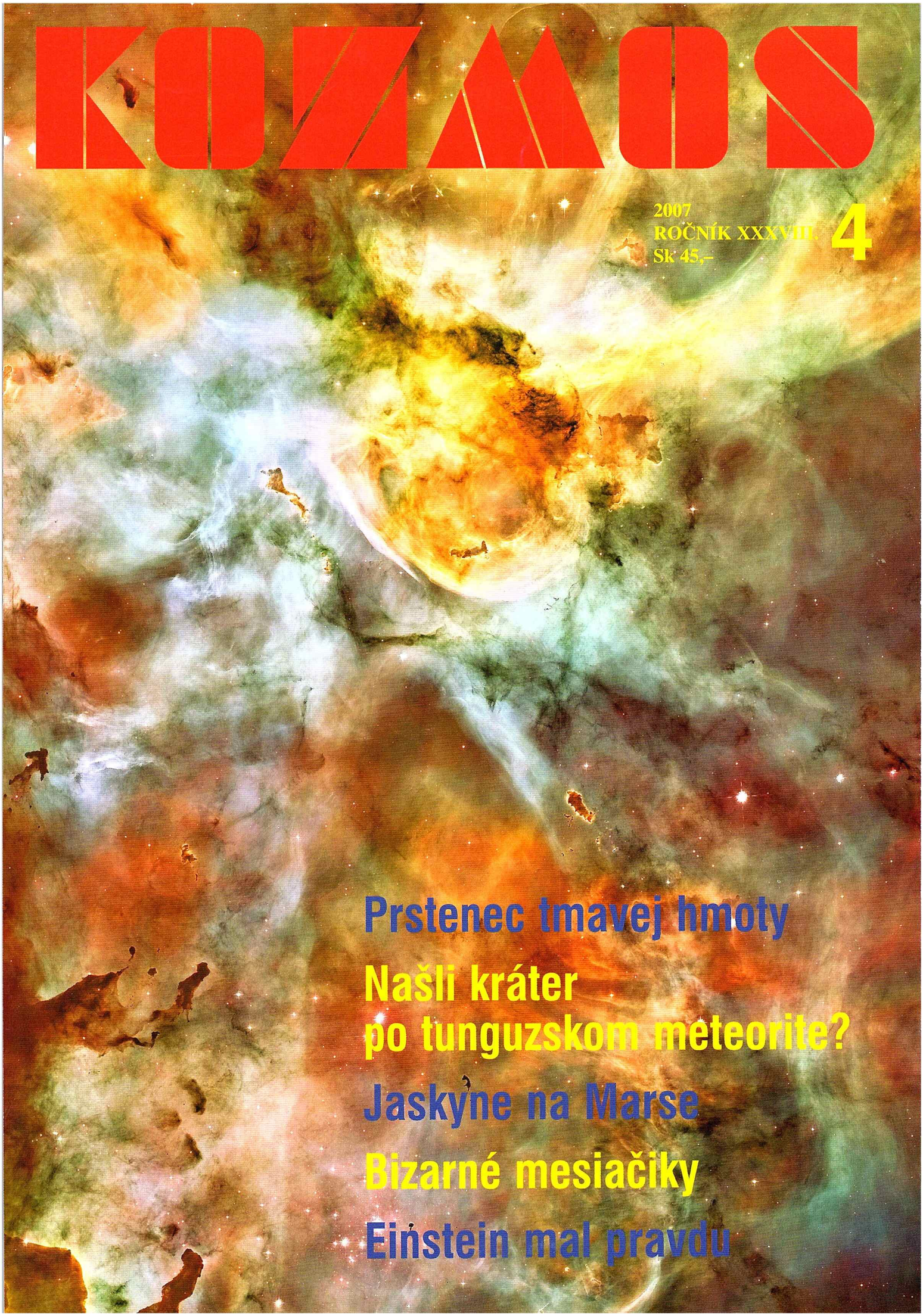
KOZMOS

2007
ROČNÍK XXXVIII. 4
Sk 45,–



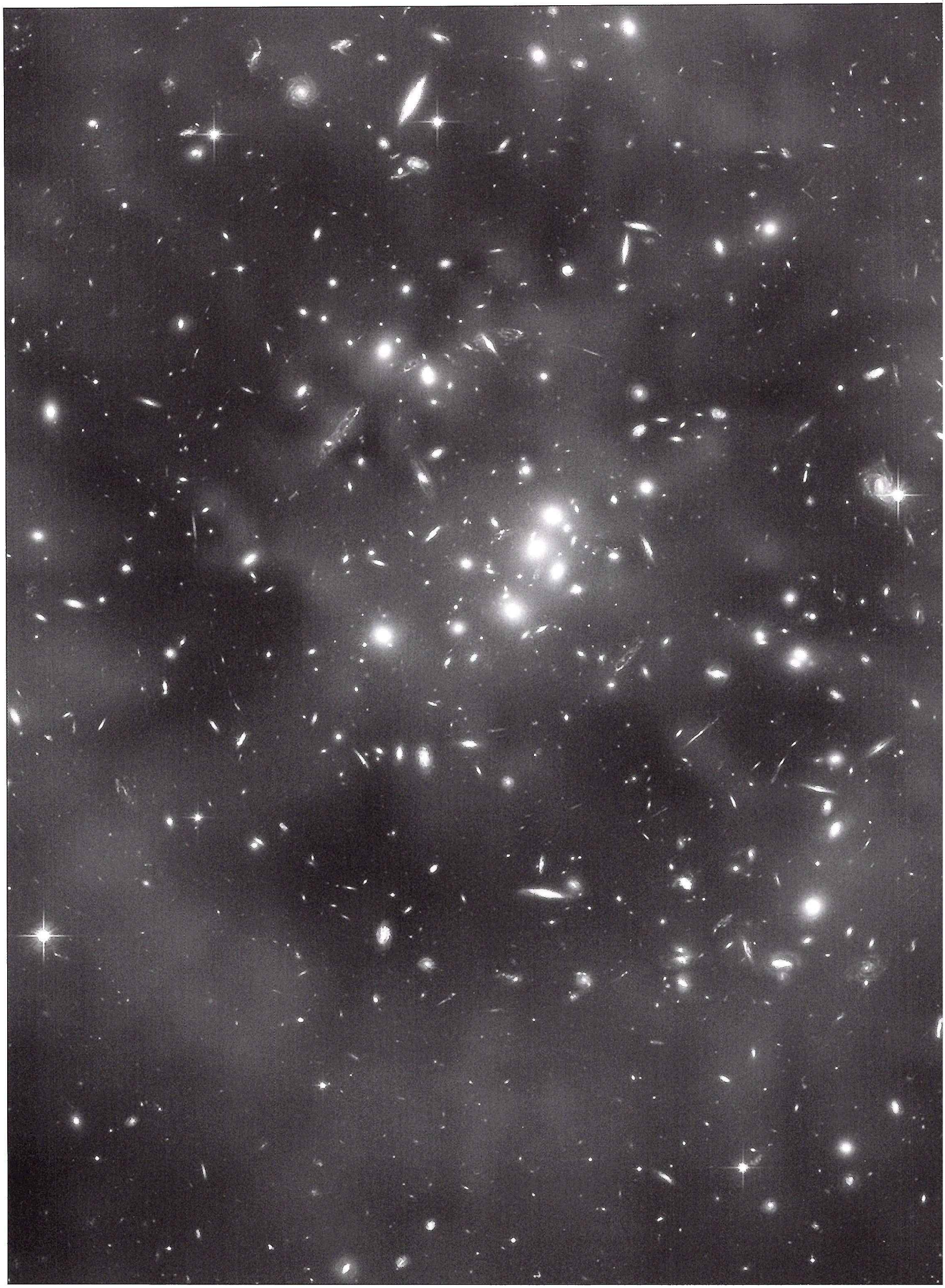
Prstenec tmavej hmoty

Našli kráter po tunguzskom meteorite?

Jaskyne na Marse

Bizarné mesiačiky

Einstein mal pravdu



Na snímke, ktorú poskladali z niekoľkých fotografií HST, sa objavil prízračný prstenec tmavej hmoty v kope galaxií Cl 0024+17.

KOZMOS

Populárno-vedecký astronomický časopis

Vydáva: Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 035/760 24 84, fax 035/760 24 87. Za vydavateľa zodpovedný: generálny riaditeľ SÚH v Hurbanove Ing. Teodor Pintér.

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

Redakčný kruh: doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, DrSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčár, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, 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: 6× do roka. Neobjednané rukopisy nevraciame. 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 Slovenská pošta, a. s., Stredisko predplatného tlače, Námestie slobody 27, 810 05 Bratislava 15, e-mail: zahranicna.tlac@slposta.sk.

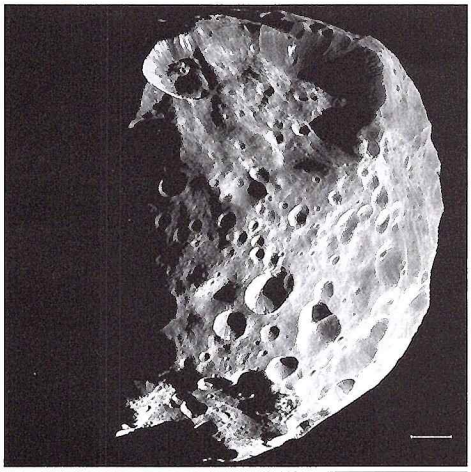
Predplatitelia: V Čechách A.L.L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1, tel. 663 114 38, na Slovensku L. K. Permanent, Hattalova 12, 831 03 Bratislava, tel. 44 453 711. Podávanie novinových zásielok povolené Riaditeľstvom poštovej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Čechách rozširuje A. L. L. Productions, tel. 00402/3409 2856, e-mail: mila@allpro.cz. P. O. Box 732, 110 00 Praha 1. Podávanie novinových zásielok v Čechách bolo povolené Českou poštou, s.p. OZSeČ Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8.

© Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1998.
Zadané do tlače 14. 7. 2007

ISSN 0323 – 049X

Témy čísla

17 **Najbizarnejšie mesiačiky v našej Slnečnej sústave**



22 **Družica Gravity Probe B testovala všeobecnú teóriu relativity** / *Drahoš Chochol*

24 **APOPHIS: nebezpečenstvo zatiaľ nehrozí** / *Leonard Kornoš*

27 **ŽIVOT v zemskej kôre**

33 **Ruku v ruce nad Venuší** / *Tomáš Přibyl*

Aktuality

2 **Našli kráter po tunguzskom meteorite?**

3 **Najstaršia hviezda má 13,2 miliardy rokov**

4 **COROT ulovil prvú exoplanétu**

5 **Rozpaky nad supermasívnou planétou**

6 **Objev záhadné „temné galaxie“** / *www.astro.cz*

7 **Trojrozmerná mapa tmavej hmoty**

8 **Chýbajúcu hmotu našli v recyklovaných trpaslíčich galaxiách**

HST objavil prstenec tmavej hmoty

10 **Čo sa stane so Slnkom, keď....?**

MARS

11 **Spirit objavil vulkanické horniny**

12 **Mars Odyssey: ľad pod povrchom Marsu**

13 **Opportunity pred zostupom na dno Victorie**

14 **Gigantické kaverny na Marse?**

15 **Dve exoplanéty pri čudnej hviezde**

Neptunická exoplanéta obalená horúcim ľadom

16 **Portrét hviezdy Altair**

20 **Výtrysky z hnedého trpaslíka!**

21 **Merkúr má asi plastické jadro**

Tlak v jadre obrích planét

3. ob. Búrlivá tvorba hviezd / *Daniel Tóth*

Obálka

Komplex hmlovín na južnej oblohe v súhvezdí Kýl (Carinae). Je od nás vzdialený približne 7500 svetelných rokov. Snímku zhotovila kamera ACS na Hubblovom vesmírnom teleskope.

Viac na 3. strane obálky v článku Búrlivá tvorba hviezd

Rubriky

POZORUJTE S NAMI

35 **Obloha v kalendári** / *Pavol Rapavý*

Kalendár úkazov a výročí (s. 38)

PODUJATIA

32 **Prvý ročník Astronomickej olympiády bol úspešný** / *Ladislav Hric*

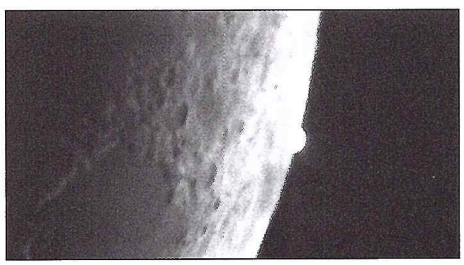
34 **Celoslovenský astronomický seminár pre učiteľov 2007** / *Ján Rybák*

39 **Astropark otvorený** / *Dana Rapavá*

ALBUM POZOROVATEĽA

39 **Dva zákryty planét** / *Pavol Rapavý*

40 **Zákryt Venuše Mesiacom** / *I. Dorotovič, M. Lorenc*



40 **Slnečná aktivita** (február – marec) / *Milan Rybanský)*

Rôzne

31 **SkyScout – osobné planetárium** / *Pavol Rapavý*

34 **Objektivem do vesmíru i kolem nás** / *Pavol Rapavý*

Našli kráter po tunguzskom meteorite?

30. júna 1908 vniklo do atmosféry Zeme teleso, ktoré nad Sibírou, v oblasti rieky Podkamenná Tunguzka „vybuchlo". Tento výbuch spustošil tajgu na ploche 2000 štvorcových kilometrov. Kmene vyvrátených stromov sa zachovali podnes. Už prvá vedecká expedícia, ktorá oblasť preskúmala, si všimla, že koruny stromov smerujú na všetky strany od epicentra výbuchu, ale nijaký impaktný kráter tam nenašli. Domorodí Evenkovia, svedkovia katastrofy, vypovedali, že oblohu križovalo jasné teleso, ktoré sa s veľkým rachotom rozpadlo. Tieto výpovede podopreli sprievodné úkazy: seizmické otrasy, ktoré pocítili a zaznamenali seizmické stanice aj v strednej Ázii a v Európe a neobyčajne jasná nočná obloha, ktorá pohasla až na svitaní.

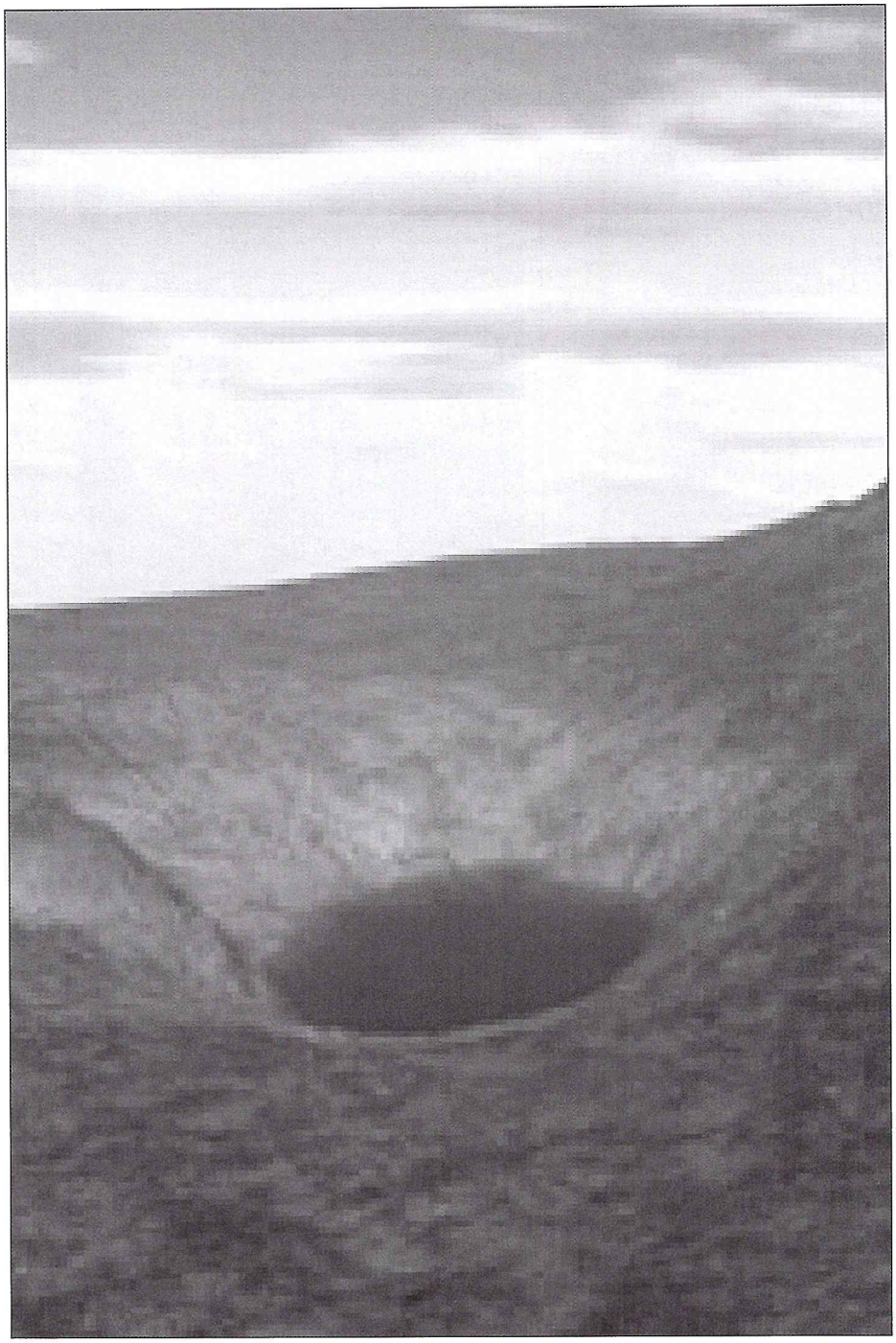
Vedci usúdili, že nad Sibírou, vo výške 5 až 10 kilometrov, sa rozpadol skalnatý asteroid, pričom výbuch vygeneroval energiu porovnateľnú s explóziou najmenej 10 megaton výbušniny. Priemer telesa odhadli na 70 metrov. V historickej dobe do pozemskej atmosféry nevniklo väčšie teleso mimozemského pôvodu. Ani jednej z expedícií sa však nepodarilo nájsť ani impaktný kráter asteroidu, ani jeho fragmnety.

Po 99 rokoch sa impaktný kráter podarilo nájsť. Tvrdia to talianski vedci z Inštitútu morských vied v Bologni. Okrúhle sibírske jazero Cheko vzniklo podľa nich dopadom veľkého fragmentu rozpadnutého asteroidu.

Jazero Cheko sa nachádza 8 kilometrov od epicentra explózie. Jazero má priemer 300 metrov a leží na dne 50 metrov hlbokej priehlbiny s neobyčajne strmými svahmi. Vedci preskúmali sedimenty na dne jazera a po analýze údajov usúdili, že ho nemohli vytvoriť nijaké pozemské, či už tektonické alebo erozívne procesy, ako iné sibírske jazerá. V časopise Terra Novahyperlink uverejnili článok, podľa ktorého má jazero Checo všetky znaky typické pre impakt kozmického telesa.

Uprostred jazera, desať metrov pod usadeninami, objavili pomocou zvukových vĺn balík koncentrovanej hmoty, ktorý by mohol byť fragmentom telesa, ktoré na Zem dopadlo. Počas nastávajúcich letných mesiacov sa Taliani na Tunguzku vrátia. Postavia plávajúcu vrtnú plošinu a pokúsia sa získať vzorky zo zanoreného objektu.

Objav vzrušil všetkých planetológov, ktorí sa špecializujú na impakty asteroidov. Na tohoročnej expedícii sa podieľajú aj vedci z Amesovho výskumného strediska pri NASA (Mountain View, California). David Morrison, vedúci tímu vyhlásil: „Máme jedinečnú príležitosť podrobne preskúmať dôsledky jedinej historickej multimegatonovej explózie, ktorú vyvolalo vniknutie asteroidu do pozemskej atmosféry. S podobnými katastrofami musíme počítať v blízkej budúcnosti." Hodno dodať, že keby objekt s parametrami tunguzského meteoritu vybuchol nad New Yorkom, mesto by ľahlo popolom.

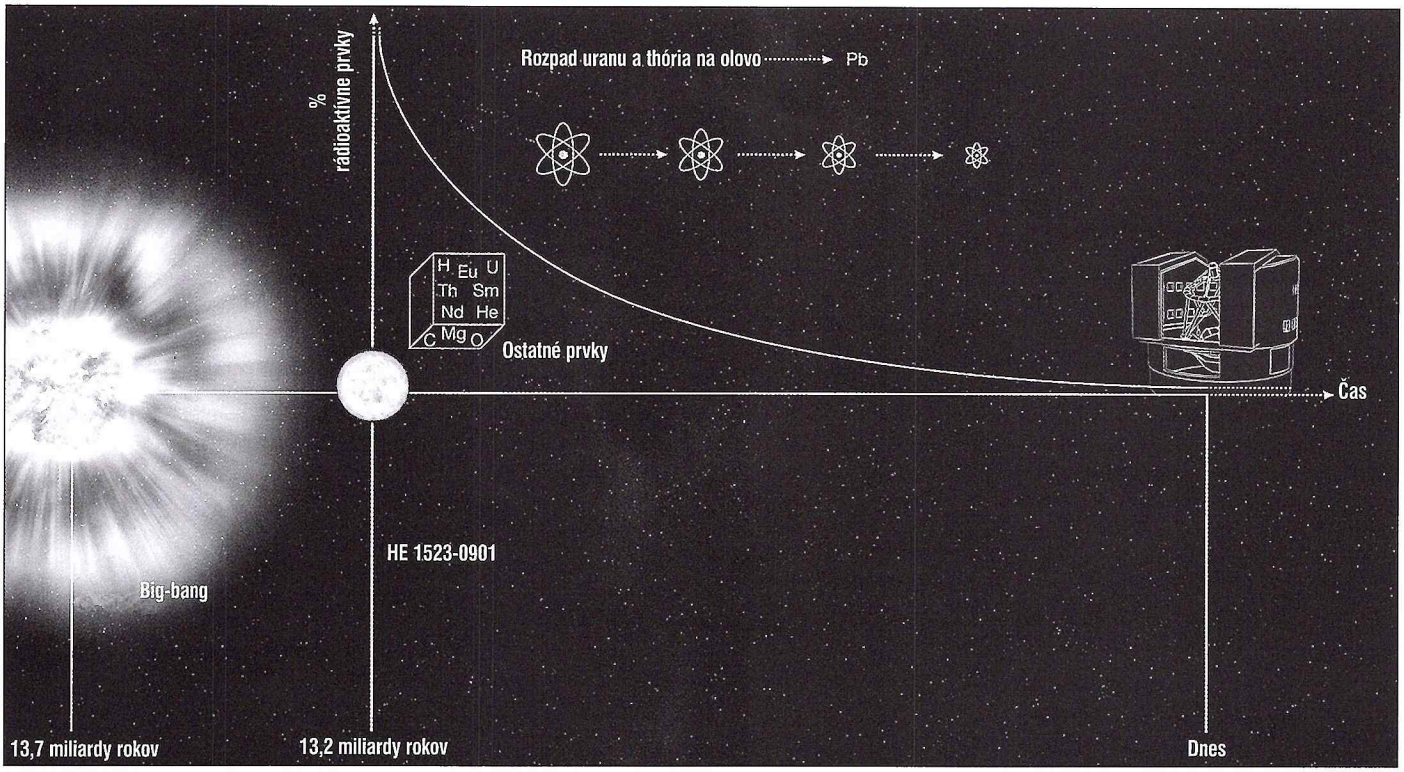


Sibírske jazero Cheko je iba 8 kilometrov vzdialené od miesta, nad ktorým v roku 1908 vybuchol mimozemský objekt, ktorého dráha križovala dráhu Zeme.

O pôvode tunguzského meteoritu už boli napísané desiatky štúdií. Väčšina serióznych vedcov sa nazdáva, že išlo o asteroid, alebo o jadro kométy. Existujú však aj fantastickejšie teórie, ktoré vďačne uverejňovali najmä bulvárne média. Do atmosféry Zeme vraj vnikla porúchaná kozmická loď mimozemšťanov a vybuchol jej jadrový reaktor. Alebo: išlo o kus antihmoty, ktorá sa po vniknutí do atmosféry anihilovala. Alebo: nebola to náhodou miniatúrna čierna diera...?

Je tu však aj iný problém. Ak by sa ukázalo, že jazero je naozaj impaktným kráterom po dopade asteroidu, potom išlo o udalosť, ktorá neprebehla podľa teoretických modelov. Keď totiž asteroid vybuchne ešte v atmosfére (čo bol podľa všetkého tento prípad), potom by sa musel rozpadnúť na malé fragmenty a kráter s priemerom 300 metrov by nemohol vzniknúť. Morrison ponúka vysvetlenie: možno išlo o teleso zložené z rozličných materiálov. Tie prchavé by sa trením v atmosfére prehriali, vybuchli a vyparili. Kompaktnejší materiál by sa trením síce zmenšil, ale nerozpadol. **Nature**

Najstaršia hviezda má 13,2 miliardy rokov



HE 1523, hviezda chudobná na kovy, sa sformovala v našej Galaxii už 500 000 miliónov rokov po big bangu. Satršiu hviezdu zatiaľ astronómovia neobjavili.

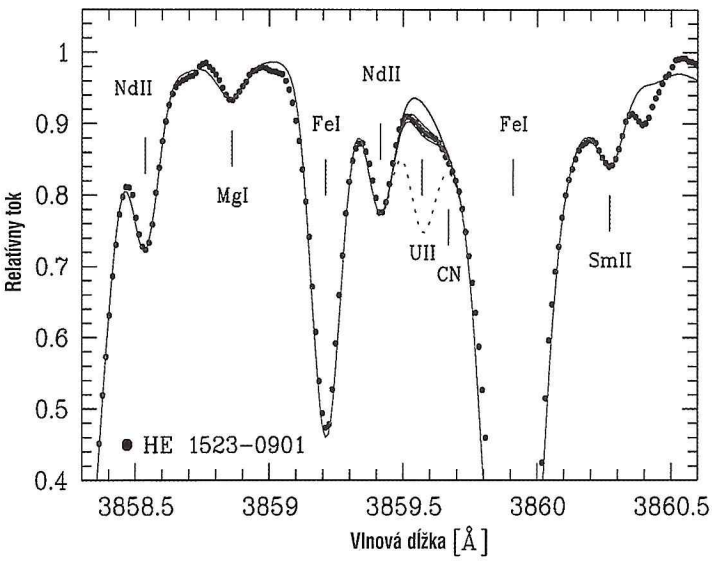
Hviezda HE 1523-0901 sa sformovala iba 500 miliónov rokov po big bangu. S určením jej veku mali hvezdári problém: zmerať presný podiel rádioaktívnych prvkov, uránu a thória, dokážu iba najväčšie ďalekohľady. Najstaršiu hviezdu objavili a „usvedčili" pomocou ďalekohľadu VLT/ESO.

Technika pripomína metódu merania uhlíka 14, ktorú s úspechom využívajú archeológovia. Polčas rozpadu tohto izotopu pomerne spoľahlivo označuje vek skúmaného objektu, ale iba niekoľko desiatok tisíc rokov do minulosti. Vo vesmírnych časových škálach sa sa táto metóda použiť nedá.

Pri tejto metóde sa meria prítomnosť rádioaktívnych izotopov. Stabilné prvky, ktoré sa sformovali v rovnakom čase sa nemenia, podiel rádioaktívnych (nestabilných) izotopov v priebehu času klesá. Čím rýchlejšie sa rozpadajú, tým väčší bude rozdiel pri porovnaní so stabilnými prvkami. Tým presnejší bude aj odhad ich veku.

Našťastie, rádioaktívny prvok sa nemusí rozpadať rýchle. Vek objektov, ktoré sa sformovali pred niekoľkými miliardami rokov však možno odhadnúť iba v takom prípade, ak je jeho množstvo ešte merateľné.

Aktuálne merania veku hviezd sa obmedzujú iba na veľmi zriedkavé objekty, ktoré obsahujú veľké množstvá uránu a thória. Takéto vlastnosti má aj HE 1523-0901, stará, relatívne jasná hviezda, ktorú objavili počas prehliadky oblohy Hamburg/ESO na Európskom južnom observatóriu v Chile. Pomocou ďalekohľadu Kueyen (jeden zo štyroch 8,2 m prístrojov VLT) a extrémne citlivého spektrografu UVES pozorovali hviezdu v priebehu niekoľkých nocí, celkom 7,5 hodiny. UVES sa používa najmä pri monitorovaní ultrafialovej oblasti spektra, kde sa čiary týchto prvkov dajú pozorovať.



Pozorované spektrum (čierne body) starej hviezdy HE 1523-0910 v oblasti spektrálnej čiary uránu II na vlnovej dĺžke 385,96 nm. Podarilo sa identifikovať aj spektrálne čiary železa, neodymia, samária a magnézia. Syntetické spektrum (body, vybodkované čiary) bolo vypočítané z nameraných hodnôt stabilných prvkov a 4 rozdielnych hodnôt podielov uránu v atmosfére hviezdy.

Pri odhade veku sa využili údaje o podiele oboch rádioaktívnych prvkov v kombinácii s údajmi troch ďalších prvkov – európia, osmia a irídia. „Donedávna sme dokázali získať údaje o hviezde iba pomocou jedných kozmických hodín," vraví Anna Frebel z tímu, ktorý sa na objave podieľal. „V prípade hviezdy HE 1523-0901 sme vek určili na základe údajov zo šiestich kozmických hodín."

Vo chvíli, keď sa hviezda sformovala, začalo týchto šesť hodín tikať a tikajú podnes, bez ohľadu na búrlivú evolúciu našej Galaxie. Vesmír má 13,7 miliardy rokov. Prvé hviezdy sa v ňom začali formovať veľmi zavčasu po big bangu, vtedy, keď sa okolo hniezd tmavej hmoty začali zoskupovať prvé Galaxie. Jedna z nich bola aj naša Mliečna cesta.

Prehliadka oblohy Hamburg/ESO je spoločným projektom hamburskej hvezdárne a ESO. Jej cieľom je získavanie spektrálnych informácií z polovice Južnej oblohy s využitím fotografických platní, ktoré vyhotovuje ďalekohľad ESO/Schmidt. Platne sa digitalizujú na Hamburskej hvezdárni.

Astrophysical Journal

COROT ulovil prvú exoplanétu

Satelit COROT vyhotovil prvú snímku exoplanéty a navyše získal aj prvý bajt seizmických informácií o jej materskej hviezde s doteraz nevídanou presnosťou. Už tento úlovok svedčí o tom, že COROT dokáže rozlíšiť aj terestrické planéty, čo do rozmerov podobné Zemi a získať aj údaje o ich chemickom zložení.

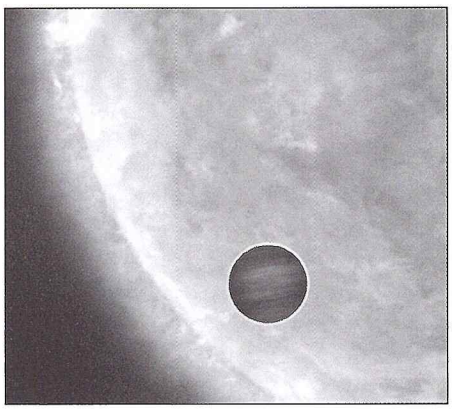
COROT má dvojitý cieľ.

Ide o prvú kozmickú misiu, ktorá objavuje extrasolárne planéty a s doteraz nevídanou presnosťou robí širokouhlú prehliadku terestrických planét.

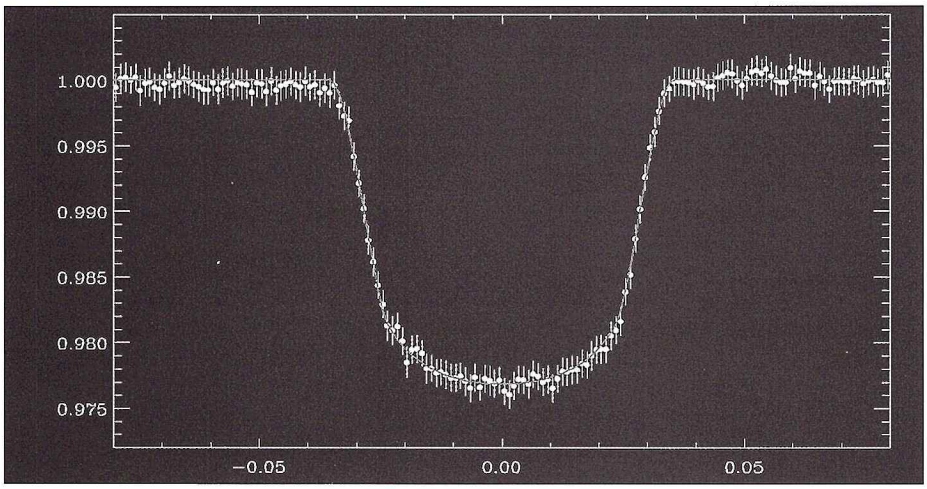
Prístroje na palube COROT dokážu skúmať aj vnútro hviezd.

Potrebné údaje sa získavajú analýzou svetla vytipovanej hviezdy. COROT zaznamená pokles intenzity svetla (svetelenú krivku) hostiteľskej hviezdy, keď exoplanéta pred ňou prechádza.

Štúdium vnútra hviezd, astroseizmológia, sa opiera o analýzu oscilácií svetelnej krivky hviezdy. Oscilácie sú produktom mechanických vĺn, ktoré prezrádzajú štruktúru vnútra hviezdy.



Ilustrácia znázorňuje prechod exoplanéty, obiehajúcej okolo materskej hviezdy. Táto metóda je úspešná najmä pri obrích exoplanétach, ktoré obiehajú okolo materskej hviezdy po blízkych obežných dráhach za niekoľko dní, ba aj za niekoľko hodín.



Takto sa na svetelnej krivke prejaví „kvapka", nepatrný pokles svetla počas prechodu exoplanéty. Intenzitu svetla z hviezdy odčítate na osi x, na osi y vidíte za aký čas planéta obehne okolo hviezdy. Pokles svietivosti zaznamená COROT po dovŕšení jedného obehu.

Prednosťou COROT je kontinuálne pozorovanie zvoleného cieľa v ľubovoľnom výseku oblohy. Pozorovania začali pred 120 dňami.

Prvú planétu, ktorú satelit objavil, zaradili do archívu s označením COROT-Exo-1b. Je to horúci Jupiter s priemerom 1,78 J. Okolo žltej trpasličej hviezdy podobnej Slnku obehne za 1,5 dňa. COROT-Exo-1b je vo vzdialenosti 1500 svetelných rokov. Po analýze spektroskopických pozorovaní sa podarilo určiť aj hmotnosť planéty: 1,3 hmotnosti Jupitera.

Ďalšie údaje sa budú vyhodnocovať celé týždne. Vedcov šokovalo, že prístroje na sonde získavajú v niektorých prípadoch až 10-násobne kvalitnejšie údaje ako sa očakávalo.

Špeciálne zariadenie dokáže odstrániť z údajov skoro všetky poruchy. Počas prvej detekcie exoplanéty sa vyskytlo iba 0,0003 poruchy. To je na tomto poli doteraz nezaznamenaná čistota údajov.

Keď sa aplikujú všetky korekcie svetelnej krivky, poruchy sa znížia na úroveň 5 : 100 000!

COROT dokáže detegovať aj planéty s parametrami našej Zeme, teda trikrát menšie ako sa očakávalo. Vedci predpokladajú, že za istých okolností dokáže sonda zaznamenať aj nepatrné zmeny svetla hviezdy odrazeného z povrchu planéty. Tak by sa dalo detegovať aj chemické zloženie exoplanét.

Mimoriadna je aj kvalita astroseizmologických údajov. Už počas prvých 60 dní sa podarilo získať skvelé údaje o „hviezdotrasení" s presnosťou 1 porucha na milión údajov. Sonda priebežne pozorovala hviezdu so svietivosťou nášho Slnka celých 50 dní. Zaznamenala nečakane silné zmeny svietivosti v priebehu niekoľkých dní. Tieto variácie podmieňuje asi magnetická aktivita hviezdy.

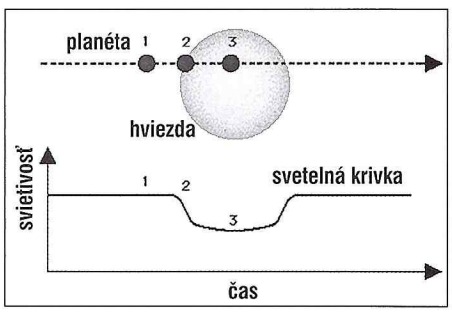
Aj presnosť týchto meraní bola doslova zarážajúca: s poruchou 5:100 000 v priebehu jednej minúty. Ďalekohľad na sonde už teraz dosiahol maximálny výkon pre prístroj s jeho parametrami.

Analýza oscilácií svietivosti ukázala seizmické otlačky typické pre Slnku podobné hviezdy. Po podrobnejšej analýze získajú vedci predstavu nielen o vnútre hviezdy, ale určia aj jej vek.

COROT je spoločným projektom Európskej vesmírnej agentúry (ESA) a Brazílie. Na projekte sa zúčastňuje aj Rakúsko, Belgicko, Nemecko a Španielsko. COROT koncom roka 2006 vyniesla na obežnú dráhu raketa Sojuz z kozmodromu v Kazachstane. Okolo Zeme sa pohybuje po takmer kruhovej, polárnej dráhe vo výške 895 až 906 kilometrov. 2. januára 2007 sondu oživili, vedecké pozorovania sa začali 3. februára 2007.

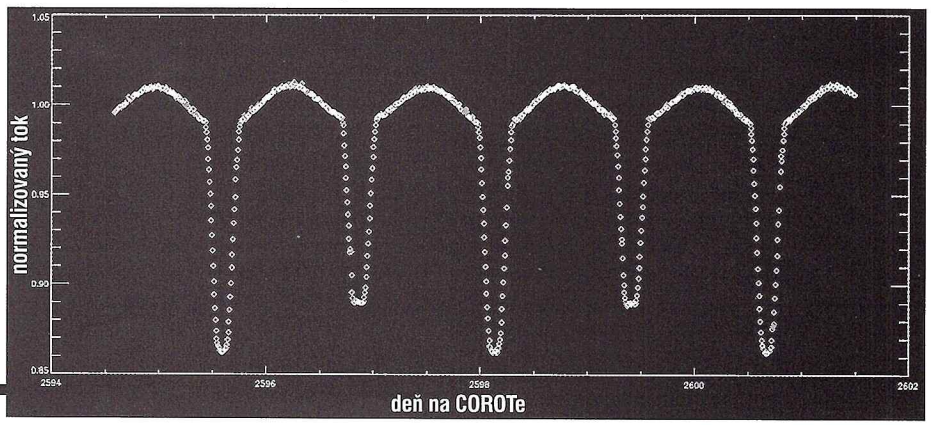
COROT sa narodil pod šťastnou hviezdou. Po vydarenom štarte a okamžitom začatí vedeckých operácií údaje doslova chrlí. Očakáva sa, že nové objavy nedajú na seba dlho čakať.

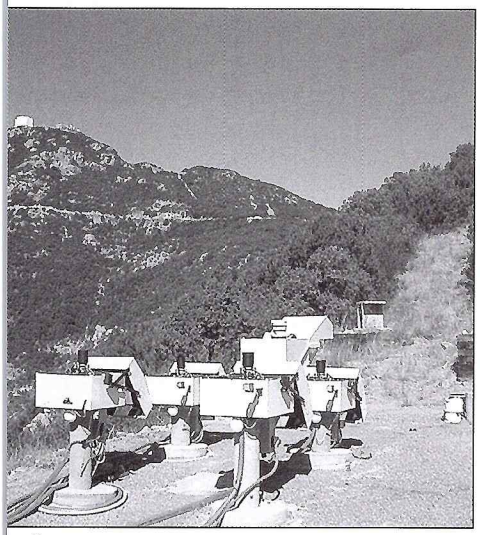
ESA Press Release



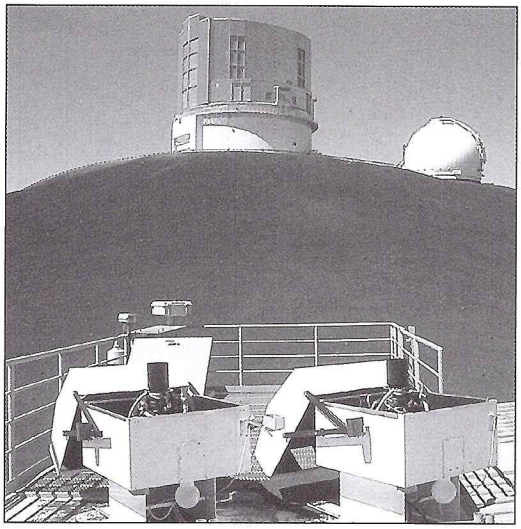
Prechod exoplanéty: ilustrácia a svetelná krivka.

Svetelná krivka dvojhviezdy, tak ako ju zaznamenal COROT. Krivka vyjadruje intenzitu svetla oboch hviezd (plná čiara). Keď sa počas obiehania spoločného ťažiska hviezdy viac či menej prekryjú, intenzita svetla nakrátko pohasne (bodkovaná čiara).

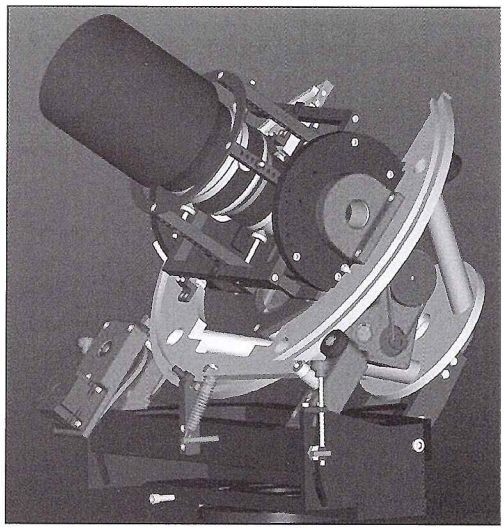




Štyri ďalekohľady HAT pracujú na FLWO (Fred Lawrence Whipple Observatory) v Arizone.



Dva ďalekohľady HAT pracujú na vrchole sopky Mauna Kea na Havajských ostrovoch.



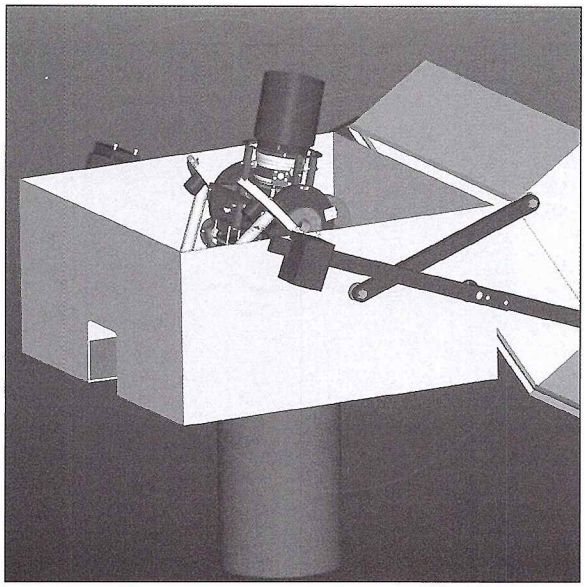
Prototyp HAT pre profesionálov.

Rozpaky nad supermasívnou planétou

Má 8-krát väčšiu hmotnosť ako Jupiter, ale silná gravitácia drží jej hmotu v guli, ktorá je iba nepatrne väčšia ako naša najväčšia planéta. Planéta HAT-P-2b má aj ďalšie neobyčajné parametre: materskú hviezdu obieha po extrémnej dráhe s perihéliom 4,8 a aféliom 15 miliónov kilometrov. Keby Zem obiehala Slnko po takej výstrednej eliptickej dráhe, jej perihélium a afélium by vymedzovali body na obežných dráhach Merkúra a Marsa. Takéto parametre obežnej dráhy spôsobujú periodické ohrievanie i ochladzovanie atmosféry plynného obra HAT-P-2b.

HAT-P-2b obehne okolo materskej hviezdy za 5,63 dňa, čo je najdlhšia perióda zo všetkých planét, ktoré periodicky prechádzajú pred kotúčom materskej hviezdy.

Astronómov z Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA), ktorí planétu objavili, neobyčajné parametre zmiatli. Niekoľkokrát ich preverili, až potom objav zverejnili.



Prototyp HAT pre amatérov.

HAT-P-2b obieha okolo hviezdy typu F, ktorá ja dvakrát taká veľká, ale len o niečo horúcejšia ako Slnko. Nachádza sa vo vzdialenosti 440 svetelných rokov v súhvezdí Herkula. Pravidelne po 5 dňoch a 15 hodinách prechádza pred hviezdou exoplanéta a spôsobuje jej minizatmenie. Vďaka mimoriadne výhodnému sklonu obežnej dráhy HAT-P-2b vzhľadom k zornej línii pozemského pozorovateľa získali astronómovia presné hodnoty parametrov bizarnej planéty.

Z merania jasnosti počas prechodu vyplynulo, že HAT-P-2b má veľkosť 1,18 J. Zo záznamu drobných zášklbov materskej hviezdy pod vplyvom gravitácie objektu, ktorý okolo nej obieha, odhadli hmotnosť exoplanéty na 8,2 J. Človek s pozemskou hmotnosťou 80 kg, ktorý by „kráčal" po povrchu atmosféry HAT-P-2b, by vážil 1 120 kg.

Astronómov z CfA tieto parametre prekvapili: „Všetky doteraz objavené ‚prechodové' exoplanéty boli horúce Jupitery. Aj HAT-P-2b je horúca, ale nie je to Jupiter. Je oveľa hustejšia ako normálni plynní obri. Je hustá ako Zem, hoci je zložená najmä z vodíka," vraví Robert Noyes, člen tímu. „Ide o zvláštny objekt, tesne na hranici medzi hviezdou a planétou. Keby mala o 50 percent hmotnosti viac, mohla by v jej jadre prebiehať jadrová fúzia."

Dráha HAT-P-2b je mimoriadne excentrická (e = 0,5). Zatiaľ nepoznáme nijakú exoplanétu s takýmito parametrami. Navyše: ide o prvú tranzitujúcu exoplanétu s takou výstrednou dráhou. Ostatné tranzitujúce exoplanéty obiehajú okolo materských hviezd po kruhových dráhach.

Nezvyčajné parametre HAT-P-2b by mohla vysvetliť prítomnosť ďalšej exoplanéty, ktorá vplýva na jej obežnú dráhu. Z doteraz získaných údajov sa však existencia takého telesa nedala potvrdiť, ale ani vyvrátiť.

HAT-P-2b obieha hviezdu HD 147506 s jasnosťou 8,7 mag. Ide o štvrtú najjasnejšiu hviezdu spomedzi tých, o ktorých vieme, že okolo nich obieha tranzitujúca exoplanéta. Hviezdu (nie planétu!) rozlíši aj malý, trojpalcový ďalekohľad.

HAT-P-2b objavili pomocou siete malých, automatických ďalekohľadov, známej ako HATNet. Navrhol a postavil ju astronóm CfA Gaspar Bakos. Sieť tvorí šesť 11 cm HAT ďalekohľadov, ktoré monitorujú jasné premenné hviezdy, objavujú extrasolárne planéty a upresňujú ich charakteristiky. Ďalekohľady sú sústredené v dvoch hlavných centrách: na Fred Lawrence Whipple Observatory v Arizóne (ide o súčasť observatória Harvard Smithsonian Center) a SMA (Submilimeter Array), sústavy na Havajských ostrovoch. K objavu prispel aj ďalekohľad Wise HAT v Negevskej púšti (Izrael). Sieť týchto ďalekohľadov robí automatické pozorovania za každej jasnej noci. Jedna expozícia zaznamená výsek oblohy s rozlohou 300-násobku mesačného kotúča za splnu. Istota, že jasnosť hviezdy HD 147506 periodicky pohasína, vyplynula z analýzy 26 000 individuálnych pozorovaní.

Akronym HAT vznikol zo začiatočných písmen názvu Hungarian-made Automated Telescopes (v Maďarsku vyrobené automatické ďalekohľady), ktoré vyvinula malá skupina maďarských vedcov a konštruktérov v roku 1999. Maďarský projekt presadil Bohdan Paczyński s odporúčaním, že pôjde o mapovanie jasných premenných hviezd na severnej oblohe. Prototyp ďalekohľadu (HAT-1) vyvinul študent Gáspár Bakos na Eötvös Lóránd University a na Konkolyho observatóriu v Budapešti pod vedením Dr. Gézu Kovácsa. Na vývoji sa podieľali aj traja inžinieri z Maďarskej astronomickej asociácie (HAA): József Lázár, István Papp a Pál Sári.

Astrophysical Journal

Objev záhadné „temné galaxie“

V galaxii známé jako VIRGOHI21 se nenašlo předpokládané množství hvězd. To znamená, že v mezihvězdném vodíkovém oblaku nebylo „odstartováno“ formování hvězd a jedná se o doposud jediný známý příklad „temné galaxie“.

Galaxie jsou podle současných teorií složeny z normální nebo baryonické hmoty a hypotetické temné hmoty, která zatím nebyla přímo pozorována, pouze detekována na základě gravitačního působení. V galaxii VIRGOHI21 astronomové objevili mnohem méně „normální“ hmoty než očekávali. To je možná důvod, proč jsou některé galaxie od počátku „nepodařené“ – proč se v nich nedokázaly tvořit hvězdy.

„Temná galaxie“ VIRGOHI21 leží ve vzdálenosti 50 miliónů sv.l. od Země v souhvězdí Panny (Virgo). Bez svítících hvězd ji nelze přímo pozorovat. Vodíkový galaktický oblak lze „spatřit“ pouze pomocí radioteleskopů nebo nepřímo na základě gravitace.

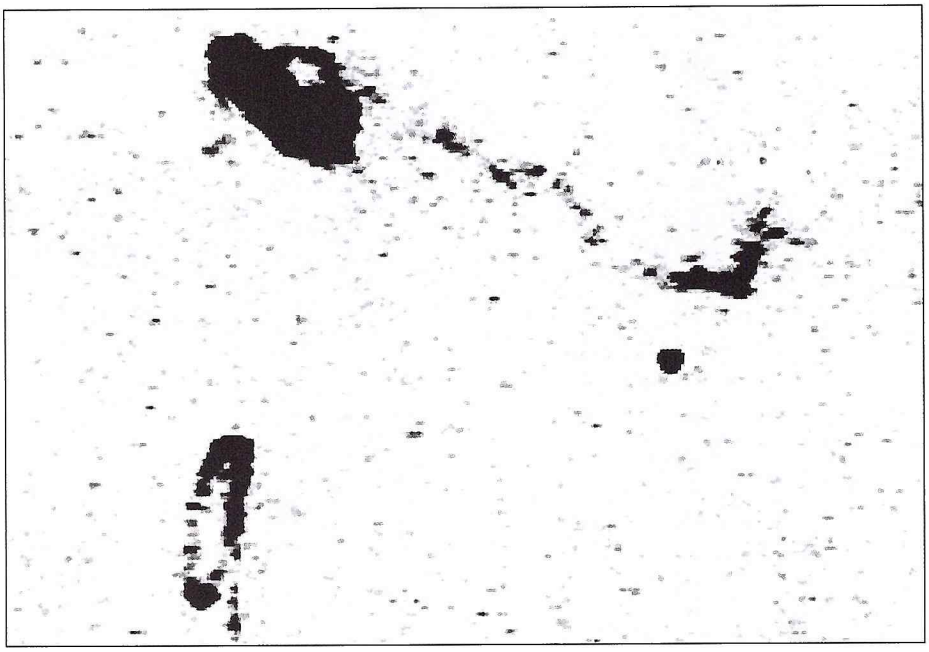
Podle nových výzkumů je za „pokřivení“ galaxie NGC 4254 zodpovědná gravitace VIRGOHI21. Dříve se předpokládalo, že to způsobuje sousední galaxie NGC 4262. Ale objev VIRGOHI21 v roce 2005 poskytl pravděpodobně první důkaz, že „temné galaxie“ existují.

Někteří vědci jsou přesvědčeni, že VIRGOHI21 je pouze „vytržený“ oblak ze sousední galaxie NGC 4254. O to se měla postarat vedlejší galaxie NGC 4262 a to rychlostí 900 km/s. Skutečně jedno spirální rameno galaxie NGC 4254 je zatočeno směrem k VIRGOHI21, což podporuje myšlenku spojení mezi těmito dvěma galaxiemi. Ale Robert Minchin (Arecibo Observatory, Puerto Rico, Portoriko) s těmito „pirátskými“ teoriemi nesouhlasí. Tvrdí, že „pokud by vodík v VIRGOHI21 byl vytažen ze sousední galaxie, stejným způsobem by měly být vytaženy i hvězdy“.

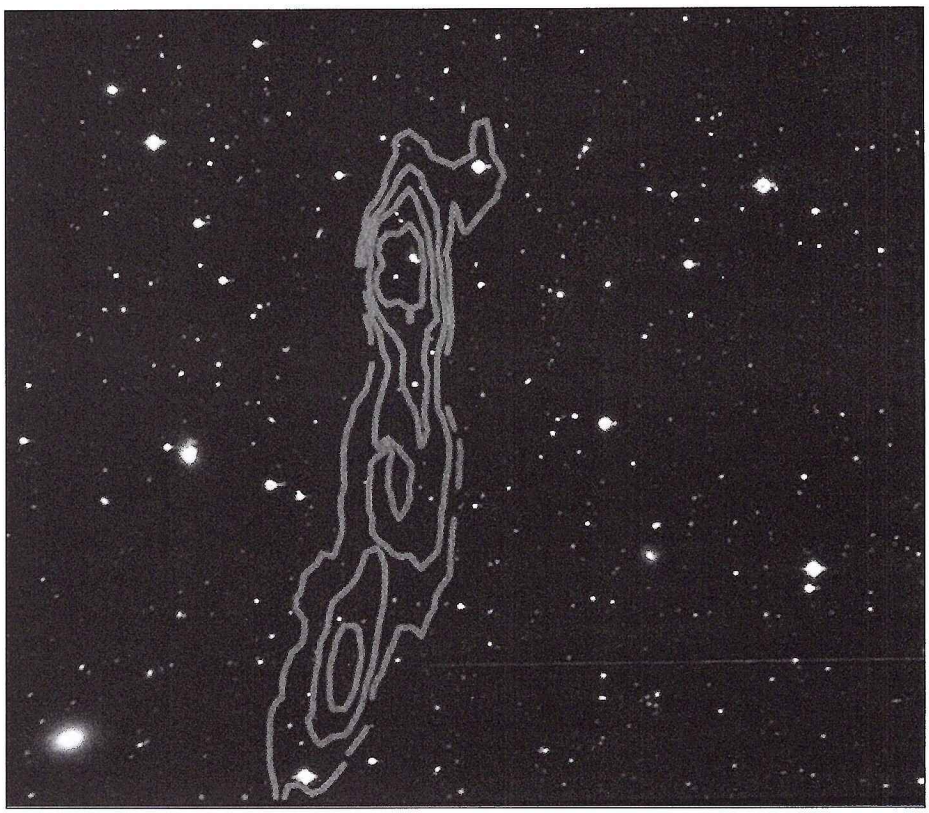
Proto astronomové pomocí HST (Hubble Space Telescope) pozorují část oblohy o rozměrech 50 000 x 50 000 sv.l. a zkoumají rozložení vodíku v galaktickém oblaku. Našli pouze 119 rudých obrů. Takové množství hvězd odpovídá typickému mezigalaktickému prostoru o stejné velikosti. Je to 3krát méně než předpokládají teorie nebeských „trosek“.

Minchin zkoumal animace „temné galaxie“ VIRGOHI21 a jejích dvou galaktických sousedů NGC 4254 a NGC 4262 a to z různých pohledů. Je přesvědčen, že spirální rameno galaxie NGC 4254 bylo vytvořeno vlastní gravitací. Dospěl k tomu po objevu vodíkových emisí pomocí radioteleskopů WSRT (Westerbork Synthesis Radio Telescope) v Nizozemsku.

Nová měření s vysokým rozlišením z WSRT ukazují, že se opravdu jde o samostatný objekt. To vylučuje předchozí teorie, které tvrdily, že rotace VIRGOHI21 je pouhá iluze způsobená dvěma procházejícími oblaky mezigalaktického plynu.



Na radiovém snímku je dobře viditelný proud neutrálního vodíku mezi galaxií NGC 4254 (vlevo nahoře) a temnou galaxií VIRGOHI21 (vpravo uprostřed). Galaxie NGC 4262 je vlevo dole.
Kredit: R Minchin/Arecibo Observatory/Cardiff U/Isaac Newton Telescope/WSRT



Radioteleskopy odhalily rozsáhlý vodíkový oblak (sivé obrysy), v němž nejsou žádné hvězdy.
Kredit: R. Minchin/Arecibo Observatory/Cardiff U/Isaac Newton Telescope/WSRT

Potvrdila se záhada předchozích studií. Pokud by galaxii tvořila „normální“ hmota, její hmotnost by musela být asi 100 miliónů hmotností Slunce. Ale hmotnost temné hmoty v galaxii, odvozená z rychlosti rotace vodíkového oblaku, je nejméně 100krát větší. Tento poměr je mnohem vyšší než astronomové očekávali – u ostatních galaxií je temné hmoty „pouze“ 10krát více než obyčejné. „Přesto, že se jedná o temnou galaxii, počet baryonů je příliš nízký,“ říká Michael Merrifield (University of Nottingham, Velká Británie), který není členem Minchinova týmu.

Minchin ví, že tuto galaktickou hádanku může vyřešit pouze větší počet zkoumaných „vzorků“ s charakteristickými vlastnostmi VIRGOHI21. Proto se Arecibo a dalším radioobservatoře zaměřily na hledání „temných galaxií“.

Převzato z www.astro.cz,
Hvězdárna Valašské Meziříčí, M. Hromadová

Trojrozmerná mapa tmavej hmoty

Medzinárodný tím astronómov, ktorí používajú Hubblov kozmický ďalekohľad, zostrojili prvú trojrozmernú mapu veľkoškálového rozloženia tmavej hmoty vo vesmíre.

Metóda, ktorú na konštrukciu použili, využíva jav známy pod názvom „slabé gravitačné šošovkovanie". Kým svetelný lúč z určitej galaxie dopadne na zrkadlo Hubblovho ďalekohľadu, prejde cez mnohé zhluky tmavej hmoty, ktoré ho svojim gravitačným pôsobením trošku zakrivia. Túto nepatrnú deformáciu tvarov galaxií využili výskumníci na určenie rozdelenia tmavej hmoty pozdĺž predĺženej osi Hubblovho ďalekohľadu. Pre konečný obraz *(pozri obrázok)* využili merania tvarov pol milióna galaxií.

Práca je súčasťou projektu „Cosmic Evolution Survey", známejšieho pod názvom COSMOS, zatiaľ najväčšieho prieskumu vesmírnej oblasti pomocou Hubblovho ďalekohľadu. Skúmaná oblasť je pomerne malá, zaberá plochu deväťkrát väčšiu, ako je plocha mesačného disku, čo je približne 1,8 štvorcového stupňa. Pre analýzu boli použité aj pozorovania z iných ďalekohľadov a z rôznych spektrálnych oblastí, menovite z európskeho veľkého ďalekohľadu v Chile, japonského SUBARU na Havajských ostrovoch, amerického rádioteleskopu Very Large Array v Novom Mexiku a röntgenového ďalekohľadu ESA XMM – Newton na obežnej dráhe.

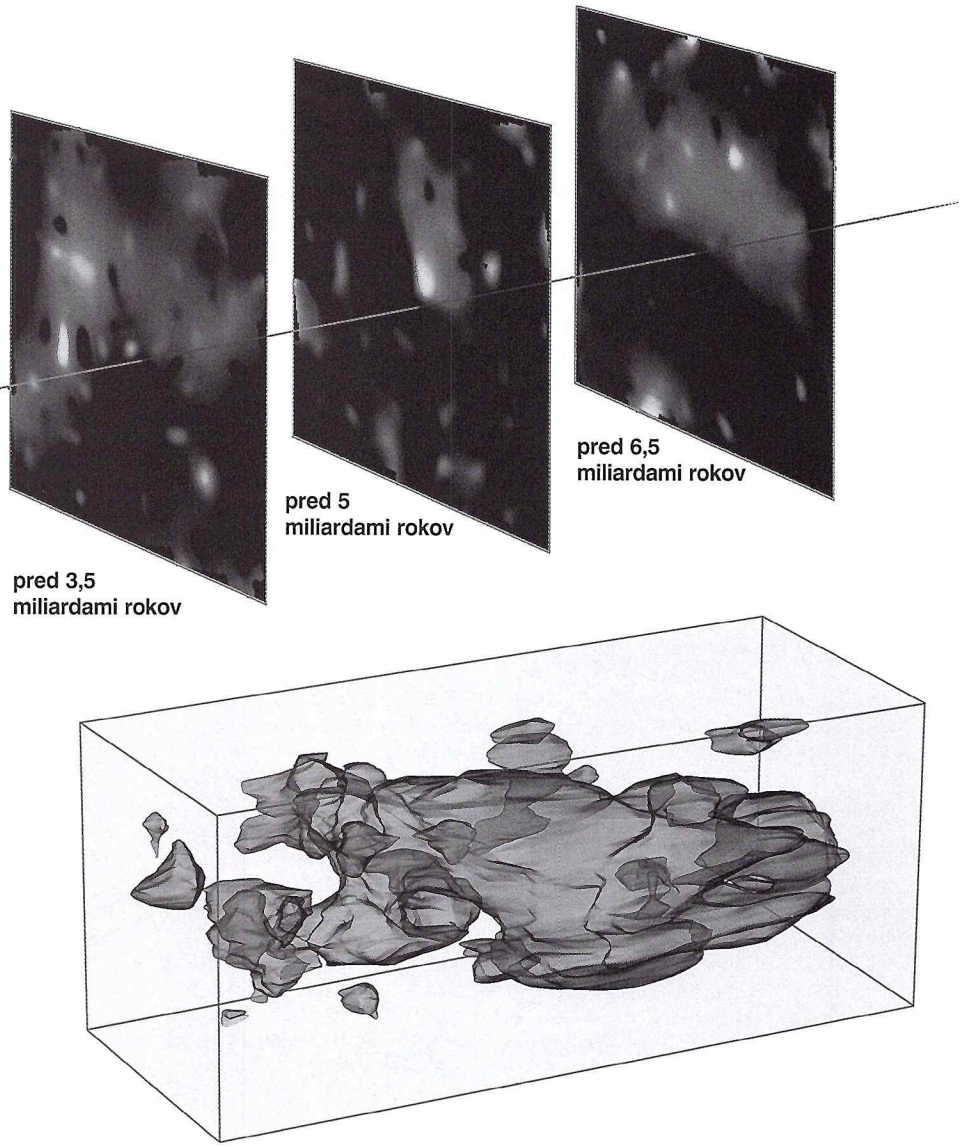
Ako sme už spomínali v článku *„Dôkaz" existencie tmavej hmoty* (KOZMOS 2/2007, s. 12), podstatu tmavej hmoty stále nepoznáme. Má to byť neviditeľná forma hmoty, ktorá sa prejavuje iba gravitačným pôsobením a má jej byť aspoň 5-krát viac ako normálnej hmoty (v rôznych zdrojoch sa tento údaj pohybuje v pomerne širokých medziach, lebo závisí od použitých metód určovania). Prvú detekciu takejto hmoty sa podarilo uskutočniť pri štúdiu obrovskej kopy galaxií BULLET, ako bolo uvedené v spomínanom článku.

Skonštruovaná mapa ukazuje, ako sa predpokladalo, že normálna hmota, prevažne vo forme galaxií, sa zhromažďuje v miestach najväčšej koncentrácie tmavej hmoty. Tvorí ju voľná sieť vlákien, ktorá časom narastá do masívnych štruktúr zhlukov galaxií. Mapovanie rozdelenia tmavej hmoty v priestore a čase je základom pre pochopenie, ako sa galaxie grupovali v priebehu miliárd rokov. Môže nám tiež pomôcť osvetliť „tmavú gravitačnú energiu", ktorá na rozdiel od „normálnej" sa prejavuje odpudzovaním (podobne, ako sa odpudzujú súhlasné elektrické náboje).

Pre astronómov je mapovanie tmavej hmoty vo vesmíre riešením zaujímavej úlohy, ktorá je podobná ako zostavenie mapy mesta z nočnej leteckej snímky, na ktorej je zreteľné iba pouličné osvetlenie. Tmavá hmota je neviditeľná, teda na snímkach priamo vidíme iba svietiace galaxie.

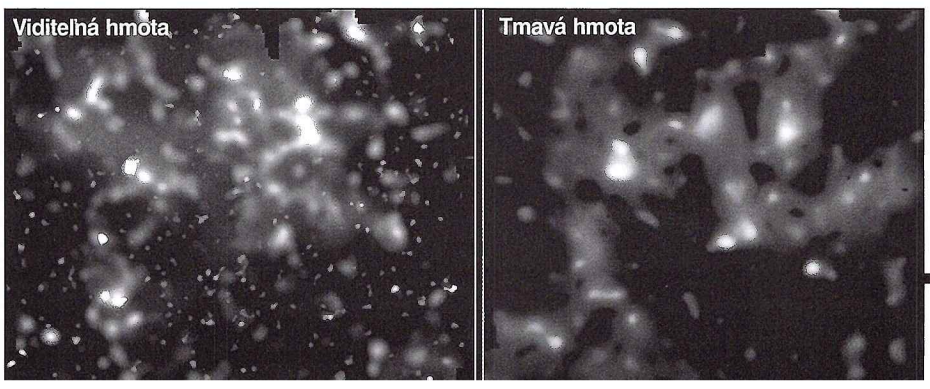
Tieto výsledky prezentovali na 209. stretnutí Americkej astronomickej spoločnosti v Seattli, WA, Richard Massey a Nick Scoville (z Kalifornského technologického inštitútu v Pasadene).

Richard Massey to komentoval: „Uspokojuje nás výsledok, podľa ktorého naša mapa potvrdzuje štandardné teórie vytvárania štruktúr." Nazval tmavú hmotu „lešením", na ktorom sa zhromažďovali hviezdy a galaxie počas miliárd rokov.

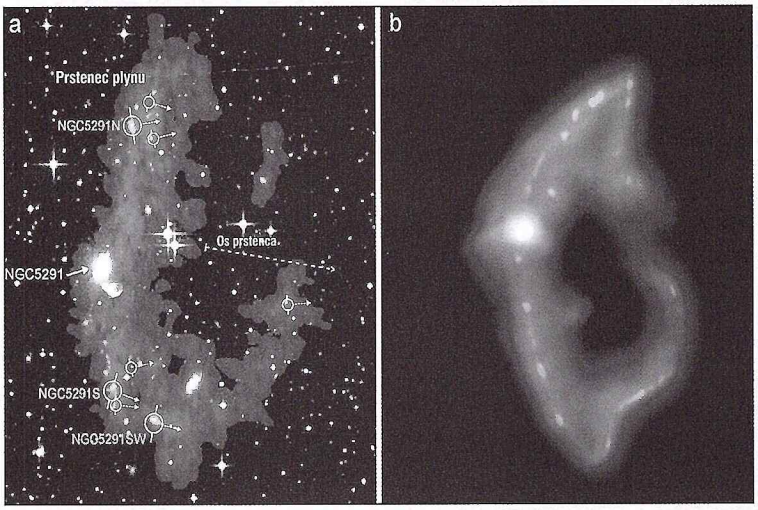


Obrázok znázorňuje, ako sa tmavá hmota vyvíjala pred 6,5 až 3,5 miliardami rokov. Tmavá hmota je neviditeľnou formou hmoty, ktorá sa považuje za väčšinovú hmotu vesmíru. Spodný obrázok zobrazuje „zhlukovanie" tmavej hmoty v čase formovania štruktúr vo vesmíre. (NASA, ESA, CalTech)

Na dvoch snímkach môžete porovnať distribúciu normálnej hmoty (vľavo) a tmavej hmoty (vpravo). Svietivosť zhustkov zodpovedá hustote hmoty. Každá snímka pokrýva na oblohe 9-násobok plochy Mesiaca v splne, čím sa stal najväčšiou vzorkou distribúcia tmavej hmoty. Všimnite si, ako je normálna hmota (hviezdy, galaxie, mračná) zabudovaná do hniezd tmavej hmoty.



Podľa „SPACE RESEARCH TODAY"
No.168, April 2007
(http://hubblesite.org/news/2007/01)
Preklad Janka Rybanská,
úprava Milan Rybanský



a) **Galaxia NGC 5291 (označená šipkou zľava) a trpaslíčie (krúžkom označené galaxie), ktoré vznikli po jej zrážke s inou galaxiou pred 360 miliónmi rokov.**
b) **Na detaile snímky, ktorá vznikla z počítačovej simulácie vývoja po kolízii dvoch galaxií, vidíte časť prstenca vyvrhnutého materiálu a prachoplynových oblakov, v ktorých sa začínajú formovať trpaslíčie galaxie.**

Chýbajúca hmotu našli v recyklovaných trpaslíčich galaxiách

Astronómovia študovali trpaslíčie galaxie, ktoré sa sformovali z rozmetaných zvyškov hmoty po kolízii dvoch veľkých galaxií. Zistili, že sú oveľa masívnejšie, ako by mali byť. Najprijateľnejším vysvetlením je, že súčasťou trpaslíčich galaxií je aj tmavá hmota. Celá vec má však háčik: teoretici výskyt tmavej hmoty v trpaslíčich galaxiách nepredpokladali.

Vedci pozorovali obrím rádioteleskopom VLA galaxiu NGC 5291, vzdialenú 200 miliónov svetelných rokov od Zeme. Táto galaxia pred 360 miliónmi rokov kolidovala s inou galaxiou. Gigantická zrážka vypudila z centra kolízie hviezdy i prachoplynové mračná na všetky strany. Neskôr sa v rozptýlených mračnách začali formovať trpaslíčie galaxie.

Ukázalo sa, že tieto recyklované trpaslíčie galaxie majú raz toľko tmavej ako viditeľnej hmoty. To vedcov prekvapilo, lebo tmavej hmoty v nich malo byť iba málo.

Pripomeňme si, že tmavá hmota, ktorá sa prejavuje iba gravitáciou, existuje v dvoch formách: prvou je hmota s rovnakými vlastnosťami ako viditeľná, (teda baryonická hmota), ibaže emituje iba nepatrné množstvo svetla a iného žiarenia.

Druhou formou tmavej hmoty je nebaryonická hmota, ktorá predstavuje tretinu hmoty vo vesmíre. O tej zatiaľ skoro nič nevieme.

Väčšinu viditeľnej hmoty v špirálových galaxiách nájdeme v diskoch, ktoré krúžia okolo centrálnej galaktickej výdute. Viditeľná hmota je ukotvená v oveľa väčších hniezdach tmavej hmoty. Ak sa dve galaxie zrazia, hmota vyvrhnutá interakciou bola súčasťou diskov. Preto je prekvapením, že malé trpaslíčie galaxie, ktoré sa recyklovali z viditeľnej hmoty vyvrhnutej zrážkou, obsahujú toľko tmavej hmoty.

Vedci z medzinárodného tímu preskúmali tri trpaslíčie galaxie, ktoré sa sformovali po zrážke NGC 5291. Tmavej hmoty bolo v každej trikrát viac ako viditeľnej. Hmotnosť tmavej hmoty odvodili z údajov Dopplerovho posuvu v rádiových vlnách, ktoré emituje atomárny vodík na frekvencii 1420 MHz. Hodnota posuvu vo frekvencii prezrádza rýchlosť rotácie tej-ktorej galaxie. Pomocou tejto hodnoty možno vypočítať aj hmotnosť trpaslíčej galaxie.

Vlastnosti trpaslíčich galaxií spresnili údaje z dvoch satelitov: Galex získal UV-fotografie, údaje z infračervenej oblasti nameral Spitzerov vesmírny ďalekohľad. Tak vedci zistili, že v zhustkoch zrážkou vyvrhnutého materiálu prebieha búrlivá hviezdotvorba.

Vedci však pochybujú, že tmavú hmotu v trpaslíčich galaxiách tvorí nebaryonická hmota. Budú to skôr molekuly normálneho chladného vodíka, ktoré sa veľmi ťažko detegujú.

Z modelov vývoja recyklovaných galaxií po zrážke vyplynulo, že by v nich nemala byť nebaryonická tmavá hmota. Hmota, ktorej gravitačný vplyv pozorujeme, ale ju nevidíme je normálna hmota.

Objavy okolo NGC 5291 rozšírili vedomosti o zložení špirálových galaxií, ale o tmavej, nebaryonickej hmote sa vedci ani v tomto prípade veľa nedozvedeli. Získali však informácie, pomocou ktorých lepšie chápu formovanie a evolúciu galaktických diskov. Tmavá hmota, podľa všetkého, má na ich vývoj a relatívnu trvanlivosť zásadný vplyv.

National Radio Astronomy Observatory

HST objavil prstenec tmavej hmoty

Astronómovia objavili prízračný prstenec tmavej hmoty, ktorý sa sformoval po gigantickej kolízii dvoch masívnych galaktických kôp. Aj táto snímka Hubblovho ďalekohľadu vojde do dejín astronómie: ide zatiaľ o najsilnejší dôkaz existencie tmavej hmoty, ktorej gravitácia drží pohromade kopy galaxií i galaxie. Hniezda tmavej hmoty vytvárajú hypotetické častice, ktoré vznikli už v najmladšom vesmíre.

„Objav je významný tým, že sa podarilo detegovať tmavú hmotu s jasne odlišnou štruktúrou ako má viditeľný plyn a galaxie v kope," vraví James Jee z John Hopkins University v Baltimore, člen tímu objaviteľov.

Prstenec tmavej hmoty objavili počas mapovania distribúcie tmavej hmoty v kope galaxií Cl 0024+17(ZwCl 0024+1652) vo vzdialenosti 5 miliárd svetelných rokov od Zeme. Prstenec má v priemere 2,6 milióna svetelných rokov. Astronómovia nedokážu pozorovať tmavú hmotu priamo. Prítomnosť tmavej hmoty zisťujú pozorovaním vplyvov jej gravitácie na svetlo vzdialenejších galaxií v pozadí.

Neviditeľnú tmavú hmotu objavili aj v iných kopách galaxií, ale nikde nebola tak jasne oddelená od horúceho plynu a galaxií v kope. Takáto jasná štruktúra, ktorá sa neprekrýva s štruktúrami normálnej hmoty, umožní vedcom študovať, ako sa tmavá hmota v porovnaní s viditeľnou správa.

Vedci počas pozorovania zaznamenali v kruhu tmavej hmoty trhliny, nie nepodobné kruhom, ktoré sa na vodnej hladine šíria po dopade kameňa.

Vedci pôvodne považovali prstenec tmavej hmoty za artefakt, ktorý vznikol poruchou počas redukcie získaných údajov. Napriek všetkým pokusom odstrániť „poruchu" prstenec sa nestratil. Naopak, bol čoraz zreteľnejší. „Bolo jasné, že kruh je reálny," vraví James Jee. „Študoval som už niekoľko kôp, ale nikdy som čosi podobné nevidel."

Vedci sa rozhodli zistiť, prečo je prstenec v kope a ako sa sformoval. Jedenou z hypotéz je zrážka dvoch galaktických kôp pred 1 až 2 miliardami rokov. Štúdiu v roku 2002 publikovali. Vychádzali zo spektroskopických pozorovaní trojdimenzionálnej štruktúry kopy. Z údajov vyplynulo, že ide o dve prelínajúce sa kopy galaxií, stav po ich dávnej kolízii. Galaxie sa zrazili, vzhľadom na pozemského pozorovateľa, vo výhodnom uhle. Z našej perspektívy vyzerá štruktúra tmavej hmoty ako prstenec.

Z počítačových modelov zrážky oboch kôp vyplynulo, že keď sa dve kopy galaxií zrazia, tmavá hmota sa nahustí do stredu a vzápätí sa začína rozpínať na všetky strany. Jej rozpínanie sa postupne spomaľuje.

„Na vlastné oči vidíme, ako tmavá hmota reaguje na gravitáciu," vraví Holland Ford z Hopkinsovej univerzity. „Príroda nám pripravila experiment, ktorý v laboratóriu nemôžeme uskutočniť. A div sa svete, experiment je v dobrej zhode s našou teóriou."

Tmavá hmota sa ťažko študuje, lebo nežiari ani nereflektuje svetlo. Astronómovia ju dokážu detegovať iba vtedy, keď zistia jej gravitačné pôsobenie na svetlo. Preto študujú, ako sa slabé svetlo zo vzdialených galaxií pod vplyvom gravitácie deformuje a zahusťuje do virtuálnych oblúkov či šmúh pred kopou galaxií. Ide o efekt, ktorý sa nazýva šošovkovanie.

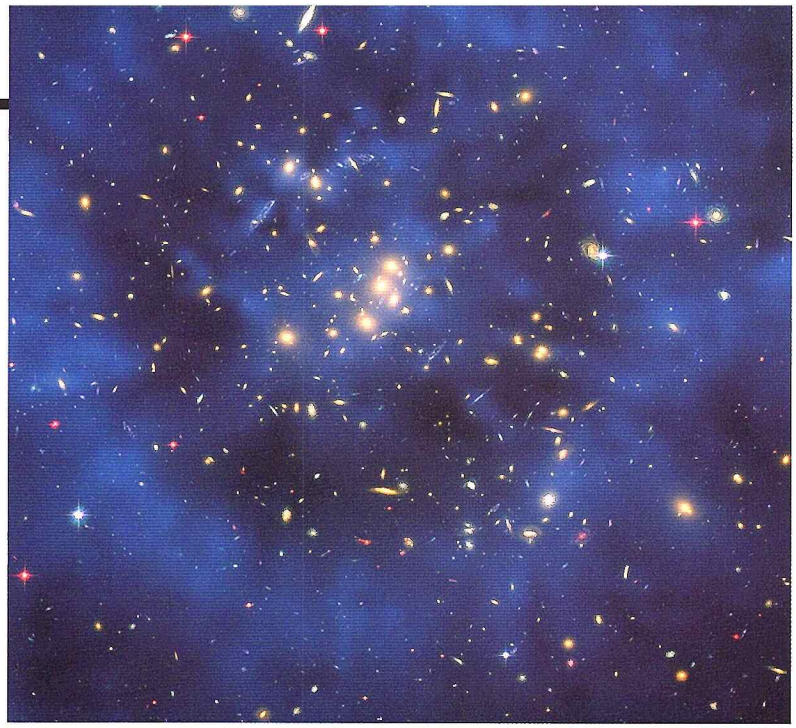
Po zmapovaní deformovaného svetla a analýze, dokážu astronómovia vypočítať hmotnosť kopy a zviditeľniť ako je v nej tmavá hmota rozložená.

Kolízia dvoch galaktických kôp vytvára trhliny v tmavej hmote, ktoré vplývajú na tvar vzdialených galaxií v pozadí. Je to tak, ako keby sme pozorovali kameň na dne bazéna cez šíriace sa kruhy na jeho hladine. Tvar kameňa sa pod vplyvom šíriacich sa vlniek neprestajne mení. Podobne vzdialené galaxie, rozptýlené za prstencom tmavej hmoty, menia svoj tvar, čo spôsobuje existencia hustého prstenca.

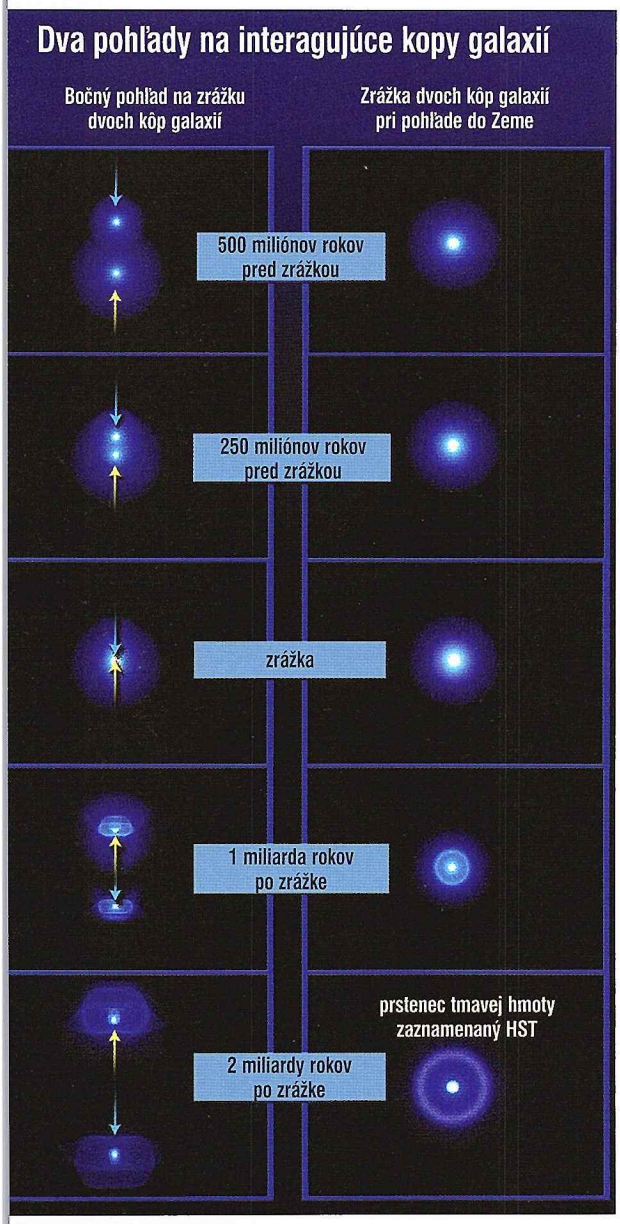
James Jee a jeho tím využili špeciálnu kameru na prehliadky na palube Hubblovho ďalekohľadu, aby detegovali vzdialené, slabé, rozptýlené galaxie za kopou, tie, ktoré pozemské ďalekohľady nedokážu rozlíšiť. Skvelé snímky z HST a jedinečná schopnosť jeho prístrojov rozlíšiť slabé galaxie nemajú páru. Bez Hubblovho ďalekohľadu by boli takéto merania nemožné.

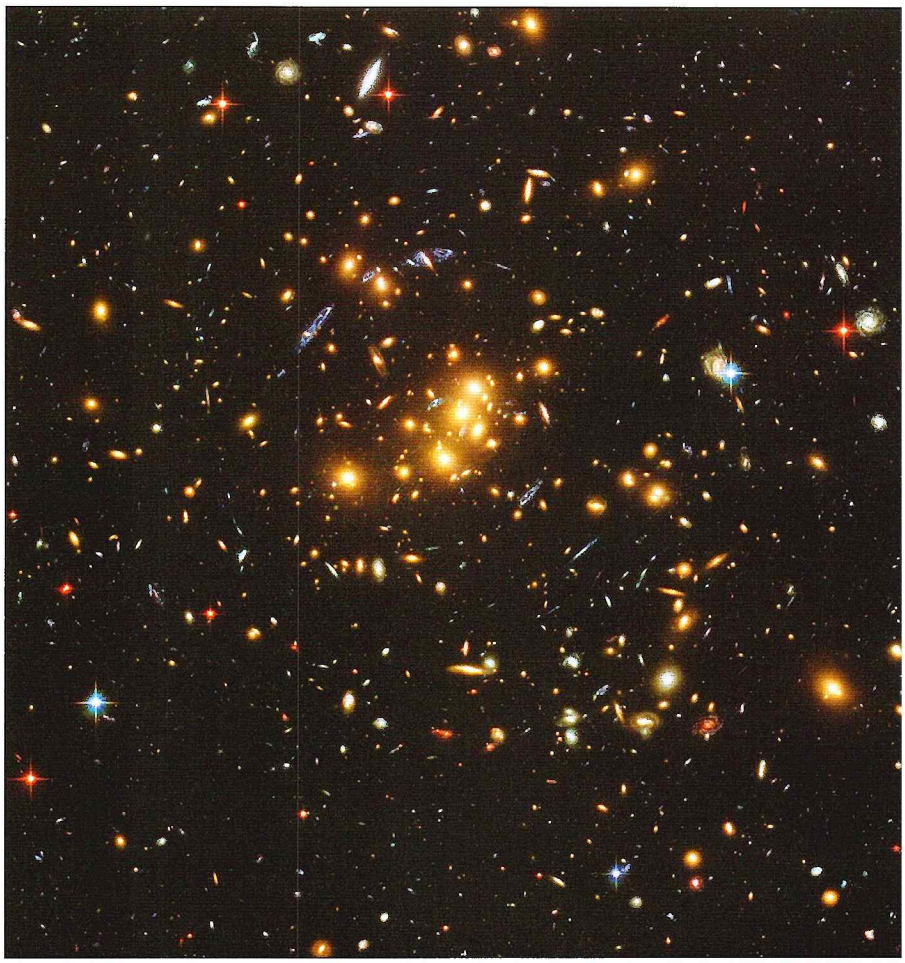
Röntgenový satelit Chandra zaznamenal bočný pohľad na podobnú kolíziu iných galaktických kôp. Počas tejto kolízie bola tmavá hmota vypudená z bubliny horúceho plynu, ale jej pohyb kopíroval distribúciu (viditeľných) galaxií. Cl 0024+17 je prvá galaktická kopa, kde je rozloženie tmavej hmoty iné ako distribúcia galaxií a horúceho plynu.

NASA/ESA Press Release



Štruktúra prstenca tmavej hmoty na modrej mape kopy galaxií Cl 0024+17. Ide o doteraz najsilnejší dôkaz existencie tmavej hmoty, neznámej látky, ktorá tvorí 95 % vesmíru. Tvar neviditeľnej tmavej hmoty a jej distribúciu v kope odvodili vedci z tvarov galaxií v pozadí, deformovaných gravitáciou tmavej hmoty.





Galaktická kopa Cl 0024+17 umožňuje astronómom preveriť distribúciu tmavej hmoty vo vesmíre. Modré prúžky blízko stredu snímky sú zdeformované obrazy veľmi vzdialených galaxií, ktoré do kopy nepatria. Deformáciu spôsobuje ohyb/zakrivenie ich svetla pôsobením gravitácie galaktickej kopy, ktorá funguje ako prírodná, gravitačná šošovka. Tmavú hmotu nevidíme, pretože svetlo nereflektuje. Vedci dokážu detegovať jej vplyv iba štúdiom toho, ako gravitácia ohýba svetlo. Šošovkovaním deformované svetlo prezradí, ako je tmavá hmota rozmiestnená v priestore. Ukázalo sa, že v tomto prípade sa tmavá hmota uložila blízko stredu kopy. *(Pozri snímku hore a fotografiu na 2. strane obálky.)*

Jedna z oblastí Andromedy (M31).

Galaxia M 31 v Andromede

Čo sa stane so Slnkom, keď....?

... sa naša Galaxia zrazí s galaxiou M 31 v Andromede? Skoro všetky galaxie sa od Mliečnej cesty vzďaľujú. S jednou významnou výnimkou: masívna galaxia M 31 sa k nám približuje rýchlosťou 120 kilometrov za sekundu. Po uplynutí niekoľkých miliárd rokov sa obe galaxie zrazia. Začne chaotický proces splývania. Čo sa stane s našou Slnečnou sústavou?

Aj na túto otázku už majú astronómovia odpoveď. T.J. Cox a Abraham Loeb s Harvard Center for Astrophysics uverejnili nedávno článok, kde skúmajú dôsledky masívnej kolízie na osud sústavy nášho Slnka.

Galaxia M 31 a Mliečna cesta spolu so 40 menšími galaxiami vytvárajú lokálnu skupinu galaxií. Zatiaľ čo väčšina galaxií sa od nás v rozpínajúcom sa vesmíre vzďaľuje, lokálnu skupinu zväzuje gravitácia, takže interakcia jej zložiek je nevyhnutná.

Keď sa pred 4,7 miliardami rokov sformovalo Slnko, M 31 a Mliečna cesta boli do seba vzdialené 4,2 milióna svetelných rokov. Dnes ich delí iba 2,6 milióna svetelných rokov. Zrážka je nevyhnutná, ale nebude to frontálna kolízia, bude to skôr bočný náraz. Ešte presnejšie: galaxia M 31 a Mliečna cesta sa iba o seba obtrú, ale ich vzájomné gravitačné pôsobenie podstatne ovplyvní existenciu šestiny hviezdnych objektov.

Prvá interakcia sa prejaví o 2 miliardy rokov. Vedci vypočítali, že možnosť gravitačného vyhostenia Slnka z Mliečnej dráhy v dôsledku tejto inetrakcie je približne 1:8. Možnosť, že M 31 Slnko strhne so sebou, je 1:33.

Ak sa Slnko udrží na obežnej dráhe okolo jadra našej Galaxie, Pozemšťania budú môcť pozorovať nádherné kozmické divadlo. Pravdaže iba vtedy, ak sa inžinierom podarí vzdialiť Zem od Slnka, ktoré sa s narastajúcim vekom bude rozpínať, premení sa na červeného obra, s fatálnymi dôsledkami pre pozemský život. Alebo sa ľudstvu podarí vytvoriť prijateľné podmienky na život na povrchu iného telesa Slnečnej sústavy? Napríklad na Titane...?

Ibaže M 31 a Mliečna cesta sa po čase opäť zrazia, pričom táto kolízia bude dramatickejšia. Obe galaxie splynú, vypukne nepredstaviteľný chaos. Kým sa miliardy hviezd usadia na stabilných dráhach okolo spoločného jadra supergalaxie, pozorovatelia budú svedkami neobyčajných úkazov. Napríklad dnes spiace čierne diery v jadre vzplanú pod vplyvom gigantického prílivu hmoty a premenia sa na aktívne galaktické jadrá, nabaľujúce plyn i triešť z gravitáciou rozdrvených hviezd, ktoré sa ocitli v ich blízkosti. Kolízie gigantických prachoplynových oblakov vytvoria obrovské kolísky, v ktorých sa budú rodiť stovky nových hviezd.

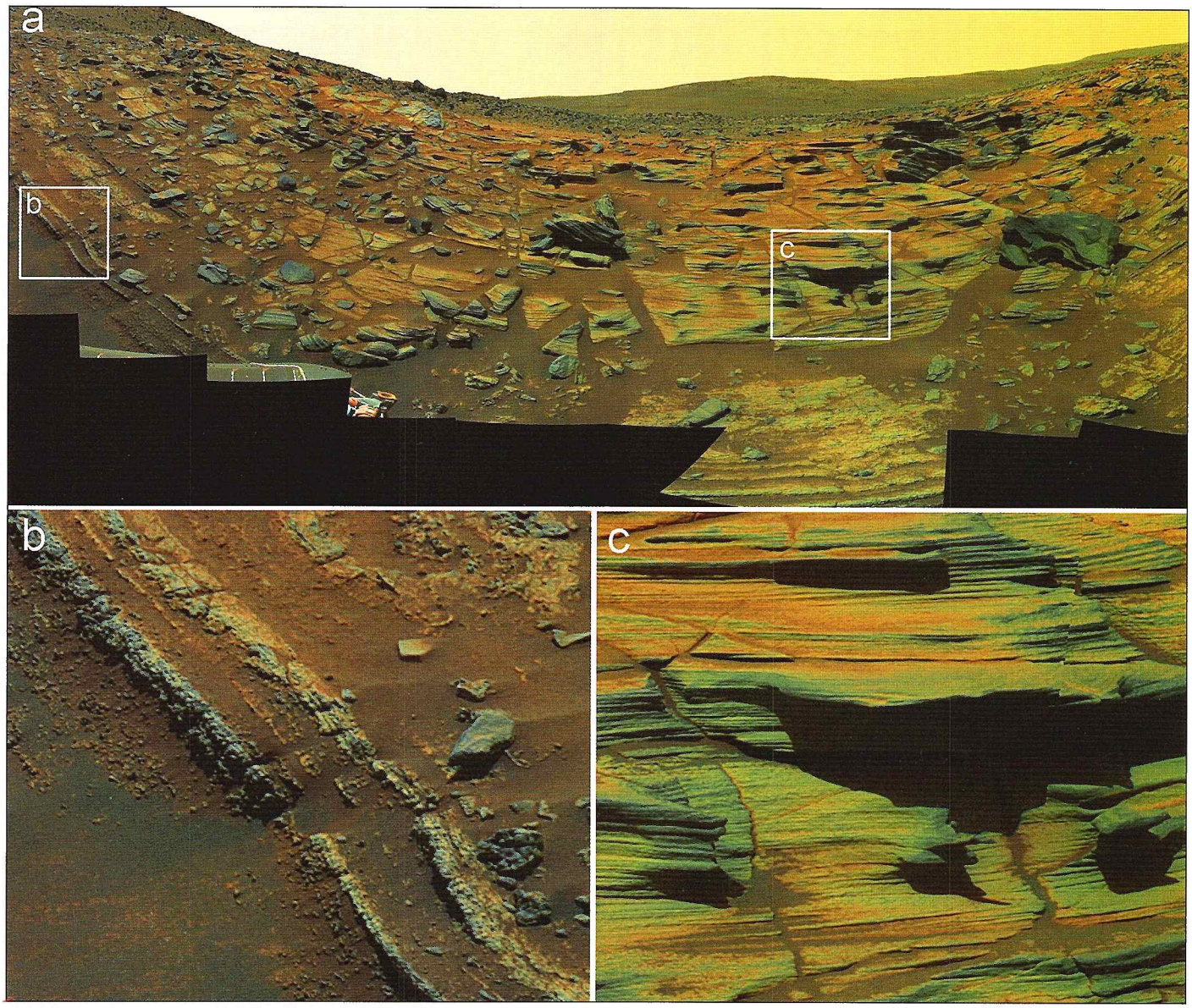
Za priaznivých okolností Slnko tento karambol prežije, ale gravitačné interakcie ho vyženú do vonkajšieho hala novej galaxie, do vzdialenosti 100 000 svetelných rokov do centra, mimo dosahu najmasívnejších čiernych dier.

Po 7 miliardách rokov, keď sa už Slnko premení na červeného obra a naša Zem bude iba spečenou planetárnou škvarkou bez atmosféry, vody a života, nadobudne supergalaxia Milkomeda (Milky way plus Andromeda) relatívne stabilnú podobu.

Bude to masívna, eliptická galaxia. Po špirálových ramenách Mliečnej cesty a galaxie M 31 nezostane ani stopa. Hviezdy čo sa uchovali, i tie, čo sa sformovali, budú starnúť a hviezdotvorba bude v závislosti na ubúdajúcom materiáli pohasínať, až kým sa galaxia celom „nevyčistí" a nezostarne.

O 100 miliónov rokov sa nám všetky galaxie, ktoré nie sú zložkami lokálnej skupiny, stratia z dohľadu. Ak teória Veľkého krachu platí, budú sa od nás vzďaľovať čoraz väčšou rýchlosťou, až kým sa galaxie, hviezdy, planéty, atómy i subatomárne častice nerozpadnú. Obdobie extragalaktickej astronómie sa skončí. Na oblohe budú iba objekty Milkomedy.

Harvard Press Release



a) **Home Plate, miesto, kde sonda s robotom Spirit pristála v kráteri Gusev. Spirit sa po 1177 marťanských dňoch a po prekonaní 7095 m na miesto pristátia vrátil.** b) **Vrstvy čadiča, vytvorené z hrubších granulí lávy, vyvrhnutej sopkou.** c) **Nad drsnými, granulovanými vrstvami čadiča sú vrstvy čadiča, vytvorené z jemnejších frakcií vyvrhnutého materiálu.**

Spirit objavil vulkanické horniny

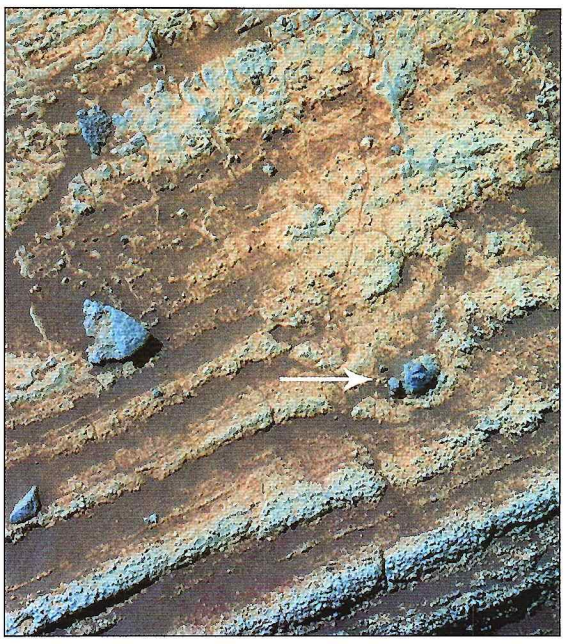
Vo vnútornom bazéne, za hradbou Columbia Hills, neďaleko miesta, kde v Gusevovom kráteri pristál, objavil rover Spirit 2 metre hrubé vrstvy hornín. Ide o prvý vulkanický depozit, pozostatok po dávnom výbuchu sopky, ktorý sa zatiaľ na Marse objavil.

Home Plate, miesto, kde Spirit pristál, pokrývajú najmä čadiče. Čadiče sa z aktívnej sopky rozlievajú v podobe riedkej lávy. Sopka ich teda nevyvrhuje erupciou. V tomto prípade však k erupcii určite došlo. To sa stáva vtedy, keď sa láva vystupujúca z kaldery premieša s vodou. Voda sa premení na paru, čo vyvolá explóziu.

Výbuch, ktorý vytvoril Home Plate, vznikol po takomto výbuchu. Zloženie lávy, najmä jej mikroštruktúry, vyzerá tak, že k interakcii lávy s vodou naozaj došlo. Svedčí o tom aj vysoký obsah chlóru, čo naznačuje, že voda bola nasýtená soľou.

Ďalším dôkazom erupcie je priehlbeň vo vrstvách čadiča. Taký útvar sa vytvorí, keď skala vyhodená sopkou dopadne do tuhnúcej lávy, prepadne sa pod ňu, ale lavóru podobný kráter sa celkom nezacelí.

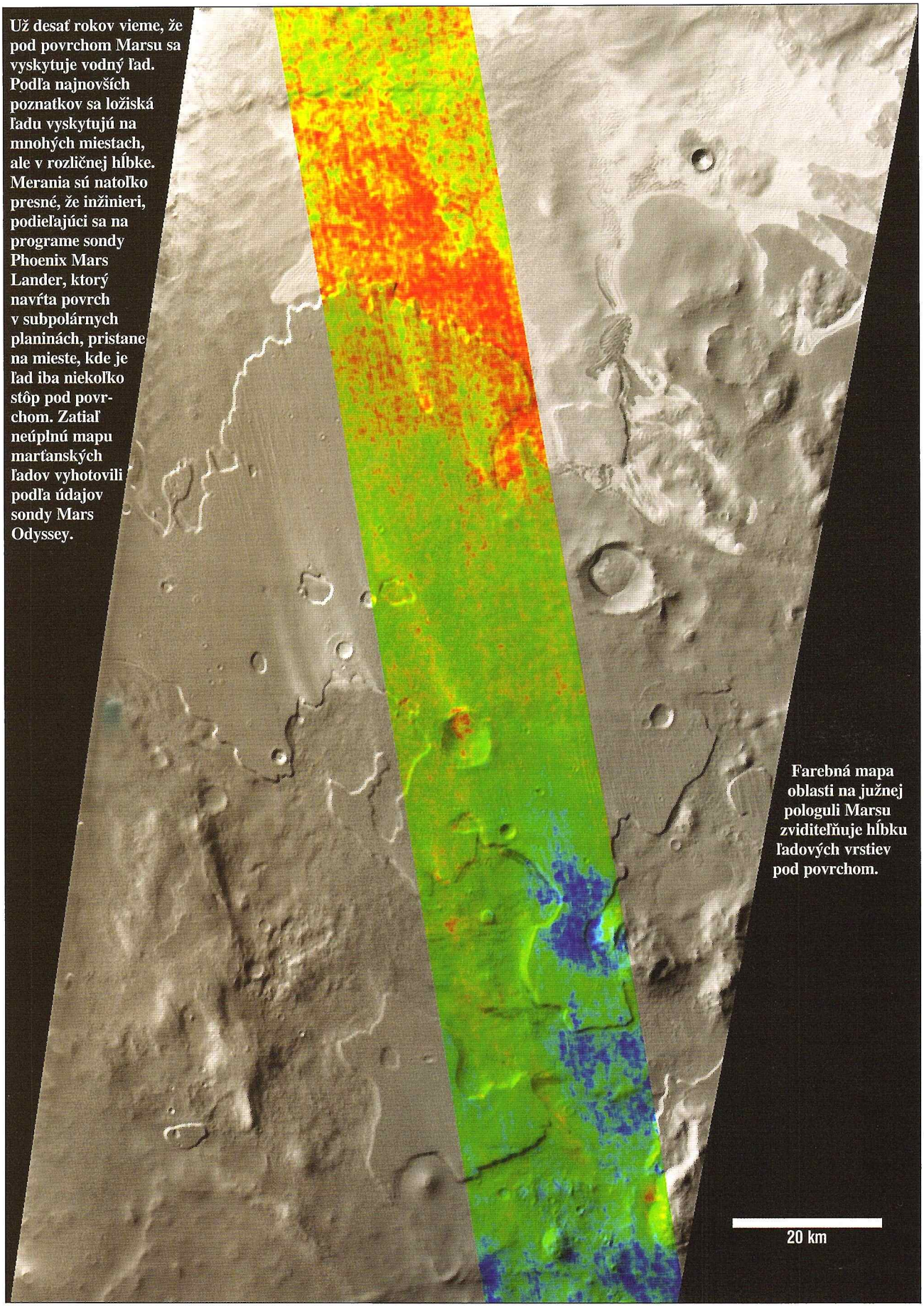
NASA Press Release



Na snímke vidíte vrstvy čadiča neďaleko miesta, kde Spirit začal svoju púť po dne krátera Gusev. Nejde o stuhnutú lávu, ktorá zo sopky vyliala, ale o uložené depozity kúsočkov už tuhnúcej lávy. Zreteľný je aj drobný impakt, priehlbeň označená šípkou, ktorú v plastickej láve vyhĺbil sopkou vyhodený kameň.

Mars Odyssey: ľad pod povrchom Marsu

Už desať rokov vieme, že pod povrchom Marsu sa vyskytuje vodný ľad. Podľa najnovších poznatkov sa ložiská ľadu vyskytujú na mnohých miestach, ale v rozličnej hĺbke. Merania sú natoľko presné, že inžinieri, podieľajúci sa na programe sondy Phoenix Mars Lander, ktorý navŕta povrch v subpolárnych planinách, pristane na mieste, kde je ľad iba niekoľko stôp pod povrchom. Zatiaľ neúplnú mapu marťanských ľadov vyhotovili podľa údajov sondy Mars Odyssey.



Farebná mapa oblasti na južnej pologuli Marsu zviditeľňuje hĺbku ľadových vrstiev pod povrchom.

„Veľké množstvo vodného ľadu obsahuje už najvrchnejšia vrstva pôdy", vyhlásil Joshua Bandfield, planetológ z Arizona State University. Vyplynulo z analýzy údajov, ktorý vyslal na Zem Thermal Emission Color, prístroj, ktorý zmapoval vysoké šírky na južnej pologuli Marsu tak, že zmeral výkyvy nočných teplôt povrchu medzi letom a jeseňou. Pôda v týchto marťanských šírkach je premiešaná s ľadom už malej hĺbke pod povrchom. Pod touto vrstvou, niekde už v hĺbke 20 centimetrov, sa nachádza tvrdý ľad. Teplota povrchu kolíše, čo hĺbku ľadovej vrstvy ovplyvňuje.

Husté, ľadové vrstvy uchovávajú teplo lepšie ako sypká pôda nad nimi. Tam, kde je ľad tesne pod povrchom, teplota povrchu sa mení oveľa pomalšie ako tam, kde je ľad hlbšie. Na mape sú oblasti, ktoré sa medzi letom a jeseňou ochladzujú pomalšie znázornené modrou a zelenou farbou. Oblasti, ktoré sa ochladzujú rýchlejšie (ľad pod nimi je hlbšie), vymedzuje červená a žltá farba.

Hĺbka zaviatych vrstiev ľadu prezrádza, že v niektorých oblastiach, prebieha kolobeh vody difúziou. Rozdielne hodnoty difúzie ovplyvňuje zloženie pôdy, ktorá ľad pokrýva. Najväčšie sezónne výkyvy teploty zaznamenali v oblastiach, po ktorých sa premiestňujú mohutné pieskové duny.

Už v roku 2002 vyhmatal GRS (spektrometer žiarenia gama) na palube sondy Mars Odyssey vrstvu ľadu pod južnou planinou Melea Planum. Vrstva ľadu tu leží iba niekoľko centimetrov pod povrchom. Ide o oblasť s priemerom niekoľkých stoviek kilometrov. TEIS (prístroj detegujúci termálne emisie) však rozlišuje prítomnosť ľadu so 100-násobne vyšším rozlíšením, najmä s prihliadnutím na premenlivú hĺbku ľadových vrstiev.

TEIS monitoruje terén na infračervených vlnových dĺžkach počas nocí. Prvé infra-snímky získal 27. decembra 2005, počas neskorého leta na južnej pologuli; ďalšie 22. januára 2006, v prvý jesenný deň v rovnakých šírkach.

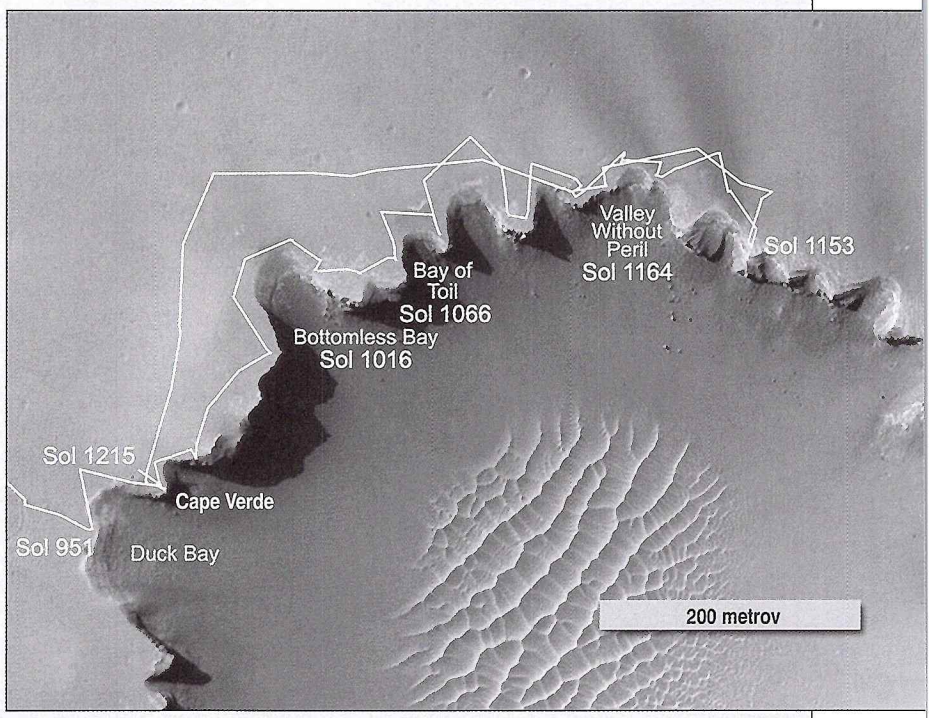
Mapy zviditeľňujú rozdiely teplôt, získaných počas týchto dvoch pozorovaní. Modrá farba zviditeľňuje lokality, kde došlo k bezprostrednej zmene teploty. Červená farba vymedzuje oblasti, kde došlo k najvýraznejšej zmene. Vedci zistili, že rozsah teplotných zmien, zodpovedá hĺbke ľadu od menej ako 1 centimeter pod povrchom, až po viac ako 19 centimetrov pod povrchom. Citlivosť prístrojov, použitých pri tejto metóde neumožňuje detegovanie väčšej hĺbky ako 20 centimetrov.

Najnovšie výsledky vyplynuli z analýzy infračervených fotografií vysokých marťanských šírok na severnej i južnej pologuli Marsu. Práve tam sa objavil vodný ľad v hĺbke 50 centimetrov už pred piatimi rokmi (prístroj GRS na sonde Mars Odyssey). Najmenšie oblasti, ktoré tento prístroj dokázal zmapovať, sú rádovo väčšie ako detailne preskúmané lokality, pri ktorých sa použila nová metóda objavovania ľadov. Pomocou nej dokážu vedci vymedziť aj menšie ľadové polia s priemerom niekoľkých stoviek metrov. (V prvom prípade išlo o oblasti s priemerom stoviek kilometrov.)

Ukázalo sa, že skalnatý povrch absorbuje oveľa viac tepla a pumpuje ho do podložia, čím sa hĺbka vrstvy pevného ľadu zväčšuje. A naopak: pod planinami pokrytými prachom je ľad už tesne pod povrchom. Skalnaté a prachom pokryté oblasti sú nerovnomerne rozložené, majú rozličnú veľkosť i tvar. Od tvaru a geologických parametrov povrchu závisí i hĺbka ľadu pod ním.

Na základe najnovších poznatkov vytvorili vedci dlhodobý klimatický model Marsu. Je isté, že na Červenej planéte sa striedali teplé a chladné obdobia podobne, ako glaciálne cykly na Zemi. Momentálne sa Mars otepľuje. Objem vodnej pary v atmosfére i sezónnej snehovej pokrývky na povrchu sa bude zvyšovať.

NASA/JPL/ASU



Opportunity je v pozícii turistu, krorý si obišiel strminu, aby sa nakoniec rozhodol schádzať tam, kde sa ocitol pri príchode: v 1215 soli je zhruba tam, kde bol v 951 soli.

Opportunity pred zostupom na dno Victorie

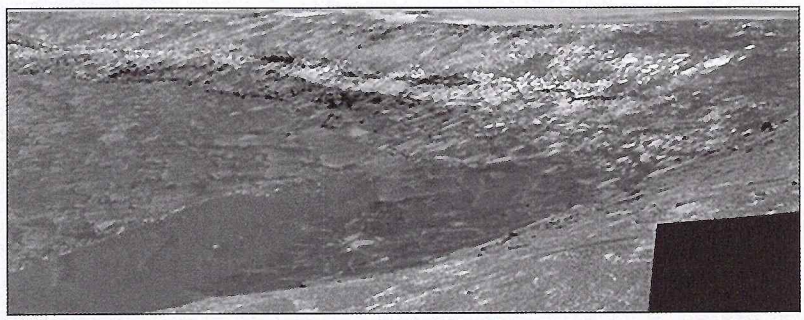
Marťanský kráter Victoria sa nachádza na Planine Meridiani. Rover Opportunity k nemu dorazil už minulý rok. Hoci má za sebou už vyše sedemkilometrovú vzdialenosť od miesta pristátia, stále je funkčný, a tím, ktorý v NASA usmerňuje jeho trasu, ho navedie na zostup na dno krátera.

Kráter Victoria pri pohľade zhora vyzerá ako ozubené koleso s polámanými zubami. Na jeho dne je istá časť posiata piesočnými dunami. Pôsobivé obrázky tohto krátera, zhotovené sondou Mars Reconaissence Orbiter, sme uverejnili minulý rok v Kozmose č. 6. Zosuvy sú tu pravdepodobne bežným javom. Ak by sme ho porovnali s kráterom Endurance, do ktorého rover Opportunity s veľkou slávou zliezol už pred tromi rokmi, tak nevyhnutne prídeme k záveru, že tentoraz ho čaká úloha oveľa náročnejšia: kráter Endurance so stometrovým priemerom bol desaťkrát menší ako kráter Victoria; a aj oveľa plytkejší. Preto nie je vylúčené, že ak sa Opportunity zostup podarí, nielenže tam pravdepodobne prezimuje, ale aj naveky zostane. To si však odborníci z NASA zatiaľ veľmi nepripúšťajú.

Aj keď sú mnohé steny krátera Victoria tak strmé, že by v pozemských podmienkach dali zabrať aj horolezcovi, je na ňom zopár úšustov, ktoré nevyzerajú tak hrozivo. Voľba zostupu padla na Duck Bay. Hoci aj tu je svah dosť strmý, má výhodu v tom, že má tvrdý podklad. Na podobnom svahu sa pohyboval rover Spirit po kopci Husband, takže aj eventuálna cesta nahor nie je vylúčená.

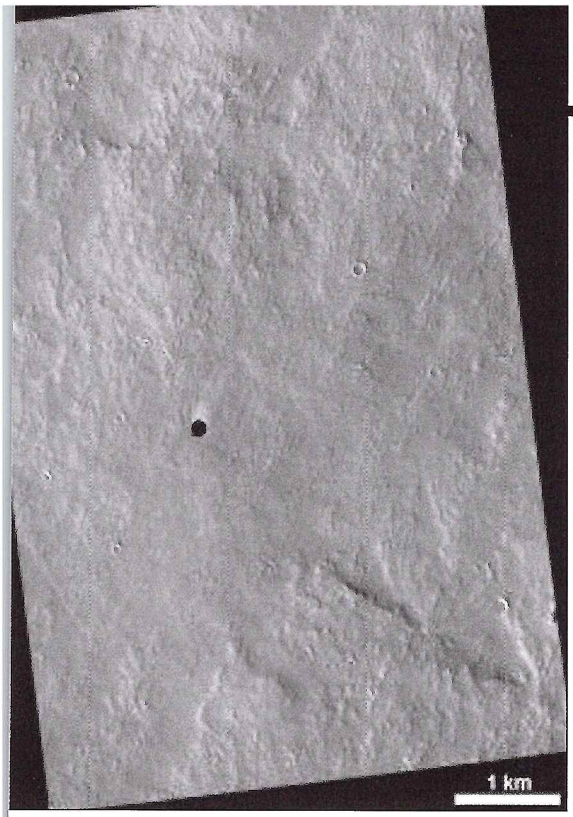
Keďže oblasť Planiny Meridiani sužuje piesočná búrka, čas zostupu nie je ešte určený. Ale môže to byť už aj o niekoľko dní, vlastne hneď po uzávierke nášho časopisu.

Podľa stránok NASA -ml-



Duck Bay, miesto zostupu, ako ho fotografoval rover Opportunity začiatkom júla 2007.

Gigantické kaverny na Marse?



Obr. 1 **Čierny bod na úpätí Arsia Mons je pre marsológov absolútnou záhadou. Je táto diera vchodom do marťanského podzemia? Priepasťou, na ktorej dno prístroje nedohliadnu? Ako taký obrovský priestor vznikol? Bol to rezervoár vody pod kôrou, ktorú tvoria horniny, premiešané s vodou? Ak áno, kam sa voda podela? Vyparila sa po dopade asteroidu? Špecialistom na impaktné krátery sa takéto vysvetlenie nepozdáva, hoci nevedia, čo iné mohlo vytvoriť taký ideálny kruhový otvor. Sonda MRO exponovala snímku 7. mája. Vedci jej dali meno Jeanne.**

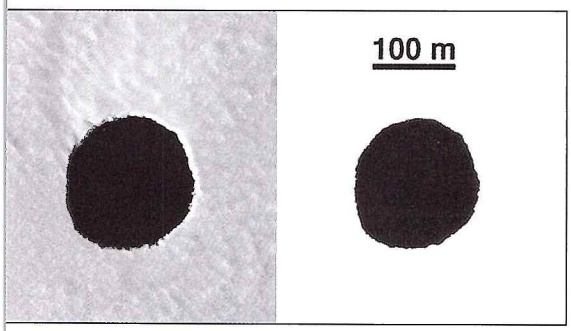
Na jednej zo snímok sondy Mars Reconaissance Orbiter (MRO), na lávou pokrytej pláni, severovýchodne od Arsia Mons objavili vedci záhadný čierny otvor... Nazdávajú sa, že je to okno do podzemia planéty. Vstup do marťanskej jaskyne...!

Nie je to prvá marťanská jaskyňa. Na snímkach už objavili sedem takýchto okien. Objavili a pomenovali: Dena, Chloe, Wendy, Annie, Abbey, Nikki a Jeanne. Podozrenie, že takéto otvory do podzemia Marsu existujú, vyslovili už analytici snímok zo sondy Mars Odyssey. Rozlíšenie 20 m/na pixel však neumožňovalo presnú diagnózu. Tím sa preto obrátil na kolegov, ktorí analyzujú fotografie (rozlíšenie: 25 cm na pixel) zo sondy Mars Reconaissance Orbiter. Sonda MRO ako prvú exponovala „jaskyňu" Jeanne.

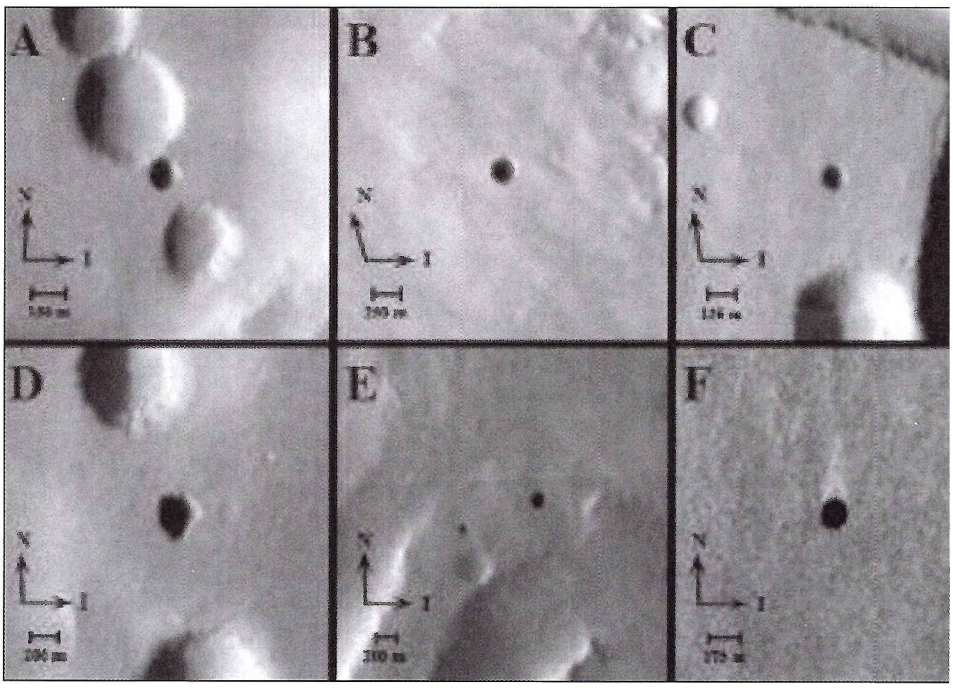
Na snímke *(obr. 2)* s rozlíšením 25 cm na pixel sa dajú rozoznať detaily na okrajoch záhadného otvoru. Jeanne na prvý pohľad vyzerá ako diera preborená do ľadu, pod ktorým zíva tmavý priestor. Nijaké detaily v podzemí sa nedajú rozlíšiť. Kamera HiRiSe na palube sondy MRO je veľmi citlivý prístroj a marťanská atmosféra rozptyľuje časť svetla tak, že keby bolo v diere na dohľad dno, alebo steny, určite by kamera odrazené svetlo zachytila. Podzemný priestor je však taký obrovský, že svetlo, ktoré doň vnikne, neodráža. Vedci usúdili, že ide o obrovský dóm. Aký je veľký? Ak sa tímu nepodarí za priaznivejších svetelných podmienok vyhotoviť ostrejšie snímky a zvýšiť citlivosť kamery na maximálnu mieru, nejaké informácie možno získame. Ak nie, záhadu raz vyriešia speleológovia.

Existuje aj iná možnosť. Dve sondy, obiehajúce okolo Marsu majú na palube prístroje, ktoré môžu vyslať do diery radarové signály: na sonde Mars je to MARSIS, na sonde Mars Reconaissance Orbiter – SHARAD. Ale ani ich rozlišovacia schopnosť nemusí stačiť.

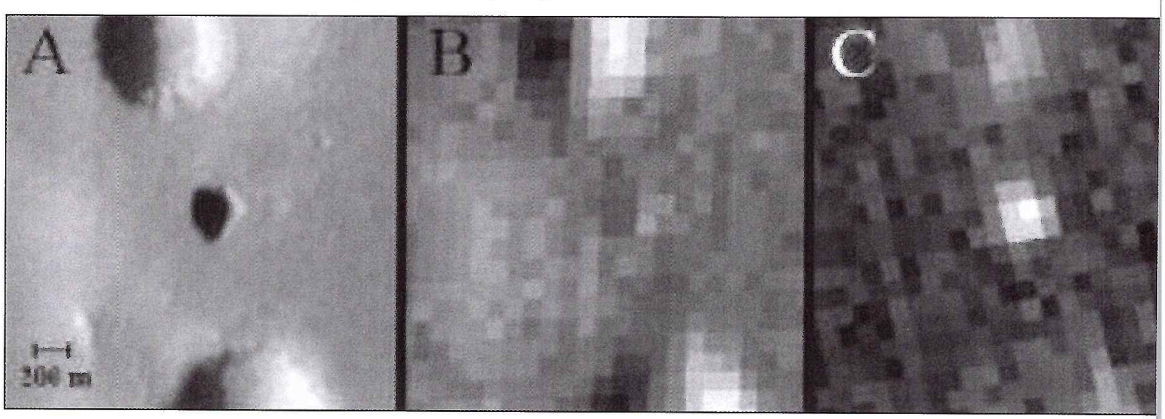
NASA



Obr. 2 **Jeanne má priemer 100 metrov. V rozlíšení 25 cm na pixel možno na oblúku diery rozoznať stenu, ktorá sa náhle končí. Priestor pod ňou neodráža nijaké svetlo, je teda obrovský. Hlboký a rozpínajúci sa do strán.**



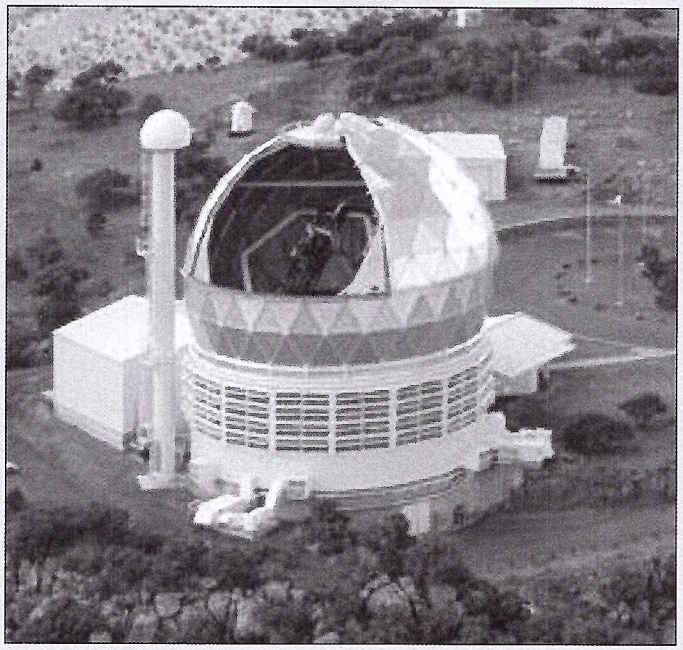
Obr. 3 **Sonda rozlíšila na povrchu Marsu aj ďalšie diery. Zľava doprava v rozlíšení 20 m na pixel: Dena, Chloe, Wendy, Annie, Annie, Abey a Nikki (obe na snímke E) a Jeanne. Šípky I označujú smer, z ktorého svieti Slnko (zľava doprava); šípky N označujú polohu severného pólu. Všetky diery sa nachádzajú na východnej hemisfére, v úzkom páse, vymedzenom 239 až 241° východnej dĺžky, tesne nad rovníkom (6 až 8° severnej šírky).**



Obr. 4 **Dieru Wendy môžete skúmať na fotografii vo viditeľnom svetle (A); v infračervenom svetle popoludní (B); a v infračervenom svetle skoro ráno (C). Infračervené snímky diery Wendy zviditeľňujú kolísanie teploty v diere v priebehu dňa. Poobede sú teplejšie ako ráno.**

Dve exoplanéty pri čudnej hviezde

Texaskí astronómovia od roku 2001 monitorovali hviezdu HD 155358 pomocou 9,2 m ďalekohľadu Hobby-Eberly (HET) na McDonaldovom observatóriu. Spektrograf s vysokým rozlíšením im umožnil neobyčajne presné merania radiálnej rýchlosti hviezdy. (Ide o meranie nepatrných pohybov hviezdy smerom k Zemi a smerom od nej pod vplyvom gravitácie jednej alebo viacerých planét.) Tak objavili dve jovián-ske planéty obiehajúce okolo HD 155358. Na prvý pohľad nič zvláštne, veď podchvíľou čítame správy o objavoch nových exoplanét. Tieto exoplanéty však obiehajú okolo hviezdy, ktorej zloženie podľa platnej teórie formovanie planét vylučuje. Bude treba teóriu planétotvorby poopraviť?



Ďalekohľad Hobby-Eberly stojí na vrchole hory Mount Fowlkes v Davisovom pohorí. Je to jeden z ďalkohľadov McDonaldovho observatória v západnomTexase.

Hviezda HD 155358 je o niečo horúcejšia ako Slnko. Jej hmotnosť je však nepatrne nižšia. Vedcov zarazilo, že v porovnaní so Slnkom obsahuje iba 20 % prvkov ťažších ako vodík a hélium. Doteraz bola objavená iba jedna hviezda (HD 47636) s exoplanétou, ktorá mala taký nízky podiel kovov.

Vedci odhadli vek hviezdy na 10 miliárd rokov.

Jedna planéta obehne okolo materskej hviezdy za 195 dní, pričom jej hmotnosť je minimálne 0,9 J. Okolo hviezdy obieha vo vzdialenosti 0,6 AJ. Druhá planéta obieha okolo HD 155358 za 530 dní vo vzdialenosti 1,2 AJ. Jej minimálna hmotnosť: 0,5 J.

Texaskí astronómovia pomocou superpočítača Lonestar namodelovali pohyb oboch planét na 100 miliónov rokov do budúcnosti. Obežné dráhy exoJupiterov sú excentrické (e = 0,11; e = 0,18). Obe planéty gravitačne interagujú. Po každom priblížení sa rýchlosť ich pohybu zvýši. Ukázalo sa, že v budúcnosti sa ich dráhy budú meniť: spočiatku budú čoraz excentrickejšie, neskôr čoraz kruhovejšie, potom opäť čoraz excentrickejšie. Systém je v skúmanom diapazóne rokov stabilný: tvary obežných dráh (definované premenlivými hodnotami periastra a apoastra) sa po 3000 rokoch opakujú, ale v opačnom garde. Čím je dráha prvej planéty excentrickejšia, tým je dráha druhej planéty kruhovejšia.

Fakt, že hviezdu chudobnú na kovy obiehajú najmenej dve masívne planéty, ovplyvní teórie formovania planét. Teórií je viac, ale v posledných rokoch sa vykryštalizovali dve najpravdepodobnejšie:

a) **model jadra, ktoré nabaľuje (akreuje) hmotu z okolia;**
b) **model nestability protoplanetárneho disku.**

Oba modely vychádzajú z rotujúceho, prachoplynového oblaku. Oblak sa postupne zahusťuje, až sa napokon v jeho strede vytvorí hviezda, okolo ktorej obieha protoplanetárny disk. V disku sa za istých podmienok sformujú planéty. V čom sa oba modely odlišujú, je čas potrebný na sformovanie planét.

V akrečnom modeli sa obrie planéty sformujú v dvoch etapách. Počas prvého milióna rokov sa gravitačným zliepaním planetezimál vytvorí protoplanetárne jadro, niekoľkokrát hmotnejšie ako Zem. Po dosiahnutí istej hmotnosti začne jadro nabaľovať prach a plyn z okolia. Po niekoľkých miliónoch rokov sa vytvorí obria, plynová planéta.

Tento model vychádza z toho, že protoplanetárny disk i materská hviezda obsahujú veľké množstvo ťažkých kovov. Väčšina exoplanét, objavených pomocou techniky merania radiálnej rýchlosti, obieha okolo hviezd bohatých na kovy. To hovorí pre akrečný model. Objav dvoch joviánskych planét v sústave hviezdy chudobnej na ťažké prvky stavia však túto teóriu na hlavu.

Druhý model je založený na predpoklade, že v protoplanetárnom disku sa už krátko po jeho sformovaní vytvoria nestability. Disk sa rozpadne na obrovské zhustky hmoty. Gravitácia materiál v zhustkoch v priebehu niekoľkých stoviek rokov skomprimuje. Tak sa sformujú planéty. Takto sformované exoplanéty by však nemali mať pevné jadro.

Vedci, ktorí objavili dve joviánske exoplanéty pri hviezde HD 155358 upozorňujú, že parametre týchto telies predpokladajú existenciu veľmi masívneho protoplanetárneho disku, niekoľkokrát masívnejšieho ako ten, z ktorého sa sformovala naša Slnečná sústava. Je to ďalší dôkaz podopierajúci teóriu, podľa ktorej je hmotnosť protoplanetárnych diskov veľmi variabilná. Každý disk je iný (má iné fyzikálne parametre) a práve tento fakt ovplyvňuje formovanie planét.

Texaskí vedci po prvýkrát využili techniku merania radiálnych rýchlostí pri hľadaní exoplanét už koncom 80. rokov. Vtedy použili 2,7 metrový ďalekohľad Harlan J. Smith. Dnes okrem Smitha používajú aj ďalekohľad HET. Tak v posledných rokoch objavili niekoľko exoplanét.

University of Texas Press Release

Neptunická exoplanéta obalená horúcim ľadom

Ide o najsenzačnejší objav extrasolárnej planéty v tomto roku. Planéta s priemerom Neptúna obieha blízku trpasličiu hviezdu GJ 436. Planétu objavili pomocou fotometrie, meraním nepatrného pohasnutia jasnosti materskej hviezdy počas prechodu. Planéta GJ 436b má priemer 50 000 kilometrov, čo je štvornásobok polomeru Zeme. Je to najmenšia exoplanéta, ktorú objavili technikou využívajúcou tranzit. Materskú hviezdu, po bližšej dráhe ako Merkúr okolo Slnka, obehne za niekoľko dní. Blízkosť hviezdy zohrieva povrch na 250 °C. Ide teda o prvý „horúci Neptún", ktorý lovci exoplanét doteraz objavili.

Hviezda GJ 436 s neptunickou planétou.

Prístroje zistili, že na planéte je veľké množstvo vody v skupenstve, ktoré pomenovali „horúci ľad". Tento fakt dokazuje, že planéta sa v protoplanetárnom disku musela sformovať ďaleko od hviezdy, za „snežnou čiarou", kde je disk ešte taký chladný, že tam voda môže kondenzovať. Aký mechanizmus priblížil „horúci Neptún" k materskej hviezde, to vedci predbežne nevedia. Vedia však, že vonkajšia atmosféra planéty, zložená z vodíka a hélia, sa na blízkej obežnej dráhe vyparila. Ostalo iba relatívne malé, horúcim ľadom obalené jadro.

NASA Press Release

Portrét hviezdy Altair

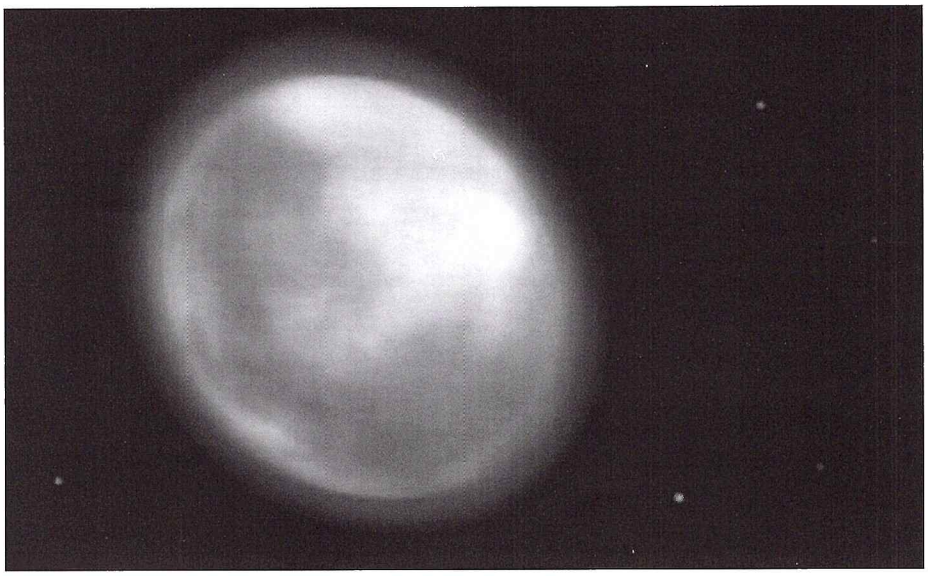
Štyri ďalekohľady pomohli astronómom získať fotografiu povrchu Altairu, jednej z najbližších hviezd. Ide o vzácny úlovok, pretože doteraz sa podarilo získať snímky povrchov iba v prípade niekoľkých gigantických, umierajúcich hviezd – červených obrov. V prípade Altairu môžeme po prvýkrát študovať povrch relatívne malej, vodík spaľujúcej hviezdy, čo do veľkosti podobnej nášmu Slnku.

Na vývoj našej Galaxie významne vplývajú zriedkavé, ale mimoriadne horúce, rýchle rotujúce hviezdy. Vlastnosti týchto hviezd oveľa viac pripomínajú Altair ako naše Slnko. Ak pochopíme, ako funguje Altair, získame informácie o tom, ako tieto „vplyvné hviezdy" roztrúsené v Galaxii fungujú.

Vzácnu fotografiu získal medzinárodný tím astronómov. Tím využil štyri zo zostavy šiestich ďalekohľadov na hore Mount Wilson, čo je zariadenie Georgia State University v Atlante. Zariadenie nazvali CHARA (Centrum pre astronómiu vysokým uhlovým rozlíšením).

Ďalekohľady CHARA umožňujú špičkové pozorovanie, pretože sú vybavené systémom MIRC, ktorý odstraňuje poruchy spôsobené pozemskou atmosférou. MIRC (Michigan Infrared Combiner) je zariadenie, ktoré využíva najnovšie technológie využívajúce optické vlákna.

Ďalekohľady CHARA majú neobyčajnú schopnosť zoomu. Ich schopnosť priblížiť pozorovanú hviezdu tak, aby bolo možné exponovať fotografie jej povrchu aj s detailami, nemá zatiaľ vo svete páru. Ak sa používajú ďalekohľady ako interferometer (ide o systém, ktorý kombinuje informácie z niekoľkých malých, v priestore rozostavených ďalekohľadov), výsledok je senzačný: vedci zachytia infračervené vlny tak, ako by ich zachytil obrí ďalekohľad s priemerom 265 m, čo je 100-násobok rozmeru zrkadla na Hubblovom ďalekohľade. Výsledkom je 25-násobne vyššie rozlíšenie.



Hviezda Altair rotuje tak rýchle, že je viditeľne sploštená.

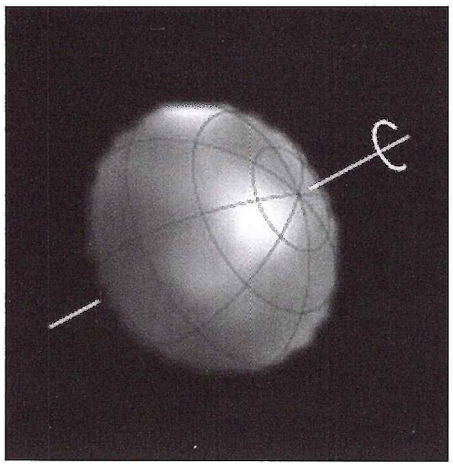
Snímky, ktoré takéto zariadenie exponuje, by nijaký zo súčasných ďalekohľadov, ba ani vyvíjané 30-metrové teleskopy budúcnosti, exponovať nedokázali. Základným komponentom systému CHARA je kombinátor MIRC, ktorý zmieša odrazené svetlo skúmaného objektu zachytené malými ďalekohľadmi. Na podobnom princípe pracujú už dávnejšie zostavy rádioteleskopov (napríklad Very Large Array neďaleko Soccoro v Novom Mexiku).

Detailná fotografia hviezdy Altair otvára novú éru stelárnej astronómie. Altair rotuje veľmi rýchle, rovnako ako hviezda Vega, ktorá je (spolu s pomaly rotujúcim superobrom Deneb) zložkou súhvezdia Letný trojuholník. Rýchla rotácia (na rovníku 300 kilometrov za sekundu) sploštuje Altair do takej miery, že pripomína vajce: jej rovníkový priemer je o 22 % väčší ako spojnica pólov. Najnovšie merania potvrdili sploštenie hviezdy i spresnili hodnoty teploty povrchu v rozličných oblastiach. Ukázalo sa, že teploty povrchu sa značne odlišujú od hodnôt, ktoré teoretici predpovedali.

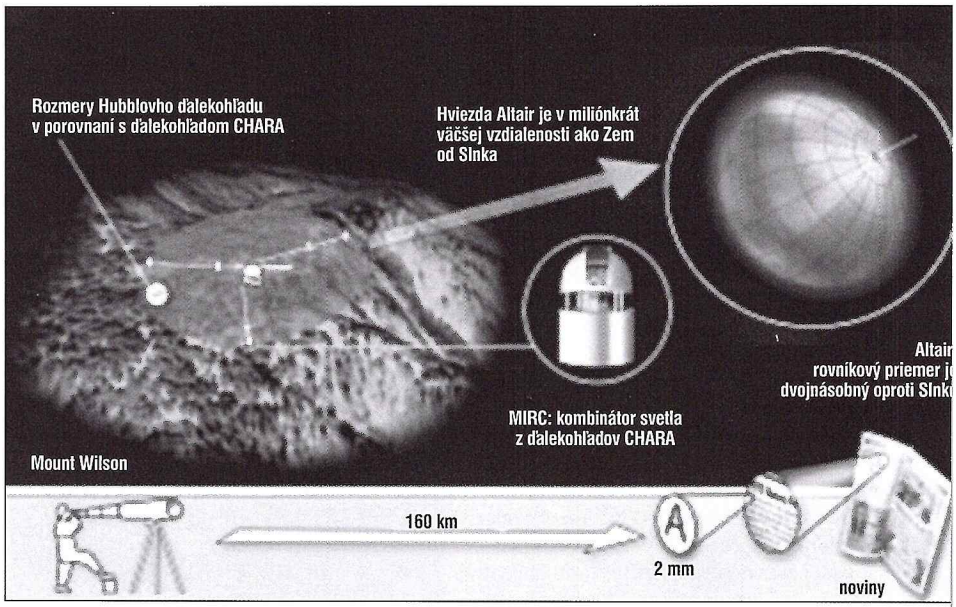
Altair je jednou z najbližších hviezd, delí nás od nej iba 15 svetelných rokov. Vedci už v najbližšom čase chcú fotografovať a monitorovať aj povrch Vegy a po nej aj ďalších, vzdialenejších hviezd.

Fotografovanie hviezd je iba úvodom do rozsiahleho programu pozorovaní. Systém CHARA sa v budúcnosti zameria aj na hľadanie extrasolárnych planét. Už dnes je isté, že 6,5 milióna dolárov, ktoré do systému investovala NSF (Národná vedecká nadácia), sa rýchle vrátia.

University of Michigan Press Release



Najaktuálnejšia snímka hviezdy Altair, ktorá je 7-miliónkrát vzdialenejšia od Zeme ako Slnko. Zostava CHARA zachytila odrazené svetlo z hviezdy a to potom skombinoval prístroj MIRC do fotografie. Ide o prvú snímku hviezdy s veľkosťou Slnka, na ktorej dokážeme rozlíšiť detaily povrchu, napríklad rozloženie teploty. Najhorúcejšie sú oblasti okolo pólov.



Interferometer CHARA: najväčší infračervený ďalekohľad na svete. CHARA je sústavou 6 infračervených ďalekohľadov, ktorých svetlo kombinuje Michiganský infračervený kombinátor MIRC. Výkon tohto ďalekohľadu má rozlišovaciu schopnosť ďalekohľadu s priemerom 250 metrov. Takýto ďalekohľad dokáže rozlíšiť novinový text zo vzdialenosti 160 kilometrov.

Najbizarnejšie mesiačiky v našej Slnečnej sústave

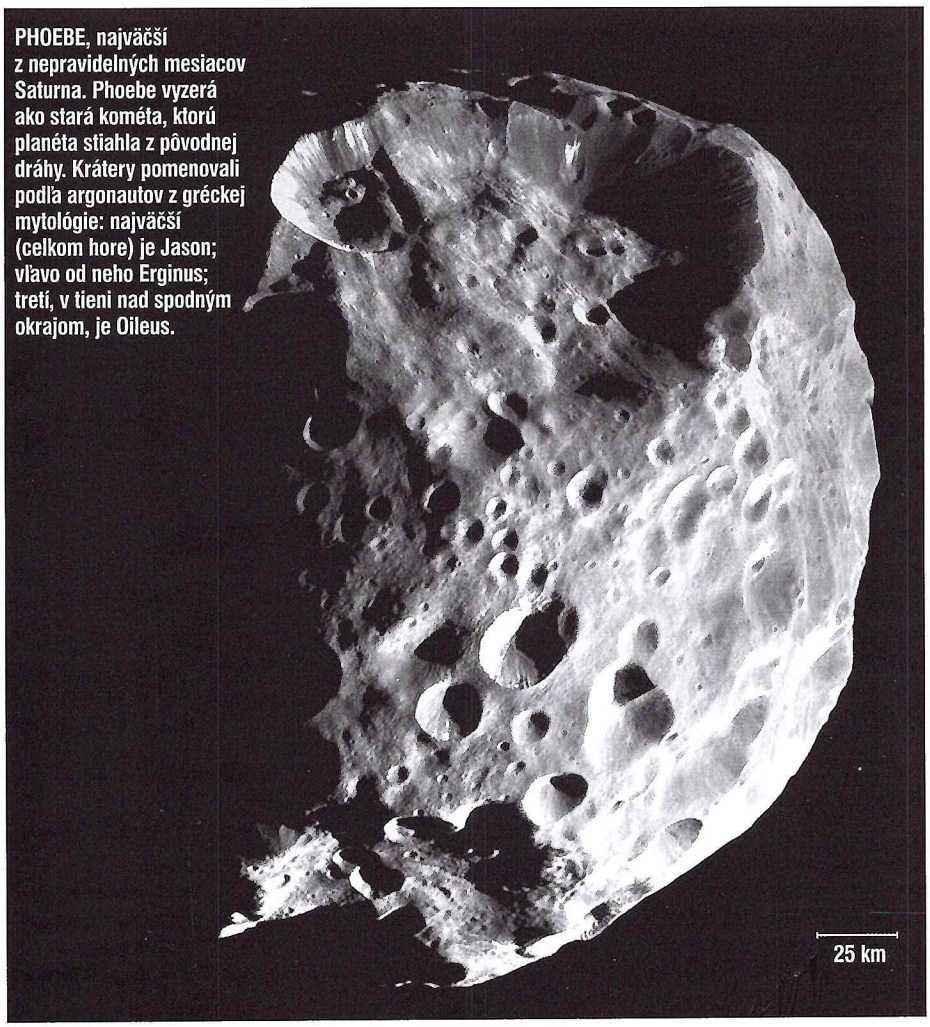
Okolo planét obiehajú po extrémne pretiahnutých, naklonených, slučkovitých, neraz nestabilných, premenlivých dráhach. Pre planetológov práve kvôli týmto vlastnostiam predstavujú ideálne študijné objekty. Otvárajú im okno do doby, keď sa formovali planéty a ďalšie telesá našej Slnečnej sústavy.

Pred piatimi rokmi uzavreli na vrchole sopky Mauna Kea (Havajské ostrovy) dvaja vedci stávku, koľko mesiacov planét bude ešte objavených pomocou pozemských ďalekohľadov. David Jevitt stavil 100 dolárov na to, že ich objavia najviac desať. Pripomenul, že v uplynulom 20. storočí bolo objavených iba niekoľko. Scott Sheppard bol optimistickejší: pripomenul zvyšujúcu sa citlivosť moderných astronomických prístrojov a stavil sa, že bude objavených najmenej dvadsať nových mesiacov.

Sheppard stávku vyhral. Tím, ktorí obaja vedú, objavil odvtedy okolo obrích planét 62 mesiacov. Iné tímy objavili ďalších 24. (Keď sa to tak zoberie, existuje iba jediný mesiac a ten je satelitom Zeme. Astronómovia však radšej používajú termíny „mesiace" a „mesiačiky" ako satelity.)

Väčšina mesiacov patrí do skupiny nepravidelných, čo znamená, že ich obežné dráhy sú veľké, eliptické a naklonené voči rovine rovníka hostiteľskej planéty. Pravidelné mesiace, napríklad ten náš, alebo štyri veľké mesiace Jupitera, obiehajú svoje planéty po bližších, kruhových a takmer equatoriálnych dráhach.

Väčšina nepravidelných mesiacov má retrográdne obežné dráhy, čo znamená, že sa pohybujú opačným smerom, ako rotuje hostiteľská planéta. Pravidelné mesiace majú napospol prográdne obežné dráhy. Keby sme systém Zem/ /Mesiac pozorovali z dostatočného odstupu sponad severného pólu, videli by sme, že sa Mesiac pohybuje proti smeru hodinových ručičiek tým istým smerom, ako sa Zem otáča okolo svojej osi a ako sa pohybuje okolo Slnka. Proti pohybu hodinových ručičiek sa pohybujú aj ostatné pravidelné mesiace. Vedci to vysvetľujú tým, že si tieto telesá uchovali smer pohybu prachoplynového disku, v ktorom sa sformovali pred 4,5 miliardami rokov. Retrográdny pohyb nepravidelných mesiacov svedčí o tom, že ich pôvod je iný. Ide o votrelcov, či presnejšie zajatcov v rodine tej-ktorej planéty.



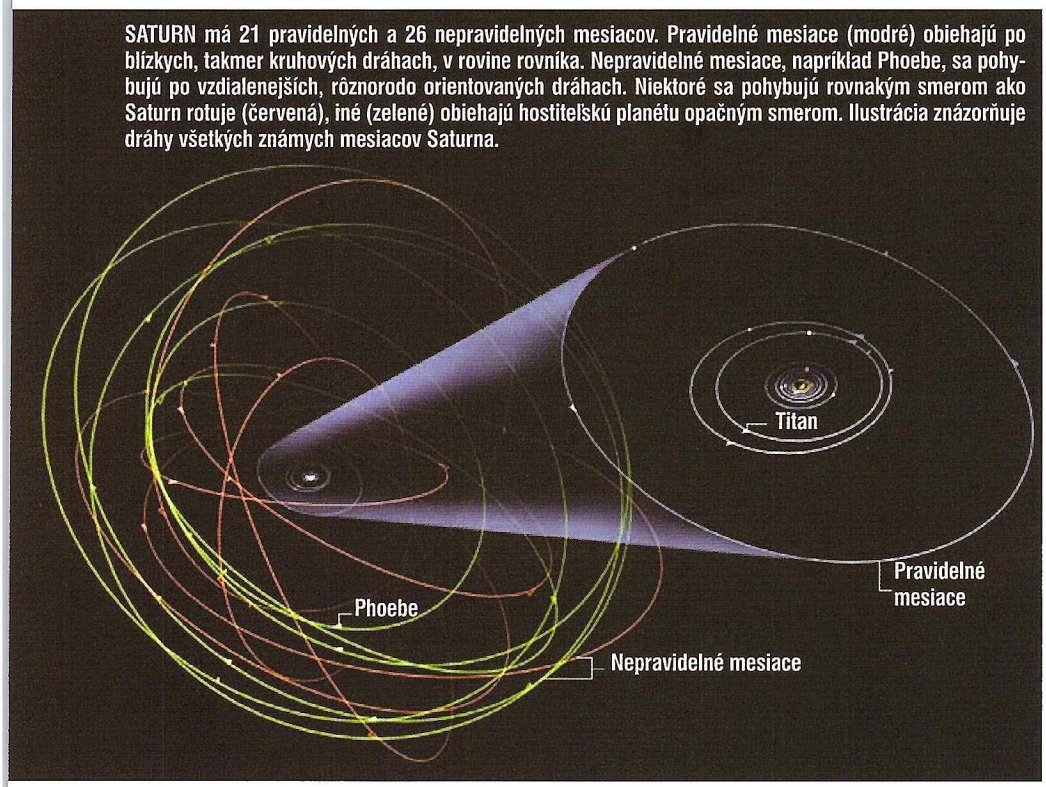
PHOEBE, najväčší z nepravidelných mesiacov Saturna. Phoebe vyzerá ako stará kométa, ktorú planéta stiahla z pôvodnej dráhy. Krátery pomenovali podľa argonautov z gréckej mytológie: najväčší (celkom hore) je Jason; vľavo od neho Erginus; tretí, v tieni nad spodným okrajom, je Oileus.

Štandardné teórie zatiaľ presvedčivo pôvod a správanie sa týchto mesiacov nevysvetlili, hoci každoročne sa objavuje niekoľko nových teórií, ktoré sa o to pokúšajú. Zdá sa, že všetky sú svedkami dlhej epochy, počas ktorej gravitácia formujúcich sa planét uvoľňovala menšie telesá z ich pôvodných dráh. Rekonštrukcia ich premiestňovania umožňuje astronómom osvetliť vývoj našej Slnečnej sústavy v ranom štádiu jej existencie.

Čierna ovca

Prvý nepravidelný mesiac, Neptúnov Triton, bol objavený už v roku 1846, ale retrográdny pohyb ďalších nepravidelných mesiacov zistili pozorovatelia až oveľa neskoršie. Dôvod: sú oveľa menšie a nejasnejšie ako ich regulárne náprotivky. Navyše, pohybujú sa na oveľa vzdialenejších obežných dráhach. Napríklad, Callisto, najvzdialenejší pravidelný mesiac Jupitera, obieha okolo planéty vo vzdialenosti 1,9 milióna kilometrov, ale nepravidelné Jupiterove mesiačiky krúžia okolo neho až vo vzdialenosti 30 miliónov kilometrov. Táto vzdialenosť korešponduje s hranicou Hillovej sféry planéty Jupiter, za ktorou už jeho gravitácia stráca moc. Keby Hillova sféra bola viditeľná, mala by priemer 10 stupňov, dvadsaťnásobok uhlového priemeru Mesiaca v splne. Hillova sféra Jupitera je teda širšia ako zorný uhol väčšiny ďalekohľadov.

Monitorovanie takého veľkého priestoru umož-



SATURN má 21 pravidelných a 26 nepravidelných mesiacov. Pravidelné mesiace (modré) obiehajú po blízkych, takmer kruhových dráhach, v rovine rovníka. Nepravidelné mesiace, napríklad Phoebe, sa pohybujú po vzdialenejších, rôznorodo orientovaných dráhach. Niektoré sa pohybujú rovnakým smerom ako Saturn rotuje (červená), iné (zelené) obiehajú hostiteľskú planétu opačným smerom. Ilustrácia znázorňuje dráhy všetkých známych mesiacov Saturna.

ňujú iba najnovšie, najväčšie digitálne detektory a zariadenie, ktoré je počas noci schopné analyzovať 100 gigabajtov údajov. Prehliadka Hawaii Moon Survey bola zameraná najskôr na Jupiter, pretože jeho blízkosť dovoľuje rozlíšiť v Hillovej sfére najväčšej planéty našej sústavy aj také malé telesá, ktoré by boli pri vzdialenejších planétach nerozlíšiteľné. Tímy z ďalších pracovísk však paralelne monitorovali aj Hillove sféry Saturna, Uránu a Neptúna.

Ukázalo sa, že všetky obrie planéty, bez ohľadu na ich hmotnosť, majú podobné systémy nepravidelných mesiacov. Extrapoláciou získaných údajov dospeli vedci k záveru, že každá z týchto planét má najmenej 100 nepravidelných mesiačikov s priemerom väčším ako 1 kilometer! Sú to telesá najrozličnejších veľkostí, pričom tých malých je najviac. Najväčší z nepravidelných mesiačikov Jupitera – J6Himalia má priemer 180 km, najmenšie majú sotva 2 kilometre.

Obežné dráhy týchto mesiačikov patria medzi najkomplikovanejšie v celej Slnečnej sústave. Ich pohyb ovplyvňuje nielen hostiteľská planéta, ale aj gravitácia Slnka. Ich obežné dráhy sa preto priebežne menia. Ich pohyb pripomína neraz chaotické krúženie „vĺčka", detskej hračky, opisujúcej slučky.

Kozmický polyrytmus

Ak premenlivé vplyvy na mesiace pôsobia synchrónne, situácia je čitateľná. Napríklad, ak hodnota precesie nadobudne hodnotu, ktorou hostiteľská planéta obieha okolo Slnka, mesiac sa ocitne v rezonancii. Aj slabý vplyv slnečnej gravitácie, akumulovaný dlhšiu dobu, obežnú dráhu destabilizuje; elipsa sa časom tak predĺži a zúži, že mesiac križuje počas periodického približovania dráhy vnútorných, obrích mesiacov s opakujúcou sa hrozbou kolízie; alebo ho gravitácia hostiteľskej planéty „stiahne z obehu" a utopí v atmosfére, alebo sa v najvzdialenejších bodoch dráhy môže ocitnúť za hranicou Hillovej sféry a z gravitačného zajatia sa navždy oslobodí.

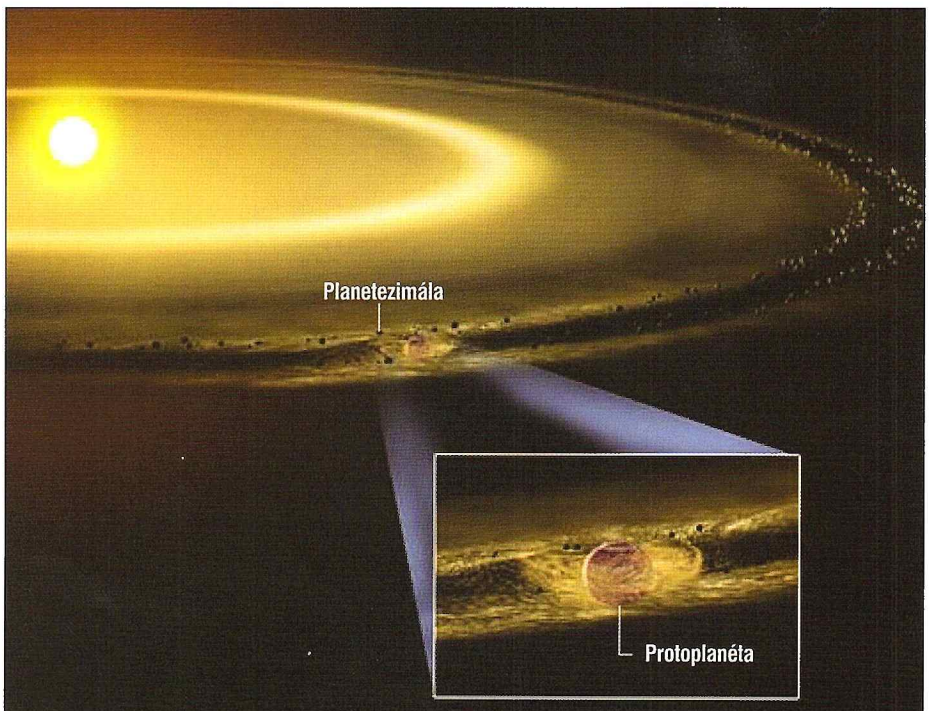
Významný vplyv má aj tzv. Kozaiova rezonancia, ktorá spája sklon dráhy mesiaca a jej tvar. Pod jej vplyvom sa sklon dráhy mesiacov zväčšuje, a zároveň sú elipsy ich dráh čoraz pretiahnutejšie. Aj v tomto prípade hrozí mesiacom buď deštrukcia, alebo vyhostenie zo systému. Možno preto pozorovatelia doposiaľ neobjavili mesiace so sklonmi dráhy medzi 50° a 130°. Inými slovami, nepravidelné mesiace, ktoré dnes pozorujeme, doposiaľ prežili gravitačné interakcie, ktoré v minulosti vyhostili mnoho ich „súrodencov".

Na pohyb mesiacov však pôsobia aj iné procesy. Mesiačiky sa zoskupujú do rodín, ktoré krúžia po podobných dráhach. Napríklad, každá z Jupiterových rodín má 17 mesiačikov. Vedci to vysvetľujú tak, že ide o pozostatky rozpadnutého väčšieho telesa, ktoré sa po deštrukcii pohybuje po podobnej dráhe ako progenitor. Ak je tomu tak, potom väčšina nepravidelných mesiačikov sú telesá druhej generácie, zvyšky pôvodnej populácie.

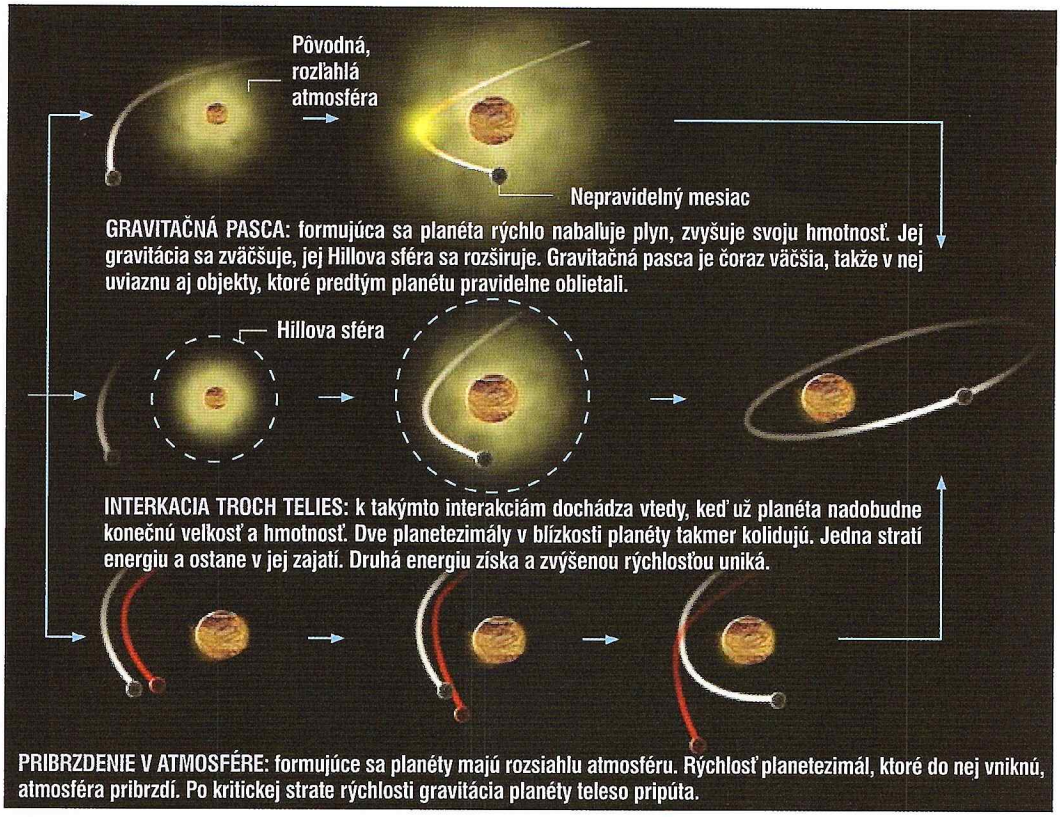
Dôsledky deštrukcie pôvodného telesa po kolízii skúmajú na počítačových modeloch. Z modelov vyplynulo, že dnes ku kolíziám s iným mesiačikom či telesom z medziplanetárneho priestoru dochádza mimoriadne zriedka. V minulosti, keď počet nepravidelných mesiacov a komét bol podstatne vyšší, boli kolízie dosť časté.

Väčšina mesiačikov sú také malé telesá, že sa ťažko určuje ich zloženie. Vieme však, že telesá zoskupené do rodín majú podobnú farbu, čo môže naznačovať, že majú aj podobné zloženie. To podporuje hypotézu, že ide o fragmenty materského telesa, ktoré sa rozpadlo.

Jeden z mála nepravidelných mesiacov, ktoré sme preskúmali podrobne, je Saturnov mesiac Phoebe. Sonda Cassini získala počas obletu Phoebe snímky s vysokým rozlíšením. Z analýzy údajov vyplynulo, že mesiac je husto posiaty krátermi, pričom spektrum slnečného svetla od-



NEPRAVIDELNÉ MESIACE sa pohybujú po dráhach, ktoré majú zvláštne parametre. Svedčí to o tom, že sa nesformovali v systéme, ale na inom mieste Slnečnej sústavy a až časom padli do zajatia hostiteľskej planéty. Astronómovia odhalili tri mechanizmy, ktoré sa končia zajatím. Vychádzajú z existencie planetezimál, telies s parametrami asteriodov, ktoré sa kdesi sformovali. Väčšina z nich si počas planétotvorby vytvorila pevné jadrá obrích planét. Tie, čo zvýšili, sa pohybujú v Slnečnej sústave, pričom sa za istých okolností môžu stať satelitmi planét.



razeného od mesiaca prezradilo, že jeho povrch tvorí vodný ľad a ľad oxidu uhličitého. Aj Tritón a Nereida, nepravidelné mesiace Neptúna, (údaje získala sonda Voyager 2) majú zaľadnený povrch. Nepravidelné mesiace Jupitera sú oveľa tmavšie. Vzhľadom na to, že sa pohybujú bližšie k Slnku, ľad na ich povrchu nie je stabilný a postupne sa vyparuje. Jupiterove mesiačiky do istej miery pripomínajú staré kométy, ktoré počas pravidelných priblížení k Slnku väčšinu prchavých materiálov stratili.

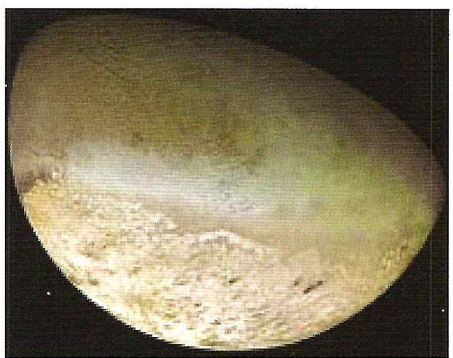
Atmosféra ako brzda

Vlastnosti nepravidelných mesiačikov, najmä ich retrográdne dráhy naznačujú, že sú zvyškom po populácii telies, tvoriacich prvotnú planetárnu stavebnicu, ktoré pôvodne obiehali okolo Slnka a až časom sa dostali do gravitačného zajatia niektorej z veľkých planét. Gravitačný biliard Slnka a planét ich pôvodné dráhy postupne skracoval, až sa dostali do zajatia veľkých planét ako obežnice, alebo sa po kolíziách vyparili v ich atmosfére. Tak skončila aj slávna kométa Shoemaker/Levy 9, ktorú Jupiter zachytil niekedy v dvadsiatom storočí a v roku 1994 zanikla (po rozpade) v atmosfére obrovskej planéty. Táto kométa mohla dopadnúť aj inak: gravitácia Jupitera ju mohla vymrštiť na heliocentrickú dráhu s obežnou dobou niekoľko stoviek rokov. Vedci poznajú mnoho komét, ktoré sa z gravitačného zajatia Jupitera vymanili.

Teleso, ktoré pod vplyvom gravitácie opustí heliocentrickú dráhu a usadí sa na stabilnej dráhe okolo planéty, musí stratiť časť pôvodnej energie, inak by sa jeho pohyb nespomalil. Zachytávanie mesiacov sa však mohlo konať iba v časoch, keď vlastnosti našej Slnečnej sústavy boli iné. V súčasnosti je gravitačné zachytenie mesiačika planétou možné len na istý čas. Už v 70. rokoch vypracovali vedci možný mechanizmus, ktorý fungoval počas formovania planét a krátko po jeho dovŕšení.

Telesá v mladej Slnečnej sústave mohli strácať energiu trením, keď križovali gigantické atmosféry formujúcich sa obrích planét. Jupiter a Saturn, na rozdiel od Zeme, sú zložené najmä z vodíka a hélia. Sformovali sa najskôr tak, že sa jadro, zložené zo skál a ľadu, približne 10-násobne hmotnejšie ako Zem, periodicky vnáralo do gigantického plynového oblaku v primordiálnom disku, ktorý obiehal okolo mladého Slnka, a zakaždým si nabalilo časť jeho hmoty. Kým obrie planéty nadobudli svoju dnešnú podobu, prekonali fázu, keď ich atmosféry mali stonásobne väčší priemer ako dnes.

Osud asteroidov a komét závisel v týchto podmienkach od ich veľkosti. Malé telesá po vnorení do gigantických atmosfér či hustých oblakov zhoreli ako meteor. Ak boli dosť veľké, po vynorení sa z atmosféry pokračovali, ale už menšie, vo svojej púti okolo Slnka. Ak sa ich pohyb spomalil natoľko, že gravitácia planéty ich mohla zachytiť, usadili sa na obežnej dráhe okolo nej. Bol to akýsi aerobreaking, brzdenie pomocou atmosféry, ktoré kozmickí inžinieri s úspechom využívajú v záverečnom štádiu marťanských misií.



Najväčším nepravidelným mesiacom je Neptúnov Tritón, ktorý bol objavený už v roku 1846. Zdá sa, že pôvodne išlo o dvojmesiac, ktorý sa dostal do blízkosti Neptúna. Tritón ostal v zajatí, jeho neznámy partner unikol.

Žiaľ, táto teória nevysvetľuje prítomnosť nepravidelných mesiačikov okolo Uránu a Neptúna. Obe vonkajšie planéty nie sú plynovými, ale skôr ľadovými obrami, pozliepanými z ľadu a skál, s relatívne úzkym obalom vodíka a hélia. Vzhľadom na ich väčšiu vzdialenosť od Slnka a pochopiteľne nižšiu hustotu materiálu v protoplanetárnom disku, ich jadrá sa formovali oveľa dlhšie, takže hmotnosť, pomocou ktorej dokázali nabaľovať plyn, narastala oveľa pomalšie. Keď ich jadrá dosiahli kritickú hmotnosť, slnečná hmlovina sa už spotrebovala a rozplynula, takže ich atmosféry sú oveľa menšie ako v prípade Jupitera či Saturnu. Ako mohli takéto malé atmosféry spomaľovať rýchlosť križujúcich telies? To je záhada...

Gravitačné pasce...

Mesiačiky mohli zakotviť okolo obrích planét už počas ich formovania. Podľa najnovších teórií sa obria planéta v optimálnych podmienkach (dostatočná vzdialenosť od materskej hviezdy, primeraná hustota materiálu v hmlovine či v disku) môže sformovať už priebehu tisíc rokov. Taký rýchly nárast hmotnosti by adekvátne zväčšil aj rozmery Hillovej sféry okolo každej planéty. Ak asteroidy a kométy oblietali mladé planéty v tejto fáze, padli do gravitačnej pasce.

Tento model je sugestívny, ale mnohí planetológovia sú presvedčení, že formovanie neptunických a uranických planét „v našich podmienkach" muselo trvať desiatky miliónov rokov, v prípade Jupitera a Saturnu niekoľko tisíc rokov. Existuje síce divoká teória (Alan Boss), že aj Urán a Neptún boli kedysi také masívne ako Jupiter a Saturn, ale žiarenie z blízkych masívnych hviezd ich pôvodne mohutné atmosféry očesalo. Táto teória nevyhovuje modelu zachytávania nepravidelných telies, pretože očesávaním by planéty strácali hmotnosť, ich gravitácia by slabla, ich Hillova sféra by sa zmenšovala, takže ich schopnosť pripútať nepravidelné telesá by sa zmenšovala. Postupne by strácali aj dávnejšie polapené telesá na vonkajších dráhach.

Medzičasom sa objavila ďalšia teória: podľa nej dve telesá, ktoré kolidujú v Hillovej sfére, môžu vygenerovať energiu dostačujúcu na to, aby jedno z nich ostalo v zajatí planéty.

Dnes sa teoretici zaobídu aj bez kolízií. Stačí ak tri telesá (planéta a dva mesiace) interagujú gravitačne. Ak si vymenia energiu, jedno z nich môže nadobudnúť energiu na úkor ostatných. Tento efekt sa využíva pri misiách. Trajektória sondy sa nasmeruje tak, aby gravitácia planét a telies, ktoré oblieta, urýchlila ich pohyb, alebo ho nasmerovala tam, kde to inžinieri naplánovali.

Planetárne pohyby

Podľa najnovších poznatkov vyplývajú na nepravidelné mesiace všetky obrie planéty. Teória funguje aj pri plynových obroch (Jupiter, Saturn), aj pri ľadových obroch (Urán, Neptún). Táto teória sa zaobíde aj bez mohutných atmosfér či rýchlo narastajúcej hmotnosti planét. Požaduje iba dostatočný počet kolízií, alebo blízkych stretnutí počas priblíženia sa k planéte. Takéto interakcie sa vyskytovali najmä na sklonku obdobia formovania sa planét, potom, ako sa Hillove sféry rozrástli do dnešných rozmerov, ale ešte predtým, ako gravitácia nových planét vyčistila zvyšky po planétotvorbe. Teória gravitačnej súhry troch telies v Hillovej sfére by mohla vysvetliť záhadu, prečo má každá obria planéta približne rovnaký počet nepravidelených mesiacov. Napriek tomu, že Urán a Neptún majú menšiu hmotnosť ako Jupiter či Saturn, sú vzdialenejšie od Slnka, a tak ich Hillove sféry sú čo do rozmerov porovnateľné.

Aj keď teória troch interagujúcich telies mnohé vysvetľuje, vedci ani len netušia, kedy tento mechanizmus začal fungovať. Existujú dve vysvetlenia. Podľa prvého sú mesiace asteroidmi či kométami, ktoré sa sformovali v rovnakej oblasti ako planéta, ktorá ich polapila. Väčšina týchto telies splynula s planétami, alebo bola ich gravitáciou vykatapultovaná mimo Slnečnej sústavy. Nepravidelné mesiace by teda mali byť tými telesami, ktoré planéta ani neprehltla, ani nevyhnala.

Podľa druhej teórie bola Slnečná sústava vystavené náletom komét a asteroidov 700 miliónov rokov po sformovaní sa planét. Silné gravitačné interakcie medzi Jupiterom a Saturnom vygenerovali oscilácie, ktoré šokovali celú sústavu. Miliardy asteroidov a komét bolo rozptýlených v čase, keď sa obrie planéty posúvali na svoje dnešné, relatívne stabilné dráhy. V tomto čase zanikla, alebo unikla väčšina telies, ktoré sa sformovali v Kuiperovom páse.

Až analýza získaných spektier rozhodne, ktorá z dvoch hypotéz platí. Ak majú nepravidelné mesiace rozličných planét rôzne zloženie, prvá hypotéza, podľa ktorej sa mesiace sformovali v blízkosti potenciálnej hostiteľskej planéty, by získala významnú podporu. Ak majú všetky mesiace podobné zloženie, potom by sa podľa druhej hypotézy sformovali spoločne a približne v rovnakom čase. Až potom by sa postupne rozptýlili.

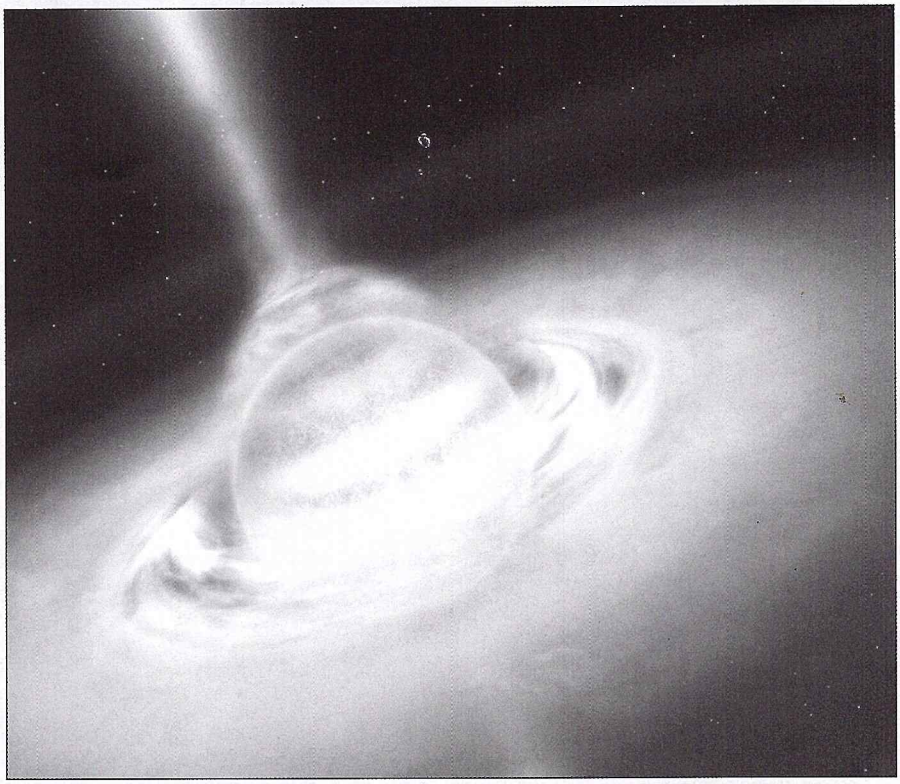
Ak sa nám ich minulosť podarí zrekonštruovať, vrátane najturbulentnejšieho obdobia, dozvieme sa o našej slnečnej sústave viac.

Dve veci sú isté.

Prvá: mesiace a mesiačiky museli padnúť do zajatia planét v mladej Slnečnej sústave, či už v priebehu formovania planét, alebo bezprostredne po ňom. Dnešná Slnečná sústava nemá mechanizmus, prostredníctvom ktorého by planéty dokázali mesiace zachytiť.

Druhá: podobnosť populácií nepravidelných mesiacov štyroch veľkých vonkajších planét je nepriamym dôkazom toho, že sa do rodiny dostali interakciou troch telies. Iba tento mechanizmus gravitačného zajatia funguje aj pri Neptúne a Uráne.

Scientific American



Hnedý trpaslík 2MASS1207-3932 s diskom a výtryskom je doteraz najmenej hmotným telesom, ktorý dokáže výtrysky generovať.

Výtrysky z hnedého trpaslíka!

Hnedý trpaslík 2MASS1207-3932 je čudesný objekt. Obieha okolo neho joviánska planéta s hmotnosťou 5 J. (Mimochodom, ide o prvú exoplanétu, ktorú sa podarilo objaviť priamo, vyfotografovať.) O niečo neskôr astronómovia zistili, že okolo tohto hnedého trpaslíka obieha, tak ako okolo mladých hviezd, disk! Ale to ešte nie je všetko: hnedý trpaslík generuje dokonca výtrysky. Aj tým pripomína mladé hviezdy. Objav potvrdil podozrenie, že výtrysky nie sú vo vesmíre nijakou raritou. Produkujú ich objekty s hmotnosťou stámiliónov slnečných hmotností i telesá, ktoré sa hmotnosťou neveľmi odlišujú od Jupitera.

Hnedí trpaslíci sú malé objekty, ktorých maximálna hmotnosť sa odhaduje na 8 % hmotnosti Slnka, sú však hmotnejšie a väčšie ako najväčšie obrie planéty. Ide vlastne o hviezdy s nedokončeným vývojom, ktoré si nedokázali z materského oblaku nabaliť dostatok hmoty, takže v ich jadrách nemôže prebiehať jadrová fúzia. (Z posledných výskumov vyplýva, že v najväčších hnedých trpaslíkoch s hraničnými hodnotami môžu reakcie v jadre občas vzplanúť a pohasnúť, v závislosti na premenlivých fyzikálnych parametroch. Napríklad po nabalení kritického množstva hmoty po prechode prachoplynovým oblakom.)

Zvláštny hnedý trpaslík má hmotnosť 24 J. Stal sa s odstupom najmenším objektom, ktorý generuje výtrysky. Podaktorí planetológovia sa po tomto objave nazdávajú, že v prvom štádiu evolúcie môžu produkovať výtrysky aj obrie planéty.

Vlastnosti hnedého trpaslíka umožnila spektro-astrometria, technika, pomocou ktorej sa získavajú spektrá s vysokým rozlíšením. Normálne mladé hviezdy T-Tauri produkujú dlhé a jasné výtrysky, ktoré možno pozorovať priamo. Výtrysky z hnedého trpaslíka majú dĺžku iba 0,1 oblúkovej sekundy. Zariadenie UVES na ďalekohľade VLT/ESO ich však dokáže rozlíšiť. UVES by rozlíšil aj päťkorunáčku zo vzdialenosti 10 kilometrov. Rozlišovacia schopnosť najmodernejších ďalekohľadov je vôbec obdivuhodná: Galileov ďalekohľad dokázal rozlíšiť veľké mesiace Jupitera. Dnešné ďalekohľady rozlíšia nielen teleso s parametrami Jupitera vo vzdialenosti 200 svetelných rokov, ale aj jeho výtrysky.

„Krátke výtrysky" z hnedého trpaslíka majú dĺžku 1 miliardy kilometrov a do priestoru prúdia rýchlosťou niekoľkých kilometrov za sekundu.

Výtrysky nie sú vo vesmíre nijakou zvláštnosťou. Tryskajú z aktívnych jadier galaxií i z mladých hviezd. Zatiaľ poznáme iba dvoch hnedých trpaslíkov s výtryskami. 2MASS1207-3932 je vôbec najmenším telesom, ktoré ich produkuje. Je súčasťou hviezdnej asociácie TW Hydrae, má teda asi 8 miliónov rokov. Napriek tomu, že je relatívne mladý, je jedným z najstarších galaktických objektov s výtryskami, čím dokazuje, že výtrysky, o ktorých sme si mysleli, že ich môžu generovať iba mladé objekty počas najaktívnejšej fázy evolúcie, môžu pretrvávať oveľa dlhšie. **Dublin Institute for Advanced Studies**

M. Jura se zabýval otázkou, zda lze budoucími astronomickými družicemi typu TPF nebo Darwin zaznamenat **extrasolární komety** u cizích hvězd. Jelikož např. Westova kometa rozptylovala více slunečního světla, než naše Země a prachový chvost komety Hale-Bopp byl zhruba stejně svítivý jako Země, není to tak fantastické, jak by se na první pohled zdálo. *V naší sluneční soustavě se totiž po 1% doby vyskytují komety stejně svítivé jako kometa Hale-Bopp a vzácněji i komety stokrát svítivější než Země.* Podobné komety u cizích hvězd by teď mohly být zobrazeny pomocí TPF. Mimochodem, kometa **C/1995 01 Hale-Bopp** je stále ještě v dosahu pozorování ze Země: 8. ledna 2005 ji zobrazil 6,5_m Clayův teleskop v Chile jako objekt 20 mag, jenž má dosud chvost o úhlové délce 10". O měsíc později se kometa zjasnila na 18,5 mag, ač v té době byla již plných 21 AU od Slunce!

1.2.3. Meteorické roje a bolidy

Z. Ceplecha a D. Revelle uveřejnili stěžejní práci, popisující **hypersonický průlet meteoroidů** zemskou atmosférou. Ukázali, jak se původní tělísko rozpadá na větší úlomky a shluky malých úlomků, jak meteoroid ztrácí při průletu hmotu a jak září. Výsledky řešení diferenciální rovnice pro jedno těleso kalibrovali pomocí dat pro bolidy Lost City, Innisfree a Benešov. Jde o jedinečné a komplexní řešení, protože *příslušné pásmo hypersonických rychlostí nelze testovat žádnými pozemskými experimenty.* J. Borovička aj. analyzovali soubor 97 **spekter meteorů** s pozorovanými jasnostmi od +3 do –1 mag, tj. pro meteoroidy s průměrem 1 – 10 mm. Ze vzhledu spekter lze rozlišit tři typy populací: I. železo-niklové meteoroidy s planetkovými (Apollo) drahami; II. dráhy s perihely pod 0,2 AU od Slunce; III. dráhy podobné dráze komety Halley. Speciálním případem jsou Geminidy, u nichž se projevuje kolísání v zastoupení sodíku. H. Hsieh a D. Jewitt hledali marně jakýkoliv náznak kometární aktivity u planetky **(3200) Phaeton**, jejíž dráha souhlasí s drahou Geminid, jak ukázal již v r. 1983 F. Whipple.

P. Wiegert aj. připomněli aktivitu meteorického roje **τ Herkulid** dne 9. června 1930, kdy jeho ZHR dosáhla 60. Těsně předtím byla objevena mateřská kometa tohoto nepravidelného roje 73P/Schwassmann-Wachmann 3, která se tehdy přiblížila k Zemi na 9 mil. km a byla na hranici viditelnosti očima. Kometa patří do Jupiterovy rodiny komet s oběžnou dobou 5,5 r. Znovu však byla nalezena až při návratu ke Slunci v r. 1979 a do třetice v r. 1990. Při dalším návratu v září 1995 se začala rozpadat. Herkulidy by se dle výpočtů mohly opět objevit v r. 2022 a 2049. J. Vaubaillon aj. prozkoumali okolnosti mimořádné aktivity nepravidelného meteorického roje **Bootid** dne 23. června 2004, který po dobu 7 h jevil ZHR až 30. Předtím se projevil v letech 1916. 1927 a 1998, kdy dosáhl ZHR až 100! Mateřskou kometou roje je periodická kometa P7/Pons-Winnecke s poloměrem jádra 2,6 km, která projde přísluním ve vzdálenosti 1,25 AU dne 27. září 2008. P. Wiegert a P. Brown uvedli, že známé lednové **Kvadrantidy** byly poprvé pozorovány teprve v r. 1835. Vyznačují se ostrým maximem a krátkým trváním pouhých 12 h. Z mateřského tělesa 2003 EH1 byly vyvrženy někdy kolem r. 1800. Postupně se však ukázalo, že jsou součástí velkého proudu meteoroidů, jehož zdrojem je nejméně pět různých komet a nejméně 10 planetek, křižujících zemskou dráhu. Minimální stáří proudu činí 3 500 roků. Jeho střední dráhové elementy jsou: $a = 3{,}34$; $e = 0{,}67$; $q = 0{,}98$; $i = 71°$; $v = 41$ km/s.

Jak shrnul J. Rao, je dubnový meteorický roj **Lyrid** s mateřskou kometou C/1861 G1 Thatcher vůbec nejstarším doloženým meteorickým rojem, byť obvykle nevyniká zvláštní aktivitou, když maximální zenitové frekvence (ZHR) dosahují stěží 20 met/h. Podle čínských kronik se totiž tento nenápadný roj projevil jako meteorický déšť už v letech 687 a 15 př. n.l. Další déšť Lyrid zaznamenaly korejské kroniky v r. 1136 n.l. Lyridy též překvapily obyvatele Richmondu, Va. v USA v r. 1803 dvouhodinovým „ohňostrojem" a znovu byly aktivní v letech 1922 a 1982 - tehdy činily ZHR až 90. Mateřská kometa roje vyniká mimořádně dlouhou oběžnou dobou 415 roků a velkým sklonem dráhy k ekliptice 79°. Zvýšená aktivita Lyrid však vůbec nesouvisí s průchodem komety přísluním jako u jiných „dešťových" rojů. P. Jenniskens ukázal již před několika lety, že jde o důsledek kolísání polohy barycentra sluneční soustavy, za něž jsou odpovědné téměř výhradně čtyři obří planety sluneční soustavy, především Jupiter a Saturn. Tím se totiž během doby poněkud posouvá i poloha Země vůči centrální linii roje Lyrid, a to pak vede ke zmíněným dešťům nezávisle na poloze komety Thatcher na její protáhlé dráze, když v přísluní se dostává do vzdálenosti jen 0,9 AU od Slunce, kdežto v odsluní na více než 110 AU.

P. Jenniskens a E. Lyytinen uvedli, že zdrojem meteorických dešťů **Andromedid** v letech 1872 a 1885 (ZHR až 10 000) byla kometa 3D/Biela, objevená v r. 1826 v Josefově a dále pozorovaná v r. 1832. Při dalších pozorovaných návratech v letech 1846 a 1852 se postupně rozpadala a zanikla. Podobně dopadla už zmiňovaná kometa D/1819 Blanpain, po níž zbyl úlomek v podobě 400 m planetky 2003 WY25 a nepravidelný meteorický roj **Phoenicid**. (J. Watanabe aj. předpověděli, že Phoenicidy se opět dostaví v prosinci 2014.) Třetím takovým případem je dodnes velmi bohatý a krátkotrvající roj **Kvadrantid** s mateřskou kometou C/1490 Y1 a pozůstalou planetkou 2003 EH1. Také silný červnový denní meteorický roj **Arietid** má dokonce celou mateřskou rodinu komet lízajících Slunce s oběžnými periodami 5,5 roku, jak ukázal B. Marsden. Když k tomu přidáme neméně bohaté **Geminidy** s mateřskou planetkou (3200) Phaeton, poprvé pozorované teprve v r. 1862, vyplývá odtud zřejmý závěr, že vydatné, avšak silně nehomogenní, *krátkoperiodické meteorické roje jsou důsledkem relativně nedávných rozpadů komet.*

J. Vaubaillon aj. vyvinuli nové metody pro určení pravděpodobných časů mimořádných **maxim meteorických rojů** i jejich ZHR díky shlukům částic, uvolněných během epizod zjasnění z mateřské komety. Metody vyzkoušeli na některých historických kometách s dobrým výsledkem a tak se pokusili předpovědět příští meteorický déšť **Leonid** na listopad 2034. K. Merz aj sledovali radarem TIRA čelní ozvěny Leonid při deštích v r. 1999 a 2001. Ukázali, že mezi teleskopickými meteory se zvýšení četnosti Leonid v poměru ke sporadickým meteorů projevilo jen nepatrně, čili že drobnější částice v roji prostě chybějí. To je příznivá zpráva pro okolozemní kosmonautiku, protože se tím zmenšuje nebezpečí srážky umělých objektů s meteoroidy tohoto roje.

D. Galligan a W. Baggaley uveřejnili výsledky zpracování drah 500 tis. radarových meteorů, získaných **radarem AMOR** na Novém Zélandě mezi květnem 1995 a říjnem 1999. Vysoká citlivost zařízení na meteorické mikročástice s rozměry nad 40 μm umožnila u sporadických meteorů odlišit tři složky pozadí: helion, antihelion a apex. Odečtením těchto vlivů pak mohli autoři zkoumat skutečné rozložení meteorů v okolí Země. J. Jones aj. podali první zprávu o výsledcích kanadského radarového systému pro pozorování meteorů **CMOR,** který pracuje od r. 2001 na třech stanicích v okolí města Tavistock v Ontariu na souměrné severní zeměpisné šířce k novozélandskému radaru AMOR. Kanadské radary vysílají signály na frekvenci 30 MHz. V nepřetrži-

tém provozu získávají asi 1500 drah radarových meteorů denně s přesností určení jejich směru na 6° a lineární rychlosti na 10%.

K. Hill aj. dokázali kombinací radarových pozorování meteorů s videozáznamy a s pozorovanými impakty mikrometeoroidů na pláště umělých družic Země, že k nám přilétají také **intestelární meteoroidy,** vyznačující se podstatně vyššími rychlostmi střetu než je hraničních 72 km/s pro objekty ze sluneční soustavy. *Tyto objekty dosahují rychlostí až 500 km/s a podle modelových výpočtů mají hmotnosti v rozmezí od 1 μg do 0,1 pg.* Meteoroidy o hmotnosti 1 ng a rychlosti 300 km/s dosahují maximální jasnosti +8,5 mag již ve výšce 190 km nad zemí.

1.3. Planetární soustava kdysi a dnes

B. McBreen aj. se domnívají, že příčinou vzniku **chondrulí** – zaoblených zrnek, která nalézáme v meteoritech, mohly být gigantické blesky ve sluneční pramlhovině, vyvolané blízkými zábleskovými zdroji záření gama (GRB). Energie těchto blesků totiž mohla být až bilionkrát vyšší než jsou současné blesky v zemském ovzduší. Elektrická bouře, vyvolaná blízkými GRB či magnetary, mohla trvat i týden a způsobila při tomto relativně krátkém trvání, že chondrule napříč celou sluneční soustavou mají týž rozměr řádu 1 mm.

Na povrchu mnoha malých těles sluneční soustavy (přirozených družic obřích planet, Kentaurech a TNO), vyznačujících se nápadně červeným odstínem, se podle starší domněnky C. Sagana nalézá **tholin,** což je směs metanu a dusíku v červeném dehtu. Tholin lze považovat za mimořádně vhodný prebiotický materiál a jeho hojnost je dobrým příslibem pro budoucí hledání stop života ve sluneční soustavě i mimo ni. M. Drake se zabýval otázkou, kde se vzala **voda** na terestrických planetách, najmě pak na Zemi. Tvrdí, že bombardování Země kometami a planetkami na to nemohlo stačit, a že vnitřní planety získaly vodu zcela jinou cestou. V rané fázi svého vývoje se totiž zárodečná prachová zrnka nacházela v řídkém plynném oblaku, jehož hlavní složky byly H_2, He, H_2O a CO_2. *Prachová zrnka v oblaku absorbovala molekulární vodík a vodu na svém povrchu a když se posléze sbalila do planet, stačilo to bohatě i na nejvodnatější pozemský oceán.* Podobně jsou vodnaté dokonce i planetky ve vnější části hlavního pásu mezi Marsem a Jupiterem. Merkur a a Měsíc však o „svou" vodu přišly při impaktech velkých planetek, které stačily tuto vodu odpařit. Venuše ztratila vodu fotodisociací molekul na hranici své atmosféry vinou silného ultrafialového záření Slunce.

R. Greenwood aj. ukázali, že rychlá akrece na menší tělesa sluneční soustavy v rané fázi jejího vývoje způsobovala částečné i úplné **roztavení** těchto těles energií četných nárazů. Zejména se tavila ta tělesa, která jsou diferencovaná na jádro a plášť, což se týká i terestrických planet, které byly nataveny během 15 – 33 mil. let po svém vzniku. G. Wurm aj. uskutečnili pozoruhodný pokus při němž vrhali milimetrová prachová zrnka SiO_2 proti pevnému centimetrovému terči. Při rychlostech nárazu pod 13 m/s se zrnka buď odrazila, anebo částečně rozdrtila. *Při vyšších rychlostech se však až polovina hmotnosti zrnka přilepila k terči,* což je přesvědčivý důkaz, že **planetesimály** mohou při vzájemných srážkách růst.

I. Song aj. si všimli okolnosti, že kolem některých hvězd hlavní posloupnosti se kromě studeného prachu v podobě „Kuiperových pásů" vyskytuje také **teplý prach** o teplotách nad 120 K. Poprvé byla jeho existence prokázána ve středním infračerveném pásmu při měřeních družice IRAS, ale nyní se zjistilo díky infračervenému pozorování Keckova teleskopu, že se vyskytuje i v okolí hvězdy slunečního typu BD+20 30, vzdálené od nás 90 pc. Oblak prachu o teplotě 650 K obklopuje hvězdu ve vzdálenosti 0,25 AU. Autoři se domnívají, že *teplý prach vzniká při častých srážkách planetesimál,* což se mohlo dít i na počátku vývoje naší planetární soustavy – dnešním pozůstatkem je pak známé **zodiakální světlo.**

Kosmická sonda Voyager 1 překonala definitivně po 27 letech letu v květnu 2005 rozhraní **terminální rázové vlny** ve vzdálenosti 94 AU od Slunce, takže předešlé zprávy o překročení této hranice již v r. 2002 byly mylné. Projevilo se to skokovou změnou rychlosti slunečního větru z nadzvukové na podzvukovou a také skokem v indukci meziplanetárního magnetického pole. Sonda se nyní pohybuje v heliomagnetické pochvě a během příští dekády zřejmě dospěje k heliopauze, kde je sluneční vítr zabrzděn interakce s mezihvězdným plazmatem.

E. Pitěvová uveřejnila velmi **přesné efemeridy** poloh planet a Měsíce a hodnoty příslušných astronomických konstant na základě 317 tis. měření jejich poloh opticky i radarem v letech 1913 – 2003. Do výpočtů zahrnula korekce obecné teorie relativity i gravitační poruchy 300 nejhmotnějších planetek. Počítala přitom se zploštěním Slunce 2.10^{-7} a s délkou astronomické jednotky (AU) 149 597 870,696 0 km. Celkový **počet přirozených družic** (měsíců) obřích planet dosáhl v r. 2005 úctyhodných 152 položek (Jupiter 63, Saturn 50, Uran 26 a Neptun 13).

V. Bhalerao a M. Vahia odhadli úhrnnou **hmotnost Oortova oblaku** komet na 0,12 – 0,95 M_j. Současně vyloučili existenci hvězdného souputníka Slunce, který má způsobovat údajné globální vymírání života na Zemi v periodě 27 mil. roků, obvykle označovaného jako **Nemesis.** Jako horní mez hmotnosti případného dosud neobjeveného tělesa v Oortově oblaku uvedli 44 M_j, což odpovídá nanejvýš hnědému trpaslíku. Podobně N. Zakamská a S. Tremaine odvodili horní mez urychlení barycentra sluneční soustavy vůči soustavě milisekundových pulsarů a pulsujících bílých trpaslíků. Odtud vychází, že *do vzdálenosti 200 AU od Slunce se nenachází žádné neodhalené těleso s hmotností větší než 1 M_j a do 400 AU větší než 4 M_j.*

Koncem září 2005 ztroskotal první pokus Mezinárodní astronomické unie (IAU) o oficiální **definici planet**y sluneční soustavy. Příslušná pracovní komise, ustavená IAU, oznámila ústy svého předsedy I. Williamse, že se nedohodla na všeobecně přijatelné definici. Jak známo, už delší dobu panují mezi mnoha odborníky pochybnosti, zda je správné řadit Pluto mezi planety. Celou situaci ještě více zkomplikoval objev TNO 2003 UB313, o němž se v r. 2005 podařilo ukázat, že je o něco větší než Pluto, neboť je tím pravděpodobnější, že během času bude v pásmu TNO objeveno mnohem více srovnatelně velkých objektů.

1.4. Slunce

Teprve v r. 2005 se objasnil rozpor mezi helioseismologickým určením hloubky **konvektivní zóny** ve Slunci a výpočtem na základě dosavadních hodnot zastoupení prvků C, N, O ve slunečním nitru. Jak uvedli J. Drake a P. Testa, díky družici Chandra se po-

dařilo změřit relativní zastoupení neonu vůči kyslíku z rentgenových spekter 21 hvězd, vzdálených méně než 100 pc od nás. Odtud vyplynulo, že ve Slunci bych chybně určeno množství neonu a to pak nepříznivě ovlivnilo i zastoupení skupiny CNO ve slunečním nitru, které bylo o celou třetinu přeceněno. Jakmile se pro výpočet hloubky sluneční konvektivní zóny použije „hvězdných" poměrů zmíněných prvků, dostaneme tutéž hodnotu jako z helioseismologie.

Navzdory úžasnému pokroku v rozlišovací schopnosti při pozorování Slunce umělými družicemi Země i pozemními dalekohledy s adaptivní optikou není stále zodpovězena otázka, odkud se bere přinejmenším dvěstěkrát vyšší **teplota sluneční koróny** oproti fotosféře. Jak uvedl R. Walsh, z kombinace pozorování družicemi SOHO a TRACE sice vyplývá, že klíčovou úlohu při ohřevu mají sluneční magnetická pole; rozličné navržené modely přenosu energie do koróny však stále spíše selhávají, anebo nemohou být dostatečně účinné. D. Tsiklauri se domnívá, že Slunce funguje jako magnetohydrodynamický generátor energie a vypočítává pět základních možných mechanismů: *1) Silný stejnosměrný elektrický proud a magnetická rekonexe v koróně; 2) Ohřev koróny střídavým elektrickým proudem; 3) Ohřev zvukovými vlnami z chromosféry; 4) Magnetická rekonexe v chromosféře; 5) Výběrová filtrace vysokých rychlostí.*

A. Fossumová a M. Carlosson sice díky družici TRACE našli očekávané vysokofrekvenční **zvukové vlny** o frekvencích 10 – 50 mHz, ale ty přenášejí zcela nedostatečné množství očekávané energie ze spodní chromosféry. Zdá se, že střední a horní chromosféru ohřívají magnetická pole, ale i tam jsou problémy, jak ukázali H. Isobe aj. při sledování ohřevu a urychlování ve filamentech a jejich okolí. Obrazně řečeno je potřebí vysvětlit, jak může být těžká hustá kapalina urychlována a silně ohřívána lehkou řídkou tekutinou.

Docela překvapivě se při **zobrazování sluneční koróny** během úplných zatmění Slunce prosazuje outsider – brněnský matematik M. Druckmüller, který se už řadu let soustavně věnuje systematickému digitálnímu snímání změn v koróně během všech dostupných úplných zatmění. Snímky pak skládá a zpracovává moderními matematickými metodami zpracování obrazů a jejich kvalita dává nové možnosti studia koróny a její časové proměnnosti, jak o tom v srpnovém úvodníku z r. 2005 napsal šéfredaktor časopisu Sky and Telescope R. Fienberg.

Koncem ledna 2005 vzplanula ve skupině slunečních skvrn NOAA 720 na severozápadním okraji Slunce jedna z největších **slunečních erupcí** v historii, srovnatelná jedině z úkazy z r. 1956 a 1989. Zemi totiž již po 15 minutách od rentgenového signálu z erupce zasáhly protony a neutrony o energiích řádu 1 GeV, které putovaly přímo z nitra erupce, nikoliv z rázové vlny v koróně. Erupce se přitom odehrála hluboko v sestupné fázi cyklu sluneční činnosti a představuje tak velké varování pro všechny pilotované kosmické lety za hranice radiačních pásů Země, protože v takových případech by astronautům hrozila nemoc z ozáření. I. Veselovskij aj. komplexně analyzovali pozorování Slunce v období **výjimečné aktivity** na přelomu října a listopadu 2003, kdy koronální ejekce hmoty odnášely rekordní energie podobně jako propukající série slunečních erupcí. Autoři odtud vyvozují, že zdroj anomální aktivity ležel dokonce pod fotosférou a příval energie pak jako velká voda bral po cestě ven všechno, co mu stálo v cestě.

V učebnicích se většinou traduje, že objevitelem **slunečních skvrn** byl Galileo Galilei v r. 1610, a že dokonce vznikl spor o prioritu tohoto objevu s dalšími pozorovateli z téže doby, tj. J.a D. Fabriciusovými a C. Scheinerem. Ve skutečnosti již r. 1607 pozoroval sluneční skvrnu v Praze J. Kepler škvírou mezi střešními taškami, která posloužila jako camera obscura; domníval se však chybně, že vidí přechod Merkuru přes Slunce. Jak však uvádí A. Van Helden, celá řada anonymních pozorovatelů v Evropě viděla sluneční skvrny očima už mnohem dříve (i několik dnů po sobě, jako např. v r. 807 n.l.), ale většinou je rovněž považovali za přechody Merkuru. *Pouze Marco Polo během své expedice v Číně pozoroval vědomě sluneční skvrny během písečných bouří a svá pozorování publikoval v r. 1319.* Nejstarší čínské záznamy o skvrnách na Slunci ovšem pocházejí již z r. 28 př. n.l.

C. de Jager uveřejnil významnou práci o vztahu **sluneční činnosti a pozemského klimatu** s ohledem na okolnost, že ve druhé polovině XX. stol. bylo Slunce nejaktivnější za posledních 1150 roků. Především tvrdí, že občas nadhazovaný vztah mezi klimatem a polohou barycentra sluneční soustavy vůči středu Slunce nemůže existovat, protože *rychlost pohybu Slunce vůči barycentru je o tři řády menší než relativní rychlosti pohybů hmot uvnitř i na povrchu Slunce.* Jinými slovy, pokud má Slunce vliv na klima, tak je příčinou změn Slunce samo. Jelikož celkový zářivý výkon Slunce je mimořádně stálý s výkyvy na úrovni zlomků promile, lze hledat kauzální souvislosti spíše s extrémně energetickými projevy sluneční činnosti, tj. koronálními ejekcemi hmoty nebo změnami rychlosti a hustoty slunečního větru a změnami v toku slunečního kosmického záření. E. Pallé aj. sice tvrdí, že zvýšení toku kosmického záření zvyšuje celkovou oblačnost na Zemi, což by mělo zajisté i vliv na klima už proto, že v podstatě světlá oblaka zvyšují albedo Země. Jenže ve druhé polovině XX. stol. celkové albedo Země klesalo, a začalo stoupat až po r. 2000, takže to vůbec nehraje dohromady. Zdá se, že dostatečně přesné údaje o sluneční činnosti, oblačnosti a albedu Země i intenzitě kosmického záření pocházejí zatím z příliš krátkého období, než abychom je mohli navázat na mnohem delší dosti věrohodné údaje o kolísání zemského klimatu.

2. Hvězdný vesmír

2.1. Extrasolární planety

R. Neuhäuser aj. pořídili pomocí dalekohledů VLT a Subaru první optický snímek exoplanety (sp. L4) u proměnné (typ T Tau) hvězdy **GQ Lup** (sp. M9; stáří 2 mil. let; vzdálenost 140 pc) v úhlové vzdálenosti 0,7" od mateřské hvězdy. Exoplaneta o hmotnosti nad 1 M_j a poloměru 2 R_j vykazuje společný vlastní pohyb s mateřskou hvězdou. G. Chauvin aj. potvrdili přímé zobrazení exoplanety u hnědého trpaslíka **2M J1207-39** (Cen), jež se poprvé zdařilo pomocí VLT ESO v dubnu 2004. Využili k tomu snímků VLT z období od srpna 2004 do března 2005 i kamery NICMOS HST a zjistili, že hnědý trpaslík o hmotnosti 25 M_j má ve vzdálenosti 0,8" (55 AU) průvodce s hmotností 5 M_j. Obě tělesa jsou členy hvězdné asociace TW Hya, staré jen 8 mil. roků a vzdálené od nás 70 pc, takže vykazují týž vlastní pohyb. Na počátku r. 2005 odhalil spektrograf NACO VLT v jejich atmosféře vodní páru. Tyto údaje však poopravil koncem r. 2005 E. Mamajek, když nově odvodil vzdálenost asociace od nás na pouhých

53 pc. Pak se sníží hmotnosti zmíněných substelárních objektů na 21, resp. 3,5 M_j a jejich stáří se zvedá na minimálně 10 mil. r.

Podle K. Stapelfeldta bylo na počátku r. 2005 známo již více než **150 exoplanet**, které se dají nejsnáze odlišit od mateřských hvězd v infračerveném pásmu pomocí SST – exoplanety totiž v tomto pásmu září jen 400krát méně než mateřské hvězdy. Exoplanety objevené pomocí transitů (periodických poklesů jasnosti o cca 0,02 mag) se vesměs nacházejí velmi blízko mateřské hvězdy, takže jejich denní polokoule jsou ohřáté na více než 1 kK. Podle B. Gaudiho aj. zhruba každá tisící hvězda má jako průvodce **„horkého jupitera"**. J. Winn a M. Holman spočítali, *že rotační periody horkých jupiterů se díky slapům synchronizují s jejich oběžnou dobou řádově během milionů let a dráhové výstřednosti klesnou na nulu během stovek milionů roků.* S. Raymond aj. rozlišují horké jupitery (ve vzdálenosti pod 0,15 AU od mateřské hvězdy) od teplých jupiterů (vzdálenosti 0,15 – 0,5 AU). Tvrdí však, že ani jedna třída jupiterů nebrání vzniku terestrických exoplanet v ekosféře mateřské hvězdy, tj. ve vzdálenostech kolem 1 AU od hvězdy. U horkých jupiterů se však může stát, že obvyklý pás planetek nebude vně, ale uvnitř dráhy terestrické exoplanety. Teprve **vlažní jupiteři** ve vzdálenosti nad 0,5 AU od hvězdy by zabránily vzniku či setrvání terestrické exoplanety v ekosféře hvězdy.

D. Deming aj. a D. Charbonneau aj. dokázali pomocí SST izolovat ve středním infračerveném pásmu záření atmosfér pomocí zákrytů dvou proslulých exoplanet **TrES-1** (31. 10. 2004; 1,04 R_j; 1 130 K) a **HD 209458b = Osiris** (7. 12. 2004; 1,4 R_j; 1 060 K; albedo 31%) o shodných hmotnostech 0,7 M_j. Další údaje o exoplanetě Osiris získali na základě studia spekter i světelných křivek N. Iro aj. a R. Wittenmeyer aj. Variace teploty v atmosféře exoplanety dosahují plných 600 K, takže na „noční" straně exoplanety se tvoří molekuly Na^2S. Exoplaneta obíhá mateřskou hvězdu po kruhové dráze o poloměru 6,7 mil. km v periodě 3,525 d (s chybou jen 0,02 s!). Při hmotnosti 0,7 M_j má však poloměr o 20% vyšší než vyplývá z modelů, což se nedá vysvětlit ohřevem atmosféry mateřskou hvězdou. Hvězda sp. třídy G0 IV o hmotnosti 1,1 M_0 a poloměru 1,2 R_0 je stará něco přes 5 mld. roků. Předešlé údaje nezávisle potvrdili též N. Narita aj., kteří spočítali i průměrnou hustotu exoplanety na 40% hustoty vody.

V listopadu 2004 byla na observatoři La Palma na Kanárských ostrovech uvedena dle D. Pollaca aj. do provozu soustava pěti kamer **SuperWASP** pro hledání exoplanet fotometrickou metodu záznamů transitů exoplanet přes mateřské hvězdy. Soustava zaznamenává 30 GB údajů každou jasnou noc. F. Bouchy aj. vybrali 18 z 54 případů pravděpodobných transitů exoplanet pozorovaných v galaktické výduti aparaturou pro hledání gravitačních mikročoček **OGLE III** během r. 2002 a pokusili se u nich ověřit, zda mateřské hvězdy jeví odpovídající periodické kolísání radiálních rychlostí. Existenci exoplanet tak potvrdili ve dvou případech; v dalších čtyřech šlo o tečné zákryty těsných dvojhvězd, popř. dokonce o trojhvězdy. Ostatní případy daly nejasné výsledky. Jak uvádí F. Pont aj., až do r. 2003 byla známa jen jediná exoplaneta s transity, tj. Osiris. Oběžné periody dalších transitujících exoplanet jsou vesměs krátké (1,2 – 4,0 d); hmotnosti spíše nižší (0,5 – 1,45 M_J) a poloměry průměrné (1,0 – 1,4 M_j).

D. Fischerová aj. využívají obřích dalekohledů Keck, Magellan a Subaru k hledání **obřích exoplanet** v těsné blízkosti 14 tis. vysoce metalických hvězd ve vzdálenostech do 110 pc od Země. V této síti zatím uvízl první úlovek u hvězdy **HD 88133** (sp. $G5_{IV}$). Exoplaneta o hmotnosti Saturnu obíhá kolem mateřské hvězdy v periodě pouhých 3,4 d, takže je rozpálená do běla. M. Konacki aj. využili spektrografu HIRES u dalekohledu Keck I ke sledování exoplanety **OGLE-TR-10** s oběžnou periodou 3,1 d. Určili tak její hmotnost na 0,6 M_j a poloměr 1,2 R_j. Exoplaneta obíhá kolem mateřské hvězdy o hmotnosti 1,0 M_0 ve vzdálenosti 6 mil. km a její střední hustota dosahuje jen 40% hustoty vody za normálních podmínek. Na jaře 2005 bylo známo již 7 exoplanet, objevených pomocí transitů; z toho 5 objevů „dodala" aparatura OGLE pro hledání gravitačních mikročoček. D. Weldrake aj. hledali metodou transitů „horké jupitery" s oběžnými periodami 1 – 16 dnů v kulové hvězdokupě **47 Tucanae**. Měřili změny jasnosti téměř 22 tis. hvězd hlavní posloupnosti, ale nenašli ani jediný případ, ačkoliv očekávali alespoň 7 identifikací. Zato tam však našli stovku klasických proměnných hvězd.

G. Marcy aj. našli pomocí přesného spektrografu u Keckova teleskopu za poslední 4 roky pět nových exoplanet u podobrů a hvězd hlavní posloupnosti spektrálních tříd F,G,K. Exoplanety se pohybují po drahách s výstřednostmi 0,0 – 0,8 ve vzdálenostech 0,1 – 3,8 AU od mateřské hvězdy. Exoplaneta u hvězdy **HD 99492** má hmotnost jen 36 M_Z. G. Laughlin aj. a E. Rivera aj. sledovali týmž přístrojem v letech 2001 – 04 pozoruhodnou soustavu u trpasličí hvězdy **GJ 876** (Aqr; sp. M4 V; vzdálenost 5 pc; 0,3 M_0; 0,3 R_0; 0,01 Lo; rotační per. 97 d!). K již dříve (1998) objevené první exoplanetě o hmotnosti 2 M_j a oběžné době 61 d (a = 0,20 AU; e = 0,02) přibyla totiž v r. 2001 druhá o poloviční periodě (a = 0,13 AU; e = 0,22) a hmotnosti 0,6 M_j. Obě exoplanety tedy obíhají v resonanci 2:1, což při rekordně nízké hmotnosti hvězdy skýtá možnost studovat dlouhodobou dynamickou stabilitu soustavy. Nejnověji zde G. Marcy aj. objevili kamennou exoplanetu o hmotnosti jen 7,5 M_Z, která se nachází těsně u mateřské hvězdy ve vzdálenosti 3 mil. km, kterou oběhne za necelé 2 dny! Teplota na jejím povrchu kolísá v rozmezí 160 – 380 °C.

S. Bouchy aj. využili přesného spektrografu ELODIE na observatoři Haute Provence ve Francii k objevu exoplanety u trpasličí hvězdy **HD 189733** (V = 7,7 mag; sp. K1.5; 5 050 K; 0,8 M_0; 0,8 R_0). Exoplaneta o hmotnosti 1,15 M_j a poloměru 1,3 R_j s průměrnou hustotou 75% hustoty vody obíhá v periodě 2,2 d ve vzdálenosti 0,03 AU od hvězdy. Jelikož její oběžná dráha má sklon 85°, dochází k jejím přechodům přes kotouček hvězdy, což způsobí pokles jasnosti trpaslíka o plná 3%. Tak se podařilo nezávisle ověřit parametry exoplanety odvozené z metody radiálních rychlostí. F. Galland aj. využili téhož spektrografu o objevu exoplanety u hvězdy **HD 33564** (sp F6 V; 6 250 K; 1,25 M_0; 21 pc; stáří 3 mld. r. Exoplaneta má oběžnou dobu 388 a minimální hmotnost 9 M_j.

Keckův teleskop s adaptivní optikou posloužil M. Konackimu aj. k naprosto neočekávanému objevu obří exoplanety v podivuhodné trojité hvězdné soustavě **HD 188753** (V = 7,4 mag; vzdálenost 46 pc od nás), skládající se z primární složky o hmotnosti 1,1 M_0 a sekundární dvojhvězdy o hmotnostech 1,0 a 0,7 M_0, vzdálené 12 AU (úhlově 0,3") od primáru. Složky sekundární dvojhvězdy navzájem vzdálené 0,7 AU kolem sebe obíhají po lehce protáhlé dráze v periodě 156 d. Kolem nich pak obíhá primární složka v periodě 25,7 roku po silně protáhlé dráze s výstředností 0,5. U primáru se nalézá obří exoplaneta o hmotnosti 1,1 M_j na kruhové dráze ve vzdálenosti 7 mil. km s oběžnou periodou 3,4 d. Podle A. Hatzese a G. Wuchterleho vylučuje silné gravitační rušení sekundární dvojhvězdy mlčky předpokládanou migraci této exoplanety z místa vzniku do blízkosti primární složky. To má závažné důsledky pro pochopení procesu vzniku obřích exoplanet v malých vzdálenostech od mateřských hvězd: *nyní není vůbec jasné, kde se vezme tolik materiálu pro exoplanetu v horkém okolí mateřské hvězdy, pokud je připutování exoplanety z větší vzdálenosti vyloučeno.*

S. Portegies Zwart a S. McMillan se proto domnívají, že exoplaneta u primáru vznikla dříve, než se vytvořila zmíněná trojhvězda, tj. nejspíš uvnitř nějaké otevřené hvězdokupy. Autoři odhadují, že do vzdálenosti 500 pc od Slunce se nachází přinejmenším 1 200 takto vzniklých trojic. U osamělých hvězd by totiž měli vznikat jupiteři až za tzv. sněhovou čarou mateřské hvězdy, vně jejího akrečního disku. V takových případech pak může raný jupiter migrovat v rané fázi vývoje hvězdy směrem ke hvězdě. Nepřímo to souvisí se zjištěním E. Masciadra aj., kteří využili adaptivní optiku a kameru CONICA VLT ESO k vyhledávání obřích exoplanet v okolí blízkých mladých hvězd. Mezi 28 zkoumanými hvězdami nenašli ani jednu, která by „vlastnila" obří exoplanetu blíže než 8,5 AU.

A. Correia aj. pokračovali ve vyhledávání exoplanet na jižní polokouli pomocí spektrografu CORALIE na La Silla v Chile. Objevili tak u hvězdy **HD 202206** (sp. G6 V; 45 pc; 1,15 M_o; 1,07 Lo; teplota 5 765 K; stáří 5,6 mld. r.) dvojici exoplanet s hmotnostmi 17 a 2,4 M_j, které obíhají po drahách s výstřednostmi 0,4 a 0,3 ve středních vzdálenostech 0,8 a 2,6 AU od hvězdy. Vnitřní exoplaneta je tedy spíše již hnědým trpaslíkem, ale podstatné je, že oběžné doby obou exoplanet (256 a 1 383 d) jsou v resonanci 1:5, takže obě dráhy jsou dlouhodobě stabilní.

V r. 2003 byl uveden do chodu přesný spektrograf HARPS u 3,6 m reflektoru ESO na La Silla. Jak ukázali F. Pepe aj., spektrograf měří radiální rychlosti se střední chybou jen 0,9 m/s, a tak se výborně hodí na hledání exoplanet s malými hmotnostmi od 10 M_z. Za pouhého 1,5 roku se tak podařilo nalézt již 8 exoplanet s hmotnostmi nižšími než 100 M_z. Mezi nimi je dle X. Bonfilse aj. také exoplaneta **G 581** o hmotnosti 17 M_z, obíhající v periodě 5,4 d kolem stejnojmenné trpasličí hvězdy hlavní posloupnosti (sp. M3; 0,3 M_o). Podle C. Lovise aj. se takto objevené exoplanety nacházejí blíže než 0,5 AU od mateřských hvězd hlavní posloupnosti sp. tříd G a K, které jsou nápadné svou vysokou metalicitou.

Jak ukázali A. Udalski aj. na příkladu objevu exoplanety při sledování gravitační mikročočky **OGLE-2005-BLG-071**, nabízí se tím velmi přesná metoda objevování exoplanet velmi vzdálených jak od nás tak od mateřské hvězdy. V tomto případě je totiž parametrem rozhodujícím o detekci pouze hmotnost exoplanety. Protože velikost signálu klesá jen s odmocninou hmotnosti exoplanety, dovolují už dnešní prostředky odhalovat i exoplanety o hmotnosti Marsu. Ve zmíněném konkrétním případě měla mateřská hvězda (samotná gravitační čočka ve výduti Galaxie), vzdálená od nás více zhruba 3 kpc, hmotnost pod 0,5 M_o a exoplaneta hmotnost v intervalu 0,05 – 4 M_j. Jelikož projekt OGLE ročně zaznamenává asi 600 mikročoček, je slušná naděje na další objevy exoplanet. Vyžaduje to ovšem rychlou koordinaci pozorování v průběhu celého úkazu, protože zjasnění vyvolané případnou exoplanetou trvá jen několik hodin. Metoda ovšem neumožňuje určit celou dráhu exoplanety kolem mateřské hvězdy; pouze okamžitou lineární vzdálenost exoplanety od hvězdy.

Speciálním případem je i nadále vůbec první objevená (r. 1992) soustava exoplanet u milisekundového (perioda 6 ms) pulsaru **B1257+12** (Vir; vzdálenost 500 pc) díky mimořádně přesným měřením kolísání jeho pozorované impulsní periody. Jak uvedli A. Wolszczan a M. Konacki, 15 let soustavného sledování pulsaru ukázalo na existenci celkem čtyř exoplanet, z nichž ta nejbližší k mateřské hvězdě (kruhová dráha ve vzdálenosti 0,2 AU od hvězdy) má hmotnost našeho Měsíce, zatímco ta další (0,4 AU) je nejhmotnější – 4,3 M_z. Naposled zde nepřímo odhalili těleso o hmotnosti nanejvýš pětiny hmotnosti Pluta (4% hmotnosti našeho Měsíce), které lze nejspíš klasifikovat jako obří (<1 tis. km) jádro komety ve vzdálenosti 2,7 AU od pulsaru. V budoucnosti se snad podaří využít pro detekci exoplanet i přímé **astrometrie**, tj. měření úhlových výchylek hvězd následkem gravitačních poruch od dostatečně hmotné a blízké exoplanety. Zatím se to podařilo G. Benedictovi aj. díky vynikající astrometrii hledáčku FGS HST pro objekt GJ 876, když tak dokázali potvrdit parametry exoplanety, odvozené přesnějšími metodami.

A. Sozzetti shrnul hlavní výsledky **první dekády zkoumání exoplanet** konstatováním, že v této chvíli vysoko vede pozorování nad teorií, která zdaleka nebyla schopna předvídat pestrost vlastností objevovaných exoplanet. Především kvůli výběrovým efektům se dosud daří objevovat exoplanety s hmotnostmi 1 – 10 M_j u silně metalických hvězd pozdní sp. třídy F, dále pak G a rané K ve vzdálenostech do 50 pc od nás a do 3 AU od mateřské hvězdy. Ve vzdálenostech do 4 AU se nacházejí exoplanety s hmotnostmi 0,5 – 10 M_j, ale tato statistika již zdaleka není úplná, podobně jako pro vzdálenosti menší než 0,5 AU. *Hnědých trpaslíků s hmotnostmi 13 – 80 M_j je relativně málo.* Neobjevených exoplanet v pásmu 0,5 – 3 AU je přinejmenším o řád více. Tyto exoplanety vznikají z plynných disků, obklopujících mateřské proměnné hvězdy typu T Tau, přičemž kolem asi 10% hvězd obíhá více exoplanet a medián výstředností jejich drah je 0,3. 12% hvězd s exoplanetami patří do vícenásobných hvězdných soustav.

2.2. Hnědí trpaslíci

Podle současné konvence se za hnědé trpaslíky považují všechny exoplanety s hmotností větší než 13 M_j. Jejich úhrnný počet v Galaxii se odhaduje na 30 miliard. K. Stassun aj. odhalili prvního **binárního hnědého trpaslíka** ve velké mlhovině v Orionu. To umožnilo určit z Keplerova zákona hmotnosti složek, které velmi dobře souhlasí s modelovou předpovědí pro mladé hnědé trpaslíky. K. Luhman aj. nalezli pomocí infračervené (0,8 – 8,0 μm) kamery IRAC SST v hvězdné asociaci Cham 1 dosud nejlehčího a nejchladnějšího hnědého trpaslíka **OTS 44** sp. třídy M9.5 a hmotnosti 15 M_j. Podobně jako mnozí další hnědí trpaslíci je obklopen akrečním diskem. M. Sterzik aj. získali díky VLT ESO kvalitní údaje o nejbližším binárním hnědém trpaslíkovi **Indi B** (vzdálenost 3,6 pc; úhlová vzdálenost složek 0,7"; sp. T1 a T6; efektivní teploty 1 100 a 800 K). V atmosférách obou složek objevili plynný čpavek. Dalšího binárního hnědého trpaslíka **DENIS-P J1441-0945** (Lib) nalezli A. Seifahrt aj. u hvězdy G124-62 (sp. dM4.5e; 34 pc; stáří 500 – 800 mil. r). Oba hnědí trpaslíci mají touž hmotnost 0,07 Mo a sdílejí s mateřskou hvězdou shodný vlastní pohyb po obloze.

M. Liu a S. Leggett zjistili pomocí laserové adaptivní optiky u Keckova teleskopu, že osamělý hnědý trpaslík **Kelu-1** je ve skutečnosti dvojitý při úhlové vzdálenosti složek jen 0,3", tj. 5,4 AU. Složky mají spektra L2 a L4; hmotnosti 0,060 a 0,055 M_o a jejich stáří je přibližně 0,5 mld. roků. Ještě těsnější pár hnědých trpaslíků **SDSS J0423-0414** (Eri; 15 pc; stáří 1 – 5 mld. roků) objevili A. Burgasser aj. Obě složky jsou totiž od sebe úhlově vzdáleny jen 0,16" a jejich spektra klasifikovali jako L6 a T2 (teploty kolem 13,5 kK). Hmotnost celé soustavy je nižší než 0,14 M_o a při přibližně stejné hmotnosti složek to znamená, že jde opravdu o dva hnědé trpaslíky, kteří obíhají kolem společného těžiště v periodě o něco kratší než 20 let. Ve zmíněné přehlídce bylo mezitím objeveno téměř 30 podobných párů.

J. Setoawan aj. objevili po pěti letech sledování dalekohledy ESO na La Silla, že hvězda **HD 11977** (sp. G5 III; 1,9 M_0) má ve vzdálenosti 1,9 AU substelárního průvodce s oběžnou periodou 711 dnů a výstředností dráhy 0,4. Hmotnost průvodce odhadli v rozmezí 6,5 – 65 M_j. Jde o první takový případ pro hvězdu středně velké hmotnosti. Také A. Hatzes našel průvodce o hmotnosti 8 – 20 M_j, jenž obíhá v periodě 472 d kolem obří hvězdy **HD 13189** (sp K2 II), která dle jeho názoru měla počáteční hmotnost 2 – 7 M_0. To je zatím vůbec nejvyšší hmotnost mateřské hvězdy, kolem níž obíhá substelární objekt.

2.3. Vznik hvězd a prahvězdy

P. Kroupa uvádí, že horní mez pro hmotnosti hnědých trpaslíků – čili **spodní mez pro hmotnosti hvězd** – leží poblíž hodnoty 0,72 M_0. Četnost hvězd s rostoucí počáteční hmotností velmi rychle klesá, jednak kvůli tzv. funkci hmoty, ale také z toho důvodu, že evoluce hmotných hvězd probíhá nesrovnatelně rychleji. Prakticky to znamená, že *trpasličích hvězd je ve vesmíru asi o tři řády více než hvězd s hmotností 20 M_0*. Ještě hmotnější hvězdy ukončí svůj život nejpozději za několik málo milionů roků a tak je dost těžké objevit opravdu obézní hvězdy s hmotností řádu 100 M_0. Autor se však domnívá, že výjimečně se mohou vyskytnout i hvězdy s počáteční hmotnosti vyšší než 150 M_0, ačkoliv ověřené pozorované hodnoty sahají jen k 80 M_0. Pouze D. Figer uvádí na základě pozorování HST, že v kompaktní (průměr 1 pc) **hvězdokupě Oblouky** (Arches) v centru Galaxie (asi 30 pc od černé veledíry) se nachází přinejmenším 150 hvězd s hmotnostmi 20 – 130 M_0, ale ani jedna nad tuto horní mez.

B. Whitneyová uvažuje o dvou hlavních scénářích, jak by mohly takto hmotné hvězdy vznikat. Buď se gravitačně hroutí dostatečně husté a rozsáhlé mračno mezihvězdného prachu a plynu, anebo se v husté tlačenici srazí postupně mnoho menších hvězd. Nicméně **vznik hvězd s hmotností nad 10 M_0** se téměř nedá vysvětlit. V rádiovém a submilimetrovém oboru známe totiž jen chladné mračno **Cep A** o průměru 660 AU s hmotností pouze 15 M_0 a velmi jasný Becklinův-Neugebauerův infračervený objekt v mlhovině v Orionu o hmotnosti jen 7 M_0. Podle N. Patela aj. je zdroj **Cep A** již ve stádiu gravitační kontrakce na plochý akreční disk, což dosvědčují bipolární usměrněné radiové *výtrysky chladného prachu a molekulového plynu ve směru kolmém na hlavní rovinu akrečního disku prahvězdy odnášející přebytečný moment hybnosti.* Autoři odhadují, že z této prahvězdy vznikne nakonec hvězda hlavní posloupnosti spektrální třídy B o hmotnosti až 8 M_0. Z. Jiang aj. tvrdí, že **Becklinův-Neugebauerův objekt** v obřím molekulovém mračnu OMC-1 (vzdálenost 500 pc) o infračervené svítivosti 2,5 tis. L_0 je dosud zahalen cirkumstelárním diskem o úhrnné hmotnosti až 20 M_0.

Na přelomu let 2003 – 04 došlo ke zjasnění **McNeilovy mlhoviny** u proměnné V1647 Ori o celých 5 mag v pásmu I. Předtím se odehrála podobná epizoda v r. 1966. Z toho se dá usoudit, že jde o občasný výron prachu a plynu z prahvězdy V1647 Ori. Jak uvedli N. Grosso aj., družice Newton zaznamenala v dubnu 2004 rentgenové zjasnění proměnné hvězdy při teplotě 9 MK. Zhruba čtvrtina rentgenového toku dokonce odpovídala teplotě 42 MK. Příčinou mohly být rychlé nárazy částic z akrečního disku na fotosféru hvězdy o nízké hmotnosti a rekonexe magnetických siločar, podobně jako u jiných prahvězd typu T Tau.

M. Krumholz aj. srovnávali **účinnost vznikání hvězd** jednak akrecí na „kondenzační jádro" s hmotností kolem 0,5 M_0 a jednak gravitačním hroucením hmotných chuchvalců a jejich slévání. Zcela jednoznačně je tento druhý mechanismus mnohem účinnější. J. Donati aj. ukázali na příkladu **prahvězdy FU Ori**, že významnou roli zde hrají také relativně mocná magnetická pole řádu 0,1 T. Rotaci akrečního disku prahvězdy pak taková pole silně brzdí, takže disk se nakonec zřítí na povrchu prahvězdy tempem až 10^{-4} M_0/rok. Teprve pak dojde k výronu hmoty v bipolárních výtryscích, usměrněných magnetickým polem. H. Beuther aj. studovali pomocí SST infračervené záření **temného mračna IRDS 18223-3**, které má průměr 28 kAU a hmotnost 184 M_0. Na okraji mračna je v submilimetrovém pásmu na frekvenci 93 GHz patrný výtrysk molekulového plynu CO a CS, což je rovněž důkazem, že uvnitř již vzniká velmi hmotná prahvězda.

2.4. Osamělé hvězdy

Očima viditelná **Granátová hvězda** (Cephei; sp. M2 Ia; 3,7 kK; 350 kL_0; 25 M_0; 1,6 kpc) patřila donedávna k největším známým hvězdám, protože její poloměr činí asi 6,6 AU. Díky spektrální přehlídce 74 oranžových a červených veleobrů po třídu M5 však nyní E. Levesque aj. objevili celkem tři hvězdy o hmotnosti 25 M_0, viditelné dalekohledem (9 – 11 mag), které mají rozměry větší, tj. 6,7 – 7,1 AU. Jsou to po řadě proměnné hvězdy **KY Cyg, KW Sgr** a **V354 Cep**. A. Richichi a V. Roccatagliata porovnali měření úhlového průměru **Aldebarana** (K5 III; 20 pc) jednak pomocí zákrytů hvězdy Měsícem a jednak pomocí moderních interferometrů. Vyšla jim průměrná hodnota úhlového průměru 0,021", což odpovídá lineárnímu poloměru 44 R_0 (0,2 AU). Je to jedno z nejpřesnějších měření úhlového rozměru hvězdy a slouží nyní jako referenční standard.

Měření průměrů tří hvězd pomocí interferometru VINCI VLT ESO umožnilo F. Théveninovi aj. zpřesnit hodnoty jejich hmotnosti a stáří, které po řadě činí pro **ε Eri** 1,2 M_0 a 6,2 mld. r.; **ηBoo** 1,7 M_0 a 2,7 mld. r. a pro **ξ Hya** 2,65 M_0 a 0,5 mld. r. V. Domiciano da Souza aj. využili VLTI ESO k určení tvaru **Altaira** (A7 IV-V; 7,55 kK; nízká metalicita Z = 0,008; vzdálenost 5,2 pc; stáří 1,3 mld. r.) a zjistili, že je díky rychlé rotaci (na rovníku 227 km/s) zploštělý v poměru os 1,14:1. O. Chesneau aj. se pokusili změřit interferometrem MIDI VLT ESO rozměry cirkumstelárního disku rané hvězdy **Arae** (sp. B3e V; 18 kK; 74 pc), ale neuspěli ani při základně interferometru 102 m. Odtud vyplývá horní mez poloměru disku 67 R_0, zatímco samotná hvězda má poloměr 4,8 R_0 a rotační rychlost na rovníku 300 km/s. Hmotnost disku odhadli na 2.10^{-10} M_0 a roční ztrátu hmoty hvězdy na 6.10^{-7} M_0. Autoři však upozorňují, že vzdálenost hvězdy, odvozená z měření družice HIPPARCOS, je patrně chybná, protože daleko lepší souhlas modelu a pozorování dostali pro hodnotu 105 pc. To je poněkud hrozivá informace, protože jde o *další zpochybnění správnosti paralax, odvozených zmíněnou družicí,* po dosud nevyřešeném problému vzdálenosti Plejád.

S. Hubrigová aj. změřili magnetické pole velmi chladné chemicky pekuliární hvězdy **HD 154708** měřením kruhové polarizace spektrálních čar pomocí FORS VLT ESO. Jde patrně o nejméně hmotnou hvězdu Ap, kterou známe a tím více je překvapující, že má druhou nejsilnější indukci magnetického pole mezi všemi hvězdami tohoto typu – 0,75 T.

C. Beichman aj. objevili pomocí SST příznaky existence pásu planetek v okolí hvězdy **HD 69830** (Pup). K. Suová aj. tvrdí, že v cirkumstelárních prachových discích mladých hvězd se srážejí planetesimály, protože podle měření SST je teplota prachových zrnek překvapivě vysoká. U **Vegy** jsou tato zrnka o průměrech 1 – 50 μm horká až do vzdálenosti 815 AU od hvězdy. Ve vzdálenostech 86 – 200 AU od hvězdy jsou v disku velmi pravděpodobně přítomny velké planetky, podobně tělesům v našem transneptunském pásmu. Autoři soudí, že zde před nejvýše tisícem roků proběhla srážka velké planetky, což obohatilo prachový disk rozdrceným materiálem. Doklady o srážkách velkých planetesimál o rozměrech 100 – 400 km v discích hvězd **β Pictoris** a **HIP 8920** (Ari) nalezli též C. Telesco aj. Vinou těchto srážek se vzhled disků kolem hvězd starých jen stovky milionů roků mění překvapivě rychle.

H. Hirsch aj. měřili radiální rychlost a vlastní pohyb hvězdy **US 708** (B = 18,5 mag; sp. sdO; 44 kK; 19 kpc) v halu Galaxie (β = +47°) pomocí Keckova teleskopu. Vyšla jim rekordní hodnota 708 km/s a vlastní pohyb 0,002"/r, což znamená, že vůči centru Galaxie se hvězda pohybuje rychlostí minimálně 750 km/s a uniká navždy z Galaxie, protože v tom místě je úniková rychlost jen 430 km/s. Autoři se domnívají, že před pouhými 32 mil. let se v blízkosti černé veledíry v centru Galaxie ocitla mateřské dvojhvězda, složená ze dvou heliových bílých trpaslíků, kteří v její blízkosti gravitačně splynuli za tu cenu, že prostorová rychlost složeného objektu se výrazně zvýšila. Další unikající hvězdu **HE 0437-5439** (Dor; 16 mag; sp B V; 20 kK; 8 M_0; 61 kpc!) proměřovali pomocí spektrografu UVES VLT ESO H. Edelman aj. Dostali tak radiální rychlost 723 km/s, což v přepočtu na centrum Galaxie znamená rychlost nad 563 km/s, což je téměř dvojnásobek únikové rychlosti v dané místě. Jelikož se hvězda nalézá za Velkým Magellanovým mračnem a její pobyt na hlavní posloupnosti nemůže být delší než asi 25 mil. roků, byla nejspíš vymrštěna z tohoto Mračna brzy po svém zrodu. Zatím však nevíme, zda v centru Velkého Magellanovo mračna se nalézá černá veledíra.

2.5. Těsné dvojhvězdy

S. Kraus aj. využili interferometru IOTA s délkou základny až 38 m na Mt. Hopkinsu v Arizoně k zobrazení kotoučků těsné dvojhvězdy **Capella** (Aur; sp. G8 III + G1 III). Primární složka má úhlový průměr 0,009", zatímco sekundár 0,006". H. McAlister aj. změřili pomocí interferometru CHARA na Mt. Wilsonu některé parametry primární složky čtyřhvězdné soustavy Regula (Leo; sp. B7 V; 3,4 M_0; 347 L_0; 24 pc). **Regulus** je silně zploštělý vinou rychlé rotace (na rovníku minimálně 317 km/s), takže polární poloměr činí 3,1 R_0 a rovníkový 4,2 R_0 (úhlově 0,00062" a 0,00082"). Následkem toho jsou jeho póly podstatně teplejší (15,4 kK) než rovník (10,3 kK). A. Tokovinin aj. zkoumali blízkou čtyřhvězdnou soustavu **Gliese 225.2** (Col; 0600-31), skládající se ze složek A (sp. K5 V; 0,65 M_0), B (M0 V; 0,52 M_0), C (K4 V; 0,69 M_0) a E (dM4 ?; 0,2 M_0) – dříve uváděná složka D k soustavě fyzicky nepatří. V r. 1847 objevil J. Herschel dvojici A-C, v r. 1911 byla rozlišena těsná dvojhvězda A-B, a složku E odhalili nyní zmínění autoři studie. Všechny oběžné dráhy jsou koplanární, přičemž nejkratší oběžnou dobu 24 r vykazuje soustava C-E; delší periodu 68 r má soustava A-B a nejdelší 390 r soustava A-C. Jelikož jde o velmi starý systém, vzniká otázka, jak je možné, že se dosud nerozpadl; nyní se ukázalo, že o jeho stabilitu se stará právě ten nejmenší člen soustavy E, objevený až v r. 2005.

P. Mayer aj. odvodili parametry velmi žhavé těsné trojhvězdy **HD 175514 = V1182 Aql**, pozorované na ESO La Silla a na Calar Alto. Primární složka sp. O8 o teplotě 43 kK má vysokou hmotnost 31 M_0, poloměr 9 R_0 a svítivost 250 kL_0. Sekundární složka kolem ní obíhá v periodě 1,6 d a její teplota dosahuje 30 kK; hmotnost 17 M_0, poloměr 4,9 R_0 a svítivost 20 kL_0. Autory objevené třetí těleso sp. třídy O9 dodává soustavě 17% celkového světla (V = 8,6 mag).

T. Boyajian aj. zjistili, že hvězdy HD 14633 a 15137 prchají z téže **otevřené hvězdokupy NGC 654** ve spirálním rameni Perseus. První z nich se nachází ve vzdálenosti 2,15 kpc od nás a 0,67 kpc od hlavní roviny Galaxie; druhá je 2,65 kpc od nás a 350 pc od zmíněné roviny. První z nich je jednočarová spektroskopická dvojhvězda (sp. ON8.5 V) s oběžnou dobou 15,4 d a výstředností dráhy 0,7, kdežto druhá (O9.5 III) je podezřelá z dvojhvězdnosti a má případnou oběžnou dobu 28,6 d s výstředností dráhy 0,5. V obou případech je hmotnost sekundární složky asi 1 M_0, takže by mohlo jít o neutronové hvězdy, které vznikly při výbuchu supernov ve zmíněné hvězdokupě před 14, resp. 10 mil. roků. To je ovšem delší interval, než je životnost primárních složek, takže buď se žhavé hvězd O omladily, anebo jim prodloužila život jejich rychlá rotace (120, resp. 336 km/s).

G. Roelofs aj. získali pomocí VLT ESO zajímavé údaje o těsné dvojhvězdě **SDSS 1240-02** (Vir; 400 pc) typu AM CVn vysoko nad galaktickou rovinou (350 pc) s oběžnou dobou 37 min. Primární složkou je bílý trpaslík s hmotností 0,31 M_0 s akrečním diskem helia, kdežto sekundární složku představuje zcela degenerovaná heliová hvězda o nízké hmotnosti 0,012 M_0. Podle pozorovaného zastoupení chemických prvků He, N, Si a Fe jde o hvězdy I. populace. Přenos helia mezi složkami způsobuje prodlužování oběžné periody, což však časem přenos hmoty utlumí a pak se bude vývoj soustavy řídit ztrátou momentu hybnosti soustavy vinou vyzařování gravitačních vln. Jak uvádí M. Konacki, moderní spektrografy dokáží měřit Dopplerovy posuvy spektrálních čar s přesností lepší než 30 m/s pro dvoučarové spektroskopické dvojhvězdy s pozdnějšími složkami, počínaje třídou F3. To pak umožňuje určit hmotnosti složek dvojhvězdy s přesností na 1%.

F. Pont aj. využili gravitační mikročočky **OGLE-TR-122** k určení parametrů samotné mikročočky, o které se nejprve domnívali, že jde o hvězdu, doprovázenou exoplanetu. Podrobnější rozbor světelné křivky však ukázal, že jde o dvojhvězdu, jejíž primární složka je hvězdou hlavní posloupnosti podobnou Slunci o teplotě 5,7 kK, poloměru 1,05 T_0 a hmotnosti 0,98 M_0. Sekundární trpasličí složka má však hmotnost jen 0,092 M_0, takže se nachází těsně nad spodní hranicí pro hmotnosti hvězd. Obíhá kolem primární složky v periodě 7,3 d po dráze s výstředností ε = 0,2 a jelikož sklon oběžné roviny činí 89°, jde z pohledu pozemského pozorovatele o klasickou zákrytovou dvojhvězdu s poloměrem sekundární složky 0,12 R_0 (náš Jupiter má poloměr 0,10 R_0). Jak autoři uvedli, v databázi OGLE je nyní již 177 kandidátů na exoplanety, které přecházejí před diskem čočkované hvězdy, ale ve skutečnosti jde většinou spíše o trpaslíky dM, kteří přecházejí před hvězdami hlavní posloupnosti tříd F a G. To by mohlo v dohledné budoucnosti zlepšit naše znalosti poloměrů hvězd dM, které jsou zatím hodně nepřesné. Aby se databází přehlídek gravitačních mikročoček dalo pro tyto účely využít, je ovšem třeba spolehlivě a rychle najít potenciální těsné zákrytové dvojhvězdy v syrových údajích přehlídek. K tomu cíli, ale i pro obecnější použití v jakýchkoliv přehlídkách, vyvinuli K. Naficy aj. **rychlou metodu pro první zpracování údajů** ze světelných křivek potenciálních dvojhvězd, která je k dispozici vážným zájemcům, kteří kontaktují hlavního autora práce.

Při hledání exoplanet metodou transitů se O. Creeveyovi aj. podařilo nalézt oddělenou těsnou dvojhvězdu, tvořenou dvěma červenými trpaslíky sp. třídy M3e (**TrES 1650+4639**; Her), kteří kolem sebe obíhají po kruhové dráze o poloměru 1,5 mil. km v periodě 1,1 d. Při sklonu dráhy 83° jde navíc o zákrytovou dvojhvězdu s poloměry složek 0,45 R_0 a hmotnostmi 0,49 M_0. Jde teprve o pátou soustavu s trpaslíky třídy M, takže uvedené parametry jsou o to cennější. Naopak N. Phan Bao aj. nalezli velmi široký pár červených trpaslíků **LP 714-37** (sp. dM5.5 a dM7.5; 18 pc), obíhající kolem sebe ve vzdálenosti 33 AU v rekordně dlouhé periodě asi 400 let. Přímo na spodní mezi hvězdných hmotností se dle T. Forveillea aj. nalézá dvojhvězda **LP 349-25** (sp. obou složek M8 V; vzdálenost 8 pc; oběžná doba 5 r.) jejíž složky jsou dle měření pomocí CFHT a VLT (s využitím adaptivní optiky) navzájem vzdáleny 1,2 AU. Obě složky mají tutéž hmotnost 0,08 M_0.

S. Marsden aj. odvodili ze spektroskopie parametry dvojhvězdy **IM Pegasi = HR 8703**, která slouží jako pointační hvězda pro relativistickou družici Gravity Probe B. Soustavu tvoří primární složka (sp. K2 III; 4450 K) o hmotnosti 1,8 M_0. Kolem ní obíhá po kruhové dráze v periodě 24,6 d sekundární složka (sp K0 V). Asi 15% povrchu primární složky pokrývají tmavé skvrny, takže jde o typ proměnnosti RS CVn. C. Lacy aj. určili fyzikální elementy jedné z nejstarších (11 mld. let) známých zákrytových dvojhvězd **RW Lacertae** (190 pc). Jde o oddělenou soustavu s oběžnou dobou 10,4 d, která je současně dvoučarovou spektroskopickou dvojhvězdou, což umožnilo určit rozměry složek s přesností 0,5% a hmotnosti na 0,7%. Primární složka (sp G5 V; 5 760 K) má hmotnost 0,93 M_0 a poloměr 1,19 R_0, zatímco sekundární složka (sp G7 V; 5 560 K) 0,87 M_0 a 0,96 R_0. V soustavě se nachází ještě třetí složka, která však dodává jen 2,6% světla soustavy. Hlavní složky velmi pravděpodobně rotují synchronně s oběžnou dobou. Pozorované parametry soustavy odpovídají výborně modelovým výpočtům na základě teorie hvězdného vývoje.

S. Goodwin a P. Kroupa uveřejnili práci o poměrném **zastoupení vícenásobných hvězdných soustav** v procesech vzniku hvězd. Přestože podle některých názorů by mělo vznikat hodně hierarchických soustav se třemi až desíti členy, pozorování tomu neodpovídají. Vícečlenné soustavy by se totiž po čase měly rozpadnout na těsné dvojhvězdy, což se neděje. Z nějakého důvodu proto *příroda preferuje vznik dvoj- a trojhvězd.* Pro hvězdy slunečního typu je poměr vícenásobných soustav a všech vzniklých hvězd 58%. Podíl vícenásobných soustav je nejvyšší pro velmi mladé hvězdy. Ve „hvězdné kolébce" v souhvězdí Býka jsou všechny hvězdy s hmotnostmi 0,3 – 1,0 M_0 dvojhvězdami se vzájemnými vzdálenostmi složek až 1 500 AU. Pokud se tam vyskytují osamělé hvězdy, tak prakticky všechny byly vyvrženy z hierarchických trojhvězd (těsná dvojhvězda, doprovázená vzdálenější třetí složkou). V hustém molekulovém mračnu, které je typickou kolébkou hvězd, vzniká obvykle 40% trojic a 60% dvojic hvězd.

K. Yakut a P. Eggleton se věnovali dokladům o **vývoji těsných dvojhvězd** na základě pozorovaných údajů o jejich základních fyzikálních parametrech. Omezili se přitom na soustavy, kde obě složky se nacházejí na hlavní posloupnosti, popř. těsně u ní, a dále na soustavy s oběžnou dobou kratší než jeden den, protože takový soubor je dostatečně homogenní. Objevili tak zajímavé vývojové souvislosti mezi třemi Kopalovými typy dvojhvězd (dotykové, polodotykové a oddělené) a upozornili na *velmi významnou vývojovou úlohu ztráty hmoty a momentu hybnosti u rychle rotujících chladných složek těsných dvojhvězd.* Objevili také význam diferenciální rotace složek jako pozoruhodně účinný proces přenosu tepla ve vnějších vrstvách dotykových dvojhvězd.

H. Abt se zabýval statistikou dráhových výstředností pro **vizuální dvojhvězdy.** Z rozboru drah 391 dvojhvězd spektrálních tříd B0 – F0 mu vyšlo, že pro oběžné periody řádu dnů jsem dráhy kruhové, ale s rostoucí periodou přibývá mírně excentrických drah. Teprve pro periody nad 1 000 d se vyskytují stejnoměrně libovolné excentricity, takže průměrná excentricita dosahuje hodnoty téměř 0,5. To znamená, že *dráhová výstřednost nehraje při vzniku širokých párů dvojhvězd žádnou úlohu.*

2.6. Proměnné hvězdy

2.6.1. Novy a kataklyzmické proměnné

Hned počátkem ledna 2005 objevil K. Hornoch v **galaxii M31** mimořádně jasnou novu, která dosáhla 14. ledna 15 mag. Během srpna objevil W. Liller v **Malém Magellanově mračnu** dvě novy; první byla 10 mag a její plynné obaly se rozpínaly rychlostmi až 3 200 km/s, kdežto druhá dosáhla jen 14,5 mag. Týž astronom objevil koncem listopadu novu 11,5 mag ve **Velkém Magellanově mračnu** poblíž hvězdokupy NGC 1856. J. Neill aj. objevili v letech 1993 – 2004 v blízké kupě galaxií **Fornax** 6 kandidátů na novy pomocí dalekohledů CTIO v Chile. Téměř dvě pětiny objevů nov v této kupě připadají na „prázdný prostor" mezi galaxiemi, kde se novy snadno nacházejí, protože jejich absolutní hvězdná velikost dosahuje rekordní –10 mag. Jde tedy o první případy **trampujících nov**, tj. cestujících bílých trpaslíků.

Počátkem února 2005 objevil H. Nišimura v naší Galaxii novu **V2361 Cygni**, která v polovině měsíce dosáhla 10 mag a jejíž plynné obaly se rozpínaly rychlostí až 6 500 km/s. Šlo o velmi rychlou novu, jejíž jasnost do počátku dubna klesla na 18,5 mag. Koncem roku se její prachová slupka rozpustila a spektrum přešlo do tzv. koronální fáze se zakázanými emisemi He, O, N, Si a Ca. Během března a dubna 2005 byly objeveny novy **CV Pyx** (12 mag; trpasličí), **V382 Nor** (9,5 mag; rozpínání 1 100 km/s), **V5115 Sgr** (9 mag; 5 000 km/s) a **V378 Ser** (12 mag; 1 300 km/s). Počátkem června pak vzplanula nova **V1663 Aql** (11 mag; 700 km/s), o měsíc později nova **V5116 Sgr** (8 mag; 2 200 km/s), koncem července nova **V1188 Sco** (9 mag; 1 700 km/s), počátkem září nova **V1047 Cen** (9 mag; 800 km/s) a koncem září nova **V476 Sct** (12 mag; 4 000 km/s). V témže malém souhvězdí vzplanula po dvou týdnech další nova **V477 Sct** (11 mag; 6 000 km/s)

I. Hachisu a M. Kato využili multispektrálních měření novy **V1974 Cyg** (1992) k určení hlavním parametrů příslušné těsné dvojhvězdy, která je od nás vzdálena 1,7 kpc a jejíž složky kolem sebe obíhají ve vzájemné vzdálenosti jen 0,85 R_0 v periodě pouhé 1,9 h. Bílý trpaslík, na jehož povrchu došlo k překotné termonukleární reakci, má hmotnost 1,05 M_0 a při výbuchu se jeho plynná obálka zvětšila na 100 R_0, takže zcela obklopila i sekundární složku o hmotnosti 0,2 M_0 a poloměru 0,2 R_0. Obálka se skládala téměř z poloviny z nespáleného vodíku, 15% její hmotnosti představovaly produkty překotné termonukleární reakce (C,N,O) a 5% hmotnosti obálky neon; zbytek připadl zřejmě na helium. Výron hustého hvězdného větru z bílého trpaslíka trval 245 dnů po výbuchu, kdy se objevilo měkké rentgenové záření, jež bylo pozorovatelné dalších 300 dnů, kdy nenávratně zmizelo a tím celá epi-

zoda výbuchu této mimořádně jasné novy (v maximu byla 1,7 mag) skončila. Titíž autoři upozornili v další práci, že po plných 13 dnů od maxima byla *svítivost této novy nad Eddingtonovou mezí, což je dosud nevysvětlený problém celé řady nov.*

I. Heywood aj. využili radiových pozorování mimořádně pomalé (maximum 7 mag nastalo až 115 d po začátku výbuchu) novy **V723 Cas** (1995) interferometrem MERLIN v letech 1996-2001 k určení její vzdálenosti 2,4 kpc. Horká (17 kK) plynná slupka novy se rozpínala pomalu (400 km/s); zato její hmotnost činí asi 1.10^{-4} M_0. Počátkem ledna 2005 vzplanula poprvé od r. 1997 eruptivní nova **V1118 Ori**, která bývá v klidu 18 mag a náhle se zjasnila na 14 mag. Zhruba tutéž jasnost si udržela až do konce října 2005. E. Mason a S. Howell objevili zajímavou těsnou dvojhvězdu **0242-2802** (For; oběžná perioda 107 min.), která svým chováním připomíná trpasličí novy typu SU UMa. Primární složka o hmotnosti 0,6 M_0 je obklopena akrečním diskem s horkou skvrnou v místě dopadání plynu ze sekundární složky o hmotnosti 0,2 M_0. P. Rodríguez-Gil aj. studovali soustavu trpasličí novy **HS 2219+1824** (Peg; vzdálenost 205 pc; typ SU UMa) s oběžnou periodou jen 86 min. Primární složkou je bílý trpaslík o povrchové teplotě 15 kK a hmotnosti 0,7 M_0, obklopený malým akrečním diskem. Sekundární složkou, dodávající vodík do akrečního disku, je pozdní červený trpaslík o hmotnosti jen 0,1 M_0.

P. Rodríguez-Gil a M. Torres studovali světelné křivky pozůstatků po 6 starých novách **DM Gem, CP Lac, GI Mon, V400 Per, CT Ser a XX Tau.** Prakticky u všech se podařilo najít oběžné periody těsných dvojhvězd, v níž jednou složkou je bílý trpaslík, který vybuchnul díky překotné termonukleární reakci ve vodíkové slupce na svém povrchu. Oběžné doby se pohybují v rozmezí od 0,12 d pro DM Gem do 0,16 d pro CT Ser. GI Mon je dokonce zákrytová dvojhvězda s trváním primárního minima 45 min. U novy XX Tau se podařilo pozorovat změny jasnosti v periodě 5 d, které jsou vyvolány pohyby skloněného a výstředného akrečního disku kolem bílého trpaslíka.

B. Schaefer vyšel z předpokladu, že *pro výbuch rekurentní novy se musí nahromadit na povrchu bílého trpaslíka pokaždé stejné množství vodíku* a na základě toho se odvážil předpovědět, že rekurentní nova **U Sco** vybuchne na jaře 2009 (s chybou ±1 rok) a nova **T Pyx** v r. 2052. H. Yang aj. studovali korejské kroniky, obsahující záznamy o astronomických úkazech za poslední dvě tisíciletí. Nalezli v nich údaje o dvou zjasněních symbiotické dvojhvězdy **R Aquarii**, vzdálené od nás 270 pc a obklopené rozpínající se emisní mlhovinou, v letech 1073 a 1074 n.l. Hvězda tehdy dosáhla –5 a –6 mag, takže šlo zřejmě o nepřehlédnutelný úkaz.

O. Yaron aj. propočítali rozsáhlou síť **modelů výbuchů nov** pro rozličné parametry. Přitom ukázali, že pokud je tempo přenosu vodíku do slupky na povrchu bílého trpaslíka mimořádně nízké (kolem 5.10^{-13} M_0/r), dojde nakonec k obřímu výbuchu hvězdy s amplitudou přes 20 mag (!) díky zvýšení svítivosti bílého trpaslíka nad Eddingtonovu mez svítivosti *(nejvyšší zářivý výkon, který může přenést do volného kosmického prostoru kulová slupka plynu v hydrostatické rovnováze na povrchu hvězdy; při vyšší svítivosti se slupka začne rozpínat),* což pak vede k odvržení rekordně vysokého množství hmoty do prostoru: 7.10^{-4} M_0. Netřeba dodávat, že nic takového nebylo v historii sledování nov nikdy pozorováno.

2.6.2. Fyzické proměnné

Obsáhlou práci o dlouhodobém vývoji světelné křivky a spektra **Polárky** od r. 1844 do současnosti uveřejnili D. Turner aj. Autoři mj. zjistili, že nejstarší soustavná pozorování změn jasnosti Polárky očima vykonával od r. 1844 J. F. J. Schmidt (1825 – 1884) v Olomouci, což se nyní podařilo zhodnotit. Proměnnost Polárky byla totiž objevena teprve v letech 1852 – 57. Během celého sledovaného období rostla perioda pulsací (3,97 d) této nejjasnější a nejbližší (132 pc) klasické cefeidy v průměru o 4,5 s ročně. Nicméně v letech 1963 a 1966 se poloměr hvězdy zmenšil o 0,6 promile a perioda pulsací se přitom skokem zkrátila. Až do r. 1963 byl celkový rozkmit pulsací Polárky větší než 0,1 mag, ačkoliv i tehdy se sekulárně zmenšoval tempem 0,02 mag/století. V letech 1963 – 66 nastal však velký pokles amplitud a od té doby až dosud nepřekročila perioda pulsací amplitudu 0,05 mag. Podle citovaných autorů pozorujeme v současnosti historicky první přechod Polárky pásmem nestability v diagramu HR. Nicméně I. Usenko aj. zjistili ze spekter, pořízených v letech 1994 a 2001 – 04, že efektivní teplota Polárky nepatrně vzrostla z 5 970 K na 6015 K a dále, že změna amplitudy a periody oscilací se dá nejlépe vysvětlit přítomností druhé složky dvojhvězdy, která kolem Polárky obíhá v periodě cca 30 let. Jelikož perioda oscilací odpovídá I. harmonickému módu, autoři tvrdí, že jde již o třetí, resp. pátý přechod Polárky pásmem nestability v diagramu HR...

D. Busazi aj. využili přesných měření jasnosti **Altaira** (0,8mag; sp. A7 IV-V; 7,6 kK; 1,6 R_0; 1,75 M_0; vzdálenost 5,1 pc; rotační rychlost 250 km/s; zploštění 1,14) družicí WIRE koncem r. 1999 k odhalení oscilací jasnosti, které ukázaly, že tato jasná hvězda patří mezi trpasličí cefeidy typu Sct a nachází se právě nyní v pásmu nestability diagramu HR. Altair jeví alespoň 7 modů oscilací s periodami 0,02 – 0,3 d. Podle J. Suaréze aj. je rychlá rotace trpasličích cefeid obecným pravidlem, takže proměnné hvězdy tohoto typu jsou silně zploštělé.

R. Smolec studoval závislost **Blažkova efektu** pro proměnné hvězdy typu RR Lyrae na jejich metalicitě. Efekt, objevený S. Blažkem již v r. 1907, se projevuje cyklickými změnami tvaru a amplitud světelných křivek pro proměnné zmíněného typu, které pulsují v základním módu. Využil k tomu obsáhlé statistiky pozorování světelných křivek hvězd RR Lyr ve Velkém Magellanově mračnu, které byly získány jako vedlejší produkt při hledání gravitačních mikročoček OGLE a MACHO. Mezi tisíci proměnnými RR Lyr nalezl stovky případů Blažkova efektu, jenž je nejvýraznější pro pulsní periody kratší než 0,6 d. Jeho velikost, podobně jako zářivý výkon hvězd RR Lyr, jsou nepřímo úměrné jejich metalicitě. *Příčina efektu však zůstává i po století od jeho objevu stále záhadou.*

L. Crauseová aj. se zabývali určením vzdálenosti záhadné proměnné hvězdy **V838 Mon** pomocí měření vývoje úhlových rozměrů světelné ozvěny mezi květnem 2002 a prosincem 2004. Obdrželi tak vzdálenost 9 kpc a poloměr prachové obálky hvězdy 5 pc. Hvězda se tedy nachází ve vzdálenosti 17,5 kpc od centra Galaxie a 650 pc nad hlavní rovinou Galaxie. Zcela odlišnou polohu objektu však odvodil P. Carlqvist z fotogenických snímků světelné ozvěny, pořízených HST. Na nich je podle autora patrná „dvojitá spirála" vláken zakroucených magnetickým polem. Odtud však obdržel vzdálenost V838 Mon pouze 2,4 kpc!

Jak uvedl T. Lawlor, klíčová hodnota **vzdálenosti objektu** od nás, na níž závisí veškerá další interpretace úkazu, je mimořádně nejistá: od 0,8 do 10 kpc! On sám si myslí, že hvězda před výbuchem byla bílým trpaslíkem o hmotnosti 0,7 M_0, jenž se ohřál te-

pelným impulsem na 50 kK, čímž svým vyzařováním zvýšil přenos hmoty z průvodce a dosáhl hmotnosti 1 M_0. Následkem toho začalo ve slupce bílého trpaslíka překotně hořet helium, což v první fázi zvýšilo jasnost bílého trpaslíka z 16 mag cca o 5 mag během několika týdnů a pak ve druhé fázi o další 3 mag za jediný den – to výborně odpovídá pozorování. V maximu pak svítil jako 100 tis. L_0. Po tomto maximu však teplota vzniklého znovunarozeného (vele)obra rychle klesala až na 2,3 kK, což odpovídalo spektru M III a v říjnu 2002 dosáhla minima 1,3 kK, tedy spektra L I. I když fenomenologicky jde o zajímavý model, ostatní autoři ho nepotvrdili. Zdá se, že většina prací je spíše ve shodě s modely, které vycházejí z citované rekordní vzdálenosti kolem 9 kpc a z předpokladu, že jde fakticky o velmi hmotnou mladou dvojhvězdu. Například U. Munari aj. soudí, že vybuchnuvší hvězda o hmotnosti až 65 M_0 je stará jen asi 4 mil. roků a prodělala termonukleární explozi ve slupce v době, kdy díky postupujícímu vývoji hvězdy začal hořet uhlík v jejím nitru. Druhou složkou dvojhvězdy je pak hvězda o hmotnosti 7 M_0 sp. třídy B3 V chudá na kovy, která nebyla výbuchem nijak ovlivněna. Podle B. Lanea aj. je veleobr obklopen diskem o poloměru 9 AU o teplotě 2,1 kK a molekulovým oblakem o poloměru 43 AU a teplotě 850 K, který při výbuchu ztratil asi 0,1 M_0.

Dosti odchylné údaje o této dvojhvězdě však dostali R. Tylenda aj., který sice odhadl vzdálenost objektu rovněž na 9 kpc, ale hmotnost primární složky buď na 5 M_0 (v případě, že jde o hvězdu ještě před stádiem hlavní posloupnosti), anebo 8 – 10 M_0 (pokud se již na hlavní posloupnosti nachází). Odtud pak vyplývá dvojí možné **stáří soustavy**, buď asi 300 tis. roků, anebo asi 20 mil. let. V obou případech je však soustava dosud obklopena mezihvězdným materiálem, z něhož dvojhvězda vznikla a právě na něm dochází ke světelné ozvěně. Prachová vrstva však není vůči vybuchlé složce rozložena kulově souměrně, nýbrž spíše jako „plát"" prachu, skloněný pod úhlem 26° k zornému paprsku. V prosinci 2001 se obálka hvězdy nafoukla na poloměr 1,6 AU; v lednu 2002 se svítivost veleobra zvýšila na 80 tis. L_0 a opticky tenká obálka se rozepnula na 7 AU. Počátkem února 2002 dosáhl výbuch hvězdy na hranici fotosféry, což spustilo masivní výron hmoty až 0,6 M_0, rozepnutí hvězdy na poloměr přes 3 AU a zvýšení zářivého výkonu na 1 mil. L_0!

M. Rushton aj. zjistili pomocí infračervených spekter, že **křemíková a titanová zrníčka**, vyvržená výbuchem v únoru 2002, se obloukem vracejí zpět do atmosféry chladného veleobra, což lze patrně vysvětlit pádem planet nebo hnědých trpaslíků na veleobra. Koncem r. 2004 začala proměnná V838 Mon dramaticky slábnout zejména v blízké infračervené oblasti spektra, takže zcela zmizely pásy TiO a VO. V optickém oboru její jasnost klesla na 16 mag. Měření radiového záření objektu na frekvenci 43 GHz ukázalo podle S. Deguchiho aj., že v únoru 2005 se v radiovém spektru objevila maserová čára SiO, která koncem dubna zesílila a byla pozorovatelná ještě v září téhož roku. Z radiální rychlosti čáry 54 km/s pak odvodili vzdálenost objektu od nás 7 kpc.

R. Tylenda aj. upozornili na podobně záhadný výbuch hvězdy **V4332 Sgr** z února 1994, který se svým průběhem poněkud podobal výbuchu V838 Mon. Také v tehdejším případě spektrum hvězdy v maximu připomínalo pozdního obra až veleobra sp. třídy K, teplota fotosféry po maximu klesala až na 750 K a interpretace jevu je nesnadná kvůli nejisté vzdálenosti v rozmezí 1,8 – 8,5 kpc.

K. Davidson aj. pozorovali nápadnou změnu vzhledu emisních čar vodíku ve spektru proslulé svítivé proměnné **η Carinae** uprostřed r. 2003, který následoval po předchozím takovém úkazu na přelomu let 1997 – 98. Interval mezi těmito změnami 5,5 r podle autorů potvrzuje domněnku, že jde ve skutečnosti o dvojhvězdu s takto dlouhou oběžnou dobou sekundární složky. Jelikož zmíněná periodicita nebyla zjištěna před r. 1940, domnívají se autoři, že hvězda se až nyní vzpamatovává z gigantického výbuchu před 160 lety, při kterém vznikla hmotná mlhovina Homunculus a primární složka přišla v krátké době až o 2 M_0 své hmotnosti.

Většina nápadných erupcí jasnosti hvězd dosud souvisela s hmotnějšími hvězdami. Tím větším překvapením se stalo pozorování gigantického zjasnění trpasličí hvězdy **Gliese 3685A** (13 mag; sp. dM4; 14 pc), které dle B. Welshe aj. zaznamenala družice GALLEX 24. dubna 2004. Během pouhých 6 minut se hvězda zjasnila o 4 mag, přičemž světelná křivka vykazovala dva vrcholky. *V maximech šlo o zářivé výkony milionkrát vyšší než u běžné sluneční erupce!* Musíme tedy jen doufat, že nic takového nepotká Slunce, protože vůbec netušíme, jaká může být příčina tak neuvěřitelného zjasnění trpasličí hvězdy s hmotností podstatně menší, než má Slunce.

2.7. Planetární mlhoviny a bílí trpaslíci

S. Jordan aj. objevili měřením kruhové polarizace světla pomocí FORS VLT ESO **magnetická pole** řádu 0,1 T u čtyř centrálních hvězd planetárních mlhovin, což je navíc nezávisle ověřeno také měřením polarizace radiového záření. To má závažný důsledek pro vysvětlení spíše osové než kulové souměrnosti tvaru mlhovin. Je zřejmé, že za *osovou souměrnost jejich vzhledu může téměř jistě magnetický dipól centrální hvězdy.* J. Meaburn aj. popsali pravděpodobný etapový vznik blízké a rozměrné planetární mlhoviny **Hlemýžď** (Helix = NGC 7293; Aqr; 213 pc). Centrální bílý trpaslík, ozařující mlhovinu, má hmotnost 09 M_0 a svítivost 100 L_0 při teplotě 117 kK. Je doprovázen průvodcem sp. dMe, který je odpovědný za tvrdé rentgenové záření v toroidu kolem bílého trpaslíka. Vnitřní plynná obálka mlhoviny se rozpíná rychlostí 12 km/s, ale bipolární rozpínání probíhá dvojnásobnou rychlostí. Radiální „pulci", zobrazení HST, jsou chvosty kometárních globulí, jejichž „hlavy" se vypařily působením ultrafialového záření. R. Ciardullo aj. ukázali, že centrální hvězda „úspěšné" planetární mlhoviny musí mít hmotnost alespoň 0,6 M_0. K tomu se nejvíce hodí těsné dvojhvězdy, jako např. tzv. modří loudalové *(angl. blue stragglers)*, kteří vznikají splynutím těsné dvojhvězdy, ale zachovávají si dvě hvězdná jádra.

A. Kanaan aj. využili údajů z projektu celosvětového dalekohledu WET k asteroseismickému pozorování bílého trpaslíka **BPM 37093** (typ ZZ Cet) v letech 1998-99. Dostali hmotnost bílého trpaslíka 1,1 M_0 při teplotě 12 kK, když nalezli díky rychlé fotometrii na 6 observatořích jižní polokoule oscilace s amplitudou až 0,004 mag. Odtud získali rámcové údaje o struktuře nitra tohoto bílého trpaslíka. Podle T. Metcalfa aj. obsahuje trpaslík krystalické jádro, složené z jader atomů uhlíku *(„obří diamant ve vesmíru")*, tvořící asi 90% hmotnosti bílého trpaslíka. Autoři se domnívají, že takovými diamantovými krystaly jsou všichni bílí trpaslíci s hmotností vyšší než 1,0 M_0. Tyto práce však kritizovali P. Brassard a G. Fontaine, kteří z téhož pozorovacího materiálu odvodili nižší relativní hmotnost krystalu v rozmezí 32 – 82 % hmotnosti bílého trpaslíka. *Nejistota vyplývá z neznalosti chemického složení nitra bílých trpaslíků, takže domněnka o krystalizaci zůstává pouhou spekulací.*

T. Strohmayer objevil pomocí družice Chandra, že oběžná doba páru bílých trpaslíků **RX J0806+1527** (21 mag; Cnc; oběžná doba 5,4 min; vzdálenost složek 80 tis. km; vzdálenost od nás 500 pc) se zkracuje o 1,2 ms za rok, čili že vzdálenost mezi složkami klesá o 25 mm za hodinu. Domníval se, že příčinou těchto změn je vyzařování gravitačních vln, které z této dvojice činí potenciálně nejsilnější zdroj gravitačního záření na pozemské obloze. Vzápětí však T. Marsh a G. Nelemans ukázali, že příčinou zkracování oběžné doby je vyvoláno přenosem momentu hybnosti mezi rotujícím silně magnetickým bílým trpaslíkem a jeho oběžnou drahou; v tomto konkrétním případě je tento efekt o řád významnější než efekt gravitačního vyzařování.

M. Barstow aj. pozorovali spektrum bílého trpaslíka **Sirius B** (25 kK; 0,98 M_0; 0,0084 R_0; vzdálenost 2,6 pc) pomocí spektrografu STIS HST. Bílý trpaslík a Sirius A kolem sebe obíhají v periodě 50 let po silně výstředné dráze (e = 0,59) s posledním průchodem periastrem v r. 1993. Ze spekter vyšla nová hodnota gravitačního červeného posuvu na povrchu bílého trpaslíka 80 km/s, která vede k hmotnosti trpaslíka 1,02 M_0 v uspokojivé shodě s dynamickým určením hmotnosti. J. Liebert aj. odhadli stáří Siria B na 240 mil. let a jeho původní hmotnost na 5 M_0. (Sirius A má 2,1 M_0 a 1,7 R_0.) Jak uvádí J. Holberg, byla extrémní hustota Siria B rozpoznána až v r. 1915, kdežto o 5 let dříve astronomové díky spektru, pořízenému W. Adamsem, odhalili extrémní hustotu bílého trpaslíka **40 Eri B**. *Název „bílý trpaslík" poprvé použil W. Luyten v r. 1922 a celosvětově ho prosadil o dva roky později A. Eddington.*

M. Kilic aj. zjistili, že dva slabé modré objekty, které byly objeveny před 7 lety na snímcích HDF HST, jeví vlastní pohyb na úrovni 0,01"/r. To znamená, že nejde o vzdálené extragalaktické objekty typu AGN, ale o klasické bílé trpaslíky **v halu naší Galaxie**, vzdálené od nás typicky asi 500 pc. M. Monelli aj. využili kamery ACS HST k nalezení více než 2 tis. bílých trpaslíků v obří kulové hvězdokupě **ω Centauri**. Úhrnná hmotnost hvězdokupy se odhaduje na 5 MM_0, takže ji lze fakticky považovat i za miniaturní galaxii. Bílí trpaslíci se v ní jeví jako modré objekty 22 – 27 mag. v závislosti na svém stáří a tedy i stupni metalicity. *Poskytují tak vodítko o vývoji hvězdokupy od doby jejího vzniku před 12 mld. let do současnosti.*

B. Zhang a J. Gil objevili příležitostný radiový pulsar **GCRT J1745-3009** (Sco; 8,5 kpc) v pásmu 330 MHz s periodou 77,1 min a trváním impulsu 10 min. Podle názoru autorů se tak může chovat silně magnetický rotující bílý trpaslík. Magnetické pole bílého trpaslíka o indukci řádu 100 kT zbrzdilo jeho rotaci následkem interakce s magnetosférou pulsaru z původních několika minut na více než hodinu.

S. Kepler aj. zjistili, že pulsující bílý trpaslík **G117-B15A** (typ ZZ Cet; rotační perioda 215 s) představuje dlouhodobě nejstabilnější hodiny. Za 31 let pozorování totiž dostali hodnotu relativního brzdění $(4,3 \pm 0,8).10^{-15}$, zahrnující ovšem i vliv vlastního pohybu trpaslíka po obloze. Čistá změna rotační rychlosti tak činí jen $3,6.10^{-15}$. V budoucnosti tak bude možné odvodit i chemické složení nitra bílého trpaslíka.

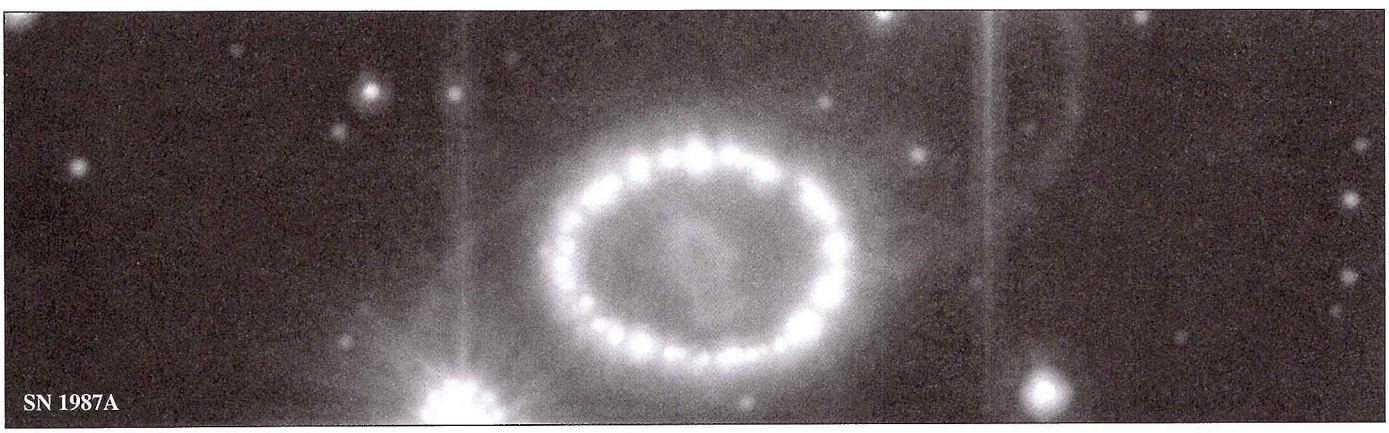
3. Neutronové hvězdy a hvězdné černé díry

3.1. Supernovy a jejich pozůstatky

Supernovou roku se stala supernova **2005cs**, objevená W. Kloehrem, která vzplanula 27. června 2005 v galaxii M51 (NGC5194; CVn; 8,4 Mpc) a v maximu dosáhla 14 mag. Ze snímků ACS HST pořízených před objevem se podařilo identifikovat v kupě mladých hvězd jejího předchůdce jako červenou hvězdu 24 mag, z čehož vyplývá, že šlo o červeného veleobra o hmotnosti jen 8 M_0 a absolutní hvězdné velikosti –5,8 mag, který vybuchnul jako supernova třídy II. Družice Swift zaznamenala 6. července 2005 v této galaxii krátký rentgenový záblesk s maximálním zářivým výkonem 3.10^{32} W, jenž by mohl pocházet od supernovy.

Nejbližší supernova severní polokoule za poslední půlstoletí **2004dj** v galaxii NGC 2403 (3,3 Mpc) dosáhla v maximu 11,2 mag a již týden po maximu byla dle R. Beswicka aj. pozorována v radiovém pásmu 5 GHz pomocí interferometru MERLIN. Jde o vůbec nejranější pozorování radiového záření supernovy třídy SN II-P. Vzápětí se dostavilo i její rentgenové záření; prostě typická pekuliární supernova trochu vynahrazuje zklamání, že předešlá supernova tohoto typu 1987A byla viditelná očima pouze na polokouli jižní.

Jak uvedli B. Sugerman aj., díky mohutné světelné ozvěně se daří propátrat okolí supernovy **1987A** do nevídaných podrobností. Všude ve vzdálenostech 0,3 – 9 pc se nachází prachové vrstvy a bohatě strukturovaná bipolární plynná mlhovina. V mlhovině se dá rozlišit řada nápadných útvarů: *vnitřní a vnější válcové hodinové sklíčko, Napoleonův klobouk, vnější burský oříšek (2,5× protáhlejší v polárním směru než podél rovníku) severní a jižní koncentrický prstýnek a excentrický rovníkový prsten.* Hmotnost mlhoviny odhadli na 1,7 M_0. Původní červený veleobr ztrácel ročně asi 5.10^{-6} M_0, ale těsně před výbuchem supernovy se proměnil


SN 1987A

v modrého veleobra spektrální třídy B3 I o teplotě do 18 kK, svítivosti 100 kL_0 a poloměru 43 R_0. *Na místě výbuchu se však dosud nepodařilo najít žhavý bodový zdroj – vlastní neutronovou hvězdu, popř. pulsar.*

S. Zhekov aj. shrnuli nejnovější sledování **cirkumstelárního okolí** supernovy 1987A v rentgenovém pásmu pomocí družice Chandra. První optická horká skvrna ve vnějším prstenu se objevila již v r. 1995, ale *během následující dekády se prsten změnil v nádherný zářivý náhrdelník.* Od října 1999 se prsten začal zvýrazňovat také v rentgenovém pásmu a do konce r. 2004 se zjasnil o řád. Jeho teplota však přitom klesala z 26 MK na 4 MK. Rentgenově zářící plyn se rozpíná pomalu rychlostí jen 530 km/s, zatímco opticky zářící plyn expanduje zhruba čtyřikrát rychleji. Celý úkaz je vyvolán rázovou vlnou po výbuchu supernovy, která postupuje prostorem o dva řády pomaleji než elektromagnetické záření. Podle S. Parka aj. se kolem supernovy šíří dvě různé rázové vlny - rychlá, jež se projevuje tvrdým rentgenovým zářením a zbrzděná, která září v měkkém rentgenovém pásmu. Právě tato zbrzděná vlna nyní dosáhla hlavní oblasti plynné cirkumstelární mlhoviny a stává se hlavním zdrojem její vybuzení.

R. Manchester aj. využili radioteleskopu ATCA na vlnové délce 12 mm k **radiovému zobrazení** celého úkazu s rozlišením 0,45". Zatímco celkový obraz oblasti se shoduje s optickým a rentgenovým snímkem, v podrobnostech se obrazy liší. Na radiovém snímku jsou patrné jak hlavní rázová vlna tak také zpětný ráz a zejména nesouměrnost vlastního výbuchu. Podle N. Smitha aj. má tento zpětný ráz svítivost 15 L_0 a zpátečním směrem nyní proudí asi 0,002 M_0/r, což je tempo 4× vyšší než v r. 1997.

A. Pastorello aj. zjistili velkou podobnost ve vzhledu spektra mezi supernovami 1987A a 1998A v galaxii **IC 2627** (Crt; 30 Mpc). Supernova 1998A však byla podstatně svítivější, neboť její předchůdce měl hmotnost 25 M_0 (proti 20 M_0 u SN 1987A) a poloměr 85 R_0. Z toho důvodu vyvrhla supernova v souhvězdí Poháru celkem 22 M_0 (proti 18 M_0) a více izotopu ^{56}Ni – 0,11 M_0 (0,075 M_0). Vyzářila celkem čtyřikrát více energie – 6.10^{44} J oproti supernově ve Velkém Magellanově mračnu.

Pozůstatek po **Keplerově supernově** z r. 1604 (Oph) se rozpíná rychlostí 2 000 km/s a vnější okraj plynné bubliny dosáhl poloměru 2 pc. P. Ruizová-Lapuentová aj. nalezli pomocí WFPC2 HST rychle letící hvězdu spektrální třídy G1 V, která byla průvodcem **Tychonovy supernovy** z r. 1572 (Cas; 3 kpc). Vzdaluje se od pozůstatku po ní, protože při výbuchu ztratila příslušnou gravitační vazbu.

F. Aharonian aj. objevili pomocí aparatury HESS záření gama v pásmu 0,8 – 10 TeV, přicházející od pozůstatku **RX J1713-3946** (Sco; 900 pc) supernovy z r. 393 n.l. Odtud odhadli hmotnost předchůdce na 14 M_0, tj. šlo o supernovu třídy II. Týmž přístrojem také nalezli záření gama v pásmu 0,2 – 10 TeV v radiové mlhovině kolem pulsaru **J1747-28** (Sgr; 8,5 kpc). Zářivý výkon v tomto pásmu činí 2.10^{27} W, což je polovina zářivého výkonu pulsaru v Krabí mlhovině. Podobně objevili slabý zdroj záření gama od pozůstatku po supernově **RX J0852-46** (Vel). Naproti tomu se jim nezdařilo najít záření gama od historicky nejjasnější **supernovy z r. 1006** (Lup; 2 kpc). V každém případě je však poměrně překvapující, že od 17. stol. nevybuchla v naší Galaxii žádná pozorovatelná supernova, ačkoliv z nejrůznějších srovnání vychází, že četnost samotných supernov II. třídy (závěrečné stádium vývoje hvězd hmotnějších než cca 8 M_0) by měla v naší Galaxii činit minimálně jeden úkaz za 150 roků.

R. Foley aj. zkoumali pomocí spektrografu u Keckova teleskopu časový vývoj optického spektra supernovy **1997ex** (z = 0,36), kde by se už měl projevit vliv dilatace času v porovnání s podobnými supernovami v našem okolí. Pro toto srovnání použili vývoj spektra blízké supernovy **1998bw** (z = 0,085), která měla na sestupné části spektrální křivky dva dobře definované hrbolky v 18,3 a 22,7 dne po maximu. Tytéž hrboly v časech 24,9 a 30,95 dnů po maximu vykazuje i zmíněná vzdálenější supernova, což velmi dobře odpovídá dilataci času podle vztahu $t\,o = t/(1 + z)$, kde $t\,o$ je lokální interval času a t je naměřená hodnota časového intervalu pro objekt s červeným posuvem z. Výsledek přepočtu na lokální intervaly pak dává hodnoty 17,0 a 18,0 dnů, což prakticky *vylučuje domněnku, že červený posuv je způsoben „únavou" světla.*

S. van den Bergh aj. klasifikovali **604 supernov v cizích galaxiích** různých typů, z toho 212 supernov, které vzplanuly v letech 2003-04. Supernovy třídy Ia s prototypem 1991bg se nejčastěji vyskytují v galaxiích typu E a E/Sa; s prototypem 1991T pak v přechodných typech galaxií. Supernovy třídy II převládají v raných typech galaxií. Supernovy tříd Ibc a II mají vesměs velmi hmotné předchůdce. Pravou *továrnou na supernovy* lze nazvat **galaxii M83** (NGC 5236; Hya; 4,7 Mpc), v níž vzplanulo již 6 supernov (1923, 1945, 1950, 1957, 1968 a 1983), jež v maximu dosáhly 12,5 – 15 mag.

G. Meyner a A. Maeder spočítali rozsáhlou síť **vývojových modelů** rotujících velmi hmotných (>20 M_0) hvězd s různou počáteční metalicitou (Z v rozmezí 0,004 – 0,04, přičemž mezní hodnoty odpovídají situaci v Malém Magellanově mračnu a v centru Galaxie). Tyto hmotné hvězdy dosti brzy vstoupí do fáze Wolfových-Rayetových hvězd a minimální hmotnost pro tento přechod se snižuje s rychlostí rotace. Rychlost rotace však nepřímo úměrně závisí na metalicitě hvězdy, protože rostoucí metalicita má za následek vyšší tempo ztráty hmoty během hvězdného vývoje. Obecně z toho plyne, že typické hvězdy WR rotují pomalu s obvodovou rychlostí na rovníku asi 50 km/s; jedině při velmi nízké metalicitě hrozí hvězdě dokonce roztržení odstředivou silou. Příkladně hvězda se Z = 0,04 a počáteční hmotností >50 M_0 skončí jako supernova s hmotností 5 – 7,5 M_0. Pokud však má Z = 0,004, tak je její hmotnost 17 – 29 M_0. *Výsledek velmi dobře souhlasí s pozorovanou četností supernov Ib/Ic vůči supernovám třídy II.*

K. Kohri aj. se vrátili k řešení kardinálního problému **teorie supernov II. třídy**, na který upozornili již S. Colgate a R. White v r. 1966, když počítali hroucení hmotné hvězdy, která předešlými termonukleárními reakcemi dospěla k vytvoření železného jádra: *následná exploze se totiž zastaví dříve, než dojde k výbuchu supernovy!* Problém spočívá v tom, že vnější vrstvy hvězdy se sice řítí volným pádem na železnou pecku v jádře, ale kvůli velkému momentu hybnosti utvoří akreční disk, který krouží kolem pecky a zabrzdí rázovou vlnu, postupující směrem ven. Podle novějších výpočtů mohou tento akreční pat údajně rozlousknout neutrina, která odnášejí přebytečný moment hybnosti v podobě hvězdného větru o energii až 10^{44} J. Tím se pro vhodně vyladěné parametry exploze daří obnovit rázovou vlnu a v akrečním disku proběhne kýžené slučování těžkých prvků od mědi po uran procesem r (rychlé zachycování neutronů), takže supernova doopravdy vybuchne, jenže pořád se neví, zda jsou zmíněné modely dostatečně realistické.

B. Fields aj. si všimli, že v zemské kůře pod dny oceánů se nachází 100x větší **koncentrace radioaktivního izotopu ^{60}Fe** s poločasem rozpadu 2,2 Mr jakož i přebytek manganu. To lze vysvětlit tím, že zhruba před 3 mil. let vybuchla v našem okolí ve vzdálenosti 15 –120 pc supernova. Pokud je tato domněnka správná, měl by se v téže vrstvě najít také přebytek ^{182}Hf a ^{244}Pu, takže *nejlepší cestou k poznání chemického složení nitra supernov by se stala výprava na dno pozemských oceánů.*

Merkúr má asi plastické jadro

Planetológovia zistili, že Merkúr sa počas otáčok zachvieva. Inými slovami, jeho os sa nepatrne vychyľuje z boka na bok. Z analýzy údajov troch pozemských rádioteleskopov vyplynulo, že planéta má tekuté jadro. Údaje s presnosťou 1:100 000 prezradili, že vnútro Merkúra je oddelené od plášťa, čo je silný dôkaz toho, že jadro je mäkké, plastické.

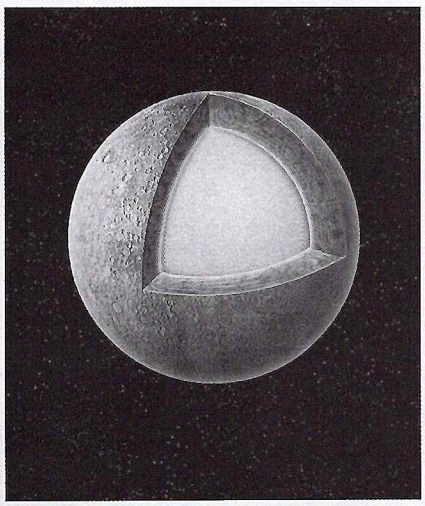
Jean-Luc Margot z Cornellovej univerzity, dvojica Martin Slade a Ray Jurgens z Jet Propulsion Laboratory (JPL) a Igor Holin z Inštitútu pre výskum vesmíru v Rusku uverejnili svoj objav v prvom aprílovom čísle Science.

Väčšina teórií formovania Merkúra tvrdí, že Merkúr má pevné, kompaktné jadro, ktorého hlavnou zložkou je železo. Jadro, pôvodne tekuté, plastické, v priebehu miliárd rokov vychladlo, stvrdlo. Podľa niektorých teórií prítomnosť síry a iných stopových prvkov premiešaných so železom však chladnutie mohla spomaliť, takže ani vonkajšia časť jadra celkom nestvrdla.

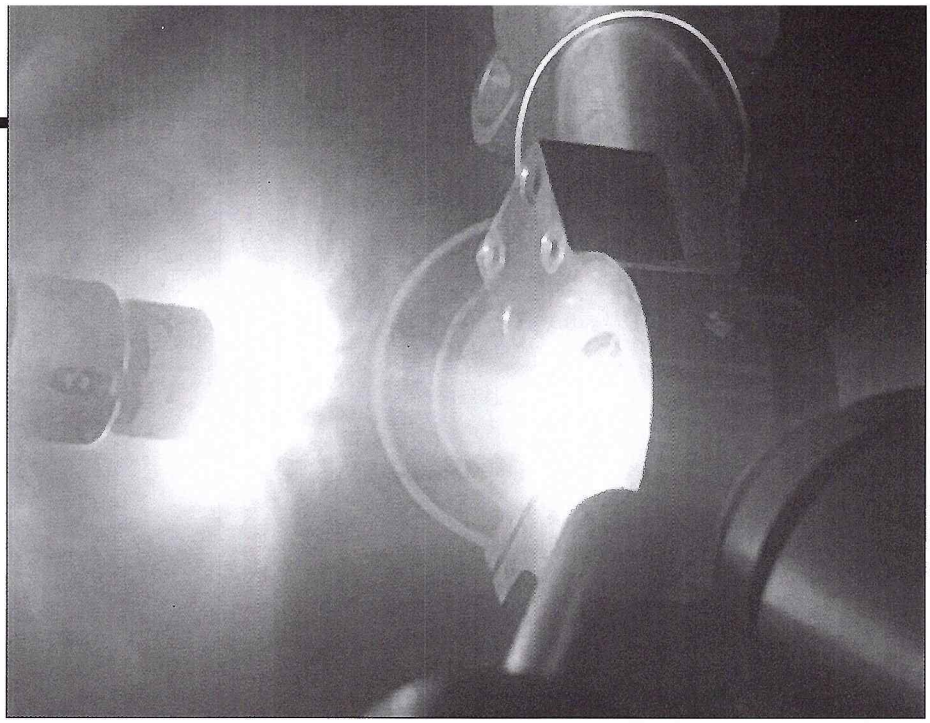
Údaje, ktoré zhromaždili Margot a jeho kolegovia, podporili druhú teóriu. Vyplýva z nich, že prinajmenšom časť Merkúrovho jadra je plastická a naozaj obsahuje aj malé množstvo síry.

Astronómovia študovali Merkúr pomocou troch rádioteleskopov: radarové signály vysielali z Arecibo Observatory v Portoriku, (ide o súčasť Astronomy and Ionosphere Center), z ďalekohľadu Roberta C. Byrda v Green Banku a zo 70-metrovej antény NASA/JPL v Goldstone. Odrazené signály potom starostlivo analyzovali. Zistili, že amplitúda vychyľovania rotačnej osi Merkúra je o 100 % väčšia, ako sa očakávalo pri telese s pevným jadrom, ale presne zodpovedá správaniu sa telesa s pevným plášťom a tekutým jadrom.

Science



Takto vyzerá štruktúra Merkúra: veľké plastické jadro, v ktorom prevláda železo s prímesami síry, obaľuje pevný plášť.



Keď laser premení kúsok diamantu na paru, vznikne rázová vlna. Tá vyprodukuje tlak 10 miliónov atmosfér, väčší ako panuje v jadre Zeme. Experiment uskutočnili na laserovom zariadení Omega (University of Rochester) v štáte New York.

Tlak v jadre obrích planét

Výskumníci skombinovali diamantové kovadliny (anvils') so silnými lasermi. Tak vyvinuli techniku, ktorá umožňuje stlačiť materiály 100- až 1000-násobne viac, ako bolo možné doteraz. Aj v laboratórnych podmienkach tak možno vyvinúť tlaky, ktoré panujú v jadrách obrích planét.

Podobné tlaky sa doteraz dosiahli iba pri podzemných skúškach jadrových zbraní.

„Nová technika nám umožní pochopiť chemické reakcie nielen v extrémnych podmienkach vo vnútre obrích planét, ale aj v najrozličnejších exotických planétach," vraví Raymond Jeanloz, planetológ z Kalifornskej univerzity v Berkeley.

Jeanloz spolu s kolegami vyvinuli predbežne tlak 10 miliónov atmosfér. Použili pritom 30-kilojoulový ultrafialový laser Omega z Laboratória pre laserovú energetiku v New Yorku. Počas najbližšieho experimentu použijú silnejší, 2-megajoulový laser a očakávajú, že dosiahnu tlak vyše miliardy atmosfér.

Jeanloz už pred 25 rokmi vyvíjal bunky z diamantových kovadliniek, ktoré dokázali stlačiť tekutiny i pevné látky pod tlakom 4 až 5 miliónov atmosfér, vyšším, než panuje v strede Zeme. Pomocou diamantových kovadliniek môžu byť teplota a tlak ľubovoľne kombinované, pričom vedci môžu študovať stlačené vzorky dostatočne dlhý čas.

Rázové vlny indukované laserom môžu vyprodukovať desiatky miliónov atmosfér, ale iba na zlomok sekundy, aj to iba pri extrémne vysokých teplotách. Lasery s takým výkonom sú veľké ako dom.

„Skombinovaním kovadliniek a laserov vieme dosiahnuť väčšie tlaky a oveľa väčšie hustoty ako pri využití iba jednej z týchto techník," vraví Jeanloz. „Vysoká hustota je dôležitá, pretože iba tak môžeme pochopiť, čo sa stane, keď sa atómy k sebe priblížia, a porovnať naše pozorovania s matematickými výpočtami. Navyše kombinovaná metóda dovoľuje meniť teplotu v širokom diapazóne, bez ohľadu na hustotu! To metódou laserom indukovanej rázovej vlny nedokážeme."

Nová technika otvorila vedcom dvere do neznámej oblasti chémie. Materiál sa pod tlakom miliónov atmosfér dramaticky mení. Nevodivý materiál sa premení na kov, či dokonca na supervodič. Prvky pozmenené vysokým tlakom by sa usporiadali do celkom inej periodickej tabuľky. Menia sa chemické väzby, menia sa vlastnosti materiálu.

Pokusy s diamantovými kovadlinkami vyústili do významných objavov, týkajúcich sa materiálu vo vnútri našej planéty. Ukázalo sa, že prevládajúcim materiálom v plášti Zeme je perovskit, kombinácia horčíka, kremíka a kyslíka, ktorý sa sformuje iba pod vplyvom tlaku nad 100 000 atmosfér. Jeanloz pomocou podobných pokusov dokázal, že skalnatý plášť Zeme sa prelnie do jadra z tekutého kovu v hĺbke 1 800 kilometrov. Tam leží hranica medzi plášťom a jadrom.

Záujem o čoraz vyššie tlaky zvyšuje medzi astronómami konjunktúra exoplanét. Väčšinu z 240 doteraz objavených cudzích svetov predstavujú obrie planéty, oveľa väčšie ako Jupiter.

„V jadre Jupitera je tlak okolo 70 miliónov atmosfér. Exoplanetárni obri by však mali mať v jadrách tlaky niekoľko stoviek miliónov až miliardu atmosfér."

V diamantovej kovadlinke jednoduchá vzorka, tekutá či pevná, je stlačená medzi dvoma diamantmi. Vtedy niekoľko laserových pulzov zasiahne jeden z diamantov a premení ho na paru. Tak vznikne rázová vlna, ktorá materiál ešte viac stlačí. Vplyv rázovej vlny trvá 1 až 2 nanosekundy. Dosť času na to, aby sa stihli detegovať vlastnosti materiálu vo vzorke, či už ide o vodík a hélium, hlavné zložky obrích planét a hviezd, alebo o prvky, tvoriace terestrické planéty.

National Academy of Sciences

Družica Gravity Probe B testovala všeobecnú teóriu relativity

Albert Einstein, autor všeobecnej teórie relativity, predpovedal, že hmotné teleso spôsobí distorziu priestoročasu, známu ako geodetický efekt. Priestoročas sa zakriví podobne ako vystretá sieť, keď do jej stredu položíme ťažkú guľu.

Rakúski fyzici Joseph Lense a Hans Thirring predpovedali v roku 1918 ďalší efekt odvodený zo všeobecnej teórie relativity (Lense-Thirringov efekt), pri ktorom rotujúci hmotný objekt deformuje priestoročas v blízkosti objektu v smere svojej rotácie, vytvárajúc mierny vír, pričom dochádza k vlečeniu vzťažnej sústavy (frame-dragging). Efekt je známy aj ako gravitomagnetický efekt. Deformovaný priestoročas je totiž podobný magnetickému poľu produkovanému rotujúcou nabitou guľou. Ak nahradíme náboj hmotnosťou, z magnetizmu sa stane gravitomagnetizmus.

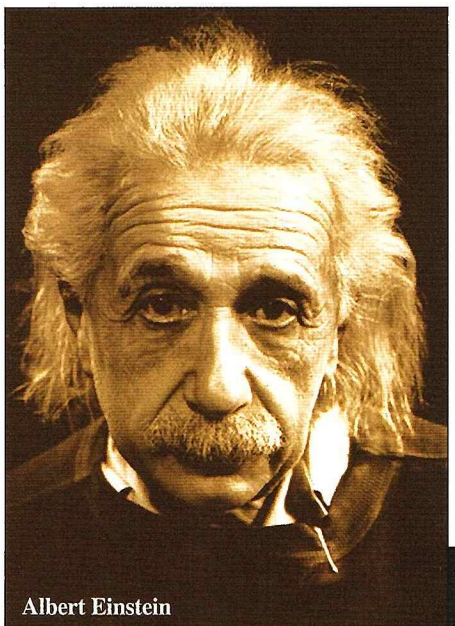
V dôsledku tohto efektu hodiny, pozorované vzdialeným pozorovateľom, tikajú najrýchlejšie vo vzťažnej sústave, ktorá rotuje s objektom. Vzdialený pozorovateľ zistí, že svetelný signál, pohybujúci sa v smere rotácie objektu, sa pohybuje rýchlejšie ako v opačnom smere.

Lense-Thirringov efekt je neobyčajne malý, takže ho možno najlepšie detegovať u veľmi hmotných objektov. V novembri 1997 astronómovia využitím pozorovaní družice Rossi X-ray Timing Explorer (RXTE) predložili astrofyzikálny dôkaz existencie tohto efektu u röntgenových zdrojov žiarenia GRS 1915+105 a GRO J1655-40. V oboch prípadoch ide o dvojhviezdy, pri ktorých prúdiaca hmota z normálnej hviezdy vytvára akréčny disk špirálujúci do horizontu udalostí čiernej diery. Precesia disku je vyvolaná gravitomagnetickým efektom. Pozorované vlastnosti relativistických tryskových javov aktívnych galaktických jadier a kvazarov, v centre ktorých sa nachádza superhmotná čierna diera, taktiež podporujú existenciu tohto efektu.

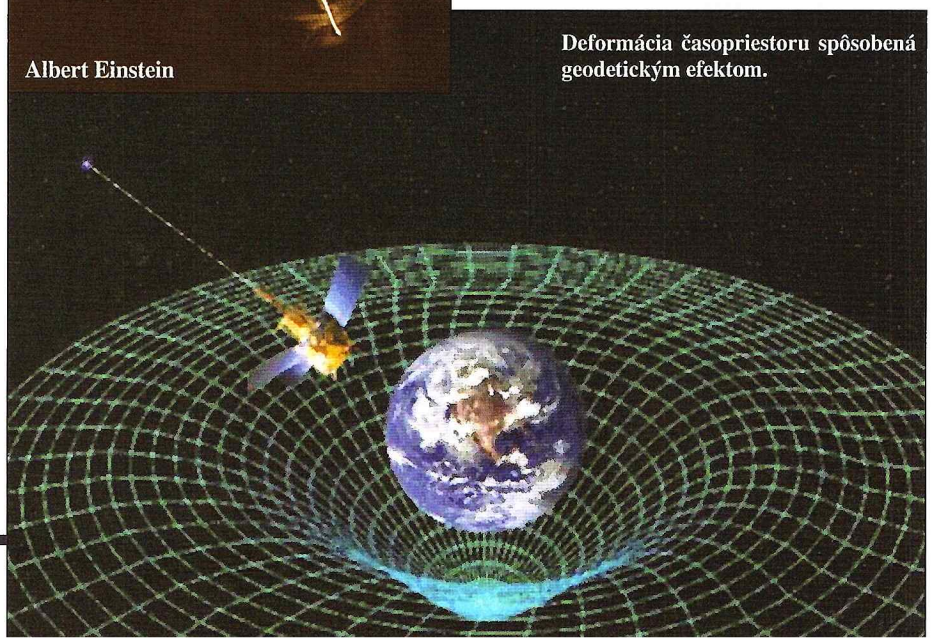
Gravitomagnetický efekt spôsobuje aj precesiu dráh umelých družíc Zeme a kolísanie osi gyroskopu na dráhe okolo Zeme. Na zmeranie efektu využitím gyroskopu bolo potrebné vyvinúť mimoriadne citlivé zariadenie SQUID. Idea je založená na tom, že rotujúci gyroskop na dráhe okolo Zeme má rotačnú os nasmerovanú k nejakej vzdialenej hviezde, ktorá predstavuje pevný referenčný bod. Ak nebudú pôsobiť vonkajšie sily, os gyroskopu bude stále smerovať k tomuto bodu. Deformácia priestoročasu spôsobená hmotnosťou (geodetický efekt) a rotáciou Zeme (gravitomagnetický efekt) je príčinou toho, že smer osi gyroskopu sa bude v priestore meniť. Podľa Einsteinovej teórie relativity geodetická deformácia lokálneho priestoročasu v blízkosti Zeme spôsobí, že rotačná os gyroskopu sa v rovine dráhy družice posunie o 6,606 uhlových sekúnd za rok. Gravitomagnetická deformácia priestoročasu v dôsledku rotácie Zeme spôsobí, že os gyroskopu sa posunie o 0,039 uhlovej sekundy za rok, čo predstavuje šírku ľudského vlasu pozorovanú zo vzdialenosti 400 m. Očakávaná presnosť merania bude lepšia ako 0,005 uhlovej sekundy za rok.

S projektom zmerania Lense-Thirringovho efektu využitím družice Gravity Probe B (GP-B) prišli profesori Stanfordskej univerzity Leonard Schiff, Wiliam Fairbank a Robert Canon už v r. 1959. Od roku 1964 ho podporuje NASA. Hoci koncept experimentu je pomerne jednoduchý – využíva hviezdu, ďalekohľad a 4 rotujúce guľôčky, trvalo vyše 40 rokov a spotrebovalo sa 760 miliónov dolárov na vývoj nutných technológií spojených s experimentom a spracovaním nameraných údajov. Štyri gyroskopy na palube GP-B sú najpresnejšie sféry, aké kedy ľudstvo vyrobilo. Tieto guľôčky veľkosti stolnotenisovej loptičky s priemerom 3,75 cm, zložené z roztaveného kremeňa a kremíka, sa líšia od perfektnej sféry v rozsahu 40 atómových vrstiev. Znamená to, že ak by sme zväčšili guľôčku na veľkosť Zeme, nerovnosti by boli menšie ako 3,7 m. Ak by guľôčky neboli také perfektne sférické, ich os by sa kolísala aj bez gravitomagnetického efektu, čo by narušilo experiment.

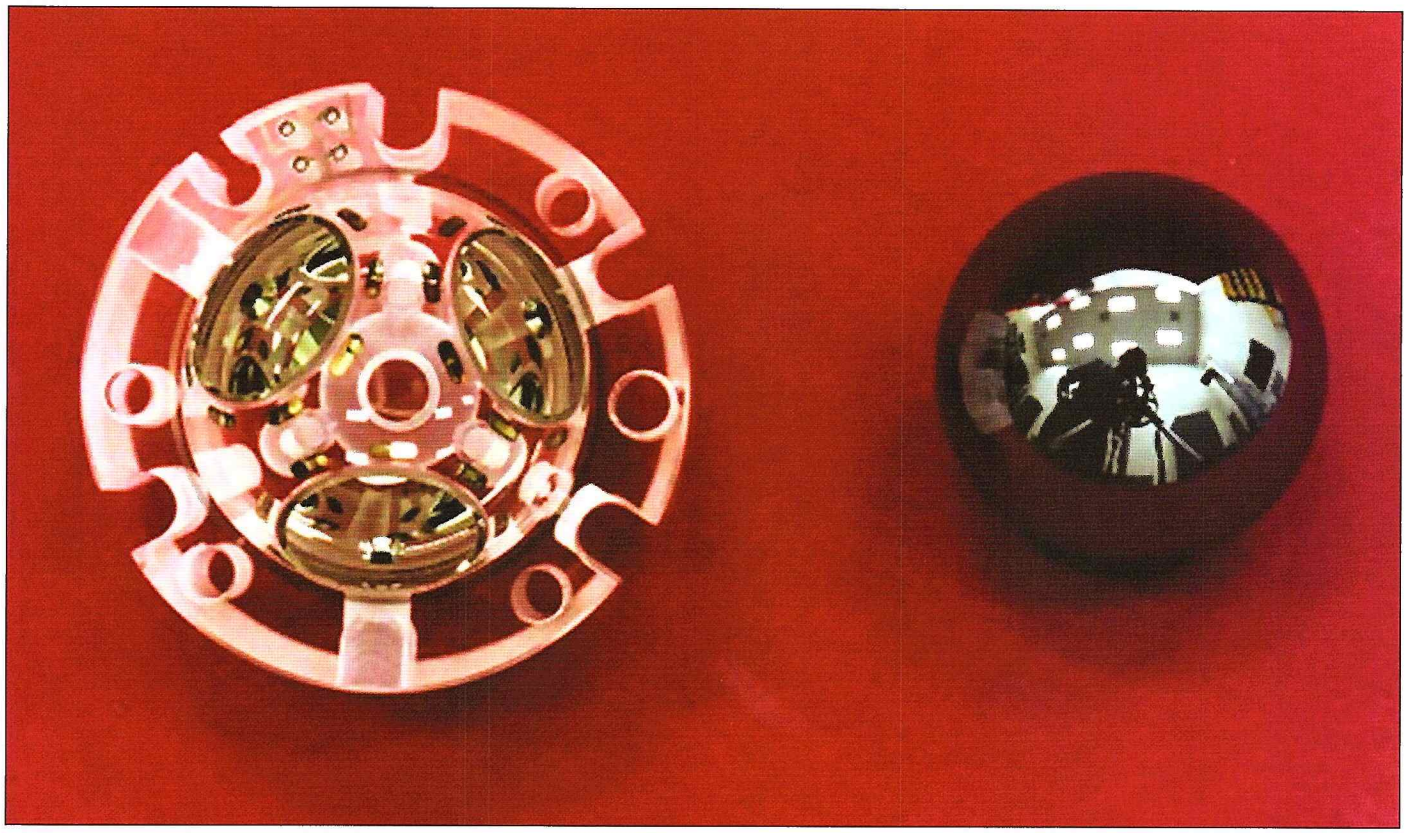
Gyroskopy musia byť umiestnené vo vákuu a musia byť chránené pred magnetickým poľom



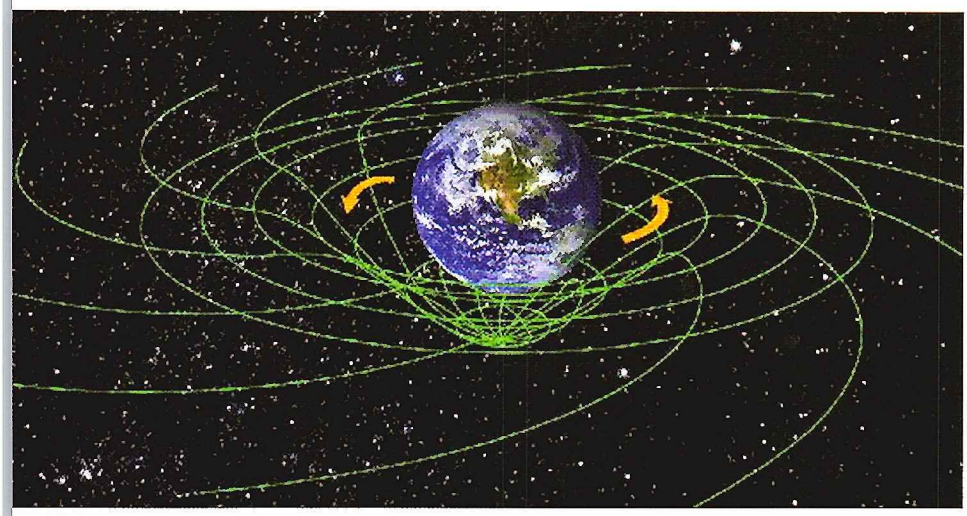
Albert Einstein



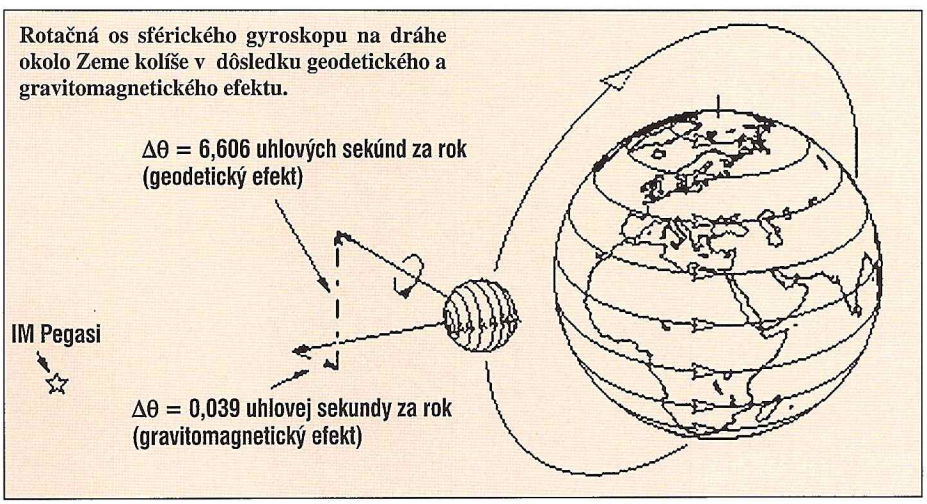
Deformácia časopriestoru spôsobená geodetickým efektom.



Rotor a guľôčka gyroskopu.



Deformácia časopriestoru spôsobená gravitomagnetickým efektom.



Zeme, pretože slabý magnetický signál z gyroskopov je použitý na detekciu dôležitých zmien uhla ich rotačných osí. Gyroskopy, vložené do olovených vakov, sú umiestnenné vo vnútri veľkého kryogenického kontajnera (termosky), v ktorom sa nachádza 1818 litrov kvapalného hélia. Hélium chladí olovené vaky na teplotu 1,7 K. Pri tejto teplote je olovo supravodivé a blokuje magnetické pole Zeme. Magnetické pole vo vnútri vakov nepresahuje 3 mikrogaussy, čiže je približne rovnaké ako v medzihviezdnom priestore.

Družica GP-B bola vypustená zo základne vzdušných síl Vandenberg v Kalifornii 20. apríla 2004. Družica obieha Zem na polárnej dráhe vo výške 640 km. Experiment sa začal po 4-mesačnej inicializácii a kontrole prístrojov, počas ktorej 4 gyroskopy boli rozrotované na rýchlosť 4000 otáčok za minútu a ich osi boli nasmerované na hviezdu IM Pegasi. Od augusta 2004 do 29. septembra 2005, keď došlo k vyčerpaniu kvapalného hélia na palube, družica vyslala viac ako terabyte experimentálnych údajov do operačného strediska GP-B misie v Stanforde. Hneď potom začala analýza získaných údajov z gyroskopov družice, ktorá potvrdila geodetický efekt všeobecnej teórie relativity s presnosťou lepšou ako 1 %. Gravitomagnetický efekt je ale 170-krát menší ako geodetický efekt a očakávame jeho potvrdenie s presnosťou lepšou ako 13 %. Aj keď detailná analýza údajov potrvá až do decembra 2007, je takmer isté, že výsledky experimentu budú v zhode s predpoveďou všeobecnej teórie relativity.

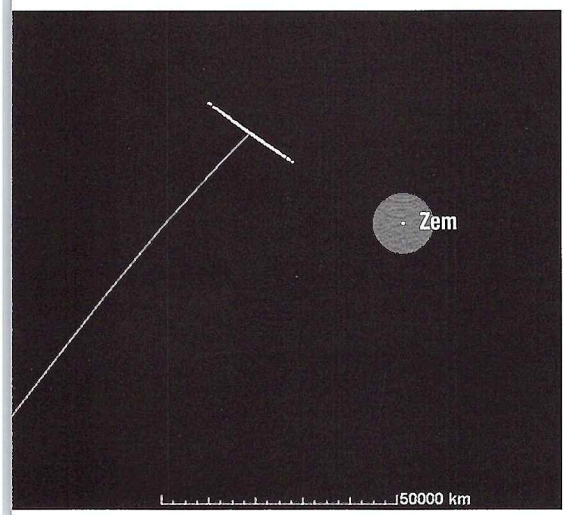
Podľa materiálov Gravity Probe B spracoval Drahomír Chochol

LEONARD KORNOŠ /

APOPHIS:

nebezpečenstvo zatiaľ nehrozí

Počas vianočných sviatkov v roku 2004 blízkozemský asteroid 2004 MN_4 znepokojil širokú astronomickú komunitu, pretože prvé riešenia dráhy naznačovali nezanedbateľnú možnosť zrážky približne 400-metrového telesa so Zemou v roku 2029. Následky zrážky by boli nepredstaviteľné. Ďalšie pozorovania našťastie úplne vylúčili túto možnosť, ale neistota v nasledujúcich rokoch, najmä v roku 2036, však stále trvá a priťahuje veľkú pozornosť odbornej a laickej verejnosti. Planétka má v súčasnosti pridelené definitívne katalógové číslo 99942 a na návrh objaviteľov dostala pomenovanie Apophis.



Tesné priblíženie Apophisu k Zemi v roku 2029. Biela čiara vyznačuje chybu určenia tesného preletu vypočítaného ešte v roku 2005. V súčasnosti je chyba len 574 km.

Meno Apophis pochádza z gréckeho prekladu mena boha Ničiteľa, ktorý sídli vo večnej temnote podsvetia a každý deň sa pokúša pohltiť slnečnú loď boha (*Ra*) a ľudstvo tak zbaviť životodarného Slnka. Apophis (Apep) tiež velí armáde démonov trápiacich ľudí.

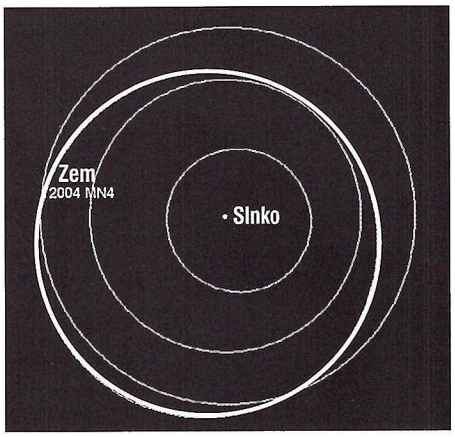
Apophis patrí do skupiny blízkozemských asteroidov typu Aten, to znamená, že veľkú polos dráhy má menšiu ako 1 AU a väčšinu času pri obehu okolo Slnka trávi vo vnútri dráhy Zeme. Apophis sa pohybuje po málo sploštenej elipse takmer v rovine ekliptiky a jeden obeh trvá 323 dní. Na základe optických pozorovaní sa jeho rozmer odhaduje na 410 m, z pozorovaní v infračervenom obore vychádza okolo 320 m. Najnovšie polarimetrické pozorovania, ktoré v časopise Icarus prezentovali Delbo a kol. (2007), dávajú rozmer Apophisu 270 ± 60 metrov a albedo 0,33. Prvé predbežné výsledky fotometrických pozorovaní z viacerých observatórií udávajú rotačnú periódu 30,5 hodiny.

(9942) Apophis – elementy dráhy a fyzikálne charakteristiky

a	(veľká polos)	0,9222613 AU
q	(perihéliová vzdialenosť)	0,7460542 AU
e	(excetricita)	0,1910598
i	(sklon dráhy)	3,33131°
ω	(argument šírky perihélia)	126,38540°
Ω	(dĺžka výstupného uzla)	204,45928°
P	(obežná doba)	0,89 rok
H	(absolútna magnitúda)	19,2
rozmer		0,270 km
rotačná perióda		30,5376 hod.
albedo		0,33

Tab. (9942) Apophis – elementy dráhy (2000,0) a niektoré fyzikálne charakteristiky.
(Minor Planet Center, European Asteroid Research Node)

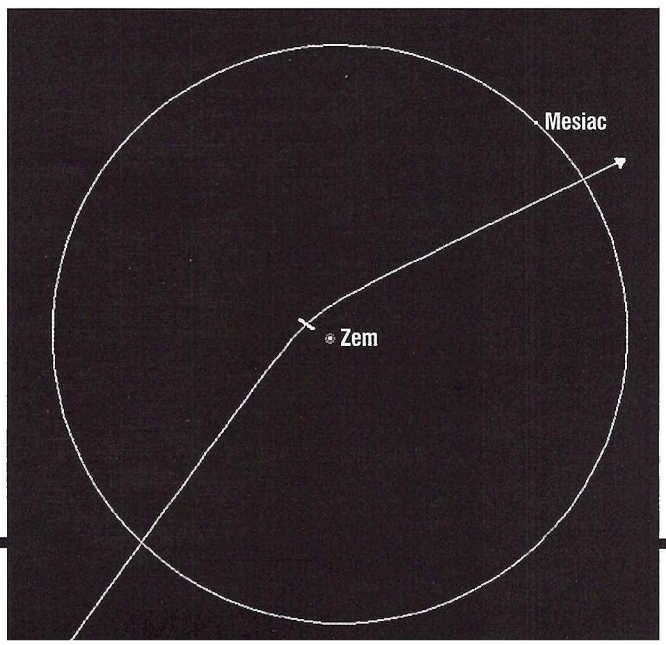
Planétku (99942) Apophis objavili 19. júna 2004 R. Tucker, D. Tholen a F. Bernardi na observatóriu Kitt Peak, Arizona, v rámci projektu UHAS (University of Hawaii Asteroid Survey) pomocou ďalekohľadu Bok s priemerom 2,3 m. Asteroid bol pozorovaný len dve noci po sebe s malou astrometrickou presnosťou a dostal predbežné označenie 2004 MN_4. Dráhu zatiaľ nebolo možné vypočítať a asteroid sa stratil. Planétku znova pozoroval G. Garrad 18. decembra 2004 v rámci programu Siding Spring Survey na rovnomennom observatóriu v Novom Južnom Walese v Austrálii. Od tohoto momentu sa asteroid zaradil medzi potenciálne nebezpečné telesá (PHA – Potentially Hazardous Asteroids). Na základe len 1,7-dňového oblúka decembrových pozorovaní varovný systém Sentry, Jet Propulsion Laboratory, zaznamenal možnú zrážku so Zemou 13. apríla 2029 s pravdepodobnosťou 2×10^{-4}. Keď sa podarilo spojiť objavové pozorovania z júna s decembrovými do jednej dráhy, pozorovaný oblúk sa predĺžil na 6 mesiacov a potvrdil pravdepodobnosť impaktu v roku 2029. David Tholen znovu pozorne premeral júnové snímky a analyzoval predošlé chyby merania. Medzitým sa v decembri podarilo získať rad ďalších pozorovaní a pravdepodobnosť impaktu sa postupne zvyšovala až na 2,7 %, planétka tak na desaťdielnej Turínskej škále dosiahla stupeň 4. Ak by ku kolízii asteroidu so Zemou skutočne došlo, pri stretávacej rýchlosti 12,59 km/s by sa uvoľnila energia približne 850 megaton TNT, čo by znamenalo devastáciu územia s rozlohou tisícov kilometrov štvorcových. Rozsah škôd závisí okrem rýchlosti aj od zloženia asteroidu, miesta a uhla dopadu. Pre porovnanie môžeme spomenúť, že počas dopadu Tunguzského telesa sa odhadom uvoľnilo 10 – 20 Mt a pri výbuchu sopky Krakatoa v roku 1883 okolo 200 Mt TNT.



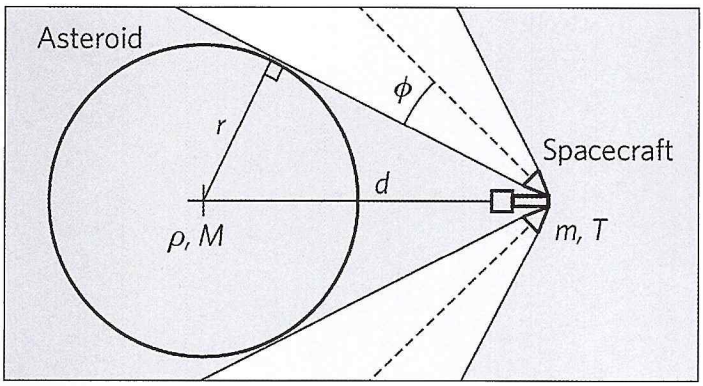
Náčrt dráhy asteroidu Apophis v Slnečnej sústave. Dráha asteroidu (vyznačená hrubšou linkou) je prevažne vnútri dráhy Zeme.

Našťastie ešte 27. decembra 2004 sa v archíve prehliadkového projektu Spacewatch, Kitt Peak, našli predobjavové snímky z marca 2004, ktoré opäť predĺžili pozorovaný úsek dráhy telesa a úplne vylúčili možnosť zrážky v roku 2029.

Aj keď hrozba zrážky pominula, výpočty ukázali, že planétka preletí popri Zemi veľmi tesne. Pôvodná minimálna vzdialenosť telesa od



Prelet asteroidu Apophis vo vnútri dráhy Mesiaca počas tesného priblíženia v roku 2029. Dráha asteroidu voči Zemi je hyperbola.



Schematický náčrt princípu gravitačného ťahača. Družica pomocou raketových motorov udržiava stálu vzdialenosť od asteroidu. Výtrysk plynov z raketových motorov musí smerovať bokom od asteroidu, aby sa nezoslabil gravitačný ťah.

stredu Zeme bola určená na 10,1 ± 2,6 polomerov Zeme. Neskoršie radarové pozorovania 300 m rádioteleskopom v Arecibo, Portoriko, z konca januára 2005 významne spresnili dráhu a posunuli tesný prelet ešte bližšie, do oblasti geostacionárnych družíc. Optické pozorovania pokračovali až do júla 2005, keď asteroid prešiel na dennú oblohu. Ďalšie rádiolokačné merania zo 7. augusta 2005 opäť prispeli k spresneniu geometrie preletu v roku 2029 a vzhľadom na tesné priblíženia k Zemi v rokoch 2035, 2036 a 2037 ostala planétka na hodnote 1 Turínskej stupnice, to znamenalo, že vyžaduje systematické pozorovanie.

Na základe zatiaľ posledných radarových pozorovaní, ktoré uskutočnili L. A. M. Benner, L. D. Giorgini a S. J. Ostro z JPL 6. mája 2006 na observatóriu v Arecibo, sa najtesnejšie priblíženie v roku 2029 upresnilo na hodnotu 5,93 ±0,09 zemského polomeru od stredu našej planéty, t. j. na 38 141 ±574 km nad zemským povrchom. Zahrnutím všetkých optických aj radarových pozorovaní sa riziko zrážky v roku 2036 takmer vylúčilo, a preto sa na Turínskej stupnici planétka presunula na hodnotu 0. Pravdepodobnosť, že zrážka v roku 2036 nastane, je dnes 1:45000.

Počiatočný rozruch okolo možného impaktu nového nájdeného telesa a neskôr podstatné zníženie alebo úplné vylúčenie rizika zrážky, je zatiaľ našťastie bežný priebeh vývoja histórie väčšiny potenciálnych kríživačov Zeme. V súčasnosti pracujú vo svete dva varovné systémy: Sentry, ktorý je prevádzkovaný pod hlavičkou NASA, Jet Propulsion Laboratory a CLOMON2, ktorý je časťou NEODyS a je spravovaný univerzitami v Pise, Taliansko a Valladolid, Španielsko.

Blízkozemské asteroidy kladú väčšie nároky na získavanie pozorovaní. Na rozdiel od asteroidov Hlavného pásu nie sú pozorovateľné aj niekoľko rokov. Najmä telesá zo skupiny Aten trávia väčšinu času na dennej oblohe. Na nočnej oblohe vďaka rýchlejšie sa meniacej geometrii Slnko – Zem – asteroid mávajú veľký uhlový pohyb, výrazne menia svoju jasnosť a pomerne rýchlo sa strácajú z dosahu pozemských prístrojov. Preto obmedzený počet pozorovaní často nedovoľuje dostatočne presne určiť ich dráhu.

Najčastejšie sa stáva, že nové objavené blízkozemské teleso je umiestnené na stránkach oboch varovných systémov, ale spravidla po získaní ďalších pozorovaní sa riziko zrážky podstatne zníži alebo úplne vylúči. Takto sa každý mesiac môže dočasne dostať na stránky niekoľko telies, niektoré sú z nich neskôr odstránené. Stránky obsahujú aj stratené telesá, ktorých dráha sa upresní až po úspešnom znovuobjavení takéhoto telesa.

Ako funguje celý proces výpočtu pravdepodobnosti ohrozenia? Získanými optickými a radarovými pozorovaniami telesa sa prekladá nominálna dráha, to je dráha, ktorá s najmenšími chybami vyhovuje pozorovaniam. Ale existuje celý súbor mierne odlišných dráh, ktoré v rámci požadovanej presnosti tiež sedia s pozorovaniami. Celý zväzok dráh predstavuje oblasť nepresnosti okolo nominánej dráhy a skutočná dráha telesa, dúfame, sa nachádza niekde medzi nimi. Nominálna dráha telesa sa potom spolu s celou sadou blízkych dráh prepočítava do budúcnosti na niekoľko desaťročí. Na každú z dráh pôsobia mierne odlišné gravitačné a negravitačné sily a ich ďalší vývoj bude rozdielny. Takto existuje pomerne široký rozsah budúcich dráh, ktoré vyhovujú získaným pozorovaniam a niektoré z nich môžu predstavovať priamu zrážku so Zemou.

Hneď ako pribudnú nové pozorovania pre niektoré teleso zo zoznamu PHA, opakuje sa v oboch centrách, Sentry a CLOMON2, celý proces výpočtu dráhy a pravdepodobnosti ohrozenia Zeme v blízkej budúcnosti.

Ale vráťme sa naspäť k Apophisu. Tesný prelet okolo Zeme v roku 2029 významne zmení dráhu asteroidu. Pôvodne dráha typu Aten sa zmení na typ Apollo, to znamená, že veľká polos narastie nad 1AU a asteroid väčšinu času strávi na vonkajšej strane dráhy Zeme. Tesný prelet v rámci chýb poskytuje množstvo následných veľkých polosí, z nich niektoré vedú k rezonančným návratom k Zemi s možnou kolíziou po roku 2029. Napríklad ak sa Apophis po tesnom prelete dostane do rezonancie 6:7 so Zemou, bude na dráhe s periódou 426 dní a obe telesá sa vrátia na to isté miesto v priestore v roku 2036, asteroid po šiestich obehoch a Zem po siedmich. Preto rezonančné dráhy predstavujú významný rizikový faktor.

Či sa asteroid dostane na rezonančnú dráhu, nám pomáhajú určiť oblasti, nazývané v odbornej literatúre *keyholes* (voľne preložené ako *kľúčová oblasť*), ktorými teleso môže prejsť počas okamihu najtesnejšieho preletu okolo Zeme. Ak stredom Zeme preložíme rovinu kolmú na dráhu asteroidu v okamihu najtesnejšieho priblíženia (*target plane*), kľúčové oblasti sú malé časti z celkovej plochy na tejto rovine, ktorou v rámci neistoty dráhy môže asteroid prejsť. Ak asteroid prejde kľúčovou oblasťou - keyhole, dostane sa na rezonančnú dráhu s planétou. Vďaka veľmi tesnému priblíženiu Apophisu v roku 2029 kľúčové oblasti majú malý rozmer, len okolo 600 m. Preto potrebujeme čo najpresnejšie poznať polohu telesa v okamihu najtesnejšieho priblíženia k Zemi, aby sme s určitou spoľahlivosťou mohli povedať, či teleso prejde niektorou kľúčovou oblasťou a dostane na rezonančnú dráhu alebo nie.

Pre Apophis existuje niekoľko takýchto primárnych rezonančnch riešení po roku 2029. Z nich najvýznamnejší je návrat v roku 2036. Navyše z týchto riešení môžu vznikať ďalšie sekundárne rezonančné dráhy, ale aj nerezonančné kolízne dráhy.

Malé plochy kľúčových oblastí majú aj svoju výhodu, pretože nastávajúcej zrážke so Zemou by sa dalo jednoducho zabrániť posunutím dráhy asteroidu mimo oblasti prechodu touto kritickou plochou. Je to oveľa jednoduchšie, ako odsunúť asteroid z priamej kolíznej dráhy.

Je potrebné uvážiť niekoľko aspektov, aby sme úplne postihli celú komplexnú situáciu, ktorú Apophis predstavuje. Ako sme ukázali vyššie, životne dôležité je zistiť, ako presne dokážeme určiť tesný prechod v roku 2029 zahrnutím rôznych typov pozorovaní, ktoré v budúcnosti môžeme ešte získať. Optické pozorovania závisia od elongácie a limitnej magnitúdy ďalekohľadu. Do roku 2029 nastane viacero pozorovacích okien pre väčšie prístroje s dosahom do 23. mag. Pre menšie prístroje s limitom pod 20. mag. budú k dispozícii len dve okná, začiatkom rokov 2013 a 2021.

Radarové pozorovania sú o jeden až dva rády presnejšie ako optické, preto budú veľmi dôležité. Príležitosť nastane v najmä v rokoch 2013 a 2021, prevažne pre radar v Arecibo, ktorý je schopný detegovať objekty do vzdialenosti 0,3 AU.

Uvažuje sa aj o misii k Apophisu. Bývalý astronaut projektu Apollo a súčasný prezident nadácie B612 R. L. Schweickart navrhol poslať k asteroidu družicu a umiestniť na jeho povrch radarový transpondér, vďaka ktorému by sa s presnosťou na 2 m dala sledovať poloha ťažiska telesa.

Dôležitým efektom, ovplyvňujúcim našu znalosť o geometrii tesného priblíženia v roku 2029, je Jarkovského efekt, ktorý mierne mení dráhu malého telesa pri obehu okolo Slnka. Princíp efektu spočíva v tom, že asteroid rotujúci okolo vlastnej osi prijíma slnečné žiarenie na privrátenej, dennej strane. Keďže materiál povrchu asteroidu má určitú tepelnú zotrvačnosť, kým dôjde k uvoľneniu prijatej energie, pôvodne privrátená strana sa pootočí a žiarenie unikne už na nočnej strane asteroidu. Infračervené fotóny pôsobia na asteroid raketovým efektom podobne ako vo fotónovej rakete.

Keď asteroid rotuje prográdne, teda v smere obehu okolo Slnka, jeho rýchlosť, a tým aj veľká polos (a tiež obežná doba) sa zväčšuje, keď teleso rotuje retrográdne, rýchlosť a veľká polos sa zmenšuje.

Jarkovského efekt by mohol pre Apophis predstavovať postupnú zmenu dráhy od dnes do roku 2029 rádovo v kilometroch, čo je však práve kvôli veľmi malým plochám keyholes rozhodujúce. Problémom pri predpovedi je fakt, že nepoznáme sklon osi rotácie asteroidu, aby

sme mohli modelovať vplyv Jarkovského efektu. Sklon osi má podstatný význam pre účinnosť efektu, pretože pokiaľ os leží v blízkosti roviny obehu okolo Slnka, teda asteroid sa gúľa podobne ako planéta Urán, účinok Jarkovského efektu je zanedbateľný. Keď je os kolmá na rovinu obehu, účinok efektu je najväčší. Ďalšie dva parametre dôležité na určenie veľkosti Jarkovského efektu, objemovú hustotu a tepelnú vodivosť povrchu, zatiaľ nepoznáme.

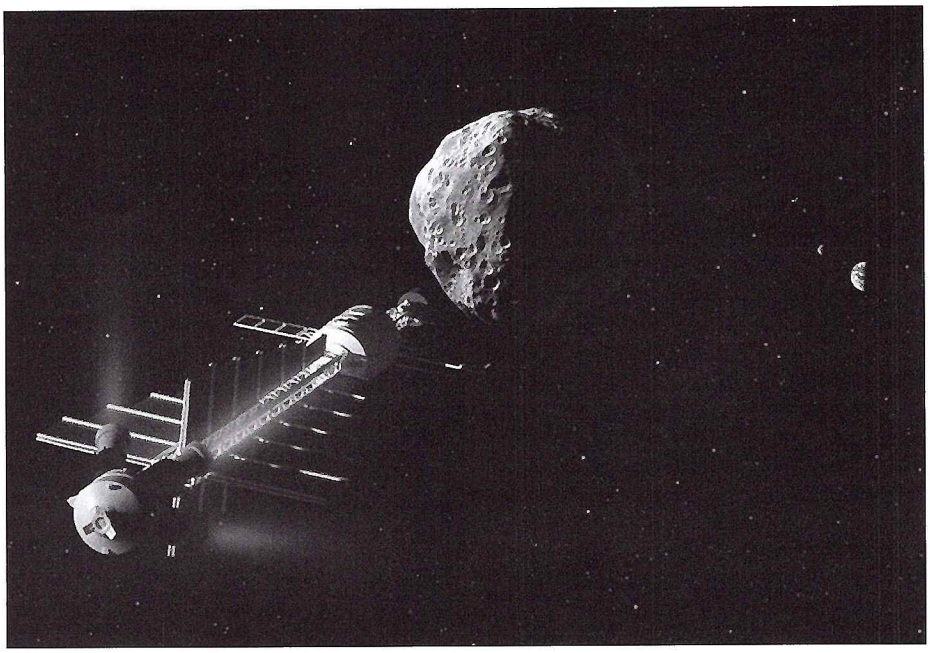
Ako sme už spomenuli, dobré pozorovacie radarové aj optické okno bude začiatkom roku 2013, dovtedy sa zrejme nepodarí určiť sklon osi rotácie asteroidu, čo však v tomto prípade nie je dôležité, pretože zatiaľ je chyba určenia dráhy Apophisu podstatne vyššia ako samotný Jarkovského efekt. V rokoch 2014 – 2021 sa predpokladá, že tento efekt bude mať dominantný vplyv na určenie presnosti geometrie priblíženia v roku 2029. Po radarových pozorovaniach v období od 2021 do roku 2029 už bude tento efekt zohrávať len 1% úlohu.

Okrem Jarkovského efektu treba uvážiť aj ďalšie zrýchlenia, ktoré na Apophis pôsobia. V súčasnosti pri presnosti dráhy telesa rádovo stovky kilometrov postačuje základný model 12 rušiacich telies: Mesiac, planéty a tri veľké asteroidy Ceres, Palas, Vesta. Veľmi dôležité je uvážiť aspoň zjednodušený vzťah relativistického zrýchlenia. Keď vďaka novým pozorovaniam nepresnosť bude dosahovať rádovo už len kilometre, bude treba použiť viac sofistikovaný model s uvážením ďalších, najmä tesne sa k Aphophisu približujúcich asteroidov a presnejšej formulácie relativity. I keď zatiaľ len v teoretickej rovine, je možná aj zmena sklonu osi rotácie po tesnom priblížení v 2029. To by však pre krátkosť času výpočet miesta dopadu pri potenciálnom impakte v roku 2036 ovplyvnilo len o niekoľko kilometrov.

Na základe analýzy vývoja nepresnosti dráhy zahrnutím optických a radarových pozemských pozorovaní sa dá povedať, že aj po pozorovacom okne v roku 2013 stále ostane približne 5 % pravdepodobnosť, že možnosť zrážky Apophisu so Zemou bude pretrvávať, teda že impakt nebude úplne vylúčený. Po pozorovaniach v roku 2021 táto pravdepodobnosť klesne na 0,2 %. Vyslanie rádiovej družice k asteroidu by poskytlo presnosť geometrie prechodu v roku 2029 okolo 100 m, čo by malo spoľahlivo vylúčiť alebo potvrdiť zrážku v 2036.

Na základe predošlých úvah môžeme odhadnúť, ako sa situácia bude vyvíjať. V súčasnosti môžeme s 95 % spoľahlivosťou povedať, že možnosť impaktu v 2036 bude podstatne eliminovaná počas pozorovacieho okna v roku 2013. Ak aj potom pravdepodobnosť ohrozenia bude mať významnú hodnotu (kritérium bude treba zadefinovať), budú sa musieť urobiť opatrenia na odklonenie asteroidu Apophis. Snaha bude v prvom rade zameraná na vyslanie prieskumnej misie, aby sme získali základné charakteristiky, ako sú tvar, hmotnosť, rozmer, povrchové vlastnosti, rotáciu a sklon rotačnej osi a zároveň by sa významne spresnila dráha telesa.

Tesné priblíženie Apophisu k Zemi v roku 2029 podstatne uľahčuje náš obranný manéver, pretože pokiaľ sa odklonenie telesa uskutoční ešte pred rokom 2029, bude stačiť zhruba kilometrová zmena dráhy, aby asteroid minul kľúčovú oblasť, z ktorej by vyplynul rezonančný návrat pre rok 2036.



Gravitačný ťahač. Výtrysk plynov z raketových motorov smeruje mimo povrch asteroidu.

Ako teda odkloniť asteroid Apophis, ak by sa ukázalo, že je to naozaj nutné? Už dávnejšie je rozpracovaných niekoľko spôsobov. Napríklad Ahrens a Harris ešte v roku 1994 prepočítali, že projektilom hmotnosti 1000 kg, ktorý by zasiahol asteroid rýchlosťou niekoľko km/s, sa dá dosiahnuť požadovaný odklon. Skúsenosti z misie Deep Impact v praxi potvrdili možnosť použitia tejto techniky. Iným možným spôsobom je družica pevne spojená s povrchom asteroidu, ktorá by pomocou motorov odtlačila teleso z dráhy. Ďalšou možnosťou je nukleárny výbuch s cieľom odfúknuť, prípadne odstrčiť alebo rozdrobiť nebezpečné teleso.

Väčšina z týchto nápadov však predstavuje nesmierne technické komplikácie a vyžaduje podrobné znalosti o zložení, štruktúre a pevnosti povrchu a tiež o rotácii asteroidu okolo vlastnej osi. Najmä rotácia telesa by spôsobovala značné komplikácie.

Na tohtoročnej konferencii AAAS (Americké združenie pre pokrok vo vede) predstavil vedecký pracovník Johnsonovho centra pre vesmírne lety a bývalý astronaut Edward Lu prekvapujúci nápad, ako sa vyhnúť zrážke s asteroidom. Podľa tejto myšlienky družica s hmotnosťou 1000 kg je schopná odtiahnuť teleso veľkosti niekoľko sto metrov z kolíznej dráhy bez priameho kontaktu s jeho povrchom, len vlastnou gravitáciou. Prvýkrát myšlienku gravitačného ťahača prezentoval E. Lu spolu so svojím kolegom Stanleym Loveom v novembrovom vydaní časopisu Nature v roku 2005.

Koncept vesmírnej lode, ktorá namiesto lana ťahá asteroid vlastnou gravitáciou a kontrolovane mení jeho dráhu, je veľmi jednoduchý. Podľa Newtonovho gravitačného zákona sa asteroid a družica vzájomne priťahujú. To znamená, že nielen asteroid priťahuje družicu k svojmu povrchu, ale aj družica, i keď podstatne slabšie, priťahuje k sebe asteroid. Ak družica pád na asteroid vyrovnáva jemne riadenými raketovými motormi a „vznáša" sa stále v rovnakej vzdialenosti nad jeho povrchom, mierne ho svojou gravitáciou odťahuje z pôvodnej dráhy. Dôležité pritom je, aby trysky motorov boli namierené bokom od asteroidu a nezoslabovali gravitačný ťah družice.

I keď ide o jednoduchý princíp, predsa len bude vyžadovať značnú technickú náročnosť. Motormi bude treba kontrolovať nielen stálu výšku nad povrchom asteroidu, ale aj polohu v priestore, aby odkláňanie postupovalo správnym smerom. V porovnaní s doteraz uvažovanými spôsobmi odklonenia vesmírneho telesa má gravitačný ťah veľkú výhodu. Keďže družica nie je priamo spojená s asteroidom, nepotrebujeme poznať jeho povrchovú štruktúru, tvar, ani rotáciu. Stačí nám vedieť jeho veľkosť a hmotnosť.

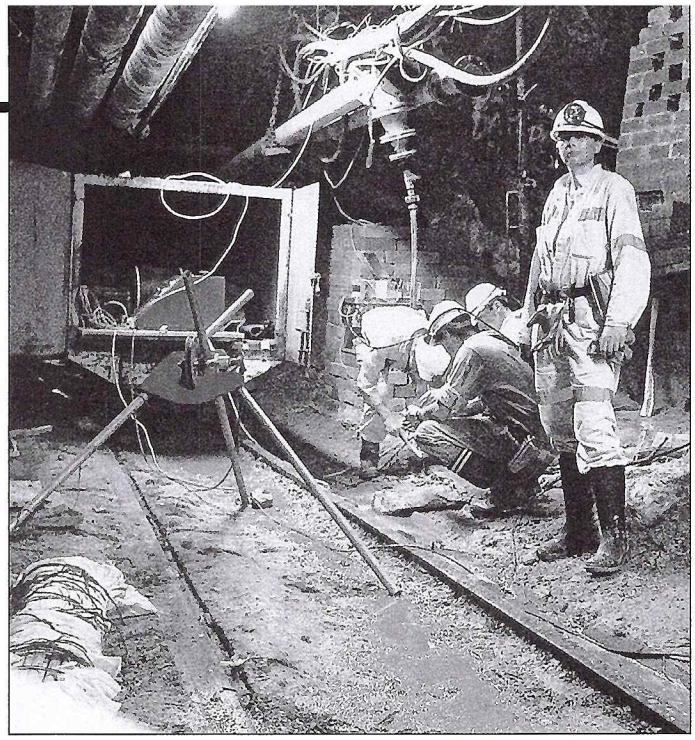
Apophis má odhadovanú hmotnosť $4{,}6\times10^{10}$ kg. Ak by sa použila družica s hmotnosťou 1000 kg a bola by zaparkovaná vo vzdialenosti 1,5-násobku polomeru Apophisu, pôsobila by naň zrýchlením $3{,}7\times10^{-5}$ m/s/rok (uvažovaný rozmer asteroidu 320 m). Je to veľmi malé zrýchlenie, výpočty však ukázali, že ak by sa misia uskutočnila okolo roku 2020, stačilo by 20 dní na odklonenie Apophisu z rizikovej dráhy. Ak by sa však misia uskutočnila až po tesnom priblížení v roku 2029, požiadavka na zrýchlenie vyvinuté pri odkláňaní by bola niekoľkonásobne vyššia.

Použitie techniky gravitačného ťahača má aj ďalšiu výhodu. Aj po splnení úlohy, teda odklonení asteroidu z pôvodnej dráhy, by družica ďalej mohla monitorovať jeho pohyb, čo pri použití jednorazovej techniky nie je možné.

Samozrejme takáto náročná misia si bude vyžadovať širokú medzinárodnú spoluprácu vo vedeckej, technickej, ale aj finančnej oblasti. Zároveň mnohí vedci už dnes volajú po verejnej medzinárodnej kontrole navrhovaných spôsobov odklonenia telesa z kolíznej dráhy, aby sa zabránilo použitiu napríklad nukleárnej techniky v prípade, keď sú možné menej nebezpečné spôsoby ochrany pred hrozbou zrážky.

LEONARD KORNOŠ

ŽIVOT v zemskej kôre



V hĺbke 3800 metrov pod povrchom, v štôlach juhoafrickej bane Tautona, hľadajú nemeckí vedci vzácne mikroorganizmy.

Zemská kôra je až po plášť plná živých organizmov. Ako sa tieto organizmy dostali do takej hĺbky? Ako sa živia? A predovšetkým: čo sú to za organizmy?

Ak odhliadneme od vrtov, zemská kôra zatiaľ nepustila človeka hlbšie ako v bani Tautona v Južnej Afrike. Vyše 3800 metrov pod povrchom, 80 kilometrov západne od Johanesburgu, vyhĺbili baňu na zlato. V najhlbších štôlach dosahuje teplota až 55 °C pri bezmála stopercentnej vlhkosti vzduchu. Ľudia v takýchto podmienkach dokážu pracovať iba vďaka nákladnému systému vetrania. Baktériám sa však v bani Tautama darí dobre.

Keď raziace kombajny vytvoria novú štôlu, už po krátkom čase sa na jej stenách vytvorí mazľavá, pestrofarebná hmota. Sú to kolónie baktérií, ktoré vo vlhkej horúčave dokážu obaliť povrch štôl biofilmom.

Nemeckí vedci z Inštitútu pre interdisciplinárny výskum izotopov v Lipsku študujú najmä najstaršie kolónie baktérií. V puklinách 2 milióny rokov starých hornín vegetuje množstvo mikroorganizmov. Vedci v hĺbke 3600 metrov zriadili laboratórium, kde skúmajú exotické baktérie. V susednej bani Mponeng, kde je teplota 60 °C, objavili horúcu vodu, ktorá prýšti v hĺbke 2800 metrov zo stien štôly. Ide o vodu, ktorá najmenej 20 miliónov rokov neprišla do kontaktu s povrchom Zeme. A v tejto slanej vode objavili tyčinkovité baktérie, ktorým sa v drsných podmienkach očividne darí.

Jednobunečné baktérie sú vari najnenáročnejšie organizmy sveta: na prežitie im stačí voda, kamene a rádioaktívne žiarenie. Tieto baktérie ako zdroj energie využívajú plynný vodík. Vodík vzniká ako vedľajší rozpad prvkov prirodzene sa vyskytujúcich v horninách, ako urán, draslík či thórium. Žiarenie rozloží molekulu vody na vodík a kyslík. Produktom chemických reakcií kyslíka s horninami obsahujúcimi síru je sulfát (SO_4^{2-}), ktorý je hlavnou potravou baktérii v bani. Tieto organizmy sú absolútne nezávislé na slnečnom žiarení či fotosyntéze.

Žiarenie je nevyčerpateľným zdrojom energie, ale život v podzemí sa vyvíja oveľa pomalšie ako na povrchu. Analýza génov dnešných kmeňov baktérií dokázala, že sú vzdialenými príbuznými baktérií, ktorým sa darí v okolí horúcich výverov na dne oceánov. Dospievajú pomaly. Schopnosť rozmnožovať sa delením nadobúdajú až po 4 až 30 desaťročiach.

Kolonizácia hlbokých juhoafrických baní je podivuhodná, ale nie výnimočná. Výskumy v posledných rokoch dokázali, že milióny odolných baktérií obývajú zemskú kôru až do hĺbky niekoľkých kilometrov. Ba zdá sa, že „hlbokú biosféru" obýva väčšina na Zemi existujúcich prokaryontov (jednobunečných baktérií bez jadra). Hlboká biosféra nie je teda nijakou bizarnou oázou života, ale domovom väčšiny živých organizmov na našej planéte.

Objem uhlíkatých látok, ktoré tieto baktérie konzervujú, predstavuje 10 až 30 % zemskej biomasy. Sú všade: rozkladajú biomasu v usadeninách na dne morí a oceánov, uvoľňujú železo z vrstiev čadiča, absorbujú uhľovodíky z ložísk nafty. Na tvrdej žule sa uspokoja s vodíkom. Na ložiskách soli dokážu v podobe spór pretrvať milióny rokov.

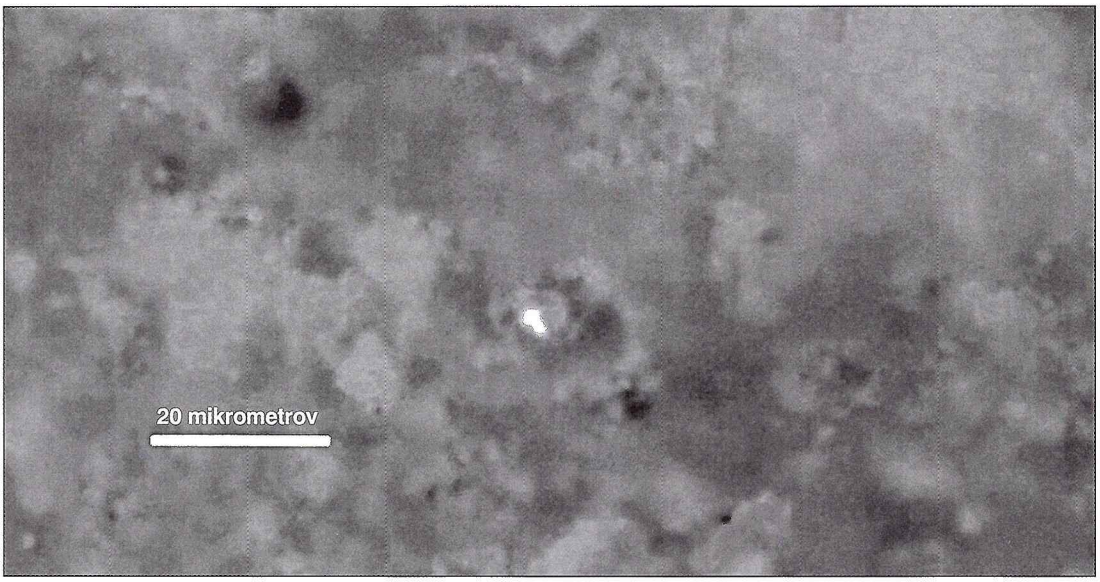
Rozpínanie sa hlbokej biosféry obmedzujú ostro vymedzené hranice. Vo vyššej teplote ako 113 °C už hynú aj najodolnejšie mikroorganizmy. Hĺbka tejto teplotnej hranice je závislá od vlastností hornín, ktoré odvádzajú teplotu z vnútra Zeme na jej povrch. Niekde je teplota 113 °C už v hĺbke troch kilometrov, inde až za hranicou 10 kilometrov. Narastajúci tlak v hlbokom podzemí týmto baktériám neškodí.

Vedci už dávnejšie vedia, že geológia zemskej kôry sa bez mikrobiológie nedá pochopiť. Donedávna sa predpokladalo, že väčšinu erozívnych procesov generujú chemicko-fyzikálne procesy. Dnes vieme, že rozhodujúcim činiteľom sú práve biochemické procesy, napríklad pomalá premena podmorského čadiča na minerály. Baktérie síce pracujú pomaly, ale v diapazóne geologického času majú na kolobeh prvkov v kôre významný vplyv. Napríklad hydrát metánu, ktorý pokrýva značnú časť morského dna, je metabolitom, produktom trávenia baktérií, ktoré žijú hlboko pod dnom mora.

V rámci medzinárodného programu IODP, ktorého cieľom je prieskum morského dna pomocou vrtov (v roku 2003 nahradil Ocean Dril-

Baktérie, ktoré vegetujú v dávnych, 150 metrov hrubých usadeninách, majú v priemere iba 5 mikrometrov.

- Väčšina jednobunečných organizmov (bez jadier) žije podľa všetkého hlboko pod povrchom Zeme.
- V zemskej kôre žije množstvo organizmov, ktoré rastú mimoriadne pomaly.
- Život je možný všade, kde je voda a teplota nestúpne nad 113 °C.
- Jedným z najdôležitejších zdrojov energie v hlbokej biosfére je vodík.



Baktérie, získané hlboko spod morského dna, sa v laboratóriu ťažko kultivujú.

ling Programs – ODP) sa štúdium hlbokej biosféry dostalo do nového štádia. Prieskum má tri ciele: objavovanie nových mikroorganizmov pre potreby biotechnológií; sanovanie znečisteného dna morí; a ťaženie nafty či ťažby konkrécií najrozličnejších kovov.

V roku 2002 slúžila vrtná loď JOIDES Resolution výhradne mikrobiológii. V tropických vodách východného Pacifiku získali špecializované prístroje 35 miliónov rokov staré horniny z usadenín v hĺbke 400 metrov. Ukázalo sa, že vo vzorkách sa život priam hmýri. Vedci napočítali v kubickom decimetri vzorkov od niekoľkých tisícok až po desiatky miliárd živých buniek!!!

Hustota osídlenia je najväčšou záhadou hlbokej biosféry. Ponuka potravy je na morskom dne oveľa pestrejšia ako v juhoafrických baniach na zlato. Bahno, ktoré sa na dne morí neprestajne usadzuje, obsahuje živiny a rozkladajúce sa telá uhynutých morských živočíchov. Napriek tomu je potravy tak málo, že rozmnožovacia schopnosť podmorských baktérií je pritlmená: deliť sa môžu iba po tisícke rokov! Vedci ani len netušia, ako sa pri takom malom prísune potravy udržia pri živote. Každá bunka potrebuje isté minimum energie, bez ktorej by nedokázala opravovať rozpadnuté enzýmy a zabezpečiť chemickú výmenu medzi vnútrom bunky a jej okolím. Predpokladá sa, že dôležitou, dodatočnou potravou týchto baktérií je vodík.

Vodík je hlavným zdrojom energie aj pre hlbokú biosféru na kontinentoch, kde baktérie osídlili podzemie s prevládajúcou žulou. Švédski vedci objavili v istej bani vo Švédsku tri skupiny baktérií, ktoré na žule vytvorili ekosystém na báze vodíka:

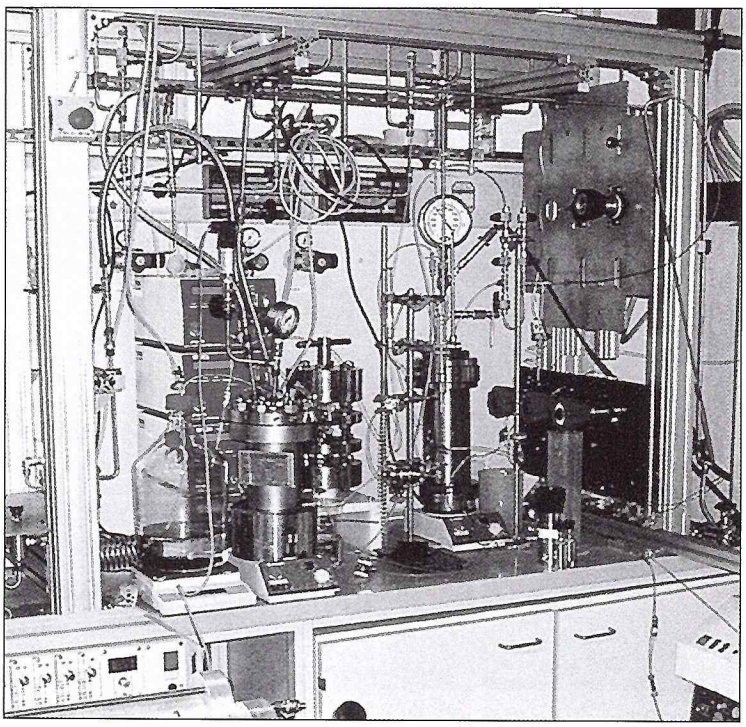
Jedna skupina baktérií vyrába z vodíka a oxidu uhličitého acetát, čo je soľ kyseliny octovej (CH_3COO^-).

Druhá skupina mení acetát na metán.

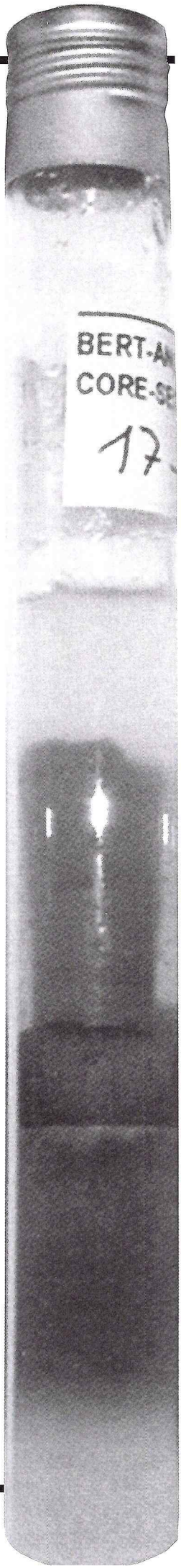
Tretia syntetizuje metán priamo z oxidu uhličitého a vodíka.

Rádioaktívny rozpad nie je jediným zdrojom plynu: zatiaľ poznáme najmenej päť iných procesov, ktoré vodík produkujú. Napríklad vodík vzniká počas priameho kontaktu peridotitu (ide o horninu zemského plášťa) s morskou vodou. Molekuly vodíka sa štiepajú najmä na čerstvých puklinách po zemetrasení, na ktorých chemické reakcie prebiehajú mimoriadne produktívne.

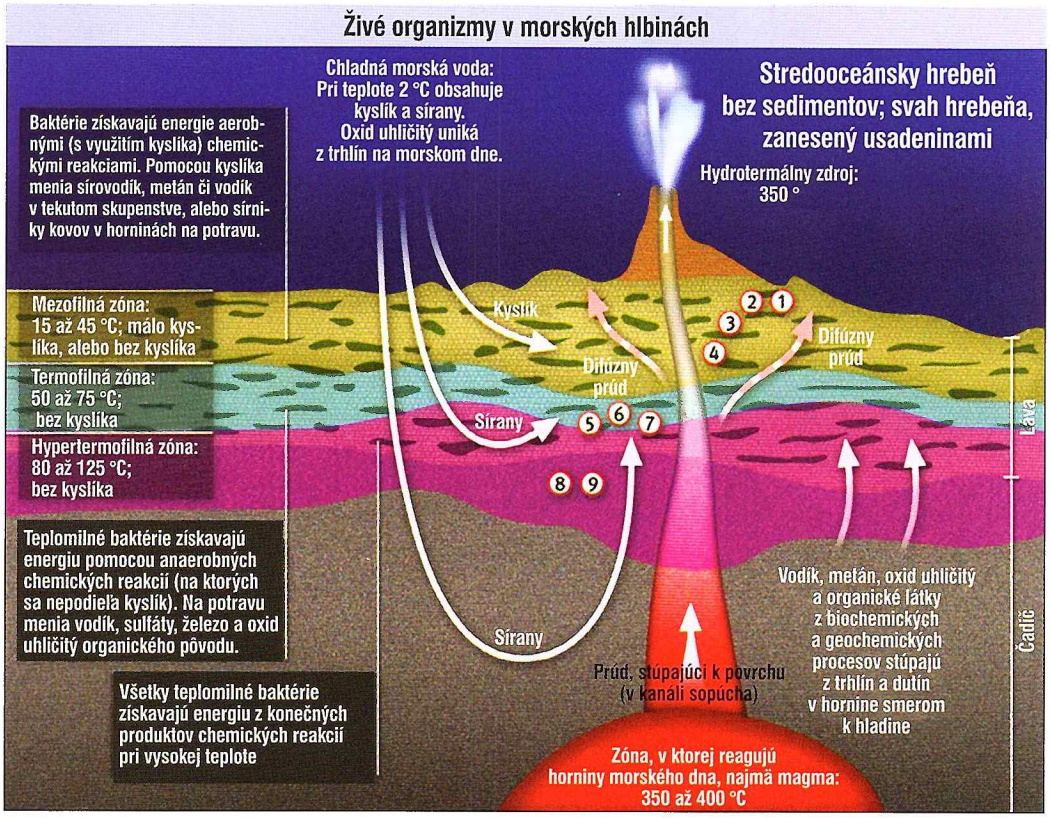
Existujú náznaky, že centrami, v ktorých sa darí hlbokej biosfére sú najmä zóny poznamenané geologickými poruchami. V obdobiach, keď je Zem nepokojná, vzniká tam oveľa viac potravy ako inde. Nemeckí vedci overujú túto hypotézu v africkej bani Tautona. V prastarej tektonickej trhline, ktorú činnosť baníkov aktivovala, navŕtali päť 40-metrových vrtov. Prvú dieru naplnili sterilnou vodou, do druhej napustili roztok premiešaný produktmi látkovej výmeny rôznych baktérií, do tretej nainštalovali mimoriadne citlivé seizmometre. Teraz čakajú na zemetrasenie v nádeji,

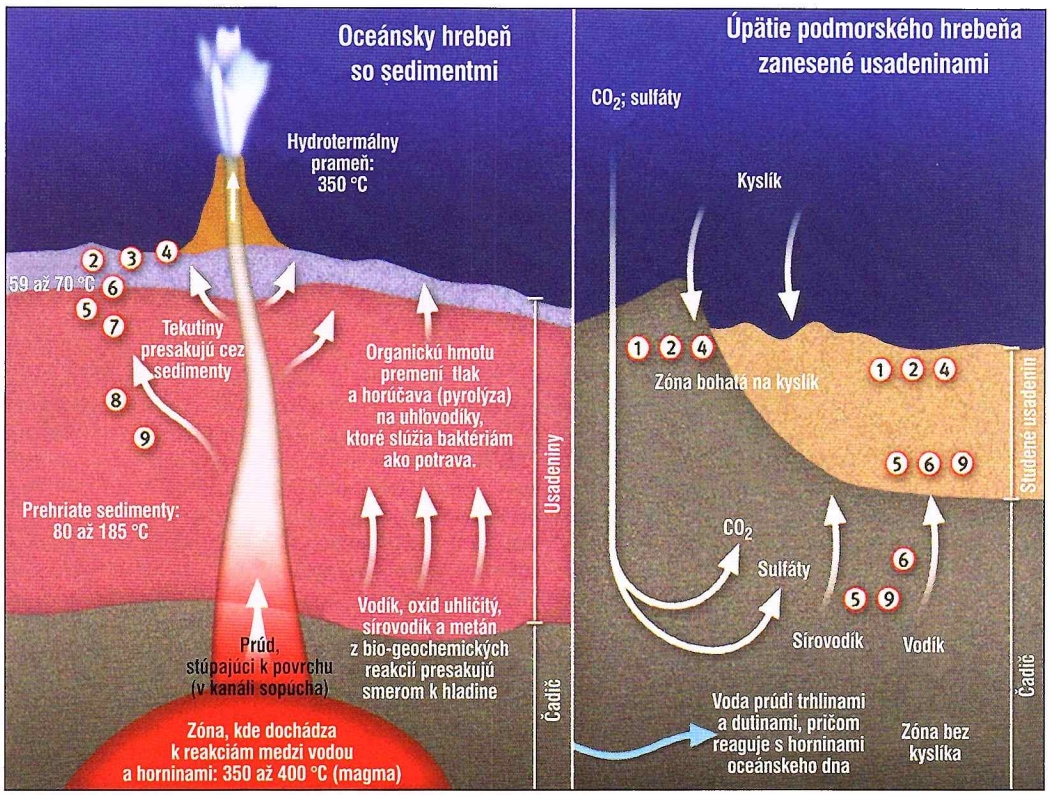


Extrémny tlak a vysoké teploty si vyžadujú drahú aparatúru.



Vzorka usadenín spod morského dna.





Hlboko pod morským dnom žije množstvo rozličných mikroorganizmov. Jednotlivé kmene sú prispôsobené najrozličnejším teplotám. Na schéme môžete rozlíšiť tri rozličné oblasti s rozličnými geologickými a ekologickými vlastnosťami. Každá z farieb zviditeľňuje odlišné fyzikálne a chemické podmienky. Mikroorganizmy získavajú energiu látkovou výmenou zo substancií v morskej vode i v horninách, takže slnečné svetlo k životu nepotrebujú. Vedci zatiaľ rozlíšili 9 rozličných chemických reakcií:

1) Oxidácia kovov a sírnikov kovov (Fe^{2+} alebo $Mn^{2+} + O_2 \rightarrow Fe^{3+}$ alebo $Mn^{3+} + H_2O$)
2) Oxidácia sírovodíka ($H_2S + O_2 \rightarrow H_2SO_4$)
3) Oxidácia metánu ($CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$)
4) Oxidácia vodíka ($H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$)
5) Redukcia sírnikov ($H_2 + SO_4^{2-} \rightarrow H_2S + H_2O$)
6) Redukcia železa ($Fe^{3+} + H_2 \rightarrow Fe^{2+}$)
7) Redukcia síry s organickým oxidom uhličitým ($C + S \rightarrow H_2S + CO_2$)
8) Anaerobné vdychovanie síry ($S + H_2 \rightarrow H_2S$)
9) Anaerobná produkcia metánu ($H_2 + CO_2 \rightarrow CH_4 + H_2O$)

že otrasy prebudia baktérie zo spánku, ktorý trvá celé desaťročia.

Hypotéza, podľa ktorej zemetrasenie môže posilniť vitalitu hlbokej biosféry, vznikla na základe údajov, ktoré namerali počas série slabých zemetrasení. V jeseni 2000, po opakovaných otrasoch pôdy, sa objem metánu v prameni minerálnej vody v saských kúpeľoch Bad Brambach zosemnásobil! Vedci usúdili, že v žulovom podloží, z ktorého prameň prýšti, vegetujú ospalé kolónie baktérií produkujúcich metán. Žula obsahuje aj urán. Keď sa urán rozpadá, vzniká vodík. Plyn sa však zhromažďuje v trhlinách a špárach pre baktérie nedostupných. Využívať ho môžu iba vtedy, keď ho zemetrasenie uvoľní. Tento vodík je pre podvyživené baktérie sviatočným jedlom: ich aktivita sa okamžite zmnohonásobí.

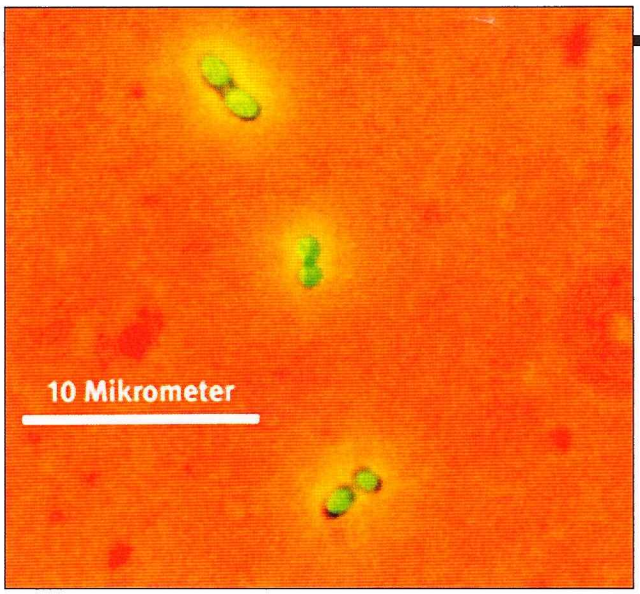
Po analýze produktov trávenia týchto baktérií sa vedci dozvedeli, aké procesy látkovej výmeny v zemi prebiehajú. Morské dno, aspoň podľa výsledkov, ktoré získali expedície lodí s vrtným zariadením, obsahuje pestré spoločenstvo baktérií a archeí. Archey (donedávna Arecheabaktérie) sa od obyčajných baktérií odlišujú stavbou ich bunečných membrán. Darí sa im najmä v extrémnych prostrediach, napríklad v horúcich prameňoch, slaných jazerách či zahnívajúcich močiaroch. Všetky mikroorganizmy, ktoré produkujú metán, patria medzi archey.

Producenti metánu v morskom dne sú najnenáročnejšie baktérie. Konkurujú im organizmy, ktoré namiesto kyslíka vdychujú nitráty, sulfáty, železo či mangán. Iné jednobunečné organizmy dokážu oxidovať organický kyslík, ďalšie kmene produkujú amoniak i zložitejšie uhľovodíky, iné tieto produkty zasa konzumujú.

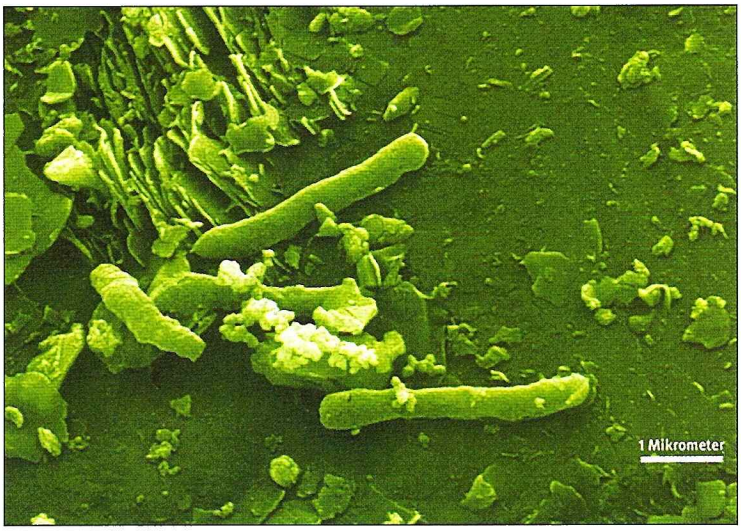
Najdôležitejšie procesy sú procesy vdychovania sulfátov a tvorenia metánu. Životu sa najlepšie darí tam, kde sa v dôsledku konzumu sulfátov rozkladá metán opäť na oxid uhličitý.

Baktérie morského dna sú však zatiaľ pre vedcov „španielskou dedinou". Zatiaľ študujú ich gény. Dedičný materiál týchto obyvateľov hĺbok iba vzdialene pripomína známe baktérie. Je isté, že v najbližších rokoch budú objavené ďalšie, doteraz neznáme kmene a druhy. Iba niekoľko z nich možno kultivovať v laboratórnych podmienkach, pričom kultivácia si vyžaduje mimoriadnu trpezlivosť.

Vzorky normálnych baktérií, ak sa počas dvoch týždňov v laboratóriu „neprebudia", mikrobiológovia



Baktérie, ktoré vedci získali zo 150 metrov hrubých usadenín na dne mora sa práve delia.



Baktérie, ktoré žili na stenách 2,8 km hlbokej bane v Južnej Afrike. Zaobídu sa aj bez kyslíka.

Dômyselné nástroje mikrobiológov

Na Zemi žije približne 250 miliónov druhov baktérií. Iba málo z nich sa dá kultivovať. Mikrobiológovia preto využívajú najmä dedičné vlastnosti jednobunečných organizmov. Ich najdôležitejším nástrojom je reťazová reakcia polymerázy (PCR), pomocou ktorej sa ľubovoľné sekvencie zdedených vlastností dajú až miliónkrát zväčšiť.

Ako marker im často poslúži gén 16S rDNA. Skladá sa z 1500 bázových párov a obsahuje informáciu pre výstavbu ribozómov, na ktorých prebieha syntéza proteinov v bunke. Podľa génových sekvencií dokážu vedci genetický materiál zo vzoriek priradiť určitým kmeňom baktérií. Gén však o látkovej výmene nič neprezradí. Kvôli tomu sa musia skúmať aj iné gény, ktoré napríklad kódujú enzýmy pre výrobu metánu. Vo vzorkách sa často vyskytuje zmes najrozličnejších baktérií, takže často nevedno, ku ktorému kmeňu tá-ktorá látková výmena patrí.

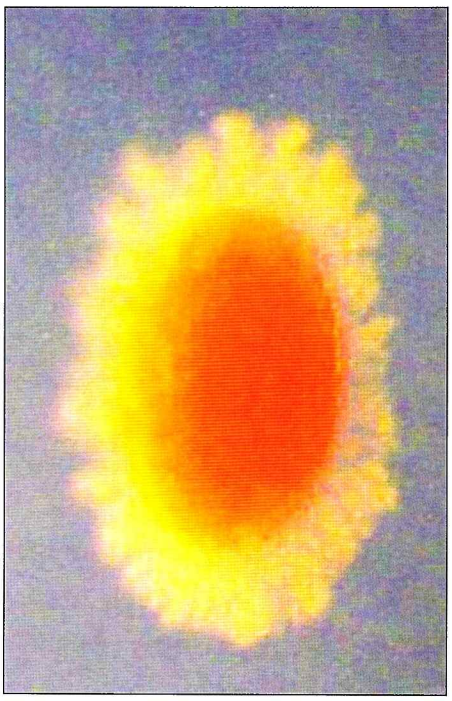
V Inštitúte Maxa Plancka pre morskú mikrobiológiu vyvinuli postup s názvom Card-Fish.

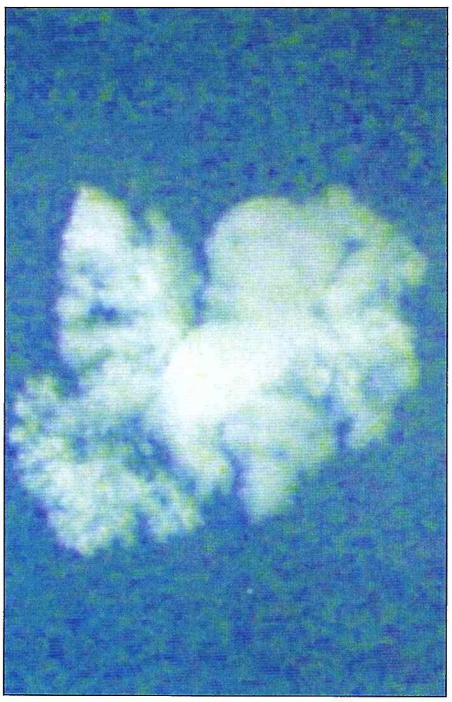
Pomocou neho rozlišujú rozličné druhy mikroorganizmov: charakteristické sekvencie génov sa cielene označujú fluoreskujúcimi farbami, takže baktérie možno pod mikroskopom spočítať.

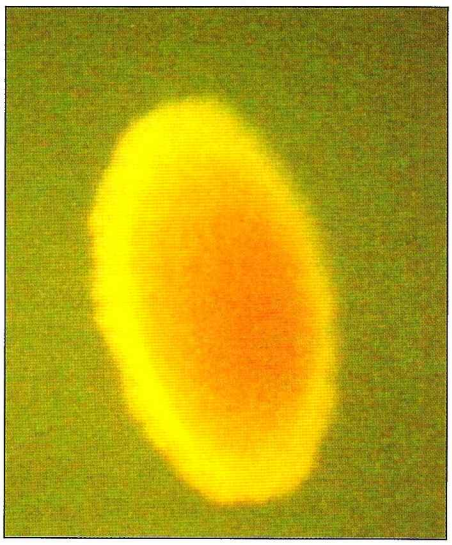
Biomarkery existujú aj v bunečných membránach. Napríklad pomocou fosfolipidov dokážu vedci jednotlivé organizmy rozlíšiť. Po smrti bunky sa však tieto látky rýchle rozpadajú, takže s ich pomocou možno rozlišovať iba živé baktérie.

zahadzujú. Pri kultúrach z hlbokej biosféry sa však prvé známky oživenia môžu prejaviť až po pol roku. Navyše tieto baktérie sa nesmú prekrmovať, aby si na nový život v laboratóriu zvykli. Vedci používajú zmesi, z ktorých sa potrava uvoľňuje celkom pomaly. Ich korisťou, ak nič nepokazia, sú malé, špendlíkovej hlavičke podobné guľôčky – kolónie niekoľkých miliónov rovnakých buniek, s ktorými potom vedci robia pokusy. Skúmajú najmä ich schopnosti prispôsobovania sa najrozličnejším prostrediam.

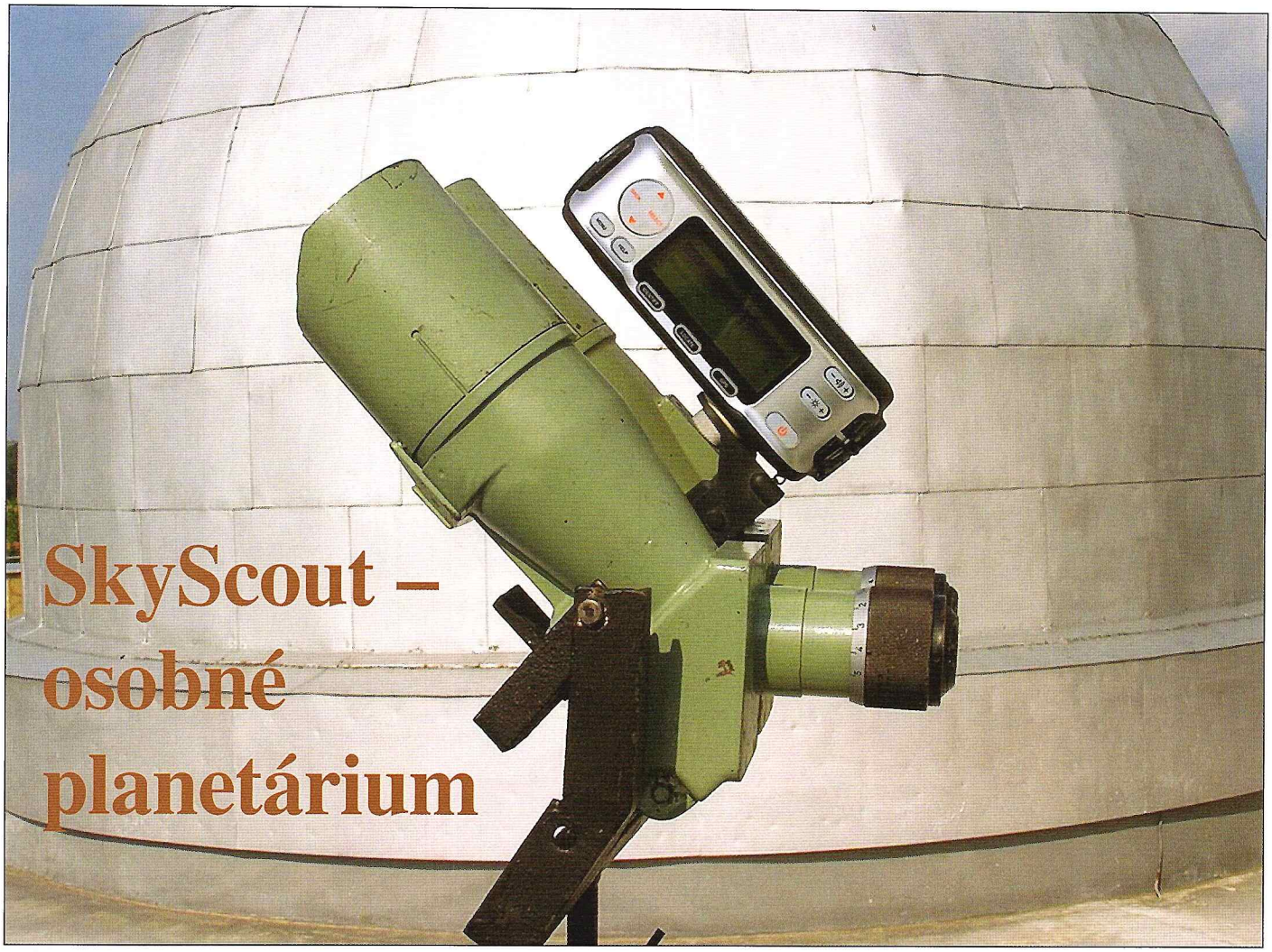
Keď spoznáme vlastnosti týchto umelcov hladovky z hĺbok, možno sa dozvieme aj to, či na Marse alebo Jupiterovom mesiaci Európa môžu podobné baktérie prežiť. Nepatrné stvorenia z juhoafrickej bane Tautona sú však dôkazom toho, že život v podzemí sa môže udržať aj vtedy, keď už na povrchu planéty celkom vyhasol. **Bild der Wissenschafft**







Baktérie získané zo svahov podmorského chrbta Juan de Fuca v severovýchodnom Pacifiku. Našli ich vo vzorkách, získaných z rozličných hĺbok pod dnom oceánu. Zľava doprava: 1,3, 31 a 252 metrov pod úrovňou dna. V laboratórnych podmienkach, bez kyslíka, sa ich podarilo kultivovať.



SkyScout – osobné planetárium

Tak, a máme to tu – jednoduché hľadanie objektov na oblohe. Zaobídete sa bez lektora a takmer bez skúseností, keď máte novinku na astronomickom trhu: SkyScout – osobné planetárium. Je to jednoduchšie ako montáž, kde musíte zadávať súradnice. Mnohí si už zvykli na možnosti systému GPS v orientácii na zemi, no SkyScout aj vďaka nemu a polohovým senzorom vie, kam sa momentálne pozeráte, a tak sa hravo orientujete aj na oblohe. Prístroj určí vašu polohu a čas a vy si už len zacielite cez dva kruhové priezory (je to vlastne kváziďalekohľad bez optiky) a 12 červených lediek (smerové šípky) po obvode vás naviguje na vami zvolený objekt v režime LOCATE. Vybrať si môžete z rozsiahlej databázy (planéty, vyše 6000 hviezd, 1500 dvojhviezd, 100 deepsky objektov, súhvezdia...) a o každom objekte na veľkom podsvietenom dispeji (s možnosťou regulácie podvietenia) uvidíte navyše množstvo informácií o danom objekte. V slúchadle vám príjemný hlas povie čosi o objekte či z histórie (zatiaľ len v angličtine, zakrátko však bude aj nemecká a neskôr azda aj slovenská verzia).

Prístroj funguje aj opačne (režim IDENTIFY). Zacielite na ľubovoľný objekt či miesto na oblohe a prístroj vám vypíše aké objekty sú v danom mieste. Pri plánovaní pozorovaní sa iste bude hodiť aj skutočnosť, že prístroj vás informuje o rovníkových súradniciach na oblohe, kam práve mieri, i súradniciach horizontálnych. Toto sa dá dobre využiť na nastavenie montáže na neznámom mieste, napr. pri pozorovaní Slnka, či pri plánovaní fotografovania objektov s obzorom. Ak sami neviete čo je práve zaujímavé na oblohe, vyberiete si možnosť Tonight's Highlights a prístroj vám dá aktuálnu ponuku (túto možnosť však každý iste čoskoro opustí).

Pôvodne som SkyScout považoval len za akúsi dômyselnú hračku, no postupne som sa s ním zblížil a objavoval jeho možnosti. Pôvodný skepticizmus (veď na oblohe sa celkom slušne orientujem) mizol, a tak sme sa takmer „spriatelili". Pri zadaní pozorovacieho miesta a času manuálne môžete prístroj testovať aj v obývačke a pokojne sledovať, ktorá planéta či objekt je už vo vhodnej polohe na pozorovanie z vášho balkóna. Mnohé tieto možnosti iste nahradí aj kvalitná montáž a notebook, no prístroj oceníte, ak ste na mieste neznámom a bez príslušnej drahej techniky.

Hádam najviac som sa potešil pri hľadaní Venuše počas dňa (samozrejme, bez montáže a delených kruhov!), čo je úloha pomerne náročná. Pri zákryte Venuše Mesiacom v júni to bola hračka, no bez nejakého referenčného bodu je to problém. Aby som sa presvedčil o jednoduchosti ovládania, dal som prístroj vyskúšať večer krúžkarom či susedke, ktorá Venušu cez deň ešte nikdy nevidela. Pri umiestnení prístroja priamo na tiéder je to vhodná pomôcka aj pre samostatné pozorovanie s návštevníkmi hvezdárne.

Údaje v prístroji je možné aktualizovať pomocou priloženého USB kábla a na CD je návod mimoriadne názorný, dokonca aj animovaný. Ovládanie prístroja je sústredené na veľké štvorpolohové tlačidlo a tlačidlá IDENTIFY, LOCATE, GSP a TARGET. Ak si s niečím neviete rady, je tu HELP.

P. Rapavý

Prvý ročník Astronomickej olympiády bol úspešný

Účastníci 2. kola AO v Partizánskom.

Účastníci 2. kola AO v Prešove.

Ako sme už informovali našich čitateľov, Slovenská astronomická spoločnosť pri Slovenskej akadémii vied (SAS pri SAV) so sídlom v Tatranskej Lomnici získala od Agentúry na podporu vedy a výskumu (APVV) grant na financovanie svojho projektu – Astronomická olympiáda (AO). 1. ročník Astronomickej olympiády prebehol tohto roku od februára do júna a dá sa povedať, že veľmi úspešne. Organizátori išli do náročnej a neistej úlohy, nakoľko splnenie projektu záviselo hlavne od záujmu zo strany žiakov, študentov, ale aj pedagógov a vedúcich krúžkov. O prvé kolo olympiády prejavilo záujem viac ako 400 žiakov základných a študentov stredných škôl z celého Slovenska. Vyriešené úlohy nakoniec zaslalo 127 riešiteľov, a tak mala porota čo hodnotiť a z čoho vyberať. Všetci úspešní riešitelia 1. kola boli spolu so svojimi pedagógmi alebo vedúcimi krúžkov pozvaní do druhého kola, ktoré bolo zorganizované vo forme 2 dvojdňových regionálnych sústredení – jedno v Hornonitrianskej hvezdárni v Partizánskom a druhé vo Hvezdárni a planetáriu v Prešove.

Finále AO v Starej Lesnej, vyhlasovanie víťazov.

11. mája pricestovalo do Partizánskeho celkove 27 študentov a žiakov. Okrem toho ich prišli podporiť ich pedagógovia, vedúci krúžkov, prípadne rodičia ako povinný pedagogický dozor. V doobedňajších hodinách si vypočuli prednášky niektorých členov Výkonného výboru AO a pozvaných hostí - profesionálov. Hlavnými hosťami podujatia boli RNDr. L. Neslušan, CSc. z Astronomického ústavu SAV, ktorý prednášal o nebeskej mechanike a RNDr. S. Štefeček z Gymnázia L. Novomeského v Senici, ktorý rozoberal riešenie svojho príkladu o mesiaci Io, ktorý narobil mnohým problémy v 1. kole. Poobede sa všetci účastníci pustili do riešenia štyroch úloh, ktoré si žiaci a študenti losovali tesne pred ich riešením. Bola to náročná práca, no vyplatila sa, nakoľko každý riešiteľ dostal od organizátorov AO knihu „Astronomická terminológia", mapku hviezdnej oblohy, ako aj ďalšie pomôcky pre prácu v astronomickom krúžku. Úspešní riešitelia boli odmenení cennými knihami podľa vlastného výberu, pričom nechýbala ani veľká encyklopédia „Vesmír". Okrem toho cenou pre úspešných riešiteľov bol aj postup do celoslovenského finále AO. Po vyriešení úloh a po večeri vo hvezdárni pokračoval bohatý program v prednáškovej sále do neskorých nočných hodín. Veľká vďaka patrí riaditeľovi hvezdárne V. Mešterovi, ktorý nielenže poskytol priestory hvezdárne, ale osobne prispel aj do odborného programu.

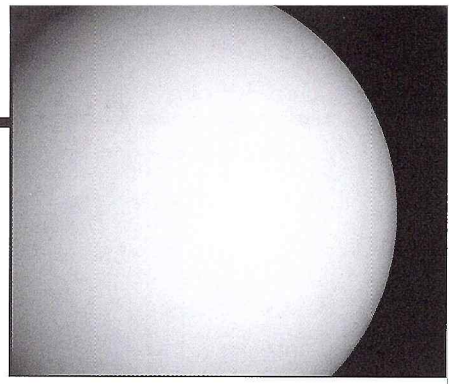
Podobný scenár malo aj druhé kolo AO v Prešove, ktorého sa zúčastnilo 26 žiakov a študentov. Účastníci mali navyše k dispozícii aj planetárium, v ktorom odzneli zaujímavé multimediálne programy a prednášky, za čo by sme sa radi poďakovali riaditeľovi prešovskej hvezdárne, Mgr. Jurajovi Humeňanskému. Za všetkých prednášateľov spomeňme hlavného hosťa Doc. Dr. Zdeňka Mikuláška, CSc., ktorý prijal pozvanie a pricestoval do Prešova až z Brna. Vo svojej prvej prednáške „meditoval nad príkladmi" a skutočne poskytol riešiteľom veľmi cenné praktické rady. Druhá prednáška „Kozmológia v kocke – čo všetko ste chceli vedieť o vesmíre a báli ste sa opýtať" bola určená pedagógom a vhodnou kulisou pre ňu bolo práve spomínané planetárium. Po vyriešení príkladov pokračoval program v planetáriu pod hviezdnou oblohou až do neskorých nočných hodín. Na druhý deň po raňajkách prebehlo ocenenie najúspešnejších riešiteľov. Organizátori však nezabudli ani na vedúcich krúžkov a pedagógov, ktorí si mohli vybrať hodnotné knihy pre svoju ďalšiu prácu v krúžkoch.

Dlho očakávané celoslovenské finále AO sa konalo v dňoch 25. až 27. júna 2007 na Astronomickom ústave SAV v Tatranskej Lomnici, na pracovisku v Starej Lesnej. Zúčastnilo sa ho 15 žiakov základných škôl a 9 študentov stredných škôl z celého Slovenska. Riešitelia mali k dispozícii 4 hodiny na vyriešenie 4 úloh, pričom sa riešilo hneď v prvý deň sústredenia. Druhý deň bola hlavným programom exkurzia na vysokohorské observatóriun na Skalnatom plese, ale aj prednáška riaditeľa Astronomického ústavu SAV – Doc. RNDr. J. Svoreňa, DrSc. „O novej nomenklatúre Slnečnej sústavy". Vyhodnotenie najúspešnejších riešiteľov bolo naplánované až na tretí deň. Prvých troch v každej kategórii už ráno 27. júna čakali v prednáškovej sále astronomické ďalekohľady a iné zaujímavé ceny. V kategórii ZŠ skončili na prvých troch miestach žiaci: Katarína Lechmanová z astrokrúžku v Michalovciach, Jakub Dolinský zo Základnej školy na Škultétyho v Topoľčanoch a Patrik Švančara z Gymnázia Ľ. Štúra v Trenčíne. Katka Lechmanová si prvú cenu, binokulár Skymaster 25×100 so statívom zaslúžila, lebo bola prvá už aj v druhom kole v Prešove, kde získala plný počet bodov a vo finále pristúpila aj k obecnému riešeniu a dôkazu. Medzi stredoškolákmi bolo poradie nasledovné: Miroslav Kubala z Gymnázia v Kysuckom Novom Meste, Róbert Barsa z Centra voľného času Domino v Košiciach a Michal Prišegen z bilingválneho Gymnázia v Sučanoch. Michal si cenu vychutnal hneď na mieste – ďalekohľad Celestron Powerseeker 114 EQ a prvý dvaja, Miro a Robo sa zúčastnia Medzinárodnej astronomickej olympiády, ktorá sa bude konať koncom novembra a začiatkom decembra 2007 v Thajsku.

Tak ako? Oplatí sa súťažiť v AO aj v roku 2008?

Dr. L. HRIC, CSc.,
predseda VV AO na Slovensku

Ruku v ruce nad Venuší



Takto viděla Venuši sonda MESSENGER při přibližování v červnu 2007.

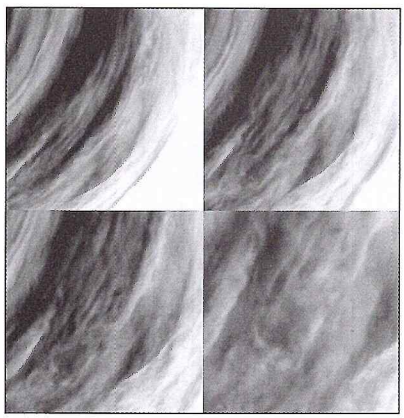
Kromě evropské meziplanetární sondy Venus Express se do průzkumu Venuše zapojila i americká stanice MESSENGER (MErcury Surface Space ENvironment GEochemistry and Ranging mission). Zatímco Venus Express nad druhou planetou sluneční soustavy neúnavně krouží, pro MESSENGERa šlo o kratičké rozptýlení na cestě k hlavnímu cíli. Tím je planeta Merkur s průlety v lednu a v říjnu 2008 a následně v září 2009 a finálním navedením na její oběžnou dráhu v březnu 2011.

Vzhledem k tomu, že Venus Express krouží kolem Venuše permanentně, bylo společné pozorování planety odkázáno na dobu, kdy se k ní v rámci gravitačních manévrů přiblížil MESSENGER. Nejprve to bylo 24. října 2006, a to na vzdálenost 2990 km. Podruhé pak 5. června 2007, a to na 337 km. První průlet ale nebylo možné ke společným pozorováním využit. Venuše totiž při pohledu ze Země byla v konjunkci, takže s oběma automaty bylo silně omezeno spojení. A to je pro koordinaci aktivit klíčové: stačí si jen uvědomit, jak dynamicky se mění atmosféra Venuše.

Průlet na počátku června 2007 ale už bylo možné využít naplno. „Je to poprvé, co jsme schopni provádět pozorování Venuše ze dvou bodů v její blízkosti," pochvaloval si Sean Solomon z Carnegie Institute ve Washingtonu, jinak jeden z vědců řídících let sondy MESSENGER.

Pro americkou meziplanetární stanici byl průlet rozplánovaný na 73 hodin s tím, že získala šest gigabajtů informací – včetně 614ti snímků oblačnosti planety. Pro vědce řídící její let šlo o zajímavý test i z jiného hlediska: poprvé totiž byla „v akci" kompletní vědecká výbava sondy. Dosud se vždy testovaly jen jednotlivé přístroje nebo jejich omezené skupinky, teď poprvé pracovaly naplno všechny. Velkým přínosem byla také možnost kalibrace přístrojů na základě výsledků ze sesterské stanice Venus Express (tato vlastnost ostatně byla vzájemná a oba automaty si tak „vypomohly").

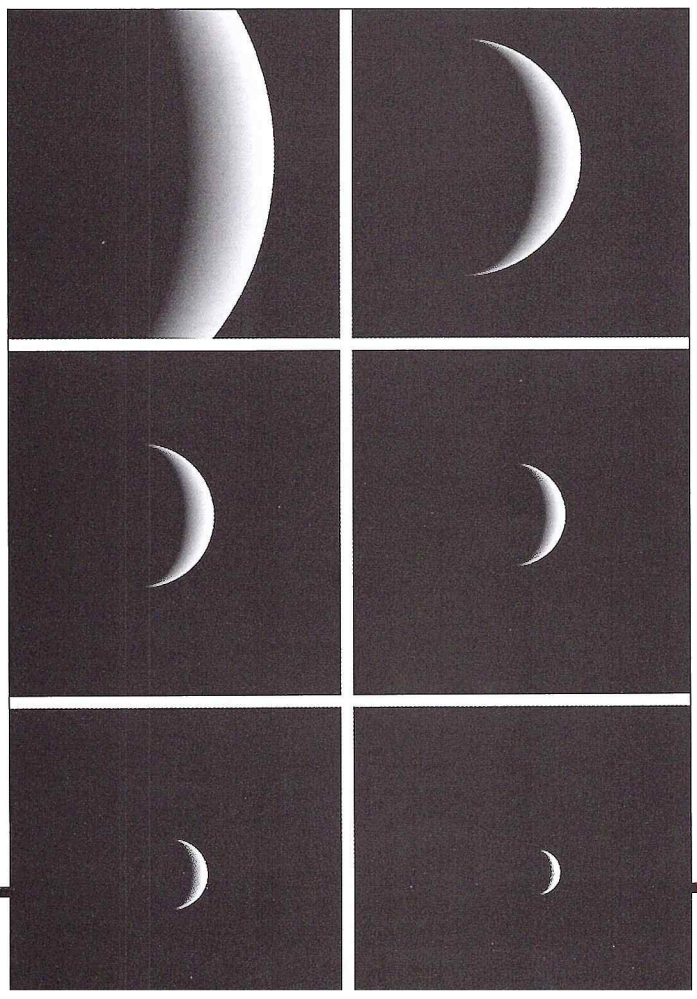
Jako první byly ze získaných dat na Zemi odvysílány snímky pořízené pomocí systému kamer MESSENGER Dual Imaging System (MDIS). První z nich byly zveřejněny až devět dní po průletu u Venuše, zbývající se vysílaly na Zemi postupně a v době uzávěrky tohoto Kozmosu nebyly ještě k dispozici. Z toho vyplývá, že nejsou k dispozici žádná podrobnější zhodnocení vědeckých dat a jejich vzájemné porovnání. Víme jen, že vše probíhalo podle plánu a že přístroje na obou sondách pracovaly tak, jak měly. Vědci např. napjatě očekávají, jak vlastně dopadlo snímkování Sluncem neosvětlené strany Venuše pomocí kamer MESSENGERU: na těchto snímcích mají být hledány blesky. Laserový výškoměr na americké sondě měl studovat výšku mrakové pokrývky nad planetou. Magnetometr se spolupráci s plazmovým a neutronovým spektrometrem měl získat data o interakci mezi nabitými částicemi slunečního větru a horní vrstvou atmosféry.



Čtyři záběry na oblačnost Venuše z paluby sondy Venus Express pořízené pomocí přístroje VIRTIS. Jsou ze vzdálenosti 65 tisíc (nahoře vlevo), 60 tisíc (nahoře vpravo), 53 tisíc (dole vlevo) a 37 tisíc (dole vpravo) kilometrů od povrchu planety na vlnové délce 1,7 mikronu. Jde o noční stranu planety a na snímcích jsou zachyceny hlubší vrstvy atmosféry než vidíme ve viditelné části spektra.

Kromě souběžného pozorování Venuše z bezprostřední blízkosti pomocí dvojice automatů došlo ještě k souběžnému průzkumu planety pomocí dvaceti koordinovaných týmů astronomů na Zemi. Také pozorování by měla potvrdit, upřesnit či korigovat naměřené údaje.

Několik záběru planety Venuše z paluby vzdalujícího se automatu MESSENGER.



Zatímco na výsledky ze společného průletu si tedy budeme muset ještě nějaký ten pátek počkat, samotná sonda Venus Express nás daty zasypává prakticky non-stop. Díky tomu ji na podzim 2006 zařadil americký časopis Popular Science mezi sto „nej" technických a technologických úspěchů loňského roku. V této souvislosti je zajímavé zmínit také skutečnost, že tajemné atmosférické víry objevené sondou na Venuši (viz Kozmos 4 a 5/2006) se podařilo na podzim 2006 nalézt sondě Cassini na planetě Saturn. Evidentně tedy nejde o lokální izolovaný jev, ale o záležitost obecnější.

A pokud máme v záplavě objevů a informací z evropské sondy pokračovat: pomocí přístroje VIRTS byla vytvořena teplotní mapa povrchu jižní polokoule planety. Na ní vědci následně vytipovali oblasti s tepelnými anomáliemi, které by mohly znamenat přítomnost aktivních vulkánů. Tedy něčeho, co jsme zatím na Venuši nemohli i kvůli husté atmosféře sledovat. Každopádně jde zatím pouze o hypotézy, které bude potřeba podpořit dalšími důkazy a průzkumem.

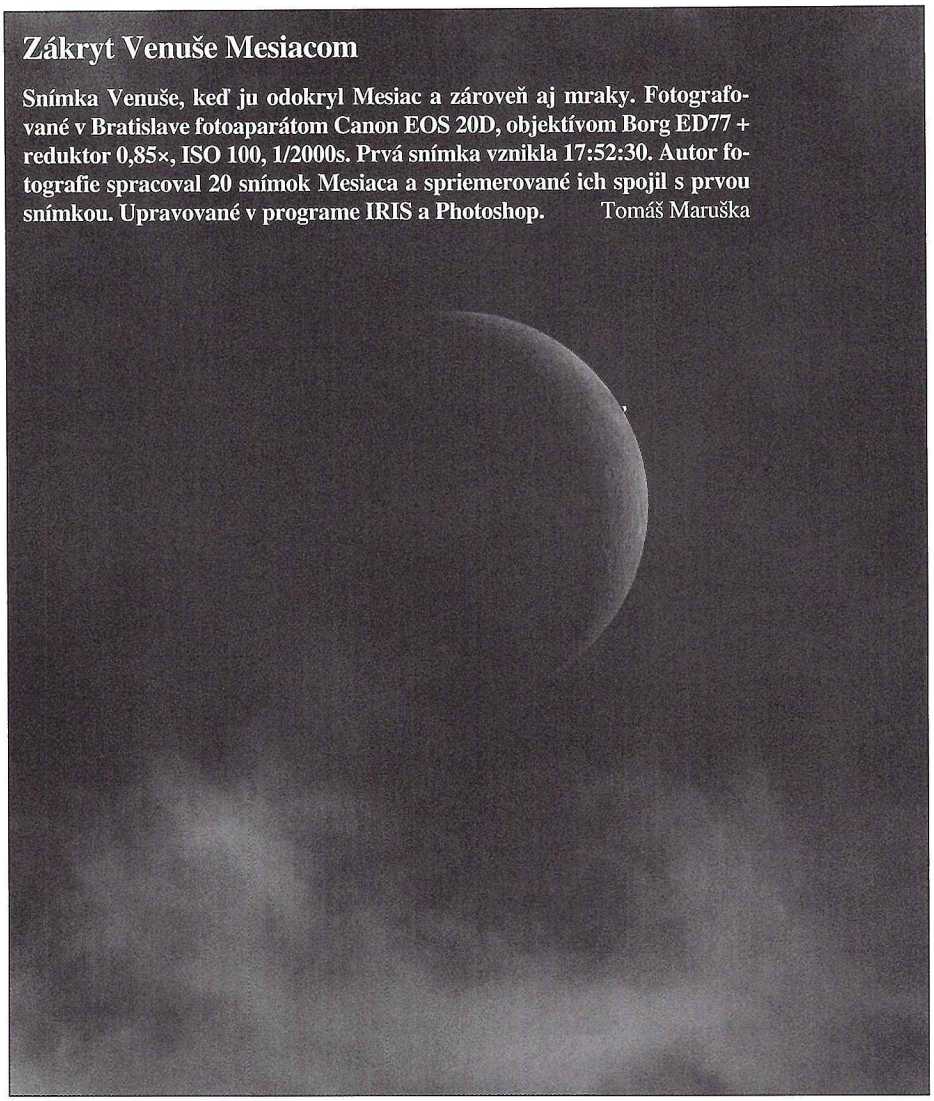
V dubnu 2007 si sonda Venus Express připomněla první výročí práce na oběžné dráze Venuše. „Během prvního roku pozorování jsme shromáždili ohromné množství dat, která nám poslouží k dešifrování tajemství tak komplexní atmosféry jako má právě Venuše," řekl při té příležitosti Hakan Svedhem, projektový vědec mise při ESA. „Analýza těchto dat přitom vyžaduje ohromné úsilí ode všech vědeckých týmů, ale rozhodně se vrací v podobě vědeckých výsledků."

Jen připomínáme, že sonda a vědci zodpovídající za její let dostali při této příležitosti hezký dárek: ESA zajistila financování mise až do května roku 2009. Záplava dat od Venuše tak bude ještě nějaký ten pátek pokračovat…

TOMÁŠ PŘIBYL
Foto ESA a NASA

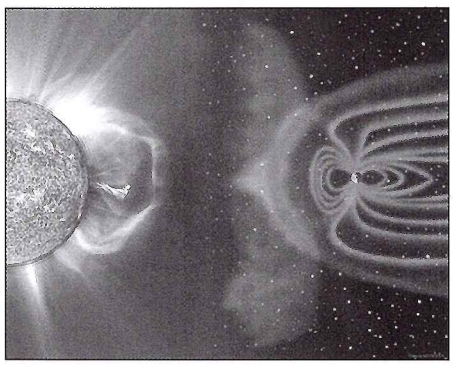
Zákryt Venuše Mesiacom

Snímka Venuše, keď ju odokryl Mesiac a zároveň aj mraky. Fotografované v Bratislave fotoaparátom Canon EOS 20D, objektívom Borg ED77 + reduktor 0,85×, ISO 100, 1/2000s. Prvá snímka vznikla 17:52:30. Autor fotografie spracoval 20 snímok Mesiaca a spriemerované ich spojil s prvou snímkou. Upravované v programe IRIS a Photoshop. Tomáš Maruška



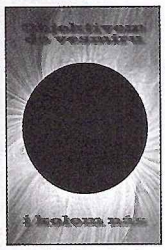
Celoslovenský astronomický seminár pre učiteľov 2007

Astronomický ústav SAV v Tatranskej Lomnici v rámci projektu Agentúry na podporu výskumu a vývoja APVV LPP-0146 *Stretnutia s vesmírom* organizuje astronomický seminár pre učiteľov základných a stredných škôl. Podujatie sa uskutoční 4. – 6. októbra 2007 v budove Astronomického ústavu SAV na Starolesnianskych lúkach pri Tatranskej Lomnici a v neďalekom Kongresovom centre ACADEMIA. Seminár je pripravovaný pre tých učiteľov základných a stredných škôl, ktorí by si radi rozšírili svoje astronomické vedomosti o najnovšie poznatky o Slnku a jeho aktivite, o vplyve slnečnej aktivity na Zem, o globálnych klimatických zmenách na Zemi, o Slnečnej sústave, meteoritoch, viacnásobných hviezdnych sústavách a o ďalších astronomických témach. Prednášať budú pracovníci Astronomického ústavu SAV. Všetky náklady (cestovné, ubytovanie, strava) pre maximálne 60 účastníkov seminára budú plne hradené projektom APVV LPP-0146. Formát podujatia bude veľmi podobný tomu, ktorý bol využitý v roku 2004 pri vzelávacom seminári pre prípravu na pozorovanie prechodu Venuše popred slnečný disk v rámci celoeurópskej akcie *Venus transit 2004*. Účastníci seminára obdržia po jeho skončení CD so súbormi všetkých prezentácií spolu so zborníkom prednášok. Ako sa zapojiť? Stačí vyplniť prihlášku nachádzajúcu sa na webovej stránke seminára a zaslať ju organizátorom seminára. Budeme veľmi radi, keď sa v októbri zase s Vami – učiteľmi základných a stredných škôl, ktorí sú milovníkmi a propagátormi astronómie medzi svojimi žiakmi – stretneme.



Ján Rybák (AsÚ SAV)
Tatranská Lomnica

Objektivem do vesmíru i kolem nás



Dostala sa mi do rúk úžasná, mimoriadne kvalitne vytlačená kniha so 65 astronomickými fotografiami. Vznikla, tak ako mnoho iných skvelých vecí, takmer náhodou: Xerox chcel predviesť na veľtrhu možnosti nového stroja vytlačením reprezentatívnej publikácie, ponuka putovala do AV ČR a tá požiadala Českú astronomickú spoločnosť. Pripravenému aj šťastie praje, a tak ľudia okolo České astrofotografie měsíce (ČAM – skvelá myšlienka Zdenka Bardona)) a Západočeskej pobočky ČAS (ZpČAS) sa dali do práce. Kniha vznikala hekticky. Od ponuky k záväzku, že kniha bude včas pripravená prešlo len niekoľko dní a potom boli necelé dva týždne na realizáciu...

Úvodné slovo napísal „duchovný otec" tlače Pavel Suchan a priam z neho cítiť zanietenosť, lásku k astronómii, pokoru i človečinu. Zhodnotenie 1. ročníka ČAM od Marcela Bělíka končí trošku nostalgicky: „A je možná již blízko čas, kdy budou astrofotografové s nostalgií vzpomínat na ruce vymáchané od vývojky a slabé světlo červené žárovky osvětlující zvětšovací přístroj."

V knihe nie sú špičkové fotografie z HST, obrích ďalekohľadov či kozmických sond. Sú to v podstate obyčajné fotografie zo súťaže ČAM a práce členov ZpČAS. Obyčajné sú však azda len tým, že boli zhotovené bez supertechniky, bez veľkých ďalekohľadov. A práve v tom je ich sila i krása, je to vesmír, ktorý je takmer na dosah.

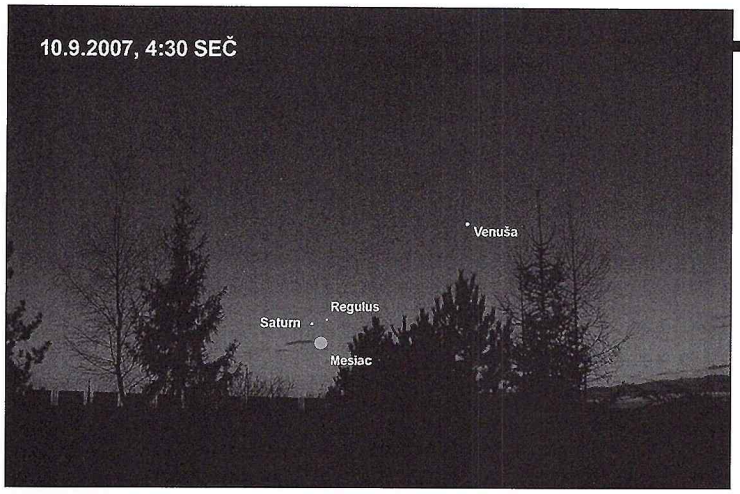
Pri každej fotografii sú nielen podrobné technické údaje, ale aj výstižný, často invenčný, opis daného objektu. Je to vlastne aj akási malá učebnica astronómie, astrofotografie i nádherná prehliadka vesmírnych objektov. Oko diváka sa poteší farebnými deep-sky objektmi, telesami slnečnej sústavy, zatmeniami na niekoľko spôsobov, kométami, konjunkciami i širokouhlými zábermi nočnej oblohy .

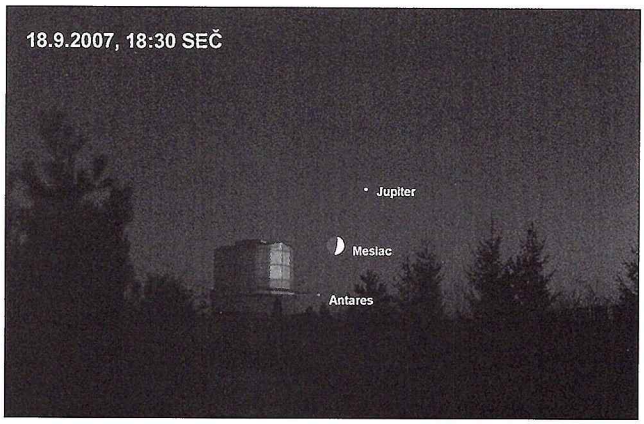
Publikáciu vytlačili v Brne na výstave Embax-Print 2007 v obmedzenom počte.

140-stranová kniha je nepredajná (dostali ju však všetci autori ČAM), no určite by bola na pultoch knižným trhákom. Autorov projektu však entuziazmus neopúšťa a tak pripravujú aj v budúcom roku vydanie najlepších fotografií „Astrofotografická ročenka ČAM 2007".

Na Slovensku máme tiež dosť autorov, ktorých by iste potešilo, keby práve ich fotografia bola v pripravovanej ročenke, naskytá sa im možnosť porovnať svoje výsledky s prácou kolegov. Je to v podstate veľmi jednoduché: posielajte fotografie do ČAM. Česká astrofotografia je česká len organizátormi, nie účastníkmi. **PR**

Česká astrofotografie měsíce je projektom České astronomické spoločnosti a Hvězdárny v Úpici (http://www.astro.cz/cam/). Je to nekomerčný projekt, odmenou víťazovi je len pocit dobre vykonanej práce a uverejnenie na prestížnej internetovej stránke ČAS. Astrofotograf roka 2006 (M. Druckmüller) bude mať meno zvečnené na mosadznej doske v kupole Úpickej hvezdárne.





Obloha v kalendári

august – september 2007

Pripravil PAVOL RAPAVÝ **Všetky časové údaje sú v SEČ**

Jedno z najkrajších období v roku. Sú prázdniny, a tak je aj viac času na krásneho koníčka – pozorovanie oblohy. Veľa zanietencov bude na expedíciách meteorárskych či premenárskych, niektorí sa len tak samotársky budú na miestach nerušených umelým osvetlením kochať hviezdnou oblohou s fascinujúcou klenbou Mliečnej cesty. Venuša sa presunie z večernej oblohy na rannú a bude jagavým klenotom oblohy, Mars pomaličky jasnie, Jupiterova viditeľnosť sa síce skráti, no Saturn je už po opozícii a pozorovateľný bude aj Urán s Neptúnom. Po dlhšom čase sa naskytá príležitosť odpozorovať dotyčnicové zákryty, Mesiac zakryje Plejády... Slabšie je to s kométami, no aj napriek tomu sa máme počas týchto dvoch mesiacov na čo tešiť.

Planéty

Merkúr bol v najväčšej západnej elongácii 20. 7., a tak jeho viditeľnosť ráno ešte trvá aj začiatkom augusta. 1. 8. je na začiatku občianskeho súmraku vo výške 6° ako objekt –1 mag, no je ho uhlová vzdialenosť od Slnka sa zmenšuje a koncom prvej dekády už vychádza len na konci nautického súmraku (–1,7 mag), nakoľko sa blíži do hornej konjunkcie 15. 8. Na večernej oblohe sa ho môžeme pokúsiť nájsť až koncom septembra. 29. 9. je síce v najväčšej východnej elongácii (26°), no táto je mimoriadne nepriaznivá, nakoľko Merkúr zapadá koncom občianskeho súmraku, pretože je o 12° južnejšie ako Slnko. Vzhľadom na nepriaznivé pozorovacie podmienky neuvidíme ani jeho pomerne tesné konjunkcie s Mesiacom či Saturnom. Aká-taká nádej na konjunkciu (–0,1 mag) s mladým Mesiacom je 13. 9. krátko po západe Slnka. Najbližšie k Slnku (0,30749 AU) bude 4. 8. a v odslní (0,4667 AU) 17. 9. a najďalej od Zeme (1,36444 AU) 21. 8.

Venuša (–4,3 až –4,6 mag) zapadá začiatkom augusta ako objekt –4,3 mag len krátko po Slnku, nakoľko sa blíži do dolnej konjunkcie 18. 8. Ráno ju na oblohe uvidíme v polovici poslednej augustovej dekády a jej viditeľnosť sa bude ďalej zlepšovať, koncom septembra vychádza už 2 hodiny po polnoci, a tak ráno bude skutočným klenotom východnej časti oblohy (–4,5 mag).

9.8. je v odslní (0,72823 AU) a 18. 8. bude k nám najbližšie (0,28816 AU). 7. 9. je v zastávke a začne sa na oblohe pohybovať v priamom smere. 8. 9. bude v nevýraznej konjunkcii s Mesiacom, no napriek tomu 9. 8. ráno pred východom Slnka budú obe telesá pútať pozornosť, nad obzorom im bude nenápadne asistovať Saturn. Na krajšie zoskupenie týchto troch telies si budeme musieť počkať až do 7. 10.

Mars (0,5 až –0,1 mag) vychádza v Býkovi hodinu pred polnocou, do konca septembra sa jeho viditeľnosť ešte o dve hodiny predĺži. 29. 9. sa presunie z Býka do Blížencov. Jeho jasnosť pomaličky stúpa, a tak na oblohe bude stále výraznejším objektom načervenalej farby, ktorý svojím pokojným svitom upúta už pri pohľade voľným okom. V prvej polovici augusta bude pod Plejádami (konjunkcia 7. 8.), neskôr severne od Hyád. Jeho vlastný pohyb si všimneme napríklad okolo 16. 8., keď bude v konjunkcii s ω2 Tau (4,9 mag) len 14' južne. 17. 9. bude necelý stupeň severne od Krabej hmloviny (M1). Konjunkcie s Mesiacom (7. 8. a 4. 9.) sú nevýrazné, no pri tej augustovej bude práve Mesiac zakrývať Plejády...

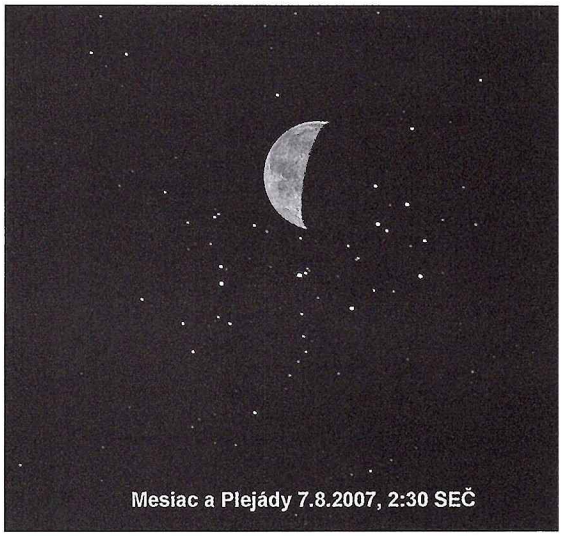
Jupiter (–2,4 až –2,3 mag) v Hadonosovi je už po júnovej opozícii, a tak sa jeho nočná viditeľnosť kráti. Začiatkom augusta je pozorovateľný v prvej polovici noci, koncom septembra však zapadá už 4 hodiny pred polnocou. 7. 8. je v zastávke a začne sa pohybovať na oblohe v priamom smere. Jeho vlastný pohyb je možné sledovať porovnaním s hviezdou ω Oph (4,4 mag), ku ktorej bude najbližšie práve v zastávke (12').

Konjunkcie s Mesiacom 22. 8. a 18. 9. sú nevýrazné, nakoľko vzdialenosť oboch telies neklesne pod 6°.

Saturn (0,6 – 0,7 mag) v Levovi zapadá ešte na presvetlenej oblohe a neskôr sa úplne stratí z večernej oblohy, nakoľko sa blíži do konjunkcie so Slnkom 22. 8. Začiatkom septembra už bude na rannej oblohe a podmienky jeho viditeľnosti sa budú rýchlo zlepšovať. Koncom septembra už vychádza 2,5 hodiny po polnoci a na začiatku občianskeho súmraku má výšku 30°. 1. 9. bude v konjunkcii (0,8°) s Regulom, no obe telesá budú nad obzorom len krátko pred východom Slnka. 10. 9. ráno bude v peknej konjunkcii s Mesiacom a v jeho blízkosti bude aj Regulus. Je to vhodná príležitosť na získanie pekných fotografií so zaujímavou scenériou horizontu.

Urán (5,7 mag) je vo Vodnárovi začiatkom augusta okrem rána pozorovateľný celú noc, 9. 9. je v opozícii, a teda bude nad obzorom celú noc. Koncom septembra vychádza ešte počas dňa. Jeho pomalý pohyb západným smerom si najlepšie všimneme porovnaním s hviezdou φ Aqr (4,2 mag) od ktorej bude 27. 8. len 15' severne. 2. a 29. 8. bude v konjunkcii s Mesiacom, výhodnejšia je prvá. Konjunkcia 25. 9. je síce zo všetkých najtesnejšia, no nastáva ešte pod obzorom a Mesiac je len krátko pre splnom...

Neptún (7,8 mag) je vo východnej časti Kozorožca, 1. 8. vychádza už počas občianskeho súmraku. 13. 8. je v opozícii a má teda celonočnú viditeľnosť. 13. 8. je aj najbližšie k Zemi 29,03193 AU. Konjunkcia s Mesiacom 27. 8. nastáva pod obzorom, no septembrová (23. 9.) je vcelku vhodná, Mesiac je však v pomerne veľkej fáze.



Po dlhšom čase sme sa konečne dočkali aj jasnejších dotyčnicových zákrytov, ktorých hranica prechádza územím Slovenska.

7. augusta križuje hranica jasného zákrytu (3,7 mag, Elektra z Pledád) východné Slovensko od Turne nad Bodvou, cez Medzev, Prešov po Nižný Komárnik. Mesiac je po poslednej štvrti a zákryt nastáva 10° na osvetlenej strane Mesiaca. V ten istý deň bude pozorovateľný aj ďalší zákryt (Lučenec, Revúca, Spišská Nová Ves, Bardejovské kúpele) hviezdy SAO 76206 (6,5 mag), ktorý bude pozorovateľný 12° na neosvetlenej strane Mesiaca.

Medzi oboma zákrytmi je časový rozdiel asi 2 hodiny, a tak je možné sa po pozorovaní jedného presunúť a pozorovať ďalší. Na juhu je vzdialenosť pozorovacích miest okolo 50 km, na severe o polovicu menej.

3. septembra je ďalší nádejný zákryt (6,0 mag) 7° na neosvetlenej strane Mesiaca pred prvou štvrťou, ktorý však naším územím prechádza len v juhovýchodnom cípe. Hranica tieňa však prechádza blízko našej južnej hranice.

Dotyčnicové zákryty

Údaje o zákrytoch sú v tabuľke (pre polohu Rimavskej Soboty), podrobnejšie informácie nájdete na stránke *www.astrors.szm.sk*.

Dátum	SEČ h m	hviezda	mag	fM	d	h	S	PA	CA
7. 8.	1 18	ZC 537	3,7	36–	29	7	–22.1	159	9.6B
7. 8.	3 11	ZC 555	6,4	35–	15	45	–10.9	338	11.2D
3. 9.	4 1	ZC 518	6,0	61–	53	66	–10.2	339	6.7D

mag – jasnosť hviezdy
fm – fáza Mesiaca v % (– ubúda)
d – vzdialenosť hranice zákrytu od R. Soboty
h – výška nad obzorom
S – „výška" Slnka pod obzorom
PA – pozičný uhol
CA – uhol od rohu Mesiaca

Zákrytári sa môžu tešiť aj na zákryt Plejád Mesiacom, nakoľko 7. 8. po polnoci prejde Mesiac po poslednej štvrti severnou časťou tejto krásnej hviezdokopy. Okrem jedného dotyčnicového zákrytu Elektry budú zvlášť krásne výstupy Taygety (4,3 mag) a Maie (3,9 mag).

Planétky

Najjasnejšou planétkou je (4) Vesta (6,7 mag), ktorá počas týchto dvoch mesiacov zoslabne o 1 mag. Nájdeme ju v severnej časti Škorpióna, neskôr v južnej časti Hadonosa. Jej deklinácia klesá, a tak bude pozorovateľná stále ťažšie.

Do 11. mag bude v opozícii 10 planétiek (40) Harmonia (4. 8.; 9,3 mag), (27) Euterpe (11. 8.; 10,2 mag), (196) Philomela (14. 8.; 10,9 mag), (194) Prokne (16. 8.; 9,6 mag), (230) Athamantis (26. 8.; 10,2 mag), (2) Pallas (29. 8.; 8,9 mag), (115) Thyra (1. 9.; 9,9 mag), (30) Urania (3. 9.; 9,7 mag), (532) Herculina (17. 9.; 10,6 mag), (185) Eunike (23. 9.; 10,8 mag)

11. 9. prejde (4) Vesta len 8' južne od slabej guľovej hviezdokopy NGC 6235 (10 mag), 18. 9. 12' južne od guľovky NGC 6287 (9,4 mag) a do tretice 26. 9. 16' severne od ďalšej guľovej hviezdokopy NGC 6235 (10,3 mag).

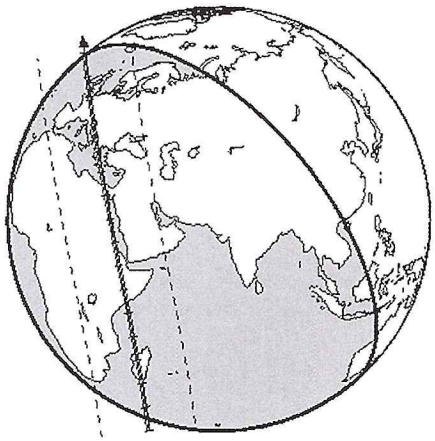
(196) Philomena bude 7. 8. v konjunkcii (1,1°) s peknou guľovou hviezdokopou M 30 (7,2 mag).

Zákryty hviezd Mesiacom (august – september 2007)

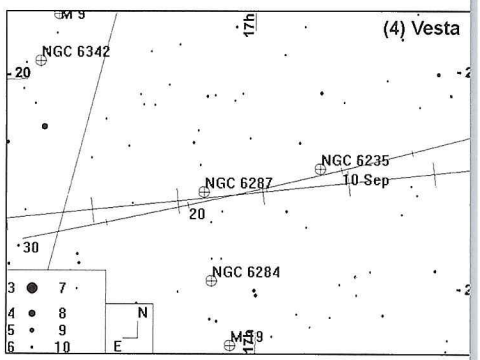
Dátum	UT h m s	f	XZ	mag	CA °	PA °	a s/o	b s/o
3. 8.	20 39 32	R	1046	4,6	+81S	237	–5	101
5. 8.	23 22 54	R	3617	5,7	+83N	259	13	94
7. 8.	0 14 6	D	4818	3,8	–18S	150	203	–143
7. 8.	0 22 49	R	4818	3,8	+0S	168	–204	359
6. 8.	23 57 22	D	4813	5,4	–78S	90	10	83
7. 8.	0 50 31	R	4813	5,4	+59S	227	0	120
7. 8.	0 11 12	D	4831	4,4	–73N	61	–1	104
7. 8.	1 8 56	R	4831	4,4	+88S	256	25	97
7. 8.	0 23 18	D	4854	4,0	–77S	92	21	82
7. 8.	1 17 2	R	4854	4,0	+55S	224	5	127
7. 8.	1 28 51	R	4857	5,8	+89N	260	35	92
7. 8.	1 31 42	R	4863	6,5	+83S	252	30	100
7. 8.	1 4 12	R	4875	7,0	–2S	167	–227	420
7. 8.	1 53 27	R	4889	6,7	+64S	233	23	119
7. 8.	2 13 59	R	4928	6,8	+17N	332	466	–531
9. 8.	1 39 43	D	7791	4,5	–72S	111	18	58
9. 8.	2 31 12	R	7791	4,5	+53S	236	–1	127
23. 8.	20 43 48	D	24796	6,5	+63N	58	65	–27
24. 8.	18 46 21	D	26400	3,4	+89S	80	101	32
24. 8.	20 7 23	R	26400	3,4	–84S	253	95	–3
26. 8.	21 7 21	D	29252	4,9	+85N	60	84	34
28. 8.	21 55 55	D	31061	3,7	–80N	61	77	64
28. 8.	23 6 29	R	31061	3,7	+64S	225	64	54
5. 9.	1 20 8	R	7174	6,5	+41S	221	1	162
6. 9.	0 53 20	R	9410	6,9	+70N	296	28	48
9. 9.	2 30 3	R	14280	6,3	+68N	313	9	14
29. 9.	0 52 33	R	2963	6,4	+69S	223	67	78
29. 9.	18 57 1	D	3943	4,6	–70N	49	–18	98
29. 9.	19 47 3	R	3943	4,6	+76N	263	9	87
30. 9.	3 23 47	R	4218	7,0	+71N	269	82	–52
30. 9.	22 40 0	R	5382	7,5	+41N	305	97	5

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

(445) Edna 5. 8. 2007

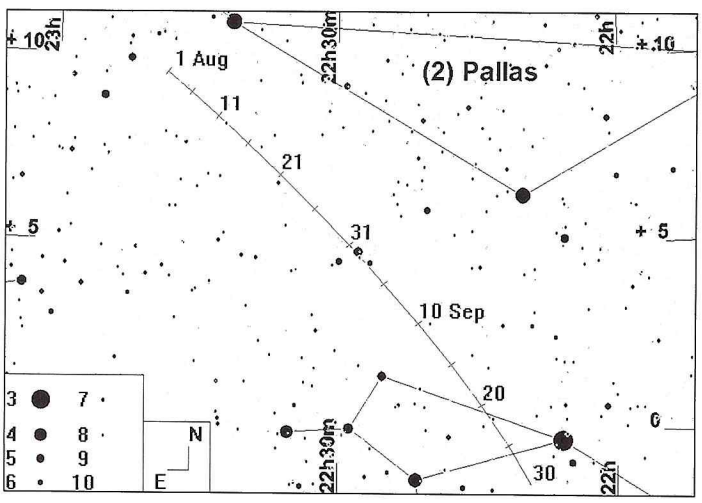


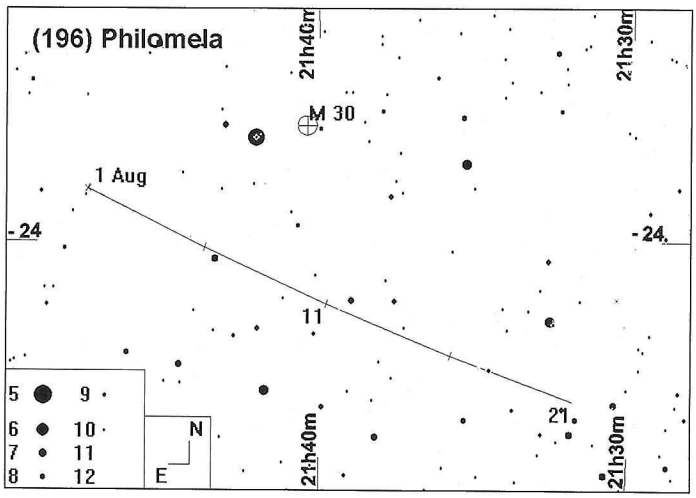
Spresnenia predpovedí sú na stránke *http://mpocc.astro.cz*.



Zákryty hviezd planétkami nastanú, aspoň s minimálnou šancou, podľa nominálnych predpovedí s hviezdami do 11. mag len dva.

Dátum	UT	planétka	hviezda	mag	pokles	trv
5. 8.	22,4	445 Edna	TYC 2255 885	10,9	3,0	7,5
16.9.	1,2	1330 Spiridonia	HIP 116124	9,1	5,8	3,8

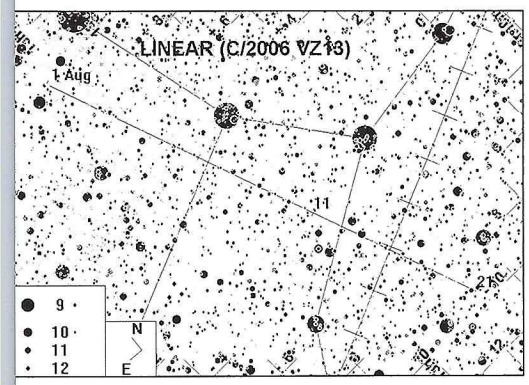




Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
Efemerida planétky (4) Vesta			
1. 8.	$16^h09,3^m$	−18°19,4'	6,7
6. 8.	$16^h12,4^m$	−18°49,3'	6,8
11. 8.	$16^h16,3^m$	−19°19,5'	6,9
16. 8.	$16^h20,7^m$	−19°49,7'	7,0
21. 8.	$16^h25,8^m$	−20°19,7'	7,1
26. 8.	$16^h31,4^m$	−20°49,1'	7,1
31. 8.	$16^h37,6^m$	−21°17,7'	7,2
5. 9.	$16^h44,2^m$	−21°45,4'	7,3
10. 9.	$16^h51,3^m$	−22°11,8'	7,4
15. 9.	$16^h58,9^m$	−22°36,8'	7,4
20. 9.	$17^h06,8^m$	−23°00,2'	7,5
25. 9.	$17^h15,1^m$	−23°21,7'	7,5
30. 9.	$17^h23,7^m$	−23°41,2'	7,6
Efemerida planétky (196) Philomela			
1. 8.	$21^h47,4^m$	−23°37,5'	11,0
6. 8.	$21^h43,7^m$	−24°03,7'	10,9
11. 8.	$21^h39,8^m$	−24°28,4'	10,8
16. 8.	$21^h35,7^m$	−24°50,9'	10,9
21. 8.	$21^h31,8^m$	−25°10,6'	10,9
Efemerida planétky (2) Pallas			
1. 8.	$22^h48,4^m$	+09°29,0'	9,4
6. 8.	$22^h45,9^m$	+08°55,9'	9,3
11. 8.	$22^h43,0^m$	+08°17,2'	9,2
16. 8.	$22^h39,8^m$	+07°33,0'	9,1
21. 8.	$22^h36,3^m$	+06°43,6'	9,0
26. 8.	$22^h32,6^m$	+05°49,5'	8,9
31. 8.	$22^h28,8^m$	+04°51,4'	8,9
5. 9.	$22^h25,1^m$	+03°50,1'	8,8
10. 9.	$22^h21,4^m$	+02°46,4'	8,9
15. 9.	$22^h17,8^m$	+01°41,4'	8,9
20. 9.	$22^h14,6^m$	+00°36,2'	9,0
25. 9.	$22^h11,6^m$	−00°28,4'	9,1
30. 9.	$22^h09,1^m$	−01°31,3'	9,2

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el
Efemerida kométy LINEAR (C/2006 VZ13)				
1. 8.	$13^h13,7^m$	+09°44,4'	10,3	65,9
6. 8.	$13^h04,1^m$	+02°59,6'	10,6	60,9
11. 8.	$12^h56,9^m$	−02°08,4'	10,8	56,1
16. 8.	$12^h51,2^m$	−06°09,4'	11,1	51,5
21. 8.	$12^h46,7^m$	−09°23,6'	11,4	47,0
Efemerida kométy LONEOS (C/2007 F1)				
15. 9.	$11^h25,9^m$	+28°11,5'	11,9	24,9
20. 9.	$11^h36,8^m$	+28°09,6'	11,3	26,9
25. 9.	$11^h49,6^m$	+28°03,3'	10,7	28,9
30. 9.	$12^h04,8^m$	+27°47,3'	10,0	30,6

Kométy



Kométa C/2006 VZ13 (LINEAR) je síce dostatočne jasná (začiatkom augusta bude mať okolo 10 mag), no jej geometrické podmienky na oblohe nie sú najpriaznivejšie, a tak bude pozorovateľná prvé dve tretiny augusta, nakoľko jej deklinácia klesá.

Kométa C/2007 F1 (LONEOS) môže byť pozorovateľná od polovice septembra, jej jasnosť síce stúpa, no zároveň sa pomaly zmenšuje aj jej elongácia od Slnka. Podľa nominálnej predpovede by v druhej polovici októbra mala byť jasnejšia ako 6 mag, no v tom čase už bude jej uhlová vzdialenosť od Slnka len 20 stupňov. Vzájomná poloha Slnka a kométy je však sľubná, a tak sa možno dočkáme kométy viditeľnej aspoň triédrom.

Meteory

Počas tohto prázdninového obdobia jednoznačne budú dominovať Perzeidy. Počas ich maxima je Mesiac v nove, a tak nič nebude brániť skvelému pozorovaniu tohto krásneho letného roja. Maximum nastane ráno 13. 8. medzi 6–8,5 hod., a tak je vhodné pozorovať až do svitania. Táto poznámka je asi bezpredmetná, pretože pri zvyšujúcej sa frekvencii len máloktorý pozorovateľ odíde... Množstvo pozorovateľov bude na tradičných meteorických expedíciách a aj to je jeden z dôvodov, prečo je v databáze IMO tak veľa vizuálnych pozorovaní práve z tohto obdobia. V ostatných obdobiach roka (okrem silnejších maxím hlavných rojov) sa začínajú postupne presadzovať automatizované pozorovania pomocou citlivých CCD kamier.

Pavol Rapavý

Meteorické roje (august – september 2007)

Roj	Aktivita	Max.	Radiant		Pohyb rad. °/deň		V. km/s	ZHR	Zdroj
			RA	D	RA	D			
PAU	15. 7.–10. 8.	28. 7.	22:44	−30	1	+0,2	35	5	IMO
SDA	12. 7.–19. 8.	28. 7.	22:36	−16	0,8	+0,2	42	20	IMO
CAP	3. 7.–15. 8.	30. 7.	20:28	−10	0,9	+0,3	25	4	IMO
SIA	25. 7.–15. 8.	4. 8.	22:16	−15	1,1	+0,2	34	2	IMO
PER	17. 7.–24. 8.	13. 8.	03:04	+58	1,4	+0,2	59	100	IMO
KCG	3. 8.–25. 8.	18. 8.	19:04	+59	0,2	+0,1	25	3	IMO
ERI	20. 8.– 5. 9.	25. 8.	03:28	−15	0,8	+0,3	59	4	DMS
AUR	25. 8.– 5. 9.	1. 9.	05:36	+42	1,1	0,0	66	10	IMO
DAU	5. 9.–10. 10.	8. 9.	04:00	+47	1	+0,1	64	6	IMO
SPR	5. 9.–10. 10.	8. 9.	04:00	+47	1	+0,1	64	6	ALPO
ATR	9. 9.–16. 9.	12. 9.	02:00	+29	1	+0,2	35	3	ALPO
KAQ	8. 9.–30. 9.	20. 9.	22:36	−02	1	+0,2	16	3	DMS

PAU – južné Piscidy, SDA – južné δ Akvaridy, CAP – α Kaprikornidy, SIA – južné ι Akvaridy, PER – Perzeidy, KCG – κ Cygnidy, ERI – π Eridanidy, AUR – α Aurigidy, DAU – δ Aurigidy, SPR – septembrové Perzeidy, ATR - Arietidy - Triangulidy, KAQ – κ Akvaridy

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

Tabuľky východov a západov (august – september 2007)

Slnko

			Súmrak					
			Astronomický		Nautický		Občiansky	
	Vých.	Záp.	zač.	kon.	zač.	kon.	zač.	kon.
1. 8.	4:14	19:18	1:50	21:41	2:49	20:42	3:37	19:55
6. 8.	4:21	19:10	2:03	21:27	2:58	20:32	3:45	19:46
11. 8.	4:27	19:02	2:15	21:13	3:08	20:21	3:52	19:37
16. 8.	4:34	18:53	2:27	20:59	3:17	20:10	4:00	19:28
21. 8.	4:41	18:44	2:38	20:46	3:26	19:59	4:07	19:18
26. 8.	4:48	18:34	2:49	20:32	3:35	19:48	4:15	19:08
31. 8.	4:55	18:24	3:00	20:19	3:43	19:37	4:22	18:57
5. 9.	5:02	18:14	3:10	20:06	3:51	19:26	4:30	18:46
10. 9.	5:09	18:04	3:19	19:54	3:59	19:14	4:37	18:36
15. 9.	5:16	17:54	3:28	19:42	4:07	19:03	4:44	18:25
20. 9.	5:23	17:43	3:36	19:30	4:14	18:51	4:52	18:14
25. 9.	5:30	17:33	3:45	19:18	4:22	18:40	4:59	18:04
30. 9.	5:37	17:23	3:52	19:07	4:29	18:29	5:06	17:54

Mesiac

	Východ	Západ
1. 8.	20:28	6:56
6. 8.	22:11	13:49
11. 8.	2:09	18:36
16. 8.	8:18	19:59
21. 8.	14:02	21:42
26. 8.	17:53	1:47
31. 8.	19:25	8:43
5. 9.	22:43	15:19
10. 9.	3:44	17:39
15. 9.	9:29	18:51
20. 9.	14:43	22:09
25. 9.	16:53	3:25
30. 9.	18:49	10:40

Merkúr

	Východ	Západ
1. 8.	2:53	18:35
6. 8.	3:20	18:50
11. 8.	3:55	19:00
16. 8.	4:32	19:05
21. 8.	5:08	19:05
26. 8.	5:41	19:01
31. 8.	6:11	18:55
5. 9.	6:37	18:47
10. 9.	7:02	18:38
15. 9.	7:24	18:29
20. 9.	7:43	18:18
25. 9.	7:58	18:07
30. 9.	8:09	17:55

Venuša

	Východ	Západ
1. 8.	6:43	19:41
6. 8.	6:19	19:11
11. 8.	5:50	18:41
16. 8.	5:18	18:11
21. 8.	4:43	17:43
26. 8.	4:09	17:16
31. 8.	3:38	16:53
5. 9.	3:10	16:34
10. 9.	2:47	16:18
15. 9.	2:28	16:05
20. 9.	2:14	15:54
25. 9.	2:04	15:45
30. 9.	1:57	15:37

Mars

	Východ	Západ
1. 8.	23:07	14:08
6. 8.	22:56	14:06
11. 8.	22:45	14:04
16. 8.	22:35	14:01
21. 8.	22:25	13:58
26. 8.	22:15	13:54
31. 8.	22:06	13:50
5. 9.	21:56	13:45
10. 9.	21:47	13:39
15. 9.	21:37	13:32
20. 9.	21:27	13:25
25. 9.	21:17	13:17
30. 9.	21:06	13:08

Jupiter

	Východ	Západ
1. 8.	15:15	23:52
6. 8.	14:55	23:33
11. 8.	14:36	23:13
16. 8.	14:17	22:53
21. 8.	13:58	22:34
26. 8.	13:40	22:15
31. 8.	13:22	21:57
5. 9.	13:04	21:39
10. 9.	12:47	21:20
15. 9.	12:30	21:02
20. 9.	12:13	20:44
25. 9.	11:57	20:27
30. 9.	11:41	20:10

Saturn

	Východ	Západ
1. 8.	5:48	20:04
6. 8.	5:32	19:46
11. 8.	5:15	19:27
16. 8.	4:59	19:09
21. 8.	4:43	18:50
26. 8.	4:26	18:32
31. 8.	4:10	18:14
5. 9.	3:54	17:56
10. 9.	3:38	17:38
15. 9.	3:22	17:19
20. 9.	3:06	17:01
25. 9.	2:49	16:42
30. 9.	2:32	16:24

Urán

	Východ	Západ
1. 8.	20:38	7:58
6. 8.	20:18	7:38
11. 8.	19:59	7:18
16. 8.	19:39	6:57
21. 8.	19:19	6:36
26. 8.	18:59	6:15
31. 8.	18:38	5:55
5. 9.	18:18	5:34
10. 9.	17:59	5:13
15. 9.	17:39	4:52
20. 9.	17:19	4:32
25. 9.	16:58	4:11
30.9.	16:38	3:51

Neptún

	Východ	Západ
1. 8.	19:39	5:31
6. 8.	19:19	5:11
11. 8.	18:59	4:50
16. 8.	18:39	4:29
21. 8.	18:19	4:09
26. 8.	17:59	3:49
31. 8.	17:40	3:29
5. 9.	17:20	3:08
10. 9.	16:59	2:48
15. 9.	16:39	2:27
20. 9.	16:19	2:07
25. 9.	16:00	1:47
30. 9.	15:40	1:27

Kalendár úkazov a výročí (august – september)

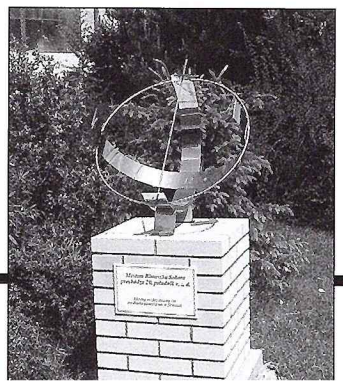
2. 8. 2,0 Urán v konjunkcii s Mesiacom (Urán 1,1° južne)
2. 8. 40. výročie (1967) štartu sondy Lunar Orbiter 5
4. 8. planétka (40) Harmonia v opozícii (9,3 mag)
4. 8. 1,5 Mesiac v prízemí (368 871 km)
4. 8. maximum meteorického roja južné ι Akvaridy (ZHR 2)
4. 8. 20,4 Merkúr v prísluní (0,30749 AU)
5. 8. 22,3 Mesiac v poslednej štvrti
5. 8. 23,4 zákryt hviezdy TYC 2255 885 (10,9 mag) planétkou (445) Edna
7. 8. 2,0 Mars v konjunkcii s Mesiacom (Mars 5,6° južne)
7. 8. 7,0 Jupiter v zastávke, začína sa pohybovať priamo
8. 8. 30. výročie (1977) zániku vesmírnej stanice Saľut 5
9. 8. 18,6 Venuša v odsluní (0,72823 AU)
10. 8. 1220. výročie (787) narodenia Aby Maa'sara
11. 8. 45. výročie (1962) štartu Vostoku 3
11. 8. planétka (27) Euterpe v opozícii (10,2 mag)
11. 8. 130. výročie (1877) objavenia mesiaca Deimos (A. Hall)
12. 8. 45. výročie (1962) štartu Vostoku 4
12. 8. 140. výročie (1867) narodenia S. K. Kostinského
13. 8. 0,0 Mesiac v nove
13. 8. 100. výročie (1907) narodenia H. Vogela
13. 8. 7,0 maximum meteorického roja Perzeidy (ZHR 100)
13. 8. 365. výročie (1642) objavu južnej polárnej čiapočky Marsu (Ch. Huygens)
13. 8. 10,7 Neptún v prízemí (29,03193 AU)
13. 8. 19,5 Neptún v opozícii
14. 8. planétka (196) Philomela v opozícii (10,9 mag)
15. 8. 120. výročie (1887) narodenia P. W. Merilla
15. 8. 21,0 Merkúr v hornej konjunkcii
16. 8. planétka (194) Prokne v opozícii (9,6 mag)
17. 8. 130. výročie (1877) objavu Phobosa (A. Hall)
18. 8. 4,6 Venuša v dolnej konjunkcii
18. 8. 11,0 Venuša v prízemí (0,28816 AU)
18. 8. maximum meteorického roja κ Cygnidy (ZHR 3)
19. 8. 4,2 Mesiac v odzemí (404 600 km)
20. 8. 30. výročie (1977) štartu Voyageru 2
21. 8. 0,9 Merkúr v odzemí (1,36444 AU)
21. 8. 0,9 Mesiac v prvej štvrti
22. 8. 2,9 Jupiter v konjunkcii s Mesiacom (Jupiter 6,2° severne)
22. 8. 5,6 Saturn v odzemí (10,24378 AU)
22. 8. 14,2 Saturn v konjunkcii so Slnkom
23. 8. 120. výročie (1887) narodenia F. Candera
23. 8. 80. výročie (1927) narodenia L. Kresáka
24. 8. 26. ESOP (Tatranská Lomnica 24. – 26. 8.
26. 8. planétka (230) Athamantis v pozícii (10,2 mag)
27. 8. 11,2 Neptún v konjunkcii s Mesiacom (Neptún 1,8° severne)
27. 8. 45. výročie (1962) štartu Marineru 2
28. 8. 11,6 Mesiac v splne
28. 8. 11,6 úplné zatmenie Mesiaca (od nás nepozorovateľné)
29. 8. 9,4 Urán v konjunkcii s Mesiacom (Urán 1,3° južne)
29. 8. planétka (2) Pallas v pozícii (8,9 mag)
30. 8. 15. výročie (1992) objavu 1. objektu Kuiperovho pásu (1992 QB1, D. Jewitt a J. Luu)
31. 8. 1,7 Mesiac v prízemí (364 153 km)
31. 8. 170. výročie (1834) narodenia J. M. É.Stephana
1. 9. planétka (115) Thyra v pozícii (9,9 mag)
1. 9. maximum meteorického roja α Aurigidy (ZHR 10)
3. 9. planétka (30) Urania v pozícii (9,7 mag)
4. 9. 3,5 Mesiac v poslednej štvrti
4. 9. 15,0 Mars v konjunkcii s Mesiacom (Mars 5° južne)
5. 9. 30. výročie (1977) štartu Voyageru 1
7. 9. 15,1 Venuša v zastávke, začína sa pohybovať priamo
8. 9. 40. výročie (1967) štartu Surveyoru 5
8. 9. maximum meteorického roja δ Aurigidy (ZHR 6)
8. 9. 23,8 Venuša v konjunkcii s Mesiacom (Venuša 8,1° južne)
9.9. 0,1 Urán v prízemí (19,08609 AU)
9. 9. 19,6 Urán v opozícii
10. 9. 2,5 Saturn v konjunkcii s Mesiacom (Saturn 1,2° severne), mimo nášho územia zákryt
10.9. 150. výročie (1857) narodenia J. Keelera
11.9. 13,7 Mesiac v nove
11. 9. 13,5 čiastočné zatmenie Slnka, od nás nepozorovateľné
11. 9. 130. výročie (1877) narodenia J. Jeansa
11. 9. 100. výročie (1907) narodenia A.F. Bogorodského
12. 9. 90. výročie (1917) narodenia T. Kolbenhayera
13. 9. 11,3 Merkúr v konjunkcii s Mesiacom (Merkúr 2,8° severne)
15. 9. 21,7 Mesiac v odzemí (405 627 km)
16. 9. 2,2 zákryt hviezdy HIP 116124 (9,1 mag) planétkou (1330) Spiridonia
17. 9. 150. výročie (1857) narodenia K. E. Ciolkovského
17. 9. planétka (532) Herculina v opozícii (10,9 mag)
17. 9. 20,0 Merkúr v odslní (0,4667 AU)
18. 9. 13,5 Jupiter v konjunkcii s Mesiacom (Jupiter 6,3° severne)
19. 9. 17,8 Mesiac v prvej štvrti
22. 9. 75. výročie (1932) narodenia A. Rückla
23. 9. planétka (185) Eunike v opozícii (10,8 mag)
23. 9. 20,5 Neptún v konjunkcii s Mesiacom (Neptún 2,1° severne)
23. 9. 170. výročie (1834) narodenia A. Gautiera
25. 9. 16,2 Urán v konjunkcii s Mesiacom (Urán 0,7° južne)
25. 9. 15. výročie (1992) štartu Mars Observeru
26. 9. 20,8 Mesiac v splne
28. 9. 3,1 Mesiac v prízemí (359 399 km)
28. 9. 150. výročie (1857) narodenia E. Mahlera
29. 9. 16,9 Merkúr v najväčšej východnej elongácii (26°)
29. 9. 30. výročie (1977) štartu vesmírnej stanice Saľut 6
29. 9. 190. výročie (1817) narodenia V. Kuneša
2. 10.20,1 Mars v konjunkcii s Mesiacom (Mars 3,9° južne)
3. 10.11,1 Mesiac v poslednej štvrti
7. 10. 5,1 Venuša v konjunkcii s Mesiacom (Venuša 2,8° južne)
7. 10. 6,9 denný zákryt Regula Mesiacom
7. 10.16,6 Saturn v konjunkcii s Mesiacom (Saturn 2,0° severne)

Astropark otvorený

Ak nemáte dokopy nič, potrebujete aspoň obrovské množstvo energie a nadšenia, aby sa niečo vytvorilo. Tak nejako začal vznikať astropark s malým arborétom pred 15 rokmi pri Hvezdárni v Rimavskej Sobote. Na holej pláni bez peňazí, postupne z darov, vlastným množením a s podporou priateľov vyrástlo malé arborétum a v ňom najskôr pergola s krbom a minijazierkom, potom UFO ohnisko, boh Slnka, model planétky Rimavská Sobota a nakoniec Palorapavý. Postupne stromy rástli a rástli, akoby všetkým chceli ukázať, že majú namierené do neba.

Takto to vyzeralo do začiatku októbra 2006, keď sa začal s podporou Konta Orange v rámci výzvy Šanca pre váš región projekt MO SZAA v Rimavskej Sobote s názvom Astropark – živá pomôcka vzdelávania a relaxu. Keď sme ho podávali, ani sme dosť dobre nedokázali odhadnúť to množstvo dobrovoľnej práce, ktoré bude nutné. Nakoniec viac ako 400 hodín pri stavbe cestičiek v arboréte, dvoch slnečných hodín, pozorovacej plošiny pre ďalekohľad, kaktusoviska, astronomických znakov planét na budove, tabuľke o prechádzajúcom 20. poludníku a samotnej rekonštrukcie oboch planétiek i ďalšej výsadbe drevín dali zabrať najmä P. Rapavému a J. Fabriciusovi, ako i ďalším približne 15 ľuďom, a to nielen z MO SZAA. Až sme sa niekedy pýtali sami seba, či to stojí zato.

Lebo odmenou vám je len dobrý pocit, prípadne uznanie návštevníkov, pretože vstup do parku samotného je bezplatný, je to len akási pridaná hodnota. Tie prvé reakcie sme si overili 10. 6. pri jeho otvorení pre verejnosť, spojenom s dňom otvorených dverí na Hvezdárni v súvislosti s IHY 2007. Program k IHY ako pozorovanie Slnka, protuberancií či počítačové prezentácie bol doplnený možnosťami astroparku. Najväčším astronomickým ťahákom boli popri ďalekohľade a profesionálnom výklade, prstencové a horizontálne slnečné hodiny, o parku ani nehovorím, potvrdila nám to anketa návštevníkov a potešilo to. Hodiny boli magnetom i pre ďalšie návštevy, a tak sa tu otočilo už zopár desiatok veľkých, a najmä malých, pre ktorých bolo niekedy prekvapením, že tu netreba stlačiť žiadny gombík. Náš priateľ Ivoš si spravil malý fór, keď priložil ucho k hodinám, ako tikajú, verte, neverte, deti na výlete urobili to isté.



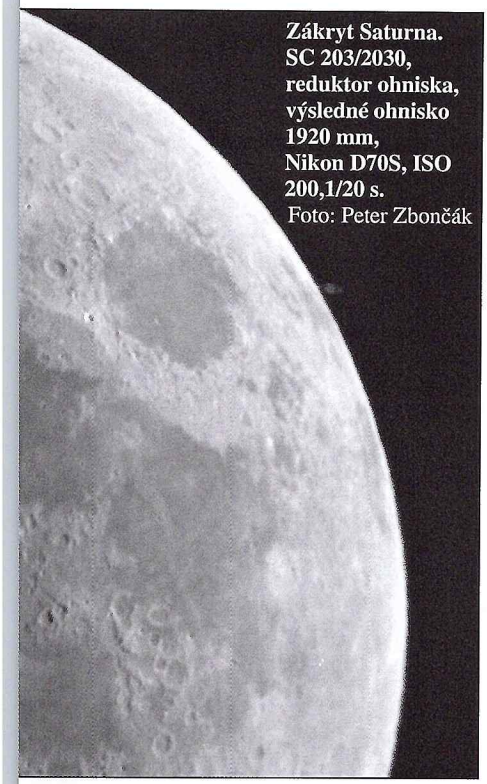
A bol to zároveň pre nás taký malý dôkaz, ako je nutné demonštrovať naše spojenie s vesmírom a prírodou, napr. aj ukazovaním princípov merania času, rozvíjať pochopenie, ako všetko pochádza z nej, ako nás presahuje, ako do nej patríme, aby sme zažívali znova a znova ten pocit pokory a hľadania nášho miesta v nej. Veľa sa popísalo o odcudzení človeka a prírody, nie div, keď pomaly nevidí oblohu a nemá kde hľadať protipól svojho často uštvaného života. Tak aj úsilie upozorňovať na svetelné znečistenie smeruje k tomu jednému, upozorniť na potrebu jednoty človeka a prírody. Táto potreba sa prejavuje aj túžbou vidieť hviezdy a vôbec nie je vlastná len astronómom, ako som sa opäť presvedčila zo slov jednej z vrcholových manažériek Orangu, a vôbec to nie je vec romantiky.

Dobrovoľnícke akcie, po ktorých pribudne akési pomyselné zrnko do tejto mozaiky možností v ukazovaní nášho spojenia s vesmírom, majú o to väčšiu cenu v súčasnosti, že v tejto konzumnej spoločnosti sa tak aspoň občas ukáže, kde je sever. Viem, že takéto aktivity existujú aj inde, čosi som počula o Humennom a viem, že boli aj v Sobotišti, asi by si všetci zaslúžili, aby sa o nich vedelo viac.

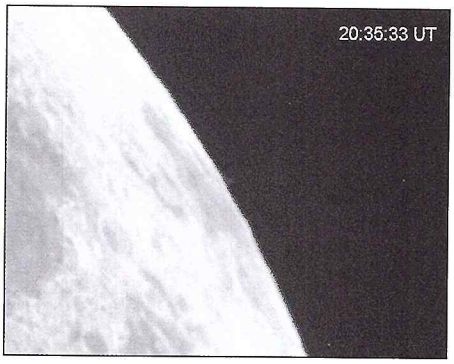
Daniela Rapavá

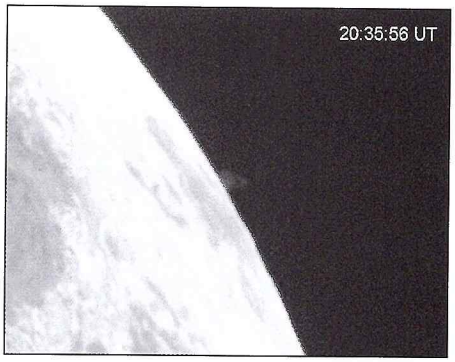
Dva zákryty planét

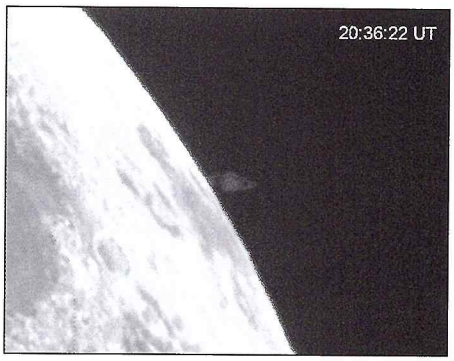
Zákryty planét Mesiacom nemajú prakticky žiadny odborný význam, no pre pozorovateľov sú priam lahôdkou. Pohľad na miznúci či vynárajúci sa disk planéty je nádherný a vzrušujúci.



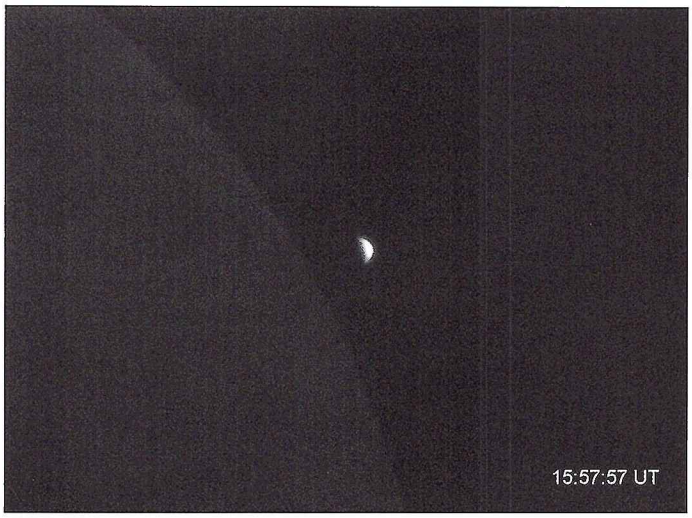
Zákryt Saturna. SC 203/2030, reduktor ohniska, výsledné ohnisko 1920 mm, Nikon D70S, ISO 200,1/20 s. Foto: Peter Zbončák





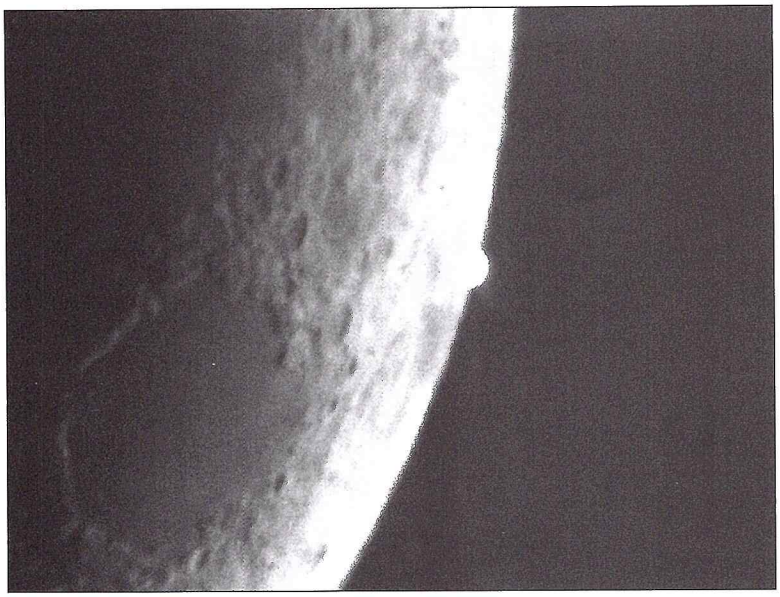


22. mája zakryl Mesiac pred prvou štvrťou Saturn. Úkaz bol, vzhľadom na fázu Mesiaca, priaznivejší ako 3. marca, a tak sa bolo na čo tešiť. Počasie sa však s pozorovateľmi zahrávalo, niektorí váhali, či vôbec do Rimavskej Soboty pricestovať. Optimisti však nakoniec zvíťazili napriek tomu, že tá krajšia časť úkazu (vstup Saturna za neosvetlený okraj Mesiaca) bol za hustou vrstvou mrakov... Výstup bol o niečo lepší, no aj tu vadila vysoká oblačnosť, a tak bolo nutné operatívne meniť pri fotografovaní expozície a experimentovať.

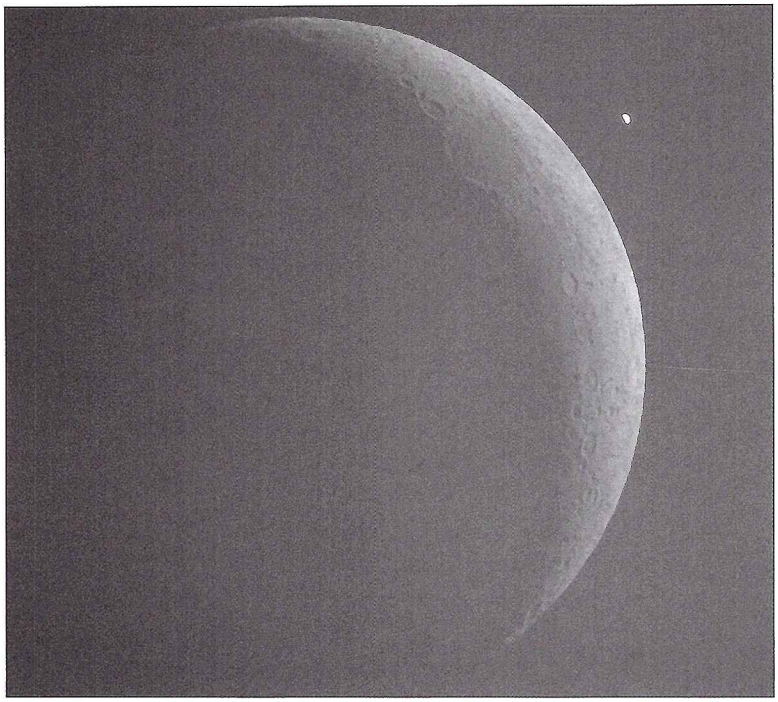


Denný zákryt Venuše 18. júna bol z hľadiska prognóz meteorológov priam hrozivý. Nakoniec však všetko dopadlo aspoň čiastočne dobre, kolegovia na západnom či severnom Slovensku na tom však boli lepšie. Vstup bol beznádejne za mrakmi, po druhom kontakte podchvíľou zazvonil telefón od kolegov, mnohí boli sklamaní, no verili, ze sa ešte počasie umúdri. Pri výstupe to bolo lepšie len o niečo. Štvrtý kontakt sme nevideli, no potom mraky si aspoň trošku dali povedať, a tak sme nasnímali aspoň vzďaľujúcu sa Venušu. Neskôr (Murhyho zákony fungujú takmer dokonale) bola obloha priam blankytná a Venuša nádherne žiarila vedľa Mesiaca. Úplne jasno bolo až do večera...

Snímky sú exponované CCD kamerou SHT v primárnom ohnisku refraktora 160/2450. **PR**



Výstup Venuše spoza Mesiaca, 18. 6. 2004, $15^h54^m00^s$ UT. Reflektor Cassegrain 200/3600 mm + CCD kamera Astropix 1.4 (1376×1038 px), exp. 5 ms.
Autor: M. Lorenc a I. Dorotovič



Výstup Venuše spoza Mesiaca, 18. 6. 2007, $16^h01^m23^s$ UT. Refraktor KONUS 120/1000 mm + fotoaparát CANON 20D, ISO 400, exp. 1/400 s. Autor: V. Čalfa

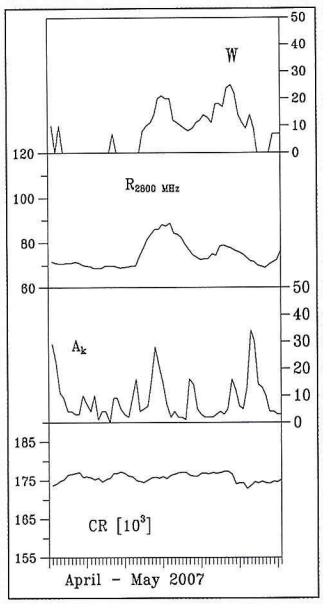
Zákryt Venuše Mesiacom

Na deň 18. júna 2007 bol predpovedaný zákryt Venuše Mesiacom. Pozorovanie zákrytu Saturna Mesiacom nás motivovalo zaznamenať aj tento úkaz. Žiaľ, nepriaznivé počasie zabránilo pozorovať vstup Venuše za Mesiac, lebo oblaky práve v tom čase zakrývali Mesiac. Potom spŕchlo, ale po 17.00 h sa počasie začalo zlepšovať a výstup Venuše spoza Mesiaca sa podarilo odpozorovať a odfotiť. Boli uskutočnené dva experimenty, a to fotografovanie zákrytu digitálnym fotoaparátom Canon 20D, ktorý bol umiestnený v ohnisku refraktora Konus 120/1000, a snímanie zákrytu CCD kamerou Astropix v primárnom ohnisku Cassegrainu 200/3600, ktorá pracovala v naprogramovanom režime Robot. Snímky boli ukladané priamo na pevný disk počítača. Spracované snímky sú uverejnené na http://www.suh.sk/obs/ukazy/ukazy.htm.

Vlastný úkaz bol aj pri pozorovaní voľným okom nádherným estetickým zážitkom. Vystupujúca Venuša nad kosáčikom Mesiaca sa javila ako perla v korunke.

I. Dorotovič, M. Lorenc

Slnečná aktivita
(apríl – máj 2007)

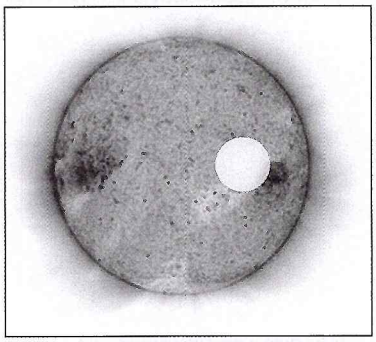


Slnečná aktivita, podobne ako vo februári a v marci, je aj v týchto dvoch mesiacoch naďalej na veľmi nízkej úrovni. Svedčí o tom najmä graf priebehu kozmického žiarenia, kde úroveň je takmer konštantná, bez zreteľných variácií.

Z kozmického priestoru však Slnko pozorne sledujú „oči" mnohých prístrojov, a namerané údaje, prípadne nasnímané obrázky, prenášajú na Zem. Medzi nimi môžeme nájsť aj také, ktoré nesúvisia bezprostredne so sledovaním slnečnej činnosti, ale sprostredkujú nám neobvyklý pohľad na astronomické objekty. Zaujali ma dva takéto obrázky, ktoré som vybral na publikovanie v našom časopise.

Na *prvom obrázku* je prechod Mesiaca pred slnečným diskom, ako ho videla sonda STEREO-B.

Ako sme už publikovali, projekt STEREO, ktorý odštartoval v októbri 2006, predstavujú dve identické sondy umiestnené okolo 22° pred a za Zemou na jej obežnej dráhe a ich úlohou je získavať stereoskopické snímky najmä koronálnych tranzientov, v literatúre obyčajne označovaných názvom CME.

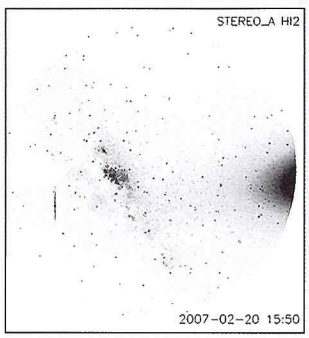


Obr. 1 **Mesiac pred slnečným diskom zo sondy STEREO-B, 25. 2. 2007 (negatív).**

Prechod Mesiaca cez slnečný disk trval celých 12 hodín. Mesiac na snímke je 4,4-krát menší ako pri pohľade zo Zeme. Snímka nebola získaná náhodne, ale zámerne, malou zmenou orientácie sondy STEREO-B, a použili ju na presné zaostrenie prístroja, na určenie prístrojového rozptylu svetla a na nastavenie pointéru prístroja.

Druhý obrázok bol urobený malou kamerou sondy, ktorú sme opísali v minulom čísle. Je na ňom nasnímaná Mliečna cesta pri pohľade zo sondy.

Milan Rybanský



Ďakujeme agentúre NASA za možnosť publikovať tieto obrázky.

Obr. 2 **Mliečna cesta pri pohľade zo sondy STEREO (negatív). Vpravo časť slnečnej koróny.**

Predám astronomický ďalekohľad Newton 150/1500 s montážou s hodinovým pohonom, zrkadlový ďalekohľad 60/1200, rôzne montáže a náhradné diely. Cyril Hodas, Rosina 174, 013 22 Žilina.

Búrlivá tvorba hviezd

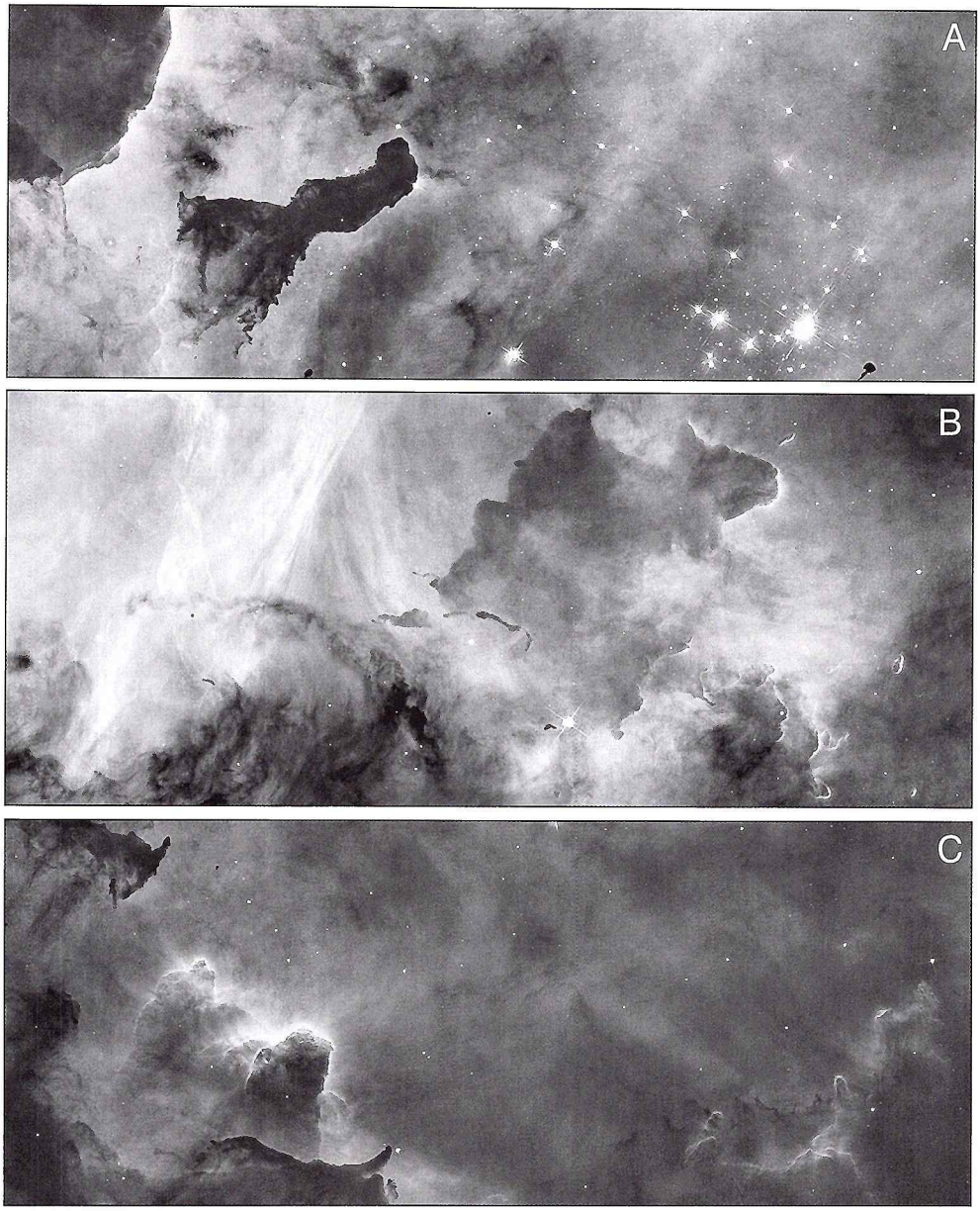
Pri príležitosti 17. výročia vypustenia Hubbleovho vesmírneho ďalekohľadu tím astrónomov z STScI uverejnil jeden z najväčších panoramatických záberov, aké získali kamery HST. Komplex hmlovín je od nás vzdialený približne 7500 svetelných rokov a nachádza sa na južnej oblohe, v súhvezdí Kýl (Carina). Snímka zachytáva centrálnu oblasť hmloviny, s priemerom približne 50 svetelných rokov, v ktorej prebieha burlivá tvorba a zánik hviezd. Táto snímka bola zostavená zo 48 záberov, ktoré zhotovila kamera ACS. Jednotlivé zábery boli získane počas marca a júla v roku 2005, farebná zložka bola pridaná na základe dát z pozorovaní na Cero Tollo (Chile). Farby si možno pozrieť na obálke: červená farba zodpovedá emisiám síry, zelená vodíka a modrá kyslíka.

Zábery získané Hubblovým vesmírnym ďalekohľadom zachytávajú oblasti s tvorbou hviezd na zatiaľ nevídanej úrovni. Úžasne formovaná hmlovina je stále pretváraná silným hviezdnym vetrom a ničivým ultrafialovým žiarením mladých hmotných hviezd. V tomto procese hviezdy postupne rozptyľujú okolitý materiál, posledné pozostatky hmloviny, z ktorej vznikli.

Obrovská hmlovina obsahuje desiatky mladých hviezd, ktorých hmotnosť sa pohybuje medzi 50- až 100-násobkom hmotnosti Slnka. Najznámejšou a najunikátnejšou z nich je Eta Carinae, ktorá sa nachádza v ľavej časti snímky. Eta Carinae prekonáva posledné fázy svojho krátkeho, avšak búrlivého života, čo dokazuje aj vyvrhovaním veľkého množstva plynu a prachu a prudkými zjasneniami v minulosti. V blízkej dobe exploduje ako ohromná supernova.

Ohňostroj tvorby hviezd v hmlovine začal približne pred 3 miliónmi rokov, keď vznikla prvá generácia hviezd v centrálnej oblasti bohatej na neutrálny vodík. Žiarenie týchto hviezd začalo postupne tvarovať hmlovinu. Ako ostrovy pôsobia tmavé oblasti prachu a plynu, ktoré ešte odolávaju silnému žiareniu. Silný hviezdny vietor a žiarenie v UV oblasti spektra postupne stláčajú okolité oblaky neutrálneho vodíka dôsledkom čoho spúšťajú tvorbu druhej generácie mladých hviezd.

Spracoval Daniel Tóth



A – **Približne jeden svetelný rok dlhý stĺp chladného, neutrálneho vodíka. Vpravo sa nachádza 2,5 milióna rokov stará hviezdokopa Trumpler 14. Malá tmavá hmlovina, ktorú nazývajú Bokova globula, sa nachádza priamo v hviezdokope.**

B – **Bokova globula je v pravej časti snímky. Jej žiariace okraje naznačujú, že je ožarovaná horúcimi hviezdami hviezdokopy. Astronómovia prepokladajú, že tvorba hviezd prebieha v takýchto globulách.**

C – **Snímka zachytáva obrovské oblaky neutrálneho vodíka, ktoré sa podobajú na búrkové oblaky v letnom období. Stĺpy molekulárneho oblaku nad okrajom hmoviny, nazývané aj slonie choboty zatiaľ odolávajú žiareniu blízkych horúcich hviezd. Postupne ich však silná radiácia a hviezdny vietor úplne rozptýlia do okolitého priestoru.**

CELESTRON

Uvádzacia cena:

29.990,-Sk

NexStar 5 SE

Schmidt- Cassegrain 125/1250

- vrstvy Starbright XLT na optike
- odnímateľný tubus pripojiteľný na ľubovoľný statív
- s reduktorom ohniska f/6.3 (dokupiteľný samostatne) ohnisko 790 mm
- paralaktická montáž azimutálna/polárna s databázou NexStar 40.000 obj.
- odnímateľný statív
- hľadáčik starpointer s červeným bodom

Z príslušenstva pre tento model vyberáme:

Reduktor ohniska f/6,3
Skrátenie ohniskovej vzdialenosti na 790 mm dosiahnete práve týmto reduktorom ohniska. Cena: 6.300,-Sk

PowerTank 17Ah
Pohodlné a nezávislé napájanie ďalekohľadu kdekoľvek sa nachádzate. Cena: 3.900,- Sk

Priamy fotoadaptér pre SC
Pomocou tohto fotoadaptéru a príslušného T-krúžku pripojíte k ďalekohľadu ľubovoľnú digitálnu zrkadlovku. Cena: 1.250,-Sk

Zľava 5% na príslušenstvo pri kúpe s ďalekohľadom

TROMF

výhradný distribútor značky

CELESTRON

Celý sortiment značky Celestron si môžete zakúpiť v B. Bystrici:
TROMF, Partizánska cesta 80, tel.: 048/4142332, budeme radi ak vopred oznámite termín Vašej návštevy na tel. čísle 0903/517519 (p. Zbončák), www.celestron.sk, mail: info@celestron.sk

www.celestron.sk >> najširšia ponuka astronomických ďalekohľadov