecká pravda. Boh stvoril svetlo v prvý deň, ale Slnko a hviezdy až na štvrtý deň. Odkiaľ sa svetlo prvého dňa vzalo? Pýtam sa ako vedec... Podaktorí kolegovia za mnou chodia a hovoria, že to bolo reliktové žiarenie (mikrovlnné žiarenie pozadia, ktoré je pozostatkom po big bangu). Reliktne žiarenie sme objavili v 60. rokoch minulého storočia. Mohol vari autor knihy Genesis čosi podobné predvídať? To je absurdné...

Inšpiroval ho Boh.

Biblická inšpirácia je ťažké téma. Čo máme na mysli, keď vravíme „toto je Božie slovo“? Čo rozumieme pod inšpiráciou? To je ťažký teologický problém.

Veríte v existenciu mimozemského života?

Nemáme nijaké dôkazy, ani za, ani proti. Vedecká odpoveď na otázku neexistuje. Vedú sa však diskusie, či aj inde vo vesmíre existujú podmienky na život? Silnie presvedčenie, že odpoveď na túto otázku môže byť pozitívna. Zhromažďujeme čoraz viac štatistických údajov. Preto by mala byť Zem výnimkou, keď vieme, že existujú iba v našom okolí stovky a v celom vesmíre miliardy, možno miliardy planét?

Mali by teológovia s mimozemšťanmi problém?

Ak ich objavíme, musíme mať pripravenú celú sériu otázok. Moja prvá otázka: „Ste inteligent-

ni?“ Potom si musíme upresniť, čo pod inteligenciou rozumieme. Ak dôjdeme k záveru, že sme inteligentní, že máme slobodnú vôľu, atakďalej... potom sa opýtam: „Ste duchovne založení?“ A on odpovie: „Ach, áno... Vzhliadame k večnému svetu a nadprirodzeným bytostiam.“ To by bolo skvelé. „A zhršli ste?“ To nastoluje celú tú vec okolo prvotného hriechu. Ak odpovedia, že od prarodičov vedia, že ich plemeno už nie je také dokonalé, ako po stvorení, spýtam sa: „A boli ste spasení? Ako ste boli spasení?“ Ak by odpovedali: „Boli sme spasení, pretože Boh zoslal svojho jediného syna, aby nás zachránil“, zamotáme sa do teologického problému. Mohol Boh zoslať svojho jediného syna, ktorý je zároveň Bohom i človekom k nám a zároveň toho istého, jediného syna, ktorý je zároveň Bohom aj Martanom, na inú planétu...?

To znie dosť divoko...

Neviem si predstaviť, že by čosi také bolo možné... Ale moje schopnosti vidieť do podstaty vecí sú obmedzené, nemôžem to teda vylúčiť. Záver je, že existuje mnoho hypotéz. Som čoraz netrepezlivejší. Chcem sa venovať svojej vede. Nemám čas starať sa o to, či sa Ježiš objavuje aj na iných planétach, či by som krstil mimozemšťanov.

Vedci sú kritickí, nedogmatickí, otvorení... Katolícka cirkev vyznáva neomylnosť pápeža a dogmy. To nejde dohromady.

Vedci sa veľmi kriticky stavajú k hierarchickej autoritárskej štruktúre. Možno práve to je hlavným zdrojom napätia medzi vedou a cirkvou. Pre vedcov sú autoritou fakty, empirické údaje, to, čo vydolujú zo svojho ďalekohľadu. Autorita cirkvi je autoritou zapečatenou (Bohom určenou, zverenou, uloženou na človeka), o tom niet pochyb. V tomto ohľade sa (ako vedci) stavíme k cirkvi veľmi kriticky. Netrdím, že popieram pápežovu neomylnosť. Ľuďom však hovorím: „Áno, pápež je neomylný, ale nikdy nezvieme, kedy a ako dospel k takému záveru. Pápež Ján Pavel II. ani jediný raz počas svojho pôsobenia neurobil vyhlásenie o neomylnosti.“

Ako sa s napätím medzi cirkvou a vedou vyrovnávate vy?

Je to zdravé napätie. Pred desiatimi rokmi som v Terste prednášal o neistote pri určovaní veku vesmíru. Po prednáške sa prihlásil jeden z poslucháčov, oslovil ma „otče“ (po takomto oslovení vždy spozorním) a povedal: „Musí byť veľkou útechou pri všetkej tejto neistote vo vedeckých záveroch, že máme vieru ako skalú, o ktorú sa môžeme oprieť.“ Odpovedal som: „To nie je pravda. Viera nie je tým, čím bývala v dobách pevných skál. Veda je výzva. Každé ráno sa budím s pochybnosťami, a sú to zdravé pochybnosti. Nikdy som sa nevzdal, vždy som to považoval za výzvu. Viac za výzvu ako za skalú istoty.“

Jednu vec nám hovorí veda s istotou: jedného dňa tu ľudstvo nebude.

A navyše nás kvári kozmické zlo. Potenciálne i reálne. Smrtiace žiarenie, križujúce asteroidy, hurikány, cunami, choroby... Ako to chápať, ako sa k tomu postaviť? Je to záhada. Vzťah medzi Bohom a vesmírom nepochopíme, kým nepochopíme vesmír z hľadiska vedy tak, ako to len je a bude možné.

Die Zeit, Respekt

RNDr. Anna Antalová, DrSc., rodená Višňovcová

(10. 1. 1936 – 15. 3. 2007)

15. marca 2007 nás po dlhej a ťažkej chorobe navždy opustila dlhoročná pracovníčka Astronomického ústavu Slovenskej akadémie vied v Tatranskej Lomnici RNDr. Anna Antalová, DrSc. Naša Hanka, ako sme ju všetci volali, strávila na pracoviskách Astronomického ústavu podstatnú časť svojho života, nezmazateľne sa zapísala do jeho histórie a mala veľký podiel na dosiahnutých výsledkoch.

Narodila sa 10. januára 1936 v dedinke Priekopa, dnes časti Martina. V rodnej obci a blízkych Vrútkach navštevovala ľudovú školu. Už počas štúdia sa zaujímala o prírodu a špeciálne o astronomické úkazy. Po zmaturovaní na gymnáziu v Martine v roku 1953 preto s nadšením privítala možnosť študovať odbor fyzika so zameraním na astronómiu. Prírodovedeckú fakultu Univerzity Komenského v Bratislave absolvovala v roku 1958 a ihneď po promócii nastúpila na Skalnaté pleso. Na hviezdárni v tom čase ešte nevládla prísna špecializácia, a tak pracovník s hlbokým záujmom o vedu mal možnosť podieľať sa na najrôznejších pozorovateľských programoch. Popri primárnom záujme o riešenie otázok slnečnej aktivity sa Hanka venovala aj pozorovaniam meteorov a hviezd, dokonca publikovala práce aj z fotometrie komét. Od roku 1963 začala častejšie navštevovať naše sesterské pracovisko – Astronomický ústav Československej akadémie vied v Ondřejove. Tam pod vedením odborníka svetového mena, docenta Pereká, pracovala na kandidátskej dizertačnej práci zameranej na fotografickú fotometriu hviezd. Prácu nesmierne náročnú na čas, trepezlivosť a nápady úspešne ukončila v roku 1969.

V tomto období napriek sľubne sa rozvíjajúcej vedeckej kariére uprednostnila svoju rodinu. V Tatrách nebolo možné získať vyhovujúce bývanie a tak prijala miesto stredoškolskej profesorky fyziky v Piešťanoch a neskôr vysokoškolskej pedagogičky na Vysokej škole dopravnej v Žiline. Jej láska k astronómii však nevyhasla. Preto v zime 1978/79 absolvovala 3-mesačný pracovný pobyt na Astronomickom ústave Univerzity v Amsterdame a od októbra 1979 sa vrátila do Tatier, ktoré tak milovala.

Vypracovala sa na poprednú svetovú odborníčku vo výskume Slnka. Publikovala viac ako 200 vedeckých prác analyzujúcich cyklus slnečnej činnosti, výskyt slnečných erupcií a ich dosah na Zem, kozmické žiarenie a v poslednom období celý komplex problémov zaradených pod pojem „kozmičné počasie“. Ako členka viacerých medzinárodných organizácií šířila dobré meno observatória na Skalnatom plese. V roku 1993 získala vedeckú hodnosť doktorky fyzikálno-matematických vied. Pri svojej práci spolupracovala tak s kolegami z vlastného Oddelenia fyziky Slnka, ktoré niekoľko rokov aj viedla, ako aj s ďalšími pracovníkmi na Slovensku (najmä Geofyzikál-



nym ústavom SAV a Ústavom experimentálnej fyziky SAV) a v zahraničí. Vymenovať môžeme len niekoľko najvydarenejších spoluprác – s Talianskom, Ruskom, Českou republikou, Poľskom i USA. O jej dobrom mene v zahraničí svedčí aj veľký počet kondolencií zo zahraničia napriek tomu, že choroba jej už dlhšie bránila v aktívnej spolupráci.

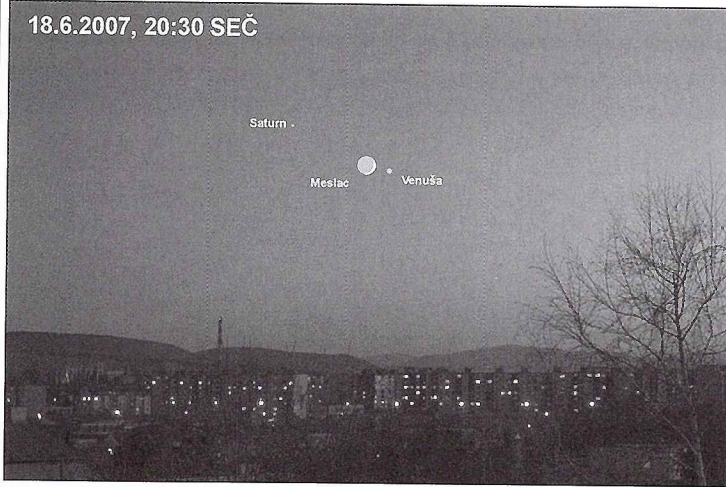
Niekoľko rokov bola členkou redakčnej rady vedeckého časopisu *Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso* a koeditorkou zborníkov z medzinárodných konferencií. Počas druhého pobytu na Astronomickom ústave spojila svoje odborné vedomosti s pedagogickými skúsenosťami a s veľkou vervou prednášala astrofyziku na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach. Od vzniku Slovenskej astronomickej spoločnosti v roku 1958 bola jej aktívnou členkou, jedno obdobie aj vedeckou tajomníčkou Hlavného výboru. Jej činnosť ocenila Slovenská akadémia vied udelením striebornej plakety Dionýza Štúra za zásluhy v prírodných vedách v roku 1998.

Jej úsilie a prínos pre medzinárodnú astronómiu boli ocenené aj Medzinárodnou astronómickou úniou, ktorá pomenovala asteroid číslo 9823 menom Annantalová. Aj tento malý kúsok kameňa obiehajúci v hlbínach vesmíru nám bude navždy pripomínať dobrú a skromnú ženu, ktorá popri úlohe matky dokázala povzniesť slovenskú astronómiu na ďalší stupeň.

Jej odchod je veľkou stratou pre slovenskú astronómiu.

Češť jej pamiatke.

Doc. RNDr. Ján Svoreň, DrSc.,
riaditeľ Astronomického ústavu SAV



Obloha v kalendári

jún – júl 2007

Pripravil PAVOL RAPA VÝ

Všetky časové údaje sú v SEČ

Máme tu najkratšie noci, no aj začiatok prázdnin, a tak sa školáci či študenti môžu viac venovať svojmu peknému koníčku. Počas dovolení na horách i pri mori, ďaleko od rušivého osvetlenia, si vychutnáme krásy hviezdnej oblohy a všetko, čo nám ponúka. Dobré pozorovacie podmienky má Merkúr, Venuša bude ozdobou oblohy, Jupiter je v opozícii... Pre majiteľov ďalekohľadov bude priam lahôdkou zákryt Venuše Mesiacom a milovníkom meteorov začína hlavná sezóna. Ak sa nám ešte podarí uvidieť aj tenulinky kosáčik Mesiaca krátko po nove či kométy LINEAR, budú tieto mesiace naplnené dostatočným množstvom zážitkov.

Planéty

Merkúr je 2. 6. v najväčšej východnej elongácii (23,4°) a je to teda jedna z najlepších príležitostí v tomto roku na jeho pozorovanie. Začiatkom júna je na konci občianskeho súmraku vo výške 10° ako objekt 0,5 mag. Má uhlový priemer 8" a v ďalekohľade pri dostatočnom zväčšení ho uvidíme vo fáze. Po elongácii sa jeho uhlová vzdialenosť od Slnka bude znižovať a pred polovicou mesiaca sa stratí vo večernom súmraku (15. 6. je na konci občianskeho súmraku vo výške len 2°).

28. 6. je v dolnej konjunkcii, začiatkom júla vychádza súčasne so Slnkom, no neskôr sa uhlovo od Slnka vzdaluje a začne byť viditeľný na rannej oblohe. V polovici júla je na začiatku občianskeho súmraku vo výške 4° ako objekt 1,2 mag a jeho viditeľnosť sa zlepšuje, nakoľko 20. 7. je v najväčšej západnej elongácii (20,3°). Dobré pozorovateľný bude až do konca prvej augustovej dekády. 16. 6. bude Merkúr v konjunkcii s kosáčikom Mesiaca, no po západe Slnka bude ich vzdialenosť necelých 7°. Ďalšia konjunkcia nastane 13. 7., no Merkúr (1,6 mag) bude pred východom Slnka len nízko nad obzorom a obe telesá budú od seba 8°.

Venuša (-4,3 až -4,5 mag) je skutočnou perloú večernej oblohy a vďaka svojej jasnosti takmer neprehliadnuteľná. 9. 6. je v najväčšej východnej elongácii (45,4°). 15. júla je na konci občianskeho súmraku ešte vo výške 7°, v polovici poslednej dekády už len na obzore.

13. 6. bude prechádzať okrajom otvorenej hviezdokopy M44, čo je vynikajúca príležitosť na získanie pekných fotografií.

18. 6. popoludní bude pozorovateľný jej zákryt Mesiacom, ktorý vzhľadom na dostatočnú uhlovú

vzdialenosť od Slnka (45°) bude pozorovateľskou lahôdkou. Vstup (stred Venuše pre polohu Rimavskej Soboty) nastane o 15:34, výstup o 16:55 SEČ. V ďalekohľade bude viditeľná vo fáze (osvetlených 44 %), jej uhlový priemer bude 27". Najlepšie bude pozorovateľný vstup Venuše za Mesiak, prvý kontakt nastane o 15:33:37, druhý o 15:34:46, ktorý však vzhľadom na fáz Venuše pozorovateľný nebude, Venuša sa za mesačným okrajom „stratí“ o 15:34:24. O niečo horšie bude pozorovateľný výstup, ktorý bude na osvetlenej strane Mesiaca (tretí kontakt 16:55:11, štvrtý kontakt 16:56:15).

17. 7. je v konjunkcii s Mesiacom a na večernej oblohe túto skvelú dvojicu doplní ešte Saturn a Regulus, čo je vhodná príležitosť na získanie pekných fotografií.

1. 7. bude Venuša v tesnej konjunkcii so Saturnom (0,7°) čo je príležitosť získať zaujímavú sekvenciu fotografií niekoľko dní pred a po konjunkcii.

Mars (0,8 až 0,5 mag) je pozorovateľný v druhej polovici noci, v polovici tohto obdobia vychádza o polnoci, do konca júla sa jeho viditeľnosť ešte o hodinu predĺži. 26. 6. sa presunie z Rýb do Barana a 28. 7. do Býka, na oblohe zaujme červenkastým pokojným svitom. Aj v ďalekohľade neuvidíme na jeho povrchu mnoho detailov, nakoľko uhlový priemer je malý a zväčší sa len zo 6 na 8". Koncom júla bude 7" od Plejád, v konjunkcii však až 7. 8. Konjunkcie s Mesiacom 10. 6. a 9. 7. budú len málo výrazné, vzdialenosť oboch telies neklesne pod 4°, resp. 6°.

Jupiter (-2,6 až -2,4 mag) je 6. 6. v opozícii a teda pozorovateľný celú noc v Hadonosovi, do konca júla sa jeho viditeľnosť skrúti a bude nad obzorom len v prvej polovici noci, kulminuje vo výške 20°. Svojou jasnosťou bude ozdobou nočnej oblohy a pri dobrých pozorovacích podmienkach ho uvidíme na okraji Mliečnej cesty. Konjunkcie s Mesiacom 28. 6. a 25. 7. sú nevýrazné, Mesiak bude vo veľkej fáze. Už malým ďalekohľadom sa však môžeme potešiť pozorovaním jeho štyroch najjasnejších mesiacov a ďalekohľadom s dostatočným zväčšením uvidíme na jeho povrchu jeho oblačné pásy.

Saturn (0,5 – 0,6 mag) v Levovi je na večernej oblohe, v polovici poslednej júlovej dekády sa však začne strácať vo večernom súmraku, nakoľko sa blíži do augustovej konjunkcie so Slnkom. Ďalekohľadom uvidíme jeho mohutné prstence z jeho

južnej strany, ich šírka sa postupne bude znižovať až do septembra 2009. 19. 6. nastane jeho zákryt Mesiacom, no u nás, žiaľ, ešte pod obzorom. Obe telesá sa na obzor dostanú až krátko po výstupe Saturna... 16. 7. bude ďalšia konjunkcia, najbližšie uvidíme obe telesá ešte pred ich západom a celú scénu doplní aj žiariaca Venuša. O konjunkcii Saturna a Venuše sme písali vyššie.

Urán (5,8 mag) vo Vodnárvi je nad obzorom v druhej polovici noci, koncom júla vychádza už počas nautického súmraku. 23. 6. je v zastávke a začne sa pohybovať späť. Jeho vlastný pohyb si môžeme dobre všimnúť porovnaním s hviezdou 96 Aqr (5,6 mag), ku ktorej bude najbližšie (7") práve v období stacionárnosti. Za dobrých pozorovacích podmienok môžeme nájsť Urán na oblohe aj voľným okom ako pokojne svietiaci objekt. 8. 6. je v konjunkcii (0,8°) s Mesiacom pred poslednou štvrtou, no táto nastáva pod obzorom. Ďalšie priblíženie uvidíme 5. 7. hneď po ich východe.

Neptún (7,9 – 7,8 mag) v Kozorožcovi má podobné podmienky viditeľnosti ako Urán, nakoľko sa nachádza len 26° západnejšie. Začiatkom júna vychádza krátko pred polnocou, koncom júla už počas občianskeho súmraku, nakoľko 13. 8. bude v opozícii so Slnkom. 6. 6., 3. 7. a 31. 7. je v konjunkcii s Mesiacom.

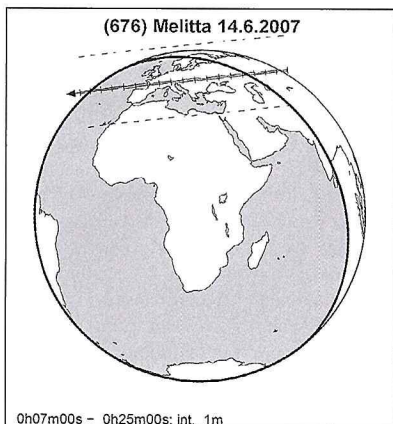
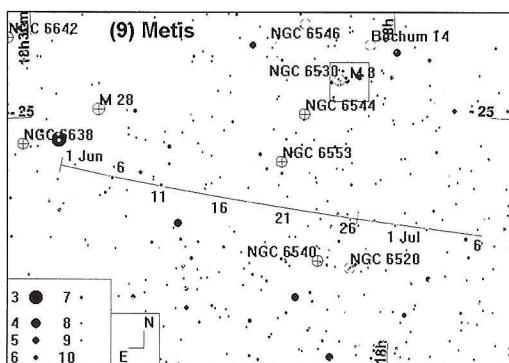
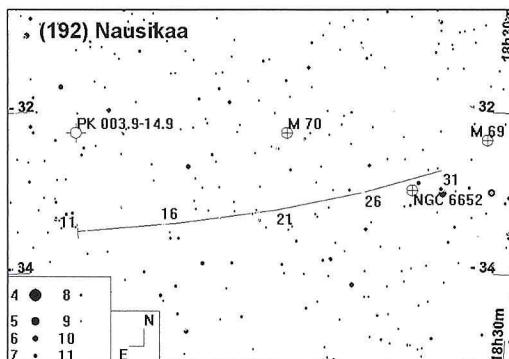
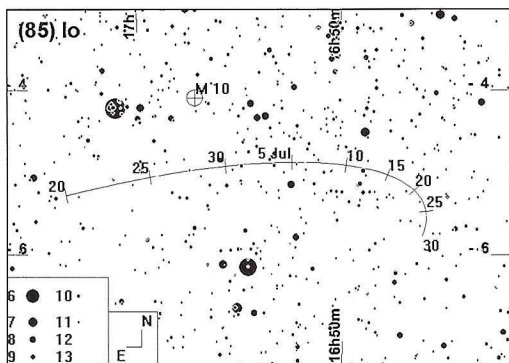
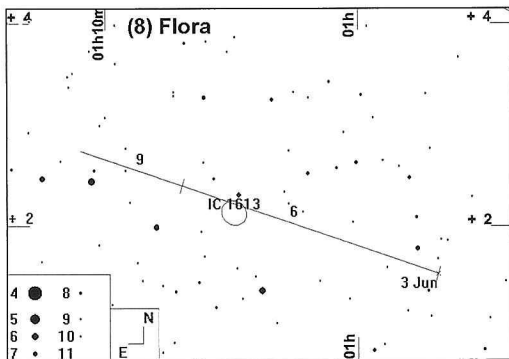
Posledná vhodná príležitosť vidieť **Mesiak** krátko po nove v tomto roku je 15. 6. Na konci občianskeho súmraku bude Mesiak ešte 2° nad obzorom, a v tom čase bude len 16,2 hod po nove. Uvidíme teda veľmi úzky kosáčik (osvetlených len 0,7 %) a pekný popolavý svit. Pri západe Slnka bude Mesiak 4' vľavo vo výške 7°.

Dotyčnicové zákryty do 8 mag počas týchto dvoch mesiacov na našom území nenastávajú.

Planétky

Do 11. mag budú v opozícii planétky (85) Io (10. 6.; 10,7 mag), (9) Metis (23. 6.; 9,7 mag), (192) Nausikaa (6. 7.; 9,9 mag), (1166) Sakuntala (6. 7.; 10,5 mag), (52) Europa (13. 7.; 11,0 mag), (80) Sappho (21. 7.; 10,1 mag), (980) Anacostia (22. 7.; 10,7 mag), (354) Eleonora (25. 7.; 10,7 mag), (32) Pomona (27. 7.; 11,0 mag), (71) Niobe (27. 7.; 10,6 mag).

Najjasnejšou planétkou ostáva (4) Vesta, ktorá po májovej opozícii je ešte na začiatku tohto obdobia stále za dobrých pozorovacích podmienok viditeľná aj voľným okom. 24. 6. popoludní prejde (32) Pomona (11,6 mag) tesne (11") južne od ε Aqr (3,8 mag). 7. 6. bude prechádzať (8) Flora (10,7 mag) cez nepravidelnú galaxiu IC 1613 (9,9 mag) a to je výzva pre majiteľov vhodnej fotografickej výbavy.



Zákryty hviezd Mesiacom (jún – júl 2007)

Dátum	UT h m s	f	XZ	mag	CA °	PA °	a s/o	b s/o
2. 6.	22 20 2	R	24986	6,2	+38N	333	43	-25
10. 6.	0 27 53	R	579	6,5	+83N	254	7	98
19. 6.	20 12 31	D	15022	5,3	+44S	156	-12	-127
25. 6.	21 40 42	D	20283	7,0	+83N	98	79	-87
25. 6.	21 42 14	D	20285	6,6	+83N	98	78	-88
26. 6.	21 8 51	D	21063	6,5	+49S	140	88	-81
27. 6.	19 23 59	D	21972	7,0	+77S	105	95	17
5. 7.	1 58 44	R	30881	6,9	+68S	227	70	62
8. 7.	0 20 54	R	1559	6,7	+75S	233	17	111
8. 7.	1 55 41	R	1631	6,5	+53S	211	24	125
10. 7.	0 10 19	D	54005	4,6	-25N	11	-43	127
10. 7.	0 39 48	R	54005	4,6	+44N	302	28	54
10. 7.	0 10 21	D	3943	4,6	-25N	11	-43	127
10. 7.	0 39 49	R	3943	4,6	+44N	302	28	54
17. 7.	7 31 50	D	15260	1,4	+72N	92	8	89
17. 7.	8 30 20	R	15260	1,4	-64N	316	33	-2
20. 7.	19 52 26	D	18625	7,0	+55S	149	32	-134
25. 7.	19 31 7	R	22441	2,8	-82S	265	110	-11
27. 7.	21 38 13	D	25577	6,8	+86S	80	98	-14

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

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
Efemerida planétky (4) Vesta			
1. 6.	16 ^h 31,8 ^m	-14 ^s 06,8'	5,4
6. 6.	16 ^h 26,8 ^m	-14 ^s 15,9'	5,5
11. 6.	16 ^h 21,9 ^m	-14 ^s 27,1'	5,6
16. 6.	16 ^h 17,4 ^m	-14 ^s 40,8'	5,7
21. 6.	16 ^h 13,4 ^m	-14 ^s 56,8'	5,8
26. 6.	16 ^h 10,0 ^m	-15 ^s 15,1'	5,9
1. 7.	16 ^h 07,4 ^m	-15 ^s 35,6'	6,0
6. 7.	16 ^h 05,6 ^m	-15 ^s 58,0'	6,2
11. 7.	16 ^h 04,6 ^m	-16 ^s 22,3'	6,3
16. 7.	16 ^h 04,4 ^m	-16 ^s 48,2'	6,4
21. 7.	16 ^h 05,0 ^m	-17 ^s 15,5'	6,5
26. 7.	16 ^h 06,5 ^m	-17 ^s 44,0'	6,6
31. 7.	16 ^h 08,8 ^m	-18 ^s 13,2'	6,7

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
Efemerida planétky (8) Flora			
3. 6.	00 ^h 56,8 ^m	+01 ^s 32,1'	10,7
4. 6.	00 ^h 58,9 ^m	+01 ^s 42,6'	10,7
5. 6.	01 ^h 00,9 ^m	+01 ^s 53,1'	10,7
6. 6.	01 ^h 02,9 ^m	+02 ^s 03,5'	10,7
7. 6.	01 ^h 04,9 ^m	+02 ^s 13,9'	10,7
8. 6.	01 ^h 07,0 ^m	+02 ^s 24,2'	10,7
9. 6.	01 ^h 09,0 ^m	+02 ^s 34,4'	10,7
10. 6.	01 ^h 11,0 ^m	+02 ^s 44,6'	10,7

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
Efemerida planétky (9) Metis			
1. 6.	18 ^h 27,8 ^m	-25 ^s 54,8'	10,2
6. 6.	18 ^h 23,6 ^m	-26 ^s 09,2'	10,1
11. 6.	18 ^h 18,9 ^m	-26 ^s 23,0'	10,0
16. 6.	18 ^h 13,7 ^m	-26 ^s 35,9'	9,8
21. 6.	18 ^h 08,3 ^m	-26 ^s 47,5'	9,7
26. 6.	18 ^h 02,8 ^m	-26 ^s 57,6'	9,7
1. 7.	17 ^h 57,4 ^m	-27 ^s 06,0'	9,8
6. 7.	17 ^h 52,2 ^m	-27 ^s 12,7'	10,0

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
Efemerida planétky (85) Iota			
20. 6.	17 ^h 03,5 ^m	-05 ^s 17,0'	10,8
25. 6.	16 ^h 59,4 ^m	-05 ^s 03,8'	10,9
30. 6.	16 ^h 55,7 ^m	-04 ^s 55,8'	10,9
5. 7.	16 ^h 52,4 ^m	-04 ^s 53,0'	11,0
10. 7.	16 ^h 49,8 ^m	-04 ^s 55,2'	11,1
15. 7.	16 ^h 47,8 ^m	-05 ^s 02,2'	11,2
20. 7.	16 ^h 46,5 ^m	-05 ^s 13,4'	11,3
25. 7.	16 ^h 45,9 ^m	-05 ^s 28,6'	11,4
30. 7.	16 ^h 46,1 ^m	-05 ^s 47,0'	11,4

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
Efemerida planétky (192) Nausikaa			
11. 7.	18 ^h 55,7 ^m	-33 ^s 29,4'	9,9
16. 7.	18 ^h 49,6 ^m	-33 ^s 24,6'	9,9
21. 7.	18 ^h 43,9 ^m	-33 ^s 15,1'	10,0
26. 7.	18 ^h 38,6 ^m	-33 ^s 01,4'	10,1
31. 7.	18 ^h 34,0 ^m	-32 ^s 43,9'	10,3

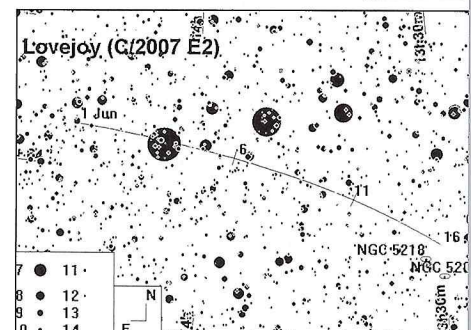
Podľa nominálnych predpovedí nastávajú v rámci neurčitosti predpovede len 2 dva zákryty hviezd planétkami, vyššia pravdepodobnosť je pri zákryte 14. 6. V tabuľke sú úkazy pre hviezdy jasnejšie ako 11 mag pri ktorých je pokles jasnosti pri zákryte aspoň 1 mag. Upresnenia predpovedí sú na stránke <http://mpoc.astro.cz>.

Dátum	UT	planétka	hviezda	mag	pkles	trv.
14. 6.	0,3	676 Melitta	HIP 95228	8,1	5,5	11,1
5. 7.	0,4	482 Petrina	TYC 5131253	8,9	3,9	5,1
5. 8.	22,4	445 Edna	TYC 2255885	10,9	3,0	7,5

Kométy

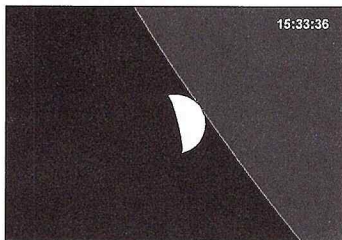
Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el
Efemerida kométy Lovejoy (C/2007 E2)				
1. 6.	14 ^h 15,9 ^m	+64°35,2'	11,6	89,5
6. 6.	13 ^h 55,5 ^m	+64°13,0'	11,9	86,6
11. 6.	13 ^h 40,6 ^m	+63°37,6'	12,3	83,8
16. 6.	13 ^h 30,0 ^m	+62°55,6'	12,6	81,2

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el
Efemerida kométy LINEAR (C/2006 VZ13)				
16. 6.	22 ^h 54,2 ^m	+50°39,7'	12,2	78,4
21. 6.	22 ^h 35,5 ^m	+55°08,3'	11,7	81,7
26. 6.	22 ^h 01,7 ^m	+60°34,7'	11,2	84,6
1. 7.	20 ^h 53,4 ^m	+66°28,4'	10,7	86,8
6. 7.	18 ^h 36,9 ^m	+69°27,6'	10,3	87,7
11. 7.	16 ^h 02,2 ^m	+62°57,4'	9,9	86,5
16. 7.	14 ^h 36,5 ^m	+48°46,0'	9,8	82,9
21. 7.	13 ^h 54,3 ^m	+33°35,2'	9,8	77,7
26. 7.	13 ^h 30,8 ^m	+20°56,0'	10,0	72,3
31. 7.	13 ^h 16,0 ^m	+11°20,4'	10,2	66,9

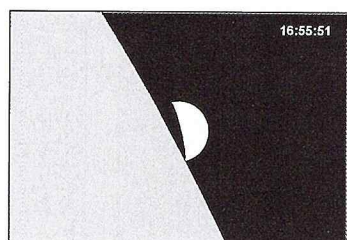
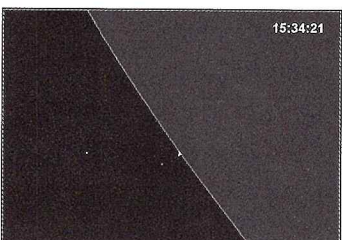
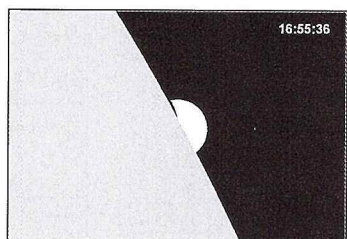
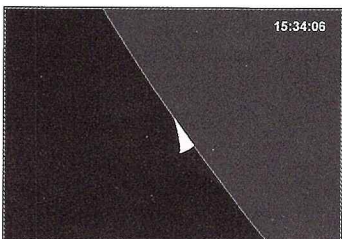
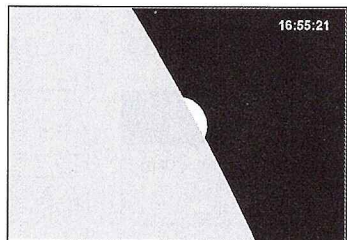
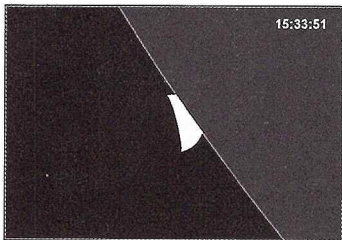


Kalendár úkazov a výročí (jún – júl)

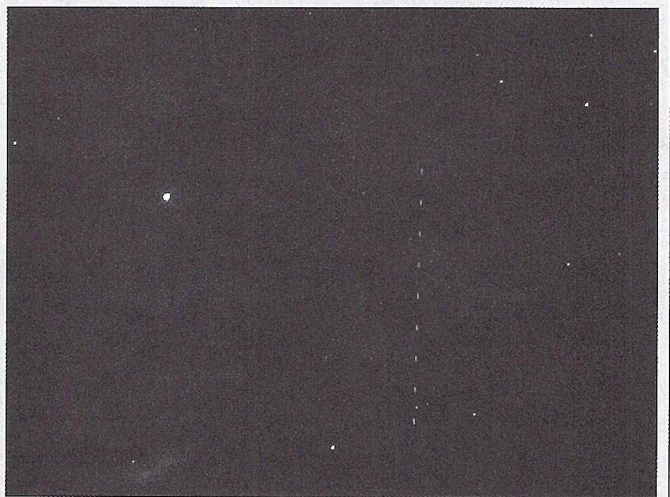
1. 6. 2,1	Mesiac v splne	27. 6.	10. výročie (1997) preletu sondy NEAR okolo planétky (253) Mathilde	13. 7.	275. výročie (1732) narodenia J. K. Horvátha
1. 6. 12,2	Jupiter v konjunkcii s Mesiacom (Jupiter 6° severne)	27. 6.	maximum meteorického roja júnové Bootídy (ZHR var)	14. 7. 13,1	Mesiac v nove
2. 6. 11,0	Merkúr v najväčšej východnej elongácii (23,4°)	27. 6.	240. výročie (1767) narodenia A. Bouvarda	16. 7. 23,6	Saturn v konjunkcii s Mesiacom (Saturn 0,9° severne)
4. 6. 13,5	Mars v príslní (1,38147 AU)	27. 6.	Jupiter v konjunkcii s Mesiacom (Jupiter 6° severne)	17. 7. 11,5	Venuša v konjunkcii s Mesiacom (Venuša 2,1° južne)
5. 6.	375. výročie (1632) I. Cabana	28. 6. 12,4	Merkúr v dolnej konjunkcii	19. 7.	40. výročie (1967) Explorera 35
6. 6. 0,1	Jupiter v opozícii	28. 6. 19,6	Mesiac v splne	20. 7. 16,0	Merkúr v najväčšej západnej elongácii (20,3°)
6. 6. 16,4	Neptún v konjunkcii s Mesiacom (Neptún 1,9° severne)	30. 6. 14,8	45. výročie (1962) založenia Kennedyho vesmírneho centra	21. 7.	planétka (80) Sappho v opozícii (10,1 mag)
7. 6. 14,0	Jupiter v prízemí (4,30436 AU)	1. 7.	160. výročie objavenia planétky (6) Hebe (K. Hencke)	22. 7. 7,5	Mesiac v prvej štvrti
8. 6. 12,7	Mesiac v poslednej štvrti	1. 7.	Venuša v konjunkcii so Saturnom (Venuša 0,7° južne)	22. 7.	35. výročie (1972) Venery 8
8. 6. 15,9	Urán v konjunkcii s Mesiacom (Urán 1° južne)	1. 7. 15,7	90. výročie (1917) narodenia V. V. Vitkeviča	22. 7. 9,7	Mesiac v odzemi (404 129 km)
9. 6. 3,7	Venuša v najväčšej východnej elongácii (45,4°)	2. 7.	Neptún v konjunkcii s Mesiacom (Neptún 2,1° severne)	22. 7.	planétka (980) Anacostia v opozícii (10,7 mag)
10. 6.	planétka (85) Io v opozícii (10,7 mag)	3. 7. 20,4	10. výročie (1997) Mars Pathfinderu na Marse	22. 7.	35. výročie (1972) družice Landsatu 1
10. 6.	80. výročie (1927) narodenia E. Parkera	4. 7.	zákryt hviezdy TYC 5131 253 planétkou (482) Petrína	25. 7. 14,3	Venuša v zastávke, začína sa pohybovať späťne
10. 6. 19,9	Mars v konjunkcii s Mesiacom (Mars 3,9° južne)	5. 7. 1,4	140. výročie (1867) narodenia A. E. Douglassa	25. 7.	planétka (354) Eleonora v opozícii (10,7 mag)
11. 6.	140. výročie (1867) narodenia M. P. Fabryho	5. 7. 20,0	Urán v konjunkcii s Mesiacom (Urán 0,8° južne)	25. 7. 16,2	Jupiter v konjunkcii s Mesiacom (Jupiter 6,4° severne)
12. 6. 17,7	Mesiac v prízemí (363 764 km)	6. 7.	320. výročie (1687) vydania Princípií I. Newtona	26. 7.	75. výročie (1932) narodenia J. Štohla
14. 6.	40. výročie (1967) Marineru 5	6. 7.	planétka (1166) Sakuntala v opozícii (10,5 mag)	27. 7.	planétka (71) Niobe v opozícii (10,6 mag)
14. 6. 1,3	zákryt hviezdy HIP 95228 planétkou (676) Melitta	6. 7.	planétka (192) Nausikaa v opozícii (9,9 mag)	27. 7.	planétka (32) Pomona v opozícii (11,0 mag)
15. 6. 4,2	Mesiac v nove	6. 7.	planétka (192) Nausikaa v opozícii (9,9 mag)	28. 7.	140. výročie (1867) narodenia Ch. Perrina
15. 6. 17,2	Merkúr v zastávke, začína sa pohybovať späťne	7. 7. 1,5	Slnko v odzemi (1,01671 AU)	28. 7.	maximum meteorického roja južné Piscidy (ZHR 5)
16. 6. 9,4	Merkúr v konjunkcii s Mesiacom (Merkúr 5,2° južne)	7. 7. 17,9	Mesiac v poslednej štvrti	28. 7.	maximum meteorického roja južné δ Akvaridy (ZHR 20)
18. 6.	trpasličia planéta (134340) Pluto najbližšie k Zemi (30,294 AU)	8. 7.	15. výročie (1992) kolízie kométy Shoemaker-Levy 9 s Jupiterom	29. 7.	25. výročie (1982) zániku vesmírnej stanice Salut 6
18. 6. 16,2	Venuša v konjunkcii s Mesiacom – zákryt (Venuša 0,0° južne)	9. 7. 13,9	Mars v konjunkcii s Mesiacom (Mars 5,5° južne)	30. 7. 1,8	Mesiac v splne
19. 6.	Pluto v opozícii (14 mag)	9. 7. 22,1	Mesiac v prízemí (368 514 km)	30. 7.	maximum meteorického roja α Kaprikornidy (ZHR 4)
19. 6. 7,6	Saturn v konjunkcii s Mesiacom – zákryt (Saturn 0,1° južne)	10. 7.	15. výročie (1992) preletu sondy Giotto okolo kométy Grigg-Skjellerup	31. 7. 4,5	Neptún v konjunkcii s Mesiacom (Neptún 1,7° severne)
21. 6. 20,7	Merkúr v odslní (0,4667 AU)	10. 7.	45. výročie (1962) štartu družice Telstar 1	2. 8. 2,0	Urán v konjunkcii s Mesiacom (Urán 1,1° južne)
21. 6.	110. výročie (1897) narodenia J. V. Kondratuka	10. 7.	175. výročie (1832) narodenia A. Clarka	4. 8. 1,5	Mesiac v prízemí (368 871 km)
21. 6. 19,1	letný slnovrat, začiatok astronomického leta	11. 7.	275. výročie (1732) narodenia J. Lalandy	4. 8.	maximum meteorického roja južné ι Akvaridy (ZHR 2)
22. 6. 14,3	Mesiac v prvej štvrti	13. 7.	planétka (52) Europa v opozícii (11,0 mag)	4. 8. 20,4	Merkúr v príslní (0,30749 AU)
23. 6.	planétka (9) Metis v opozícii (9,7 mag)	13. 7. 3,4	Merkúr v konjunkcii s Mesiacom (Merkúr 8° južne)	5. 8. 22,3	Mesiac v poslednej štvrti
23. 6. 23,9	Urán v zastávke, začína sa pohybovať späťne			5. 8. 23,4	zákryt hviezdy TYC 2255 885 planétkou (445) Edna
24. 6. 15,7	Mesiac v odzemi (404 515 km)			7. 8. 2,0	Mars v konjunkcii s Mesiacom (Mars 5,6° južne)
26. 6. 20,9	Merkúr v prízemí (0,55792 AU)			7. 8. 7,0	Jupiter v zastávke, začína sa pohybovať priamo



Zákryt Venuše Mesiacom
 18. 6. popoludní bude pozorovateľný zákryt Venuše Mesiacom, ktorý vzhľadom na dostatočnú uhlovú vzdialenosť od Slnka (45°) bude pozorovateľskou lahôdkou. Vstup (stred Venuše pre polohu Rimavskej Soboty) nastane o 15:34, výstup o 16:55 SEČ.



Blízkozemná planétka 2006 VV2



Po dlhšom čase sme sa mohli pokochať jasnou blízkozemnou planétkou, ktorá bola v dosahu aj menších ďalekohľadov.

2006 VV2 bola k nám najbližšie (3,39 milióna kilometrov) 31. 3. ráno, maximum jasnosti (10,0 mag) mala v ten istý deň večer. Vo hviezdárni Rimavská Sobota bola pozorovaná 30. a 31. 3. Napriek relatívnej blízkosti Mesiaca (30°, resp 15°) bola v ďalekohľade bez väčších problémov viditeľná ako pomaly sa pohybujúci objekt, zmenu jej polohy bolo možné registrovať už po krátkom čase.

Na fotografii z 30. 3. je planétka exponovaná v čase od 19:52 do 20:08 UT fotoaparátom Olympus E500 (ISO 400) v ohnisku zrkadla 350/1400 expozíciou 20 s v intervale 2 minúty. Jasná hviezda vľavo je β Lmi (4,2 mag), najslabšie hviezdy majú asi 14 mag. V čase expozície bola planétka vo vzdialenosti 3,44 milióna km, medzi hviezdami sa pohybovala rýchlosťou 1"/hod. Animácie pohybu planétky sú na www.astrors.szm.sk.

Pavol Rapavý



Olympus E500; ISO 400; 5,6/54 (kino), Venuša a M45. Olympus E500; ISO 400; 8/300 exp 15 s.

Konjunkcia Venuše s Plejádami 12. 4. 2007



Venuša a M45. Olympus E500; ISO 400; 8/300 (kino), exp 230 s. Foto: P.Rapavý

Zákryt Saturna, zatmenie Mesiaca alebo lekcia od pána Murphyho

Už z nadpisu je jasné, že počasie úspešnému pozorovaniu veľmi neprospievalo, no keďže boli jarné prázdniny, vybral som sa na hlohoveckú hviezdáreň.

Zákryt Saturna Mesiacom 2. 3. bol prvým z úkazov na ktoré som sa tešil a aj náležite pripravil: vizuálne pozorovanie refraktorom 110/840, moja webkamera v primárnom ohnisku 600/2400 a všetko ešte istila CCD kamera Meade DS1 PRO v ohnisku Spiegla 5,6/1000.

Plán je jedna vec, skutočnosť druhá. Každý večer od nedele až do štvrtka bolo zamračené, nádej bledla. Vo štvrtok prišiel na hviezdáreň aj kamarát Andrej, no keďže večer bolo zamračené, pobrali sme sa spať. Vstali sme hodinu pred polnocou a dlho váhali, či sa k nám priblíži oblačnosť na horizonte. Boli sme optimisti a vybrali sa do kupoly. Tu sa však ukázalo, že webkameru bude možné na 60 cm ďalekohľade doostríť len na Mesiaci. Ohnisko však bolo vo výške asi 4 metre od podlahy a my sme nemali taký dlhý rebřík... Po samovražednom pokuse o ostrenie som mohol skonštatovať, že kvôli „zavadzajúcej“ redukcii kameru doostríť možné nebude. Bolo to 10 minút pred vstupom! Webkameru som rekordne rýchlo prehodil na Spiegel, no obloha sa nadobro zamračila a ostala tak až do rána.

Keďže sa v piatok večer nemal odohrávať žiadny významný úkaz bolo, samozrejme, úplne jas-

no. To sme s Andrejom využili na prípravu na zatmenie Mesiaca. Na môj teleobjektív Jupiter 3,5/135 som dal webkameru Creative, na 200 mm teleobjektív CCD kameru Meade, na Spiegel sa chystala zrkadlovka Canon EOS 350D a afokálne za Sometom môj maličký Kodak Z740. Urobili sme skúšobné snímky Saturna i Mesiaca webkamerkou cez Spiegel.

Sobota nám ničila náladu, prípravné práce sme však urobili. Z večernej omše som sa však na hviezdáreň vrátil za sprievodu dažďa. Počasie sa menilo z minúty na minútu. Raz bolo zamračené, raz pršalo, raz bolo jasno. O 22. hodine sme sa vybrali do kupoly. Pršalo, fúkalo... Pozapájal som do notebooku kamery a čakal. Zrazu sa začala oblačnosť zmenšovať, no len trošku. P. Rapavý mi z Rimavskej Soboty písal, že má jasno. Aj zákryt napozoroval, aj teraz má jasno, kým v Hlohovci je stále zamračené. A predsa! Na začiatku úplnej fázy sa okolo 23:50 SEČ ako-tak vyjasnilo. Najprv sa mi podarilo namieriť na Mesiac kameru Meade. Začal som snímať ako besný, ale ako sa hovorí „čert nikdy nespí...“ Nepodarilo sa namieriť webkameru. Už som sa na to išiel vykašľať, ale na poslednú chvíľu sa to predsa podarilo.

Aby však moja radosť nebola úplná a počasie si ešte vylepšilo skóre, zamračilo sa. Úplne. A tak ostalo až do rána. Pobalili sme techniku a pobrali sa spať.

Lubomír Urbančok

Zraz mladých astronómov Slovenska

39. ZMAS sa uskutoční v dňoch 15. – 21. júla 2007 v priestoroch rekreačného zariadenia v Kolárovcích, okres Bytča. Zraz je určený pre všetkých záujemcov o astronómiu z radov stredoškolskej mládeže. Odborný program počas dňa bude pozostávať z prednášok, spracovania napozorovaného materiálu, konzultácií s prednášateľmi a s odborným dozorom a s pozorovaním Slnka.

Odborný program: vyhľadávanie objektov, základy fotografovania objektov, pozorovanie premenných hviezd, metódy pozorovania meteorov.

Zatiaľ prislúbili účasť títo prednášatelia: RNDr. Miroslav Znášik (Hviezdáreň v Žiline), RNDr. Marián Lorenc (SÚH Hurbanovo), Mgr. Peter Dolinský (Geomagnetické observatórium SAV, Hurbanovo), Matúš Kocka.

Pripravuje sa aj jednodňový výlet do planetária v Ostrave eventuálne do Hviezdárne vo Valašskom Meziříčí.

Účastnícky poplatok:

● Základný: 2 800 Sk.

● Pre účastníkov, ktorí sa vedia preukázať, že boli účastníkmi vedomostnej súťaže „Čo vieš o hviezdach?“ v roku 2007 na úrovni krajského kola je to 1 400 Sk.

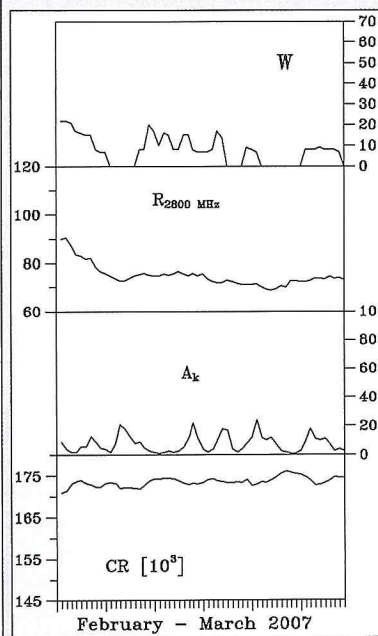
● Vybraní účastníci celoslovenského kola vedomostnej súťaže „Čo vieš o hviezdach?“ v roku 2007 pobyt budú mať plne hrazený (súčasť ocenenia).

● Organizátor ZMAS-u môže pre účastníkov z rokov 2003 až 2006 na základe žiadosti určiť poplatok na úrovni 1400 Sk. Každá žiadosť sa bude posudzovať individuálne.

Poplatok zahŕňa stravu, ubytovanie na chate a zabezpečenie obsahovej náplne ZMAS-u. V prípade záujmu prevyšujúceho kapacitu chaty (cca 40 ubytovaných) si organizátor vyhradzuje právo výberu účastníkov na základe odporúčaní hviezdárni a dátumu prihlásenia. Prihlášky na 39. ZMAS adresujte na: Slovenská ústredná hviezdáreň, Komárňanská 134, 947 01 Komárno

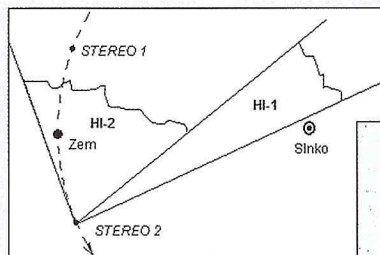
Ďalšie informácie na tel. 035/760 2484-6.

Slnečná aktivita február – marec 2007



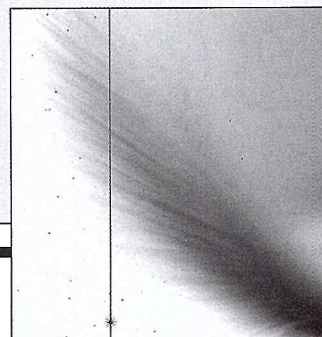
Ako možno vidieť z obrázku priebehov indexov slnečnej aktivity, je pravdepodobné, že táto dosiahla svoje minimum. Avšak aktivita slnečných astronómov (aspoň v kozmických projektoch) je na vysokej úrovni a podľa môjho názoru, môžeme očakávať množstvo principiálne nových poznatkov, hlavne pokiaľ ide o problém kozmického počasia (Space Weather).

Na sondách STEREO okrem prístrojov, totožných s tými, aké sú na SOHO, t. j. pozorujúcich slnečný disk v EUV oblasti a slnečnú korónu do vzdialenosti cca 15° ešte jeden malý prístroj (maximálny rozmer 70 cm), ktorý kontroluje celý priestor medzi Slnkom a Zemou. Prístroj má názov HELIOSPHERIC IMAGER (HI), skladá sa z dvoch CCD kamier, pred ktorými je sústava clón, ktoré zakrývajú slnečný disk aj vnútornú korónu a zobrazujú priestor heliosféry v rozsahu 4° až 90° od Slnka (obr. 1).

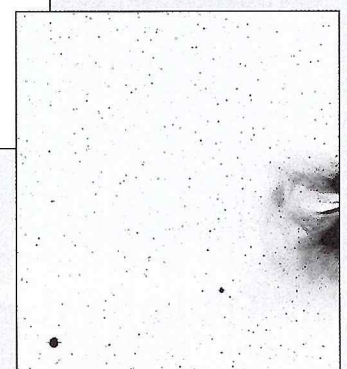


Zhodou okolností sa v januári 2007 nachádzala blízko Slnka kométa McNaught. Snímka jej chvosta s bohatou štruktúrou je na obr. 3 (negatív).

Obr. 3: Chvost kométy McNaught. Snímka z 11. januára 2007. Vidno na nej (preexponovane) Venušu aj Merkúr.



Obr. 1: Schéma záberu prístrojov HI-1 a HI-2 na sonde STEREO.



Obr. 2: jedno z prvých pozorovaní CME s kamerou HI-1 z 24/25 januára 2007. Slnko je 4' napravo od okraja obrázku. Na obrázku vidíme aj Venušu (-3,8^m) v ľavom dolnom rohu a Merkúr (-1^m), bližšie k Slnku. Na snímke vidno hviezdy približne do 8. magnitúdy (negatív).

Pomaturitné kvalifikačné štúdium astronómie

V školskom roku 2007 – 2008 bude otvorený 19. cyklus Pomaturitného kvalifikačného štúdia astronómie (PŠA). PŠA je dvojročné štúdium popri zamestnaní, ktoré sa otvára každé dva roky pri Strednej priemyselnej škole stavebnej v úzkej spolupráci so Slovenskou ústrednou hviezdárňou v Hurbanove. Štúdium je určené absolventom stredných škôl s maturitou bez vekového ohraničenia, ktorých absolventi získajú kvalifikáciu na prácu na astronomických zariadeniach, ako aj pre záujemcov o astronómiu. V každom ročníku poslucháči absolvujú 8 trojdňových sústredení podľa schváleného plánu a jedno letné sústredenie. Z každého absolvovaného predmetu sú študenti povinní vykonať ročníkové skúšky. Po úspešnom absolvovaní ročníkových skúšok sa štúdium končí maturitnou skúškou a absolvent obdrží vysvedčenie.

Na PŠA sa prednášajú nasledovné predmety: Základy astronómie, Sférická astronómia, Základy vyššej matematiky, Vybrané kapitoly z fyziky, Základy výpočtovej techniky v astronómii, Astronomické prístroje a pozorovacie metódy, Meteorológia, Astrofyzika, Fyzika slnečnej sústavy, Nebeská mechanika, Kozmológia a kozmogónia, Základy filozofie, Vybrané kapitoly z pedagogiky a psychológie, Vybrané kapitoly z matematiky, Raketová technika a kozmonautika.

Výučbu vedú odborní pracovníci SÚH a externí učители.

Príhlášky na riadny prijímací termín musia uchádzači zaslať spolu so životopisom a kópiou maturitného vysvedčenia do 31. mája 2007 a v náhradnom termíne do 31. júla 2007 na adresu:

Slovenská ústredná hviezdáreň, Komárňanská 134, 947 01 Hurbanovo

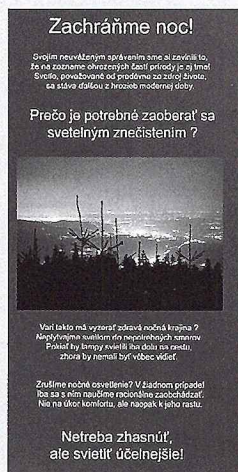
Zachráňme noc!

Pod týmto emotívnym názvom vydala hviezdáreň v Rimavskej Sobote s podporou Agentúry pre podporu výskumu a vývoja brožúrku, prvú svojho druhu u nás, venovanú aktuálnej problematike svetelného znečistenia.

Autor (Ing. Ďuriš) populárnou formou záujemcom približuje problematiku svetelného znečistenia, ktoré začína byť vážnym problémom nielen pre astronómov, ale aj pre nočné živočíchy, bezpečnosť na cestách, ľudské zdravie, energetiku a pod. Čitateľ sa dozvie ako sa tomuto škodlivému svetlu brániť a čo správnym svetlením získa.

Brožúrku distribuuje vydavateľ (hvezdaren@rsnet.sk) a je aj na stránke http://svetlo_temp.szaa.sk/

PR



ESOP na Slovensku

V dňoch 24. – 26. – 29. augusta sa v Tatranskej Lomnici uskutoční 26th European Symposium on Occultation Project, ktorého organizátorom je Slovenský zväz astronómov amatérov so spoluorganizátormi (AsÚ SAV, SAS pri SAV a SÚH). Je to mimoriadna príležitosť pre všetkých záujemcov o problematiku zákrytov a všetko čo s nimi súvisí. Záštitu nad konferenciou prevzal prezident Ivan Gašparovič. Podrobné informácie sú na stránke <http://esop2007.szaa.sk/>, kontakt esop2007@szaa.sk

PR

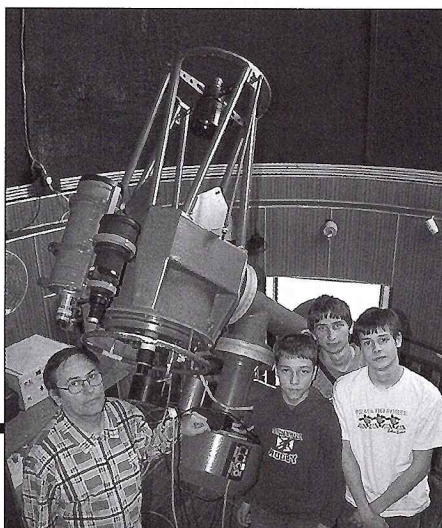
Michalovská expedícia za meteormi

V dňoch 19. – 24. apríla 2007 sme usporiadali expedíciu na Hviezdáreň Roztoky v okrese Svidník pre členov nášho ATM (Astro Team Michalovce) zameranú hlavne na pozorovanie meteorov z rojov Lyridy a Bootidy. Na tejto jarnej expedícii sa zúčastnilo 5 členov ATM. Počasie nám neobvykle prišlo, a tak sme z 5 nocí pozorovali počas troch, keď sme získali 235 záznamov o prelete meteorov.

Sme radi, že nám vyšla najmä noc okolo maxima meteorického roja Lyridy – z 22. na 23. 4. Podľa našich pozorovaní bola vtedy hodinová frekvencia Lyríd prepočítaná na ideálne podmienky (tzv. ZHR – Zenithal Hourly Rate) rovná 14 meteorov za hodinu. Okrem vlastných pozorovaní meteorov sme mali možnosť sledovať aj spracovanie CCD snímkov pre fotometrické účely na počítači a pripravovali sme našich súťažiacich na krajské kolo súťaže „Čo vieš o hviezdach“, najmä počítaním príkladov a preberaním matematického aparátu a fyzikálnych základov potrebných na astronomické výpočty. Na dennej oblohe sme si našli ďalekohľadom (15 cm refraktorom Roztockej hviezdárne) podľa súradníc Venušu.

Cez deň sme mali možnosť kochať sa okolitou krásnou prírodou, pozreli sme si nejaké filmy, sledovali sme TV, hrali sa šachy i karty. Po dva večery sme mali aj táborák. Vďaka veľkej ochote pracovníkov Hviezdárne v Roztokoch a aj peknému počasiu sa nám expedícia vydarila. Radi by sme sa tento rok do Roztokov zasa vrátili na ďalšiu takúto expedíciu.

**RNDr. Zdeněk Komárek
Hviezdáreň v Michalovciach**



Hviezdne leto 2007

**ESA 2007 – EBICYKEL
SLOVENSKÝCH ASTRONÓMOV
28. 7. – 4. 8.**

Poznávanie hviezdám na bicykloch. Bližšie informácie na tel. 038 / 7497108, e-mail: hvezdap@hvezdaren.sk

**HST 2007 – HVIEZDNA STANICA
TEENAGER**

Hornonitrianska hviezdáreň v Partizánskom prijme v lete od 10. do 18. augusta 2007 do „zamestnania“ mladých uchádzačov o prácu vo Hviezdnej Stanici Teenager na Letné Astronomické Bádanie v oblasti astronómie, fyziky a zemepisu. Podmienky: vek od 10 do 17. rokov; technická zručnosť pre prácu v astrodielni a v laboratóriu. Počet miest je obmedzený. Ubytovanie a stravu zabezpečíme vo výške účastníckeho poplatku. Náplň práce – prednášky, pozorovania, pohybové hry a ďalšie prevapenia. Predbežné príhlášky zasielajte na adresu Hornonitrianskej hviezdárne v Partizánskom, p. o box 59, Bližšie informácie na Tel. 038 / 7497108, e-mail: hvezdap@hvezdaren.sk

**ASTROTECH 2007
13. až 18. august 2007**

Kurz brúsenia astronomických zrkadiel pre astronómov amatérov. Počet miest je obmedzený.

Bližšie informácie na tel. 038 / 7497108, e-mail: hvezdap@hvezdaren.sk

**Hornonitrianska hviezdáreň, Malé Bielce
177, 958 04 Partizánske
www.hvezdaren.sk**

4. európska konferencia prenosných planetárií

V dňoch 6. – 9. 9. 2007 sa bude v Bratislave konať medzinárodná konferencia s tematikou zameranou na malé a prenosné planetárium. Organizátormi sú Slovenská ústredná hviezdáreň v Hurbanove, Fakulta matematiky, fyziky, informatiky Univerzity Komenského a International Planetarium Society. Jej cieľom je predstaviť trendy prevládajúce pri produkcii prenosných planetárií a planetárií s rozmermi do 10 metrov. Taktiež by mali byť predstavené nové trendy pri prezentácii rôznych oblastí astronómie v planetáriu.

Predpokladá sa účasť výrobcov planetárií: RSA z Francúzska, SKY-SCAN z USA a Nemecka, Learning Technologies z USA a ďalších menších producentov doplnkov do planetárií.

Príhlášky je potrebné doručiť do 20. júna 2007.

Bližšie informácie: www.suh.sk/ips2007; suhmet@suh.sk; telefón: 035 760 2485; fax: 035 7602487,

**Slovenská ústredná hviezdáreň,
Komárňanská 134, 947 01 Hurbanovo**

● **Predám** časopisy Sky&Telescope, 2002 – 2006 a Kozmos, 1995 – 2006. Nepoškodené výtlačky, za zlomok pôvodnej ceny. Pridám The Planetary Reports zdarma. Roman Švihorčík, tel. 0903 559463.

Kométa McNaught od Miloslava Druckmüllera



Už pred dva a pol sa mesiacmi na redakčnej rade nášho časopisu hovorilo o čarokrásnych záberoch aktuálnej kométy McNaught od českého astronóma Miloslava Druckmüllera, ktoré zhotovil v čilských Andách a v Nahuel Huapi (Patagónia, Argentína). Iba niektorí na porade nevedeli, o aké snímky ide: v tom čase boli na autorovej stránke <http://www.zam.fme.vutbr.cz/~druck/Astro/> iba dva dni. Väčšina ich už videla. Dôkaz, ako rýchlo sa medzi astronómami šíria fámy o jedinečných zážitkoch.

Hoci sme pôvodne chceli na titulnej strane uprednostniť niektoré vydarené snímky z Astrofota, čitatelia nám určite odpustia, že sme svoje rozhodnutie zmenili, keď si pozrú nielen uverejnené snímky, ale aj celú sériu fotografií kométy na domovskej stránke Miloslava Druckmüllera. Na nej sa môžu začítať do sugestívne podaných zážitkov autora a jeho manželky Zuzany v Južnej Amerike. Autor sám priznáva, že v čase keď odlietal do Čile ešte netušil, že tam, v panensky čistej prírode hôr, uvidí najjasnejšiu kométu za posledných 50 rokov. Že sa mu podarí spojiť do jedného úžasného výsledku svoje tri lásky: astronómiu, fotografovanie a hory.

Až po deviatich dňoch pobytu v Čile – 17. januára – sa autor v Talcu dostal k internetu a dozvedel sa

údaje o jasnosti kométy C/2006 P1 McNaught. Kométa prešla perihéliom 12. januára 2007 vo vzdialenosti 0,171 AU, čo je výrazne bližšie ako obieha planéta Merkúr, ktorá má v perihéliu vzdialenosť 0,307 AU. 13. a 14. januára mala kométa jasnosť -6 mag a bola viditeľná aj počas dňa. Svojou jasnosťou prekonalala kométu Hale-Bopp z roku 1997 i kométu West z roku 1974. Pred prechodom perihéliom bola viditeľná na severnej pologuli, neskôr na južnej. Druckmüller na svojich stránkach píše: „Pripadalo mi téměř jako zázrak, že se náhodou nacházím na tom správném místě zeměkoule a navíc mám i nějakou techniku vhodnou pro fotografování komety.“

Už prvý večer v Talci „lovil“ kométu, ktorá mala jasnosť jadra asi -2 mag. Nasledujúci deň ju fotografoval na kopci, asi 15 km za Talcom (*snímka hore*), kam sa odviezol taxíkom. Autor o tom píše: „Taková kometa přijde člověku před objektiv fotoaparátu snad jednou za život a já ji nakonec mám a celou.“

Ďalší deň, 19. januára, vyráža s manželkou znovo do hôr, do oblasti Siete Tazas. S manželkou podvečer rozkladajú stan na planine Bonson (1674 m) a sám proti noci o 19.30 h vyráža k vybranému vrcholu hory s nákladom fototechniky, ktorú má

k dispozícii. V neskorých večerných hodinách stojí na vrchu hory vo výške 2233 m. Pokochá sa výhľadom na vulkán Descabezado Grande (3885 m), pripraví si fotoaparáty a prvý obrázok zhotovuje o 21:34 h. „Kométa nad Andami – prostě nádhera,“ píše. „Je to zvláštní pocit sedět ve tmě úplně sám na vrcholu hory v Andách a dívat se na kometu...“ (*Snímka dole.*)

V noci z 21. na 22. 1. sa manželka Druckmüllerovci presunuli do Osorna v Argentíne a odtiaľ pokračovali do národného parku Nahuel Huapi. Tam bolo hrozivé počasie, mestečko Bariloche bičoval vietor a na jazere Nahuel Huapi boli vlny ako na mori. Návštevníci odtiaľ utekali kvôli nepriazni počasia. 24. januára sa však vyjasnilo a oni vyrazili do hôr. Stan si postavili pri jazere Toncek. V týchto miestach zhotovil krásne obrázky kométy, hoci jej jasnosť už dosť zoslabla (jasnosť jadra 0 až $+1$ mag). Napriek tomu bola úchvatná. 26. januára sa manželka presunuli k chate pri jazere Jakob, potom do sedla nad jazerom, kde postavili stan (1943 m). 71 metrov nad sedlom bol vrchol hory, kde Druckmüller bivakoval. A že aj posledné zábery čo na ceste do Čile a Argentíny (ktorá sa neskôr zmenila na hon za kométou McNaught) zhotovil, bola paráda, dokazuje aj fotografia na *obálke časopisu*.



CELESTRON.SK

Okuláre E-Lux



zorné pole 50°, 1.25" a 2" prevedenie
rozmery 1.25": 6, 10, 25 a 40 mm
rozmery 2": 26, 32 a 40 mm

Okuláre Omni



zorné pole 53 - 42°, 1.25" prevedenie,
viacvrstvené antireflexné vrstvy, väčší očný reliéf,
rozmery: 4, 6, 9, 12.5, 15, 20, 25, 32 a 40 mm

Okuláre X-Cel



zorné pole 55°, 1.25" prevedenie,
veľké očné reliéfy, pohodlné pozorovanie,
rozmery: 5, 8, 10, 12.5, 18, 21, 25 mm

Hyperion, Baader Plan.



NOVINKA

zorné pole 68°, 1.25" a 2" prevedenie,
profesionálne prevedenie,
s redukciami na projekčné fotenie,
rozmery: 3.5, 5, 8, 13, 17, 21
a zoom 8-24 mm

NAJŠIRŠIA PONUKA OKULÁROV A FILTROV NA SLOVENSKU

Barlowove šošovky



2x Barlowova šošovka, 1.25" upínací priemer,
prevedenie: Omni, Ultima a X-Cel ED

Set okulárov 1,25"



set obsahuje: okuláre 1.25" v rozmeroch:
4, 6, 9, 15 a 32 mm, 4 elementové,
farebné filtre (#12, #21, #25, #56, #58A a #80A),
mesačný filter a Barlow 2x

Set okulárov 2"



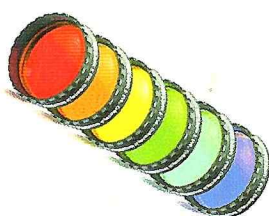
set obsahuje okuláre 2": 26, 32 a 40 mm,
2" Barlow 2x, zenitový hranol 2"
a set farebných filtrov (#12 (žltý), #21 (oranžový),
#25 (červený), #58 (zelený), a #80A (modrý))

Set s príslušenstvom



okuláre 1.25": 12.5 a 32 mm,
Barlowova šošovka 2x,
svietidlo, farebné filtre

Farebné filtre Baader



farebné filtre 1.25" alebo 2"
farby: červený, oranžový, žltý, zelený, modrý fialový,
mesačný filter - šedo-zelený

Korekčné filtre Baader



1.25" alebo 2" v prevedení:
Contrast Booster - kontrastný filter pre šošovkové ďalekohľady,
Neodymium - kontrastný filter pre zrkadlové ďalekohľady,
Fringe killer - reduktor farebnej vady, UV-IR

Hmlovinové filtre Baader



1.25" alebo 2" v prevedení:
UHC-S filter - redukcia jasnosti oblohy s pouličními svetlami,
OIII filter - klasický hmlovinový filter.
Filtre pre ďalekohľady s priemerom 150 a viac mm.

Astrosolar™ fólia



Slniečna fólia na výrobu objektívového filtra.
Rozmery: 150x250 mm, 200x250 mm,
500x500 mm a 500x1000 mm

T-krúžky



T-krúžok na konkrétny bajonet a závit
M42x0.75, ktorý je na okulárovom výťahu.
Dostupné pre: Canon, Nikon, Minolta, Pentax a
Olympus

Rosnice na objektív



Pre všetky modely Schmidt - Cassegrainov

Sky Scout



Vaše osobné planetárium

Jednoduchá orientácia na oblohu
pre úplných začiatočníkov

SkyScout vás naučí vyhľadávať a identifikovať
súhvezdia, hviezdy, objekty a planéty na nočnej oblohe
SkyScout zistí vašu polohu podľa vstavaného GPS a naučí vás
orientovať sa na oblohu v ktoromkoľvek ročnom období

TRMF

Partizánska 80, B. Bystrica
tel.: 048/4142332,
e-mail: celestron@celestron.sk
web: www.celestron.sk

EUROPA SHOPPING CENTER BANSKÁ BYSTRICA:
denne 9:00-21:00 hod, tel.: 048/4125117