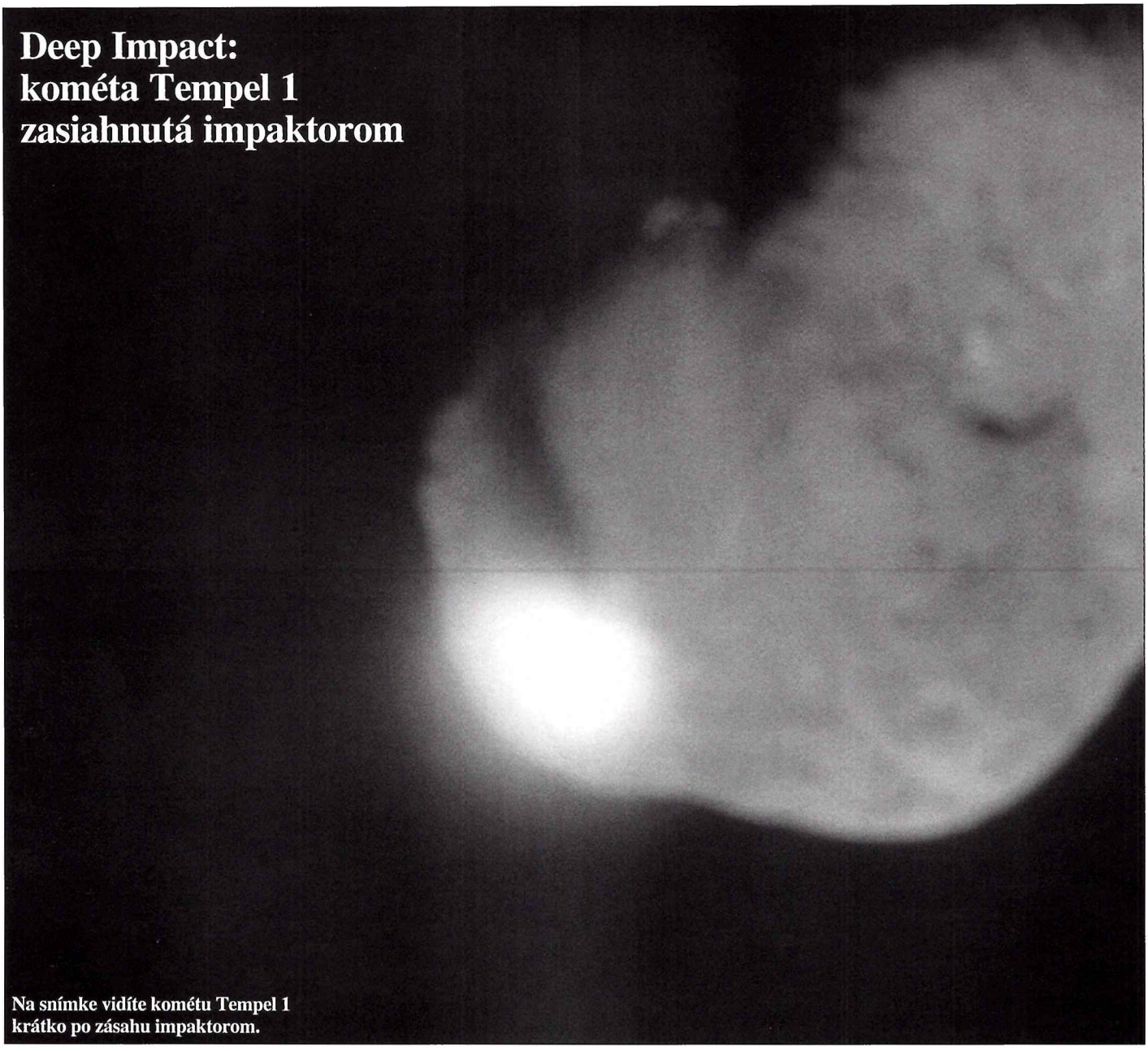
KOZMOS

Deep Impact: majstrovský zásah

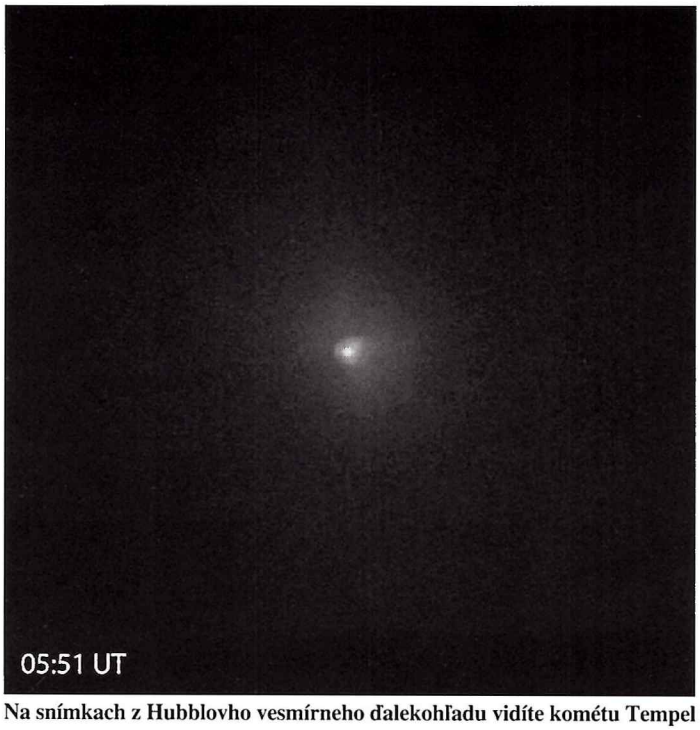
2005
ROČNÍK XXXVI. 4
Sk 40,–

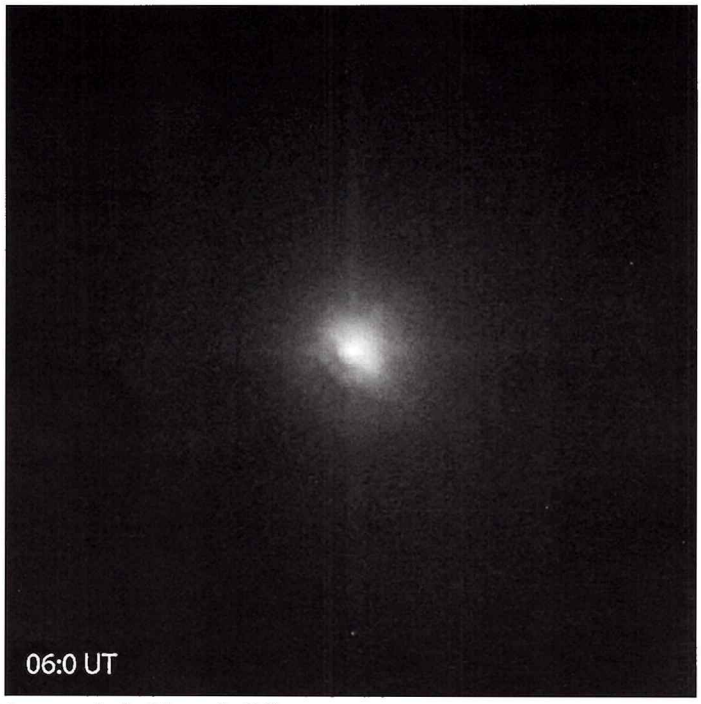
- Desaťročie hnedých trpaslíkov
- Slnečný cyklus
- Kvark-gluonové plazma
- Astrológovia: Existujú v kozme reprízy našich dejín spásy?
- Stonehenge versus rondely
- Sluneční plachetnice

Deep Impact: kométa Tempel 1 zasiahnutá impaktorom



Na snímke vidíte kométu Tempel 1 krátko po zásahu impaktorom.





Na snímkach z Hubblovho vesmírneho ďalekohľadu vidíte kométu Tempel 1 tesne pred a krátko po kolízii.

Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy
KNIHOVNA HVĚZDÁRNY NA PETŘÍNĚ
118 45 Praha 1, Petřín 205

KOZMOS

Populárno-vedecký astronomický časopis

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

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

Redakčný kruh: doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, DrSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčár, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., doc.RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, PhD Anna Pribullová, RNDr. Pavol Rapavý, 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 40,– Sk/Kč. Pre abonentov ročne 210,– Sk/Kč vrátane poštovného. Distribúcia: Ústredná expedícia a dovoz tlače, Pribinova 25, 813 81 Bratislava.

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 16. 7. 2005

ISSN 0323 – 049X

Témy čísla

3 **Desaťročie hnedých trpaslíkov** / *Gibor Basri*

5 **Slnečný cyklus** / *Gerry Byrne*

SATURN A JEHO MESIACE

10 **Saturnove prstence s doteraz najvyšším rozlíšením; Záhadná škvrna na Titane; Čierne jazerá na Titane; „Ohyb" prstencov Saturna...**

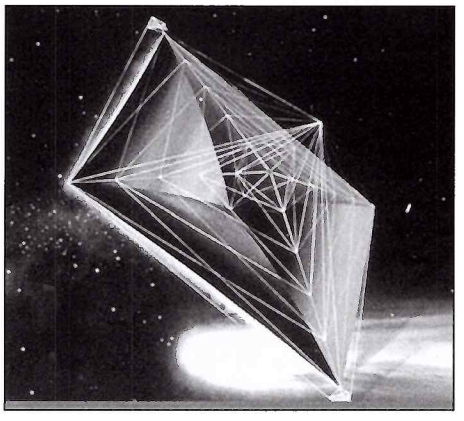
12 **Kvark-gluonové plazma** (1. časť) / *Vladimír Wagner*

17 **Niečo o astroteológii (exoteológi)** – recenzia knihy S. J. Dicka / *Igor Kapišinský* **Astroteológia: Existujú v kozme reprízy našich dejín spásy?** – úvaha / *Igor Kapišinský*

22 **O manželoch Bajcárovcoch, slovenských astronómoch žijúcich v Kanade** / *Peter Poliak*

24 **Stonehenge versus rondely** (2. časť) / *Rostislav Rajchl*

30 **Sluneční plachetnice** / *Tomáš Přibyl*



Aktuality

1 **Eta Carinae a jej početné potomstvo** (obálka)

2 **Deep Impact: majstrovský zásah** (+ 2. a 3. strana obálky)

13 **Mars: rovery prezimovali**

14 **GRB05509B: vzplanutie žiarenia gama, ktoré vojde do dejín astronómie**

16 **Sú explózie uhlíkovo-kyslíkových hviezd zdrojmi žiarenia gama?**

29 **Iani Chaos: stopy dávnych povodní**

Rubriky

33 **Slnečná aktivita** / *Milan Rybanský*

POZORUJTE S NAMI

34 **Obloha v kalendári (august – september)** / *Pavol Rapavý*; **Kalendár úkazov** (str. 37)

ALBUM POZOROVATEĽA

38 **Na začiatku prázdnin Slnko rozkvitlo škvrnami** / *Pavol Rapavý*; **Konjunkcia Venuše s Merkúrom** / *J. Kovacz, P. Rapavý*

Podujatia

40 **Polstoročie astronómie na Bezovci** / *Ladislav Hric*

Obálka

Eta Carinae a jej početné potomstvo

Fotografia, ktorú exponoval Spitzerov vesmírny ďalekohľad (na obálke ju môžete vychutnať aj vo falošných farbách), stala sa rébusom, ktorého vylúštenie umožnilo hvezdárom pochopiť príbeh niekoľkých bizarných hviezd v južnom stĺpe hmloviny Carina, v oblasti, kde prebieha búrlivá, cyklická hviezdotvorba.

Na snímke vidíme neuveriteľne pestrú zmes mladých hviezd, ktoré sa vyvíjajú v susedstve jednej z najznámejších masívnych hviezd našej Galaxie – Eta Carinae. Astronómovia vedia, že žiarenie a hviezdne vetry z Eta Carinae, ale aj z jej masívnych súrodencov rozháňajú, preskupujú a zahusťujú gigantický prachoplynový oblak, čím vytvárajú maternice, v ktorých sa formujú nové hviezdy.

„Dávno vieme, že sa v tejto oblasti rodia nové hviezdy, ale až vďaka snímkam zo Spitzera sme sa dozvedeli, že okolie Eta Carinae je doslova prepchaté hviezdami v embryonálnom štádiu, pričom ide o objekty, ktoré majú rozličnú hmotnosť a nerovnaký vek," vraví Robert Gehrz s Minnesotskej univerzity.

Na starších snímkach hmloviny Carina sa dali rozlíšiť stĺpy plynu pripomínajúce prsty na ruke, smerujúce k Eta Carinae. Infračervená kamera ďalekohľadu Spitzer dokázala v týchto stĺpoch rozlíšiť bezpočet zárodkov mladých hviezd.

Eta Carinae sa nachádza vo vzdialenosti 10 000 svetelných rokov od Zeme. Kedysi bola druhou najjasnejšou hviezdou na oblohe. Je 100-krát masívnejšia ako Slnko. Počas vývoja sa zjasňovala a pohasínala v rytme cyklického vymršťovania materiálu z jej povrchu do okolitého priestoru. Astronómovia predpokladajú, že táto nepokojná hviezda sa v dohľadnom čase zmení na supernovu.

Hmlovina Carina, domov tejto hviezdy, je veľká: jej priemer sa odhaduje na 200 svetelných rokov. V tomto gigantickom oblaku prachu a plynu sa okrem Eta Carinae sformovalo aj niekoľko menších masívnych hviezd – súrodencov. Ich hviezdne vetry, žiarenie a gravitácia nespotrebovanú hmotu materského oblaku opäť zahusťujú a tak generujú vznik nových hviezd. Tento proces sa po sformovaní novej generácie hviezd opakuje, pravdaže počet nových hviezd je, vzhľadom na zmenšujúce sa zásoby materiálu, zakaždým menší. V podobnom prostredí sa sformovalo aj naše Slnko.

Unikátna snímka zo Spitzerovho ďalekohľadu je svojim spôsobom akýmsi „rodostromom" hmloviny Carina. Na vrchole hierarchie sú starí rodičia, Eta Carinae a jej súrodenci, pod nimi sa nachádzajú generácie ich potomkov, najrozličnejšej veľkosti a veku. Gehrz: „Pred našimi očami, v reálnom vesmíre, prebieha vzrušujúci proces hviezdotvorby, vďaka ktorému začíname chápať, ako sa z jediného, hoci veľkého oblaku, môžu formovať hviezdy s neuveriteľne rozdielnymi parametrami."

Falošné farby na obálke zviditeľňujú rozličné vlnové dĺžky infračerveného svetla. Červená prezrádza prachovú zložku oblaku, zelená horúci plyn. Hviezdy v zárodočnom štádiu sú žlté alebo biele, hviezdy v popredí sú modré. Eta Carinae je tesne nad horným okrajom snímky. Pre infračervený ďalekohľad je príliš jasným objektom.

Spitzer Press Release

Deep Impact: majstrovský zásah

Impaktor vyslaný sondou Deep Impact narazil na povrch kométy Tempel 1 (pohybujúcu sa rýchlosťou 30 kilometrov za sekundu) rýchlosťou 10,2 km/s. Na unikátnej *snímke 1* (urobila ju navigačná kamera na sonde) vidíte impaktor prekrývajúci kométu už na ceste k cieľu. Stačila minimálna chyba vo výpočtoch a obe telesá by sa boli minuli. Prúdy čiastočiek prachu strhávaných z povrchu jadra unikajúcimi plynmi, presvietené svetlom Slnka, pripomínajú vejár.

Kolízia sa prejavila najprv krátkym, jasným vzplanutím. Náraz vymrštil rozdrvené horniny na všetky strany. Ukázalo sa, že povrch kométy tvorí krehký, porézny materiál; presne taký, z akého by mali byť kométy, pozliepané zo zmesi prachu a prchavých látok. Impaktor vnikol hlboko pod povrch. Chvíľu trvalo, kým teplo vygenerované nárazom premenilo exotickú zmes ľadov na prudko sa rozpínajúci plyn, strhávajúci aj horniny; nastala sekundárna explózia. Až vtedy sa, po primárnej ejekcii pevného materiálu, vytvoril z uvoľnených látok rýchle sa šíriaci prachoplynový oblak, ktorý zatienil časť povrchu. (Tmavý pás nad miestom zásahu.) Kým sa prchavé látky uvoľňovali, kráter sa zväčšoval.

Impakt a jeho dôsledky simulovali autori projektu v pozemských podmienkach: v laboratóriách Ames Research Center/NASA v Kalifornii vypálili rýchlosťou 6,4 m/s malú guličku z pevného materiálu do horniny, pripomínajúcej čo do kompaktnosti a zloženia kométu. Na *snímke 2* vidíte „laboratórny zásah" a jeho okamžité dôsledky. Impaktný kráter obklopuje „golier" vymrštených hornín.

Pozoruhodné sú aj detailné snímky chrastavého, akoby spečeného povrchu (*snímka 3*), šindľovité navrstvené kryhy pokrývajúce povrch, ktorý impaktor o niekoľko minút penetroval.

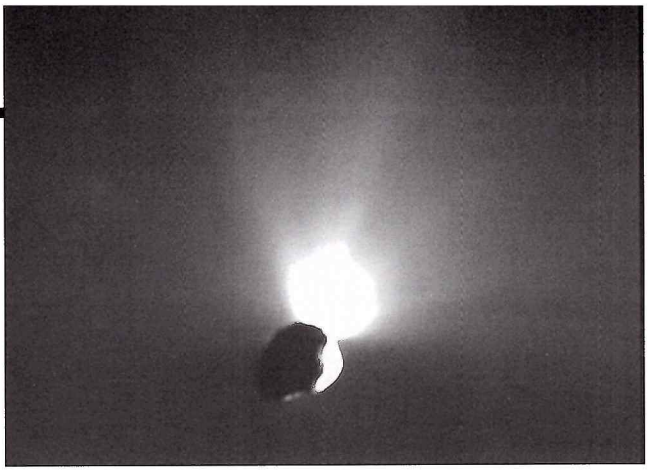
Na ďalšej, kombinovanej snímke (*č. 4*) vidíte kométu Tempel 1 šesť minút pred impaktom. Sendvič z optickej a infračervenej fotografie zviditeľňuje materiál, ktorý sa z kométy uvoľňuje pod vplyvom slnečného žiarenia. Kamera so stredne vysokým rozlíšením snímala k Slnku privrátenú časť kométy.

Ak snímku *č. 4* porovnáte so snímkou *č. 5*, ktorú exponovali pomocou Herschelovho ďalekohľadu na Kanárskych ostrovoch, vybaveného špeciálnou infrakamerou LIRIS, vidíte kométu Tempel 1 v obale spontánne sa uvoľňujúceho i impaktom uvoľneného materiálu. Jasnosť kómy sa 4. júla, po impakte, v porovnaní s hodnotami, nameranými 3. marca dvojnásobne zvýšila.

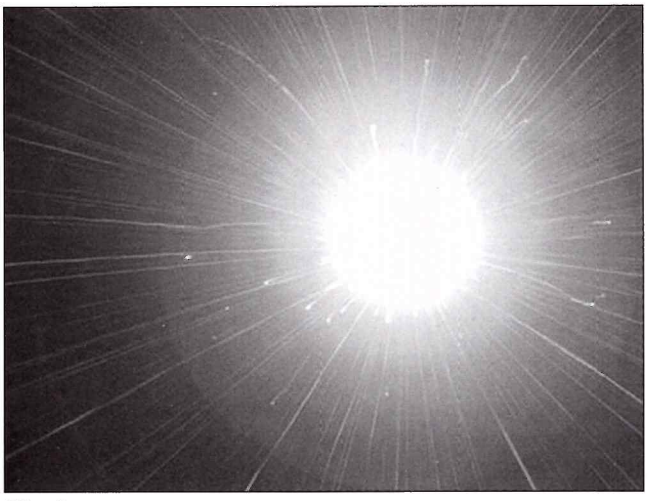
V inštrukciách NASA pre pozemských pozorovateľov sa predpokladalo, že jasnosť impaktovanej kométy sa zvýši až o 6 magnitúd, takže dôsledky kolízie sa mali dať pozorovať aj malými ďalekohľadmi. Odhad bol chybný: jasnosť kométy sa zvýšila sotva o 2 magnitúdy. Predbežne nevedno, či sa v dôsledku impaktu orientácia rotačnej osi jadra zmenila.

Výsledky vedeckých experimentov spojených s impaktom sa dozvieme až v auguste na konferencii, ktorá sa uskutoční v Brazílii. Zúčastní sa na nej aj RNDr. Ján Svoreň, DrSc., riaditeľ AÚ SAV, člen nášho redakčného kruhu. V októbrovom čísle prinesieme jeho podrobný referát.

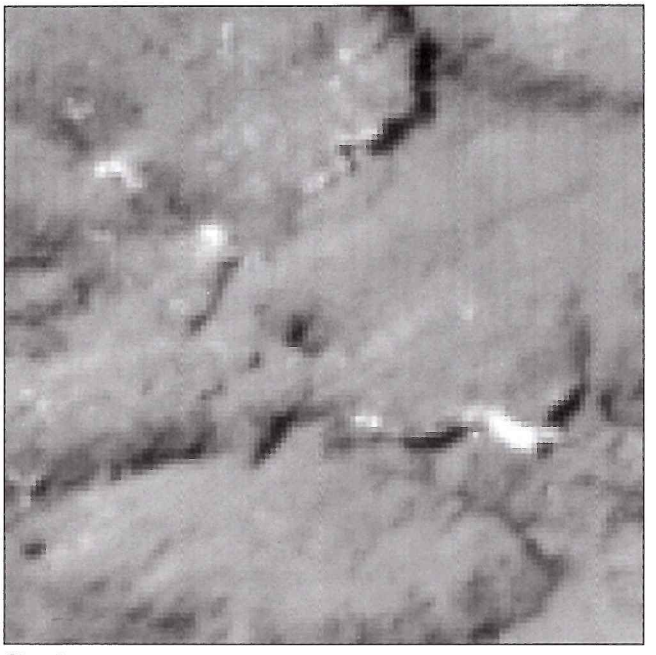
NASA Press Release



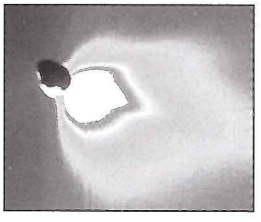
Obr. 1



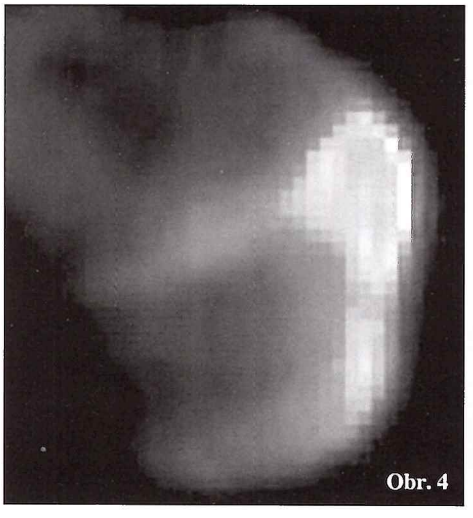
Obr. 2



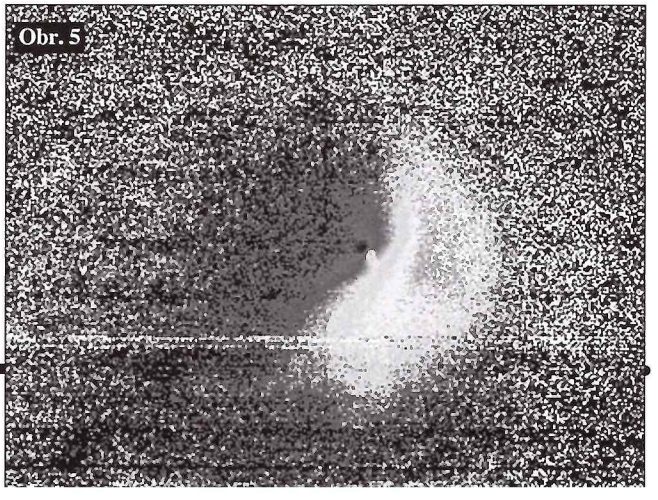
Obr. 3



Kométa Tempel 1 50 minút po zásahu. Biela farba zviditeľňuje najhrubší, svetlo Slnka intenzívne reflektujúci materiál; farebné odtiene rozlišujú čoraz jemnejšie frakcie kometárneho púdra, pohlcujúceho svetlo v závislosti na hustote. Najhustejšia je červená vrstva *(pozri obálku)*.



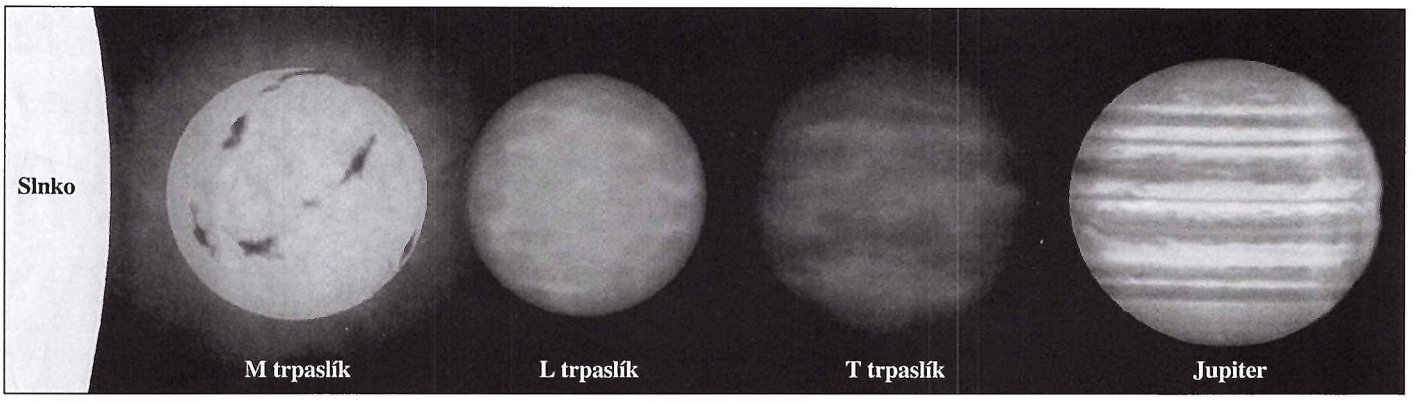
Obr. 4



Obr. 5

GIBOR BASRI /

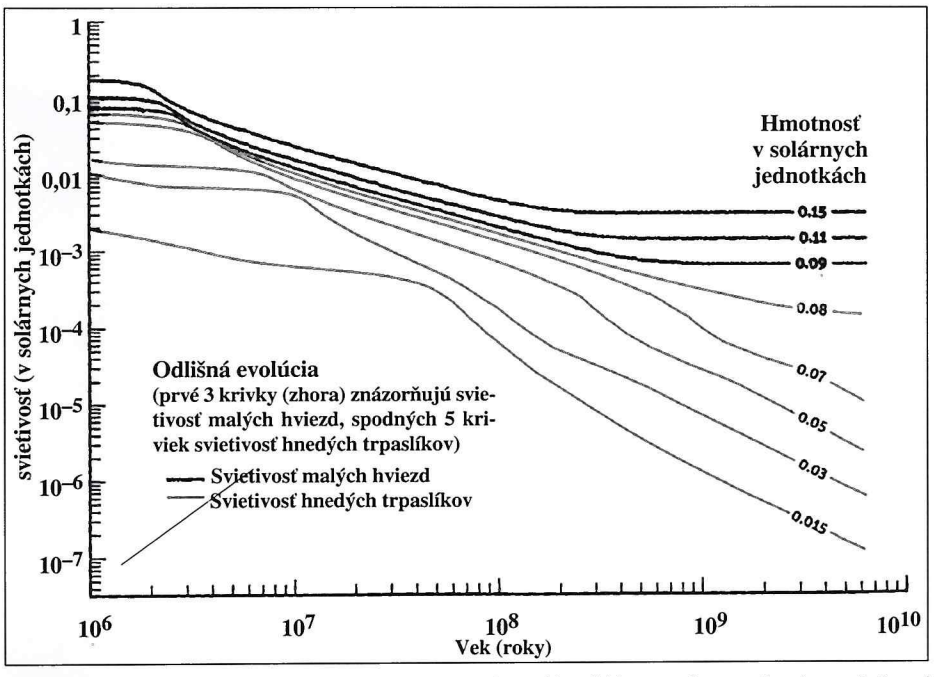
Desaťročie hnedých trpaslíkov



Ilustrácia znázorňuje relatívne veľkosti nášho Slnka, Jupitera a trpaslíkov – jedného červeného a dvoch hnedých. Vo viditeľnom svetle sú M trpaslík (hviezda) a L trpaslík červené, čo spôsobuje relatívne nízka teplota ich fotosfér. T trpaslík je fialovohnedý, pretože zelenkavé svetlo v jeho chladnejšom spektre absorbujú atómy sodíka a draslíka v jeho fotosfére.

Pred desiatimi rokmi iba zopár astronómov verilo, že existujú telesá, ktoré by sa mohli stať chýbajúcim článkom medzi planétami a hviezdami. Nikto dovtedy nepozoroval teleso, ktorého hmotnosť by ležala medzi najľahšími hviezdami a najťažšími planétami. Túto medzeru nikto nepovažoval za reálnu. Iba niekoľko tvrdohlavcov si položilo otázku: „Prečo by príroda nedokázala vytvoriť aj takéto objekty?" Dnes vieme, že hnedí trpaslíci existujú: iba v našej Galaxii je ich najmenej 30 miliárd.

Prvé teórie, ktoré pripúšťali, že hnedí trpaslíci existujú, sa objavili už v 60. rokoch minulého storočia. Autori však upozorňovali, že dobové prístroje ich nedokážu rozlíšiť. Zhodli sa však na tom, že teleso, ktoré by malo menšiu hmotnosť ako 75 Jupiterov, nemohlo by neprestajne, v priebehu miliónov rokov, fúzovať vodík na hélium. Teoretici však predvídali, že takéto objekty, ako všetky mladé hviezdy, by sa mali prezradiť gravitačnou energiou, uvoľňujúcou sa počas kontrakcie, typickej pre prvú fázu evolúcie. Predpokladali, že v tomto štádiu by ešte mohli vodík fúzovať, prinajmenšom vo forme jeho ťažkého izotopu – deutéria. Toto štádium by nemalo trvať dlhšie ako niekoľko miliónov rokov. Po uplynutí tohto obdobia by degenerácia elektrónov v ich vnútre (ako dôsledok narastajúceho tlaku) už neumožňovala generovanie tepla, takže hnedý trpaslík by sa pomaly zmenšoval a chladol. (Telesá, ktoré majú menšiu hmotnosť ako 13 Jupiterov a nikdy nemali schopnosť fúzovať vodík, zaradili planetológovia i stelárnici do kategórie planét.)

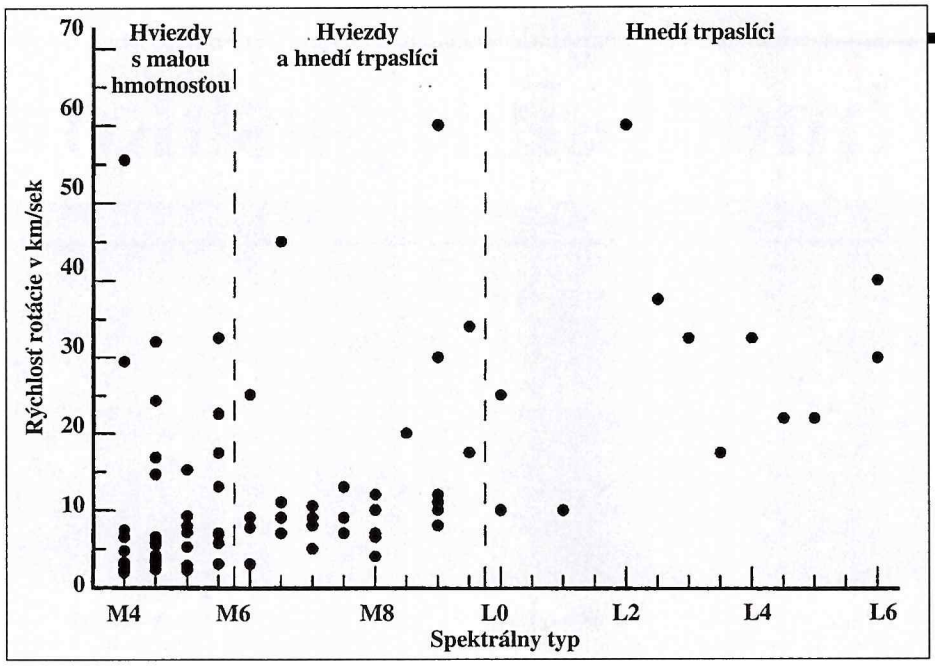


Graf znázorňuje, ako postupne, v priebehu prvých 100 miliónov rokov, pohasína svietivosť malých hviezd a hnedých trpaslíkov. V neskoršej fáze vývoja sa svietivosti začínajú odlišovať: v hviezdach sa už zapálila jadrová fúzia, svietia jasne; svietivosť hnedých trpaslíkov, degenerovaných hviezd bez jadrového reaktora, pohasína.

Hnedí trpaslíci sa ťažko vyhľadávajú a študujú, pretože staré objekty tohto typu sú príliš chladné a málo svietivé. Hvezdári predpokladali, že prvý hnedý objekt (ak existuje) objavia buď v blízkosti Zeme, alebo v juvenilnom štádiu. Lovci hnedých trpaslíkov sa preto sústredili najmä na mladé hviezdy v našom susedstve. Začiatky tejto poľovačky boli rozpačité: ani jeden z celej série objavov potenciálnych hnedých trpaslíkov nebol potvrdený. Aj teoretici začali pripúšťať, že hnedí trpaslíci existujú iba na papieri.

V roku 1994 tím vedený autorom tohto článku študoval mladé hviezdokopy. V Plejádach objavil objekt (PPl 15), v ktorého spektre sa našlo lítium, prvok, ktorý by fúzia v jadre spálila, keby išlo o hviezdu s malou hmotnosťou. Objav bol prijatý s nedôverou. Skeptici vyčkávali, ako ostatné objekty hviezdokopy, z ktorých viaceré mali menšiu hmotnosť ako PPl 15, dopadnú pri lítiovom teste. V roku 1997 sa spektrálne čiary lítia objavili v ďalších dvoch objektoch Plejád. V oboch prípadoch išlo o dve slabo svietivé telesá. Prvenstvo objavu hnedého trpaslíka si mohli pripísať Rafael Rebolo a Eduardo Martín z Astrofyzikálneho inštitútu na Kanárskych ostrovoch, ibaže potvrdenie ich objavu trvalo príliš dlho...

Zmiešaný tím (Caltech/Hopkinsova univerzita) objavil totiž už roku 1995 pri slabom červenom trpaslíkovi Gliese 229 veľmi slabý objekt. Taký slabý, že nemohlo ísť o hviezdu. (Pri jeho vzdialenosti od Zeme – 19 svetelných rokov, tak, ako v prípade Gliese 229.) Keď sa potvrdilo, že ide o súputnika, objekt 229b bol Benom Oppenheimerom označený sa substelárne teleso. Oppenheimer objavil v spektre tohto telesa čiary metánu, ktorý sa vyskytuje v atmosfére veľkých planét, ale v horúcej fotosfére hviezd je jeho prítomnosť vylúčená.



Rýchlosť rotácie hnedých trpaslíkov je v priemere vyššia ako v prípade malých hviezd. To naznačuje, že magnetické polia nedokážu efektívne spomaliť ich rotáciu, čo vysvetľuje aj slabú magnetickú aktivitu hnedých trpaslíkov.

V októbri 1995 sa svet dozvedel, že Gliese 229b je bezpochyby prvým overeným hnedým trpaslíkom. Palmu víťazstva získal Oppenheimer.

Tento veľký objav, žiaľ, zatienila správa o objave prvej exoplanéty, obiehajúcej normálnu hviezdu 51 Pegasi. Poľovačka na exoplanéty sa začala, a pretože sa zdala byť atraktívnejšou (vzbudila väčší záujem médií), privábila aj mnohých hľadačov hnedých trpaslíkov. Napriek tomu hnedých trpaslíkov začalo pribúdať. Dve celooblohové prehliadky, európsky projekt DENIS a americký 2MASS, objavili veľa mladých, a preto ešte teplých hnedých trpaslíkov. Staršie, chladnejšie objekty tohto typu sa začali objavovať až po spustení programu Sloan Digital Sky Survey.

Rozšírenie spektrálneho rozsahu

Astronómovia klasifikujú hviezdy pomocou spektier, ktoré sú v prevažnej miere odtlačkom teploty fotosféry. Spektrálna sekvencia hviezd bola definovaná začiatkom 20. storočia, ešte predtým, ako vedci povahu spektier pochopili. Najchladnejšie hviezdy boli zaradené do spektrálnej triedy M. V optických spektrách týchto hviezd dominujú absorbčné čiary oxidov ťažkých kovov, najmä oxidu titanu (TiO). Nie preto, že by malé hviezdy obsahovali veľa titanu (titan je veľmi zriedkavý), ale preto, že molekuly tohto kovu majú veľa absorbčných čiar v optickej oblasti elektromagnetického spektra. Je to podobný úkaz ako v prípade Slnka, v ktorého optickom spektre výrazne dominujú čiary železa, hoci Slnko má iba stopové množstvá tohto kovu.

Každá spektrálna trieda sa delí do 10 podtried (0 až 9). Začiatkom 90. rokov boli však ohlásené objavy objektov, ktoré boli chladnejšie ako M9. Klasifikovali ich ako M10; M++ či M11, čo nabúralo štandardný postup. Presnejšie, tieto hviezdy mali spektrá, ktoré sa výrazne odlišovali od spektier typických M hviezd.

V roku 1997 presadil tím DENIS/Berkeley triedu L, novú, najchladnejšiu spektrálnu triedu, do ktorej by patrili objekty s teplotou od 2200 až po 1400 kelvinov. Do teplejšej podskupiny zaradili zmes červených a hnedých trpaslíkov, teda hviezd s najnižším hmotnosťami. Kdesi uprostred je rozhranie, za ktorým sú už len substelárne, vychladnuté, staré objekty (late typ): L trpaslíci a hnedí trpaslíci.

Prečo tak záleží na spoľahlivom odhade teploty? Atmosféry hviezd tvorí plazma, horúce plyny, skladajúce sa najmä z elektrónov a pozitívne nabitých iónov. Molekuly sa môžu tvoriť až v chladnejších hviezdach, pretože nijaký pevný materiál sa v prostredí vysokej teploty neudrží. Keď teplota klesne pod 2200 K, začína sa formovať „prach" – jemné zrnká minerálov, ktoré sa ťažko vyparujú, pretože ide o „púder ťažkých kovov". Tento púder sa vyskytuje vo hviezdnych atmosférach bohatých na TiO a iné oxidy.

L trpaslíci sú takí chladní, že ich žiarenie sa prejavuje najmä v infračervených vlnových dĺžkach, kde sa spektrálne prejavuje najmä voda a oxid uhlíka. Ak je však teplota atmosféry nižšia ako 1499 K, nastáva ďalšia chemická zmena: oxid uhlíka sa zmení na metán. Táto metamorfóza generuje ďalšiu veľkú zmenu v infračervenom spektre objektu a tak hvezdári navrhli pre tieto objekty ďalšiu spektrálnu triedu – T. Gliese 229b sa stala prvým známym trpaslíkom T.

Oblaky, vetry, erupcie

Prach už dnes prácu vykladačov spektier nekomplikuje. Naopak: podnecuje ich fantáziu. Vďaka prachu vymýšľajú čoraz bizarnejšie hypotézy o atmosférach L trpaslíkov. Je prach v atmosférach rozptýlený rovnomerne, alebo sa zhlukuje v mrakoch? Rovnomerne rozptýlený prach by tvár hnedého trpaslíka zacelil do podoby nezaujímavého disku bez rozlíšiteľných útvarov v atmosfére. Videli by čosi podobné ako kotúč Marsu, keď ho na celé mesiace obalí víchricou zvírený púder a prach globálnej búrky. Zo spektra takéhoto telesa sa vo viditeľnom svetle nedá nič vyčítať.

Presne také sú spektrá hnedých trpaslíkov. Neprezrádzajú nijaké priestorové útvary v ich atmosfére. V prípade spektrálnej triedy L sa v infračervenom spektre monitorovaných objektov objavili výrazné absorbčné čiary alkalických kovov, najmä atómov sodíka a draslíka. To znamená, že prach sa musí nachádzať v hlbších vrstvách atmosféry, pod rovinou, kde sa tieto čiary formujú. Tento proces nazvali stelárnici „železným dažďom".

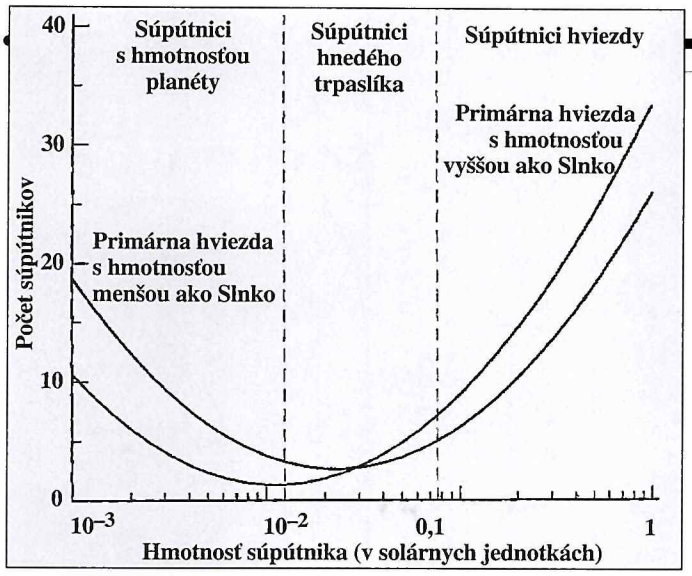
V odborných kruhoch sa diskutuje o tom, či oblaky pokrývajú celý povrch (tak ako v prípade Venuše), alebo sa zhlukujú „podľa počasia" (tak ako na Zemi). Najlepšou analógiou je však Jupiter, ktorého atmosféra je nepriehľadná, ale posiata rozličné hlbokými dierami/vírmi. Mimochodom, Jupiter je vhodnou analógiou aj preto, že hnedí trpaslíci sú v priemere iba nepatrne menší ako kráľ našej Slnečnej sústavy, hoci sú hustejší a majú mnohonásobne vyššiu hmotnosť.

Je možné vyhotoviť „mapu počasia" hnedého trpaslíka monitorovaním jeho infračervenej jasnosti? Je to možné: viacero astronómov hlási variability v čase, ktoré nesúvisia rotačnou periódou terča. Hnedí trpaslíci, tak ako Jupiter, rotujú rýchle, takže ak ich jasnosť nekolíše synchrónne s rotáciou, možno predpokladať, že zdrojom variability sú „magnetické hviezdne škvrny". Teda nie zmeny oblačnej pokrývky.

Hviezdne škvrny a rotácia vyvolávajú dohady okolo magnetických polí hnedých trpaslíkov. Mladé hviezdy rotujú rýchle, ale časom sa ich rotácia pod vplyvom vetrov nabitých častíc spomaľuje. Vetry interagujú s magnetickými poliami škvŕn, čo pribrzďuje rotáciu, znižuje uhlový moment hviezdy.

Magnetické polia pôsobia vlastne ako dynamo, bez ktorého by hviezda (či hnedý trpaslík) nemohla rotovať. Interakcie vetrov s magnetickými poľami, či presnejšie trenie, ktoré má brzdný efekt, rotáciu objektu spomaľujú. Keď hviezda rotuje rýchle, dynamo pracuje na naj-

Túto infračervenú snímku exponoval VLT ďalekohľad na observatóriu ESO v Chile. Krúžky zviditeľňujú niekoľko objektov z množiny veľmi mladých hnedých trpaslíkov vo hviezdokope Trapéz v Orione. Objekty hviezdokopy, ktoré sa sformovali vo Veľkej hmlovine Orión, majú milión rokov. Červenkavá farba niektorých objektov naznačuje, že ich obiehajú horúce prachoplynové disky.



Graf znázorňuje počet objektov z hmotnosťami planét, hnedých trpaslíkov a hviezd (napospol súpútnikov chladných hviezd hlavnej postupnosti) do vzdialenosti 169 svetelných rokov od našej Slnečnej sústavy. Nízky výskyt hnedých trpaslíkov spárených s týmito hviezdami je očividný.

vyššie obrátky a hviezda je magneticky veľmi aktívna; často vybuchuje a jej povrch je pokrytý početnými škvrnami. Keď sa v priebehu miliónov rokov rotácia hviezdy spomalí, aktivita utícha. Z poznatku, že hnedí trpaslíci rotujú rýchle, usudzujeme, že by mali byť magneticky aktívni. Ibaže údaje pozorovateľov svedčia o tom, že sú aktívni iba vo fáze, keď sú veľmi mladí a horúci. Ergo: najpravdepodobnejším vysvetlením je, že hnedí trpaslíci síce magnetické polia majú, ale tie nemôžu interagovať s atmosférou. Prečo? Ak atmosféra ochladne, už nie je ionizovaná; nemôže teda generovať energetické vetry. Bez brzdiaceho vplyvu vetrov sa však rotácia nespomalí, takže rýchlu rotáciu si zachovajú aj starí hnedí trpaslíci.

Podivné partnerstvo

Astronómovia zvyknú vravievať, že „každý pár hviezd je v skutočnosti trojicou". Toto bizarné tvrdenie sa opiera o fakt, že každá druhá hviezda je vlastne dvojhviezdou. Platí to aj v ríši hnedých trpaslíkov? Ako často sa hviezda a hnedý trpaslík gravitačne spária?

Pripomeňme si, že lovci hnedých trpaslíkov sa od samého začiatku poľovačky sústredili na hľadanie tmavých súpútnikov slabých hviezd. Je záhadou, prečo sa im metódou merania uhlovej rýchlosti, ktorá prispela k objavu väčšiny exoplanét, nepodarilo nájsť ani jediného hnedého trpaslíka, hoci ich neporovnateľne vyššia hmotnosť sa prejavuje väčším dopplerovským posunom cieľovej hviezdy.

Produktívnejšie nebolo ani pozorovanie blízkych hviezd. Prehliadka (v rámci ktorej bola objavená aj Gliese 229B) monitorovala niekoľko stoviek hviezd; výsledkom bol objav iba jediného hnedého trpaslíka! Akokoľvek bol tento objav dôležitý, hvezdári začali hovoriť o „brown-dwarf desert", (o „púšti hnedých trpaslíkov", teda o oblasti, kde sa tieto objekty nevyskytujú). Metóda merania uhlových rýchlostí je produktívna najmä v prípadoch, keď ide o objekty na blízkych obežných dráhach. Iba málo hnedých trpaslíkov sa však po takýchto dráhach pohybuje.

Iba o niečo väčší úspech zaznamenali hvezdári, ktorí prehľadávali väčšie oblasti okolo malých hviezd. Dnes vieme, že pomer hmotností hviezd a ich súpútnikov je vo väčšine prípadov vo vnútri rozpätia 10:1. (Tento pomer však neplatí pre extrasolárne planéty, ktoré sú pomerne hojné. Z tohto poznatku vyplýva, že obrie planéty formujú odlišné procesy ako väčšinu hnedých trpaslíkov obiehajúcich hviezdy.)

Novú etapu otvoril Hubblov ďalekohľad, ktorý dokáže nájsť hnedých trpaslíkov zviazaných s iným, už objaveným, hnedým trpaslíkom. Vďaka HST sa hnedá púšť zazelenala: tímu z Berkeley stačilo pozorovanie troch L trpaslíkov na to, aby objavili prvý binárny sytém, tvorený dvomi hnedými trpaslíkmi. Dnes vieme, že každý piaty takýto cieľ má hnedého súpútnika, pričom rozlišovacia schopnosť HST zatiaľ objav hnedých dvojičiek neumožňuje, pretože v optickej oblasti splývajú.

Pozoruhodné je, že ani jediný pár hnedých dvojčiat nedelí väčšia vzdialenosť ako 10 AJ, na rozdiel od dvojhviezdnych systémov, pri ktorých je hodnota priemernej vzdialenosti 40 AJ. To už je vzdialenosť Pluta od Slnka.

Ide naozaj o degenerované hviezdy?

Už vieme, že hnedí trpaslíci sa formujú inakšie ako planéty? Formujú sa teda ako hviezdy, alebo sú produktom celkom špeciálneho procesu?

Ak sa formujú ako hviezdy, v mladosti by mali byť menším vydaním hviezd typu T Tauri, teda premennými hviezdami 10. magnitúdy. Mali by mať husté, prachoplynové akrečné disky. Navyše: procesy akrécie i úniku hmoty pri týchto telesách by mali trvať rovnako dlho ako pri hviezdach T Tauri (čo vyplýva z ich nižšej (konečnej) hmotnosti ako aj z nižších hodnôt akrécie.)

Tieto vlastnosti sú príznačné pre telesá, ktoré akumulujú hmotu, z čoho vyplýva, že sú produktom rovnakých procesov formovania. Pokiaľ ide o mladé objekty, ťažko rozlíšiť, či ide o hnedého trpaslíka, alebo o mladú hviezdu. Ak je tento predpoklad správny, potom hnedí trpaslíci musia byť substelárne objekty už len preto, že sa sformovali z veľmi malých zhustkov medzihviezdnych oblakov.

Vylúčiť sa nedá ani možnosť, že sa hnedí trpaslíci narodili ako „tiché hviezdy". Presnejšie: istý čas sa vyvíjajú rovnako ako iné hviezdy, ale proces ich formovania sa preruší ešte predtým, ako stihnú nabaliť dostatok hmoty na spustenie stabilnej, dlhotrvajúcej jadrovej fúzie v ich jadrách. Takáto evolúcia je najpravdepodobnejšia vtedy, keď sa budúci hnedý trpaslík sformuje ako časť malej hviezdokopy, gravitačne previazaný s tromi až šiestimi sesterskými objektmi. Telesá v takom gravitačnom zoskupení majú nestabilné obežné dráhy, navzájom si vymieňajú orbitálnu energiu. Najmenší objekt býva zo systému katapultovaný, pričom sa zmenia aj dráhy pozostalých telies. Ak sa tak stane v prvej etape formovania, vyvrhnuté objekty stratia kontakt so zásobárňou materského plynu skôr, ako si dokázali nabaliť dostatok hmoty.

Hypotéza katapultáže je príťažlivá. Predpokladá však, že hnedý trpaslík už milióny rokov nenabaľuje nijakú hmotu, lenže my akréciu pozorujeme. Ani to však hypotézu nevyvracia: hnedí trpaslíci si môžu udržať malé akrečné disky aj po katapultáži. Významnejšia je iná námietka: katapultáž hviezdych dvojičiek je oveľa zriedkavejšia ako gravitačné vyhostenie sólohviezdy, lenže my už vieme, že veľká časť hnedých trpaslíkov je zviazaná v binárnych systémoch. Na druhej strane: hnedí trpaslíci sa vyskytujú najmä v tesných binárnych systémoch, čo spoločné vyhostenie z hviezdokopy skôr potvrdzuje.

Obrysy chýbajúceho článku

Hnedí trpaslíci vypĺňajú medzeru medzi hviezdami a planétami. Okrem primeranej, očakávanej hmotnosti to potvrdzujú aj teploty ich atmosfér, ktoré kolíšu kdesi uprostred medzi teplotami stelárnych a planetárnych atmosfér. To isté platí aj o ich chemickom zložení, magnetizme a ďalších vlastnostiach. Navyše hnedí trpaslíci sa stali pre hvezdárov laboratórnymi objektmi, pomocou ktorých študujú fenomény, typické skôr pre obrie exoplanéty... Pravdaže, až vtedy, keď už budú na svete prístroje, ktoré by ich dokázali študovať podrobnejšie.

Prvý hnedý trpaslík bol potvrdený pred desiatimi rokmi. Ich štúdium odvtedy neuveriteľne pokročilo: dokážeme odhadnúť ich počet v rozpätí teóriou „dovolených hmotností". Získavame poznatky o ich atmosférach: aké majú spektrá, aké je ich zloženie, ako sa v nich formuje prach a oblaky. Čosi vieme aj o ich rotačných periódach, magnetických poliach. Zistili sme, že sa často vyskytujú v dvojhviezdnych sústavách.

Výpočet toho, čo ešte o hnedých trpaslíkoch nevieme, je však oveľa dlhší: nevieme ako sa formujú. Naše evolučné teórie ešte neboli potvrdené, priame meranie ich hmotností je iba v plienkach. Atmosférické procesy, formovanie prachu a oblakov či magnetické polia, to všetko je v prípade hnedých trpaslíkov ešte plné záhad. Musíme spresniť odhad ich počtu i hodnoty ich hmotností. Navyše: naše poznatky o T trpaslíkov ani zďaleka nedosahujú úroveň poznatkov o L trpaslíkoch. Ani len netušíme, koľko T trpaslíkov sa pohybuje v našom susedstve, pričom práve T trpaslík by mal byť najbližším susedom našej Slnečnej sústavy.

Tak, alebo onak: zrodil sa odbor astronómie, ktorý má veľkú perspektívu. Štúdie o hnedých trpaslíkoch rýchle pribúdajú. Nečudo: astronómovia privítali novú populáciu objektov, ktorých počet vo vesmíre sa prinajmenšom vyrovná počtu hviezd!!

GIBOR BASRI

Slnečný cyklus

Slnečný „slovníček“:

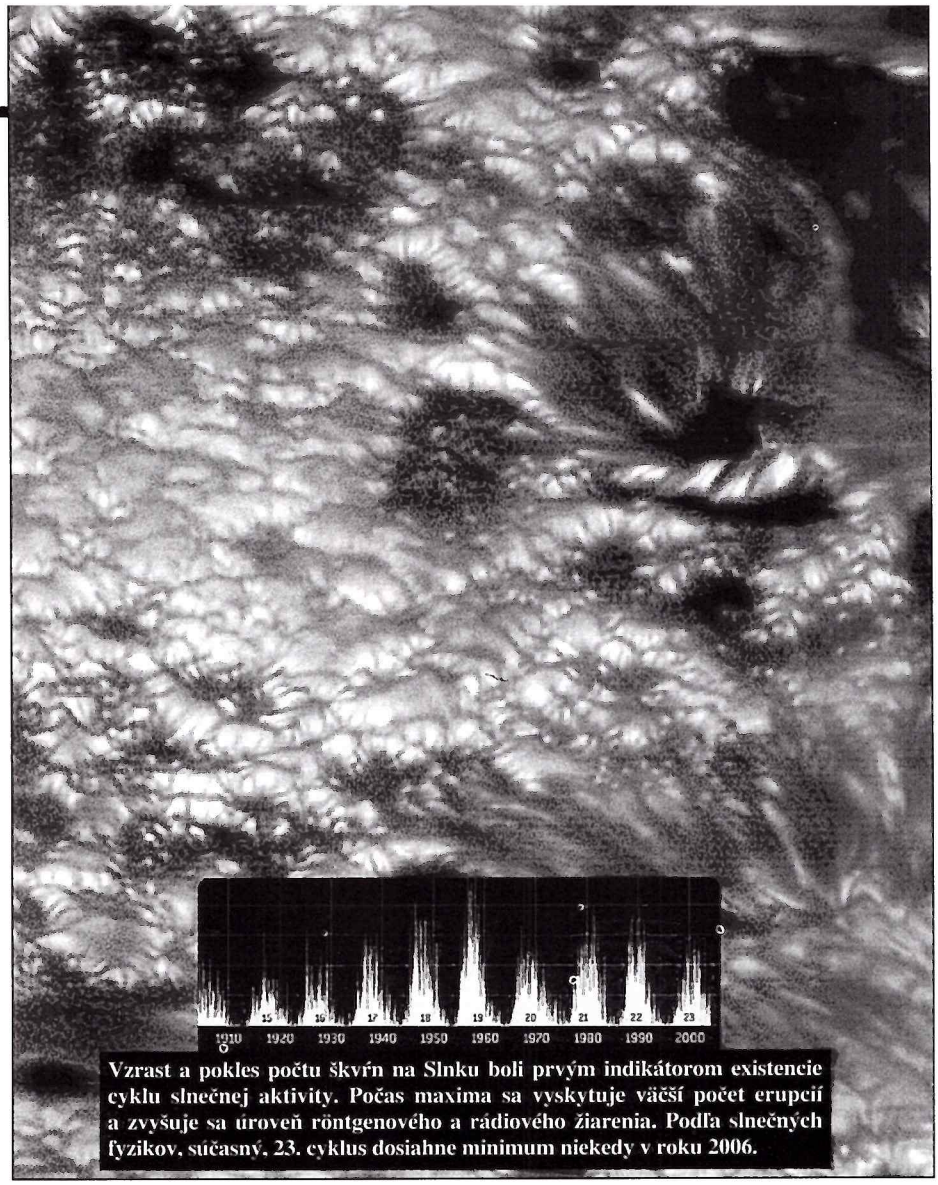
Slnečné dynamo: proces, pri ktorom sa na Slnku transformuje mechanická energia na magnetickú.

Meridionálne prúdenie: pohyb plynu od slnečného rovníka k pólom a naopak.

Tachovrstva: vrstva pri základni konvektívnej zóny, kde sa mení charakter rotácie. Pod ňou Slnko rotuje ako tuhé teleso, nad ňou diferenciálne.

Každých 11 rokov slnečné magnetické pole vystúpi nad povrch, prepóluje sa a preformuje. Vedci začínajú chápať prečo.

11-ročný cyklus slnečnej aktivity je najpravidelnejšia zákonitosť, ktorú sme na našej hviezde objavili. V maxime cyklu, keď po slnečnom disku „pláva“ množstvo škvŕn, Slnečnú sústavu zaplavujú mohutné explózie vyvrhujúce do nej mraky nabitých častíc s hmotnosťou miliardy ton.



Vzrast a pokles počtu škvŕn na Slnku boli prvým indikátorom existencie cyklu slnečnej aktivity. Počas maxima sa vyskytuje väčší počet erupcií a zvyšuje sa úroveň röntgenového a rádiového žiarenia. Podľa slnečných fyzikov, súčasný, 23. cyklus dosiahne minimum niekedy v roku 2006.

Rastúce bubliny a svetelné mosty sú viditeľné na povrchu v blízkosti slnečného okraja. Svetelný most nad oblúkom hore vľavo sa nachádza viac ako 500 km nad základňou škvrny. Stovky bublinovitých *granulí*, každá s priemerom okolo 1000 km, vystreľuje zo slnečného vnútra a vytvára na povrchu Slnka textúru podobnú dlažbe z okruhliakov.

Pozorovatelia spájajú tieto úkazy s častým výskytom polárnych žiar. Aktívne Slnko však ohrozuje aj kozmonautov a prevádzku kozmických automatov, ruší rádiokomunikácie a diaľkové rozvody elektrickej energie.

V čase, keď sa Slnko umiernilo, dochádza k prepólovaniu jeho magnetického poľa: kde bol sever, tam je juh a kde bol juh, tam je sever. Proces prepólovania môže mať rôznu rýchlosť na severnej a južnej pologuli, ale v každom prípade k nemu dochádza, keď sa aktivita ku koncu cyklu zoslabuje.

Slneční odborníci monitorujúci Slnko počas práve prebiehajúceho 23. cyklu (ten sa skončí niekedy v budúcom roku) objavili súvislosti medzi aktivitou v maxime cyklu a magnetickým prepólovaním. Presnejšie: rýchle sa pohybujúce plyny oblakov koronálnej hmoty, ktoré nazývame *výronom koronálnej hmoty (CME, Coronal Mass Ejection),* vymietol staré magnetické pole, aby urobil miesto novému.

Tento 23. cyklus je zvláštny, odlišný od predchádzajúcich troch. Prepólovanie trvalo mimoriadne dlho, južný pól zmenil polaritu až 9 mesiacov po severnom. Vysvetlenie priebehu cyklu sa nezaobíde bez lepšieho pochopenia procesov, ktoré prebiehajú v slnečnom vnútre.

Mausumi Dikpatiová, slnečná fyzička z High Altitude Observatory v Bouldri v štáte Colorado, USA, sa domnieva, že pozná koniec „rozprávky“. Spolu s kolegami vypracovala model, ktorý zohľadňuje väčšinu hlavných úkazov pozorovaných na Slnku a tvrdí, že sú schopní predpovedať slnečnú aktivitu až na 20 rokov dopredu.

Škvrnité Slnko

Slneční fyzici sú presvedčení, že škvrny predstavujú zviditeľnené, koncentrované magnetické pole. Tvrdia, že každá škvrna sa rodí tisíce kilometrov pod slnečným povrchom, ako zámotok malej časti globálneho magnetického poľa. Pri stúpaní k povrchu sa intenzita poľa zväčšuje a vytvára sa potenciálna slučka magnetického toku.

Keď sa objaví na slnečnom povrchu, intenzita poľa v slučke je 3000-krát väčšia ako na neporušenom okolí. Škvrna sa formuje z obidvoch strán päty slučky, t. j. v mieste, kde sa táto ponára pod slnečný povrch. Silné magnetické pole predlžuje životnosť škvrny, stabilizuje ju, lebo ju izoluje od okolitej horúcej plazmy.

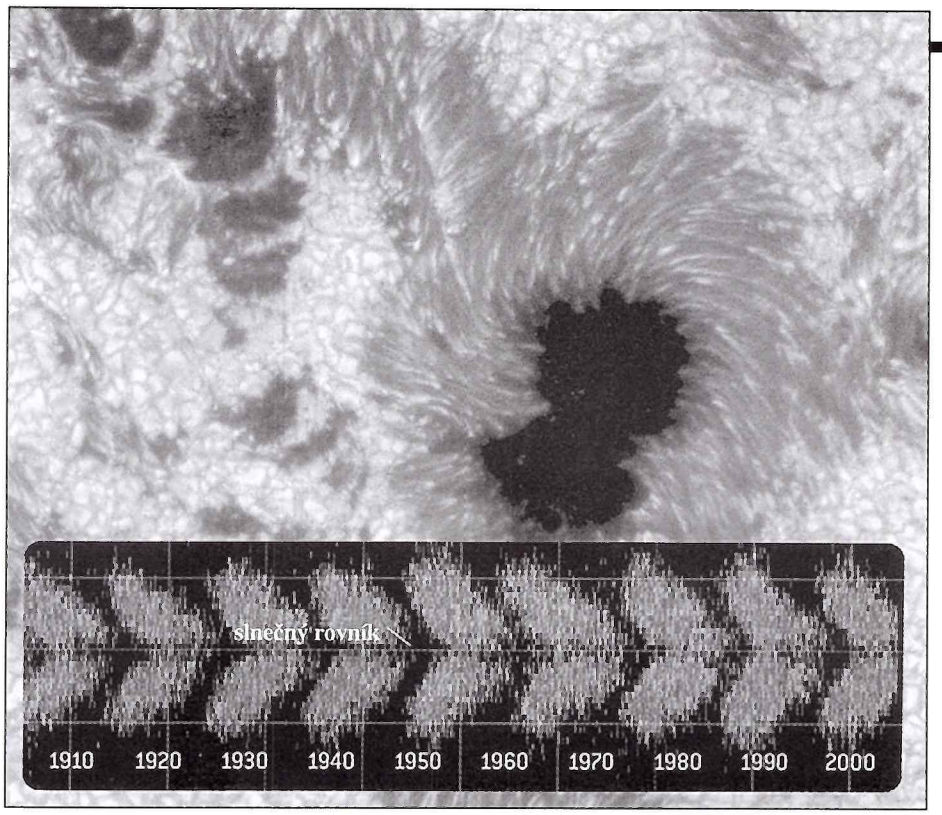
Solárnici sa nazdávajú, že chápu celkový obraz, ale nevedia, ako pracujú jednotlivé detailné mechanizmy, ktoré pozorované zmeny generujú. Prečo veľkosť a počet škvŕn rastie okolo maxima slnečného cyklu? Prečo sa pri každom novom cykle objavujú škvrny v stredných šírkach a počas cyklu sa premiestňujú k rovníku? Najkratší cyklus trval 9, najdlhší 14 rokov. Čo určuje dĺžku cyklu? Ako Slnko prepína svoje magnetické pole?

„Problémom je, že nemôžeme pozorovať magnetické pole pri jeho vzniku,“ hovorí Roger Ulrich, astronóm z kalifornskej univerzity v Los Angeles. Zúčastňuje sa na mapovaní magnetického poľa Slnka pomocou 45-metrového vežového slnečného ďalekohľadu na hore Mount Wilson v Kalifornii. „Nevidíme príčinu, iba následok prejavený na povrchu,“ vysvetľuje Ulrich. Hlboko vo vnútri Slnka sa skrýva materské ložisko..., neznáme, veľké magnetické pole. Myslíme si, že tam je skutočný zdroj slnečného cyklu.

Čo je dole?

V sedemdesiatych rokoch sa objavil spôsob, ako nazrieť Slnku „pod kožu“. Astronómovia mohli nazrieť pod povrch našej hviezdy pomocou zvukových vĺn, podobne, ako geológovia využívajú seizmické vlny pri prieskume vnútornej štruktúry Zeme. Preto aj tento spôsob dostal názov *helioseizmológia.*

Milióny rozdielnych rezonančných zvukových vĺn indikujú svoju prítomnosť nepatrným



Počas cyklu slnečnej aktivity sa škvrny vyskytujú v rôznych šírkach. Na začiatku cyklu sa objavujú v stredných šírkach, v jeho priebehu sa zóna maximálneho výskytu posúva k rovníku. Pri zakreslení vzniká typický „motýľkový diagram", ktorý sa od cyklu k cyklu opakuje.

dopplerovským posunom svetla, prichádzajúceho zo Slnka. Vlnová dĺžka svetla sa posúva k modrej časti spektra, ak sa plyn rozpína, a k červenej, ak sa zmršťuje. Zvukové vlny poskytujú slnečným fyzikom informácie o teplote, chemickom zložení a pohybe vo vnútri Slnka s vysokým rozlíšením.

Viditeľný povrch Slnka, ktorý nazývame *fotosférou,* je horným okrajom *konvektívnej zóny.* Táto siaha až do hĺbky 200 000 km, čo je približne polovičná vzdialenosť Zeme od Mesiaca; jej hrúbka predstavuje okolo 28 % slnečného polomeru.

V konvektívnej zóne prúdi energia podľa všeobecne platných zákonov: teplejší plyn prúdi k povrchu, chladnejší smerom k centru. Povrch Slnka vyzerá ako povrch vriacej kvapaliny. Konvektívne bunky, granule, ktoré sú väčšie ako územie Francúzska, stúpajú k povrchu Slnka, kde ich môžeme pozorovať. Rýchlosť ich stúpania je okolo 450 m/s, t. j. asi 1600 km/h, na povrchu sa rozpadajú v priebehu jednej minúty. Keď sa granule na povrchu Slnka vynoria, sú horúce a jasné; po odovzdaní energie, už chladnejšie a tmavšie, sa opäť ponárajú. Tento proces sa neprestajne opakuje.

Pod konvektívnou zónou sa turbulentný pohyb upokojuje. V tejto oblasti, ktorú nazývame *radiačnou zónou,* sa energia prenáša fotónmi. Zo slnečného jadra prenikajú smerom k povrchu energetické fotóny žiarenia gama. Atómy plynu vo vyšších vrstvách absorbujú a ďalej emitujú do rôznych smerov fotóny s nižšou energiou. Novovzniknuté fotóny tento proces mnohokrát zopakujú; konvektívnu zónu dosiahnu po uplynutí stoviek až tisícok rokov.

Takto sa na povrch dostáva celá energia, ktorá vznikla v jadre pri termonukleárnych reakciách. Jadro siaha približne do štvrtiny polomeru Slnka. V strede Slnka je hustota 8-krát väčšia, ako je hustota zlata (t. j. 8×19,32 t/m^3, čo je 154,6 kg/dm^3) a teplota tu dosahuje hodnotu 15,6 milióna K.

V tomto prostredí sa vodíkové jadrá pohybujú tak rýchlo, že sa pri zrážkach spájajú. Tvorí sa hélium a uvoľňuje záplava energie vo forme žiarenia gama. Takto Slnko vyrába energiu už prinajmenšom 4,6 miliardy rokov, pričom zásoby „paliva" v jeho jadre by mu mali vystačiť rovnako dlhú dobu.

Rotačný cyklus

Helioseizmológia neobjasnila iba vnútornú štruktúru Slnka, ale umožnila určiť aj rýchlosť rotácie pod jeho povrchom. Na obidvoch pologuliach, severnej aj južnej, prúdia plazmové rieky podobne ako pozemské pasáty. Pomocou údajov z observatória SOHO vedci dokázali, že existuje aj tryskový prúd okolo obidvoch slnečných pólov. (Tryskový prúd na Zemi sa vyskytuje v zemskej atmosfére vo výške okolo 8 kilometrov. Je to „prsteň" silných vetrov, niekedy neuzavretý; v extrémoch doshuje rýchlosť až 700 km/h. Vyskytuje sa okolo zemepisnej šírky 50° – pozn. prekladateľa.)

Pomalý meridionálny prúd nesie plazmu od rovníka k pólom. Jeho priemerná rýchlosť je okolo 70 km/h, čo je približne 100-krát menej, ako je rotačná rýchlosť. Pri tejto rýchlosti sa plazma po viac ako roku dostane od rovníka k pólom. Merania observatória SOHO ukazujú, že sa na tomto prúdení zúčastňuje celý povrch Slnka až hĺbky cca 24 000 kilometrov.

V 19. storočí vedci na základe mnohých pozorovaní zistili, že slnečný povrch rotuje diferenciálne. Najrýchlejšie pri rovníku, s periódou 25 dní, najpomalšie v okolí pólov, s periódou až 36 dní. Helioseizmologické metódy (SOHO a projekt GONG, pozn. prekl.) ukázali, že takto povrch rotuje iba do začiatku konvektívnej zóny. Nižšie vrstvy, t. j. radiačná zóna a možno aj jadro, rotujú ako tuhé teleso s periódou 27 dní.

V hraničnej vrstve, medzi radiačnou a konvektívnou zónou, sa rýchlosť rotácie dramaticky mení. Slneční fyzici ju nazvali *tachoplochou.* Hoci je relatívne tenká, iba 2 % slnečného polomeru, je najpravdepodobnejšie miestom, kde sa na Slnku tvoria magnetické polia, t. j. miestom pre slnečné dynamo.

Škvrny putujú, póly sa skokom prepólujú (?)

Až do roku 1990 potreboval model slnečného dynama dva mechanizmy. Jeden využíval diferenciálnu rotáciu konvektívnej zóny na vytiahnutie a zosilnenie magnetického poľa, najmä polárneho a jeho rozšírenie v každom cykle na celé Slnko.

V druhom modeli diferenciálna rotácia zatáčala stúpajúce trubice silnejúceho magnetického poľa, pričom sa tvorili škvrny. Zároveň sa koncom každého cyklu obnovovalo globálne magnetické pole. S rozvíjaním helioseizmologických metód sa však ukázalo, že tomuto modelu „niečo" chýba.

Dikpatiová hovorí, že to „niečo" je časť meridionálneho prúdu. Hovorí, že „prúd musí tvoriť uzavretú slučku, lebo okolo pólov nepozorujeme žiadne nahromadenie hmoty. A spätný prúd sa nachádza pri základni konvektívnej zóny".

Na póloch sa meridionálny prúd vnára pod povrch; pri základni konvektívnej zóny sa vracia k rovníku. V tejto hĺbke je plazma miliónkrát hustejšia ako na povrchu, preto je jej postup veľmi pomalý. Pohybuje sa slimačím tempom, rýchlosťou zhruba 5 metrov za hodinu, takže potrebuje okolo 20 rokov na transport hmoty od pólov k rovníku.

Ako sme už hovorili, slnečné škvrny sa na začiatku cyklu tvoria v stredných šírkach a v priebehu cyklu putujú k rovníku. Podľa Dikpatiovej tento posun spôsobuje *spätný, hĺbkový meridionálny prúd.*

Magnetické pole sa pri základni konvektívnej zóny, pokiaľ vztlakom stúpa spolu s hmotou, zosiluje a na povrchu formuje slnečné škvrny. Zostane však zakotvené hlboko v konvektívnej zóne, preto sa škvrny spolu so spätným prúdom pomaly pohybujú smerom k rovníku.

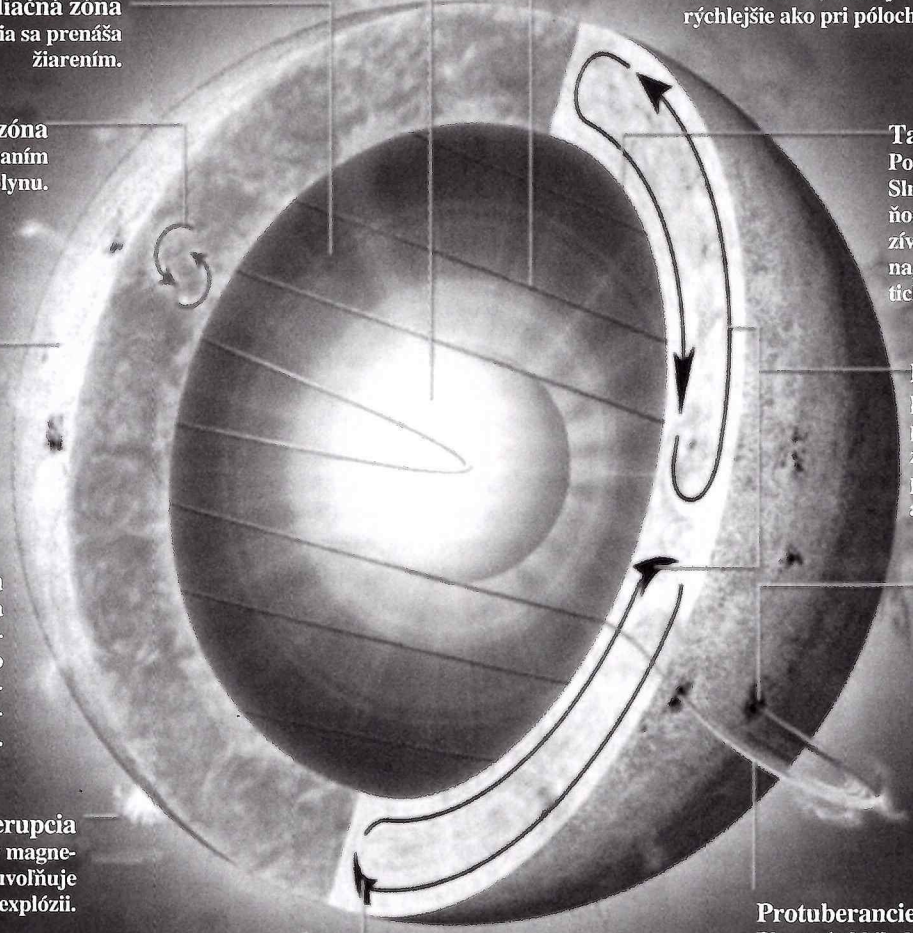
Životnosť slnečných škvrn je krátka. Obyčajne „neprežijú" viac ako niekoľko rotácií. Keď to ich, pôvodne silné, magnetické pole zoslabne, odpojí sa od svojho zdroja v hĺbke a pohybuje sa spolu s meridionálnym prúdom na povrchu k pólu, opačným smerom ako škvrny. Toto slabé, zbytkové pole má opačnú polaritu ako celkové pole na začiatku cyklu.

Na póloch sa tieto polia ponoria k základni konvektívnej zóny, kde sú v tachovrstve zosilované. Akumulujú sa tam, a keď sú dostatočne silné, prepólujú celkové magnetické pole Slnka.

Je to naozaj tak?

Dikpatiová prišla na opísané vysvetlenie pri neobvyklom prepólovaní v 23. cykle. Jej tím zistil, že celkové pole Slnka bolo silnejšie ako

Odkryté slnečné vrstvy



CME (coronal mass ejection)
Výron koronálnej hmoty. Oblak nabitých častíc s hmotou miliardy ton opúšťa Slnko rýchlosťou 500 – 1000 km/s.

Siločiary globálneho magnetického poľa Slnka,
ktoré je asi 10-krát silnejšie, ako pozemské. Vychádzajú z kladného magnetického poľa Slnka, končia sa v zápornom magnetickom póle.

Jadro
Tu je zdroj slnečnej energie, kde prebieha spájanie jadier vodíka na hélium.

Siločiary vnútorného magnetického poľa
V smere východ – západ ich „vyťahuje" diferenciálna rotácia, lebo pri rovníku rotuje povrch rýchlejšie ako pri póloch.

Radiačná zóna
Energia sa prenáša žiarením.

Konvektívna zóna
Energia sa prenáša stúpaním a klesaním zhlukov plynu.

Tachoplocha
Pod touto plochou rotuje Slnko ako tuhé teleso, nad ňou ako kvapalina. Intenzívne trenie na tejto ploche napomáha vznik magnetického poľa.

Fotosféra
je viditeľný povrch Slnka

Meridionálne prúdenie
pôsobí v konvektívnej zóne ako transportný pás medzi rovníkovými a polárnymi oblasťami.

Koróna
je vonkajšia atmosféra Slnka a zdroj slnečného vetra, riedkeho plynu, ktorý sa rozpína do medziplanetárneho priestoru.

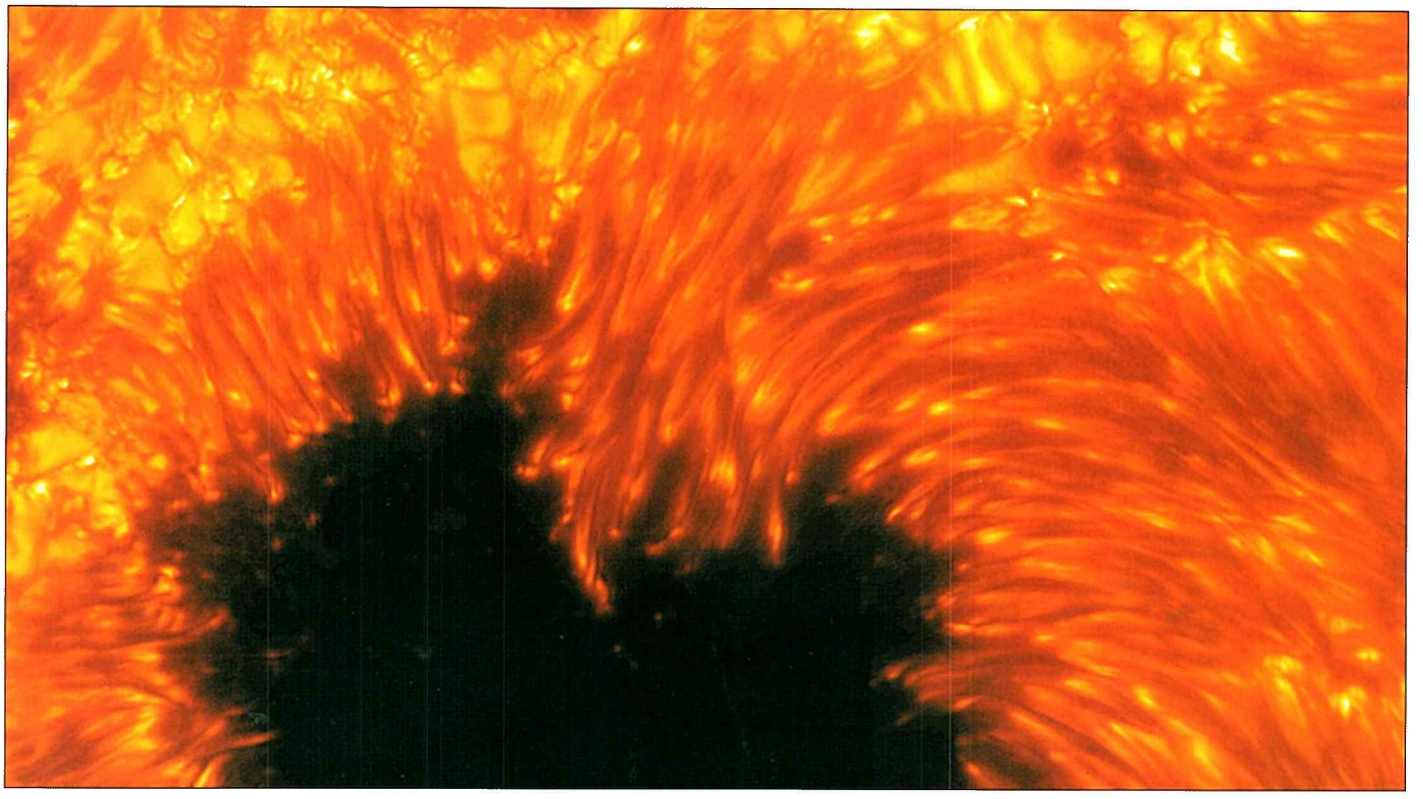
Slnečné škvrny
Tmavé škvrny ukazujú miesta zosilených magnetických polí, ktoré sú ukotvené na slnečnom povrchu. Hlbší meridionálny prúd ich v priebehu cyklu unáša k rovníku.

Slnečná erupcia
Energia, sústredená v magnetickom poli sa uvoľňuje v gigantickej explózii.

Protuberancie
Plynový oblúk drží magnetické pole vysoko nad slnečným povrchom.

Zvyškové pole slnečných škvŕn
Keď slnečné škvrny zaniknú, ostane po nich slabé magnetické pole opačnej polarity, ako má globálne pole na začiatku cyklu. Povrchový meridionálny prúd unáša tieto polia k obidvom pólom, kde sa hromadia a pomáhajú pri prepólovaní.

Slnečná fyzika v poslednom desaťročí významne pokročila
Veľkú časť tohto úspechu možno pripísať pokroku helioseizmológie, pomocou ktorej môžeme sondovať slnečné vnútro. Blízko povrchu tečie meridionálny prúd, ktorý unáša zvyškové polia k pólom. Tieto polia s opačnou polaritou, ako má globálne pole, uľahčujú prepólovanie na konci cyklu. Podobný hlbší prúd vyťahuje polia z vnútra Slnka k tachoploche, pri základni konvektívnej zóny, kde sa silnejú a generujú škvrny v ďalšieho cyklu.

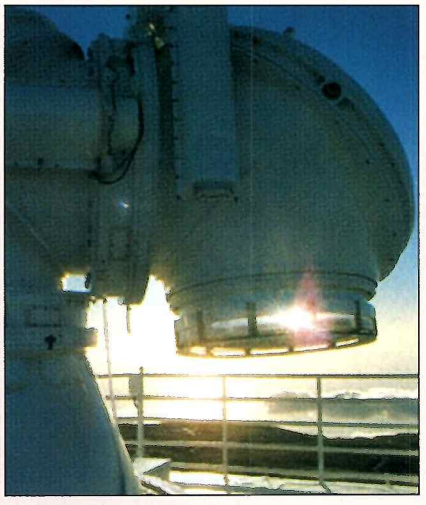


Teoretici sa usilujú pochopiť, ako vznikajú pozdĺžne vlákna (filamenty), obklopujúce jadro (umbru) škvrny. Každý filament obsahuje magnetické pole a prúdiaci plyn, asi chladnejší než okolie. Filament si predstavujú ako valec s horúcim povrchom a chladnejším vnútrom.

Slnečné „oči"

Švédsky 1-metrový slnečný ďalekohľad (SD) je najväčším v Európe a druhým na svete, po McMaath-Pierceovom ďalekohľade na Kitt Peaku v Arizone. SD rozozná na Slnku detaily s veľkosťou 70 km.

Ďalekohľad je zdokonalený použitím adaptívnej optiky a číslicového spracovania obrazu. SD je prvým slnečným ďalekohľadom, ktorý používa adaptívnu optiku na kompenzáciu chcenia vzduchu. Adaptívna optika SD reaguje na chvenie obrazu 1000-krát za sekundu. Pomocou SD odhalili vedci nové štruktúry, tmavé jadré a špirálové pozdĺžne štruktúry, obklopujúce slnečné škvrny. Obrázky zo SD použité v tomto článku sú vo falošných farbách. Pôvodné sú modré, s vlnovou dĺžkou 430 nm.



Odraz slnečného svetla na objektíve SD.

v minulom cykle, pričom zvyškové pole z rozpadajúcich sa škvŕn bolo slabšie.

Pozorovania ukázali, že meridionálny prúd bol pomalší, a teda na prepólovanie bolo potrebné viac magnetického toku ako obyčajne, čo však trvalo dlhšie. Objavili tiež zvírený prúd v severnej časti meridionálneho prúdu, ktorý pomáhal vťahovať silné severné pole hlbšie do konvektívnej zóny. A tak napriek slabosti zvyškového poľa proces prepólovania prebiehal na severnej pologuli kratšie ako na pologuli južnej.

Kľúčovým predpokladom na konštrukciu Dikpatiovej modelu je znalosť meridionálneho prúdenia. Žiaľ, k dispozícii má iba 8 rokov satelitných pozorovaní, pričom na vyhotovenie modelu by potrebovala prinajmenšom raz toľko. Preto sa snaží zaplniť medzeru pomocou pozemských pozorovaní za posledné dve desaťročia z observatória Mount Wilson.

S. Tobias, astrofyzik z univerzity v Leedse v Anglicku sa k dôležitosti úlohy meridionálneho prúdu vyjadruje skepticky: „Tento smer je pomýlený. Nemyslím si, že problém vyriešili, hoci meridionálny prúd bude určite hrať dôležitú úlohu. Prúd smerom dole musí byť oveľa slabší, s ohľadom na veľký rozdiel hustoty. Kruhový prúd, ktorý tento model vyžaduje, podľa mňa nemôže existovať."

„Možno majú pravdu, ale ešte uplynie dlhý čas, pokiaľ si to bezpečne overíme," hovorí E. Parker, nepochybná autorita v oblasti magnetizmu. „Zaoberajú sa problémom, ktorý môžeme nazvať slnečnou meteorológiou, lebo pripomína predpovede pozemského počasia. Pokrok za posledných 10 rokov je úžasný, ale problém ani zďaleka nie je vyriešený."

D. Hathaway, slnečný fyzik z Marshallového kozmického strediska NASA, v Huntsville, Alabama je presvedčeným zástancom Dikpatiovej prístupu. Súhlasí, že potrebujeme viac informácií o prúdení pri základni konvektívnej zóny a hovorí, že ich čoskoro získame pomocou projektu NASA *Solar Dynamics Observatory*, ktoré má štartovať v roku 2008. Na palube špeciálnej sondy budú helioseizmologické prístroje, dostatočne citlivé na meranie rýchlosti spätného prúdu.

Snahou slnečných fyzikov je spoľahlivejšie predpovedanie slnečnej aktivity. Dikpatiová tvrdí, že metódy, pomocou ktorých sa predpovedal priebeh 23. cyklu, sú scestné, lebo sú založené na myšlienke, že polárne pole je určujúcim faktorom pre nasledujúci cyklus. „To nemôže byť pravda, lebo trvá 17 až 22 rokov, pokiaľ sa polárne pole dostane dole, k tachyvrstve..., kde sa rodia škvrny," tvrdí.

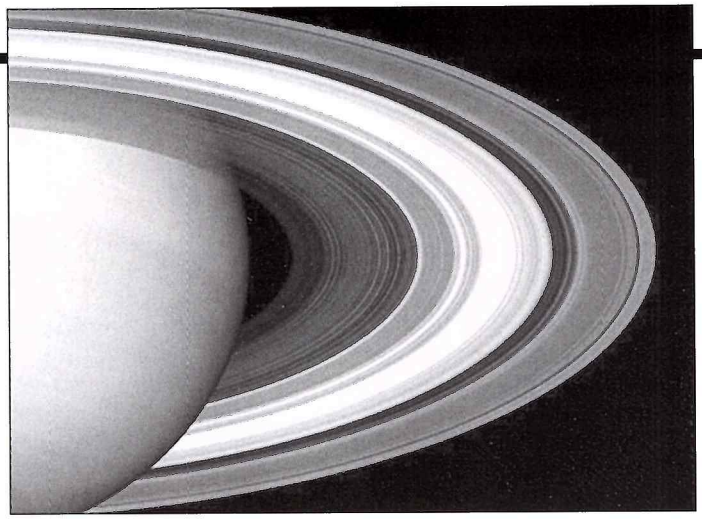
V každom čase sú v „dopravných pásoch" obehových prúdov zúčastnené magnetické relikty z troch – štyroch predchádzajúcich cyklov a „čakajú" na príležitosť občerstviť magnetické polia prebiehajúceho cyklu. „Slnko má magnetickú pamäť," tvrdí Dikpatiová. Ak ju raz dokážeme zmapovať, bude jednoduché predpovedať úroveň nasledujúceho cyklu.

Na overenie správnosti svojho modelu plánuje Dikpatiová preskúmať aspekty posledných jedenástich cyklov. Potom vraj bude schopná začať výskum jedného z najzáhadnejších prejavov slnečnej aktivity: Maunderovho minima, 70-ročného obdobia okolo roku 1670, keď sa škvrny na Slnku takmer nevyskytovali.

GERRY BYRNE

(Autor je populárnovevecký spisovateľ, žijúci v Írsku, v Balbriggane)

S malými úpravami preložil Milan Rybanský



Saturnove prstence s doteraz najvyšším rozlíšením

Doteraz najpodrobnejšie snímky Saturnovych prstencov získala sonda Cassini. Vďaka tejto koristi sa saturnológovia začiatkom mája dozvedeli viac aj o prstenci B, ktorého štruktúra sa výrazne odlišuje od štruktúr susedných prstencov A a C.

O pôvode Saturnovych prstencov sa planetológovia iba dohadujú. Prstence vytvárajú obrovskú, komplexnú štruktúru, ktorá by sa medzi Zem a Mesiac nezmestila. Sedem hlavných prstencov označili objavitelia písmenami abecedy v poradí, ako ich rozlíšili. Smerom od planéty rozlišujeme prstence D, C, B, A, F, G a H.

Počas májového prieskumu zmapovala sonda pomocou rádiových vĺn štruktúru Saturnovych prstencov s doteraz nevídaným rozlíšením. Bol to prvý z celého radu experimentov, ktoré sa uskutočnia v priebehu letných mesiacov. Vedci identifikovali v prstencoch širokú paletu častíc, od mikroskopických až po balvany s priemerom niekoľkých metrov. V prstenci B a vnútornej časti prstenca A dominujú telieska s priemerom 5 centimetrov; v prstenci C a vonkajšej časti prstenca A prevažujú telieska s priemerom menším ako 5 centimetrov.

Snímky odhalili aj to, že vonkajšie časti prstenca B sa skladajú prstencov, širokých niekoľko stoviek kilometrov, pričom množstvo materiálu, ktorý ich tvorí, sa z prstenca na prstenec výrazne mení. Stredový, hrubý pás prstenca B, široký 5000 kilometrov, tvorí materiál, ktorý je 4-krát hustejší ako materiál v prstenci A a 20-krát hustejší ako materiál v prstenci C.

Dramaticky variabilná štruktúra prstenca B ostro kontrastuje s plochou štruktúrou tenkého prstenca A i s jemnou, zvlnenou štruktúrou prstenca C. Vo vonkajšej časti „céčka" rozlíšila sonda množstvo hustých, úzkych a ostro vymedzených prstenčekov.

Senzáciou sa stal objav viac ako štyridsiatich zvlnených štruktúr (hustotných vĺn) v prstenci A, mnohé na jeho vonkajšom okraji v blízkosti mesiačikov, krúžiacich v tesnej blízkosti „áčka". Po analýze „hustotných vĺn" získavajú vedci presnejšie informácie o hustote hmoty na povrchu prsteňa, o jeho vertikálnej hrúbke a ďalších fyzikálnych vlastnostiach.

Vedci obdivujú najmä neobyčajne pestrú paletu vĺn, ktoré „vyrábajú" gravitačné interakcie prstencov s mesiačikmi. „Hustotné vlny" rozlíšili vedci aj v hustom prstenci B. Niektoré z nich sa objavili už na snímkach, ktoré exponovala sonda Voyager, ale žiadna z nich sa kvalitou snímkam z Cassini nevyrovnala.

Prvá „zákrytová" rádiová prehliadka Saturnovych prstencov, atmosféry a ionosféry sa uskutočnila 3. mája 2005. „Zákrytová" preto, lebo vzhľadom na pozemského pozorovateľa bola sonda počas prieskumu skrytá za prstencami. Počas prehliadky vysielala rádiové signály cez prstenec na Zem. Z premenlivej sily zachytených signálov odčítali vedci vlastnosti rádiom „ohmatanej" hmoty. Čím hustejší materiál, tým slabší signál. Po analýze získaných údajov dokážu vedci zmapovať nielen distribúciu hmoty v prstencoch, ale aj jej množstvo, a pomerne presne odhadnúť aj veľkosť teliesok, ktoré sa do prstencov sformovali.

Pri experimente sa po prvý raz využili tri rádiové signály na rozličných frekvenciách (Ka, X, S), ktoré sonda simultánne vysielala do pozemských prijímačov siete Deep Space Network. Frakcie teliesok s rozličným priemerom sa prezradia tým, že na každej z frekvencií zanechajú špecifický odtlačok.

Vydarený experiment optimalizoval geometriu rádiového pozorovania prstencov a vyvolal tak veľké očakávania spojené s ďalšími siedmimi pozorovaniami, ktoré sa uskutočnia v priebehu leta. Týchto sedem pozorovaní, zameraných na presné zmapovanie a pochopenie Saturna a systému jeho prstencov, považujú vedci z kľúčový experiment celej misie.

NASA/JPL/SSI News Release

Záhadná škvrna na Titane

Škvrna s priemerom 550 kilometrov je viditeľná v optickom i infračervenom svetle. Planetológovia zatiaľ ani len netušia, či ide o impaktný kráter, prejav studeného vulkanizmu, alebo o nejaký atmosferický proces (oblaky, ktoré sa nevedno prečo vytvárajú nad nejakým kráterom), alebo o záhadný materiál na povrchu Titanu.

Počas nočného blízkeho obletu (v júli 2006) bude škvrna podrobne zmapovaná. Najväčšie priblíženie prebehne v noci, takže cieľ bude nasnímaný infračervenou kamerou. (Staršie infračervené snímky boli získané z rádovo väčších vzdialeností.)

Škvrna sa nachádza na juhovýchode svetlej oblasti Xanadu. Je teplejšia než okolitý terén, takže vedci predpokladajú, že ide buď „horúcu škvrnu", oblasť, ktorú ohrial nedávny dopad asteroidu, alebo sa takto prejavuje zmes vodného ľadu a amoniaku, ktorý uniká z podložia sopúchom ľadového vulkánu a ukladá sa v podobe kryštálikov na okolitom teréne.

Posledné blízke oblety Titanu vykonala sonda 31. marca a 16. apríla tohto roku. Optický a infračervený spektrometer, využívajúci, najdlhšie, najčervenšie vlnové dĺžky, identifikoval škvrnu ako najjasnejší útvar na povrchu Titanu. Na snímkach optickej kamery vidíme 550 kilometrov široký polkruh, ktorý sa počas obdobia blízkych obletov nezmenil. Sfarbenie a jasnosť škvrny naznačuje, že ide o mladý útvar, bez ohľadu na to, ako vznikol.

Na povrchu Titanu boli objavené aj iné svetlé plochy, ale majú odlišné spektrálne vlastnosti (farby) a väčšina z nich sa už v priebehu hodín stráca. Veľká škvrna sa však nemení a udržuje si rovnaké sfarbenie. Nie je vylúčené, že spektrometer ohmatal vrstvu oblakov, ktorú kontroluje nejaký polkruhový útvar na povrchu.

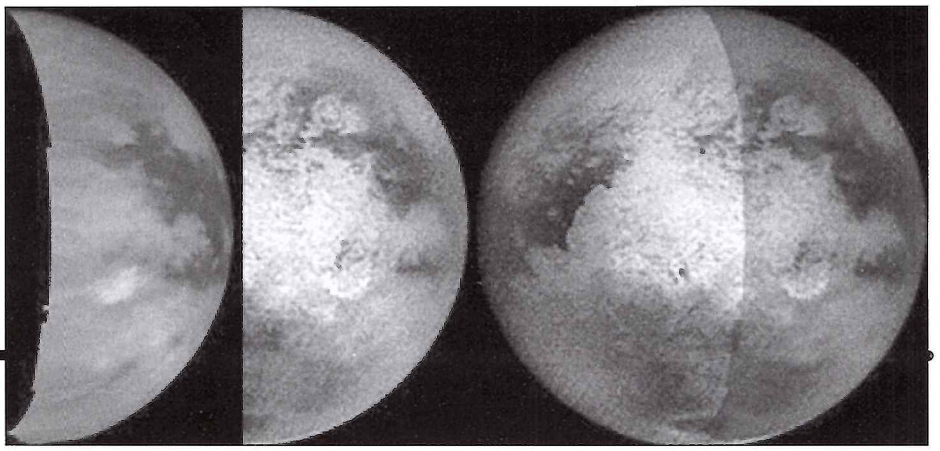
Ak sa ukáže, že ide naozaj o oblak, jeho trvanlivosť by sa dala vysvetliť buď geologickou aktivitou, alebo krúživým pohybom vzduchu medzi okolitými vrchmi. Škvrna však môže byť aj produktom svetla, reflektovaného nejakým exotickým materiálom. V takom prípade by išlo buď o horniny, ktoré majú odlišné zloženie ako okolitý terén, alebo ide o tenkú vrstvu neľadového materiálu na „normálnom" povrchu Titanu.

Vedci zvažovali aj možnosť, že škvrnu tvorí zhluk vrchov. Ak sa ukáže, že je to tak, potom by to museli byť oveľa vyššie vrchy ako 100 metrov vysoké pahorky, ktoré na Titane, podľa údajov výškomeru sondy, prevládajú. Geológovia však pochybujú, že kôra Titanu má vlastnosti, ktoré by vytvorenie takých vysokých vrchov pripustili.

Optický a infračervený mapujúci spektrometer preverí všetky hypotézy 2. júla 2006, keď Cassini bude oblietať Titan v čase, keď nad škvrnou zavládne noc. Ak bude škvrna v noci žiariť, vedci spresnia údaje o jej teplote.

NASA/JPL News Release

Podivná škvrna na Titane zobrazená na rôznych vlnových dĺžkach.



Čierne jazerá na Titane?

Nápadne tmavá škvrna v južných polárnych šírkach Titanu by mohlo byť jazero tekutých uhľovodíkov.

Vedci sa ešte nezhodli na tom, či je táto hypotéza správna, ale prinajmenšom dva fakty tomu nasvedčujú: povrch je ideálne hladký a nad touto oblasťou sa pravidelne vytvárajú búrkové oblaky. Produkt vyparujúcich sa uhľovodíkov? Ktovie. Na snímkach južnej polárnej oblasti objavili vedci aj ďalšie, oveľa menšie tmavé škvrny, ktoré by mohli byť tiež jazerami uhľovodíkov v kvapalnom skupenstve.

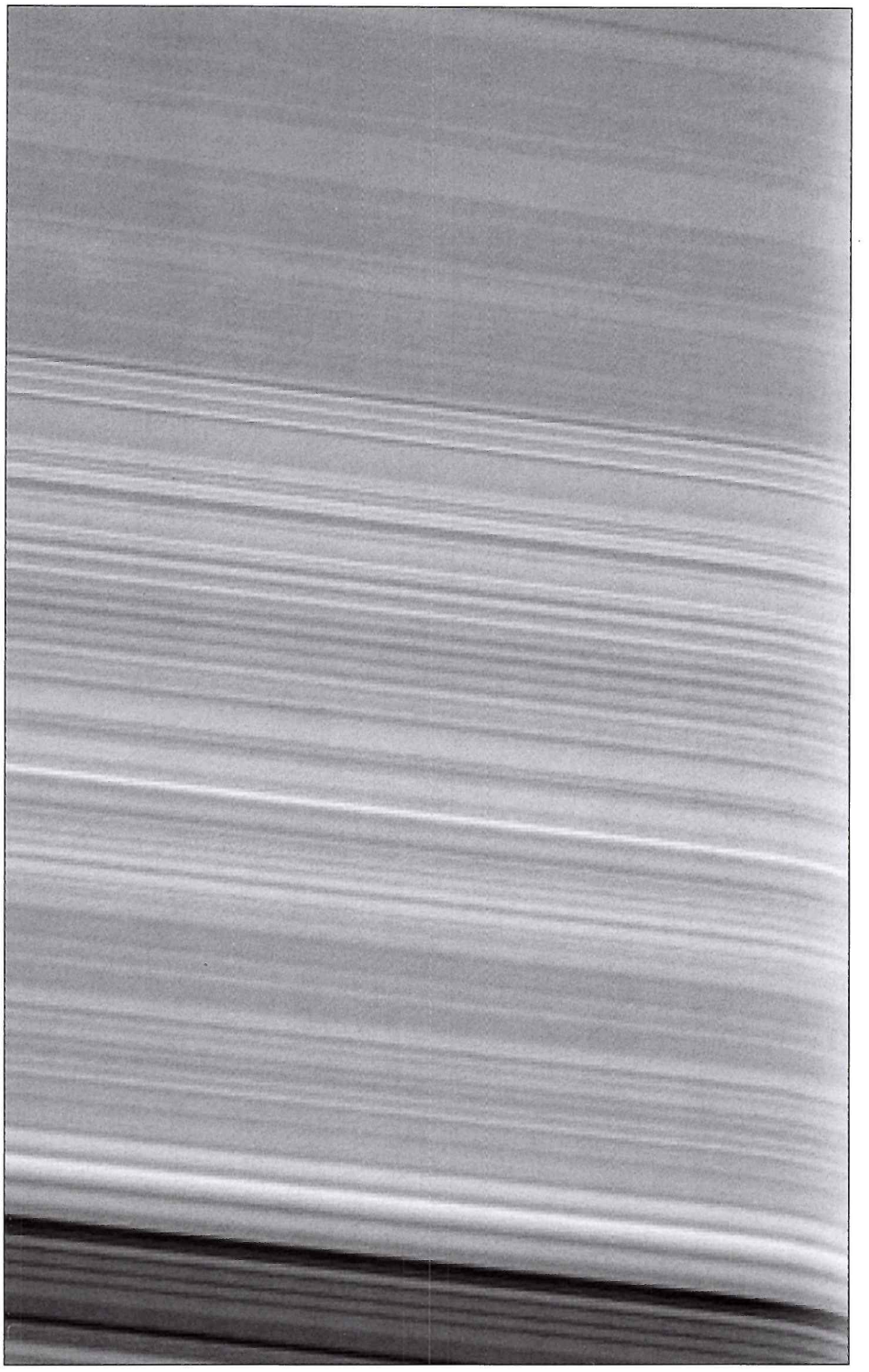
Možné sú však aj iné vysvetlenia. Vylúčiť nemožno ani možnosť, že ide o hlboké priehlbne, ktoré vietor naplnil sadzami uhľovodíkov, znášajúcich sa neprestajne z vyšších vrstiev atmosféry. Priehlbne môžu byť kaldery, alebo impaktné krátery. Čierny krížik označuje Južný pól.

Biele štruktúry vpravo dole vytvárajú oblaky plynného metánu.

Snímky exponovala úzkouhlá kamera na palube sondy Cassini počas blízkeho obletu (6. júna 2005). Výsledný efekt vznikol počítačovým spracovaním viacerých snímok a ich kombináciou kvôli zvýšeniu ostrosti. Pri snímaní sa použili filtre citlivé na vlnové dĺžky polarizovaného, infračerveného svetla. Vzdialenosť v momente expozície: 450 000 km od povrchu titanu. Rozlíšenie: 3 km na pixel.

Cassini Press Release

„Ohyb“ prstencov Saturna...



Na snímke z Cassini vidíte výsek prstencov, ktoré sa tesne pred prechodom za planétu ohýbajú. Ide o optický efekt spôsobený astmosférou Saturna, ktorá podobne ako šošovka láme svetlo. Snímka vznikla vďaka blízko-infračervenému filtru, ktorý zneviditeľňuje metán a spriehľadňuje atmosféru.

Saturnova atmosféra ohýba svetlo odrazené od prstencov. Vo chvíli, keď prstence (z pohľadu sondy) miznú za okrajom Saturna, štruktúra prstencov sa zdanlivo ohýba nadol, čo je efekt spôsobovaný svetlom prenikajúcim hornými vrstvami atmosféry.

Porovnaním tejto snímky s fotografiou, ktorá bola exponovaná bez antimetánového filtra, umožňuje vedcom vytvoriť vertikálny profil metánových sadzí, ako aj ich množstvo v horných vrstvách jeho atmosféry.

Snímku (14. apríla 2005) exponovala optická, úzkouhlá kamera na sonde Cassini pomocou filtra citlivého na infračervenú vlnovú dĺžku 938 nanometrov. Vzdialenosť: 197 000 kilometrov. Rozlíšenie: 729 metrov na pixel.

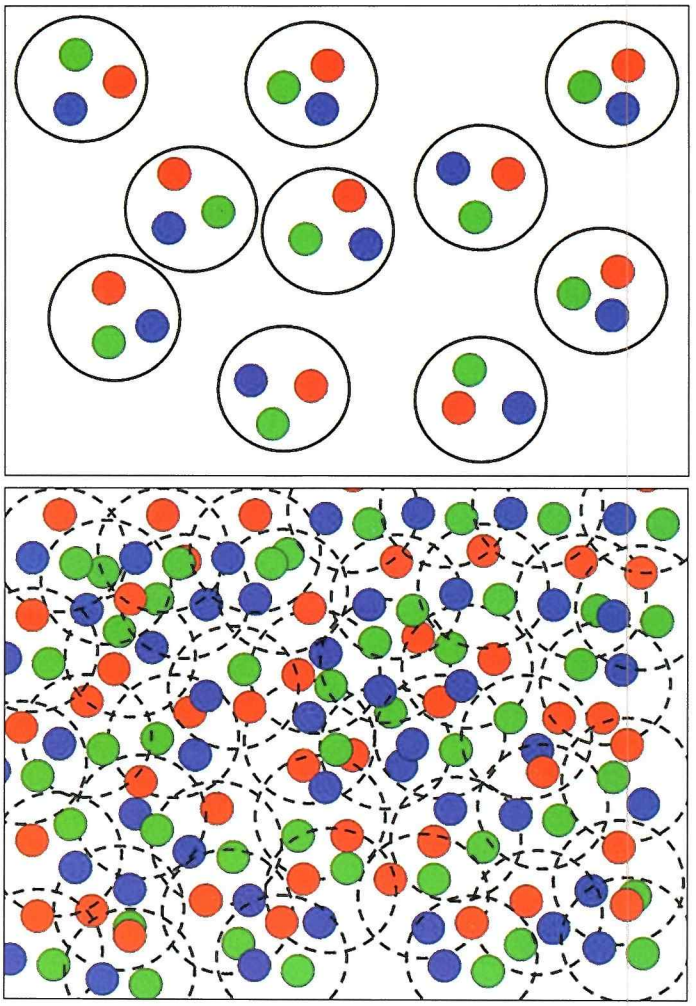
NASA/JPL/SSI News Release

Kvark-gluonové plazma

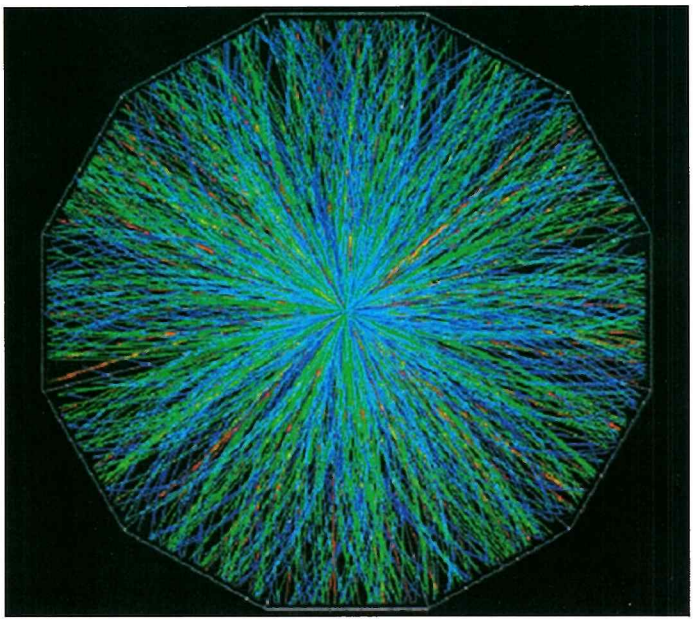
Co zjistil urychlovač RHIC o nové fázi jaderné hmoty

„Vesmír je chytřejší než my, a chceme-li ho studovat, musíme být tvořiví i kritičtí." T. Ferris: „Zpráva o stavu vesmíru"

V létě roku 2000 začal pracovat v současnosti největší urychlovač těžkých iontů RHIC (Relativistic Heavy Ion Collider), který byl postaven v laboratoři v Brookhavenu (USA). Jeho hlavním úkolem je produkovat ve srážkách těžkých jader velmi horkou a hustou jadernou hmotu. Taková hmota by měla vznikat při výbuchu supernovy a byla tady na počátku velkého třesku. Během prvních pěti let své činnosti nashromáždily experimenty PHOENIX, BRAHMS, PHOBOS a STAR, které na urychlovači RHIC pracují, obrovské množství údajů. Ty potvrzují existenci úplně nové fáze jaderné hmoty, ve které jsou kvarky a gluony uvolněny ze své „hadronové klece" a tvoří tak hmotu, která není složena z nukleonů (jako atomové jádro v základním stavu) či jiných hadronů[1], ale z uvolněných kvarků a gluonů. Zároveň se ukázalo, že vlastnosti této hmoty jsou velice překvapující a rozdílné od původních teoretických představ. Proto vydaly v tomto roce všechny čtyři experimenty pracující na urychlovači RHIC velmi obsáhlou (více než tří set stránkovou) zprávu[2] o svých dosavadních výsledcích. Jak už jsem uvedl, jsou takové znalosti kruciální pro pochopení chování vesmíru na jeho počátku, průběhu výbuchu supernovy či vlastností neutronových hvězd. Proto si myslím, že by jejich přehled mohl být zajímavý pro čtenáře časopisu Kozmos a rozhodl jsem se napsat článek, který máte před sebou.



Obr. č. 1: **V hadronové hmotě jsou kvarky uvězněny v hadronech (obrázek hore). V realitě jsou kromě baryonů přítomny i mezony. Při určité hustotě energie jsou hadrany natlačeny tak, že se prolínají a nemohou si uchovat svoji identitu. Kvarky a gluony se dostanou s uvěznění do objemu hadronů (obrázek dole).** *(Obrázek připravil Marek Holub)*



Obr. č. 2: **Srážka na urychlovači RHIC zaznamenaná experimentem STAR** *(WWW stránky experimentu STAR).*

Historie hledání kvark-gluonového plazmatu

První teoretické předpovědi existence nového stavu hmoty složeného z kvarků a gluonů uvolněných z hadronů se objevily v roce 1975 v práci J. C. Collinse a M. J. Perryho, kteří studovali chování silné interakce popisované kvantovou chromodynamikou za velmi vysokých hustot a nízkých teplot. Právě takové podmínky se vyskytují v nitru neutronových hvězd. Při velmi vysokých hustotách jsou hadrony natlačeny tak blízko, že se prolínají a nedokáží udržet uvězněny kvarky a gluony. Dostáváme směs volných kvarků a gluonů.

Podobná fáze hmoty by měla existovat i při velmi vysokých teplotách, které se vyskytovaly v počátcích vesmíru. Velmi podrobnou teoretickou analýzu stavu jaderné hmoty při velmi vysokých teplotách provedl E. V. Shuryak, který také navrhl název pro takový stav hmoty složené z volných kvarků a gluonů – kvark-gluonové plazma. Vyšel z analogie mezi fázovými přechody v jaderné hmotě a běžné hmotě. V jaderné hmotě přechází hmota složená z hadronů[3], ve kterých jsou kvarky a gluony uvězněny, ve hmotu složenou z kvarků a gluonů z hadronů uvolněných. V případě běžné atomové hmoty přechází hmota složená z neutrálních atomů či molekul ve hmotu složenou z „uvolněných" elektronů a iontů. Jak si za chvíli ukážeme, může být chování kvark-gluonového a klasického plazmatu v dalších ohledech velmi rozdílné.

Přechod mezi normální jadernou hmotou a kvark-gluonovým plazmatem by měl nastat při hustotě energie okolo 1 GeV/fm^3. Teplota odpovídající této hustotě energie je T = 180 MeV v energetických jednotkách a tedy T = $2{,}1\times10^{12}$ K[4]. Uvedený odhad hustoty je založen na prostorové úvaze, neboť odpovídá situaci, kdy se v charakteristickém objemu hadronů (1 – 3 fm^3) překrývá několik lehkých hadronů. Není znám žádný mechanismus, který by v takovém případě umožnil zachování vlastností a identity jednotlivých hadronů za takových podmínek. Jak se budou lišit vlastnosti jaderné hmoty složené z hadronů a hmoty složené z kvarků a gluonů a jakým způsobem bude probíhat přechod mezi nimi, se snažíme předpovědět pomocí výpočtů provedených s využitím kvantové chromodynamiky[5].

Teoretické předpovědi nové fáze jaderné hmoty vedly pochopitelně ke snaze takovou hmotu experimentálně připravit a studovat její vlastnosti. Zkoumat velmi horkou a hustou hmotu lze pomocí srážek těžkých jader urychlených pomocí urychlovače na velmi vysoké rychlosti. Jedná se o rychlosti velmi blízké rychlosti světla – relativistické rychlosti. Urychlené jádro má v tomto případě velmi velkou hodnotu kinetické energie. Na každý nukleon jádra připadá hodnota kinetické energie srovnatelná s klidovou energií nukleonu ($E_{KIN}/A \sim E_0$(nukleon) ~ 1 GeV)[6]. Při srážce se tato kinetická energie přemění a způsobí ohřátí a stlačení jaderné hmoty. Možnost takovou hmotu studovat se poprvé naskytla v roce 1975, kdy začal v laboratoři v Berkeley (USA) pracovat urychlovač BEVALAC, který umožňoval urychlit těžká jádra na potřebné energie. Experimenty na tomto urychlovači prokázaly, že při těchto srážkách opravdu k ohřevu a stlačení jaderné hmoty dochází. Tato skutečnost nebyla vůbec evidentní. To, jakým způsobem probíhá srážka, závisí na vlastnostech silné interakce mezi nukleony v jádře. Existovala zde i možnost, že se jádra „prolnou" a k žádné přeměně kinetické energie v jiné formy (k ohřevu a stlačení) nedojde. Důkazem ohřátí se stalo velké množství pionů vyletujících z místa srážky. Vznikly právě díky transformaci značné části kinetické energie na klidovou energii částic. Piony jsou nejlehčí z hadronů, takže je jejich produkce nejpravděpodobnější (je na ní potřeba nejméně energie).

Ovšem teploty a hustoty, které se daly dosáhnout na urychlovači BEVALAC, k produkci kvark-gluonového plazmatu nestačily. A tak se postupně stavěly stále větší urychlovače těžkých iontů, studovaly stále teplejší a hustší stavy hmoty složené z hadronů. Zároveň jsme se dostávali stále blíže podmínkám, při kterých by se kvark-gluonové plazma mělo objevit. V roce 1987 začaly pracovat urychlovače AGS v Brookhavenu (USA) a SPS v laboratoři CERN (Švýcarsko). Experimenty na těchto urychlovačích přinesly řadu náznaků, že při nich kvark-gluonové plazma vzniká. Ovšem výsledky měření nebylo možno jednoduše interpretovat a žádnou z pozorovaných vlastností nebylo možno považovat samu o sobě jako přímý důkaz existence kvark-gluonového plazmatu. Přesto však celý soubor nepřímých evidencí pozorovaných v několika experimentech na urychlovači SPS v CERNu vedl k tomu, že vědci pracující na těchto experimentech vyhlásili v roce 2000 prokázání existence kvark-gluonového plazmatu. Podrobný rozbor této události je v článku v *Kozmosu č. 6, 2000*[7]. Ovšem jimi předložené „nepřímé" důkazy část fyzikální komunity nepřesvědčily a bylo třeba čekat na experimenty, které se připravovaly na právě spuštěném urychlovači RHIC. A právě tyto experimenty objevily pravděpodobně „nezpochybnitelnou kouřící pistoli" v podobě velmi silného pohlcení dvojice výtrysků částic z vysokou hybností vznikajících při rozptylu kvarků při srážce. Ty jsou velmi intenzivně absorbovány při srážkách dvojice jader zlata, kdy kvark-gluonové plazma vzniká. Naopak nejsou pohlcovány v případě srážky deuteronu se zlatem, kdy kvark-gluonové plazma nevzniká a výtrysky se prodírají jen normální hadronovou hmotou. Podrobný rozbor tohoto důkazu je v článku v časopisu *Kozmos 6/2003*.

Další pokračování experimentů na urychlovači RHIC umožnilo podrobné studium vznikající nové formy hmoty a ukázalo se, že se její vlastnosti diametrálně liší od původních teoretických představ, takže se dokonce objevují diskuze, zda ji lze nazývat původně navrženým názvem, nebo najít jiný než je kvark-gluonové plazma. V dalším textu bych chtěl představit hlavní přehled důkazů toho, že nová forma velmi horké jaderné hmoty vzniká a přehled vlastností tohoto stavu a přechodu mezi ním a normální jadernou hmotou představený ve společné zprávě všech čtyřech experimentů pracujících na urychlovači RHIC.

VLADIMÍR WAGNER,
ÚJF AVČR Řež

Pokračování

1 Hadrony – elementární částice, které interagují silnou interakcí. Existují dva typy hadronů: baryony jsou složeny ze tří kvarků (mezi ně patří například proton a neutron) a antibaryony ze tří antikvarků, mezony pak z jednoho kvarku a jednoho antikvarku (mezi ně patří piony).

2 Zájemce může zprávu najít na WWW: http://www.bnl.gov/bnlweb/pubaf/pr/docs/Hunting-the-QGP.pdf

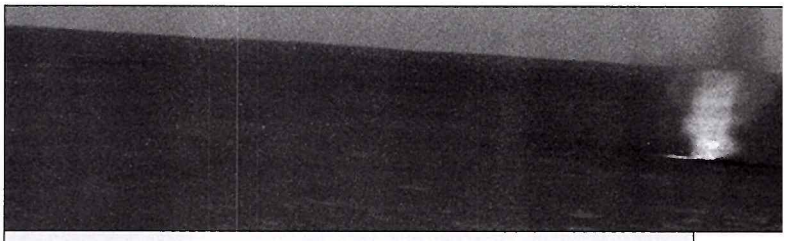
3 Proto se ji také říká hadronová hmota

4 Teplotu určíme z hustoty energie. Vztah mezi teplotou v energetických jednotkách a jednotkách K je dán Boltzmannovou konstantou $k = 8{,}6 \cdot 10^{-11}$ MeV/K: T[MeV] = k[MeV/K]·T[K].

5 Kvantová chromodynamika je teorie popisující silnou interakci mezi kvarky, které všechny mají náboj silné interakce – barvu, pomocí výměny gluonu.

6 Písmenem A je označen počet nukleonů v jádře. Podle Einsteinovy speciální teorie relativity je souvislost mezi klidovou energií E_0 a klidovou hmotností m_0: $E_0 = m_0c^2$, kde c je rychlost světla.

7 Pokud nemáte k tomuto článku nebo i dalším zde zmíněným přístup, naleznete je na WWW stránkách: http://hp.ujf.cas.cz/~wagner/popclan/



Na dne krátera krátera Gusev neustále vznikajú, blúdia a zanikajú veľké prachové krútňavy. Táto, z 15. mája 2005, má priemer 34 metrov. Rozpadla sa 9 minút a 35 sekúnd po tom, ako na úpätí Columbia Hills vznikla. Pohybovala sa rýchlosťou 4,8 m/s a prešla 1600 metrov.

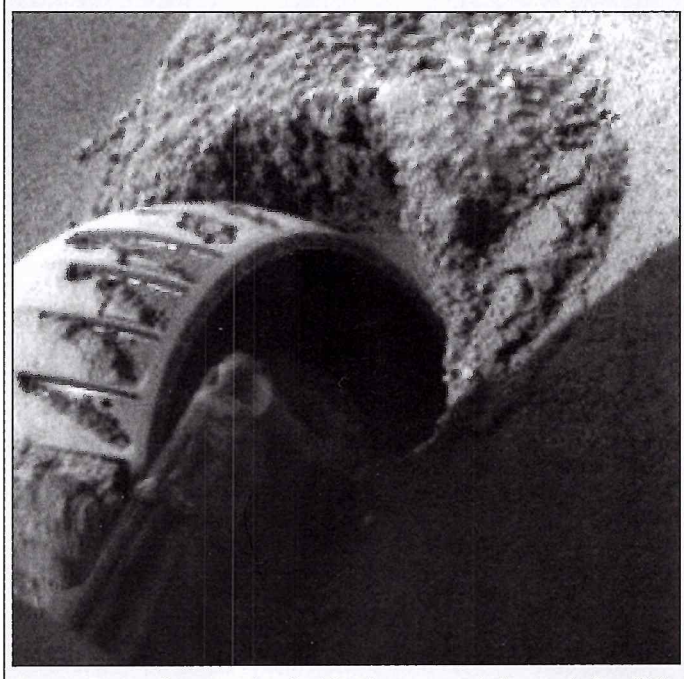
Mars: rovery prezimovali

Opportunity v apríli uviazla v pieskovej dune. Napriek enormnému úsiliu riadiaceho centra prešla do konca mája sotva 30 centimetrov. Pevnejší terén je však na dohľad. Ak rover vyviazne, bude zradnú dunu podrobne skúmať. Vedci sa nazdávajú, že ju tvorí jemnejší piesok, lebo susedné duny, tvarom podobné, nerobili Opportunity nijaký problém.

Spirit dostal nové zadanie. Naďalej bude analyzovať zloženie prevrstvených hornín v kráteri Gusev, ktorých existencia potvrdila dávnu existenciu vody na Červenej planéte. Na ceste k najvyššiemu vrcholku Columbia Hills, pomenovanom Manželov vŕšok (Husband Hill) dosiahol predvrchol Larry's Lookout. Tam sa otočil a preskúmal tri blízke balvany: Matuzalem, Jibsheet a Larry's Lookout. Geológov zaujal objav ilmenitu, horniny, ktorú doteraz rovery nedetegovali. Ide o kysličník železa a titanu, ktorý sa formuje počas kryštalizácie magmy. Nález ilmenitu potvrdila pestrosť vulkanických hornín v kráteri Gusev.

Balvany tvoria vrstvy s vysokým obsahom titanu a s nízkym obsahom chrómu, čo svedčí o rozdielnom pôvode. Štruktúra hornín sa mení podľa toho, ako dlho boli vystavené erozívnemu vplyvu vody. Matuzalem tvoria tenučké vrstvy, ktorých hrúbku dokáže rozlíšiť iba mikrokamera. Jibsheet tvoria cibuľovité, komprimované zrná. Horniny tvoriace Larryho výhľad sú masívne, s minimom jemnejších štruktúr.

Najprijateľnejšia hypotéza vysvetľujúca rôznorodosť hornín predpokladá, že ide o zlepence sopečného popola a úlomkov, ktoré sa po explóziách vulkánov postupne ukladali na povrchu. Možnosť impaktu vedci jednoznačne vylúčili. Jedno je isté: Gusev bol búrlivým vulkanickým kotlom, v ktorom dochádzalo k početným erupciám aj potom, keď jeho dno zaliala voda. Bez prítomnosti vody by sa väčšina detegovaných hornín nemohla sformovať. *(O Marse aj na 29. strane)*



Koleso rovera Opportunity, krútiaceho sa naprázdno v piesku. Keby kolesá neprekĺzavali, rover by bol o 50 metrov ďalej.

GRB050509B:

vzplanutie žiarenia gama, ktoré vojde do dejín astronómie

Dnes už vieme, že vzplanutia žiarenia gama (GRB) sa vo vesmíre odohrávajú denne. Napriek tomu ich ešte vždy pokladáme za mimoriadne vzácne, krátkodobé a čo do predvídateľnosti nevyspytateľné úkazy. Pozemskí pozorovatelia, aj keď už vieme, že GRB sa v niektorých oblastiach vesmíru sa vyskytujú častejšie ako inde, stávajú sa priamymi svedkami ich vzplanutia iba náhodou. Väčšina pozorovateľov, aj tých špecializovaných, študovala GRB iba v niektorej z neskorších fáz vývoja po explózii, ktorá takýto mohutný výron energie generuje.

Neoceniteľnými pomocníkmi astronómov sa preto stali špecializované satelity, ktoré priebežne monitorujú veľké segmenty oblohy. 9. mája 2005 zachytili významné vzplanutie gama oba röntgenové satelity HETE-2 a SWIFT, obiehajúce Zem po nízkych dráhach. Toto vzplanutie sa podistým dostane do učebníc astronómie.

Satelity po detegovaní GRB vyšlú alarmujúci signál, ktorý zburcuje službukonajúce posádky na všetkých špecializovaných pracoviskách svete. Hvezdári na signál reagujú okamžite. Zamerajú polohu zdroja a pokúsia sa exponovať optický dosvit, pretože vedia, že práve štúdium týchto explóziou vyvolaných úkazov im pomôže pochopiť jedno z najväčších tajomstiev vesmíru. Otázka, ktorú si v súvislosti z BRB kladú, znie takto: „Ako v takých nepatrných, nehmotných časticiach, akými sú fotóny, môže byť nabalená taká ozrutná energia?"

Hvezdári zatiaľ rozlíšili dva typy GRB: niektoré sú **„tvrdé a rýchle"**, iné sú **„mäkké a pomalé"**. Keď alarm ohlási tie prvé, astronómovia nesmú stratiť ani minútu. Oba satelity signalizovali objav takmer súčasne. Modernejší SWIFT však o niečo skôr vymedzil kruhový terč pre pozorovateľov, pretože má na palube prístroje, ktoré dokážu presnejšie určiť polohu zdroja. Ďalšie údaje o sile a trvaní vzplanutia vysielali satelity na Zem, kde ich spracúvajú tímy v bázach NASA a senzáciu okamžite oznámia kolegom na celej zemeguli. Dôvod: cenný úlovok musí byť pozorovaný denne 24 hodín.

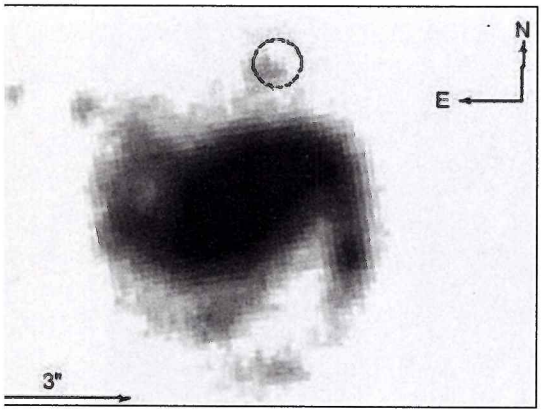
Ako prvé zvyčajne zareagujú tímy, ktoré majú k dispozícii malé ďalekohľady na veľkých observatóriách. (Pozorovací čas na veľkých teleskopoch je na mesiace dopredu vypredaný.) To platí aj pre Hubblov vesmírny teleskop.

Digitálny bulletin o zaznamenaní vzplanutia obsahuje „kruh poruchy", vymedzené miesto na oblohe, na ktorý sa okamžite zamerajú všetky voľné ďalekohľady. Hvezdári musia pracovať rýchle, lebo dosvity GRB v optickej oblasti spektra rýchle slabnú. Ten, kto začne GRB pozorovať s krížkom po funuse, nezíska hodnotné spektrum a iba približne odhadne polohu zdroja v materskej galaxii i polohu vzhľadom na susedné galaxie. Do pozorovania sa postupne zapájajú čoraz väčšie ďalekohľady, pretože štúdium rýchle slabnúceho dosvitu si vyžaduje čoraz väčšiu „optickú hĺbku".

V prípade zdroja GRB020819, ktorý detegoval satelit HETE-2 v roku 2002, nedokázal dosvit zaznamenať ani prístroj ESI na 10-metrovom Keckovom ďalekohľade. Ten dokáže zachytiť svetlo dosvitu po hranicu 26. magnitúdy. Pritom „error circle" monitoroval plných 15 dní.

Deviateho mája 2005, vďaka alarmu zo satelitu SWIFT, ktorý vymedzil pomerne malý terč, získali astronómovia údaje o tmavom GRB skôr, ako vybledol. Najcennejšou korisťou sa stal GRB050500B, pretože jeho relatívne tmavý optický dosvit (približne 20 mag) je na pozadí svetlejšej materskej galaxie (15 mag) dobre čitateľný. Takto priaznivo sa prejavuje iba jeden z desiatich GRB, takže astrofyzici získali cennú korisť.

Teoretici už dávnejšie sformulovali teóriu, podľa ktorej sa vzplanutia tmavých GRB prejavia v širokom diapazóne energií fotónov, takže optický dosvit by mal byť hlavným indikátorom i dôkazom vzplanutia. Vo väčšine prípadov za-



Tmavé vzplanutie žiarenia gama (GRB020819), zaznamenané satelitom HETE-2 pred tromi rokmi.

Interakcia dvoch neutrónových hviezd v dvojhviezdnej sústave, ktorá vrcholí ich gravitačným splynutím do jediného telesa, môže byť jedným z teoretikmi predpovedaných zdrojov žiarenia gama.

Krátke dejiny astronómie gama

Keď NASA vypustila na obežnú dráhu satelit SWIFT, dovtedy zriedkavé oznamy o nových vzplanutiach žiarenia gama (GRB), týchto najenergetickejších explóziách vo vesmíre, sa stali pravidelnými. Zakaždým, keď sa deteguje nové vzplanutie GRB, okamžite ho začne pozorovať celá plejáda prístrojov na všetkých kontinentoch. Dosvit po vzplanutí sa zaznamenáva na všetkých vlnových dĺžkach. Niektoré vzplanutia sú „tmavé"; prejavujú sa jasným zábleskom žiarenia gama, ale v optickej oblasti sú neviditeľné. Tento typ vzplanutí gama bol pre astronómov záhadou, ale po májovom objave a následnom pozorovaní dosvitu je vraj vysvetlenie tejto záhady iba otázkou času.

Prakticky všetko, čo o vesmíre vieme, dozvedeli sme sa vďaka žiareniu. Žiarenie, na rozdiel od hmoty, má vlastnosti, ktoré mu umožňujú prekonať ozrutné priestory vesmíru od zdroja až k očiam pozemských pozorovateľov. Väčšinu astronomických objektov a úkazov môžeme pozorovať nepretržite. To však neplatí pre vzplanutia GRB, týchto mysterióznych kozmických úkazov, ktoré sa prejavujú vďaka superenergetickým fotónom (a subatomickým časticiam) pohybujúcim sa relativistickou rýchlosťou.

Prvé vzplanutie gama zaznamenali americké satelity Vela, monitorujúce pozemské skúšky atómových bômb. Tento vedľajší produkt špionáže z kozmu bol spočiatku pre vedcov záhadou. Až po rokoch analýz usúdili, že ich pôvod je mimozemský. Po ich objave sa na rozličných sondách umiestňovali detektory; tak sa vytvorila sieť, pomocou ktorej objavili stovky GRB. Z týchto údajov však mali osoh iba štatistici, pretože koordinácia s pozemskými teleskopmi bola zdĺhavá, čo v prípade vzplanutí gama, trvajúcich iba krátko, znemožňovalo hlbšie štúdium týchto úkazov.

Štatistický prológ ukončilo vypustenie satelitu CGRO (Compton Gamma Ray Observatory), ktorý v roku 1991, v rámci programu „veľkých kozmických observatórií", umiestnila na obežnú dráhu posádka raketoplán Atlantis. Satelit CGRO bol v prevádzke iba štyri mesiace, ale jeho produktivita bola udivujúca: denne ohlasoval objavy nových vzplanutí žiarenia gama. Vedci korisť vyhodnotili a usúdili, že ide o úkaz, ktorý produkujú kataklizmy, generujúce gigantické množstvo superenergetického žiarenia.

CGRO bol produktívny, údaje okamžite vysielal na Zem, ale mal vážny nedostatok: nedokázal určiť polohu zdroja GRB, takže astrofyzici iba zriedka dokázali včas objaviť rýchle hasnúci dosvit vzplanutia v optickej oblasti, čo obmedzovalo pochopenie podstaty javu. Katalógy lovcov GRB sa však naplnili. Vedci do nich zaniesli údaje o detekcii stoviek periodických i epizodických zdrojov – supernov, pulzarov, čiernych dier, kvazarov, ba ukázalo sa, že zdrojom GRB je aj Zem! CGRO objavil aj čosi, čo teoretikov prekvapilo: niekoľko pulzarov, emitujúcich úzke zväzky žiarenia gama bez sprievodného optického dosvitu. Na svete bol nový typ: tmavé GRB.

Dnes už vieme, že „tmavé pulzary" nie sú jedinými tmavými zdrojmi GRB. Astronómovia zistili, že aj malá časť epizodických GRB (zaznamenaných iba raz) je v optickom svetle slabo viditeľná, ale nikto netušil prečo.

Optickú detekciu dosvitov uľahčil až satelit BeppoSAX. Vyvinula ho Talianska vesmírna agentúra. Na obežnú dráhu ho z Cap Canaveral vypustili v roku 1996. Odvtedy až do roku 2002 spoľahlivo detegoval zdroje röntgenového žiarenia, pričom ním vymedzený „terč" (error circle) na oblohe bol taký malý, že astronómovia zdroj rýchle našli a v mnohých prípadoch dokázali pomocou pozemských prístrojov zaznamenať aj dosvity v optickej oblasti.

Keď BeppoSAX v roku 2003 zhorel v atmosfére, okolo Zeme už dlhší čas obiehala sonda HETE-2 (High Energy Transient Explorer-2). Predchodca sondy, HETE-1, vypustená v roku 1996, sa neoddelila od nosiča, rakety Pegasus. Prínosom HETE-2 bolo rozšírenie diapazónu v röntgenovej oblasti spektra i schopnosť rýchle vymedziť podstatne menší terč pre potreby pozemských pozorovateľov.

V auguste 2002 spustila HETE alarm, pretože v súhvezdí Ryby objavila silný zdroj žiarenia gama. GRB02819 sa stal prelomom v krátkych dejinách gama-astronómie. Svedčí o tom štúdia, ktorú medzinárodný tím uverejnil začiatkom mája tohto roku. V článku sa dočítame, že vedcom sa zdroj podarilo detegovať pomocou metrového teleskopu na austrálskom observatóriu Sidding Spring, pričom priemer terča bol sedemkrát menší, ako má Mesiac v splne. O 13 hodín neskoršie potvrdil ich objav tím zoskupený okolo 1,5 metrového P60 ďalekohľadu na Mount Palomar v Kalifornii. Navyše ďalekohľadu sa podarilo zachytiť svetlo na úrovni 22. magnitúdy, čo sa v danom segmente oblohy považuje za unikátne. Nečakaným úlovkom bola aj prekrásna špirálová galaxia (19,5 mag).

O pätnásť dní neskoršie získal 10-metrový Keck ESI na Mauna Kea z danej oblasti červené a modré snímky na úrovni 26,9 magnitúdy. V optickej hĺbke 24 mag, 3 oblúkové sekundy severne od špirálovej galaxie, sa zviditeľnila bublina (podľa všetkého oblasť hviezdotvorby typu HII). O pol roka neskoršie zamierili na exotický terč opäť havajský Keck. Ukázalo sa, že v optickom svetle sa v terči nič nezmenilo. Na svete bol dôkaz, že toto vzplanutie prebehlo bez optického dosvitu. Na svete bol „dark gamma ray burster", tmavý zdroj žiarenia gama. Nikto však ani len netušil, čo to je...

Postupom času, po niekoľkých previerkach vo viditeľnom i infračervenom svetle, monitorovali GRB02819 aj oblasti rádiových vĺn. Americkému tímu sa pomocou VLA (sústavy 27 rádioteleskopov, každý s priemerom 25 m, zostavených do podoby Y v Novom Mexiku) podarilo zachytiť na vlne 8,47 Ghz žiarenie a identifikovať jeho zdroj.

Prvé rádiové vlny z GRB02819 sa podarilo zachytiť 1,75 dňa po alarme z HETE. Po uplynutí 157 dní poklesla energia zdroja natoľko, že sa už nedal spoľahlivo pozorovať. Ukázalo sa však, že poloha zdroja sa kryje s „bublinou", nachádzajúcou sa 3 oblúkové sekundy nad spomínanou špirálovou galaxiou. Jej vzdialenosť od galaxie, vzhľadom na slabosť zdroja, sa zatiaľ nedá odhadnúť, ale je „skoro isté", že oba objekty na seba pôsobia.

GRB 020819 sa stal pre hvezdárov etalónom, na ktorom si overili tri modely „ohnivých gúľ" (pozri článok na predchádzajúcej strane), aby zistili, aké môžu byť GRB tmavé. Správaniu GRB 020819 najlepšie zodpovedal model astrofyzika Sariho, ktorý už v roku 1998 predpovedal, že ide expanziu plynov s vysokou energiou do priestoru vyplneného homogénnym médiom iných plynov! Táto „izotropická expanzia" vysvetľuje podľa hvezdárov záhadu absencie viditeľného svetla.

Navyše astronómovia zistili, že GRB 020819 je relatívne blízke vzplanutie, jedno zo 14 GRB, ktoré sa nachádzajú v terči s priemerom 2 oblúkových minút. Z toho vyplynula hypotéza, že podiel tmavého vzplanutia je oveľa nižší; neprevyšuje 10 percent pôvodnej hodnoty.

znamenaných GRB však pozorované údaje teóriu nepotvrdzovali.

Jedna z teórií vysvetľuje túto záhadu tým, že žiarenie gama si „nejako prekliesni cestu medzigalaktickou hmotou", zatiaľ čo optické svetlo – dosvit to nedokáže. Táto teória sa však rýchle prežila, pretože v prípade viacerých tmavých GRB sa v okolí vzplanutia nenašli nijaké významnejšie oblaky hmoty.

Najviac astrofyzikov sa dnes prikláňa k trom teóriám, rozlišujúcim tri typy ohnivých gulí, príznačných pre rýchle vyhasínajúce, krátke GRB. Teória **„ohnivej gule"** vychádza z predpokladu, že nejaká katastrofická udalosť vyvrhne veľkou rýchlosťou do okolitého priestoru extrémne horúce plyny. Tieto plyny interagujú s hmotou medzihviezdneho média, ktorú tvorí materiál z predchádzajúcich, slabších explózií, ktoré vyvrhli materiál nižšou rýchlosťou. Ďalšia teória hovorí o relativistickom **výtrysku**, ktorý penetruje symetrickú, „cibuľovitú" obálku (možná príčina opakujúcich sa explózií), alebo vnikne do homogénnej bubliny plynov zoskupených po výbuchu okolo zdroja.

Po analýze spektier získaných zo zdroja GRB020819 (2002) sa ukázalo, že v tomto prípade ide o rozpínajúcu sa ohnivú guľu rovnorodého materiálu. Medzinárodný tím astrofyzikov zverejnil svoju štúdiu 2. mája 2005, iba sedem dní pred senzačným alarmom z röntgenových satelitov. Rovnaký tím počas posledných týždňov spracúva údaje zo satelitu SWIFT. Už po predbežnej analýze sa zistilo, že aj zdroj GRB050509B sa prejavuje ako „ohnivá guľa". Vedci odhadujú, že tento proces bude v rozličnej forme trvať najmenej šesť mesiacov. Astrofyzici budú mať dostatok času na to, aby na GRB050509B zamerali aj najmohutnejšie ďalekohľady a získali o senzačnom zdroji údaje v rádiovej, blízkej infračervenej, optickej a blízkej ultrafialovej oblasti spektra. Všetky tieto údaje sa budú trpezlivo analyzovať a interpretovať; iba tak sa (možno) dozvedia, **čo** sa vlastne stalo pred 2,5 miliardami rokov tam, kde dnes na jarnej oblohe pozorujeme súhvezdie Vlasy Bereniky. Ak sa im to podarí, spolu s nimi vnikneme do podstaty tajomného výbuchu hmoty a energie.

NASA Press Release

Sú explózie uhlíkovo-kyslíkových hviezd zdrojmi žiarenia gama?

Astronómovia zistili, že vzplanutia gama, ktorých zdrojom sú supernovy typu Ic, môžu byť generované kolapsom uhlíkovo-kyslíkových dier do čiernej diery. Supernovy tohto typu vzplanú vtedy, keď sa masívne hviezdy zbavujú vonkajších vodíkových a héliových vrstiev, alebo vtedy, keď stratia súpútnika v dvojhviezdnom systéme.

Dva z najväčších ďalekohľadov sveta získali údaje, z ktorých vyplýva, že obnažené uhlíkovo-kyslíkové hviezdy, ktoré za zrútia v priebehu kolapsu do čiernej diery, sú prijateľnými kandidátmi pre zdroje žiarenia gama. Astronómovia pomocou obrích ďalekohľadov Keck a Subaru pozorovali niekoľko vzplanutí gama pripisovaných supernovám typu Ic, nazývaných aj hypernovy. Údaje, ktoré sa získali, presvedčivo podopreli teóriu takzvaných **kolapsarov**. Podľa tejto teórie je generátorom vzplanutia gama asymetricky explodujúca hviezda, produkujúca úzke lúče hmoty a energie tryskajúce do priestoru z oboch pólov. A práve tieto lúče generujú silné žiarenie gama.

Vzplanutia žiarenia gama sú krátke, ale jasné záblesky röntgenového a gama žiarenia, ktoré sa sporadicky vyskytujú na oblohe raz za 24 hodín, pričom ich energia milión biliónkrát prevyšuje výkon nášho Slnka. Do roku 1997 sa predpokladalo, že vzplanutia gama sa vyskytujú iba mimo našej Galaxie. Iba v posledných rokoch sa vynorili dôkazy, že vzplanutím gama sa prejavujú najmä supernovy, a tie vybuchovali (a budú vybuchovať) aj na našom hviezdnom ostrove.

Vedci usúdili, že sila vzplanutí gama vyplýva z toho, že ide o lúče kolimovaného, sústredeného svetla, tryskajúceho z pólov hviezdy v podobe úzkeho kužeľa, podobne ako svetlo z majáka. Ak by sa energia výbuchu šírila z celého povrchu hviezdy, jej hodnota by prevyšovala energiu Slnka iba niekoľkonásobne.

Najpopulárnejšia teória hovorí, že kolabujúca hviezda generuje dva vysoko kolimované lúče či výtrysky častíc a energie, ktoré tryskajú z jej pólov. Tieto výtrysky vytvárajú rázové vlny, ktoré extrémne zohrejú plyn a prach okolo hviezdy. Horúci plyn akceleruje pohyb častíc do takej miery, že začnú emitovať svetlo s vysokou energiou: röntgenové žiarenie a žiarenie gama. Pôvodné vzplanutie už po niekoľkých sekundách pohasne, ale rázová vlna, **dosvit**, môže byť pozorovaná optickými, rádiovými či röntgenovými ďalekohľadmi aj celé dni po explózii.

Najpravdepodobnejším kandidátom na supernovu, ktorá dokáže produkovať vzplanutia gama, je supernova Ic. Tento typ supernovy je záverečným štádiom vývoja masívnej hviezdy, ktorej vetry už do okolia rozprášili celú vodíkovú obálku i značnú časť héliovej obálky. Do rovnakého štádia sa môže dostať aj hviezda z binárneho systému, ktorú o vonkajšiu obálku pripravil jej masívnejší súpútnik. V oboch prípadoch ostane iba obnažené jadro, zložené z prvkov, ktoré produkuje jadrová fúzia v centre. Ide zväčša o uhlík a kyslík, ale vyskytujú sa v ňom aj ťažšie prvky až po železo.

Teória kolapsarov predvída, že pevné železné jadro v samom centre hviezdy gravitačne skolabuje do podoby čiernej diery, ibaže tento sekundárny kolaps sa deje unikátnym spôsobom. Vo chvíli, keď sa železná guľa a materiál, ktorý ju obklopuje, gravitačne zrúti, rotácia jadra sa dramaticky zrýchli, čo usmerní rútiaci sa materiál do rovníkového disku. Dôsledkom tohto procesu je otvorenie dvoch dier na póloch hviezdy, výtrysky z ktorých považujú astrofyzici za čosi ako posledný pokus hviezdy pred totálnym zrútením.

Ak sa hviezda ešte nezbavila vodíkovej a héliovej obálky, do priestoru preniknú iba utlmené výtrysky. Obnažená hviezda však výtrysky utlmiť nemôže.

Teoretici predpokladajú, že zvyšky obálky taký veľký výbuch energie nedokážu pribrzdiť, pretože sú v porovnaní s diskom rútiaceho sa materiálu nepomerne redšie. Energetické výrony žiarenia gama riedku obálku doslova penetrujú. Niektoré supernovy Ic však výtrysky ultmiť dokážu, čo vysvetľuje, prečo výbuchy supernov nie vždy sprevádza vzplanutie žiarenia gama, či presnejšie, je také slabé, že ho naše prístroje nedokážu detegovať.

Ak sa táto teória potvrdí, astronómovia by mali byť svedkami rozličných úkazov vyplývajúcich z toho, či výtrysk smeruje k Zemi, alebo od Zeme. Ak výtrysk smeruje vpravo či vľavo od zornej línie pozorovateľa, vzplanutie gama sa neprejaví, hoci ostatné prejavy rozpínajúcej sa supernovy sú jasne viditeľné. Spektrum supernovy zaznamenané rok po explózii by malo obsahovať emisné čiary kyslíka (i ďalších „blízkych prvkov"), ktoré sa rozštiepia a ukladajú buď v oblasti nižších, alebo vyšších vlnových dĺžok. Tieto spektrálne čiary by mali prichádzať z protiľahlých strán disku, expandujúceho okolo rovníkovej oblasti zvyškovej čiernej diery: jedna čiara by mala byť dopplerovsky posunutá smerom k červenej, pretože sa od nás vzďaľuje, druhá smerom k modrej oblasti spektra, pretože sa k nám približuje. Pravdaže, takéto rozštiepené, dvojité čiary z polárnej perspektívy nemôžeme zaznamenať.

Pred dvomi rokmi pozorovatelia z UC Berkeley objavili supernovu Ic pomocou Filipenkovho automatického vyhľadávajúceho ďalekohľadu (Katzman Automatic Imaging Telescope/KAIT) na Lickovom observatóriu Kalifornskej univerzity. Supernova SN 2003jd sa nachádza vo vzdialenosti 269 miliónov svetelných rokov v súhvezdí Vodnára. Prístroje nezaznamenali nijaké sprievodné vzplanutia žiarenia gama, takže vedci nechápali, prečo sa supernova vo viditeľnej oblasti prejavuje tak, akoby generovala aj gama žiarenie. Dodatočne sa preto rozhodli pátrať po dvojitých emisných čiarach. Uvažovali takto: „Ak supernovu typu Ic nesprevádza vzplanutie gama, môže ísť iba o objekt, ktorého výtrysky nesmerujú k Zemi."

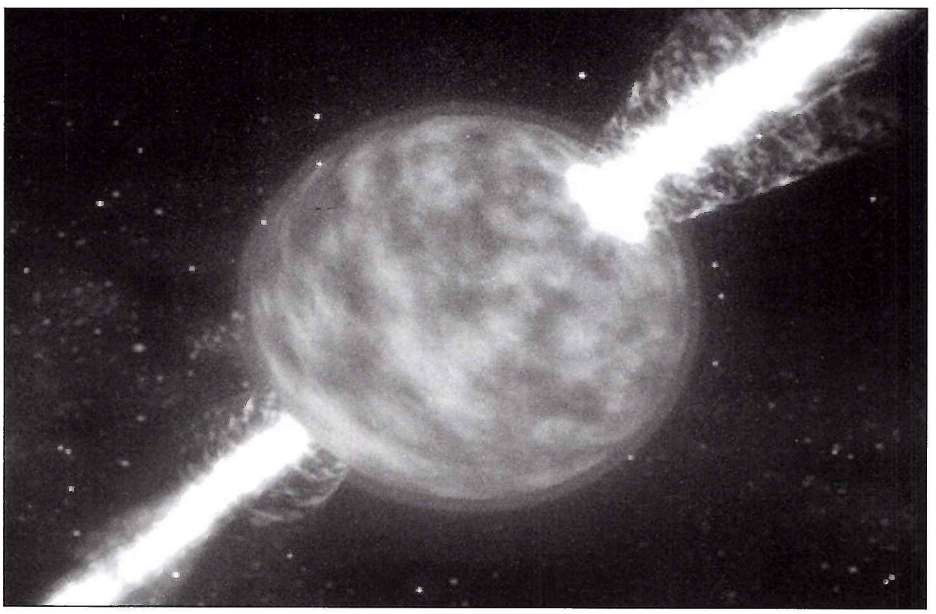
Japonci zamierili ďalekohľad Subaru (8,2 m) na zvyškovú hmlovinu 330 dní po explózii. Filipenko, o 40 dní neskoršie, zacielil ďalekohľad Keck (10m), vybavený extrémne citlivým spektrometrom LRIS, na rovnaký cieľ.

Japonci získané spektrá analyzovali a zistili prítomnosť dvojitých emisných čiar kyslíka a horčíka, presne takých, aké podľa teoretikov zodpovedajú modelu kolapsaru so sprievodným žiarením gama. Na svete je prvá overená supernova Ic s dvojitými čiarami kyslíka. Vedci tak potvrdili model, podľa ktorého zďaleka nie všetky explózie sú nasmerované k Zemi.

Pozorovatelia, ktorí by chceli pri iných supernovách úspech Japoncov zopakovať, to nebudú mať ľahké: hmlovina (pozostatok po explózii) je totiž pozorovateľná iba do vzdialenosti 20 stupňov od expandujúceho disku, čo je situácia viac než zriedkavá. To vysvetľuje, prečo mnohé supernovy Ic, vrátane tých so vzplanutiami gama, nemajú dvojité čiary kyslíka.

Japonský úspech posilnil teóriu, ktorá predpokladá, že medzi vzplanutiami gama a supernovami typu Ic je úzka súvislosť.

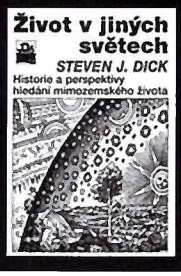
Berkeley News Release



Niečo o astroteológii (exoteológii)

Steven J. DICK: Život v jiných světech
(Debata dvacátého století o mimozemském životě)

Z anglického originálu „Live on Other Worlds", do češtiny preložil Martin Šolc, Edícia Kolumbus, zväzok 171, Mladá fronta, Praha 2004



Autor tejto pútavej, skoro 350-stranovej publikácie, je riaditeľom historického úradu NASA, hlavným historikom NASA a spoluzakladateľom Astrobiologického ústavu NASA (a nie Astrologického ústavu, ako nám to asi pred dvoma rokmi bombasticky zvestovali naše médiá), STEVEN J. DICK. Bez mučenia sa priznávam, že pri letmom čítaní som približne prvých tristo strán najprv arogantne komentoval slovami „nihil novi sub sole – nič nové pod slnkom" (Kazateľ 1, 9 – 10), ale potom som videl, že to vôbec nie je tak. Bol to všetko asi dôsledok akejsi profesionálnej úchylky, pretože touto problematikou sa zaoberám už minimálne tri desaťročia, a navyše som okrem našej „materskej" – meteorickej 22. komisie riadnym členom aj 51. komisie Medzinárodnej astronomickej únie – IAU, čo je práve BIOASTRONÓMIA. Tejto komisii teraz „prezidentuje" Karen Meech. V každom prípade je Dickova kniha cenným zdrojom informácií tak pre zvedavého laika, ako aj pre profesionála z mnohých vedeckých disciplín. V neposlednom rade je to tak aj preto, že preklad nášho kolegu a priateľa Martina Šolca (docenta astrofyziky na KU v Prahe) je veľmi vydarený a obohatený cennými poznámkami. Mňa kniha potešila, povzbudila a inšpirovala najmä v závere, predposlednou 8. kapitolou. Aby som však kvôli svojmu sebeckému pohľadu niečo neprehliadol, prelistujme si celú knihu stručne a po poriadku.

V **1. kapitole (Od fyzikálneho sveta k biologickému vesmíru: Od Demokrita k Lowellovi)**, sa stručne hovorí o rôznych kozmologických súvislostiach, ale i o filozofických aspektoch a vedeckých základoch otázky mimozemského života. Táto kapitola (okrem toho, že je vhodným doplnením 2. poznámky v závere II. časti tohto textu) podáva bohatý prehľad o najstarších tradíciách myšlienok o mnohosti a osídlenosti iných svetov, až po novšie dejiny výskumu mimozemského života (aj inteligentného).

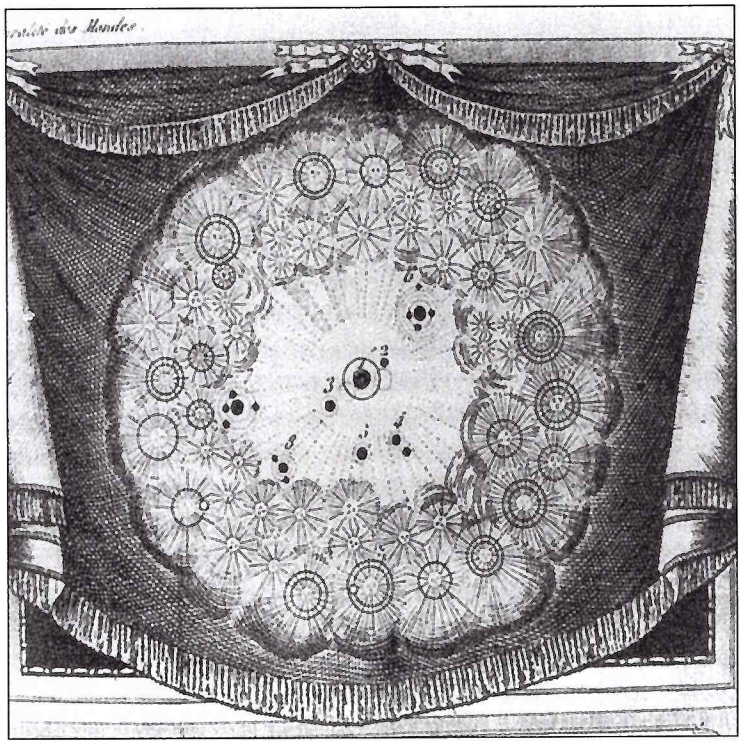
2. kapitola (Život v Slnečnej sústave) sa zameriava na stopy života iba tu, takpovediac na našom „kozmickom záhumienku", teda v najbližšom okolí Slnka. Podrobne sa opisujú často spomínané optické ilúzie o marťanských „kanáloch" (**Lowellovo** úporné, až tvrdohlavé hľadanie inteligentných „zelených mužíčkov" na Marse v rokoch 1894 – 1924), ktoré sa potom hľadaním aspoň minimálnych stôp vegetácie pretiahlo až do kozmického veku (rok 1957).

Úvaha

Astroteológia: Existujú v kozme reprízy našich dejín spásy?

Dovoľte mi vrátiť sa trochu obšírnejšie k **8. kapitole**, ktorá má podtitul **Význam života: Dôsledky mimozemskej inteligencie** (str. 289 až 318), a byť aj málinko osobnejší. Prečo ma práve táto kapitola tak zaujala?

Už asi pred desaťročím som tvrdil, že ak akceptujeme opodstatnenosť **biofyzikálnej kozmológie** (teda možnosť vzniku a evolúcie živých organizmov aj mimo Zeme, a logicky teda aj možnosť existencie iných „životodarných" planét) a pripúšťame jestvovanie **Multivesmíru** (teda možnosti existencie ďalších vesmírov mimo toho nášho – pozri aj záverečnú poznámku), potom to nutne musí mať dopad na postavenie človeka vo svete, hlavne v kontexte s náboženstvom a hlavne teológiou spásy. Keďže dnes pod ťarchou vážnych argumentov nemožno už úvahy o biofyzikálnej kozmológii a Multivesmíre (aspoň v teoretickej rovine) jednoducho odmietnuť, už dávnejšie som začal mať obavy, či je aj teológia pripravená na otázky, ktoré sa pred ňou môžu raz celkom reálne (možno i nečakane) objaviť. A tak som sa ako naivné dieťa začal napríklad pýtať, či naše úzko antropocentrické videnie vykupiteľského diela Krista, zamerané cez kresťanskú **soteriológiu** výlučne na druh **„homo sapiens sapiens"** a našu Zem, berie dostatočne na vedomie aspoň spomínané dva momenty. Zopakujem ich: možnosť biologického vesmíru, resp. biofyzikálnej kozmológie a možná existencia Multivesmíru, t. j. jestvovanie akejsi množiny iných paralelných vesmírov, ktorá môže mať principiálne aj nekonečný počet prvkov! Mimochodom, nie je lepšie tejto množine hovoriť **multiverzum**? Nech je to už akokoľvek, aj tak sa (ne)smelo pýtam: ak je Boh Tvorcom a Pánom (či „Pantokrátorom") celého „Všehomíru" (je to to isté čo multiverzum?), ako je to s plánom a realizáciou Jeho vykupiteľského diela? Ak by teda bolo (alebo je) v Božom diele miesto aj pre iné inteligentné (radšej nech sú inteligentnejšie) bytosti v iných častiach nášho **pozorovateľného či pozorovaného vesmíru** (iba ten samotný obsahuje minimálne 200 miliárd galaxií, z ktorých každá obsahuje asi 200 miliárd hviezd), alebo obdobne aj v iných podobných vesmíroch, ako by to bolo s dejinami spásy (vykúpenia) pre prípadné E.T. či MZC? Aj tam by sa opakoval reťazec príčin a následkov ako v našom (šťastnom či nešťastnom?) prípade? Existovalo by aj v iných svetoch nejaké „Stvorenie" kozmického pokolenia E.T., ktoré by si tiež cez svojich zástupcov v akomsi „kozmickom raji" vykoledovali „pád" a všetko čo po ňom má následovať? Inak povedané, opakovala by sa ešte niekde naša, **terestrická „felix culpa – šťastná vina"**, a koľkokrát asi? A prebehlo by (muselo by?) následne aj Vtelenie Krista, aby cez Jeho vykupiteľské dielo mohlo aj toto, pre nás cudzie **„kozmoľudstvo"**, dosiahnuť večnú spásu? Alebo náš svet, o ktorom sa niekedy hovorí, že je „najlepší z možných svetov", vôbec nemá najlepších obyvateľov (veď neposlušní Adam a Eva v Edene jedia jablko zo zakázaného stromu poznania, uvaľujúc tým na svojich potomkov ako trest za tento hriech smrteľnosť, a z toho vyplývajúcu nutnú potrebu vykúpenia skrze obetu Syna Božieho, atď.), ale naopak, v tých ostatných svetoch sú hypotetickí E.T. takí vzorní, že sa voči Tvorcovi (ten „Ich", by mal byť podľa definície identický s „Našim") ničím neprevinia, a preto sa tam v žiadnej podobe nemusí „padať" a dielo vykúpenia opakovať? Viem, že otázky tohto typu (a patria k nim aj takéto: Môže Boh stvoriť taký ťažký kameň, aby ho nezdvihol? Alebo: Čo robil večne existujúci Boh pred stvorením sveta?) teológovia nemajú príliš v obľube. Považujú ich prinajmenšom za predčasné, špekulatívne a nateraz úplne neaktuálne. Ja si to nemyslím a nemyslím si ani to, že „Boh pred stvorením sveta sedel v lieskovom nebeskom hájiku a plietol korbáč na tých, ktorí takéto a podobné otázky kladú" (M. Luther). Sú to predsa otázky legitímne a v podstate vážne a pre teológiu aj ťažké. Veď takéto problémy trápili už na prelome 4. a 5. storočia i svätého Augustína (večnosť Boha, „Jeho" a „náš" čas) a vynárali sa v rôznych podobách znova aj v 15. storočí, ktoré popieralo pluralitu sveta v zmysle Aristotelovho učenia. Dicke vo svojej knihe spomína, že teológovia tej doby, aj keď pripúšťali, že Boh mohol stvoriť iné svety, nevedeli si predstaviť, aby Kristus zomrel znovu v nejakom inom svete! Túto myšlienku v protestantstve použil **Philipp Melanchthon**, stúpenec a ideológ **Martina Luthera,** dokonca ako argument v nechutných výpadoch proti **Kopernikovej teórii** heliocentrizmu. Tvrdil napríklad, že „nesmieme predpokladať existenciu iných svetov, pretože je nepredstaviteľné, aby Kristus zomrel a vstal z mŕtvych viackrát. A ani si nesmieme myslieť, že v iných svetoch, ktoré nepoznajú Syna Božieho, môžu byť ľudia spasení k večnému životu." Je príznačné, že zrejme Melanchthonom takto ovplyvnený Luther o Kopernikovi niekedy písal, ako o „sarmatskom hlupákovi", ktorý „do astronómie vnáša chaos!" Táto otázka nedala pokoj ani **Keplerovi** a samozrejme ani iným



Frontispice k francúzskemu vydaniu z roku 1821 Frontenellových Entretriens sur la pluralité des mondes (1686) zobrazuje pluralitu slnečných sústav. Z knihy Steven J. Dick, Plurality od Worlds (Pluralita svetov), 1982.

Vtedy sa na Lowellov „dedičný hriech" konečne trocha pozabudlo, hlavne zásluhou gréckeho astronóma **E. M. Antoniadiho** (1870 – 1944). „Reinkarnáciu" niektorých starých predstav však spôsobili problematické interpretácie nálezov skamenelín v marťanskom meteorite ALH 84001 (a dnes už v najmenej aj šestnástich iných, ale i v ďalších z Merkúru a Mesiaca), objavov oceánov vody na Jupiterovom mesiaci Európa, atď. K tejto kapitole, by som z profesionálneho hľadiska mal čo povedať, pretože sám som bol do odborných sporov okolo ALH meteoritu nepriamo zatiahnutý. Treba sa však poponáhľať ďalej, a navyše, „samochvála smrdí (skoro vždy)".

3. kapitola (Za hranicami Slnečnej sústavy) nás konečne zavedie ďalej do kozmu, a adekvátne tomu uvidíme, čo prináša pre tábor skeptikov, ale i optimistov napríklad množstvo objavov **extrasolárnych planét**. Sám patrím v tejto otázke k prvej skupine skeptikov, ale treba priznať, že v poslednej dobe získava plusové body práve druhá skupina. Iba pred pár týždňami sa napríklad potvrdil objav extrasolárnej planéty, a to po prvý raz priamou (optickou) metódou! Išlo o objekt (označený 2M1207b) pri

Úvaha

vedcom a mysliteľom v priebehu ďalších storočí (podrobnejšie v recenzovanej knihe a okrajovo i v záverečných poznámkach), ale problém (mimozemský život) explicitne vyjadril a zaradil do teológie až na prelome 17. a 18. storočia anglikánsky kňaz a člen Kráľovskej spoločnosti **William Derham.** Ten v svojej knihe **Astro-Theology (Astroteológia)** okrem iného napísal, že „početné obývané svety iba potvrdzujú veľkoleposť Bohom stvoreného vesmíru". Tým sa však spory iba začali. Už v roku 1793 **Thomas Paine** v knihe Age of Reason (Vek rozumu) tvrdo vyhlásil, že mimozemšťania a kresťanstvo sa nedajú miešať, a že „kto si myslí, že verí v oboje, ten v skutočnosti nepoznal ani jedno". V priebehu 19. storočia niektorí v týchto zmätkoch odvrhli kresťanstvo, iní zasa pluralitu sveta, ale mnohí našli cesty, ako oboje skĺbiť (S. Dick). Samozrejme, že „Derhamova astroteológia" už v 20. storočí zaznamenala premeny. Dostala nový význam i obsah vo svetle búrlivého rozvoja prírodných vied, špeciálne astrofyziky, kozmológie, biológie, genetiky i inovovaných, dokonalejších programov SETI. Alebo slovami Dickeho: „Dospela k opisu modifikácie teológie a náboženstva, aké by sa mohli rozvinúť v dobe po objave inteligencie na nebesiach." A priznám sa, že v tomto duchu a v týchto intenciách by sa na dôchodku aj mne páčilo pracovať. A čo tak zriadiť na UK nejakú menšiu „katedričku" astroteológie? Možno by to nebolo až také márne a nereálne...

Uvedené veci nie sú však až také jednoduché, ako som ich tu v snahe byť čo najzrozumiteľnejší podal. Na záver chcem preto pripojiť aj niekoľko odbornejších, avšak stále ani zďaleka nie vyčerpávajúcich poznámok, ktoré jednak naznačia ďalšie súvislosti s touto témou a zároveň, aspoň dúfam, budú aj novou inšpiráciou pre potrebné diskusie medzi prírodovedcami, filozofmi a teológmi.

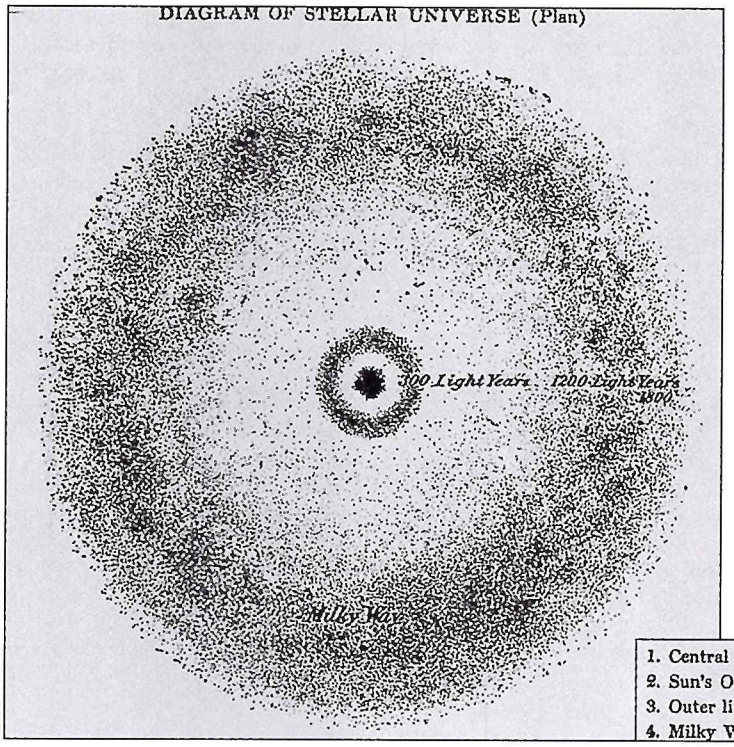
Poznámka k Multivesmíru – multiverzu

Aby som ostal pre laikov ako-tak zrozumiteľný a tiež čo najstručnejší, nebudem zachádzať do odbornejších aspektov tejto poznámky. Neodborníkov odkazujem na (aj u nás) dostupnú, pomerne populárnu literatúru, ktorej autormi sú renomovaní vedci svetového mena. Títo sa o možnosti existencie multiverza dnes už nevyjadrujú skepticky, ale na základe nových poznatkov v oblasti astrofyziky (zvlášť kozmológií s inflačnou fázou), objavov množstva extrasolárnych planét, pokrokov exobiológie a pod., presúvajú túto otázku z ríše čírej špekulácie do sféry a kompetencie reálnych vied. Takže myšlienku **„vesmíru v množnom čísle"** musíme už len z hľadiska k tomu najkompetentnejšej vedy, teda kozmológie, brať úplne vážne. Zrod moderného a realistickejšieho pohľadu na možnosť jestvovania multiverza, má pravdepodobne na svedomí mladý **Hugh Everett** ešte v roku 1957. Vtedy, na základe princípov kvantovej fyziky dospel k názoru, že súbežne s naším pozorovaným vesmírom môže existovať ešte mnoho (aj nekonečne mnoho!) iných vesmírov, a pre každý z nich sa môže realizovať celkom určitý súbor fyzikálnych parametrov z obrovského (aj nekonečného!) výberu. Náš vesmír je z toho súboru iba špeciálnym prípadom, kde môže existovať pozorovateľ iba šťastnou súhrou, alebo doslova zázračným „vyladením" fyzikálnych parametrov (konštánt) „jeho" vesmíru..., to sa už ale dostávame k **antropickému princípu.** Pre zaujímavosť, Everett bol vtedy ašpirantom veľkého fyzika **Johna Archibalda Wheelera**, ktorý prvý zaviedol do astrofyziky pojem „čierna diera", aj keď sa neskôr ukázalo, že nie je až taká „čierna". Myšlienky alternatívnych vesmírov ďalej rozpracoval známy ruský teoretický fyzik **Andrej Linde.** Aj jemu sa z úvah modernej inflačnej kozmológie vynorilo z prvotnej chaotickej priestoročasovej peny (vlastne z fyzikálneho vákua) množstvo bubliniek priestoročasu, teda akýchsi zárodkov samostatných vesmírov (minivesmírov?), ktoré by mohli mať aj svoje vlastné „big bangy". Do tejto oblasti patria aj podnetné debaty o detských, dcérskych či iných paralelných vesmíroch. Opakujem však, aj napriek zdaniu, že ide iba o fantáziu a špekulácie teoretikov, nie sú to vôbec nepodložené výmysly, ináč by sa tým zrejme nezaoberali najlepšie mozgy fyzikálnych vied. Je ťažko rozhodnúť, kto prvý a kedy „vypustil džina z fľaše" (existencia multiverza, ale i osídlenosti iných svetov), lebo s týmito myšlienkami sa dá stretnúť už v staroveku. Následne potom aj cez **Giordana Bruna, Kurda Lasswitza a Camilla Flammariona** až po novodobé dejiny vied a umení. Dá sa však konštatovať, že možnosť multiverza pripúšťajú skoro ako samozrejmosť (niekedy až dosť nekriticky) mnohé veľké postavy súčasnej vedy. Za všetkých spomeniem aspoň známeho astrofyzika **Martina Reesa**, profesora Kráľovskej spoločnosti na Cambridgeskej univerzite, ktorý vo svojich knihách venuje scenárom pre multiverzum celé zaujímavé kapitoly. Existenciu iných vesmírov berú vážne aj iní uznávaní teoretici, ako napr. **Alex Vilenkin, Lee Smolin, Lisa Randallová, Raman Sundrum, Olaf Stapledon, Alan Guth, Edward Harrison** (poslední dvaja prišli dokonca s hypotézou, že iné vesmíry sa dajú „vytvoriť" v laboratóriu!) a mnohí ďalší. Ale ako píše sám Rees: „...žiadny z týchto scenárov nespadol len tak z neba: každý je podložený serióznou, aj keď špekulatívnou teoretickou konštrukciou. Správny môže byť však nanajvýš jeden z nich a možno že žiaden. Avšak stále existujú alternatívne

hnedom trpaslíkovi (2M1207A) v súhvezdí Hydry (Vodného hada), približne vo vzdialenosti 200 svetelných rokov (1 svetelný rok je asi 10 biliónov km). Všetkých viac ako 160 mimoslnečných planét bolo totiž doteraz objavených nepriamymi metódami.

V minulosti bol v tejto problematike po dlhé roky výraznou autoritou britský matematický fyzik **James Jeans** (1877 – 1946), známy hlavne svojou slapovou teóriou vzniku planetárnych sústav. Tej začala vážne konkurovať už vtedy modernejšia teória **Carla Friedricha von Weizsäckera,** ale potom aj iné alternatívy. A najmä o tom sa v tejto kapitole vedie zaujímavá reč.

4. kapitola (Mimozemšťania v literatúre a umení: Úloha fantázie) pojednáva aj o tom, či nám mimozemšťanov do našich mozgov „natlačili" spisovatelia, ako napr. **J. Verne, C. Flammarion. H. G. Wells, K. Lasswitz,** alebo aj niekto iný? Pokračuje sa od **E. R. Burroughseho** a **R. Bradburyho**, cez **O. Stapledona** (1886 – 1946) a **C. S. Lewisa** (1898 – 1963) až k dozvukom tejto otázky v nedávnej minulosti, teda ku **A. C. Clarkovi a C. Saganovi**. Končí sa logicky pri hypotetických **E. T. (Extraterrestrials – Mimozemšťania)**.



Antropocentrický obraz vesmíru podľa A. R. Wallacea (1903) ukazuje Mliečnu dráhu ako hviezdnu sústavu s priemerom 3600 svetelných rokov so Slnkom, ktoré je značené ako drobná čierna bodka, na tomto obrázku až neviditeľná, blízko centra.

teórie, ktoré pripúšťajú len jediný vesmír." (M. Rees: Náš neobyčejný vesmír, Nakl. Dokořán, Praha 2002, str.162 a nasl.) V prospech hypotézy multiverza možno, samozrejme, pokračovať fenomenálnym profesorom **Stevenom Hawkingom** a jeho nie menej významnými spolupracovníkmi, alebo aj laureátmi Nobelovej ceny, slávnymi fyzikmi **Richardom Feynmanom** či **Stevenom Weinbergom**. Dá sa ďalej argumentovať objektívnymi a triezvymi názormi vynikajúceho popularizátora vedy, profesora matematických vied na univerzite v Cambridge **Johna D. Barrowa** (stačí si napríklad prelistovať jeho knihy *Teorie všeho,* Mladá fronta, 1996, alebo *Teorie ničeho,* Mladá fronta, 2005), myslím si však, že to všetko by bolo už len zbytočné „nosenie dreva do lesa".

Poznámka k histórii astroteológie

Ako sa už spomínalo vyššie, vypátrať v dejinách presnejší zrod astroteológie (kde, kedy a kto nám z fľaše vypustil toho povestného „džina"), nie je vôbec jednoduché, ale nie je to ani zďaleka hlavný predmet tohto textu. Akési stopy tohto uvažovania sa vraj dajú vybadať už v spisoch filozofa a františkánskeho teológa **Jana Dunsa Scota** (zomrel roku 1308). Ale aj **Mikuláš Kuzánsky** (1401 – 1464) dochádza k myšlienke o mnohosti svetov, pred ktorou dosť zbabelo cúvli aj mnohí odvážni myslitelia neskoršej renesancie. Myslím si však, že „astroteologický" problém v modernejšom ponímaní sa mohol v dejinách myslenia vynoriť až po dozretí a „kladnej interferencii" minimálne jeho troch navzájom previazaných momentov či zložiek. O kladnej interferencii hovoríme preto, že pri nej ide o sčítanie, súčinnosť, superpozíciu, alebo nejaký synergický, zosilňujúci výsledný efekt. Treba si totiž uvedomiť, že tieto momenty mali v dejinách rôznu dôležitosť, verifikovateľnosť či naliehavú potrebu výstupu do života civilizácie (teda rôznu „vitalitu"). Navyše, s maximami (alebo minimami) v rôznom historickom čase (teda v určitom „fázovom posune"). Okrem toho, že sa ospravedlňujem za použitie analógie z fyziky, až teraz uvádzam, že mám na mysli tieto tri momenty:

Teologický – teda vieru v Stvoriteľa vesmíru, nech by sme si už pod „vesmírom" predstavovali čokoľvek. Tento aspekt tu je a bol zrejme prítomný dlho, ak nie od úsvitu civilizácie. O jeho „vitalite" v dejinách netreba nejako zvlášť špekulovať.

Exobiologický – ide o silnejúce presvedčenie, že aj mimo Zeme môže existovať niečo „živé" (s jednotnou definíciou sú stále problémy), čo môže byť po dlhej evolúcii za vhodných podmienok obdarené aj inteligenciou. Tento moment sa reálne a nástojčivo vynára až s pokrokom biológie (z ktorej sa postupne a logicky vynorila exobiológia), astrofyziky vzdialenejšieho kozmu, a samozrejme zdokonaľovaním rôznych metód „pátrania po mimozemskej inteligencii" (Search for Extra-Terrestrial Intelligence – **SETI**), resp. iných, novších programov tohto zamerania (čiastočne boli spomenuté pri 7. kapitole recenzovanej knihy). Tu sa časovo jedná už o predchádzajúce 20. storočie a našu súčasnosť. Vo filozofickej rovine sa však mohol objavovať častejšie a skôr.

Kozmologický – spočívajúci najmä v pripustení možnosti existencie aj iných vesmírov, čo je moment s neustále rastúcou argumentačnou bázou, ale výraznejší („vitálnejší") sa stal až v poslednom zhruba pol storočí (pozri aj predchádzajúci text – Poznámka k Multivesmíru).

K vyššie načrtnutej histórii astroteológie a sporov okolo nej (napr. Derham versus Paine), bude možno osožné nakrátko spomenúť ešte pár nie nezaujímavých okolností. Za najdôležitejší v súvislosti s teológiou a prevládajúcim vedomím v spoločnosti považujem napríklad fakt, že akceptácia myšlienok astroteológie sa často redukovala iba na strach z kontaktu s MZC, resp. u veriacich na obavu z oslabenia, alebo nedajbože straty viery! Ja otvorene súhlasím s **Arthurom C. Clarkom,** ktorý kresťanom ustráchaným zo vstupu ľudstva do kozmu a z prípadného objavu MZC (čo má zrejme tiež pôvod v obave, že to môže otriasť základmi ich náboženskej viery) odkazuje: „...ak by ich viera nezniesla stretnutie s pravdou, potom by nad zánikom takej „viery" nemal nikto trúchliť." (pozri v knihe The Exploration of Space – Výskum vesmíru, 1951). Zaujímavé sú aj názory **Cliva Staplesa Lewisa** (1898 – 1963), ktorý po akomsi návrate z oblasti „science fiction" do reality, správne postrehol potrebný reťazec podmienok a príčin, aby sa dalo o niektorých veciach astroteológie vôbec diskutovať. Napríklad: Inteligencia by sa musela objaviť mimo Zeme, musela by mať „rozumné duše", musela by spáchať „hriech" a tak podobne a tak ďalej, čo som tu už ale spomenul.

Oxfordský profesor matematiky **Edward A. Milne** dal všetko dokonca do súvisu s „tepelnou smrťou" vesmíru (teda s druhou vetou termodynamiky a entropiou), a doslova „vyrobil" ďalší argument na podporu antropického princípu, resp. tézy, že Boh skutočne ovplyvňuje históriu vesmíru. Ale aj Milne sa, ako mnohí kresťania, zľakol napr. problému vtelenia Krista, lebo si nevedel predstaviť, že by Syn Boží v zastúpení trpel na každej z miliárd potenciálne obývaných planét. Všetko chcel naivne obísť a poukazoval na možnosti vznikajúcej rádioastronómie, ktorá by k MZC mohla vyslať posolstvo o vtelení a ukrižovaní Krista, a tak by sa táto tragédia nemusela opakovať znova. Nové myšlienky do týchto problémov priniesol Milnov

5. kapitola (Spor o UFO a mimozemská hypotéza) je na prvý pohľad tak trochu v tejto vážnej problematike akoby „zo suterénu", ale prehľad a majstrovstvo autora aj tu dokázali, že aj táto „bulvárna šálka kávy" sa dá podať na vysokej úrovni. Hovorí sa o vzostupe a najmä páde mimozemskej hypotézy spolu s teóriou o opakovaných dávnych návštevách E. T. na Zemi. Tomu pádu predchádzalo zverejnenie skoro jednoznačne negatívnej správy tzv. **Condonovej komisie.** Jej 1000-stránkový, unikátny knižný exemplár je k dispozícii u mňa, na Astronomickom ústave SAV v Bratislave. V tejto kapitole sú prehľadne opísané aj známe spory profesorov **J. Allena Hyneka** (založil Centrum pre výskum UFO) s **Donaldom Menzelom** (krajný skeptik).

Je priam neuveriteľné, že aj odborné názory na UFO dokázal Dick korektne sprehľadniť v tabuľkovej forme (Tab. 5. 2, str. 204), o čo som sa sám márne pokúšal niekoľko rokov! Mimochodom, vynikajúce tabuľky a prehľady sú aj v tých kapitolách, kde by si človek myslel, že sa to nedá zvládnuť. A vidíme, že sa to dá, zvlášť, keď sa do toho pustí riaditeľ historického úradu NASA.

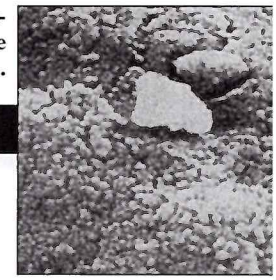
6. kapitola (Vznik a vývoj života v mimozemskom kontexte) pojednáva o rôznych aspektoch vzniku a vývoja života (samozrejme, zasa i mimo Zeme), a opäť je dôkazom dobrej orientácie autora knihy hlavne v chémii, biológii i astronómii. Aj tu treba znova oceniť prehľadné spracovanie témy (z vecného i historického pohľadu), so zvláštnym dôrazom na neustále kriesenie **Arrheniovej hypotézy panspermie** (stručne: Zem bola „kontaminovaná životom" z kozmu), známe (aspoň astronómom) názory našich kolegov **F. Hoyla** a **Ch. Wickramasingha** (ešte stručnejšie: život sa po vesmíre prenáša hlavne kométami), i na ďalšie zaujímavé (aj filozofické) súvislosti, ako sú napríklad problematické definície „živého", otázky náhody a nutnosti, a pod.

V **7. kapitole (SETI: Hľadanie mimozemskej inteligencie)** ide o pohľad na otváranie okien do moderného výskumu starých otázok: Existujú mimozemské civilizácie (ďalej MZC)? Ak áno, ako sa s nimi skontaktovať a „kde do čerta sú?" (známy **Fermiho paradox**). Aké sú dôvody pre a proti programu SETI? Čo hovorí **Drakeova rovnica** a nakoľko ju treba brať vážne? Ako k tomu prispievajú modernejšie verzie SETI, teda napr. programy SERENDIP, META, HRMS, TOPS (skratky pochádzajú z príslušných anglických názvov)? Je to opäť skoro dokonalý prehľad doterajšej snahy ľudstva nájsť a prípadne sa spojiť s MZC.

Aj táto kapitola je jasnou podporou názoru, že zaoberať sa dnes astroteológiou nie je žiadna výstrednosť niekoľkých nadšencov.

A konečne sme na strane 289, pri

8. kapitole (Význam života: Dôsledky mimozemskej inteligencie), kvôli ktorej som sa vlastne dal nahovoriť na písanie týchto riadkov. Hovorí sa v nej o rôznych názoroch pre prípad, že sa potvrdí existencia hoci jedinej MZC, resp., že sa s nejakou nadviaže akýkoľvek kontakt. Dozvieme sa, čo si máme predstavovať pod **„astroteológiou"**, z čoho bude konečne zrejmé, prečo som si už pred desiatimi rokmi myslel, že by sa o tejto disciplíne malo vážne začať aspoň diskutovať. Pracovne som si ju označoval **„exoteológia"**. Až teraz som sa dozvedel, že oficiálne tento termín vraj zaviedol nositeľ Nobelovej ceny za genetiku **Joshua Lederberg**, a stal sa v tejto oblasti aj významným priekopníkom.



Trubičkové štruktúry na meteorite ALH84001.

Úvaha

kolega, lektor filozofie náboženstva, anglikánsky kňaz **E. L. Mascall** (veľmi odvážny názor o bezproblémovej platnosti Kristovho spasenia aj pre E.T., ktorí po „hriechu" jednoducho spasenie potrebujú), alebo aj známy protestantský teológ **Paul Tillich.** Ten rozumne a zmierlivo tieto otázky komentuje, hoci (samozrejme) nerieši. Nepovažuje však za rozumné, že sa tradičná teológia týmto problémom vyhýba. Zdá sa, že tu niekde možno vystopovať aj zrod niečoho, čo sa dá nazvať **„špekulatívna teológia".** Možno, že do tohto žánru teológie patria aj názory a návrhy ďalších mysliteľov, teológov a filozofov, ktoré tu už ani okrajovo nestíham pospomínať. Za všetkých predsa len uvediem , že dosť podstatné momenty do diskusie priniesol kňaz **Kenneth Delano** svojou knihou „Many Worlds, One God" (Mnoho svetov, jeden Boh, 1977), ktorá má aj cirkevné „nihil obstat" i „imprimatur". Autor v nej smelo hovorí, že teológia nemá byť ani geocentrická, ani antropomorfická a že Zem zrejme nebola jediná planéta, ktorá zažila inkarnáciu. Za pravdepodobnejšie ako teóriu „kozmického Adama" (obeta Krista na Zemi platí pre celý vesmír) považuje dokonca myšlienku, že „ktorákoľvek z troch Božích osôb Trojice môže byť vybratá, aby sa vtelila v jednom, alebo viacerých svetoch vo vesmíre". Už len týmto názorom Delano najvýraznejšie akcentoval myšlienku potreby flexibilného prijatia prípadného objavu mimozemšťanov do cirkevných doktrín.

V židovskej komunite progresívnymi názormi zaujal rabi **Norman Lamm.** Okrem iného hovoril, že v „židovskej exoteológii" nemusí byť „človek jediným inteligentným obyvateľom vesmíru (ov), a možno je iba nižšou rasou medzi mnohými inými a snáď aj dokonalejšími...". Podobne aj známy harvardský astronóm **Harlow Shapley** tvrdil, že „človek nie je jediným inteligentným a biospirituálnym obyvateľom Božieho sveta", ale povedal aj to, že „Boh, ktorý si precvičuje svoju prozreteľnosť na miliardách obyvateľov našej Zeme, môže to isté robiť aj pre desať miliárd násobne väčší počet obyvateľov rôznych miest vesmíru, pretože Boh je nekonečný a má teda nekonečné množstvo lásky a pozornosti, ktorú môže venovať každému zo svojich stvorení". Samozrejme, že bolo dosť odporcov, ktorí s týmito názormi nesúhlasili. V roku 1968 sa napríklad hlasno ozval filozof **Roland Puccetti** (v obsiahlej štúdii „Persons – Osobnosti") a prehlásil, že s myšlienkami astroteológie budú mať neprekonateľné ťažkosti práve svetové, tzv. **„adamovské náboženstvá"** (hlavne judaizmus, kresťanstvo a islam), zatiaľ čo tzv. **„neadamovské náboženstvá"** (predovšetkým budhizmus, hinduizmus a rôzne čínske náboženstvá) s nimi žiadne problémy mať nebudú. Túto dichotómiu (medzi postojmi vnútri a mimo náboženstva a dopade na rôzne teológie) veľmi inteligentne Puccettimu okomentoval filozof na Univerzite Notre Dame **Ernan McMullin**, ktorý správne postrehol (a pridáva sa k nemu i Delano), že „u Puccettiho pracuje podivný, neveľkorysý fundamentalizmus, odmietajúci povoliť rozšírenie kompetencií viery, a rozvíjať ďalej jej učenie, pretože rozvoj má byť charakteristický nielen pre vedu, ale aj pre teológiu..." Podľa mňa McMullin správne konštatuje aj to, že do roku 1980 teológovia k problémom astroteológie mlčali asi preto, že „sú viac než dosť zamestnaní problémami pozemskými", a zrejme aj preto je stav taký, že ani doteraz nebola konštituovaná žiadna skutočná astroteológia, ku ktorej by boli vypracované nové teologické stanoviská , a dokonca princípy obsahujúce aj iné druhy a modifikácie entít nadaných slobodnou vôľou, morálkou a inteligenciou. A čo keby sme sa o to pokúsili tu, na Slovensku? Ale ako to vlastne v tomto ohľade vyzerá u nás doma?

Ďalšie súvislosti a súčasný stav

Nepátral som nejako špeciálne a systematicky, kto v našom slovenskom prostredí o tieto otázky aspoň okrajovo „zakopol". Preto nasledujúce postrehy môžu byť značne neúplné, náhodné a možno aj skreslené. Najviac sa k podstate našej témy dostal moravský teológ **Ctirad Václav Pospíšil** (OFM) už pred viac ako dvoma rokmi v obsiahlejšej štúdii „Kozmický rozmer Kristovej vlády" (pozri Zborník referátov konferencie „Kristus – Pantokrátor", Evanjelická Bohoslovecká fakulta, Editor: Igor Kišš a kol., Bratislava 2002, str. 26 – 38). Autor v nej dokonca viackrát cituje (ešte podľa anglického originálu) autora recenzovanej knihy, S. J. Dicka, čo je veľmi pozoruhodné. Z mnohých problémov uvažuje autor hlavne o zmysle a aktuálnosti otázky, ktorú si tu od začiatku kladieme: Bol Kristus Spasiteľom aj hypotetických mimozemšťanov? A ja pridávam: Bude na konci časov aj ich Sudcom? (súvis s eschatológiou – pozri aj úplný záver). Citovaná Pospíšilova štúdia je však pre tému astroteológie taká hodnotná a inšpiratívna, že ju nechcem zneuctiť nejakým povrchným komentárom. V budúcnosti si, samozrejme, zaslúži omnoho viac pozornosti. V citovanom Zborníku na str. 39 – 41 som našiel aj ďalší zaujímavý príspevok k tejto téme s názvom „Kozmická kristológia u Teilharda de Chardin", napísaný vycibreným perom filozofky **Zlatice Plašienkovej.** Ako v predchádzajúcej štúdii, aj tu sa spomína „vplyv skotistickej tradície, podľa ktorej Vtelenie nemožno interpretovať len

Koncem roku 2002 překročil počet pojmenovaných planetek 10 tisíc a počet očíslovaných planetek 50 tisíc. Jubilejní číslo (50 000) dostala poměrně velká transneptunská planetka **Quaoar**, objevená v červnu 2002 na Mt. Palomaru, která dle J. Ortize aj. má průměr (1 260 ± 200) km a lehce protáhlý tvar s poměrem hlavních os 1,13. Planetka rotuje v periodě 8,8 h; popř. v jejím dvojnásobku.

Astronomové ovšem nyní evidují už více než 200 tis. planetek, i když zdaleka ne všechny mají dosud tak spolehlivě určenou dráhu, aby jim mohli přidělit katalogová čísla. Nárůsty počtů v posledních letech jsou opravdu dramatické, což je dáno především výkonnými automatickými přehlídkami oblohy (LINEAR, LONEOS, Spacewatch, NEAT atd.); navzdory tomu R. Jedicke aj. tvrdí, že **vytyčený cíl objevit tímto způsobem 90% křižujících planetek s průměrem nad 1 km do r. 2008 není realistický**, protože mezní hvězdná velikost všech přehlídek dosahuje jen 20 mag, a k dosažení cíle by bylo potřebí jít o plné 4 mag hlouběji. To bude vyžadovat mj. umístit přehlídkový teleskop do kosmu na dráhu uvnitř zemské dráhy a autoři odhadují, že zmíněného cíle se v tom případě podaří dosáhnout teprve kolem r. 2035.

Jako na zavolanou byla v únoru 2003 objevena **planetka 2003 CP 20** s délkou velké poloosy 0,76 AU, sklonem 25° a výstředností 0,29, což znamená, že její odsluní leží uvnitř zemské dráhy (Q = 0,980 AU; přísluní Země činí 0,983 AU). Planetka o průměru asi 2 km a s oběžnou dobou kolem Slunce 235 d nás však neohrozí, protože se k Zemi nikdy nepřiblíží na vzdálenost pod 0,19 AU, zatímco k Venuši se může dostat až na 0,05 AU. Podobně neškodná pro Zemi je i **miniplanetka 2002 AA 29** typu S o průměru 25 m, která se počátkem ledna 2003 přiblížila k Zemi na ve XXI. stol. minimální vzdálenost pouhých 6 mil. km, což umožnilo měřit její polohu a vlastnosti radarem. Podle S. Ostra aj. se vůči Zemi pohybuje po podkovovité dráze, kdy je při oběhu kolem Slunce střídavě „před" Zemí a pak zase „pozadu" za Zemí. Krajní polohy se střídají po 95 letech, ale za 600 roků se planetka stane dočasnou oběžnicí Země na nějakých 40 let, načež se opět vrátí na zmíněnou podkovovitou dráhu, která je dlouhodobě velmi stabilní. I. Gerasimov aj. zjistili, že se planetky shlukují na základě **resonancí period** oběžných drah s periodami oběhu obřích planet sluneční soustavy. Nejvíce jich je pro periodové resonance s Jupiterem (1:2 a 2:3) a dále se Saturnem (2:1, 2:5, 1:3 a 1:4). Asi 200 transneptunských planetek vykazuje resonance s oběžnými dobami Neptunu a Uranu. Autoři dále odhadují, že *do vzdálenosti 100 AU od Slunce se nalézá asi 1 milion planetek s průměrem alespoň 5 km*. Podle A. Morbidelliho a D. Vokrouhlického se do blízkosti Země dostává v současnosti asi 150 planetek jasnějších než 18 mag (tzv. absolutní hvězdná velikost; to odpovídá průměru planetek kolem 1 km) a jelikož podle jejich názoru obstarává „přísun" planetek křižujících dráhu Země tzv. efekt Jarkovského, znamená to, že *v hlavním pásu planetek mezi Marsem a Jupiterem musí být přibližně 1,3 milionu tak jasných planetek*, což je v řádově shodě s jinými odhady.

S. Chesley aj. oznámili, že se jim podařilo přímo prokázat efekt Jarkovského při radarovém měření poloh planetky **(6489) Golevka** během čtyř přiblížení planetky k Zemi v letech 1991 až 2003. Těleso o průměru 0,5 km bylo měřitelně vystaveno negravitačnímu zrychlení vinou nesouměrného tepelného vyzařování pohlceného slunečního záření, což je podstatou efektu Jarkovského. Pokud planetka rotuje prográdně, tak se následkem efektu pozvolna vzdaluje od Slunce; je-li rotace retrográdní, tak se ke Slunci postupně přibližuje. Jelikož se velká poloosa planetky v mezidobí změnila o 15 km, podařilo se odtud spočítat i její hmotnost 210 Mt a hustotu (2,7 ±0,5)násobek hustoty vody.

V srpnu objevil automat LINEAR **planetku 2003 QQ 47** o odhadovaném průměru 1,2 km a hmotnosti 2 Gt, jejíž dráhové parametry (a = 1,08 AU; e = 0,19; i = 62°; q = 0,88 AU; P = 1,13 r) vzbudily velký mediální rozruch, neboť podle nich by se planetka mohla 21. března 2014 srazit se Zemí vysokou rychlostí 30 km/s, což by způsobilo děsivou devastaci uvolněním mamutí kinetické energie 350 Gt TNT (1,5 ZJ !). Jakmile se však po objevu začala pečlivě sledovat dráha planetky, pravděpodobnost srážky rychle klesala a dnes už je jisté, že nás tato planetka v nejbližších sto letech netrefí. V říjnu 2004 se přiblížila k Zemi na zcela bezpečnou minimální vzdálenost 0,44 AU. Dne 27. září 2003 proletěla kolem Země **mikroplanetka 2003 SQ 222** o průměru cca 5 m ve vzdálenosti pouhých 80 tis. km, která byla ve skutečnosti objevena až následující den, když se od Země již opět vzdalovala.

Jelikož každý takový případ budí zbytečné obavy v široké veřejnosti, rozhodl se prestižní americký astronomický časopis *Sky and Telescope*, že s uveřejněním takových zpráv počkají na dobu, kdy bude spolehlivěji určena budoucí dráha a že tedy zejména nebudou veřejnost plašit údaji o křižujících tělesech, jejichž riziko srážky se Zemí nedosáhne č. 2 na tzv. turínské stupnici. Všechna dosud objevená křižující tělesa byla klasifikována stupni 0, resp. 1 na zmíněné stupnici.

Šťastnou shodou okolností znovuobjevil B. Skiff 15. října 2003 na snímku ze Schmidtovy komory LONEOS v Arizoně proslulou planetku **Hermes**, která byla poprvé pozorována po pět nocí K. Reinmuthem na přelomu října a listopadu 1937 ve vzdálenosti kolem 0,8 mil. km, kdy dostala předběžné označení 1937 UB a od té doby byla považována za ztracenou. Mezitím stihla 31krát oběhnout kolem Slunce. Planetka se 4. listopadu 2003 přiblížila k Zemi na 7 mil. km a úhlová rychlost jejího pohybu dosáhla 7°/d. Blízkost k Zemi umožnila její sledování radarem v Arecibu, odkud vyplynula těsná podvojnost planetky o středním rozměru asi 0,5 km a oběžné době 14 h, přičemž obě složky mají synchronní rotaci, jak odhalily fluktuace jasnosti. Hermes obíhá kolem Slunce po velmi protáhlé dráze, která zasahuje dovnitř dráhy Venuše a naopak vně dráhy Marsu, v periodě 2,13 r. Výpočet budoucí dráhy potvrdil, že v nejbližších 100 letech se planetka nikdy nepřiblíží k Zemi na méně než 3 mil. km.

Podle M. Delbóa aj. známe již na 2200 křižujících planetek (*NEO*), které jsou v průměru daleko světlejší než planetky hlavního pásu, protože jejich průměrné albedo se pohybuje kolem 0,25. To je docela příznivá zpráva, protože jednak usnadňuje jejich objevování a jednak odtud vyplývají relativně menší rozměry těles dané jasnosti, čili i nižší rozsah devastace při případné srážce křížiče se Zemí. F. Yoshida aj. využili obří digitální kamery dalekohledu Subaru k prozkoumání 3 čtv. stupňů oblohy s cílem najít planetky jasnější než 26 mag. Ze statistiky více než 1100 pohybujících se objektů vyplývá, že *planetek s průměrem pod 1 km je méně*, než by vyplývalo z extrapolace četnosti větších planetek.

D. Durda shrnul údaje o **planetkách s průvodci**, kteří jsou objevováni teprve od r. 1993, kdy sonda Galileo odhalila družici Dactyl obíhající kolem planetky Ida. Od té doby bylo objeveno již 35 průvodců planetek. Průvodci planetek hlavního pásma jsou většinou podstatně menší než samotná planetka, která obvykle patří ke třídě C, tj. porézní těleso se střední hustotou jen 1,3násobku hustoty vody. Autor z toho odvozuje, že tyto planetky samy jsou „hromadami sutě" a průvodci vznikli při srážkách planetek, často následnou gravitační akumulací úlomků srážky. O značné četnosti takových párů svědčí i podvojné impaktní krátery na Zemi. Naproti tomu planetky v Edgeworthově-Kuiperově pásu na periférii planetární soustavy tvoří často dvojice srovnatelných rozměrů, které vznikly naráz a udržely se pohromadě – to ostatně platí i pro největší objekt pásu, jimž je stále dvojice **Pluto-Charon**.

V průběhu r. 2003 byly objeveny další **binární planetky** jednak rozborem změn světelných křivek a jednak radarem: (5381) Sekhmet (oběžná doba = cca. 12 h); (66063) = 1998 RO 1 (14,5 h); 2003 SS 84 (< 24 h); 2003 QY 90 (TNO; 40 d?); 1990 OS (21 h?); (65803) = 1996 GT (11,9 h); 2003 UN 284 (TNO; ?); (1509) Esclangona (?); (3782) Celle (36,6 h); (283) Emma (?); (379) Huenna (?); (130) Elektra (?); (22899) = 1999 TO 14 (?); 1999 RZ 253 (TNO; ?) Již dříve objevení průvodci planetek (22) Kalliope a (45) Eugenia dostali vlastní jména **Linus** a **Petit Prince**. F. Marchis aj. zjistili, že Kalliope rotuje retrográdně, ale Linus obíhá ve střední vzdálenosti 1020 km prográdně v periodě 3,6 d, jenže jeho oběžná rovina je skloněna o 20° k rovníku Kalliope. Střední hustota Kalliope činí jen dvojnásobek hustoty vody, takže jde zřejmě o hromadu sutě.

D. Vokrouhlický aj. studovali vlastnosti rotace členů rodiny planetek **Koronis**, jejichž velké poloosy oběžných drah se pohybují v rozmezí 2,83 – 2,95 a výstřednosti v rozmezí 0,04 – 0,09. Odtud usoudili, že rodina s více než 300 členy je pozůstatkem po dvou planetkách s průměry 60 a 120 km, které se před 2,5 mld. let střetly rychlostí 3 km/s. Jednotlivé úlomky o průměrech 20 – 40 km od té doby už žádné podstatné srážky neprodělaly. Jelikož na úlomky (hromady sutě) soustavně působí sluneční záření, mnohé planetky se postupně roztočí natolik, že ztrácejí hmotu odstředivou silou. Z uniklé hmoty se pak poskládají jejich družice, což je mimochodem případ dvojice Ida – Dactyl.

M. Birlan vypočítal hmotnost planetky **Ida** 4.10^{16} kg, odkud vyplývá její hustota (2,6 ±0,5)násobek hustoty vody, zatímco **Eros** má jen 7.10^{15} kg a hustotu (3,0 ±0,4). Průměrné hustoty planetek třídy C (obsahující uhlík a organické látky) mu vyšly na (1,9 ±0,3); třídy S (olivín a pyroxen) na (3,0 ±0,4); třídy V (silikáty, plagioklas) na (3,6 ±0,7) a třídy M (železo a nikl) na (6,9 ±1,0). Mezi největšími planetkami hlavního pásu je nejhustší Pallas (4,8), následovaná Vestou (4,3) a Cererou (2,8). Mimořádně řídká (0,95) je planetka (15) Eunomia. D. Bogard a D. Garrison ukázali, že na planetku (4) **Vesta** dopadlo několik obřích projektilů v době před 4,1 – 3,4 mld let. Spodní mez stáří Vesty činí 4,56 mld. let. M. Trieloff aj. odvodili z tepelné historie a radiochronologie chondritů H, pocházejících z anonymní planetky hlavního pásu, stáří sluneční soustavy (4,566 ±0,002) Gr, což je ve výtečné shodě s hodnotou, uvedenou na počátku odst. 1.1.2.1. tohoto přehledu.

E. Chiang ukázal počátkem r. 2003, že **planetka 2001 QR 322** je první známý Neptunův Trojan o průměru kolem 100 km, jenž se nachází poblíž bodu L_4 soustavy Slunce-Neptun na dráze s odstupem 20 AU od Neptunu. Podle autorových výpočtů je tato dráha stabilní po dobu řádu miliard let. Objektem na rozhraní mezi třídou planetek a komet se stalo těleso, objevené v r. 1979 jako standardní planetka, jež však bylo v r. 1996 rozpoznáno E. Elstem a G. Pizarrem jako kometa a dostalo tak označení **133P/Elst-Pizarro** při krátké oběžné době 5,6 r, která ji „geograficky" řadí do hlavního pásma planetek. V druhé polovině r. 2002 se u tohoto „kometoidu" objevil další chvost, takže nejspíše jde o dohasínající kometu.

V. Jemeljaněnko aj. odhalil novou třídu **transneptunských planetek** (TNO) s vysokými dráhovými výstřednostmi, která si nejspíš zachovává původní parametry z období vzniku sluneční soustavy. R. Gomes, H. Levison a A. Morbidelli se domnívají, že TNO s vysokými sklony drah jsou pozůstatkem dvou odlišných populací planetek. Jedna migrovala zevnitř sluneční soustavy a byla zachycena Neptunem, který vznikl asi ve 20 AU od Slunce a migroval souběžně s ní. Druhá představuje původní planetky **Edgeworthova-Kuiperova pásu** (EKP), jenž však byl původně rovněž blíže ke Slunci než je dnes. Tyto úvahy však zatím provází řada pochyb a nejasností.

Podle D. Hughese činí úhrnná hmotnost EKP asi trojnásobek hmotnosti Pluta s Charonem. G. Bernstein aj. hledali slabší členy EKP pomocí kamery ACS HST a tvrdí, že EKP prakticky končí již ve vzdálenosti 50 AU od Slunce, takže celková hmotnost planetek TNO dosahuje jen 0,01 – 0,1 M_Z. Ostrá a překvapivě blízká vnější mez EKP zůstává zatím velkou záhadou. *Úhrnný počet objevených TNO dosáhl koncem r. 2003 čísla 800*, takže během toho roku přibylo bezmála 100 objektů zejména zásluhou zapojení obřích 8 m teleskopů do jejich vyhledávání.

1.2.2. Komety

Na Vánoce 2002 proletěla kometa **C/2002 V1 NEAT** v minimální vzdálenosti od Země (0,80 AU) a její jasnost od té doby narůstala, takže konce ledna 2003 byla již viditelná očima, i když pozorování za soumraku nebyla vůbec jednoduchá. Kometa prošla perihelem ve vzdálenosti jen 0,10 AU od Slunce dne 18. února 2003 a stala se jedinečným objektem na snímcích z družice SOHO, protože při jasnosti –2 mag ji navíc zdobil mohutný jasný zakřivený prachový chvost. Stala se tak vůbec nejjasnější kometou, zaznamenanou až dosud družicí SOHO. Podle výpočtu se jádro komety v přísluní ohřálo na 1 000 K. Shodou okolností právě v té době došlo na Slunci ke dvěma velkým erupcím, které doslova rozčísly iontový chvost komety. Pozemští pozorovatelé si mohli kometu vychutnat, až když se úhlově poněkud vzdálila od Slunce: 24. února měla 2 mag, ale pak rychle slábla a počátkem března přestala být viditelná očima. Její oběžná doba se odhaduje na 37 tis. let a ten těsný průlet u Slunce zřejmě celkem bez větší úhony přežila.

Počátkem roku 2003 byla v dosahu triedrů kometa **2002 X5 Kudo-Fujikawa**, která před průchodem přísluním koncem 29. ledna ve vzdálenosti 0,19 AU byla dokonce viditelná očima, i když s obtížemi kvůli malé úhlové vzdálenosti od Slunce. Někteří pozorovatelé ji zahlédli znovu očima v polovině února, ale pak už rychle slábla a v polovině března byla 9,5 mag. M. Povich aj. využili spekter komety, získaných družicí SOHO při vzdálenosti komety 0,19 AU od Slunce k identifikaci dvakrát ionizovaného uhlíku v jejím plazmovém chvostu. To znamená, že zrnka kometárního prachu obsahují organické látky, avšak při velké blízkosti ke Slunci se uhlík odpaří a ionizuje.

Počátkem března 2003 se po devítileté přestávce podařilo O. Hainautovi aj. pomocí kombinace tří 8,2 m teleskopů VLT ESO v Chile zobrazit během 9 h souhrnné expozice jádro komety **1P/Halley** jako objekt 28,2 mag ve vzdálenosti 28,1 AU od Slunce a 27,3 AU od Země, což jsou pochopitelně historické rekordy. Odtud též vyplývá, že je téměř jisté, že jádro komety bude možné ze Země sledovat i během průchodu odsluním v r. 2023 ve vzdálenosti 35,3 AU. Astronomové z ESO tím testovali svůj nový pozorovací program pro hledání nejslabších transneptunských objektů.

Dne 10. března 2003 znovunalezl J. Scotti dalekohledem Spacewatch II periodickou kometu (oběžná doba 14,7 r) Jupiterovy rodiny **66P/du Toit** jako objekt 20 mag. Kometa si přispíšila oproti předpovědi o 0,25 d, nejvíce se přiblížila k Zemi na 1,07 AU v polovině

května a dosáhla maximální jasnosti 12 mag kolem průchodu perihelem 28. srpna 2003. Během celého roku se postupně blížila ke Slunci i Zemi kometa **2001 Q4 NEAT**, jejíž jasnost vzrostla z 16 na 10 mag, ale jejíž hlavní představení se odehrálo až kolem přísluní v polovině května 2004. Druhá perspektivní kometa **2002 O7 LINEAR**, která procházela přísluním až v dubnu 2004, dosáhla na počátku r. 2003 jasnosti 14 mag; do konce roku 2003 se pak zjasnila na nadějných 8 mag.

Počátkem října 2003 se podařilo C. Juelsovi znovunalézt kometu **157P/Tritton** jako objekt P/2003 T1 o jasnosti 12 mag. Kometa byla předtím krátce pozorována jen v r. 1978 a považována za ztracenou, jelikož navzdory krátké periodě 6,4 r ji od té doby nikdo nespatřil. Posléze se ukázalo, že kometa byla v době nového objevu o 6 mag jasnější než předpovídala původní efemerida, takže při průchodu přísluním koncem září 2003 zřejmě prodělala mohutný výbuch, ale koncem roku kometa rychle slábla; o vánocích 2003 nad 18 mag. V polovině listopadu 2003 prošla při svém 59. pozorovaném návratu ke Slunci ve vzdálenosti 0,26 AU od Země slavná kometa **2P/Encke**. Byla v té době dobře pozorovatelná na severní polokouli i triedry, neboť dosáhla až 6,2 mag. Když se však blížila do přísluní 30. prosince 2003, zmizela pozorovatelům ve sluneční záři.

Koncem roku 2003 se známá periodická kometa **29P/Schwassmann-Wachmann 1** s téměř kruhovou drahou (e = 0,04) nacházela ve vzdálenosti 3,7 AU od Země. Současná dráha je výsledkem těsného přiblížení (na 0,25 AU) k Jupiteru v r. 1943 a podle nejnovějších výpočtů bude stabilní až do r. 2022, kdy se kometa přiblíží k Jupiteru na 0,75 AU, jenž ji tím převede na protáhlou eliptickou dráhu. Nejnovější periodickou kometou roku 2003 se stal původně asteroidální objekt **2003 UD16 LONEOS**, který byl dohledán jako kometa na snímcích z II. Palomarského atlasu z prosince 1989 a února 1991. Dostal tak označení C/159P a už jako kometa pak prošla přísluním v březnu 2004 ve vzdálenosti 3,65 AU. Její dráhové parametry (e = 0,38; a = 5,9 AU; i = 23°) ji řadí ke krátkoperiodickým kometám (oběžná doba 14,3 r).

I. Hasegawa a S. Nakano prokázali identitu komety **2002 C1 Ikeya-Zhang** s kometou 1661 C1 Hevelius. Vypočtené dráhové parametry q = 0, AU; e = 0,99; a = 51 AU; i = 28° vedou k oběžné době 360 r, což je vůbec nejdelší spolehlivě určené oběžná doba pro kometu. P. Korsun a G. Chörny odhalili při pozorování ze září 1999 mohutný prachový chvost u velmi vzdálené (7,2 AU) komety **1999 J2 (Skiff)**. Kometa s drahou o sklonu 86° prošla přísluním ve vzdálenosti 7,1 AU počátkem dubna 2000 a dosáhla tehdy jasnosti 14 mag, což znamená, že šlo fakticky o zcela mimořádně velké těleso.

Pomocí HST se podařilo v březnu 2003 během 21 h složené expozice zobrazit jádro komety **67P/Čurjumov-Gerasimenko**, jež má být cílem projektu ESA Rosetta v r. 2014. Jádro má oválný tvar s hlavními osami 5 x 3 km a dobou rotace 12 h. Y. Fernández aj. pozorovali pomocí dalekohledů Keck I a UHT v srpnu 2002 jádro komety **9P/Tempel** ve vzdálenosti 2,55 AU od Slunce. Odvodili odtud jeho střední poloměr 2,6 km a albedo povrchu 0,07. I v této velké vzdálenosti od Slunce je jádro aktivní, což představuje jistou hrozbu pro zamýšlený projekt Deep impact.

S. Lowry a P. Weissman pozorovali 2,3m a 5m dalekohledem v letech 2000-2001 **jádra 9 komet**, které byly v té době vzdáleny 2,8 – 5,5 AU od Slunce. I v této vzdálenosti jevila dvě kometární jádra zřetelnou aktivitu, ale přesto se podařilo určit střední poloměry jader v rozmezí 1,4 – 2,4 km při albedu 0,04. Odtud pak vycházejí střední hustoty jader v rozmezí 0,11 – 0,24 hustoty vody; jde tedy zřejmě o velmi porézní tělesa. Jádro komety **22P/Koppf** je protáhlé v poměru 1,7:1. P. Gutiérrez aj. využili 2,5m teleskopu NOT na ostrově La Palma k určení rotační periody jádra komety **6P/darcminArrest** na základě kolísání jeho jasnosti s amplitudou 0,08 mag. Protáhlé jádro nyní rotuje s periodou 6,7 h, což ovšem nejspíše nasvědčuje jeho složitému "převalování", protože se nová perioda liší od hodnoty zjištěné dříve.

M. Ishiguro aj. oznámil objev prachové vlečky komety **81P/Wild 2**, složené z prachových částic o průměru kolem 1 mm. Šířka vlečky v okolí jádra komety dosahuje 14 000 km a je dlouhá asi 20 mil. km. D. Jewitt aj. objevili modulaci jasnosti u jádra komety **143P/Kowal-Mrkos** s amplitudou 0,45 mag a periodou 17,2 h, která je patrně dána rotací oválného jádra s poměrem hlavních os 1,5:1. Z. Sekanina zkoumal pár komet **2002 A1 a A2**, jež mají téměř shodné – byť poněkud nestabilní – dráhy v rozmezí 4,7 – 29 AU od Slunce. Ukázal, že mateřské těleso obou komet se rozpadlo někdy kolem r. 1978, kdy bylo ve vzdálenosti 22,5 AU od Slunce a plné 2,5 AU nad ekliptikou. Oddělení složek proběhlo rychlostí 2,7 m/s, což znamená, že komety se mohou rozpadat bez nějakého zjevného důvodu i velmi daleko od přísluní.

V březnu 2003 vydali B. Marsden a G. Williams již **XV. katalog kometárních drah**, který obsahuje údaje o 2358 návratech 1642 komet, pozorovaných od r. 239 př. n.l. (kometa 1P/Halley -239 K1) do konce února 2003. Z toho je 1368 komet dlouhoperiodických (184 drah je hyperbolických) a 274 komet periodických s oběžnou dobou do 200 roků.

D. Hughes zkoumal **výskyt nově objevených dlouhoperiodických komet** v průběhu posledních dvou tisíciletí a dospěl k závěru, že jejich přísun je velmi stálý, pokud se omezíme na komety jasnější než 2 mag na pozemské obloze. Až do poloviny 18. stol. byly totiž komety objevovány výhradně prostým okem, přičemž platí, že mezní hvězdná velikost pro takové objevy je 3,6 mag. Pokud jsou komety jasnější než 2 mag, tak je asi 50% naděje, že ji lidé spatřili (na celé obloze je jen 44 hvězd jasnějších než 2 mag, a z toho lze naráz vidět pouhou polovinu) a pokud byla jasnější než 0,4 mag, tak ji nemohli přehlédnout. Od poloviny 18. stol. přirozeně začalo přibývat slabších komet, objevovaných dalekohledy očima pozorovatelů, avšak ve 20. stol. vstoupila do hry fotografie, takže se začaly objevovat komety kolem 16 – 20 mag.

Další pokrok přinesly **automaty**, které kromě planetek objevují v hojné míře také komety. Nezřídka je objev nejprve klasifikován jako planetka, ale dodatečně se odhalí jeho kometární povaha (koma, chvost). Zcela nečekaně začaly těmto v podstatě klasickým technikám konkurovat **umělé družice Země**, určené pro výzkum slunečního okolí. Jak uvedl X. Leprette, vojenská družice Solwind nalezla prvních 6 komet v blízkosti Slunce. Ještě úspěšnější byla civilní družice SMM s 10 objevy.

To vše však byla pouhá předehra kometárního koncertu, který hraje od r. 1996 družice **SOHO**, umístěná v bodě L_1 mezi Zemí a Sluncem. Do konce r. 2002 bylo na snímcích SOHO nalezeno 540 komet, z toho v reálném čase 218 a v archivech na internetu 322 komet. Tato obří statistika získaná v krátkém čase umožnila rozlišit několik **rodin komet** s přísluním v blízkosti samotného Slunce. Jde především o komety z Kreutzovy rodiny s přísluním 0,005 AU (750 tis. km od středu Slunce); dále o rodinu Meyerovu s perihely 0,03 – 0,04 AU a sklony 69° – 79°; rodinu Marsdenovu s perihely 0,04 – 0,05 AU a sklony 22° – 28°a konečně rodinu Krachtovu s perihely 0,0435 – 0,0540 AU a sklony 12° -14°.

Z. Sekanina se zabýval kometami, které mají perihel těsně u Slunce, takže jim při každém průletu perihelem hrozí „ohryzání" nebo

i zničení Sluncem. Z 27 takto pozorovaných komet měla jejich jádra rozměry pod 200 m a zřejmě proto průlet perihelem již nepřežila. Autor ukázal, jak se původní tělesa už dávno před průletem perihelem drobí, a že k přežití potřebují mít těsně před průletem minimální průměr přes 1 km. Přesto se však většina hmoty těchto komet dosud nachází v hlavních velkých úlomcích, z čehož lze soudit, že příslušné kometární rodiny jsou nedávného původu. J. Fernández soudí, že z hypotetického **Oortova mračna** pocházejí jak všechny dlouhoperiodické komety, tak komety typu Halley a možná i komety Jupiterovy rodiny, které obíhají poblíž roviny ekliptiky. Komety typu Halley představují jen 1% komet, vyvržených z Oortova mračna, přičemž nejsnáze se uvolňují komety, jejichž původní vzdálenosti v Oortově mračnu činily 20 – 50 tis. AU.

D. Hughes zkoumal údaje o 150 známých **krátkoperiodických kometách** s oběžnou dobou kratší než 20 roků a zjistil, že polovina z nich vyhasne nebo zanikne v průběhu následujících 2 600 roků. Tento úbytek však prakticky bezezbytku nahradí nové krátkoperiodické komety, jejichž dnešní dráhy ještě řadíme k dlouhoperiodickým. Za tuto proměnu drah jsou odpovědné gravitační poruchy od velkých planet sluneční soustavy a tento „výměnný obchod" funguje naprosto spolehlivě patrně po celé miliardy let.

J. Horner aj. však upozornili, že bude třeba vytvořit zbrusu **novou klasifikaci kometárních drah**, protože dynamiku kometárních drah zásadně ovlivňuje Jupiter. Podle toho bychom měli zejména rozlišit komety typu Encke, standardní krátkoperiodické, střednědobé a dlouhoperiodické. Autoři navrhují zavést celkem 20 dynamických kategorií, především podle gravitačního ovlivňování planetami jednak v perihelu a jednak v afelu. Např. typ JN značí, že dráha komety je v perihelu ovlivňována Jupiterem a v afelu Neptunem, atd. *Empirické rozlišování kometárních těles typu Kentaurů a transneptunských objektů nemá dynamické opodstatnění.*

1.2.3. Meteorické roje a bolidy

P. Jenniskens nalezl dlouho marně hledané mateřské těleso význačného meteorického roje **Kvadrantid**, který má krátké vysoké maximum každoročně počátkem ledna. Je jím poněkud překvapivě planetka 2003 EH1, jež se v posledních stoletích často přiblížila k Jupiteru do vzdálenosti jen 0,2 – 0,3 AU, čímž se postupně zvětšil její perihel z hodnoty těsně pod 1,0 AU na současných 1,19 AU a současně též sklon dráhy z někdejších 13° na dnešních 71°. Pozorované částice roje se uvolnily z mateřského tělesa nanejvýš před 500 lety a střetávají se se Zemí rychlostí 42 km/s.

Podobně P. Babadžanov objevil mateřské těleso meteorických rojů **Σ Capricornid** a **χ Sagittariid**, které jsou v činnosti v únoru a červenci každého roku. Ani v tomto případě nejde o kometu, ale o křižující planetku (2101) Adonis, která je zřejmě podobně jako mateřské těleso Geminid vyhaslou kometou s parametry a = 1,87 AU; q = 0,44 AU; e = 0,76; i = 1,4°. Navíc byla objevena planetka 1955 CS, která proletěla počátkem února 1955 ve vzdálenosti 2 mil. km od Země, jež je patrně 50 m úlomkem Adonisu a současně mateřským tělesem denního meteorického roje **χ Capricornid**. T. Tanigawa a T. Hašimoto identifikovali mateřskou kometu 7P/Pons-Winnecke nečekaně bohatého meteorického roje **Bootid**, které 27. června 1998 dosáhly maximální zenitové frekvence 270 met/h a které byly pozorovány již v letech 1916, 1921 a 1927. Podle jejich výpočtu se dráha částeček, uvolněných z komety při průletech přísluním v letech 1819 a 1869 začala vinou poruch od Jupiteru protínat se zemskou drahou již v polovině minulého století a zmíněný roj nás opět zasáhne v r. 2010.

Y. Fujiwara aj. využili ke sledování posledního meteorického deště **Leonid** v r. 2002 televizní kamery a pozorovali tak 17. 11. v intervalu pouhých 2,5 h celkem 412 leonid a 303 sporadických meteorů. Šlo vesměs o teleskopické meteory slabší než 10 mag a příkrý nárůst počtu leonid proběhl během jediné hodiny, takže jde fakticky o *první pozorování deště slabých teleskopických meteorů*. Z bohaté statistiky se ukázalo, že slabé leonidy začínaly v průměru zářit už ve výšce 118,5 km nad Zemí, dosáhly maximální jasnosti ve 108,4 km a pohasínaly ve 101,5 km. Velké hodnoty souvisí s vysokou geocentrickou rychlostí částic roje 69 km/s. V následujících letech se Leonidy bohužel téměř odmlčí nejméně do r. 2031.

M. Beech aj. se zabývali světelnou křivkou jasného bolidu –9 mag z meteorického roje Geminid, který byl pozorován v Kanadě 13. prosince 2002, jenž jevil silné **mihotání jasnosti** s frekvencí 6 Hz. Autoři to vysvětlují rotací nekulového tělesa o hmotnosti 0,4 kg, které bylo odhozeno z mateřského tělesa (3200) Phaeton před 2 500 roky a vstoupilo do zemské atmosféry rychlostí 36 km/s. Mihotání vykazuje 70% geminid jasnějších než -3 mag, na rozdíl od stejně jasných sporadických bolidů, kde se vyskytuje jen v 18% případů. J. Carbary aj. popsali **spektrum** jasné (-2,8 mag) leonidy, pozorované 18. listopadu 1999 „seshora" spektrografem na palubě vojenské družice MSX, která od dubna 1996 obíhá kolem Země po polární dráze ve výšce 900 km nad Zemí. V době expozice byla družice vzdálena od meteoroidu 3350 km a získala poprvé spektrum, jež pokrývá též ultrafialové pásmo od 110 nm výše, které je ze zemského povrchu nepozorovatelné kvůli ozonové vrstvě. Ve spektru meteoroidu tak byly vůbec poprvé pozorovány čára Ly-alfa a dále ultrafialové čáry železa a hořčíku; dále pak optické čáry železa, sodíku a kyslíku.

J. Trigo-Rodriguez aj. určili ze spekter, pořízených v letech 1961 – 1989 v Ondřejově relativní chemické složení 13 bolidů (geminida, leonida, 5 perseid; zbytek sporadické meteoroidy) o hmotnostech 0,2 g až 9 kg. Zastoupení prvků Mg, Fe, Ni, Cr, Mn a Co v poměru ke křemíku se velmi zásadně liší od zastoupení těchto prvků v prachu Halleyovy komety.

1.3. Planetární soustava kdysi a dnes

D. Hughes se věnoval otázce, proč jsou **rotační periody** planet tak rozmanité: od nejrychlejšího Jupiteru s periodou 0,39 d po nejpomalejší Venuši s neuvěřitelnou hodnotou 243 d (delší než je její oběžná doba kolem Slunce). Rotace Země a Pluta byla zcela jistě zbrzděna jejich průvodci. Pluto dnes rotuje synchronně s oběžnou dobou Charonu (6,4 d) a *perioda rotace Země se za posledních 360 milionů roku prodloužila o plné 2 h*, tj. délka dne vzrůstala v průměru o 0,25 ms za století. Pomalou rotaci Merkuru (téměř 59 d) a již zmíněné Venuše mají téměř určitě na svědomí sluneční slapy a resonance s oběžnou dobou planet kolem Slunce, což poprvé ukázali již v letech 1859 – 60 C. Delaunay a C. Flammarion. Poněkud nejisté jsou rotační doby Uranu a Neptunu, odvozené z měření sondou Voyager 2. Radiově určená doba rotace Uranu činí (17,2 ±0,1) h, zatímco u Neptunu se vychází z měření rotace magnetosféry, čímž dostaneme (16,11 ±0,05) h. Kuriozitou je nápadná podobnost oběžné doby Měsíce kolem Země a doby rotace Slunce kolem své osy.

S. Sheppard a D. Jewitt shrnuli poznatky o nově objevených **přirozených družicích** (měsících) obřích planet sluneční soustavy. V říjnu 2003 totiž dosáhl úhrnný počet družic planet ve sluneční soustavě čísla 135, z čehož naprostá většina (131) připadá na obří planety, především Jupiter a Saturn. Zásluhu na tomto přírůstku mají kupodivu spíše pozemní dalekohledy než kosmické sondy, protože současné dalekohledy střední třídy (průměr zrcadla kolem 4m) dokáží nalézt objekty až 24 mag, což odpovídá u Jupiteru průměrům družic kolem 5 km a řekněme 20 km u Neptunu. Ze statistiky vyplývají dvě základní skupiny drah družic vůči dané planetě. První skupinu tvoří družice na přímých (*prográdních*) téměř kruhových drahách s malým sklonem k rovníku planety; to jsou prakticky určitě prvotní družice, vzniklé zároveň s planetou v období vzniku sluneční soustavy. Druhá skupina představuje jak prográdní tak zejména retrográdní dráhy s vysokou excentricitou a sklonem až 55° k rovině rovníku planety. Jde o soubor tzv. *mimořádných družic*, jež byly zachyceny později z pásma planetek, popř. vznikly srážkami už obíhajících družic. Jupiter a Uran mají dokonce více retrográdních než prográdních družic.

V. Uralskaja rozlišuje dokonce tři skupiny přirozených družic planet: **vnitřní družice**, které se nacházejí do vzdálenosti trojnásobku poloměru planety a vznikly srážkami nebo bombardováním velkých družic planetkami; **hlavní družice** s průměry do cca 4000 – 5000 km ve vzdálenostech 3 – 100 poloměrů planety a v prográdních drahách, jež vznikly současně s mateřskou planetou; **vnější družice** ve vzdálenostech nad 100 poloměrů planety až do nějakých 25 mil. km od planety, které byly zachyceny později. Saturn se navíc vyznačuje malými družicemi, jež librují v drahách hlavních družic.

F. Varadi aj. spočítali, jak se dlouhodobě mění **dráhové parametry** planet sluneční soustavy a zjistili, že u vnitřních planet se objevují příznaky dráhového chaosu už po 4 milionech let; tj. spolehlivé dráhy lze zpětně propočítat nanejvýš na 50 mil. let. Naproti tomu obří planety nevykazují známky chaosu ani po 30 mil. let. E. Thomess a J. Lissauerr zjistili, že se planety vinou chaosu navzájem vyhazují z původně koplanárních drah.

D. Whitmire a J. Matese se pozastavili nad důsledky zjištění J. Andersona aj. z r. 2002, že sondy **Pioneer 10 a 11** vykázaly ve vzdálenostech od Slunce 20 – 70 AU anomální urychlení o hodnotě kolem 8.10^{-10} m/s^2, protože tuto anomálii nepozorujeme u stejně vzdálených komet. Zejména tím padá možnost, že by pro tyto vzdálenosti nebyl splněn gravitační zákon o úbytku přitažlivé síly s 2. mocninou vzdálenosti; spíše jde o dosud nerozpoznaný výběrový efekt.

Vůbec nejvzdálenějším umělým tělesem v kosmu je ovšem sonda **Voyager 1**, s níž se dosud udržuje radiové spojení. S. Krimigis aj. si všimli nápadného růstu počtu energetických částic v okolí sondy od počátku srpna 2002, kdy byla sonda v ekliptikální šířce 34° severně a ve vzdálenosti 85 AU od Slunce. V téže době dle F. McDonalda aj. výrazně vzrostl i tok energetických iontů a elektronů. Tyto změny naznačují, že se sonda blíží k rozmezí rázové vlny nadzvukového proudění slunečního větru do okolního mezihvězdného prostoru. Další pozorování během r. 2003 ukázala, že *toto rozmezí je pohyblivé*, protože sonda jím prošla znovu v červenci 2003. Patrně jde o poměrně tlustou přechodovou vrstvu (pouzdro), kterou bude sonda prolétat ještě asi 12 roků. L. Fisk se domnívá, že vzdálenost heliopauzy, za níž klesne rychlost proudění slunečního větru definitivně na podzvukovou, činí asi 150 AU. Protože sonda se od Slunce vzdaluje tempem 3,5 AU/r, mohla by stihnout poslat o tom zprávu, protože plutoniový generátor energie a zásoby paliva pro korekční raketové motorky by měly vystačit až do r. 2020

L. Mayer aj. ukázali, že **obří planety** v zárodečném cirkumstelárním disku do 20 AU od Slunce mohou díky gravitačním nestabilitám vzniknout kosmogonicky bleskově, během cca 800 roků, tj. hroucením velkých zárodků spíše než slepováním planetesimál. R. Durisen aj. poukázali na to, že Jupiter se Saturnem představují plných 93% hmoty všech planet sluneční soustavy a kdyby se měly utvořit až kondenzací na kamenná jádra, vzniklá akumulací planetesimál, trvalo by to tak dlouho, že zárodečný plyn by se mezitím rozplynul do mezihvězdného prostoru. Přímá tvorba z protoplanetárního plynu by naopak vyžadovala nerealisticky velkou hmotnost zárodečného disku. Jejich simulace s 1 mil. částic disku však ukázaly, že gravitační nestability rychle „zhrudkovatí" a již za tisíc let z toho vzniknou 2 – 3 obří planety ve vzdálenostech 3 – 20 AU od Praslunce. Slabinou výpočtů je neschopnost vysvětlit kruhové dráhy obřích planet a nemožnost migrace planet z oblasti vzniku dovnitř či vně sluneční soustavy, jak to vyplývá z pozorování hlavního pásu planetek a existence Kentaurů a transneptunských těles. Pozorování mladých hvězdokup, v nichž se dosud tvoří hvězdy, naznačuje, že vlastní cirkumstelární disk má rovněž krátkou životnost pouze několika málo milionů let – v té době se z něho utvoří na dálku neviditelné, ale relativně velké planetesimály.

Zajímavý pokus uskutečnili P. Duggan aj., když v laboratoři ozařovali synchrotronovým svazkem o energii 6 GeV **granule** se složením podobným sluneční pramlhovině. Granule se přitom ohřívaly až na 1400° C a roztavily a utuhly pak na chondrule, z nichž se nejspíš tvořila všechna velká tělesa sluneční soustavy. Autoři se domnívají, že v zárodku sluneční soustavy proběhl tak pronikavý ohřev materiálu díky výbuchu velmi blízkého zábleskového zdroje záření gama, což pak vedlo mj. i u utvoření planetární soustavy.

Nejpodrobnější výpočty klasického **vzniku obřích planet** pocházejí od S. Inaby aj. Astronomicky překotně vznikají planetesimály s poloměrem řádu 10 km. Během následujících 100 tis. roků se spojí na planetární embrya o hmotnostech řádu 10^{24} kg ve střední vzdálenosti 5,2 AU od Slunce. Embrya mají rozsáhlé plynné obálky, které zabrzdí mnoho planetesimál či rozbitých planetek, takže hmotnost embrya dále rychle roste. Kamenné embryo Jupiteru tak dosáhne za necelé 4 mil. roků hmotnosti 21 M_Z a další blesková akrece materiálu vede ke vzniku obří plynné planety. Podobně vznikl Saturn v původní vzdálenosti 7,3 AU od Slunce, který vlivem gravitačních poruchu Jupiterem se postupně vzdálil (migroval) na dnešních 9,5 AU. Podle K. Zahnleho se dá z počtu impaktních kráterů na velkých družicích Jupiteru, Saturnu a Neptunu odhadnout, že Jupiter byl zpočátku vystaven těžkému bombardování kometárními jádry tempem jedna kometa za 200 let, na rozdíl od Neptunu, kde převažovaly dopady kamenných transneptunských těles. Srážky planetárních embryí v blízkosti Slunce pak vytvoří během řádově 100 mil. roků terestrické planety. Máme tedy v současné době dva naprosto rozdílné konkurenční scénáře vzniku obřích planet a dosud není jasné, který scénář je pravděpodobnější.

1.4. Slunce

Podle S. Solankiho pozorovali **sluneční skvrny** už starověcí Číňané, kteří o tom zanechali písemné zprávy počínaje počátkem našeho letopočtu. Proměnlivosti výskytu skvrn si všestranný W. Herschel povšimnul již v r. 1796, když zjistil, že *tržní cena obilí v Anglii*

je nepřímo úměrná intenzitě sluneční činnosti; bezmála půlstoletí před objevem cyklu sluneční aktivity S. Schwabem. Nejmenší skvrny mají průměr 3500 km, největší až 60 tis. km a vyskytují se téměř výhradně v heliografických šířkách do 30°; jen výjimečně až do 40°. Životnost skvrn se pohybuje od několika hodin po celé měsíce. Z hlediska relativního čísla slunečních skvrn byl nejvyšší 19. cyklus s maximem v r. 1958, což byl shodou okolností v době Mezinárodního geofyzikální roku 1957/1958. Vnitřní struktura skvrn s vysokým úhlovým rozlišením se začala studovat až v 90. letech XX. stol.; v r. 2003 dosáhl 1m sluneční dalekohled SST na ostrově La Palma za použití adaptivní optiky rekordního rozlišení 0,1arcsec, tj. lineárně 75 km. Dalekohled umožňuje u slunečního okraje zobrazit granulaci trojrozměrně.

V r. 1908 byla ve skvrnách rozpoznána velmi silná **magnetická pole** (dosahující v penumbrách slunečních skvrn indukce až 0,5 T). Globální magnetické pole Slunce je ovšem velmi komplexní a skládá se téměř výhradně z mnoha lokálních polí. V lichých cyklech sluneční činnosti má vedoucí skvrna na severní polokouli Slunce zápornou polaritu, stejnou jako okolí severního pólu Slunce. V březnu 2000 se však jižní pól Slunce přepóloval na severní a jižní pól migroval z jihu k rovníku a změnil se v široký pás, odkud se však již v květnu 2000 opět vrátil na jih. K úplnému **přepólování** magnetického dipólu Slunce došlo v r. 2001. Podle N. Gopalswamyho aj. souvisí přepólování se zánikem koronálních výtrysků ve vysokých heliografických šířkách, takže polární filamenty zmizí a magnetické pole se otvírá. Koronální výtrysky totiž odnášejí sebou zbytky starých magnetických polí a tím mohou na Slunci vznikat pole nová. Mechanismus je velmi účinný, neboť běžný koronální výtrysk odnáší miliardy tun hmoty z koróny, takže *kolektivní efekt koronálních výtrysků je pro sluneční činnost dokonce významnější než výskyt skvrn a erupcí*. Autoři to dokázali pro 21. cyklus sluneční činnosti na základě měření družice Solwind a pro 23. cyklus díky družici SOHO. Největším objektem na slunečním povrchu je tzv. **proudová vrstva** obklopující vlnovitě sluneční rovník, jež je tlustá asi 10 tis. km. Okamžitý tvar proudové vrstvy ovlivňuje magnetické bouře na Zemi. Podle B. Lowa aj. dosahuje magnetické pole ve sluneční koróně indukce do 1 mT a hmotnost klidných protuberancí až 3.10^{14} kg. Pomocí dlouhodobých měření kosmické sondy Ulysses se E. Smithovi aj. podařilo zmapovat trojrozměrnou strukturu heliosféry, která vytváří magnetický dipól s osou téměř kolmou k ose sluneční rotace!

N. Krivova aj. zkoumali vzhled magnetického pole na povrchu Slunce během 23. slunečního cyklu v letech 1996 – 2002. Autoři porovnali **kolísání magnetického pole**, měřené na družici SOHO aparaturou MDI, s přesnými měřeními proměnnosti zářivého toku Slunce (sluneční „konstanty" v rozmezí 1364 – 1367 W/m^2) radiometrem VIRGO a zjistili velmi dobrý souhlas obou křivek s korelačním koeficientem 0,96. Domnívají se proto, že příčinou změn zářivého toku ze Slunce na stupnicích dnů až roků jsou opravdu změny magnetické indukce na povrchu Slunce.

I. Usoskin aj. zjistili rozborem historických pozorování, že v počítání **slunečních cyklů** byl koncem XVIII. stol. vynechán cyklus s minimem na přelomu let 1792/93 a maximem 1794/95. Současný 23. cyklus s maximem v dubnu 2000 udivil velkou aktivitou Slunce ještě v létě 2003, ale hlavní překvapení přišlo až koncem října 2003, kdy se na povrchu Slunce byly očima viditelné skvrny a kdy v intervalu týdne vzplanula série **rekordních erupcí**, z nichž poslední ze 4. listopadu byla absolutně největší v historii, takže zahltila všechny detektory na družicích a následná gigantická koronální ejekce zasáhla (naštěstí jen svým okrajem) zemskou magnetosféru s dramatickými efekty v ionosféře i na palubě umělých družic Země (SOHO stačili technici preventivně vypnout).

S. Duhau se pokusil jako první o tradiční odhady velikosti nadcházejícího **24. cyklu sluneční činnosti** na základě trendů od r. 1844 a vyšlo mu, že maximální relativní číslo dosáhne pouze (88 ±24), jenže takové předpovědi nejsou příliš spolehlivé ani pokud jde o předpověď času maxima v intervalu let 2009 až 2011, což je problém hlavně pro pilotovanou kosmonautiku.

Velmi kvalitní údaje o **koronálním výtrysku** z 21. dubna 2002 získalo trio slunečních družic RHESSI, TRACE a SOHO. První z nich zaznamenala rentgenové záření z okamžiku startu výtrysku ze sluneční koróny rychlostí 2200 km/s, TRACE registrovala jeho extrémní ultrafialové záření a SOHO zobrazila výtrysk opouštějící Slunce. Příčinou celého úkazu je náhlé rozevření magnetického pole v aktivní oblasti na Slunci při tzv. magnetickém zkratu (*rekonexi*). Otevřené siločáry dodávají energii erupcím i koronálnímu výtrysku. G. Share aj. zpracovali údaje z družice RHESSI při velké **sluneční erupci** z 23. července 2002, v jejímž spektru se vyskytla anihilační čára 511 keV, svědčící o vzniku pozitronů během energetické fáze erupce. G. Hurford aj. a L. Smith. aj. našli v týchž datech jaderné čáry C, O, Ne, Mg, Si a Fe v pásmu měkkého záření gama v rozsahu 2,2 – 6,5 MeV. Jelikož se takto poprvé podařilo zobrazit sluneční erupci v oboru gama, není divu, že úkazu bylo věnováno celé číslo prestižního časopisu The Astrophysical Journal Letters, obsahující 15 prací o jedinečné erupci, klasifikované intenzitou X4.8.

A. Klassen aj. objevili v **radiových vzplanutích** typu III ve sluneční koróně „nadsvětelné" rychlosti pohybu relativistických elektronů, dosahující hodnoty až 2,5*c*. Podobně jako u vzdálených kvasarů, i zde jde o iluzi, vzniklou rychlým pohybem elektronů ve směru k pozorovateli. S. Solanki aj. zkoumali trojrozměrnou **strukturu magnetického pole** sluneční koróny infračerveným polarimetrem vakuového věžového slunečního teleskopu VTT na observatoři Izaña na ostrově Tenerife a odhalili tak mechanismus výrazného ohřívání sluneční koróny na teploty řádu MK. Podle R. Walshe a J. Irelanda se koróna ohřívá interakcí magnetických polí a slunečního plazmatu, tj. magnetohydrodynamicky.

E. Neto aj. zpracovali více než 9 tis. přesných měření **úhlového průměru Slunce** v letech 1998-2000 a zjistili, že Slunce je zploštělé o (13 ±4) mas, a že jeho střední průměr kolísá v periodě 515 d s amplitudou 60 mas. I. Lopes a J. Silk odvodili z helioseismologie poměrně vysokou centrální teplotu Slunce 15,8 MK.

Na kanadské neutrinové observatoři SNO rozpustili v nádrži s 1 kt těžké vody 2 t soli, což zvedlo účinnost aparatury třikrát. S. Ahmedovi aj. se tak podařilo změřit celkový **tok neutrin** (bez ohledu na jejich vůni) z větve ^{8}B pro energie neutrin nad 2,2 MeV mezi červencem 2001 a říjnem 2002, a to na základě pozorování 3055 neutrin v podzemní nádrži. Výsledek je ve výborném souhlase s hodnotou toku bórové větve produkce neutrin ve slunečním nitru a svědčí o oscilacích neutrin, což dává hodnotu rozdílu hmotností neutrin různých vůni kolem 0,008 eV/c^2 a velikost tzv. mixážního úhlu 32,5°. P. Sturrock nalezl periodu 13,75 d v kolísání intenzity neutrinového toku ze Slunce v údajích z experimentu Kamiokande, což odpovídá poloviční periodě synodické rotace Slunce vůči Zemi. Jelikož také integrační experimenty Homestake a GALLEX vykazují modulaci s periodou, odpovídající rychlosti rotace ekvatoreálních oblasti Slunce, autor odtud vyvozuje nečekaný závěr, že *produkce neutrin ve Slunci je modulována jeho rotací.*

2. Hvězdný vesmír

2.1. Extrasolární planety

Výzkum exoplanet se stal během jediné dekády od prvních důkazů, že tato tělesa opravdu existují, patrně nejdynamičtější součástí hvězdné astronomie, a to především díky neustále se zlepšujícím metodám vyhledávání. Počátkem r. 2003 překročil počet objevených exoplanet magickou hranici 100 v 87 různých soustavách. Podle D. Fischerové aj. dosáhl počet soustav s více než jednou exoplanetou rovněž magického čísla 10. Minimální hmotnosti exoplanet, obíhajících hvězdy hlavní posloupnosti, se pohybují v rozmezí 0,1 ÷ 15 M_j a jejich oběžné doby v rozmezí 3,0 ÷ 5360 d (15 let).

Vůbec **první exoplanety** objevili ovšem A. Wolszczan a D. Frail již v r. 1992, ale zcela nečekaně je jejich mateřskou hvězdou milisekundový pulsar **PSR 1257+12** (Vir), tj. kompaktní neutronová hvězda. To znamená, že původní hmotná dvojhvězda prodělala nejprve výbuch supernovy, a exoplanety se utvořily z cirkumstelárního disku až po tomto gigantickém výbuchu. M. Konacki a A. Wolszczan v měřeních kolísání impulsní periody pulsaru stále pokračují, takže v současné době mají dobré údaje o třech exoplanetách: nejblíže k neutronové hvězdě obíhá exoplaneta A ve vzdálenosti 0,19 AU, oběžné době 25 d a hmotnosti jen 0,02 M_Z; další exoplaneta B je vzdálena 0,36 AU, obíhá za 66,5 d a její hmotnost činí 4,3 M_Z, kdežto nejvzdálenější exoplaneta C má vzdálenost 0,46 AU, oběžnou dobu 98,2 d a hmotnost 3,9 M_Z. Exoplanety B a C vykazují dráhovou rezonanci 3:2, což naznačuje dlouhodobou stabilitu soustavy. Kromě toho se v soustavě pravděpodobně vyskytuje ještě jedna mimořádně hmotná (100 M_Z ?) a vzdálená (40 AU ?) exoplaneta s oběžnou dobou kolem 170 let.

Nyní však S. Sigurdsson aj. objevili **exoplanetu u binárního pulsaru** B1620-26 (Sco) v kulové hvězdokupě M4 (NGC 6121), vzdálené od nás 2,2 kpc. Kolísání 11 ms impulsní periody pulsaru – neutronové hvězdy o hmotnosti 1,35 M_O – nejprve prozradilo výskyt průvodce, bílého trpaslíka o hmotnosti 0,34 M_O s oběžnou dobou 191 d. Ten byl posléze zobrazen pomocí HST; odtud vyplynulo jeho stáří 480 mil. roků. Kulová hvězdokupa je však stará 13 mld. roků. Prodloužená série měření variací impulsní periody však prokázala výskyt třetího tělesa v soustavě, které je od zmíněného dvojhvězdy vzdáleno 23 AU a jehož hmotnost minimálně 2,5 M_j je řadí mezi obří exoplanety. To nikdo nečekal, protože před 13 mld. let bylo zastoupení těžkých prvků ve vesmíru zhruba dvacetkrát nižší než dnes, a tak je záhada, odkud se tehdy vzalo kamenné jádro budoucí exoplanety, jež by dle dosavadních představ mělo být tvořeno těžkými prvky. Podobně nejasné je, jak se mohla dát dohromady neutronová hvězda s podstatně mladším bílým trpaslíkem.

R. Butler aj. využili mimořádně přesného spektrografu u obřího Keckova teleskopu k objevu exoplanet s dlouhými oběžnými dobami od 1,1 do 6,0 roků a s čím dál tím nižšími minimálními hmotnostmi. Speciálně průvodce hvězdy **HD 49674** má alespoň 0,12 M_j a trpaslík **HD 128311** (sp. dKO) má průvodce na mírně výstředné dráze s poloosou 1 AU. B. Sato aj. nalezli první exoplanetu u obří hvězdy **HD 104985** (G9 III; 102 pc; 11 R_O; 59 L_O; 4,8 kK; 1,6 M_O). Exoplaneta o minimální hmotnosti 6 M_j obíhá v periodě 198 d ve vzdálenosti 0,8 AU od hvězdy.

Dosud nejúspěšnější metoda vyhledávání exoplanet pomocí periodických výkyvů radiální rychlosti mateřské hvězdy dostává pozvolna významnou konkurenci v podobě fotometrie **přechodů exoplanet** přes disk mateřské hvězdy (analogie přechodů Merkuru a Venuše přes sluneční disk). Vysoká přesnost fotometrie pomocí kamer CCD totiž umožňuje, aby se do pozorování přechodů exoplanet zapojili i astronomové-amatéři s dalekohledy o průměru objektivu kolem 75 mm (viz adresa: *transitsearch.org*). Světelné křivky takto získané poskytují více informací o exoplanetě, než kolik jich získáme metodou radiálních rychlostí zejména proto, že odtud lze určit sklon oběžné roviny exoplanety vůči zornému paprsku, což pak umožňuje určit hmotnost, rozměr i hustotu exoplanety.

Ideální je ovšem spojení spektroskopické a fotometrické metody, jak ukázal výzkum prototypu – hvězdy **HD 209458** (V376 Peg; 7,7 mag; sp. G0 V; 1,05 M_O; 50 pc) pomocí STIS HST. A. Vidal-Madjar aj. objevili při 3 h přechodu exoplanety neoficiálně pojmenované **Osiris** (0,7 M_j; 1,35 R_j; hustota 0,35 vody; $i = 87°$; 7 mil. km od hvězdy; téměř kruhová dráha s oběžnou dobou 3,5 d) přes disk mateřské hvězdy známky husté a rozsáhlé atmosféry v čáře Na_I a dále čáry atomárního vodíku za hranici Rocheova laloku (3,6 R_j), což svědčí o trvalém úniku vodíkové atmosféry tempem 10 kt/s.

M. Konacki aj. využili bohatého pozorovacího materiálu měření jasností milionů hvězd v programu OGLE (hledání gravitačních mikročoček) k vyhledávání poklesů jasností hvězd vyvolaných takových přechody (transity) exoplanet. Z původních 59 kandidátů zbylo po kritické revizi 39 nadějných případů. Mezi nimi vyniká úkaz **OGLE-TR-56**, kdy hvězda 16,6 mag ve vzdálenosti 1,5 kpc od nás o hmotnosti 1 M_O má exoplanetu o hmotnosti 0,9 M_j, poloměru 1,3 M_j a střední hustotě 0,5 hustoty vody obíhá kolem mateřské hvězdy ve vzdálenosti 3,5 mil. km v oběžné době 1,2 d. Exoplaneta je díky tomu na povrchu zahřáta na teplotu 1900 K, což také způsobuje zřetelné rozepnutí její horké atmosféry, která navíc silně podléhá slapovým silám. Jak uvádějí A. Udalski aj., lze pomocí aparatur typu OGLE odhalovat touto metodou exoplanety až do vzdálenosti 2,5 kpc od Slunce – v kouli o tomto poloměru lze postupně proměřit kolísání jasnosti pro 100 mil. hvězd.

R. Dvorak aj. se zabývali stabilitou drah exoplanet v soustavách těsných dvojhvězd. Do konce r. 2002 bylo objeveno celkem pět exoplanet ve dvojhvězdách, přičemž jejich oběžné doby se pohybují v širokém rozmezí od 3,3 d po 7,6 r a výstřednosti od 0 do 0,7. Navzdory těmto výkyvům se dráhy exoplanet ve dvojhvězdách těší nečekané stabilitě po dobu přinejmenším 100 mil. roků. Autoři zvlášť podrobně zkoumali stabilitu dvojhvězdy **γ Cep** (HD 222404), skládající se z hvězd o hmotnostech 1,6 a 0,4 M_O, které kolem sebe obíhají v periodě 70 let po výstředné dráze ($e = 0,4$) s poloosou 21 AU pro lehčí složku. Kolem hmotnější složky dvojhvězdy o povrchové teplotě 4900 K obíhá exoplaneta na dráze s poloosou 2,15 AU a výstředností 0,2 v periodě 2,5 r, jejíž minimální hmotnost činí 1,7 M_j. Zóna obydlitelnosti (tzv. ekosféra) kolem této hvězdy má rozsah od 0,5 do 1,85 AU a autoři ukázali, že pokud se v tomto rozmezí vyskytuje hypotetická terestrická exoplaneta v dráhové rezonanci 3:1 s již zmíněným „exojupiterem", pak je její dráha dlouhodobě stabilní a víceméně vhodná pro rozvoj života. Údaje o samotné dvojhvězdě zpřesnili koncem r. 2003 A. Hatzes aj., když pro oběžnou dobu obdrželi 57 let a pro hlavní poloosu 18,5 AU, ale ostatní údaje se s Dvorakovými hodnotami shodují.

Podobně M. Cuntz aj. ukázali, že exoplaneta o hmotnosti 3 M_j ve vzdálenosti 2 AU od mateřské hvězdy slunečního typu **47 UMa** může stabilizovat dráhu hypotetické exoplanety zemského typu v tamější ekosféře. K. Menou a S. Tabachnik posuzovali dlouhodobé možnosti obydlitelnosti 85 známých exoplanet kolem osamělých hvězd a došli k závěru, že *většina z nich se pro rozvoj života založeného na výskytu kapalné vody naprosto nehodí* K podobně pesimistickému závěru dospěli z odlišného úhlu pohledu C. Laws aj., když zjistili, že většina hvězd hlavní posloupnosti v naší Galaxii má hmotnost menší než Slunce a chybějí jim obří exoplanety typu Jupiteru, které jsou nutné pro ochranu života na terestrických exoplanetách před bombardováním kosmickými projektily (planetkami a kometárními jádry). A. Mandell a S. Sigurdsson uvažovali o vlivu **migrace** obřích exoplanet na přežití terestrických exoplanet v ekosférách příslušných mateřských hvězd. Ukázali, že většina terestrických exoplanet příčné putování obřích planet přežije, ale jen některé se přitom udrží v ekosférách.

Na druhé straně se zdá, že exoplanet všeobecně bude daleko více, než si dosud myslíme. Jak zjistili C. Lineweaver a D. Grether, *počet objevených exoplanet vzrůstá, když se daná mateřská hvězda sleduje delší dobu*, zejména pokud se ukáže, že jde o hvězdu klidnou, bez výkyvů v jasnosti. Podobně roste počet objevů s postupným zvyšováním kvality a přesnosti pozorování. Autoři proto nevylučují, že jednou zjistíme, že *téměř každá hvězda slunečního typu je doprovázena planetami.*

2.2. Hnědí trpaslíci

Tempo pokroku ve výzkumu hnědých trpaslíků se zrychluje souběžně jako u exoplanet; ostatně první hnědý trpaslík **Gl 229B** byl objeven r. 1995 prakticky zároveň s objevem první exoplanety u hvězdy hlavní posloupnosti. Není proto divu, v r. 2003 byla zveřejněna záplava pozoruhodných prací o hnědých trpaslících, z nichž pro výroční přehled mohu vybrat jen pár hrozinek.

R. Scholz aj. zjistili, že průvodcem hvězdy **υ Ind** (sp. K5 V), vzdálené od nás 3,6 pc, je dosud nejbližší známý hnědý trpaslík (K = 11 mag) s povrchovou teplotou 1400 K a sp. T2,5, který je od hvězdy vzdálen 1500 AU (úhlově 0,1° !) a sdílí s ní společný vlastní pohyb úhlovou rychlostí 4,7"/r. Posléze G. Walker aj. objevili pomocí obřího dalekohledu Gemini-S dalšího hnědého trpaslíka ve vzdálenosti pouze 2,2 AU od toho prvního. Hmotnost každého trpaslíka se pohybuje kolem 30 M_j.

S. Salim aj. objevili v r. 2003 nejjasnějšího hnědého trpaslíka **LSR 0602+3910** (Aur) rovněž na základě velkého vlastního pohybu a výskytu lithia ve spektru třídy L1. Objekt je od nás vzdálen 11 pc a patří k nejjasnějším svého druhu na obloze (R = 18 mag; K = 10,9 mag), přestože se nachází poblíž galaktické roviny *(b = 8°)*. Naopak A. Burgasser objevil dosud nejchladnějšího hnědého trpaslíka **2MASS 0415-0935** (Eri) sp. třídy T o povrchové teplotě 750 K a svítivosti 2.10^{-6} L_O. Týž autor aj. nalezli také dva binární hnědé trpaslíky třídy T (**2MASS 1225-2739** a **1534-2952**) pomocí HST, jejichž složky kolem sebe obíhají ve vzdálenostech řádu 1 AU. Dále pak našli prvního hnědého trpaslíka s nízkým obsahem kovů **2MASS J0532+8246** (Cam), starého asi 12 mld. roků. M. Smith aj. objevili pomocí programu OGLE gravitační mikročočku v poloze **1747-3459** (Sco), jejíž hmotnost 0,05 M_O nasvědčuje tomu, že jde o hnědého trpaslíka v rekordní vzdálenosti 6,5 kpc od Slunce. Konečně R. Klein aj. našli pomocí mikrovlnných radioteleskopů JCMT a IRAM dva mladé hnědé trpaslíky, obklopené prachovými disky o hmotnosti několikanásobku M_Z. Z dosavadních pozorování vyplývá, že hnědí trpaslíci vznikají stejným způsobem jako hvězdy - představují prostě dolní okraj v zásadě téhož vývojového procesu.

2.3. Prahvězdy

G. Sandell nalezl v difúzní mlhovině **NGC 7538S** (Cep) pomocí mikrovlnného interferometru BIMA, pracujícího na vlnové délce 3,4 mm mimořádně hmotnou prahvězdu o hmotnosti 40 M_O, obklopenou rotujícím diskem o hmotnosti 400 M_O a plynnou obálkou s hmotností 1000 M_O. Rotující disk má průměr asi 30 tis. AU a svítivost 10 kL_O. Jeho stáří činí nanejvýš 10 tis. let. M. Colavita aj. využili Keckova interferometru k zobrazení proměnné hvězdy **DG Tau**, vzdálené od nás 140 pc, jež patří mezi prahvězdy typu T Tau. Poloměr prahvězdy dosahuje 0,2 AU a její stáří sotva 10 mil. roků. Interferometr BIMA odhalil také počátkem r. 2003 zjasnění hvězdného objektu **0535-05** ve hvězdokupě v Orionu v mikrovlnném pásmu až na tok 0,1 Jy. Další pozorování japonským radioteleskopem NMA v pásmu 2 mm ukázalo zjasnění na 0,04 Jy, což potvrdilo, že jde o projev výronu hmoty s velmi hmotné mladé hvězdy. Družice Chandra odhalila silnou proměnnost rentgenového záření z téhož zdroje, který se tak podařilo klasifikovat jako magneticky aktivní prahvězdu typu T Tau.

T. Clarke přinesl díky hlubokým snímkům kupy galaxií v Panně, pořízeným VLT a dalekohledu Subaru první důkazy, že *hvězdy vznikají také v galaktickém halu*, kde je relativně málo zárodečného plynu. V. Bromm a A. Loeb ukázali, že **hvězdy I. generace** (populace III) musely být extrémně hmotné, jelikož mračno čistého molekulárního vodíku se rozpadá na velké chuchvalce o hmotnostech řádu stovek M_O. Chuchvalce se už dále neštěpí a přímo z nich vznikají hvězdy populace III, pochopitelně s krátkou životností řádu milionů let, neboť rychle dospějí do stádia supernov, popř. se zhroutí na černé díry. Supernovy však obohatí mezihvězdný prostor o příměs uhlíku a kyslíku a modelové výpočty ukázaly, že již 0,01% C II a O II dokáže molekulová mračna ochladit natolik, že se mohou rozštěpit na mnohem menší chuchvalce, což jsou zárodky hvězd II. generace (populace II). Nedávno objevené hvězdy s nápadným deficitem železa (o 5 řádů nižší zastoupení Fe v porovnání se Sluncem), ale zato s relativním přebytkem uhlíku (o 1 řád v porovnání se Sluncem), dokazují podle názoru autorů, že *některé velmi hmotné hvězdy populace III končí rovnou jako černé díry*, takže se procesu chemického obohacování vesmíru nezúčastní. K objevu skutečně prvotních hvězd proto musíme hledat objekty s mimořádně nízkým zastoupením C a O.

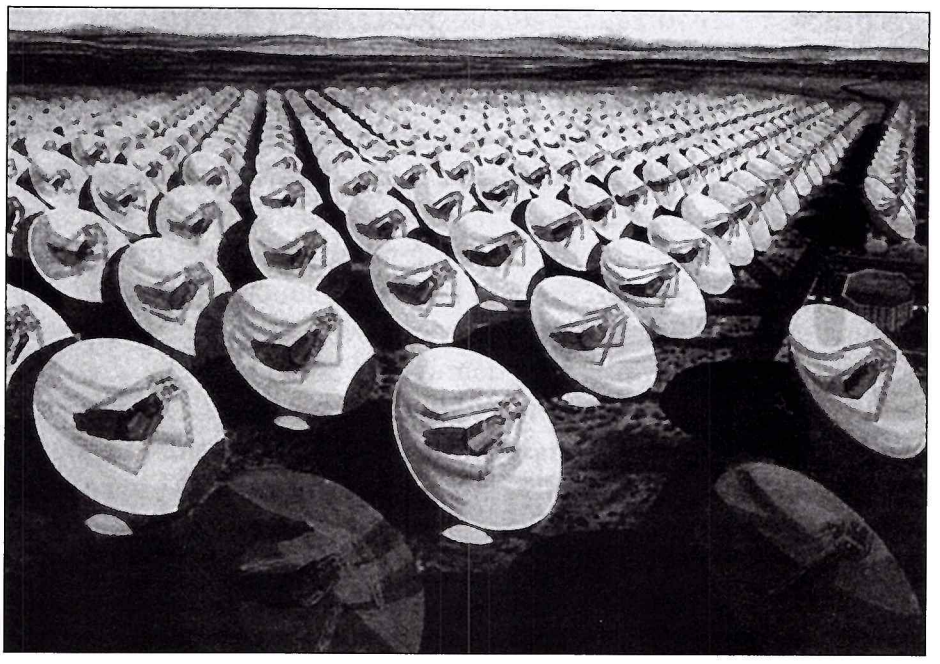
2.4. Osamělé hvězdy

A. Domiciano de Souza aj. využili infračerveného interferometru VLTI se základnami 66 a 140 m k rozlišení disku nejjasnější hvězdy Be **Achernar** (α Eri; sp. B3 Vpe; teplota 20 kK; vzdálenost 44 pc; 6 M_O) a zjistili, že hvězda je rekordně zploštělá (1,56:1)) o úhlových rozměrech 2,5×1,6 mas.

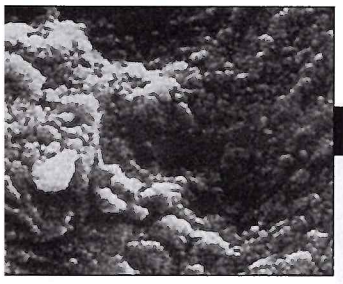
Po tejto kapitole bude azda jasnejšie aj to, ako astroteológia súvisí s **antropickým princípom**, ktorý spája dokopy ďalšie dôležité otázky postavenia i zmyslu živého bytia vo vesmíre.

Potom sa nám prechod do záverečnej **9. kapitoly (Zhrnutie a záver: Biologický vesmír)** bude zdať nielen logickým, ale svojím obsahom i dostatočne dôstojným záverom tejto pozoruhodnej publikácie. V závere knihy sa hovorí o triumfe kozmickej evolúcie, o biologickom vesmíre ako **„kozmologickom svetovom názore"**, ale i o probléme dôkazov, hraníc a možností vedy. Autor sa dosť odvážne púšťa aj do filozofovania o kultúre vedy, o exobiológii ako rodiacom sa vednom odbore, ale aj o význame a dôsledkoch diskusií s problematikou MZC a iných vesmírov pre našu kultúru. A to je asi o tejto vzácnej knihe stručne všetko. Teraz už nezostáva nič iné, iba zohnať niekde „maličkosť", teda úplne zvrchovaných 399 (alebo aj 404) slovenských korún, knihu niekde nájsť a kúpiť. Neobanujete.

IGOR KAPIŠINSKÝ



Umelecká predstava časti sústavy antén projektu Kyklop, ktorý bol navrhnutý ako výsledok štúdie NASA/ASEE v roku 1971. Okrem antén vpravo vidno centrálnu budovu pre riadenie antén a zbieranie získaných údajov.



ako dôsledok pádu človeka a potom následnej potreby jeho vykúpenia", čo zrejme odštartovalo uvažovanie smerujúce až problémom astroteológie. Teilhardovo tvrdenie, že „Stvorenie, Inkarnácia a Vykúpenie nie sú v plnom slova zmysle nejaké fakty, ktoré môžeme lokalizovať do nejakého bodu v priestore a čase, ale sú to skutočné dimenzie sveta...", nie je vzhľadom na jeho známe názory až také prekvapujúce, ale potešiteľné je zistenie, že si to aspoň niekto z filozofov všimol! (Bližšie pozri: Z. Plašienková – J. Kulisz: Na ceste s Teilhardom de Chardin, Dobrá kniha, Trnava 2004.)

K takýmto vnímavým filozofom patrí zrejme aj **Ján Letz**, ktorý sa v práci „Chápanie zla u Teilharda de Chardin (Teologický časopis, III, 2005, 2), tiež nepriamo dotýka problémov astroteológie (voľnejšia priestoročasová lokalizácia prvotného pádu u Teilharda; jeho úvaha o nie nevyhnutnej väzbe „pádu" **iba** na určitý pár a **iba** na naše dejiny; transhistorické, t. j. pankozmické hľadisko na prvotný hriech a pôvod zla, a z toho prameniaca – nie nutná – tradičná predstava Adama, a pod.) Pochopiteľne, že naznačené a ďalšie otázky pán profesor Letz nerieši ani nevyrieši (sám hovorí: „...iba ma už dlho trápia"). Nevadí, veď aj samotný veľký Teilhard ich iba nastolil a nechal otvorené. Podľa mňa však aj to obohacuje diskusiu okolo astroteológie o celý rad cenných myšlienok!

„Záverom záveru" tejto atypickej recenzie a akejsi „gulášovej" pseudoúvahy by som chcel „vypotiť" aspoň akú-takú definíciu alebo charakteristiku astroteológie, i keď v nej bude značná miera subjektivity (možno som sa o to mal pokúsiť hneď v úvode).

ASTROTEOLÓGIA je **v primárnom význame** spojenie **soteriológie** (teda náuky o vykupiteľskom diele Kristovom) a akceptácie možnosti **existencie iných (cudzích) vesmírov**, z ktorých niektoré môžu byť (boli, sú teraz, alebo raz budú) obývané bytosťami, ktoré sa vyznačujú **rozumovou a inteligentnou činnosťou** (v predchádzajúcom texte označované ako **MZC, E.T.** alebo **mimozemšťania**). Stručnejšie: v astroteológii ide o syntézu soteriológie (vrátane eschatológie) a biologickej kozmológie v tom najuniverzálnejšom možnom význame. A vyjadrené maximálne stručne, a dokonca formulkou: **Astroteológia = soteriológia + biologický vesmír.**

V sekundárnom význame nastoľuje astroteológia (či exoteológia) celý rad otázok súvisiacich napríklad s univerzalitou Ježišovho spasiteľstva, Jeho **mediáciou** (sprostredkovaním – prepojením medzi hmotným a nehmotným svetom), s možnosťou ďalších variet kozmosoteriológie a otázkami, ktoré sa spájajú s najaktuálnejšími problémami postmodernej doby. Tieto problémy, ťažkosti, zmenené a nové paradigmy, paradoxy či záhady, sa môžu niekedy aj celkom nečakane objaviť práve v disciplínach blízkych diskutovanej téme (exobiológia a astrofyzika, teoretická fyzika (aj kvantová) a kozmológia, genetika, molekulárna a evolučná biológia, teologické disciplíny, filozofická antropológia i samotná filozofia, otázka antropického princípu atď., atď.). Ešte jedna poznámka. Je zrejmé, že soteriológia úzko súvisí s **eschatológiou** (náuka o posledných veciach ľudí a celého sveta, teda o nebi, pekle, očistci, osobnom i poslednom súde...). Súvisí to preto, že si vieme dosť ťažko predstaviť dejiny spásy (soteriológiu) bez ich konca, i keď tento koniec môže byť „otvorený" v zmysle nekonečnosti, podobne ako existuje možnosť otvoreného modelu vesmíru, ktorého expanzia sa nikdy nezastaví. V dejinách spásy sa predsa bojuje o „večný život" inteligentných bytostí. Soteriológia preto implicitne obsahuje eschatológiu.

Výzva pre teológov?

Fyzika sa stále (zatiaľ neúspešne) pokúša nájsť akýsi „kameň mudrcov" vedy, možno nepolapiteľnú, ale vraj už „konečne konečnú" **TOE** (Theory of Everything – Teóriu všetkého). A čo teológia? Vydá sa tiež v stopách fyziky a realizácie Einsteinovho nesplneného sna? Alebo (opäť podľa vzoru fyziky), bude hľadať aspoň nejaké **GUT** (Great Unified Theories – Teórie veľkého zjednotenia)? Pokúsi sa teda aj teológia nájsť nejakú univerzálnu (konečnú) **„teológiu multiverza a všeľudstva"**, nejaký kozmický „Svätý Grál teológie", alebo nejaké skutočne **univerzálne Božie kráľovstvo**? Pokúsi sa o niečo také aj s rizikom, že pritom môže ísť iba o chiméru, fatamorgánu alebo vajatanie nášho prepracovaného mozgu v chaose a informačnom pretlaku postmoderného sveta? Dá sa vôbec nájsť „niečo" také grandiózne a všeobecné (čo by sme mali aj chuť označiť veľkým „N"), z čoho by sa potom dali odvodiť všetky parciálne poznatky a zákonitosti vedy i náboženstva, a dostávali by sme ich redukciou ako špeciálne prípady z toho „Niečoho"? Ja to samozrejme neviem, ale teraz to nevie asi nikto na svete. Intelektuálna poctivosť mi však prikazuje, aby sme sa o to aspoň pokúsili, a akýsi imperatív mi súčasne intuitívne našepkáva, že **prvým krokom na tejto ceste by malo byť to, aby sme výzvy a inšpiratívne myšlienky astroteológie konečne začali brať vážne!**

6. jún 2005,
Bratislava
IGOR KAPIŠINSKÝ

ZASLÚŽILI SA O ROZVOJ STELÁRNEJ ASTRONÓMIE NA SLOVENSKU

O manželoch Bajcárovcoch, slovenských astronómoch žijúcich v Kanade

Najprv boli spolužiaci na vysokej škole, neskôr kolegovia v práci a následne i manželia v súkromnom živote. Vždy vystupovali ako dvojica, ako tím. Je skoro až neuveriteľné, že počas najaktívnejších pracovných rokov pôsobili stále v tej istej firme alebo organizácii, ba dokonca boli členovia tej istej riešiteľskej skupiny, pracovali v rovnakom oddelení, v tom istom laboratóriu, resp. sedeli v spoločnej kancelárii. Úzko spolupracovali, podieľali sa na plnení rovnakých úloh a pracovných cieľov, ich práca na seba nadväzovala a navzájom sa prelínala. Úspechy jedného sú preto i úspechmi druhého a naopak. Vždy mali dobrý pocit s poctivo vykonanej spoločnej práce a nevyhodnocovali, kto má väčší, resp. menší podiel na splnených úlohách.

Manželia **Irena** rod. **Krčméry** (15. 9. 1929) a **Róbert** (3. 6. 1929) **Bajcárovci,** obaja rodáci z Trnavy, absolvovali štúdium matematiky a fyziky na Prírodovedeckej fakulte Slovenskej univerzity v Bratislave a v roku 1952 nastúpili vedno do práce v Astronomickom ústave Slovenskej akadémie vied na Skalnatom Plese.

Začali sa zaoberať dovtedy u nás málo frekventovanou oblasťou – stelárnou astronómiou. Venovali sa hlavne výskumu svetelných kriviek dlhoperiodických premenných hviezd typu Mira Ceti a následne sa zaoberali štúdiom spektrálnych charakteristík a štruktúrou atmosfér hviezd neskorých spektrálnych typov (G8 – M3) s veľkou priestorovou rýchlosťou.

Popri vedeckej činnosti venovali dostatok času a priestoru aj rozvoju amatérskej astronómie na Slovensku. Významnou mierou podporovali činnosť ľudových hvezdární a astronomických krúžkov. RNDr. R. Bajcár, CSc., uskutočnil na tomto poli odhadom asi 500 astronomických prednášok pre širokú verejnosť hlavne v rekreačných zariadeniach vo Vysokých Tatrách, pani I. Bajcárová zostavila príručku pre činnosť astronomických krúžkov, ktorú v roku 1956 vydal Osvetový ústav v Bratislave. Obaja publikovali množstvo odborných i populárno-vedeckých článkov v rôznych periodikách a veľmi radi a aktívne sa zúčastňovali na astronomických poradách, školeniach, seminároch a konferenciách, kde sa stretávali jednak s profesionálnymi hvezdármi, ale i zanietenými amatérmi.

V druhej polovici šesťdesiatych rokov minulého storočia odišli na dve etapy do Kanady. Najprv v máji 1968 Dr. R. Bajcár, ktorý dostal ponuku prednášať astrofyziku na University of Waterloo, kde sa vzhľadom na politickú situáciu vo vtedajšom Československu rozhodol zostať. V septembri 1968 za ním prišla i manželka Irena so synmi Norbertom a Patrikom. Tu si našli nový domov a plne využili ponúkanú možnosť ďalej pokračovať v činnosti v oblasti stelárnej astronómie a rozvíjať tak prácu započatú v predchádzajúcom období na Slovensku.

V roku 1972 opustili akademické prostredie. Prešli do služieb kanadského priemyslu, kde sa odvtedy až donedávna venovali výskumu a vývoju elektronických súčiastok, fyzike polovodičov a spoľahlivosti elektronických systémov. Medzi ich najdôležitejšie úspechy v tejto oblasti patrí vynájdenie tzv. Black layer štruktúry, ktorá umožňuje čitateľnosť displeja i pri priamom prudkom slnečnom osvetlení.

Vráťme sa však o niekoľko desiatok rokov naspäť a pomocou rozprávania Dr. R. Bajcára si pripomeňme niektoré zaujímavé životné epizódy v jeho, resp. v ich spoločnom živote.

Bajcár: Ako som sa stal astronómom

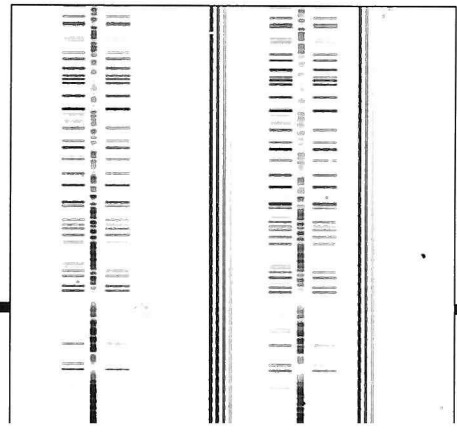
Moja cesta k astronómii sa začala na hodine kreslenia v druhej triede Štátneho gymnázia v Trnave, keď profesor Dr. G. Bakoš v súvislosti s mojimi kresbami jabĺk len tak mimochodom poznamenal, že sa podobajú kráterom na Mesiaci. Zo zvedavosti som sa spýtal, či tie krátery možno aj vidieť. Profesor sa pozrel von oknom, zamyslel sa a pozval ma k sebe na amatérske pozorovanie. Samozrejme, že takúto príležitosť som využil a malým 60 mm refraktorom som prvýkrát detailne videl povrch Mesiaca s väčšími i menšími krátermi. Potom veci nadobudli pomerne rýchly spád, nakoľko som objavil „nový svet".

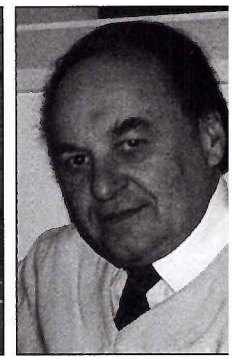
Rozhodovanie však nebolo ľahké a jednoduché. Na jednej strane stál môj dovtedajší hlboký a aktívny záujem o literatúru a poéziu a na druhej strane sa teraz objavil tajomný svet astronómie a fyziky. A tak môj čas bol rozdelený medzi prvé pokusy písať verše a krátku prózu a štúdium populárnovedeckých astronomických kníh a časopisov. Toto rozdvojenie viedlo k tomu, že hoci v kvinte som sa zapísal na tzv. klasickú vetvu (štúdium latinčiny a gréčtiny), s rovnakým záujmom som sa venoval i matematike a fyzike.

V povojnových rokoch sa v Trnave zorganizovala okolo profesora G. Bakoša malá skupina záujemcov o astronómiu a v rámci skromných možností sme pozorovali meteory (štatistika), Slnko (slnečné škvrny, Wolfovo číslo) a experimentovali sme s astrofotografiou. Avšak od novembra 1947, keď odišiel profesor G. Bakoš do Holandska, činnosť tejto skupiny ochabla.

Pred maturitou (1948) som sa musel rozhodnúť, čo ďalej. Lákala ma matematika, fyzika, astronómia, ale aj filozofia a literatúra boli silným magnetom. Po porade v rodine, po mnohých debatách so svojimi pedagógmi, ale najmä po úprimnom a otvorenom rozhovore s profesorom Kusým, ktorý dobre poznal moje politické a náboženské názory, rozhodol som sa pre fyziku a astronómiu. Pri mojom výbere zohralo veľkú úlohu i to, že na maturitnom vysvedčení som mal z fyziky nielen „výborný", ale aj uznanie „V tomto predmete vynikal", čo sa v rámci celej republiky dávalo iba veľmi zriedkavo.

Takýto podkladový materiál mali k dispozíci začiatkom päťdesiatych rokov minulého storočia na Skalnatom Plese I. a R. Bajcárovci. Ide o časť dvoch spektier HD 23249 (KO IV) – v oblasti okolo 4000 angströmov. Na negatíve je aj porovnávacie spektrum železa a fotometrická kalibrácia.





Irena Bajcárová a RNDr. Róbert Bajcár, CSc.

Na moje veľké prekvapenie, hneď po zápise do prvého semestra vysokej školy ma vymenovali za demonštrátora a neskôr pomocnú vedeckú silu na Astronomickom ústave Slovenskej univerzity. V tom čase nám astronómiu prednášal Dr. A. Bečvář (raz za dva týždne prichádzal do Bratislavy zo Skalnatého Plesa), s ktorým som strávil veľa hodín v užitočných a plodných rozhovoroch.

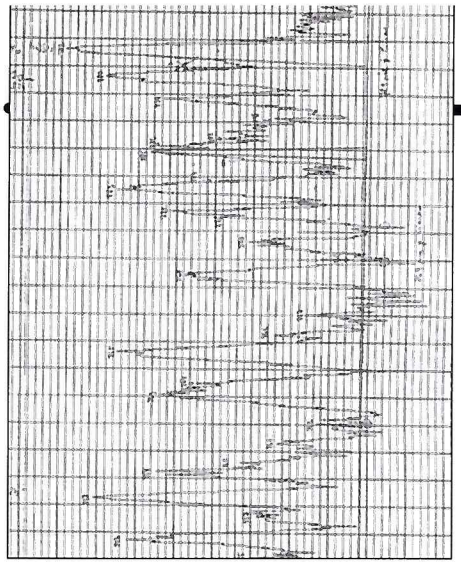
Rozhodli sme sa pre stelárnu astronómiu

Po ukončení štúdia matematiky a fyziky na Prírodovedeckej fakulte Slovenskej univerzity v Bratislave v roku 1952 sme spolu s Irenou Krčméry dostali pozvanie od doc. Dr.V. Gutha, vtedajšieho riaditeľa Astronomického ústavu Slovenskej akadémie vied na Skalnatom Plese, pracovať na ústave. Bola to pre nás veľká pocta a ponuku sme samozrejme s radosťou prijali. Nakoľko toto pracovisko bolo známe predovšetkým výskumom medziplanetárnej hmoty (kométy, meteorická astronómia – doc. Dr. V. Guth, Dr. Ľ. Pajdušáková, Dr. Ľ. Kresák, Dr. M. Kresáková-Vozárová, Dr. R. Šáškyová-Podstanická a iní), bol v rámci rozšírenia činnosti prijatý náš návrh (ako mladých, ambicióznych posíl), venovať sa stelárnej astronómii.

Naše začiatky však neboli ľahké a jednoduché. Pre nedostatok priestorov na Skalnatom Plese pracovňu sme si museli zriadiť vo vile Tatry v Tatranskej Lomnici, kde bolo administratívne centrum ústavu. Nemali sme potrebnú pozorovaciu techniku, chýbali prístroje na vyhodnocovanie materiálov a podklady na činnosť sme získavali hlavne z archívu ústavu a čiastočne tiež z iných observatórií. Výsledkom boli veľmi jednoduché práce o sekundárnom maxime vo svetelných krivkách premenných hviezd a pomerne rozsiahly program prípravy mapiek okolia premenných hviezd do 11 magnitúdy od severného pólu po –20 stupňov deklinácie (s jasnosťami, polohami, farebným indexom a spektrami porovnávacích hviezd).

Všetky materiály boli pripravené, no, žiaľ, vtedajšia tlačiarenská technika nebola schopná verne reprodukovať potrebné detaily mapiek, resp. na predbežne vytlačených mapkách sa objavovalo veľa „falošných hviezd" a práca preto nemohla byť publikovaná.

Svoju profesiu sme i napriek všetkým prekážkam a úskaliam robili s obrovským nadšením a odhodlaním. Boli sme taktiež povďační za pomoc a podporu kolegov z astronomického ústavu, ale i nie-



Jeden z prvých fotometrických záznamov spektra K hviezd z roku 1952 i s autentickými poznámkami I. Bajcárovej.

ktorých ďalších z iných pracovísk. Veľmi nám pomohol napríklad doc. Dr. L. Perek, DrSc., tým, že po návrate zo študijného pobytu na Mount Palomare v USA priniesol pre nás bohatú kolekciu spektrogramov hviezd spektrálnych typov G8 – M2 s veľkými priestorovými rýchlosťami (disperzia 18Å/mm). To nám umožnilo prechod od premenných hviezd k štúdiu spektier, hviezdnych atmosfér, ich štruktúry, chemického zloženia, kriviek rastu a pod. Neskôr bola táto kolekcia doplnená ďalšími spektrogramami (disperzia 2,4Å/mm).

Cesta do Kanady

Koncom roka 1967 som dostal pozvanie (predbežne na jeden rok) z National Research Council of Canada pracovať a prednášať astrofyziku na University of Waterloo, Waterloo, Ontario v Kanade. V tom čase mala táto univerzita okolo 15 000 študentov a astronómia bola časťou Department of Physics. K pozvaniu patril aj prísľub zriadenia samostatného Department of Astronomy.

Pozvanie za železnú oponu nebolo pre vtedajšiu riaditeľku AÚ SAV na Skalnatom Plese Dr. Ľ. Pajdušákovú veľmi príjemné prekvapenie a jej prvá energická reakcia bola: „Nikam nepôjdeš! Viem veľmi dobre, aký máš vzťah k nášmu socialistickému zriadeniu, a viem si tiež predstaviť, čo by si tam robil." Našťastie rok 1967 a zvlášť prvá polovica roku 1968 boli roky „odmäku" komunizmu a po dlhšom naťahovaní na SAV, politických orgánoch a na iných „kompetentných" miestach som nakoniec povolenie na cestu dostal. Zo Slovenska som odišiel 22. mája 1968 s „podmienkou" z mojej strany, aby v čo najkratšom čase mohla za mnou prísť i moja manželka Irena a synovia Norbert a Patrik.

V Kanade som začal prednášať astrofyziku (atmosféry hviezd) najmä v tzv. graduate programm a okrem toho som pokračoval v analýzach spektier hviezd s veľkými priestorovými rýchlosťami (spektrogramy – disperzia 12 Å/mm som získaval na David Dunlap Observatory, Toronto, kde som tiež v roku 1970 kratší čas pracoval). Zvláštny záujem som venoval vývoju hviezd neskorých spektrálnych typov, pozornosť som sústredil taktiež na štúdium spektier hviezd typu K a riešil som problém výskytu technécia, ktoré má relatívne veľmi krátky čas rozpadu, v atmosférach a spektrách hviezd.

Keď v auguste 1968 sovietske vojská a ďalšie armády Varšavskej zmluvy napadli, resp. „prišli zachrániť" vtedajšie Československo, manželka so synmi hneď koncom augusta opustila republiku a v prvých dňoch septembra pricestovala za mnou do Kanady.

Začiatkom sedemdesiatych rokov sa ekonomické možnosti univerzity zhoršili a bolo mi jasné, že pôvodná veľkorysá myšlienka zriadenia samostatného Department of Astronomy sa nebude dať zrealizovať. Začal som sa preto obzerať okolo a hľadať uplatnenie inde. Jeden semester som ešte prednášal matematiku – algebru, ale nebolo to ono. Roku 1972 som sa preto rozhodol opustiť akademické prostredie a predsavzal som si presadiť sa v priemysle.

Rekvalifikácia na odborníka v elektronike

Prechod do kanadského priemyslu bol podmienený preorientovaním sa z astrofyziky na fyziku (fyzika polovodičov, elektronika, teória merania atď.). Výhodu som mal v tom, že môj pôvodný základ bol vo fyzike. A tak som urobil potrebné skúšky na univerzite, najmä vo fyzike polovodičov a získal som okrem iného plnú kvalifikáciu kanadského inžiniera a niektoré ďalšie „potrebnosti" k plnému zapojeniu sa do priemyslu.

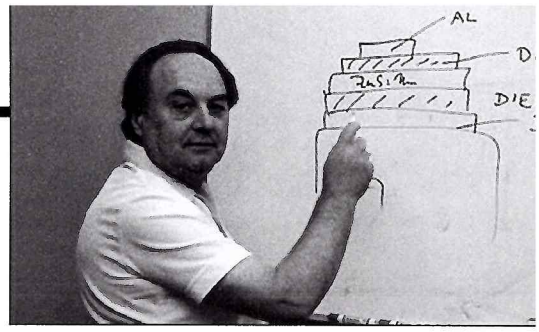
Od začiatku som sa orientoval na fyzikálne problémy v elektronike, napríklad na fyziku polovodičov, fotometriu, kolorimetriu, spektrálnu analýzu televíznych obrazoviek, teóriu videnia, testovanie spoľahlivosti a životnosti elektronických súčiastok a celých systémov najmä v kritických uplatneniach, napr. v letectve, kozmonautike, zdravotníctve a vojenskom priemysle. Časťou tejto práce bol aj vývoj, navrhovanie a prototypová výroba polovodičových obvodov a komplexov (napr. polovodičové hybridné obvody a súčiastky). Zastával som rôzne pozície – hlavný inžinier, vedúci laboratórií, poradca pre vesmírne programy a i.

V období rokov 1982 – 1985 sme sa spolu s manželkou podieľali na rozsiahlom programe výskumu a vývoja elektrooptických displejov prakticky všetkých typov (LCD, plazma, FE displej, magnetooptické, CRT, TFEL, LED atď.) pre spoločnosť Litton systems (USA a Canada). Získané poznatky a skúsenosti viedli k tomu, že v roku 1985 sme založili podnik na výskum, vývoj a výrobu Thin Film ElektroLuminiscenčných (TFEL) displejov – LUXELL TECHNOLOGIES INC, a okrem starostí o výskum a vývoj som sa stal prezidentom tohoto podniku. V r. 2001 som sa zo zdravotných dôvodov vzdal tejto významnej pozície, ale zostal som členom Správnej rady podniku a odborným poradcom.

Niekoľko slov o Black layer

Veľkým problémom „normálnych" elektronických displejov (a televízorov) najmä v kritických aplikáciách (napr. v letectve) je, že nie sú dobre čitateľné pri priamom prudkom slnečnom alebo umelom osvetlení. Práve špeciálnou vlastnosťou displejov, ktoré sme vyvinuli a patentovali, je to, že sú čitateľné vo všetkých svetelných podmienkach, teda

Účastníci medzinárodného sympózia IAU v Tatranskej Lomnici v roku 1967. Dr. R. Bajcár, CSc., stojí v strednom rade tretí sprava. Vedľa neho (druhý sprava) je jeho kolega z AsÚ Dr. J. Tremko, CSc.



Dr. R. Bajcár, CSc., vysvetľuje princíp Blacklayer štruktúry vedeckému tímu pracovníkov v podniku Luxell.

v úplnej tme, ale aj pri najprudšom slnečnom osvetlení. Umožňuje to tvz. Black layer štruktúra, ktorú som vynašiel. Princíp je v tom, že do displejov sa vkladá tenkovrstvová štruktúra pracujúca na báze deštruktívnej interferencie dopadajúceho svetla. Výsledkom je potom vynikajúca čitateľnosť displeja i pri priamom osvetlení prudkým slnečným alebo umelým svetlom. Tento patent našiel široké uplatnenie hlavne v kritických použitiach – vo vesmírnom výskume, v letectve, vo vojenskom priemysle, v zdravotníctve, v meteorológii a v mnohých ďalších oblastiach ľudskej činnosti. Black layer technológia je používaná v displejoch (TFEL, OLED atď.) a v systémoch vyrábaných Luxell Technologies Inc., licencovaná viacerými výrobcami displejov a komunikačných systémov pre náročné použitia.

Stará láska nehrdzavie

Ako som už skôr spomenul, moja pôvodná študentská láska a záľuba bola literatúra. Profesor Vavrovič, ktorý ma na gymnáziu učil slovenčinu, mal pre moje prvé pokusy v oblasti poézie a krátkej prózy veľké pochopenie. Usmerňoval moje písanie a sledoval, ako sa mi darilo publikovať krátke príspevky v časopisoch. Veľkým povzbudením pre mňa bola Cena mesta Trnavy, ktorú som získal za divadelnú hru ešte kedysi v septime.

Avšak zápis na Prírodovedeckú fakultu Slovenskej univerzity v Bratislave a neskôr práca v astronómii určili, že svoju literárnu činnosť som odložil na neskoršie. Hodne neskoršie.

Tak sa stalo, že až koncom deväťdesiatych rokov minulého storočia, zhruba po päťdesiatich rokoch, som sa k poézii a próze znovu vrátil. Najprv to boli veci v internetovej Slovakii, potom pravidelné úvahy, krátke prózy a zamyslenia v novinách Kanadský Slovák. Napriek ťažkostiam, ktoré spôsobovala veľká vzdialenosť medzi Kanadou a Slovenskom, snažil som sa nadviazať čulejší styk. V roku 2004 som sa svojimi prácami zúčastnil celoslovenskej súťaže Slovenského učeného tovarišstva a získal som cenu Primátora mesta Trnavy za poéziu. Zatiaľ vrcholom mojej literárnej činnosti je napísanie knihy Návraty, ktorú vydalo Hnutie kresťanských pedagógov Slovenska v Trnave. Obsahuje myšlienky, zamyslenia a básne z posledných rokov.

Z rozprávania RNDr. Róberta Bajcára, CSc., som sa snažil vybrať tie najdôležitejšie a najzaujímavejšie okamihy, ktoré najlepšie charakterizujú život, prácu a poslanie jeho samotného a jeho pani manželky Ireny Bajcárovej. Čitatelia majú možnosť oboznámiť sa s dvoma osobnosťami slovenskej a svetovej vedy. Svoju vedeckú dráhu začali na Slovensku, pokračovali v nej a rozvíjali ju ďaleko vo svete, v Kanade. Podali dôkaz o tom, že niekde v strede Európy žije malý národ, ktorý dokáže vychovať a dať svetu osobnosti, schopné a ochotné nemalým podielom prispievať k pokroku vo vývoji celej ľudskej spoločnosti.

SPRACOVAL: Mgr. PETER POLIAK

Stonehenge versus rondely

I když mladší než první rondely, významem asi jedna z nejdokonalejších pravěkých observatoří – Stonehenge nám může pomoci odhalit znalosti „rondelových" astronomů. Tato megalitická observatoř bude pro nás jakousi srovnávací rovinou dalších úvah.

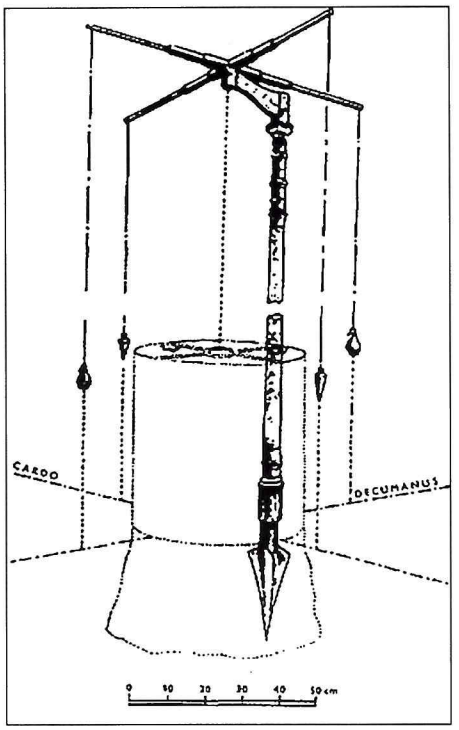
Srovnávání se Stonehenge není náhodné. Je dost pravděpodobné, že „henge" jsou dalším vývojovým článkem sociokultovní architektury, jejímž předchůdcem rondely mohly být (Podhorský 1988, 227). Za přechod od rondelů k „henge" bychom mohli považovat první fázi budování Stonehenge z doby koleni 3000 př. Kr. (Podhorský 1988, 227), kdy v areálu obehnaném valem a příkopem chyběly věnce menhirů. Vstup do areálu v severovýchodním směru byl pravděpodobně osazen dřevěnou brankou, která byla též součástí některých rondelových palisádových vstupů, např. v rondelu v Těšeticích-Kyjovicích, okr. Znojmo (dále jen T-K).

Je nepochybné, že astronomické znalosti stavitelů Stonehenge musely být pokročilejší než stavitelů rondelů. Na rozdíl od „henge", kde se můžeme v astronomické interpretaci těchto kultovně – kalendářních objektů opřít kromě geografické orientace vstupů také o menhiry, u rondelů zůstávají záchytným astronomickým prvkem pouze vstupy, u některých pravděpodobně záměrně orientované k východům a západům kosmických těles. Můžeme se domnívat, že i členěné palisády mohly mít pravděpodobně záměrnou funkci astronomických vizírů, jakou měly menhiry. Pomocí záměr daných průhledy menhirových bran pak bylo ve Stonehenge možné pozorovat východy a západy Slunce ve významných bodech slunečního kalendáře – o slunovratech a rovnodennostech.

Stonehenge představovala na svou dobu velice dokonalý astronomický, chronometrický systém, propracovaný a strukturálně vylepšovaný. Sloužila k pozorování cca 1500 let, měla dvě astronomické fáze, využívající uvnitř knihového valu odlišnou soustavu kamenných vizírů, sloužících ale ke stejnému účelu pozorování důležitých východů a západů Slunce a Měsíce pro kalendářní účely.

Stavitelé Stonehenge se tedy nezaměřili pouze na pozorování slunovratových a rovnodennostních východů a západů Slunce, ale soustředili se i na pozorování východů a západů měsíčních úplňků v mezních deklinacích, nejbližších slunovratům a rovnodenostem (Riikl 1967, 38). Z pozorování kolísání východů a západů Měsíce po obzoru v periodě 18,6 let sledovali nepřímo, aniž by si to uvědomili, ztáčení měsíční uzlové přímky. Tím bylo možné de facto předpovídat zatmění Slunce a Měsíce. Zůstává v rovině hypotéz, zda toho bylo využito.

Stone-henge a „henge" obecně můžeme srovnávat s rondely nejen podle některých shodných architektonických znaků, ale i z hlediska astronomie. Základní rozdíl je v délce existence objektů a tudíž v délce konání astronomických pozorování. Oproti Stonehenge životnost rondelů byla jen desítky let. Na druhé straně při poměrně vysokém počtu dosud objevených rondelů se „rondeloví astronomové" museli vypořádávat se stále novými terénními skutečnostmi, které na ně při zakládání těchto objektů čekaly. Museli s předstihem konat pozorování kosmických těles a sladit jejich východy, případně i západy s vhodnými dominantami terénu, tzn. že budování jednotlivých rondelů, u kterých předpokládáme chronometrickou funkci, předcházela astronomicko-geografická prospekce. Vyznačovala se velkou praxí jejich provozovatelů. Při krátké životnosti rondelů a vzhledem k jejich počtu můžeme předpokládat vznik školy „rondelové astronomie".



Obr. 6. **Rekonstrukce gnomy v Museo Nazionale v Neapoli (podle E. Procházky).**

Obzorová astronomie

Jaké kosmické objekty mohli pozorovat astronomové z rondelů a využívat je pro kalendářní účely? Bylo to Slunce, Měsíc, hvězdy, souhvězdí? (Rajchl 1999, 257.) Vyčerpávající odpověď na tuto otázku bude vyžadovat delší čas. Nyní můžeme říci, že s velkou pravděpodobností využívali Měsíc a Slunce, pravděpodobně i cirkumpolární hvězdy v tzv. obzorové astronomii, tzn. soustředili se na pozorování jejich východů a západů ve vztahu k obzoru, tedy ve vztahu východ – zrození a západ – zánik. Vše bylo přeneseno na dění na obzoru, zde se odehrávalo očekávání věčného návratu slunovratů, sledování extrémních východů a západů měsíčního úplňku. Astronomické vizíry mohly být tvořeny (srov. Rajchl 1999, 257):

- vstupy do rondelů (přesněji řečeno jejich osami, signalizovanými značkami),
- záměrným prvkem (kulem, brankou) uvnitř rondelu, nebo vně,
- jedním nebo více záměrnými prvky uvnitř rondelu, druhým záměrným prvkem tvořeným terénní dominantou nad níž vycházelo či zapadalo kosmické těleso. Takovou dominantou mohly být Pavlovské vrchy, kopce u Miroslavi, kopec Leskoun u Vedrovic, kóta „U mlýnku" před rondelem v T-K apod.,
- záměrné prvky uvnitř rondelu mohly tvořit palisády, otvory v palisádách, jejich ukončení; vrcholy palisád mohly definovat umělý horizont,
- kombinací předešlých možností,
- orientace pomocí stínu vrženého Sluncem (v protikladu k obzorové astronomii).

V Egyptě, kde blízkost pouště nedovoluje větší oblačnost, byly hodně používány gnomony a sluneční hodiny. Vzhledem k časté oblačnosti na našem území se používání orientace pomocí stínů v rondelové astronomii nezdá tolik reálné, i když se obecně v době výstavby prvních rondelů gnomonů již používalo (v Egyptě, Babylonii, Číně a Indii již v období kolem roku 6000 př. Kr.). Jsou spory, zda gnomony v nejstarších dobách měřily čas, nebo byly používány k určování světových stran (Příhoda 1983, 118). Pokud byly gnomony použity v rondelové astronomii, potom nebyly jedinou metodou pozorování, ale byly využívány v kombinaci s obzorovou vizírovací astronomií. Je však dost pravděpodobné, že k prostorové orientaci rondelů mohly být použity také některé hvězdy nejbližší severnímu světovému pólu – hvězdy cirkumpolární.

Hvězdy jako majáky prostorové orientace?

Jako vzor pro dokumentování astronomické funkce rondelů použijme T-K rondel. Z. Weber (1985, 37, 38) uvádí, že by v době existence tohoto rondelu mohla být používána jako Polárka hvězda **Eldsich**, ze souhvězdí Draka, která byla v období kolem roku 4500 př. Kr. blízko severního světového pólu. Deklinace hvězdy dobře koresponduje s azimutem odchylky severojižní osy rondelu. Tato odchylka je ale vyjádřením úhlové vzdálenosti hvězdy Eldsich od severního pólu při její západní elongaci, nejde tedy o její kulminaci v místním poledníku, jdoucím středem rondelu (rovina místního poledníku prochází místem pozorování, nadhlavníkem a jižním bodem). Je tedy otázka, zda byla tato hvězda brána v úvahu jako **„Polárka neolitu"**; možná pro hrubou orientaci, ale při přesném určování severu by musela být pozorována při průchodu místním poledníkem. Indicie o vytýčení tohoto poledníku v rondelu nebyly zatím nalezeny. Je otázka, proč nebylo použito postavem hvězdy při její východní elongaci, tj. při největší úhlové vzdálenosti od pólu ve východním směru. V tom případě by azimut rondelu měl kladnou hodnotu.

Hvězda Eldsich měla větší úhlovou vzdálenost od severního světového pólu než současná severka, nejjasnější hvězda Velkého vozu, jejíž vzdálenost od poluje menší než 1°, tzn. že nepozorujeme-li současnou Polárku při jejím vrcholení v poledníku, ale v elongaci, dopustíme se jen malé chyby v určení místního poledníku; ta by byla zanedbatelná a v toleranci vytyčovací přesnosti

rondelových stavitelů. Při vytýčení poledníku kulminací hvězdy bylo nutno znát kratší časové úseky – minuty, což je obtížné předpokládat u stavitelů nejstarších rondelů. Je možné se tedy domnívat, že mohla být použita metoda jednodušší, používaná při orientaci pyramid, kterou mohli rondeloví astronomové zvládnout. Tou je stanovení severu jako středu azimutů vycházející a zapadající hvězdy. Bylo nutno použít hvězdy, které mizí jen krátce pod obzor, nebo jen v atmosférickém oparu nad obzorem, hvězdy cirkumpolární, neboli hvězdy obtočnové. K přesnější orientaci stačilo použít jasnou cirkumpolární hvězdu, její východ a západ signalizovat vůči obzoru a vzdálenost obou míst rozpůlit.

Co rozumíme slovem obzor?

Nemusí zde jít o obzor daný terénem, ale pokud možno o vodorovnou rovinu danou např. vrškem palisádových ohrad uvnitř rondelu. Bohužel, jak pojednáme dále, v námi zkoumaných rondelech se zatím orientaci, která by zajišťovala směr místního poledníku osami vstupů, nepodařilo objevit.

Obecnější pohled na geografickou orientaci rondelů a určité potvrzení našich předešlých úvah nám umožní kruhový histogram orientací os rondelových vstupů *(obr. 5)*, který vychází z údajů orientace zpracované Z. Horským (1986, 85) a doplněné V. Podhorským (1988, 272). Naše tabulka *(na straně dole)* zahrnuje ještě další 4 rondely, jejichž azimuty os vstupů byly odměřeny z plánů poskytnutých V. Podhorským.

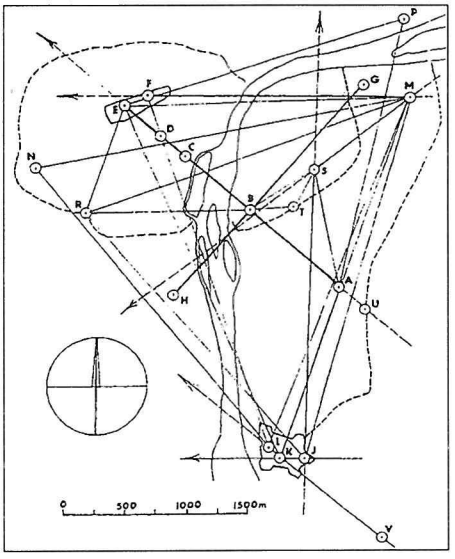
V histogramu je orientace os vynesena v intervalu 5° a ke statistice četnosti os vstupů v jednotlivých intervalech je uvažovaná pouze orientace východní a severní větve. Toto omezení si vyžádala přehlednost histogramu. Pouze u rondelu v Šumících, okr. Znojmo, je uveden západně orientovaný vstup; byl vybrán jako jeden z nejpravděpodobnějších možných vstupů objevených geofyzikální prospekcí. V histogramu jsou naznačeny také východy a západy důležitých východů a západů Slunce a Měsíce v mezních deklinacích nejbližších slunovratům a rovnodennostem. Graf je pouze orientační, protože neuvažuje rozdíl zeměpisných šířek jednotlivých rondelů, tím zanedbává pro jednotlivé rondely přesné východy a západy významných poloh Slunce a měsíčních úplňku. Jejich azimuty byly vypočteny pro zeměpisnou šířku T-K.

Z histogramu zjistíme, že kolem severu je „okno" v intervalu cca 175° až 185°, tedy v rozsahu zhruba 10°, kam nemíří žádná severojižní osa vstupů. Z toho vyplývá důležitý fakt, který jsme ukázali u T-K, že vstupy do rondelů nebyly budovány tak, aby vytyčovaly směr místního poledníku. Logicky se potom musíme ptát, zda orientace k severu byla vůbec prováděna, a zda 10-ti stupňový interval tedy představuje chybu, které se mohli rondeloví astronomové před 7500 lety při tehdejších možnostech při vytýčení poledníku dopustit. Je ale možné, ba pravděpodobné, že v rondelu byl místní poledník fixován jinak než vstupy; potom by orientace severojižní osy vstupů mohla mít jiný význam.

Problém: orientace vstupů do rondelů

Abychom úvahy o orientaci rondelů podepřeli věcnými argumenty, podívejme se na dva příklady orientace z mladší doby, protože z doby, v níž se naše úvahy pohybují, spolehlivých příkladu nemáme.

„Etruskové vytyčování základní orientace města prováděli takto. Cardo čára vedena od severu přes nadhlavník k jihu ve směru místního poledníku a kolmice zvaná decumanus směr východozápadní. Tím byly naznačeny nejen světové strany, ale i zdánlivý pohyb Slunce po obloze od východu k západu. V následující části obřadu byla vyorána kolem středu brázda, označující obvod budoucího města s valy, tzv. pomerium. Vznikl tak pomyslný astronomicky orientovaný kříž v kruhu, určující vnitřní uspořádání města", uvádí M. Špůrek (1990, 74). Měření bylo prováděno tzv. gnomou, která je též etruského původu: „Sestávala se ze svislé tyče, asi 2 m dlouhé, s horizontálně umístěným rovnoramenným křížem na vrcholu. Na konci ramen kříže byly zavěšeny olovnice, které vytvářely dvě vzájemně kolmé záměrné roviny." *(obr. 6)* (Honl-Procházka 1981, 56). Můžeme uvažovat, že podobným způsobem byla provedena geografická orientace rondelu: nejdříve byl vytýčen místní poledník jdoucí středem rondelu a potom směr kolmý k němu, to znamená západovýchodní, i když – jak jsme již několikrát uvedli – žádná severojižní osa vstupů uvedených rondelů nerespektuje rovinu poledníku.



Obr. 7. **Zákonitosti rozmístění významných románských, převážně církevních staveb na území pozdější gotické Prahy. A – rotunda sv. Štěpána (později Longina). B – rotunda sv. Kříže. C – malostranská věž bývalého Juditina mostu. D – kostelík sv. Martina v Podhradí. E – bazilika sv. Víta. F – bazilika sv. Jiří. G – kostel sv. Klimenta v Klimentské ulici. H – zbořený kostel sv. Filipa a Jakuba na Smíchově. J – rotunda sv. Martina na Vyšehradě. K – kostel sv. Vavřince na Vyšehradě. L – kostel sv. Petra a Pavla na Vyšehradě. M – kostel sv. Petra na Poříčí. N – kostel P. Marie na Strahově. P – kostelík sv. Klimenta v Holešovicích. R – kostelík sv. Vavřince na Petřině. S – kostel sv. Havla na Starém Městě pražském. T – kostel sv. Martina Ve zdi. U – kostelík sv. Jana na Bojišti. V – rotunda sv. Pankráce. (Podle M. Špůrka)**

Nejen geografická, ale i astronomická orientace, jako další typ orientace, byla pravděpodobně vytvořena i v románské a gotické Praze *(obr. 7)* (Špůrek 1990, 77 – 91). Můžeme se však domnívat, že původ tohoto systému je daleko starší, než to předpokládá M. Špůrek. Praha – město-kalendář vznikl propojením románských a gotických sakrálních staveb slunovratovými liniemi tak, že cardo směřovalo severní větví na západ Slunce o slunovratu letním a v opačném směru na východ Slunce o slunovratu zimním. Kolmá osa – decumanus tvořila opět slunovratovou přímku, jejíž severovýchodní směr směřoval na východ Slunce o letním slunovratu a jihozápadní větev na západ Slunce o slunovratu zimním. Ke křížení obou os výmluvně došlo v rotundě sv. Kříže. Podle tohoto kalendářního systému byly orientovány ulice Starého města pražského.

Je zde i kříž prostorové orientace ke světovým stranám, tvořený opět liniemi mezi sakrálními románskými i gotickými stavbami. Jestliže tyto pražské orientační systémy představovaly ve své době spíše astrálně kultovní symboliku, pak u rondelů splňovaly kromě jistě důležité kultovní stránky také funkci účelově související se stanovením astronomických termínů zemědělských prací, na jejichž správném určení závisela mnohdy obživa celého společenství.

Uvedli jsme dva způsoby orientace, podle kterých mohly být orientovány také rondely. Jak se oba způsoby projeví v orientaci vstupů, to nám ukáže kruhový histogram *(obr. 5 v Kozmosu č. 3)*. Systém orientace ke světovým stranám je v histogramu zastoupen pouze západovýchodní osou – decumanem, cardo – severojižní osa – chybí. U druhého typu, chronometrického, jsou obě osy, zachovávající kolmé křížení, systémem pohyblivým v azimutu, což je zásadní rozdíl od systému prostorové orientace.

Je otázka, zda na rozdíl od orientačního kříže pražského jsou obě osy rondelových vstupů kalendářní. Pokud je cardo orientováno v mezích ± 40° od severu (tato hodnota platí pro východ nejsevernějšího úplňku na obzoru pro T-K rondel, u ostatních uváděných rondelů se bude vzhledem k odlišné zeměpisné šířce o něco málo lišit), pak není orientována na východ nebo západ Slunce či Měsíce, protože v tomto intervalu ani jedno z těchto těles nevychází, ani nezapadá. Když orientace decumana překročí tento interval, stává se nejprve chronometrickou osou, ve smyslu orientace na Měsíc, protože se dostává do azimutu nejsevernějšího východu nebo západu měsíčního úplňku, potom jižněji dosáhne směru obzorové polohy slunovratového Slunce.

Otázka orientace os rondelových vstupů byla diskutována V. Podborským (1988, 271) v souvislosti s metodou Z. Horského (Horský 1986, 85), který zavádí kladný a záporný azimut S-J osy

Lokalita	*Azimut*)*		*Úhel intersekce spojnic vchodů*
	S–J	*V–Z*	
Běhařovice	185°	277°	92°
Křepice	231°	322°	91°
Kuřim	220°	–	–
Šumice	30°	–	–

*) Azimuty v tabulce jsou počítány od jihu směrem přes západ.

rondelu, podle kterého rondely rozlišuje. Pokud přesáhne 45° stupňů, tak se podle V. Podhorského (1988,275) mění severní osa na východní osu. „Tu však vyvstává dilema: azimut přesahující 45° by nutně změnil zeměpisný smysl vstupu." Souhlasím s tímto závěrem s tím, že hodnotu 45° stupňů omezíme v případě T-K na 40°, kdy kromě zeměpisného smyslu se mění i smysl chronometrický, tedy z možné záměry na hvězdy vzniká záměra na duležité východy Slunce a Měsíce v úplňku.

Např. archeologická rekonstrukce částečně zachovalého rondelu v Křepicích, okr. Znojmo, předpokládá orientaci vstupů tak, že cardo min jižní větví na východ nejjižnějšího úplňku, severní pak na západ nejsevernějšího úplňku a decumanus východní větví na východ Slunce o letním slunovratu a západní větev směřuje na západ Slunce o slunovratu zimním. Směry byly odměřeny z plánu rondelu poskytnutého V. Podborským. U chronometrické orientace je největší četnost směrů *(obr. 5)* decumana v intervalu 255°–280°, tzn. v intervalu ohraničeném zhruba východy úplňku v mezních deklinacích nejbližších rovnodennostem. Obě osy T-K rondelu jsou orientovány do maxim os, znamená to tedy, že orientace rondelu patří k nejčastěji používaným orientacím.

Bylo již řečeno, že cardo v intervalu ±40° od severu mohlo být orientováno na východ nebo západ hvězdy, např. již zmíněné hvězdy Eldsich v T-K. V rondelu v Bučanech na Slovensku to měla být Vega, která byla v období kolem 3800 př. Kr. cirkumpolámí hvězdou, vycházející v oparu ve výšce 5° – 8° nad obzorem (Karlovský 1999, 117 až 119). S přechodem přes 40° hranici dochází k přechodu z astronomie hvězd na astronomii obzorovových východů Slunce a Měsíce (tím ale není řečeno, že i zde nemohlo být používáno hvězd ke kalendářním účelům). Situace se ještě více zkomplikuje, když budeme zkoumat geografickou orientaci rondelů s jiným počtem vstupů, než jsou čtyři. Z kruhového histogramu *(obr. 5)* vyplývá, že mladší rondely mají méně vstupů, dochází tedy k zániku orientačního kříže vedeného vstupy do rondelů.

Zdánlivě „nejpřesnější" orientaci carda k severu mají nejstarší rondely, jejichž decumanus je v maximu orientován v okolí směru východu jako světové strany. Přesný západovýchodní směr, jako světové strany je respektován již méně. Slunovratově orientované osy vstupů se vyskytují minimálně, což vede v souladu s tvrzením V. Podhorského (1988, 101), že v rondelech byla provozována agrární astronomie, tzn. pozorování kosmických těles se soustředilo nad východním obzorem, tj. v období zemědělských prací. U mladších rondelů se cardo stáčí k východu *(obr. 5)*.

V egyptských textech, které hovoří o astronomickém zaměřování jsou výrazy, vyskytující se ve hvězdných tabulkách „ér" *a* „ak"; „ak" má význam prostředku, „ér" zase ideu vzestupu (Polák 1952, 179). Obě slova znamenají střed dráhy, tj. v nejvyšší výšce nad obzorem, v tzv. kulminaci. „Můžeme se tedy domnívat, že Egypťané vytyčovali směr meridiánu na severku při jejím vrcholení" (Polák 1952, 177). Hvězda tedy při svém východu, zrodu, dosáhne svého vrcholu, aby se potom blížila k svému zániku k obzoru. Byl snad noční oblouk zdánlivé dráhy hvězdy kolem pólu určovatelem nejen severu, ale v časové zkratce také znázorněním koloběhu života?

Nepředstavuje tedy severovýchodní osa rondelu spíše ideu zrození, života a smrti v průběhu noci? A nebylo proto vytýčení severojižních vstupů do rondelu spíše symbolickým aktem, směřujícím k místu na obloze, kde se nad obzorem odehrával zrod a zánik velkého množství hvězd v průběhu noci? Doba mezi „zrozením" Slunce a Měsíce a jejich „zánikem" je mnohem delší.

Kalendářová tělesa: časová, nebo i prostorová orientace?

Hlavními protagonisty obzorového kalendáře v rondelech bylo Slunce a Měsíc. Domnívám se, že nazýváme-li rondely chrámy Slunce, křivdíme tím trochu Měsíci. Měsíční úplňky mohly mít úlohu návěští příchodu slunovratu a rovnodenností pro zemědělské práce.

Měsíc má oproti Slunci výhodu, že pro kalendářovou astronomii má význam nejen změna azimutu jeho východu či západu, ale také změna tvaru. To znamená, že Měsíc sám svým tvarem, čili fází, upozornil, že se blíží k úplňku, a je třeba sledovat, kde vyjde, nebo zapadne, což Slunce neumožňovalo. Proto, podle mého názoru, hrál Měsíc důležitou úlohu v astronomii doby rondelů. Rozděloval svými lunacemi sluneční rok na menší časová období, ale svými východy v mezních deklinacích nejbližčích slunovratům a rovnodenostem také delší, 18,6ti letou periodu.

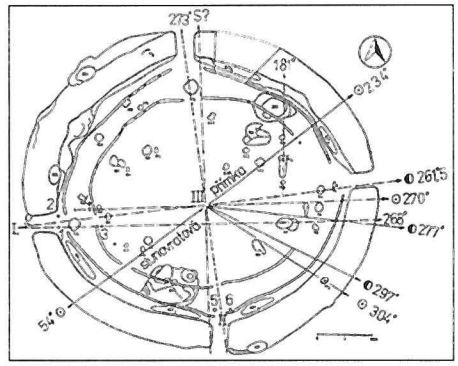
Vraťme se opět k T-K rondelu. Jeho umístění v krajině vzhledem k terénním dominantám bylo s velkou pravděpodobností úmyslně voleno tak, aby vyhovovalo pozorování kosmických těles pro účely kalendářní funkce. Ve Weberově interpretaci (Weber 1985, 23 – 39) by mohly být v tomto rondelu obsaženy směry na východ a západ Slunce o zimním a letním slunovratu a východy a západy měsíčních úplňku nejbližší slunovratům. Západy Slunce a Měsíce vzhledem ke špatné viditelnosti na západní obzor jsou méně pravděpodobné.

Ztotožníme-li se se závěry astronomického výzkumu Z. Webera, mohli bychom s určitou pravděpodobností konstatovat, že důležité astronomické směry na východy Slunce a Měsíce jsou svojí chronometrickou funkcí totožné se směry ve Stonehenge, omezené u T-K rondelu převážně na východy obou těles. Na základě pravděpodobného pozorování úplňku v mezních deklinacích se můžeme domnívat, že obyvatelé T-K znali 18,6ti letou periodu. Uživatelé rondelu zrovna tak jako stonehengští o 1500 let po nich znali delší časovou jednotku než je sluneční rok, odvozenou z pozorování extrémních východů měsíčních úplňku u slunovratů a rovnodenností.

Jestliže Z. Weber vypočetl a znázornil graficky důležité východy i západy Slunce a Měsíce při pozorování ze středu rondelu, pak nyní bude třeba zjistit jakými vizíry mohly být v T-K tyto obzorové polohy kosmických těles sledovány, jinými slovy: budeme pátrat po takových archeologických nálezech, které bychom mohli s určitou pravděpodobností považovat za pozůstatky záměrných zařízení, které tvořily astronomické vizíry.

Astronomický výzkum T-K rondelu

Obecně se dá říci, že u rondelů s chronometrickou funkcí můžeme uvažovat o dvou základních místech astronomických pozorování. Jednak je to místo, nebo místa, související s vytyčováním a projekčními pracemi, jednak místo, nebo místa,



Obr. 8. **Astronomická a geografická orientace rondelu v Těšeticích-Kyjovicích. ⊙ – východy Slunce a Měsíce ◐– I-HI – místa ze kterých bylo pravděpodobně prováděno astronomické pozorování.**

pro kalendářní (chronometrické) pozorování kosmických těles. Tato místa pravděpodobně nebyla totožná, protože zbudované palisády změní časy a směry obzorových poloh kosmických těles, tzn. jejich východů a západů, vůči původnímu terénu. Chronologii postupu vytyčování směrů v rondelu bude asi obtížné zjistit. My se pokusíme jen naznačit některé možnosti. Je nutno si uvědomit, že pro interpretaci možných observačních záměr v rondelu jsme odkázáni na přesnost zákresu a orientace půdorysného plánu (Podhorský 1988, 73). Ten byl východiskem pro veškerá měření, výpočty a následnou interpretaci chronometrické funkce T-K rondelu.

Při hledání vhodného místa na realizaci rondelu sehrál svoji úlohu kopec „U mlýnku". Z rondelu tak byl na severovýchodním úpatí kopce pozorován východ Slunce o letním slunovratu a na východním úpatí východ měsíčního úplňku v mezní deklinace nejbližší rovnodennostem. Jižněji potom nad Pavlovskými vrchy nad kótou Pálavá (462 m) vychází úplněk v druhé mezní deklinaci nejbližší rovnodennostnímu bodu. Až sem do druhé maximální polohy se posune východ měsíčního úplňku, aby pak – vraceje se do výchozí polohy, kterou rondeloví astronomové označili osou západovýchodního vstupu – naplnil časový limit 18,6 roku. Tyto extrémní polohy Měsíce nejbližší rovnodennostem Z. Weber ve své práci neuvedl. Námi sledované východy a západy kosmických těles byly počítány pro epochu ±4500 let př. Kr., tzn. pro období existence rondelu.

Pro orientaci rondelu a pozorování kosmických těles v rámci chronomentrické funkce T-K jsme vytypovali prozatím tři místa *(obr. 8)*, která mohla sloužit jako pozorovací stanoviště: západní vstup – I, jižní vstup – II a střed rondelu III. Z těchto míst mohla být prováděna prostorová a chronometrická orientace rondelu, tzn. vytýčení místního poledníku a rovnoběžky a orientace kalendářních směrů.

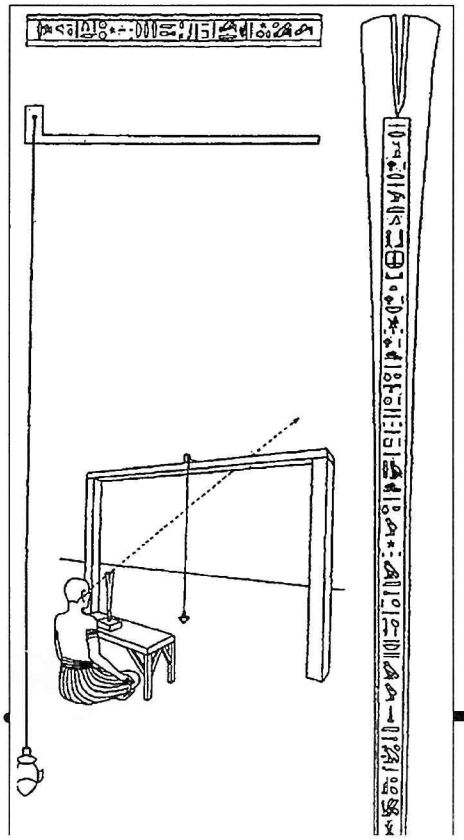
Proč právě z těchto míst? Protože v západním a jižním vstupu jsou kůlové jamky, které by mohly s vytyčováním směrů souviset. Pro prostorovou orientaci rondelu *(obr. 8)* předpokládáme použití dvojic kůlových jamek 1, 2 a 3, 4, z nichž 1, 2 jsou snad pozůstatky branek. Spojnice kůlových jamek 2, 4 má azimut 268°, což je ve směru blízkém východu jako světové straně. Je možno se domnívat, že základní orientace rondelu mohla být určena také pomocí gnomonu. „Z obou souřadnicových os, decumanus a cardo, se vy-

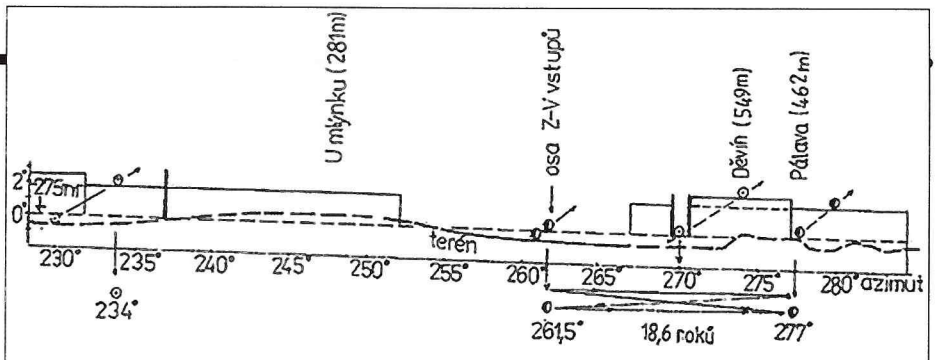
tyčoval nejprve směr decumana, směřující od východu k západu. Nejjednodušší metodou k jeho vytýčení bylo využití stejně dlouhých stínů tyčí gnomónů, jak se za předpokladu neproměnné deklinace Slunce jevily v dopolední a odpolední době" (Honl-Procházka 1981, 77, 78). Cardo se určila jako kolmice k západovýchodnímu směru. Pro nás je tato možnost vytyčování základních směru důležitá v tom, že jde o metodu, kdy se změnilo pořadí vytyčování os (srov. Špůrek 1990, 74). Změnilo se tím také pořadí důležitosti os? Nejen pořadí, ale i v tomto případě cardo by ztratilo svoji funkci.

O významu západovýchodního směru píše A. Dittrich (1922, 74 – 75): „Národové indoevropští mají společná jména pro čtyři strany světové. Slova ta v anglické formě: East, West, South, North užívají se k mezinárodnímu označení čtyř úhlů světa. Vedle těchto jmen vyskytují se však u Indů v starobylém posvátném jazyku jejich, v sánskrtu, pak u Arabů a v hebrejštině jiná čtyři, jejichž smysl jest zcela průhledný. Říká se východu napřed, západu vzadu, jihu vpravo a severu vlevo (Reulaux). Tato jména poukazují na pradávné časy, kdy předkové naši, snad sedíce na stromech a bojíce se každého hnutí, čekali toužebně na Slunce. Věděli již, kterým směrem vychází, a obraceli se tam čekajíce na zoru. Když se v jinou dobu denní chtěli orientovati, tj. východovati, jak podnes říkáme, zaujali tutéž polohu tváří k východu. Pak byl arci západ vzadu, sever vlevo a jih vpravo".

Dostáváme se k důležitému dilematu. Byl v rondelech respektován jako nejdůležitější orientační směr v prostoru sever nebo východ? Můžeme se domnívat, aniž bychom vyslovili jednoznačný závěr, že pro agrární astronomii hrál východní směr mimořádnou úlohu. Je tedy pravděpodobné, že nejdůležitějším astronomickým

Obr. 9. **Egyptský „merchet" – záměrné zařízení k vytýčení meridianu (podle B. Poláka). Vpravo průhledítko, vlevo záměrná nit, dole způsob použití „merche-tu": vytýčení osy stavby do směru poledníku. – Používali podobné zařízení i budovatelé rondelů?**





Obr. 10. **Panoramatický pohled ze středu rondelu v Těšeticích-Kyjovicích na východní obzor, soustavu palisád a východ Slunce ⊙ o letním slunovratu a rovnodennosti a na východy měsíčních úplňků ◐ v 18,6leté periodě.**

Obr. 10. **Panoramatický pohled ze středu rondelu v Těšeticích-Kyjovicích na východní obzor, soustavu palisád a východ Slunce ⊙ o letním slunovratu a rovnodennosti a na východy měsíčních úplňků ◐ v 18,6leté periodě.**

směrem v rondelu byl směr osy západovýchodního vstupu, protože byl se vší pravděpodobností kalendářním směrem na východ úplňku nejbližšímu rovnodennostem. Tento směr získáme tak, že rozpůlíme vzdálenost kůlových jamek 1, 2 a 3, 4 při pohledu z pozorovacího místa I. V tomto směru leží také střed rondelu, který ale není fyzicky archeologicky doložen žádnou jamkou po kůlu. Azi-mut takto definovaného směru má hodnotu 261,5° a liší se o 1,5° od hodnoty uvedené Z. Weberem(1985,31). O 3°se také liší azimut severojižní osy vstupů. Hodnoty orientace obou os se liší od našich hodnot, protože jsme jinak definovali jejich průběh rondelovými vstupy. Domnívám se, že zvláště orientace západovýchodního vstupu lépe vyhovuje konfiguraci s vycházejícím úplňkem nad terénem. Azimut získaný Z. Weberem naopak ukazuje na polohu vycházejícího úplňku ještě pod obzorem. Protože námi definovaná osa vstupů prochází středem rondelu, je směr pozorování vycházejícího úplňku stejný pro obě předpokládaná pozorovací stanoviště I a III. Tak jako kůlové jamky 1, 2 i jamky 5, 6 mohly být základem pro branku (Podborský 1988, 256), která mohla mít funkci záměrného zařízení.

Podle V. Podhorského je možno proto uvažovat, že branky byly součástí nejen první vnitřní palisády rondelu, ale byly konstruovány v návaznosti na hlavní vstupy přes příkop. Můžeme připustit, že branky mohly mít podobnou funkci jako „merchet" *(obr. 9)*, meridiánový přístroj na vytyčování směrů, který pochází z doby kolem roku 600 př. Kr., používaný v Egyptě na astronomické určování orientace chrámů a pyramid. Není vyloučeno, že podobné zařízení, pravděpodobně primitivnější, mohlo být používáno při orientacích rondelů. K této úvaze nás vedou branky v jižním a západním vstupu do T-K rondelu. Na břevno branky mohl být zavěšován provaz, který tak mohl tvořit záměrnou rovinu pozorování.

Ze stanoviště II středem branek 5,6 společně se středy palisádových vstupů druhé vnitřní palisády mohl být vytýčen směr záměry – carda – s přibližným azimutem 173°. K záměrné funkci branek nás vede jistá analogie s kamennými branami ve Stonehenge. „Trilit jest zajisté kamenným napodobením brány původně dřevěné. Takové brány se ovšem z prehistorických časů zachovati nemohly" (Dittrich 1923, 79).

Pokud jde o určení místního poledníku – carda, např. u pyramid, tam se hodnoty odchylek pohybují v řádu obloukových minut. Nezdá se, že u rondelů, které jsou sice starší, by jejich stavitelé určili směr poledníku s chybou více jak ± 5°. Není vyloučeno, že skutečný místní poledník vytýčen byl, ale zatím zůstává skryt archeologickým výzkumům. Jistou možnost vytýčení *(obr. 8)* bychom mohli předpokládat pomocí pravého ukončení druhé vnitřní palisády u severního vstupu. Dalším bodem záměry mohl být kůl u levého zakončení první vnitřní palisády u jižního vchodu do rondelu. Není bez zajímavosti, že takto definovaná poledníková linie probíhá středem rondelu.

Směr blízký směru S-J s azimutem 181° jsme nalezli v linii podélné osy objektu č. 151 společně s jámami č. 174 a 198. Není ale jisté, zda tato orientace byla zvolena záměrně. Shrneme-li dosavadní zkoumání prostorové orientace ke světovým stranám a orientace chronometrické ke kosmickým tělesům, musíme konstatovat, že u prostorové orientace byla zatím nalezena osa, decumanus, tvořená spojnicí jamek 1 a 3. Přesnost osy ve směru západovýchodním vykazuje chybu dvou stupňů. Cardo by mohlo být definováno, pokud by osa procházela levým ukončením první vnitřní palisády u jižního a pravým ukončením druhé vnější palisády u severního vstupu.

U chronometrické orientace jsou vstupy orientovány jako cardo a decumanus s tím, že decumanus byl orientován na úplněk s mezní deklinací nejbližší rovnodennostem a cardo, v práci Z. Webera na hvězdu Eldsich, v naší interpretaci jdoucí středy palisádových vstupů, se lišil zhruba o 3°. I když – jak jsme ukázali – je problematika orientace rondelu poměrně složitou záležitostí, situace se ještě zkomplikuje u rondelů s více či méně vstupy než jsou čtyři. Např. v objektu v Kuřími (Rajchl 1999, 258) jsou pouze dva vstupy, jejichž osa ukazuje pravděpodobně na východ nejsevernějšího Měsíce v úplňku. Ostatní orientační prvky, pokud existují, bude nutno hledat uvnitř rondelu.

Dalším významným záměrným astronomickým prvkem byly pravděpodobně palisády *(obr. 10)*. Byly postaveny jistě až po zaměření nejdůležitějších astronomických směrů a měly pravděpodobně, na rozdíl od vstupů, sekundární astronomickou úlohu, nikoliv ve smyslu druhořadosti, nýbrž ve smyslu další etapy budování kalendářní funkce rondelu. I když nebyly ve středu rondelu archeologicky určeny pozůstatky po kůlu, nebo jiném záměrném zařízení, předpokládáme, že z tohoto místa III bylo konáno astronomické pozorování.

Domníváme se, že výstavbou palisád bylo umožněno konání dalších astronomických pozorování východů a možná i západů důležitých poloh Slunce a Měsíce. Na *obr. 10* je znázorněna

přibližná rekonstrukce výseče východního obzoru s průběhem terénu s nejdůležitějšími východy a západy Slunce a Měsíce. Obrázek také představuje rekonstrukci první a druhé vnitřní palisády ve vztahu k pozorování kosmických těles. K znázorněnému průběhu terénu je nutno podotknout, že je pouze pravděpodobný, protože neznáme tehdejší míru zalesnění blízkého terénu, tzn. kopce „U mlýnku", i vzdáleného obzoru, potažmo horizontu. Předpokladem pro naši rekonstrukci bylo stanovení výšky palisád na 2,5 m a výšky pozorování dospělého jedince ve výši očí, tzn. 1,6 m. V. Podhorský (1988,79) se domnívá, že nelze rozhodnout, zda předčasné ukončení druhé vnitřní palisády kolem východního vstupu bylo stavebním záměrem, nebo nebylo realizováno z jiných důvodů. Z pohledu astronomické interpretace se ukazuje, že mohlo jít skutečně o záměr. Při pohledu z místa III na obě ukončení palisád *(obr. 10)* vznikne výseč s azimutem od 232° do 297°, tedy přibližně od východu Slunce o letním slunovratu do východu úplňku s mezní deklinací nejbližší zimnímu slunovratu. V. Podborský uvádí (1988, 80), že „ukončení žlabu u východního vstupu z jihu mělkou rozšířeninou muže být pozůstatek po fragmentu palisády". Zdá se, že z astronomického hlediska to byl velice významný prvek, umístěný tak, že od středu rondelu k jeho východnímu úpatí je azimut 270°; prodloužíme-li tuto osu směrem západním, dostaneme se k jamce č. 4. Tento decumanus vede ještě průhledem mezi dvěma kůly v první vnitřní palisádě. Získali jsme tak spojnici čtyř bodů, i když střed rondelu nebyl pevně určen, která s velkou pravděpodobností byla přesnějším decumanem než linie vedená kůlovými jamkami 1, 3, a současně astronomickým vizírem, umožňujícím pozorovat východ Slunce o jarní i podzimní rovnodennosti.

Opět se můžeme odvolat na V. Podhorského (1988, 252 – 253): „V T-K se podařilo prokázat, že kůly palisád asi netvořily zcela souvislou, tj. těsně na sebe navazující stěnu, nýbrž byly rozmístěny v dané linii poměrně volně; – snad tu šlo o záměrně konstruovanou stěnu s periodicky rozmístěnými prolukami". Toto tvrzení můžeme podepřít prolukou právě v první vnitřní palisádě. K pravému úpatí fragmentu palisády, pozorováno ze stanoviště III, je azimut 277°, tzn. směrem na východ úplňku v extrémní deklinaci při rovnodennosti. První vnitřní palisádu rondelu bychom mohli nazvat umělým horizontem, protože byla pravděpodobně použita k tomu, aby se nad ní objevovala některá vycházející a zapadající kosmická tělesa. V proluce v azimutu 252 – 267°, tj. u východního vstupu, mohl být pozorován východ Měsíce v ose rondelu nad skutečným horizontem. Předpokládáme-li stejnou výšku palisád, vnitřní byla blíže k pozorovateli a jevila se tudíž vyšší, Slunce pak vycházelo mezi severovýchodním ukončením palisády a kůlem (jakoby v pokračování palisády) nad vnější palisádou. V opačném směru ve středu jihozápadní proluky zapadalo slunovratové zimní Slunce. Spojnice pravděpodobných středů obou proluk vytvářela slunovratovou přímku. Nad středem jihovýchodovýchodního segmentu palisády vycházelo Slunce o rovnodennosti nad kótou Děvín (549 m). Je zajímavé, že začátek tohoto segmentuje orientován vůči středu v azimutu 270°, kde se Slunce nachází na kótě úrovně rondelu, tj. 275 m. Zhruba v azimutu 280° se nad vnější palisádou objevil úplněk v extrémní deklinaci, vycházející nad kótou Pálava (462 m).

Tento segment palisády byl s velkou pravděpodobností postaven tak, aby na jeho úpatích z obou stran vycházel jednak Měsíc, jednak z druhé strany Slunce. Mohlo by být pravděpodobné, že vnitřní segment palisády se stavěl dříve než první vnitřní palisáda?

Uvedli jsme různé možnosti astronomické orientace, ale musíme si uvědomit jednu podstatnou věc: Naši předkové měli kvalitativně jiný přístup k astronomii, protože naše současná pozorování jsou zbavena iracionálního pohledu na kosmos. Ale před více než 6000 lety lidé spatřovali v kosmických tělesech božstva. Měsíc byl synonymem pro proměnlivost dějů v přírodě, symbolem plodnosti, Slunce pak dárcem úrody.

Na naší exkurzi do historie astronomie je nejtěžší vcítit se do myslí našich předků, obvzlášť jde-li o dobu tak časově vzdálenou. Souvisí to s naším odsmyslněním přírodních jevů souvisejících s proměnou kosmologického myšlení, které začíná v 16. století a odehrává se hlavně v 17. století (Horský 1996, 3, 4) – čili v době nedávno minulé.

Tajemství přístupových cest

Za velice důležité pokládám spojitost přístupových cest – „avenuí" k „henge" a jejich obdobu k rondelům. Je známa přístupová cesta ke Stonehenge ve směru pozorování východu Slunce o letním slunovratu. Jako by svým směrem měla zdůraznit pozorování slunovratového Slunce jako nejdůležitějšího směru na lokalitě. Myslím si, že toto tvrzení můžeme aplikovat také na některé rondely. V. Podborský (1988, 256) uvádí, že „nelze vyloučit, že také přímý pruh, táhnoucí se ve směru SV-JZ ze severozápadní strany těsně u rašovického rondelu, je signálem nějaké přístupové cesty k tomuto objektu".

Po cestě vedoucí do vstupu mohlo vcházet do rondelu Slunce nebo Měsíc. Pozorování kosmických těles bylo pro naše předky odlišné v tom, že šlo především o „dialog s tímto tělesem". Cesta – vizír představovala příchod božského tělesa do rondelu, božstva, které lidem shromážděným uprostřed rondelu, přinášelo obživu. Tato cesta byla prosta lidských výtvorů, proto se palisády T-K rondelu široce otvíraly této cestě, aby lidé mohli pozorovat velkolepé kosmické divadlo...

V městě, které popisuje J. A. Komenský (1958, 21) je východní brána branou života. J. Kovárník (1997, 29) cituje z eposu o Gilgamešovi: „K východu Slunce táhnou se cesty". Proto bych preferoval vstupy před ostatními vizíry. Domnívám se, že osa západovýchodních vstupů signalizovala ty nejdůležitější astronomické směry. Je to ale také věc čistě prozaická. Vstupy jsou zatím jediné hodnověrné objekty, o které se můžeme opřít při astronomické interpretaci rondelů.

Není vyloučeno, že také poloha hrobu Ji, se skrčeným skeletem v příkopu T-K rondelu měla astrálně kultovní charakter. Azimut tohoto hrobu, měřeno ze středu rondelu, má hodnotu 304° a je blízký východu slunce o zimním slunovratu. Osa hrobu je orientovaná opačně, ve směru JZ-SV.

Závěry dosavadního výzkumu geografické a astronomické orientace T-K rondelu

V dosavadním astronomickém výzkumu rondelů jsme pátrali po indiciích, které by nám naznačily provádění prostorové orientace rondelů ke světovým stranám a chronometrické funkce pomocí kosmických těles. Podle rozboru orientace jednotlivých rondelů se ukazuje, že vstupy, přesněji osy protilehlých vstupů, jsou vzhledem k jejich azimutům součástí chronometrické orientace. Orientace ke světovým stranám, máme-li na mysli kříž os, není otázkou os vstupů. Proč nebyly orientovány severojižní vstupy rondelů přesněji k severu a proč mají jisté odchylky od tohoto směru? Byla to nepřesnost daná tehdejšími možnostmi, nebo to byl záměr? Na tyto otázky se zatím nepodařilo odpovědět.

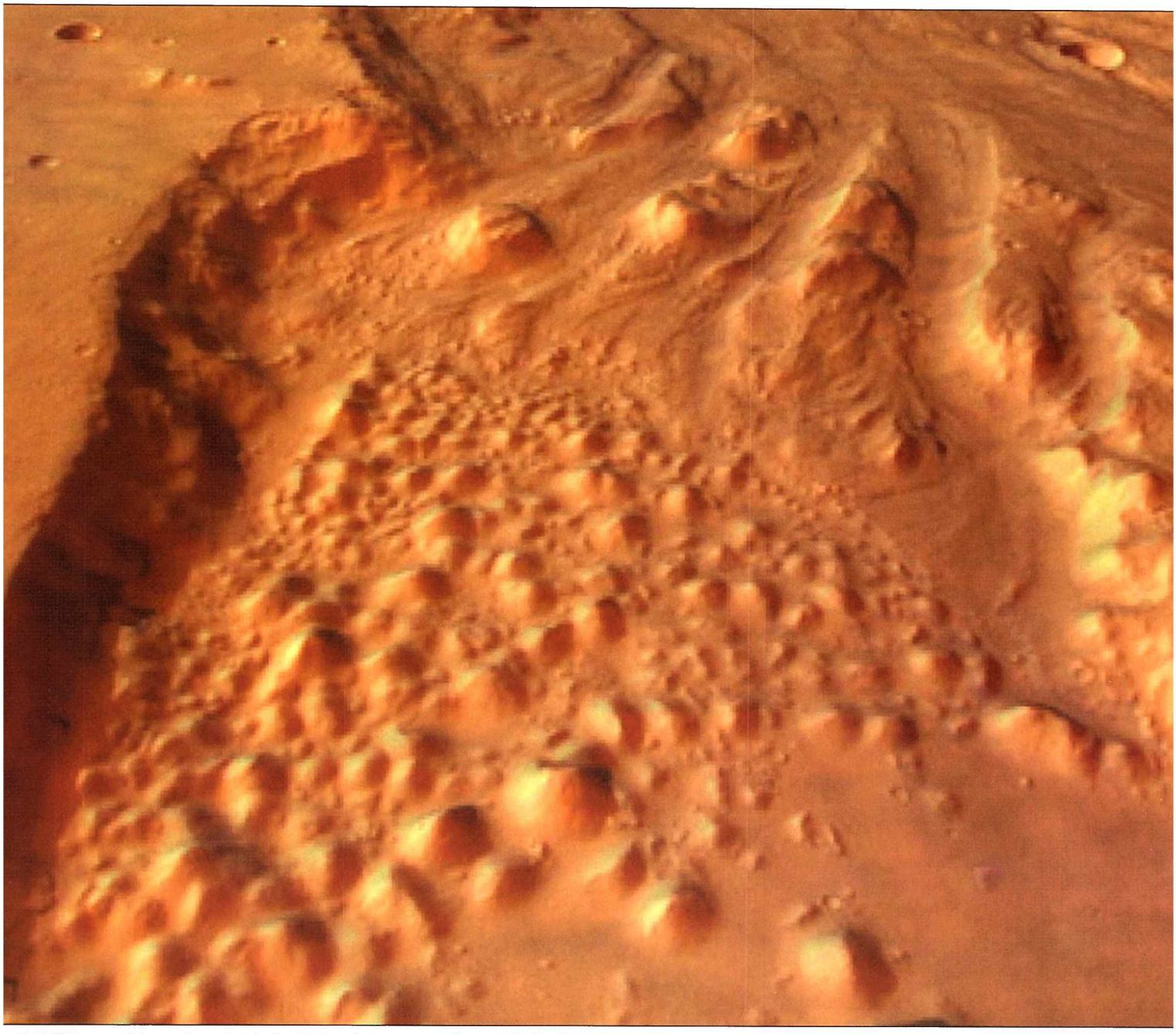
Z astronomického výzkumu T-K rondelu vyplývá, že limitní polohy východu měsíčního úplňku nejbližší rovnodennostem byly vytýčeny ještě před výstavbou rondelu, kdy samotné práce spojené s vytyčováním těchto směrů musely trvat nejméně 18,6 let, protože člověk musel absolvovat sledování změny polohy východů úplňku od jedné limitní polohy k druhé a návrat zpět do původní polohy *(obr. 10)*. Teprve pak mohla být realizovaná výstavba rondelu. Můžeme tak nepřímo odvodit i předpokládaný čas existence rondelu, daný „absolvováním" této periody při jejím praktickém použití v životě uživatelů rondelu. Dostáváme se tak k možnému astronomickému přínosu archeologickému bádání, který spočívá v pomoci určení délky existence objektů, v tomto případě rondelu, dané 18,6ti letou periodou, nebo jejím nejbližším násobkem 38 let. Tuto hypotézu uvádí i astronomický výzkum rondelu v Bučanech (Karlovský 1999, 119). Naší úvaze i archeologickému tvrzení (Podhorský 1999, 130) odpovídá závěr, že životnost rondelů mohla být cca 30 let.

ROSTISLAV RAJCHL, *Uherský Brod*

Literatura

Dittrich, A. 1923: Slunce, Měsíc a hvězdy, Praha.
Grygar, J. – Horský, Z. – Mayer, P. 1983: Vesmír, Mladá fronta, Praha.
Honí, L. – Procházka, E. 1981: Úvod do dějin zeměměřičství I. Starověk, ČVUT, Praha.
Horský, J. 1996: 8. panelová diskuze České astronomické společnosti „Astronomie a společnost", in: Říše hvězd č. 3 – 4, 1996, 3 – 4.
Horský, Z. 1986: Vorläufige Untersuchungen uber vermutliche astronomische Orientation einiger neolitischer Kreigrabenanlagen, in: Intern. Sympozium uber die Lengyel-Kultur, Nové Vozokany 1984, Nitra-Wien, 83 – 87.
Karlovský, V. 1999: Rondel v Bučanoch ako možné slnečné a mesačné observatórium, in: Otázky neolitu a eneolitu našich krajin – 1998, Nitra, 111 – 124.
Komenský, J. A. 1958: Labyrint světa a ráj srdce, Naše vojsko, Praha.
Kovárník, J. 1997: K významu pravěkých kruhových příkopů, Brno.
Ministr, Z. 1999: Astronomická orientace a kalendářní funkce pravěkých staveb, in: V. Podborský, ed., Pravěká sociokultovní architektura na Moravě, Brno, 237 – 248.
Podhorský, V. 1988: Těšetice-Kyjovice 4. Rondel osady lidu s moravskou malovanou keramikou, Brno.
Podborský, V. 1999: II. 9 Těšetice-Kyjovice I, okr. Znojmo, in: Pravěká sociokultovní architektura na Moravě, Brno, 115 – 130.
Polák, B. 1952: Astronomická orientace egyptských chrámů a pyramid, Říše hvězd č. 8,177 – 180.
Příhoda, P. 1983: Sluneční hodiny, Horizont Praha, 118.
Příhoda, R 1999: Vesmírné miniatury č. 8: Optické úkazy v ovzduší, Praha, 11, 18 – 20.
Rajchl, R. 1990: Pyramidy očima astronoma, Věda a technika mládeži XLIV, 36 – 37.
Rajchl, R. 1999: Několik poznámek k astronomické orientaci rondelů, in: Pravěká sociokultovní architektura na Moravě, Brno, 257 – 259.
Rükl, A. 1953: Tři Slunce nad Prahou, Říše hvězd č. 5, 1953, 118 – 119.
Rükl, A. 1967: Stonehenge, Kosmické rozhledy 5,34 – 43.
Selešnikov, S. I. 1974: Člověk a čas, Práce, Praha.
Špůrek, M. 1990: Jehla v kupce sena, Praha.
Špůrek, M. 1996: Praga mysteriosa, Praha.
Štefánik, M. R. 1905: Deník z výstupu na Mont Blank, strojopis v archivu R. Rajchla st.
Weber, Z. 1985: Astronomická orientace rondelu z Těšetic-Kyjovic, okr. Znojmo, SPFFBU E 30, 23 – 39.

Iani Chaos: stopy dávnych povodní



Iani Chaos, zvyšok po obrovskej jaskyni, ktorej strop sa erozívnym pôsobením vody zrútil.

Sonda Mars Express zmapovala ústie jedeného z kanálov v marťanskej oblasti Ares Vallis. Kanál dlhý 1400 kilometrov odvádzal vodu do oblasti Chryse Planitia, tam, kde v roku 1997 pristála sonda Mars Pathfinder.

Na snímke vidíte depresiu Iani Chaos, prepojenej s kanálom Ares Vallis. Zobrazené územie (180×200 km), spája s kanálom rozvetvené ústie, široké 100 kilometrov. Kanál Ares Vallis smeruje na sever a jeho 1400 km dlhý kaňon tvoria až 2000 metrov vysoké steny.

Ares Vallis je iba jedným z mnohých kanálov, ktoré túto oblasť preformovali pred miliardami rokov. Geológovia na jeho dne i stenách rozlíšili celý rad útvarov, ktoré svedčia o tom, že nejde o tektonickú trhlinu, ale o neustále sa prehlbujúce koryto odvádzajúce prívaly vôd. Mohla to byť iba voda, ktorá eróziou uvoľnené bloky hornín rozomlela na drvinu a piesok.

V depresii Iani Chaos vidíte guľaté, niekoľko sto metrov vysoké pahorky, zvyšky pôvodnej planiny, pod ktorou podzemná rieka vymyla jaskynný systém, takže podmyté horniny sa zrútili. Väčšina pahorkov má pozdĺžny tvar. Tvar početných terás, ale aj poloha naplavenín svedčia o tom, že prívaly tieto ostrovčeky tvrdých hornín obtekali z juhu na sever.

Geológovia sú presvedčení, že zdrojom prívalov vody boli hrubé vrstvy ľadu pokryté vrstvami naviatých a postupne premenených hornín. Ľad sa premenil na vodu počas dlhodobej, periodicky sa obnovujúcej sopečnej činnosti. Roztápajúci ľad vyprázdňoval podzemie, vznikal rozsiahly jaskynný systém. Erozívna činnosť vody jaskynný labyrint pod Iani Chaos ďalej rozširovala a prehlbovala, až kým sa strop gigantickej dutiny nezrútil.

Na stenách kaňonu sa dajú rozoznať vrstvy vulkanického materiálu. Podobné vrstvy sa dajú rozlíšiť aj na stenách kaňonu, ktorý ústi do Ares Vallis sprava, z impaktného krátera Xanthe Terra. Nakoľko aj tým pretekala voda, vedci usúdili, že v tomto prípade popri vulkanickej činnosti mohla podzemné ložiská ľadu roztopiť aj energia impaktujúceho telesa.

NASA Press Release

Sluneční plachetnice

Sluneční pohon má jednu velkou zvláštnost – hovoří se o něm již několik desítek let a je považován za velmi snadno proveditelný, nicméně na svoji praktickou realizaci zatím čeká. V praxi se jeho klony dočkaly několika podružných uplatnění, ale nikdy netvořily hlavní náplň žádné kosmické mise.

Princip slunečního pohonu

Slunce vyzařuje obrovské množství energie – jeho celkový vyzařovaný výkon se uvádí $3{,}73\times10^{20}$ MW. Ač nás něj ní dělí průměrně zhruba 150 miliónů kilometrů, ovlivňuje život na Zemi stejně jako další procesy doslova na každém kroku (ostatně, život by bez tohoto přísunu energie ani nemohl vzniknout).

Že je sluneční energii možné přeměnit v jinou formu energie (elektrickou, tepelnou...), je všeobecně známým faktem. Málokdy si ale uvědomujeme skutečnost, že sluneční energii lze měnit přímo (tedy bez nutnosti převodu na jiné formy) v energii kinetickou. Není to ale vůbec jednoduché. A zde na Zemi je to dokonce nemožné, protože další vlivy (gravitace, atmosféra, teplotní výkyvy...) tuto možnost spolehlivě eliminují.

Proto se musíme vydat někam, kde tyto vlivy působí jen zanedbatelně. Do vesmíru.

Už dlouho jsou rozpracovávány projekty kosmických objektů, které pro zrychlení nebo zpomalení využívají právě slunečního záření. Tedy nikoliv „klasických" chemických (spalování paliva a okysličovadla aj.) nebo fyzikálních (použití stlačeného plynu aj.) motorů, ale čistě a jen síly slunečního záření. Ta je sice velmi malá, na druhé straně působí neustále a je k dispozici v neomezeném množství.

Na tomto místě vyvraťme jeden mýtus, se kterým se lze často setkat. Mnohdy se uvádí, že sluneční plachetnice „pohání" sluneční vítr – nepřetržitý proud nabitých částic, který naše mateřská hvězda vyvrhuje do okolí. To ale není pravda – skutečný tlak vytváří samotné záření, vliv proudu částic je zhruba tisíckrát menší než vliv vlastního záření. A pokud uvážíme, že tlak záření má hodnotu $4{,}43\times10^{-6}$ Pa, je pochopitelné, že proud částic má vliv opravdu zanedbatelný.

Problémy slunečního pohonu

Pokud je tedy působící síla velmi malá, potřebujeme co největší plochu k tomu, aby se vůbec projevila a my jí dokázali využívat. Z toho nám jako jednoznačně nejvhodnější tvar vychází plachta – a odtud už máme jen krok ke slunečním plachetnicím.

Spíše než konstrukci celé družice se nyní věnujme jen vlastní plachtě, která dělá sluneční plachetnici sluneční plachetnicí. Začněme přitom odrazivostí, což je nesmírně důležitá vlastnost, neboť má velký vliv na manévrovací schopnosti a konečné působení slunečního záření. Rozlišujeme tři typy:

- **Nulová odrazivost. V tomto případě je veškeré záření dokonale absorbováno. Tlak slunečního záření působí pouze ve směru dopadajícího záření, z čehož vyplývá jedno důležité omezení: plachta nemá možnost manévrování, je možné pouze jejím natáčením regulovat sílu působícího záření.**
- **Odrazivost jedním směrem. S trochou nadsázky by se dalo říci, že plachta má podobu zrcadla, které veškeré záření odráží dokonale. Toto je nejlepší možná varianta, protože umožňuje, aby dopadající záření působilo nejen ve svém směru, ale i ve směrech jiných. Natáčením plachty tak může docházet i k složitému manévrování (a tudíž k navádění na nejrůznější dráhy).**
- **Odrazivost všemi směry. Plachta s takovouto vlastností umožňuje totéž, co plachta s odrazivostí jedním směrem, nicméně má mnohem nižší účinnost. Díky odrážení do všech směrů dochází k tříštění působící síly, a tím i k výraznému poklesu účinnosti.**

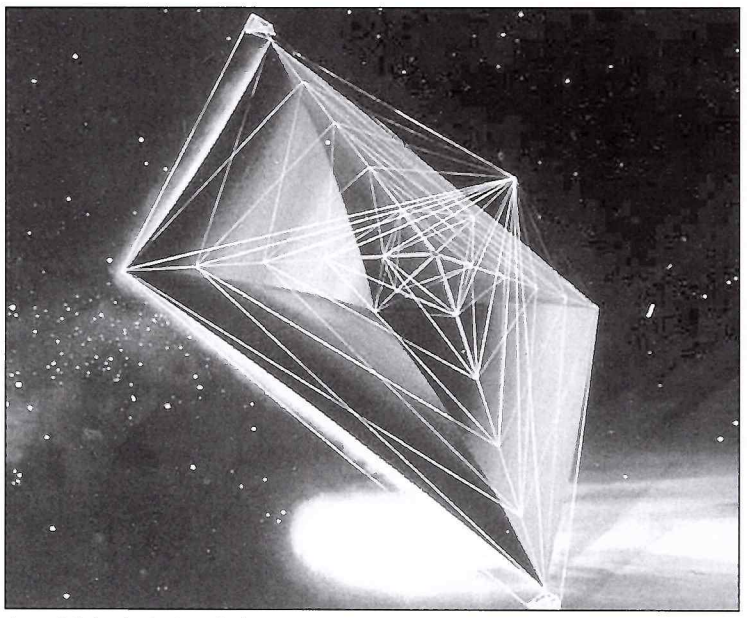
Odrazivost je základním fyzikálním parametrem plachty, ale nikoliv jediným. Dále musíme brát v potaz její velikost, která by měla být co největší – a zároveň hmotnost, která by měla být co nejnižší. Jak vidno, požadavky jsou celkem protichůdné. Ostatně, to lze vidět i pokud dáme proti sobě požadavek na dostatečnou tuhost (a to po dlouhou dobu) třeba opět proti hmotnosti, nebo dokonce proti prostorovým možnostem současných nosičů (objem nákladového prostoru vs. nutnost vytvořit ve vesmíru rozsáhlou konstrukci).

Jen pro představu: na plachtu o ploše 900 m^2 (tedy čtvercového tvaru 30×30 metrů) působí u Země síla 3,95 mN! Hmotnost takovéto plachty by přitom neměla překročit 100 kilogramů – do níž musíme započítat komunikační aparaturu, orientační systém, výztužné prvky, zdroj energie a pokud možno i nějaký náklad (vědecké přístroje apod.).

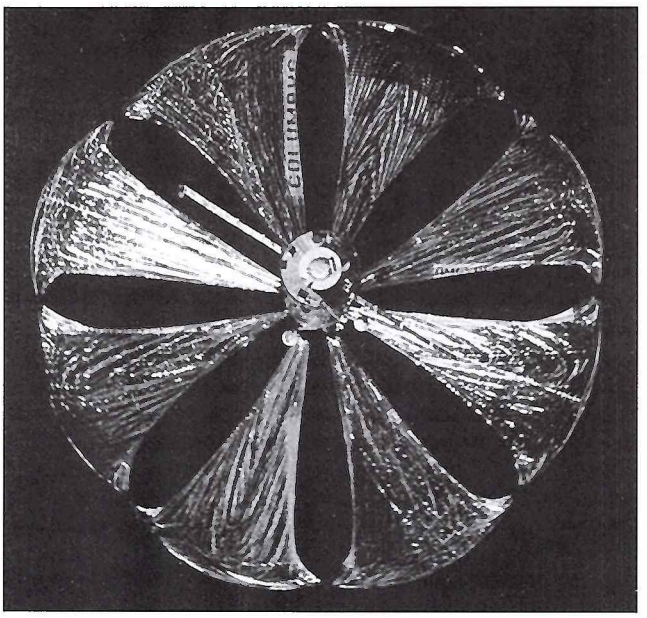
Nicméně navzdory těmto omezením není projekt kosmické plachetnice z říše fantazie, ale jedná se (pravděpodobně) o reálně splnitelný technický úkon. Proto je minimálně s podivem, že se dosud žádný smysluplný (nebo alespoň experimentální) program nedočkal realizace v praxi.

Spousta smělých plánů

První umělé těleso, které se setkalo s vlivem slunečního větru, byla americká komunikační družice Echo-1A (Echo-1 byla zničena při havárii nosné rakety). Ta měla tvar balónu vytvořeného z pokovené fólie, který se po dosažení oběžné dráhy nafouknul do podoby balónu o průměru 30,5 metrů. Družice Echo-1A sloužila k pasivní komunikaci: měla odrážet přijímané rádiové signály, což se ale ukázalo jako méně efektivní, než bylo zamýšleno, a tak tento způsob nakonec ustoupil dnešním družicím aktivním.



Americký návrh sluneční plachetnice mířící k Halleyově kometě.



Rozložená plachta experimentu Znamja-2.

Samozřejmě, že zde nešlo o možnost manévrování družice Echo-1A díky slunečnímu záření, ale jeho vliv na relativně objemné a lehké těleso byl znatelný. Mimochodem, už tehdy se ukázaly problémy, které jsme nastínili výše a jímž čelí dnešní konstruktéři kosmických plachetnic: kulovitý tvar družice se velmi záhy začal bortit.

Po teoretických studiích se objevil první reálný návrh na vytvoření sluneční plachetnice v laboratořích JPL v Pasadeně. Vědci chtěli využít návratu slavné Halleyovy komety v osmdesátých letech k tomu, aby získali peníze na zcela nový a neodzkoušený program. Zároveň se také pokusili využít euforie v USA panující v sedmdesátých letech v souvislosti s vývojem kosmického raketoplánu – což se ale také celému projektu stalo osudným.

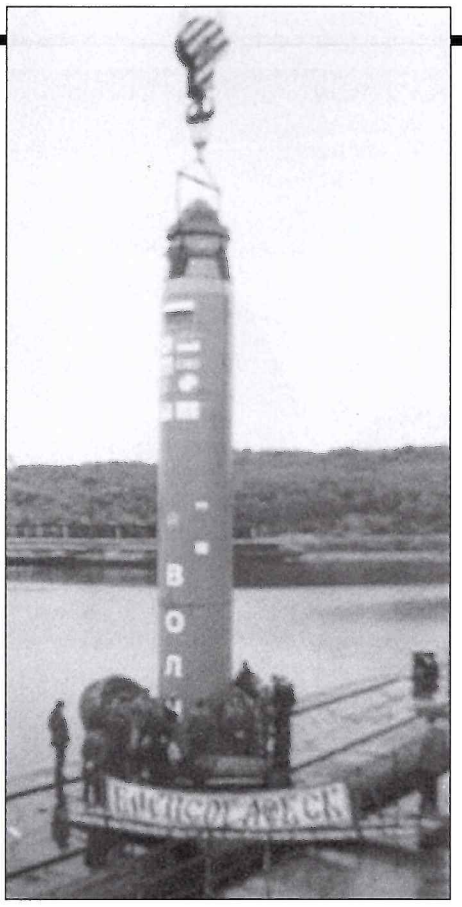
Raketoplán měl plachetnici umístit nejpozději v roce 1981 na nízkou oběžnou dráhu, přičemž tato měla být složená ve speciálním kontejneru, který by byl na vyšší dráhu odeslaný pomocí urychlovacího raketového motoru. Tlak slunečního záření ve výškách dosahovaných raketoplánem (absolutní rekord drží vypuštění teleskopu Hubble na kruhovou dráhu 615 km nad Zemí) je totiž tak zanedbatelný, že jej ostatní vlivy spolehlivě vyruší a jakékoliv smysluplné využití plachetnice nepřichází v úvahu.

Jenomže program raketoplánu se dostal do technických i rozpočtových potíží a v roce 1978 (kdy byl nejzazší termín zahájení vývoje sondy) byl premiérový start v nedohlednu. NASA si nechtěla spálit ruce tím, že by zafinancovala vývoj sondy, kterou by nebylo kvůli problémům s nosným prostředkem možné včas vypustit, a tak šel celý program sluneční plachetnice k ledu. USA nakonec zkoumaly Halleyovu kometu jen pomocí družice ICE (International Cometary Explorer, což byla původně ISEE, International Sun-Earth Explorer), ale to už je jiná kapitola.

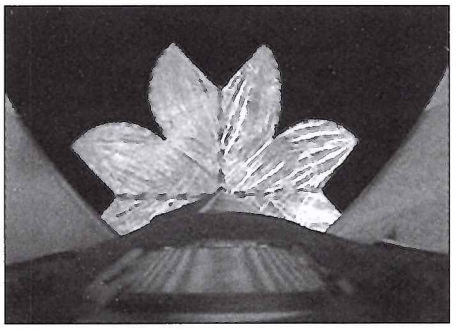
Z poněkud jiného soudku už jsou projekty na využití slunečních plachetnic pro dopravu nákladů třeba k planetě Mars – s nimi sice počítaly i návrhy renomované konstrukční kanceláře Eněrgija z konce osmdesátých let, ale uvědomme si, že ještě dnes jsme stále v době, kdy sluneční plachetnice existují jako teoretické návrhy a nikoliv v praxi odzkoušené projekty. Takže počítat s nimi pro velkolepou meziplanetární dopravu je mírně řečeno předčasné. I když za úvahu samozřejmě stojí...

Ještě předtím, v roce 1981, vznikla ve Francii skupina U3P (Union pour la Promotion de la Propulsion Photonique, Sdružení pro prosazování fotonického pohonu), která začala připravovat projekt sluneční plachetnice a propagovat závod slunečních plachetnic k Marsu při příležitosti pětistého výročí objevení Ameriky (1992).

Tento záměr se ale pro malý zájem a nedostatek financí nepodařilo zrealizovat, nahradit jej proto měl závod na trase Země – Měsíc pod názvem Luna Cup. Celkem tři plachetnice (každá odlišné konstrukce) měly být vypuštěné na raketě Ariane-4 jako sekundární náklad v adaptéru Sylda. Plachetnice (evropská, japonská, americká) měly být do vesmíru vyneseny i s urychlovacím motorem, který by je z dráhy přechodové na geostacionární navedl na dráhu vyšší (aby nebyly degradovány zbytkovou atmosférou nebo průlety radiačními pásy). Vítězem Luna Cupu se



Raketa Volna v roce 2001 je před suborbitálním letem ukládána na palubu ponorky.



Záběr z palubní kamery suborbitální japonské rakety S-310-34 na rozloženou plachtu.

měla stát plachetnice, která by jako první získala snímek středu odvrácené strany Měsíce. Nicméně ani tento projekt se nepodařilo dovést do zdárné realizace.

Rusko v devadesátých letech uskutečnilo dva pokusy se slunečními plachetnicemi vzdáleně související. Nejprve šlo o vypuštění zrcadla Znamja-2 (průměr 20 metrů) ze schránky na lodi Progres M-15. Po oddělení progressu od stanice Mir se loď roztočila a odstředivá síla rozložila plachtu z pohliníkované kevlarové fólie o tloušťce 0,005 mm. Následně byla plachta oddělena od Progressu. Ač byla primárně určena k osvětlování zemského povrchu, experiment měl hlubší souvislosti – např. při něm byly získány znalosti použitelné pro stavbu budoucích slunečních plachetnic.

Další ruský pokus se uskutečnil v roce 1999 a opět do něj byla zapojena loď Progress (tentokrát M-40) primárně určená k zásobování stanice Mir. Tentokrát měla mít rozevřená plachta Znamja-2,5 průměr 25 metrů. Nešťastnou náhodou (chybná povelová sekvence) došlo souběžně s vyklopením plachty k vyklopení antény setkávacího radaru družice, o níž se plachta zasekla a nerozevřela. Experiment tak bylo nutné ukončit dříve než začal.

Pro úplnost: Znamja-1 byl technologický model pro pozemní testy a nikdy se nedostal do vesmíru. Rozdíl mezi Znamjou-2 a Znamjou-2,5 byl v tom, že novější plachta měla mít možnost zafixovat svoji polohu na určité místo zemského povrchu (díky zachovanému spojení s lodí Progress). V současnosti se zvažuje realizace projektu Znamja-3 s plachtou o průměru 60 až 70 metrů.

Za zmínku ještě stojí projekt Star of Tolerance (Hvězda tolerance), což měla být sluneční plachetnice coby symbol globální komunikace a porozumění. Návrh předložil N. Razavi z Paříže v roce 1997, přičemž plachetnice měla mít plochu 1600 metrů čtverečních. Pro projekt se podařilo získat podporu ESA a DLR, takže do něj přišlo 1,5 miliónu marek (tedy asi milión euro). Dokonce byl zhotoven model o rozměru 20 krát 20 metrů představující čtvercovou plachtu rozdělenou do čtyř trojúhelníkovitých částí na čtyřech úhlopříčně vedených tyčích z uhlíkového kompozitu a polymeru. Model byl prezentován i na aerosalónu ILA 2000 v Berlíně. Projekt ale zůstal nedokončený poté, co od něj ESA i DLR odstoupily.

V srpnu 2004 Japonsko uskutečnilo při suborbitálním letu malé rakety S-310-34 z Kagošimy experiment s rozložením dvou různých plachet zvažovanými pro sluneční plachetnici. Při obou byla použita fólie tlustá 7,5 mikrometru. První rozložení proběhlo sto sekund po startu ve výšce 122 km, plachta se skládala z osmi „listů", druhé rozložení se uskutečnilo po odhození první plachty 230 sekund po startu (výška 169 km) a plachta měla tvar vějíře. Cílem ale bylo jen vyzkoušení mechanismů rozložení plachet, protože těleso nemělo oběžnou rychlost a pouhých 400 sekund po startu se zřítilo do oceánu. Proč byl tento experiment prováděný, event. případné japonské plány na poli slunečních plachetnic nejsou známé.

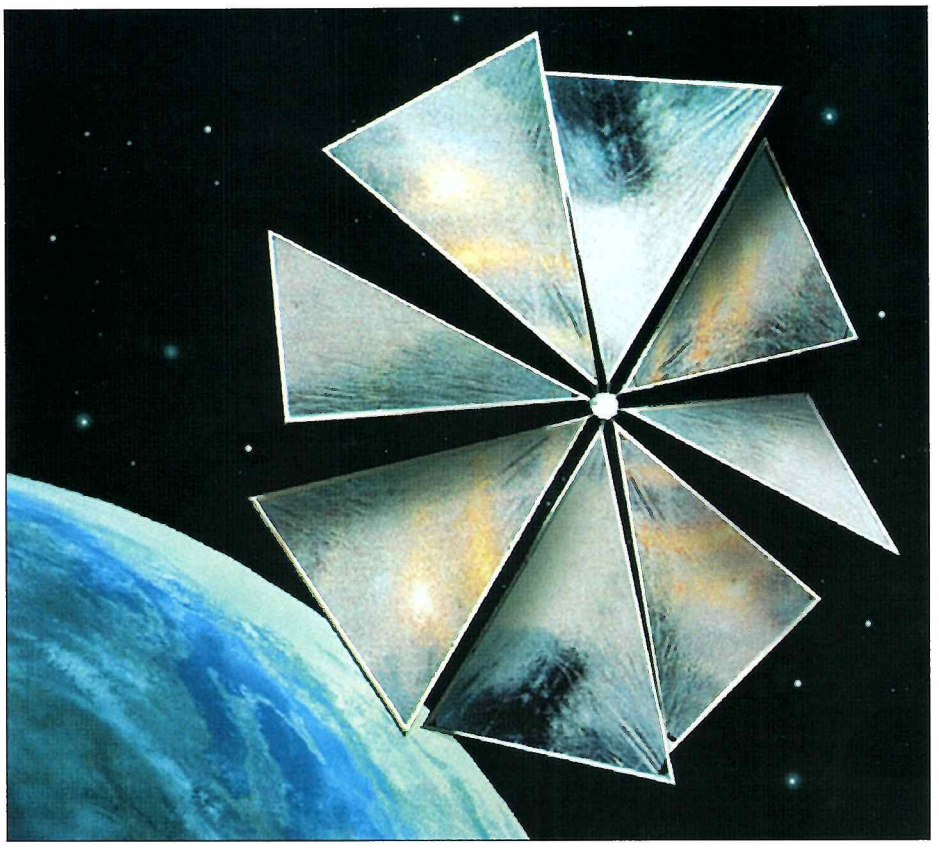
Sluneční záření tak bylo využito při projektu meziplanetárního automatu Mariner-4 (start 1965), kdy bylo použito ke stabilizaci sondy. Sonda měla na konci čtveřice panelů slunečních baterií otočné pohliníkované lopatky schopné odrážet sluneční světlo. I později se na některých družicích objevily menší sluneční plachty sloužící ke stabilizaci – např. u těles vybavených jen jedním (nesymetrickým) panelem slunečních baterií. Šlo o družice Insat-2 nebo GOES 8 až 11.

(Upozorňujeme, že jsme nezmínili všechny projekty slunečních plachetnic, ale vybrali jsme jen ty nejzajímavější, nejdůležitější nebo jinak významné.)

Planetary Society přichází

Americká společnost Planetary Society také patřila k hráčům, kteří se rozhodli vstoupit do ringu slunečních plachetnic. Svůj záměr myslela velmi vážně, když dokázala získat 4 mil. dolarů na tento projekt a spojila se s ruskými partnery.

A tak část sluneční plachetnice vyráběla konstrukční kancelář NPO Lavočkin, na misi se podílel i Institut kosmických věd a v neposlední řadě se podařilo získat dvojici vyřazených



Jedna z nejčastěji zvažovaných koncepcí sluneční plachetnice: osm lopatek trojúhelníkovitého tvaru. Stejné konstrukce měl být i projekt Cosmos-1.

mezikontinentálních raket SS-N-18 za přijatelnou sumu (ruské námořnictvo bylo svým způsobem za možnost vypustit rakety vděčné, protože pro ně představovaly výborné cvičení s „ostrou municí"). Bohužel právě tyto levné rakety se staly kamenem úrazu celého projektu – ale to už trochu předbíháme.

Vlastní sluneční plachetnice se měla skládat z plachty tvořené osmi „lopatkami", přičemž každá měla být samostatně ovladatelná. Každá měla délku 15 metrů, jejich celková plocha představovala 600 metrů čtverečních. Vyrobeny byly z mylarové fólie o tloušťce pět mikronů. Družice o celkové hmotnosti 110 kilogramů přitom měla pracovat zhruba jeden měsíc: nepočítalo se s nějakými velkolepými přelety, šlo skutečně o střízlivou misi mající za cíl v praxi odzkoušet sluneční pohon.

Pro vynesení na oběžnou dráhu ve výšce 850 kilometrů a se sklonem 78 stupňů k rovníku byla vybrána nosná raketa Volna (což je kódové označení výše zmíněné SS-N-18). Jak už bylo uvedeno, v případě tohoto výběru rozhodovala jednoznačně cena, protože při výběru renomovaného západního nosiče by celý rozpočet programu nestačil ani na něj.

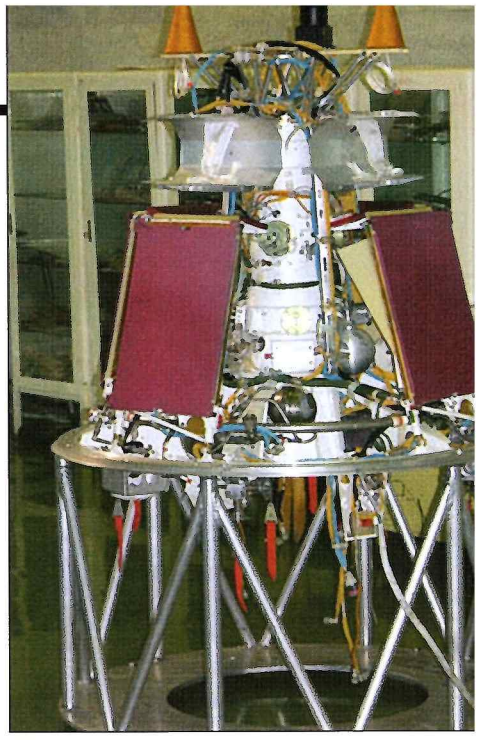
Raketu Volna vyrábí Makajevova konstrukční kancelář – resp. vyráběla, protože jde o typ relativně starý a postupně vyřazovaný z výzbroje ruské armády. Raketa je dvoustupňová, pro dosažení oběžné dráhy musí být vynášený náklad navíc vybavený apogeovým motorem. Startovací hmotnost rakety je 35,3 tuny, výška 14,1 m a průměr 1,8 m. Vynášený náklad i s urychlovacím motorem se musel vejít do relativně malé schránky původně určené pro jaderné hlavice. Vzhledem ke startu z paluby ponořené ponorky totiž nebylo možné s danými rozměry rakety jakkoliv manipulovat (osadit větší aerodynamický kryt apod.).

Cosmos-1 s otazníky

Dvacátého července 2001 došlo k prvnímu startu rakety Volna financovanému Planetary Society v rámci programu sluneční plachetnice. Neplánovalo se dosažení oběžné dráhy, nýbrž pouze suborbitální let – vynášené zařízení nemělo třetí (apogeový) stupeň, takže nemohlo dosáhnout oběžné rychlosti. Při suborbitálním letu mělo být pouze odzkoušeno rozložení dvou listů plachetnice.

Bohužel ale selhal mechanismus zajišťující oddělení nákladu od vlastní nosné rakety. Experiment tak nemohl proběhnout, protože jej neoddělený stupeň blokoval. Celá sestava pak částečně shořela v atmosféře a její zbytky dopadly do oblasti poloostrova Kamčatka.

Nicméně tento nezdar nebyl kritický, šlo pouze o technologický experiment ověřující celou koncepci. Byl sice nepříjemný, ale další práce nemohl výrazně zbrzdit. A tak byl experiment Cosmos-1 (nezaměňovat se sovětskou družicí Kosmos-1 vypuštěnou v roce 1962) připravený ke startu 21. června 2005. (Shodou okolností na den přesně rok poté, co k suborbitálnímu letu nad magickou hranici jednoho sta kilometrů vzlétl soukromý letoun SpaceShipOne.)



Sluneční plachetnice Cosmos-1 před startem.

Raketa Volna odstartovala z ponorky Borisoglebsk ponořené v Barentsově moři, čímž se spustila celé řada otázek. Na následujících řádcích nebudeme rozebírat vše, co se po startu odehrálo, protože by to vystačilo na solidní knížku plnou překvapivých zvratů. Omezme se proto jen na základní fakta.

Sedmnáct sekund po startu přešla družice Cosmos-1 na vlastní energetické zdroje. Nicméně žádné sledovací stanici (rozmístěné ovšem byly relativně řídce) se její signály nepodařilo zachytit, takže se vyskytla obava ze selhání nosiče. Tuto obavu ostatně potvrdila i ruská strana.

Nicméně pak se pozorovacím stanicím (mezi nimi byla i česká Panská Ves) podařilo zachytit jakési slabé vysílání, které by snad mohlo patřit družici Cosmos-1, a vzedmula se vlna optimismu. Jenomže severoamerické velitelství vzdušné obrany NORAD žádný nový objekt na oběžné dráze nezaznamenalo. Ruská strana pak vydala definitivní prohlášení o ztrátě nosné rakety, jejíž první stupeň se vypnul v 83. sekundě letu – tedy dříve než měl. Bezpečnostní mechanismus rakety je navíc nastavený tak, že v případě selhání některého stupně se další již neoddělují a raketa padá jako celek. Důvod je prozaický: Volna je původ-

Plachta experimentu AKS-1, který měl být realizovaný v letošním roce.

ně nosičem jaderných zbraní a jako taková je konstruována i z hlediska letových podmínek. V případě jakéhokoliv výskytu problému se tedy nepokouší dosáhnout cíle za každou cenu, nýbrž je vypojena jako celek.

Navzdory tomu se objevily zprávy z Petropavlosku na Kamčatce, že by zaregistrován rádiový signál potvrzující úspěšný zážeh a činnost motoru čtvrtého stupně. Trochu to připomíná blamáž s havárií rusko-ukrajinské rakety Zenit nesoucí tucet družic Globalstar (1998), kdy komentátor startu četl informace z předpřipravených papírů navzdory tomu, že raketa dávno selhala. A v ústředí americké společnosti Globalstar bouchalo šampaňské a čekalo se na signál družic, který nikdy nepřišel. Není divu, že objednávky na další dva starty pomocí Zenitu byly promptně stornovány.

Planetary Society nicméně stále opatrně tvrdila, že družice Cosmos-1 mohla dosáhnout (zřejmě nějakým záhadným způsobem) oběžné dráhy a že je šance že bude detekována opticky (když se to nepovedlo radarově!) čtyři dny po startu, kdy se měly automaticky rozevřít její plachty. Každému soudnému člověku přitom muselo být jasné, že se jedná o pečlivě připravenou mediální kampaň, která měla za cíl zakrýt zklamání z nevydařeného experimentu a udržet alespoň po nějaký čas pozornost médií k misi Cosmos-1.

Samozřejmě, že Cosmos-1 se zaregistrovat nepodařilo a jeho přítomnost na jakékoliv oběžné dráze se neprokázala (pro úplnost: toto platilo ještě poslední červnový den 2005).

A co dál?

Těžko říci, zdali se americká Planetary Society projektu sluneční plachetnice vzdá, nebo zdali se jej pokusí zopakovat. Vše se pravděpodobně bude odvíjet od financí – a těžko říci, zdali se podaří shromáždit potřebné dva až tři milióny dolarů na zopakování pokusu. A zda bude po dvou selháních spojených s nosnou raketou chuť si zahrát ruskou ruletu do třetice... Na trhu totiž není levnější raketa než Volna – a její kvalita tomu zřejmě odpovídá.

Ještě na letošní rok se připravovalo vypuštění technologické družice AKS-1 na raketě Dněpr společně s dalšími tělesy. Cílem AKS-1 (výrobce Aerospace Systems, Rusko) bude experimentálně ověřit možnosti osvětlování nebo naopak stínění zemského povrchu rozměrnou plachtou z vesmíru – tedy svým způsobem navázat na experimenty Znamja. Nicméně při přebírání nákladů pro raketu Dněpr byla družice AKS-1 odmítnuta z technických důvodů. Další osud projektu tak zůstává minimálně nejistý.

Evropská kosmická agentura ESA pak zvažuje mezi svými budoucími plány i odběr vzorků hornin z Merkuru nebo z martova měsíce Deimos (obé s použitím právě slunečních plachetnic).

Podle některých informací se k projektu sluneční plachetnice vrátila také NASA, která připravuje družici s nosností 240 kilogramů a s plachtou o „ploše fotbalového hřiště". Alespoň takto to uváděla agentura Agence France-Presse v červnu 2005 bez dalších detailů a bez uvedení zdroje. Na družici Millennium Programs Space Technology 8 (alias ST-8) připravované ke startu v roce 2008 má být instalována ultra-

Kresba startu rakety Volna z ponořené ponorky.

lehká grafitová tyč, která má být na oběžné dráze odzkoušena v rámci experimentu Sailmast. V budoucnu by měla najít využití právě na slunečních plachetnicích. Cena jen tohoto experimentu (nikoliv celé družice, jejího vypuštění apod.) je 4 mil. USD (srovnejte s náklady na projekt Cosmos-1).

Vzhledem k atraktivitě a rozsáhlým možnostem experimentování je pravděpodobné, že se do projektu sluneční plachetnice dříve či později pustí nějaká soukromá skupina (podobně jako Planetary Society). Ostatně – viz samostatná informace v rámečku *Sluneční plachetnice a Česko*.

Jednoho krásného dne se ale bezesporu první sluneční plachetnice ve vesmíru dočkáme. A pak se dozvíme i spoustu odpovědí na otázky, které nás už desítky let provází. A nepochybně se objeví dotazy další...

TOMÁŠ PŘIBYL

Foto: archiv

Sluneční plachetnice a Česko

Je zajímavé, že Česká republika a sluneční plachetnice mají k sobě velmi blízko. Ostatně, to potvrzuje i česká participace na projektu Cosmos-1 díky přijímací stanici v Panské vsi.

V osmdesátých letech se projektům slunečních plachetnic věnovala skupina LSG (Liška Space Group) v pražském Planetáriu pod vedením ing. Marcela Grüna. Tato vypracovala několik zajímavých projektů, např. minimální sluneční plachetnici (Minimum Solar Sail). Projekt předpokládal vytvoření plachty o ploše pět set metrů čtverečních ze čtyř lopatek spojených v centrální konstrukci a s nosnými tyčemi z kompozitů na bázi skelných vláken spojených epoxidovou pryskyřicí. Pro rozložení plachty mělo být využito odstředivých sil. Vlastní plachta měla být zhotovena z pohliníkované mylarové fólie o hmotnosti 6 g/m^2. Návrh Minimum Solar Sail byl úspěšně prezentován na 12. studentské konferenci IAF v rámci 33. mezinárodního astronautického kongres v Paříži (1982). Tehdy získal první cenu ve studentské kategorii.

V současné době existuje v Česku projekt CubeSat, za nímž stojí skupina nadšenců sdružených kolem serveru www.kosmo.cz a kolem Kosmo Klubu. Má jít o extrémně malé těleso s hmotností kolem jednoho kilogramu a objemu 1 dm^3 s plachtou, které by ve vesmíru prakticky ověřilo možnosti slunečního pohonu. Držme palce, česká skupina má stále šanci vypustit na oběžnou dráhu první sluneční plachetnici v historii kosmonautiky!

Tomáš Přibyl

Slnečná aktivita

apríl – máj 2005

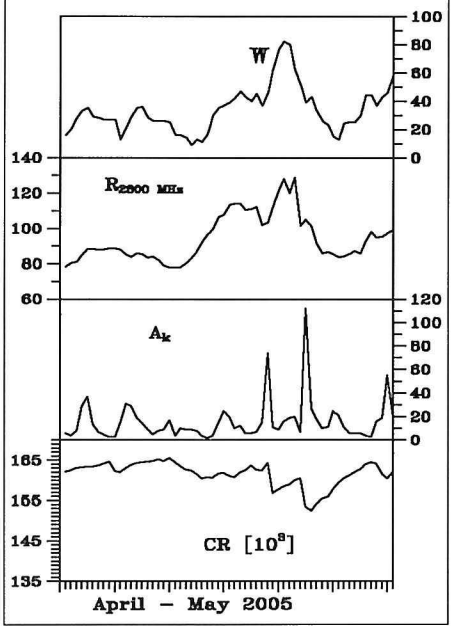
Slnečná aktivita je naďalej vo fáze poklesu jedenásťročného cyklu. Čas od času však aj v takom období dochádza k veľkým geofyzikálnym odozvám na prejavy slnečnej aktivity. Tak tomu bolo aj v máji t. r., keď po slnečných erupciách vzrástol 8. mája A_k index, podľa merania na geomagnetickom observatóriu GfÚ SAV v Hurbanove na hodnotu 74 a 15. mája dokonca na 112. Zároveň môžeme sledovať aj Forbushove poklesy v kozmickom žiarení.

Niekedy sa zdá, že je to pravidlo, že najväčšie geomagnetické poruchy spôsobuje Slnko okolo minima cyklu slnečnej aktivity. Je to pravdepodobne spôsobené tým, že v čase okolo maxima koronálne lúče, pokračovaním ktorých sú vysokorýchlostné prúdy slnečného vetra, smerujú mimo rovinu ekliptiky a v čase okolo minima viac sa ku nej blížia.

Prečo niekedy veľká slnečná aktivita nespôsobí vôbec geomagnetické poruchy a prečo niekedy, naopak, jej nepatrné prejavy spôsobia geomagnetickú poruchu obrovských rozmerov, je otázka, ktorá znepokojuje mnohých výskumníkov. Jej riešenie by umožnilo spoľahlivejšie predpovede kozmického počasia.

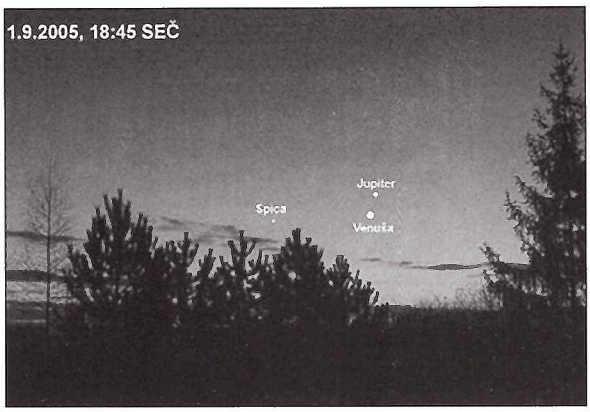
V jednom z posledných čísel *Astrophysikal Journal* (10. mája, autor Dr. S. McIntosh) sa objavil zaujímavý článok o zdrojoch vysokorýchlostných prúdov slnečného vetra. Hovorí sa tam, že o týchto zdrojoch nás môže informovať nielen stav koróny, t. j. výskyt koronálnych dier, ktoré pozorujeme hlavne v röntgenovom žiarení, ale aj štruktúra chromosféry. Tento záver vyplynul z porovnania obrázkov, ktoré získava družica TRACE a z meraní slnečného vetra na družici ACE v blízkosti Zeme. Preskúmanie tohto poznatku umožní použiť aj pozemské pozorovania chromosféry na spoľahlivejšiu predpoveď slnečného vetra

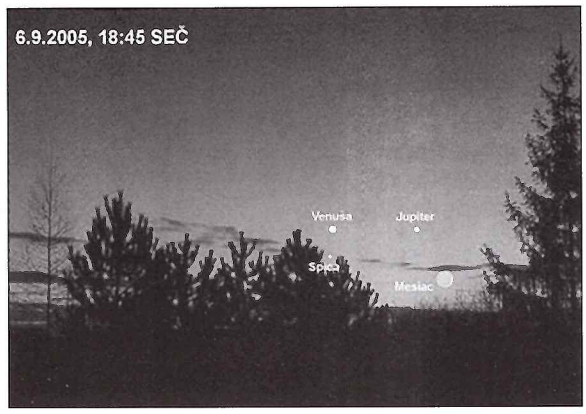
MILAN RYBANSKÝ

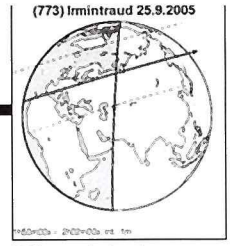


inzercia

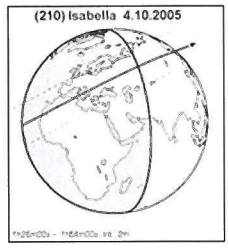
● Predám refraktor Meopta AD800 56/800 mm s 2 okulármi, slnečným filtrom a stojanom (2500,–) a Zeissov 4× revolverový okulárový nástavec (2900,–). Telefón: 0908742231.







Zákryty hviezd planétkami.



Obloha v kalendári

august – september

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

Druhá polovica školských prázdnin je v znamení spoločných pozorovacích táborov či expedícií. Svoje pravé hody majú meteorári, ktorým tentokrát praje čas maxima aj fáza Mesiaca. Niektorým sa možno podarí vidieť aj niekoľko dopadov meteoritov priamo na Mesiac... Bez problémov by sme mali na oblohe nájsť takmer všetky planéty, vesmírny kolotoč pripravil aj niekoľko pekných vzájomných zoskupení, ktoré lákajú fotografov na obohatenie svojho archívu.

Planéty

Merkúr je začiatkom augusta nepozorovateľný, keďže 6. 8. je v dolnej konjunkcii so Slnkom. V druhej augustovej dekáde sa však podmienky jeho viditeľnosti rýchle zlepšujú, jeho uhlová vzdialenosť rastie. V polovici mesiaca je na začiatku občianskeho súmraku vo výške 3° ako objekt 1,9 mag, no triédrom by sme ho mali vidieť bez problémov. V tom čase je v zastávke a začne sa pohybovať v priamom smere. Jeho viditeľnosť sa stále zlepšuje, nakoľko 24. 8. bude v najväčšej západnej elongácii (18,4°). Pri maximálnej elongácii vychádza viac ako 1,5 hodiny pred Slnkom a na začiatku občianskeho súmraku je vo výške 10° ako objekt –0,1 mag. Jeho viditeľnosti ráno bude asistovať Saturn len niekoľko stupňov vpravo. Po elongácii sa viditeľnosť Merkúra skracuje a pred koncom prvej septembrovej dekády sa definitívne stratí v rannom súmraku, nakoľko 18. 9. bude v hornej konjunkcii so Slnkom. Na večernej oblohe, v nevýhodnej polohe ho nájdeme až niekedy v polovici októbra. 2. 9. bude v konjunkcii s tenučkým kosáčikom Mesiaca a tak fotografia oboch telies objektívom 300 mm na kinofilm môže byť zaujímavá. V tom čase už bude mať Merkúr –1,1 mag. O dva dni neskôr bude Merkúr v blízkosti Regula a tak 4. a 5. 9. máme zase príležitosť fotografovať.

Venuša (–3,9 až –4,2 mag) je na večernej oblohe a jej podmienky viditeľnosti sa prakticky nemenia, na konci občianskeho súmraku je výške 6°. Jej vzdialenosť od Zeme sa zmenší z 1,34 na 0,93 AU a teda sa príjemne zväčší aj jej uhlový priemer, ktorý sa zväčší z 12,4 na 17,9'' a fáza z 0,83 na 0,65. Jedinou malou chybičkou viditeľnosti Venuše v týchto mesiacoch je jej relatívne malá výška nad obzorom. 8. 8. bude v tesnej konjunkcii s Mesiacom, mimo nášho územia bude pozorovateľný aj jej zákryt. Od nás budú najbližšie obe telesá ešte počas dňa, krátko po ich východe, Venuša bude 2° vpravo od Mesiaca. Na večernej oblohe toto pekné priblíženie môžeme pozorovať (a samozrejme, fotografovať) 7. a 8. po západe Slnka. Podobná situácia sa zopakuje 6. a 7. 9., no tentokrát bude ešte krajšia, nakoľko v blízkosti bude aj Jupiter a Spika. Časy jednotlivých konjunkcií sú v kalendári úkazov.

Mars (–0,5 až –1,7 mag) má stále zlepšujúce sa podmienky viditeľnosti, nakoľko sa blíži do výbornej novembrovej opozície. Začiatkom augusta vychádza po 22. hod. ako jasný červenkastý objekt v Rybách, koncom septembra vychádza už po 19. hodine, a keďže jeho jasnosť rastie, bude na oblohe neprehliadnuteľný. 2. 8. sa presunie z Rýb na 4 dni do Veľryby, 6. 8. do Barana a 24. 9. do Býka. Vzdialenosť od nás sa zmenší z 0,83 na 0,53 AU, jeho uhlový priemer sa zväčší z 11,3 na 17,8'', čo je už dostatočne veľa na pozorovanie jeho albedových útvarov. 25. 8. a 22. 9. bude v jeho blízkosti Mesiac, no aj v čase maximálneho priblíženia bude ich vzájomná vzdialenosť len 5°. Až do konca septembra sa Mars pohybuje medzi hviezdami v priamom smere, v zastávke bude 1. 10. a začne sa pohybovať spätne. 16. 8. začína na severnej pologuli Marsu zima.

Jupiter (–1,7 mag) v Panne je začiatkom augusta viditeľný na večernej oblohe, zapadá až koncom astronomického súmraku. Jeho viditeľnosť sa však pomaly skracuje a koncom septembra je už nepozorovateľný, nakoľko zapadá krátko po Slnku. V čase viditeľnosti však bude výrazným objektom večernej oblohy, jeho jasnosť sa zmenší z –1,8 mag len o desatinu magnitúdy. 10. 8. nastane konjunkcia Jupitera s Mesiacom, no v čase maximálneho priblíženia sú obe telesá pod obzorom a tak najlepšie podmienky pre toto pozorovanie sú 9. a 10. 8. po západe Slnka. Omnoho krajšie zoskupenie vytvoria obe telesá 6. 9., v blízkosti bude aj jagavá Venuša a jasná Spika a ďalší deň sa prakticky zmení len poloha Mesiaca a teda aj v tento večer by sme nemali nechať zaháľať svoju fotografickú techniku. Na prelome mesiacov stojí za pozornosť sledovanie zmeny vzájomnej polohy Jupitera a Venuše. Obe telesá budú najbližšie 1. 9. (1,2°).

Saturn (0,2 – 0,4 mag) v Rakovi vychádza začiatkom augusta len za občianskeho súmraku, no jeho viditeľnosť ráno sa rýchlo zlepšuje a koncom septembra je viditeľný už v celej druhej polovici noci. 4. 8., 31. 8. a 28. 9. bude v konjunkcii s Mesiacom, no aj v čase maximálneho priblíženia budú obe telesá vo vzdialenosti len 4°.

Pre získanie zaujímavej fotografie niektorej z týchto konjunkcií je najvhodnejší dátum 1. 9., keď oblohu pred východom Slnka bude ešte skrášľovať Merkúr. Posledná konjunkcia sa odohrá priamo v srdci Raka a medzi oboma telesami by sme mali v trédri uvidieť aj hviezdy otvorenej hviezdokopy Jasličky (M 44). Saturnove prstence sú široko

Zákryty hviezd Mesiacom (august – september)

Dátum	UT h m s	f	XZ	mag	CA °	PA °	a s/o	b s/o
2. 8.	1 53 28	R	9216	6,5	+42S	232	–33	116
14. 8.	18 42 3	D	22562	6,4	+50N	55	107	2
16. 8.	19 1 13	D	26088	6,9	+6S	161	80	–91
21. 8.	2 54 16	D	31432	4,9	–71N	56	44	–12
30. 8.	2 42 57	R	10670	6,4	+79N	292	46	53
31. 8.	1 11 2	R	12076	6,2	+83S	280	–11	68
1. 9.	3 34 46	R	13609	7,0	+53N	331	50	–44
12. 9.	17 42 38	D	25354	6,8	+52N	47	93	28
12. 9.	19 17 17	D	25437	6,9	+50N	45	61	–6
15. 9.	17 15 15	D	29874	4,5	+39N	12	57	130
15. 9.	17 54 7	R	29874	4,5	–31N	302	80	43
15. 9.	20 12 22	D	29979	4,8	+51N	24	49	67
19. 9.	18 34 44	R	1686	5,6	+63N	275	14	88
19. 9.	18 35 25	R	1687	6,5	+63N	275	14	88
22. 9.	2 29 20	D	4230	5,0	–89N	72	96	24
22. 9.	3 46 56	R	4230	5,0	+77S	240	83	16
22. 9.	23 44 4	R	5292	5,7	+17S	184	–42	244
24. 9.	21 40 17	R	7710	5,6	+59N	301	9	50
25. 9.	2 10 14	R	8040	7,0	+73S	253	73	101
26. 9.	23 12 12	D	11604	5,4	–22S	170	128	–203
26. 9.	23 24 39	R	11604	5,4	+3S	195	–155	371

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.

roztvorené, pozorujeme ich z južnej strany a 10. 8. si pripomenieme 10. výročie okamihu, keď sme prechádzali ich rovinou a teda zo zeme pozorovateľné neboli.

Urán (5,7 mag) vo Vodnárovi má veľmi dobré podmienky viditeľnosti, nakoľko 1. 9. bude v opozícii so Slnkom a teda viditeľný celú noc. Najbližšie k Zemi (19,061 AU) bude 31. 8. a uhlový priemer dosiahne 3,7''. Počas jasných nocí by sme ho bez väčších problémov mali vidieť aj voľným okom, no jeho pokojný, modrozelený svit vynikne až pri pozorovaní triédrom alebo ďalekohľadom. Jeho konjunkcie s Mesiacom 20. 8. a 17. 9. sú len málo zaujímavé, nakoľko vzdialenosť oboch telies bude takmer 3° a Mesiac v okolí splnu...

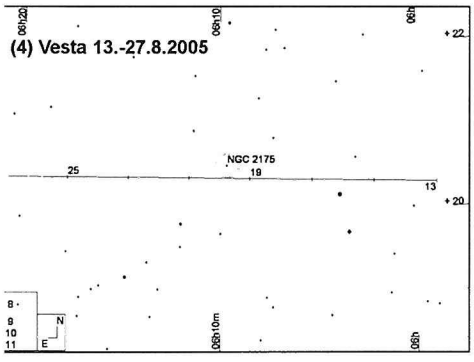
Neptún (7,8 mag) v Kozorožcovi má podobné podmienky viditeľnosti ako Urán. Je trošku západnejšie, má južnejšiu deklináciu a tak vychádza asi o hodinu pred Uránom. Už triédrom ho nájdeme trošku severnejšie od spojnice hviezd ι Cap (4,3 mag) a θ Cap (4,1 mag).

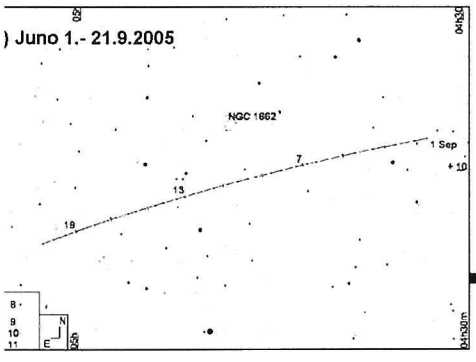
Pluto (14,1 mag) v Hadovi má relatívne dobré podmienky, no zhoršujú sa, jeho viditeľnosť sa skracuje. Pluto je 3. 9. v zastávke a začne sa pohybovať v priamom smere. Na jeho spozorovanie voľným okom musíme mať výkonný ďalekohľad s priemerom aspoň 30 cm a dobrú hľadaciu mapku.

Dotyčnicové zákryty sú len u slabých hviezd. Najjasnejším zákrytom je dotyčnicový zákryt hviezdy SAO 189509 (6,9 mag), no aj ten nastáva na terminátore a pri veľkej fáze Mesiaca (+85%). Hranica tohto zákrytu navyše nastáva južne od nášho územia...

Planétky

Najjasnejšou planétkou tohto obdobia bude (4) Vesta, ktorá koncom septembra dosiahne 8,1 mag. Do 11. mag budú v opozícii: (5) Astraea (2. 8., 10,9 mag), (44) Nysa (15. 8., 10,4 mag), (37) Fides (18. 8., 10,7 mag), (20) Massalia (24. 8., 9,7 mag), (22) Kalliope (6. 9., 10,6 mag), (101) Helena (10. 9., 10,6 mag), (471) Papagena (18. 9., 9,9 mag). Slabšie je to aj s priblíženiami sa planétok k zaujímavým objektom. Trochu inšpirujúca by však mohla byť konjunkcia Vesty s otvorenou hviezdokopou NGC 2175 19. 8. Jasnosť hviezdokopy je 6,8 a Vesta v tom čase bude mať 8,4 mag. Ďalšia ponuka je na priblíženie planétky (3) Juno (8,9 mag) k hviezdokope NGC 1662 (6,4 mag).





Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
Efemerida planétky (1) Ceres			
1. 8.	14h53,8m	−13°35,2'	8,6
6. 8.	14h57,3m	−14°08,7'	8,6
11. 8.	15h01,3m	−14°42,7'	8,7
16. 8.	15h05,7m	−15°17,2'	8,8
21. 8.	15h10,5m	−15°51,9'	8,8
26 8.	15h15,6m	−16°26,6'	8,9
31. 8.	15h21,1m	−17°01,3'	8,9
5. 9.	15h26,8m	−17°35,7'	8,9
10. 9.	15h32,9m	−18°09,8'	9,0
15. 9.	15h39,2m	−18°43,4'	9,0
20. 9.	15h45,8m	−19°16,2'	9,0
25. 9.	15h52,6m	−19°48,4'	9,1
30. 9.	15h59,6m	−20°19,6'	9,1
Efemerida planétky (4) Vesta			
1. 8.	5h39,3m	+20°05,4'	8,5
6. 8.	5h47,6m	+20°11,6'	8,5
11. 8.	5h55,7m	+20°16,1'	8,4
16. 8.	6h03,8m	+20°19,1'	8,4
21. 8.	6h11,6m	+20°20,6'	8,4
26. 8.	6h19,3m	+20°20,7'	8,4
31. 8.	6h26,8m	+20°19,6'	8,4
5. 9.	6h34,1m	+20°17,3'	8,3
10. 9.	6h41,1m	+20°14,2'	8,3
15. 9.	6h47,9m	+20°10,2'	8,3
20. 9.	6h54,4m	+20°05,7'	8,2
25. 9.	7h00,6m	+20°00,8'	8,2
30. 9.	7h06,4m	+19°55,6'	8,1
Efemerida planétky (3) Juno			
1. 8.	3h36,3m	+11°35,3'	9,5
6. 8.	3h46,0m	+11°36,3'	9,4
11. 8.	3h55,5m	+11°33,3'	9,4
16. 8.	4h04,8m	+11°26,4'	9,3
21. 8.	4h13,9m	+11°15,4'	9,2
26. 8.	4h22,7m	+11°00,3'	9,2
31. 8.	4h31,3m	+10°41,2'	9,1
5. 9.	4h39,5m	+10°17,9'	9,0
10. 9.	4h47,3m	+ 9°50,6'	8,9
15. 9.	4h54,7m	+ 9°19,4'	8,9
20. 9.	5h01,6m	+ 8°44,5'	8,8
25. 9.	5h07,9m	+ 8°06,0'	8,7
30. 9.	5h13,7m	+ 7°24,1'	8,6

Podľa nominálnych predpovedí nastane 5 zákrytov hviezd planétkami, no nepresnosti určenia predpovedí sú značné a naše územie pokrývajú len v rámci neurčitosti predpovede. Najväčšiu šancu máme u zákrytu planétkou (210) Isabella a pri planétke (773) Irmintraud, ktorá zakryje hviezdu TYC 2930-2721.

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el
Efemerida kométy P/Hartley-IRAS (161P)				
1. 8.	11h32,6m	+73°04,0'	11,7	59,8
6. 8.	12h06,1m	+68°09,9'	11,9	58,9
11. 8.	12h27,2m	+63°26,7'	12,1	57,6
Efemerida kométy P/Giacobini-Zinner (21P)				
1. 8.	5h26,1m	+13°09,6'	10,6	48,0
6. 8.	5h43,9m	+11°24,8'	10,8	48,7
11. 8.	6h00,8m	+ 9°38,0'	11,0	49,6
16. 8.	6h16,8m	+ 7°50,1'	11,2	50,7
21. 8.	6h31,9m	+ 6°01,8'	11,4	51,8
26. 8.	6h46,2m	+ 4°13,7'	11,6	53,1
31. 8.	6h59,7m	+ 2°26,1'	11,8	54,4
Efemerida kométy P/Tempel (9P)				
1. 8.	14h38,4m	−19°51,2'	10,3	94,6
6. 8.	14h51,2m	−21°28,9'	10,4	93,2
11. 8.	15h04,5m	−23°00,9'	10,6	91,8
16. 8.	15h18,2m	−24°26,7'	10,7	90,4
21. 8.	15h32,3m	−25°45,7'	10,9	89,0
26. 8.	15h46,8m	−26°57,6'	11,1	87,7
31. 8.	16h01,5m	−28°02,3'	11,3	86,3
5. 9.	16h16,5m	−28°59,4'	11,5	84,9
10. 9.	16h31,7m	−29°48,8'	11,7	83,5
15. 9.	16h47,0m	−30°30,6'	11,9	82,1

Kométy

Slabších komét je pomerne veľa, no jasnejších ako 12 mag je ich len niekoľko.

Kométa P/Tempel (9P) nám začiatkom júla pripravila pekné predstavenie. 4. 7. o 5:52 UT, presne podľa predpovede sa s ňou zrazil impaktor sondy Deep Space a toto úchvatné divadlo bolo možné sledovať priamo na internete alebo televízii. Astronómovia u nás s napätím sledovali vývoj počasia, aby sa mohli pokochať zjasnenou kométou večer po západe Slnka. Optimistické predpoklady hovorili o možnom zjasnení až o 6 magnitúd... Skutočnosť však bola iná, predpoklady sa nenaplnili, no kométa bola aj vizuálne o niečo jasnejšia, mala však od hranice viditeľnosti voľným okom veľmi ďaleko. V druhej polovici prázdnin ostane najjasnejšou kométou na oblohe, polovici tretej augustovej dekády sa presunie z Váh do Škorpióna, jej deklinácia stále klesá a stáva sa pozorovateľnou horšie a horšie.

P/Hartley-IRAS (161P) síce nevyniká jasnosťou, no keďže je cirkumpolárna, môžeme ju dobre pozorovať, no aj tá v polovici augusta klesne pod 12 mag.

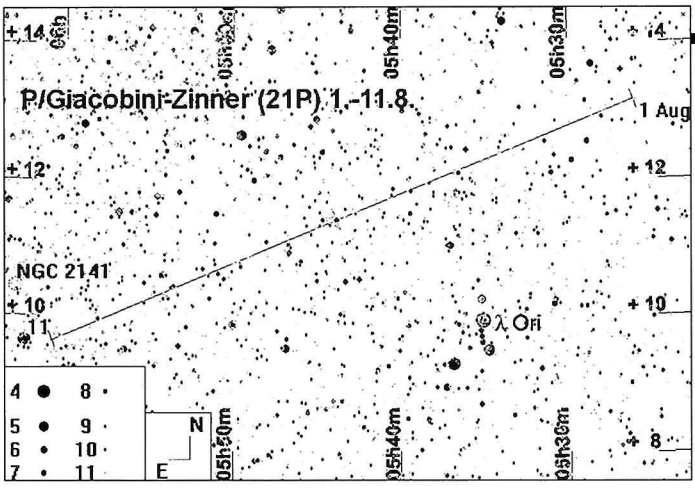
P/Giacobini-Zinner (21P) počas augusta zoslabne o 1 mag, no pohybuje sa v oblasti so zaujímavými objektami, čo by mohlo inšpirovať majiteľov fo-

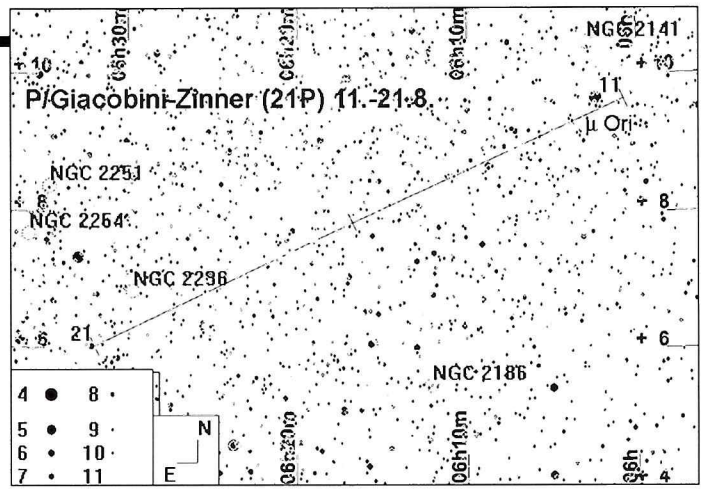
Zákryty hviezd planétkami

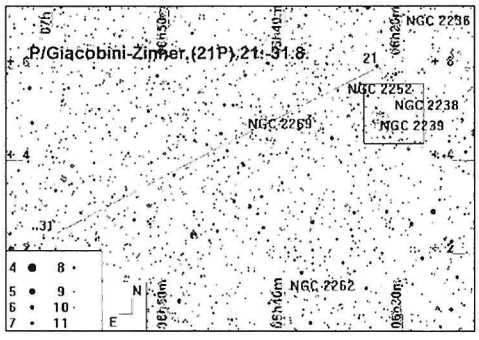
dátum	[UT]	planétka	trv	hviezda	m*	dm	h*	el	%
2. 9.	2,3	78 Diana	8,7	HIP 115624	9,5	2,9	28	148	2–
25. 9.	1,0	773 Irmintraud	6,1	UCAC2 45650405	10,4	4,4	50	12	52–
25. 9.	1,9	773 Irmintraud	6,1	TYC 2930 2721	9,7	5,1	59	12	52–
3. 10.	3,2	598 Octavia	3,7	TYC 1353 1233	10,6	3,6	54		
4. 10.	1,7	210 Isabella	12,0	TYC 1850 1255	10,5	3,2	63		

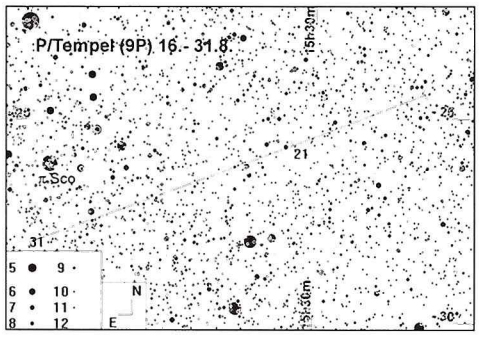
Z predpovedí sú vylúčené hviezdy slabšie ako 11 mag. V tabuľke sú len úkazy, u ktorých je pokles jasnosti väčší ako 1 mag. Výber úkazov je pod podmienkou, že Slnko je pod obzorom viac ako 12 stupňov a hviezda minimálne 10 stupňov nad obzorom (pre polohu Rimavskej Soboty).

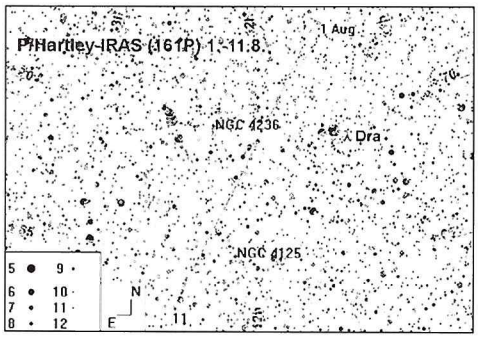
trv – trvanie zákrytu v sekundách, **m*** – jasnosť hviezdy, **h*** – výška hviezdy nad obzorom, **dm** – pokles jasnosti, **el** – uhlová vzdialenosť Mesiaca, **%** – percento osvetlenej časti Mesiaca, **+** dorastá, **–** ubúda

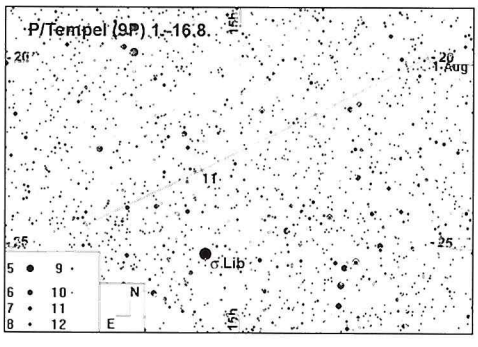










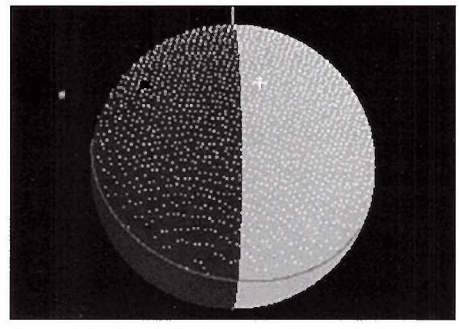


tografickej techniky k získaniu zaujímavých záberov. 11. 8. prejde tesne popod μ Ori (4,1 mag) a necelý stupeň južne od otvorenej hviezdokopy NGC 2141 (9,4 mag). 20. 8. bude len 0,5° od otvorenej hviezdokopy NGC 2236 (8,5 mag). Obe tieto hviezdokopy sú nevýrazné, no všetko určite vynahradí problíženie sa kométy k známej hmlovine Rosetta (NGC 2238), ktorej súčasťou je aj jasná otvorená hviezdokopa NGC 2239 (4,8 mag). Ak pri exponovaní na kinofilm 22. 8. ráno použijeme objektív s ohniskom 1 m získame veľmi peknú snímku hmloviny, na okraji ktorej bude kométa.

Meteory

Nakoľko 5. 8. je nov, je to takmer ideálne obdobie na pozorovanie južných rojov, zvlášť južných ι a severných δ Akvaríd. Aktívnejšie južné δ Akvaridy sú už po maxime a ich aktivita doznieva, podobne ako Kaprikornidy. Pri pozorovaní je nutné si uvedomiť, že maximá činnosti týchto slabších rojov sú určené len nepresne a pri určovaní rojovej príslušnosti musíme byť veľmi opatrní. Ešte začiatkom augusta by sme mali registrovať aj pomalu klesajúcu aktivitu južných Piscíd, ktoré mjú pomalé meteory a sú relatívne ľahko odlíšiteľné od sporadického pozadia.

Jednoznačne hlavným prázdninovým rojom sú Perzeidy, u ktorých sú tohto roku podmienky priaznivé, nakoľko v maxime je Mesiac v prvej štvrti, nízko nad obzorom a zapadá pomerne skoro. Radiant dosiahne výšku 30° nad obzorom až po západe Mesiaca. Hlavné maximum sa očakáva 12. 8. vo večerných hodinách okolo 19:30 s očakávanou prepočítanou frekvenciou 100. Ako zaujímavosť je možné spomenúť, že tohto roku sú mimoriadne priaznivé podmienky na pozorovanie dopadov meteoritov na Mesiac práve v čase maxima Perzeíd, nakoľko vhodné geometrické podmienky umožňujú vidieť impakty na väčšine neosvetlenej časti Mesia-



Geometrické podmienky prúdu Perzeíd a Mesiaca.

Meteorické roje (august – september)

Roj	Aktivita	Max.	Radiant		Pohyb rad. °/deň		V. km/s	ZHR	Zdroj
			RA	D	RA	D			
SCP	15. 7.–11. 8.	20. 7.	20:28	–15	1	+0,2	30	5	ALPO
PAU	15. 7.–10. 8.	27. 7.	22:44	–30	1	+0,2	35	5	IMO
SDA	12. 7.–19. 8.	27. 7.	22:36	–16	0,8	+0,2	42	20	IMO
CAP	3. 7.–15. 8.	29. 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
NDA	15. 7.–25. 8.	8. 8.	22:20	–05	0,8	+0,2	42	4	IMO
PER	17. 7.–24. 8.	12. 8.	03:04	+58	1,4	+0,2	59	100	IMO
KCG	3. 8.–25. 8.	17. 8.	19:04	+59	0,2	+0,1	25	3	IMO
NIA	11. 8.–31. 8.	19. 8.	21:48	–06	1	+0,1	31	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	7	IMO
DAU	5. 9.–10.10.	9. 9.	04:00	+47	1	+0,1	64	5	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
SPI	1. 9.–30. 9.	19. 9.	00:20	–01	0,8	+0,2	26	3	IMO
KAQ	8. 9.–30. 9.	20. 9.	22:36	–02	1	+0,2	16	3	DMS

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

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

ca. Na pozorovanie potrebujeme aspoň malý ďalekohľad. Aby mohlo byť pozorovanie aj odborne využité je nutné nahrávať záznam na videopásku s možnosťou zistenia presného času. Geometrické podmienky prúdu Perzeíd a Mesiaca sú na obrázku na vedľajšej strane.

Septembrový nov 3. 9. predurčuje dobré pozorovacie podmienky hlavne pre α a δ Aurigidy, ktoré sú aj najaktívnejšími rojmi v septembri v pracovnom zozname IMO.

PAVOL RAPAVÝ

Tabuľky východov a západov (august – september)

Slnko

			Súmrak					
			Astronomický		Nautický		Občiansky	
	Vých.	Záp.	zač.	kon.	zač.	kon.	zač.	kon.
1. 6.	3:43	19:33	0:38	22:38	2:02	21:15	2:57	20:19
8. 6.	3:40	19:39	0:20	22:59	1:55	21:23	2:52	20:26
15. 6.	3:38	19:43	0:04	23:17	1:52	21:29	2:50	20:31
22. 6.	3:39	19:45	–	23:24	1:52	21:32	2:51	20:33
29. 6.	3:42	19:45	0:12	23:15	1:56	21:31	2:54	20:33
6. 7.	3:46	19:43	0:32	22:58	2:03	21:26	2:59	20:30
13. 7.	3:52	19:38	0:52	22:39	2:12	21:19	3:06	20:24
20. 7.	4:00	19:32	1:13	22:19	2:23	21:09	3:15	20:17
27. 7.	4:08	19:24	1:33	21:59	2:36	20:56	3:25	20:07

Mesiac

	Východ	Západ
1. 8.	0:05	17:35
8. 8.	7:34	20:33
15. 8.	16:11	23:29
22. 8.	20:00	8:01
29. 8.	23:45	16:22
5. 9.	6:33	18:54
12. 9.	15:04	22:20
19. 9.	18:20	6:53
26. 9.	22:37	15:02

Merkúr

	Východ	Západ
1. 8.	5:19	19:04
8. 8.	4:23	18:25
15. 8.	3:33	18:00
22. 8.	3:09	17:51
29. 8.	3:18	17:54
5. 9.	3:54	17:59
12. 9.	4:40	17:58
19. 9.	5:25	17:53
26. 9.	6:07	17:45

Venuša

	Východ	Západ
1. 8.	7:09	20:34
8. 8.	7:29	20:21
15. 8.	7:47	20:08
22. 8.	8:06	19:54
29. 8.	8:25	19:40
5. 9.	8:43	19:26
12. 9.	9:02	19:13
19. 9.	9:21	19:00
26. 9.	9:39	18:49

Mars

	Východ	Západ
1. 8.	22:15	11:52
8. 8.	21:56	11:45
15. 8.	21:37	11:37
22. 8.	21:17	11:28
29. 8.	20:57	11:16
5. 9.	20:35	11:02
12. 9.	20:13	10:46
19. 9.	19:48	10:27
26. 9.	19:22	10:05

Jupiter

	Východ	Západ
1. 8.	10:06	21:34
8. 8.	9:44	21:08
15. 8.	9:23	20:43
22. 8.	9:02	20:17
29. 8.	8:42	19:52
5. 9.	8:21	19:27
12. 9.	8:01	19:02
19. 9.	7:41	18:38
26. 9.	7:22	18:13

Saturn

	Východ	Západ
1. 8.	3:38	18:57
8. 8.	3:15	18:32
15. 8.	2:52	18:07
22. 8.	2:30	17:42
29. 8.	2:07	17:17
5. 9.	1:43	16:52
12. 9.	1:20	16:26
19. 9.	0:56	16:01
26. 9.	0:33	15:35

Urán

	Východ	Západ
1. 8.	20:21	7:12
8. 8.	19:53	6:43
15. 8.	19:25	6:14
22. 8.	18:57	5:45
29. 8.	18:29	5:16
5. 9.	18:01	4:47
12. 9.	17:32	4:18
19. 9.	17:04	3:49
26. 9.	16:36	3:20

Neptún

	Východ	Západ
1. 8.	19:26	5:04
8. 8.	18:58	4:36
15. 8.	18:30	4:07
22. 8.	18:02	3:39
29. 8.	17:34	3:10
5. 9.	17:06	2:42
12. 9.	16:38	2:13
19. 9.	16:10	1:45
26. 9.	15:42	1:17

Pluto

	Východ	Západ
1. 8.	15:33	1:22
8. 8.	15:05	0:54
15. 8.	14:38	0:26
22. 8.	14:10	23:54
29. 8.	13:43	23:26
5. 9.	13:15	22:58
12. 9.	12:48	22:30
19. 9.	12:21	22:03
26. 9.	11:54	21:35

Kalendár úkazov a výročí (august – september)

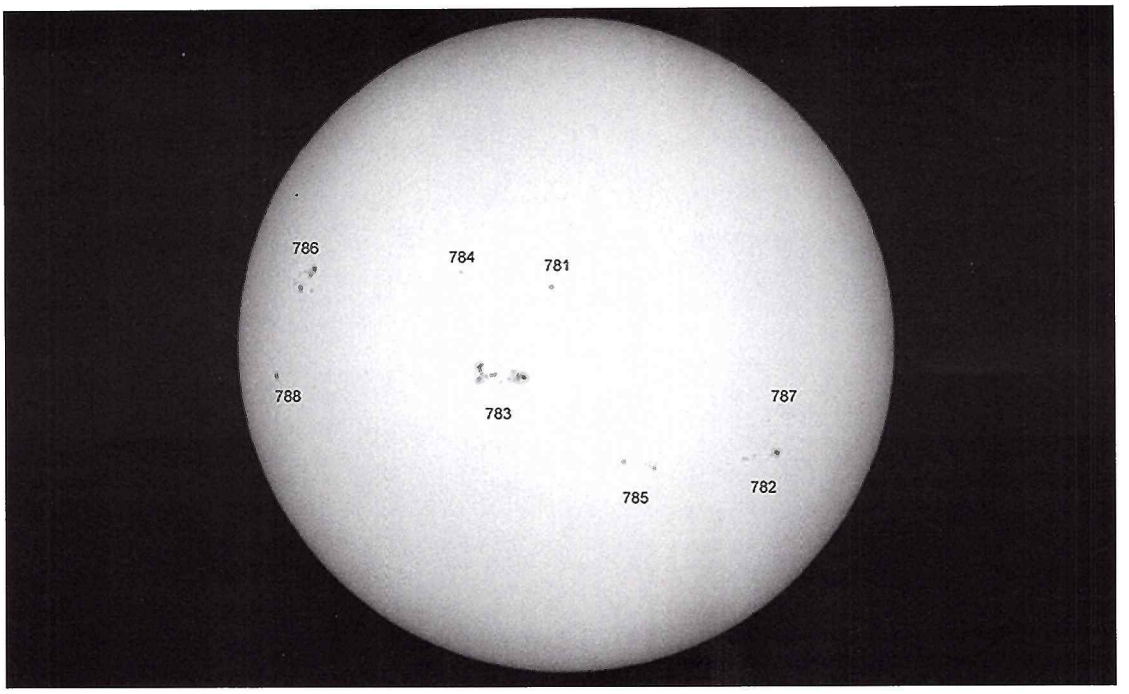
1. 8. 5. výročie (2000) meteoritu z Marsu SAU 051
1. 8. 100. výročie (1905) narodenia H. B. S. Hoggovej
2. 8. planétka (5) Astraea v opozícii (10,9 mag)
4. 8. 22,8 Mesiac v odzemí (406627 km)
4. 8. maximum meteoricého roja južné ι Akvaridy (ZHR 2)
5.8. 4,1 Mesiac v nove
5. 8. 75. výročie (1930) narodenia N. Armstronga
4. 8. 4,6 konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 4,1° južne)
6. 8. 0,6 Merkúr v dolnej konjunkcii so Slnkom
8. 8. 4,5 konjunkcia Mesiaca s Venušou (Venuša 0,6° južne), zákryt mimo nášho územia
8. 8. 17,2 Neptún v opozícii
8. 8. maximum meteoricého roja severné δ Akvaridy (ZHR 4)
10.8. 6,7 konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 1,5° severne)
10. 8. 10. výročie (1995) prechodu Zeme rovinou Saturnových prstencov
12. 8. 40. výročie (1965) družice Echo 1
12. 8. maximum meteoricého roja Perzeidy (ZHR 100)
13. 8. 3,6 Mesiac v prvej štvrti
14. 8. 12,7 zákryt Antaresa Mesiacom (od nás nepozorovateľný)
14. 8. 80. výročie (1925) narodenia V. Bumbu
15. 8. planétka (44) Nysa v opozícii (10,4 mag)
15. 9. 200. výročie (1805) narodenia M.V. Korca
15. 8. 13,7 Merkúr v zastávke (začína sa pohybovať priamo)
16. 8. zimný slnovrat na severnej pologuli Marsu
17. 8. 35. výročie (1970) sondy Venera 7
17. 8. maximum meteoricého roja κ Cygnidy (ZHR 3)
18. 8. planétka (37) Fides v opozícii (10,7 mag)
18. 8. 20. výročie (1985) sondy Suisei (kométa Halley)
18. 8. 125. výročie (1880) narodenia S.V. Orlova
19. 8. 4,3 konjunkcia Mesiaca s Neptúnom (Neptún 4,8° severne)
19. 8. 6,6 Mesiac v prízemí (357 398 km)
19. 8. 45. výročie (1960) Sputnika 5 (Belka a Strelka)
19. 8. maximum meteoricého roja severné ι Akvaridy (ZHR 3)
19. 8. 18,9 Mesiac v splne
20. 8. 30. výročie (1975) sondy Viking 1
20. 8. 120. výročie (1885) objavenia S And (E. Hartwig)
20. 8. 14,3 konjunkcia Mesiaca s Uránom (Urán 2,9° severne)
21. 8. 110. výročie (1895) narodenia A. P. Vinogradova
21. 8. 80. výročie (1925) narodenia V. Oravca
21. 8. 40. výročie (1965) Gemini 5 (G. Cooper, Ch. Conrad)
24. 8. 0,1 Merkúr v najväčšej západnej elongácii (18,4°)
24. 8. planétka (20) Massalia v opozícii (9,7 mag)
25. 8. 1,9 konjunkcia Mesiaca s Marsom (Mars 4,8° južne)
26. 8. 16,3 Mesiac v poslednej štvrti
29. 8. 35. výročie (1970) objavenia Novy Cygni 1975
31. 8. 20,1 konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 3,6° južne)
1. 9. 3,6 Mesiac v odzemí (406 212 km)
1. 9. maximum meteoricého roja α Aurigidy (ZHR 7)
1. 9. 290. výročie (1715) narodenia A. Jaslinského
1. 9. 4,0 Urán v opozícii
1. 9. 22,8 konjunkcia Venuše s Jupiterom (Jupiter 1,2° severne)
2. 9. 100. výročie (1905) narodenia W. Iwanowskej
2. 9. 90. výročie (1915) narodenia V. V. Soboleva
2. 9. 14,6 konjunkcia Mesiaca s Merkúrom (Merkúr 1,9° južne)
3. 9. 4,9 Pluto v zastávke (začína sa pohybovať priamo)
3. 9. 100. výročie (1905) narodenia D. C. Andersona
3. 9. 19,7 Mesiac v nove
4. 9. 16,9 konjunkcia Merkúra s Regulusom (Regulus 1,1° južne)
6. 9. 13,7 konjunkcie Venuše so Spikou (Spika 1,7° južne)
6. 9. planétka (22) Kalliope v opozícii (10,6 mag)
6. 9. 23,6 konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 2,3° severne)
7. 9. 7,6 konjunkcia Mesiaca s Venušou (Venuša 0,9° severne), mimo nášho územia zákryt
8.9. 40. výročie (1965) objavenia kométy Ikeya-Seki
8. 9. 45. výročie (1960) založenia Marshall Space Center
8. 9. 30. výročie (1975) sondy Viking 2
9. 9. maximum meteoricého roja δ Aurigidy (ZHR 5)
10. 9. planétka (101) Helena v opozícii (10,6 mag)
10. 9. 21,7 konjunkcia Mesiaca s Antaresom (Antares 0,6° severne)
11. 9. 12,6 Mesiac v prvej štvrti
11. 9. 20. výročie (1985) sondy ICE (kométa Giacobini–Zinner)
12. 9. 35. výročie (1970) Luny 16
14. 9. 90. výročie (1915) narodenia J. Dobsona
15. 9. 10,3 konjunkcia Mesiaca s Neptúnom (Neptún 4,9° severne)
16. 9. 14,9 Mesiac v prízemí (360 409 km)
16. 9. 80. výročie (1925) narodenia A. Oravcovej
17. 9. 1,7 konjunkcia Mesiaca s Uránom (Urán 2,8° severne)
18. 9. 3,0 Mesiac v splne
18. 9. 3,6 Merkúr v hornej konjunkcii so Slnkom
18. 9. planétka (471) Papagena v opozícii (9,9 mag)
19.9. 140. výročie (1865) narodenia J. S. Plasketta
19. 9. maximum meteorického roja Piscidy (ZHR 3)
19. 9. 70. výročie (1935) narodenia M. Antala
22.9. 2,9 konjunkcia Mesiaca s Marsom (Mars 5,4° južne)
23. 9. 75. výročie (1930) narodenia J. Tremka
24. 9. 80. výročie (1925) narodenia G. R. Burbidgea
24. 9. 75. výročie (1930) narodenia J. Younga
25. 9. 7,7 Mesiac v poslednej štvrti
27. 9. 23,6 konjunkcia Jupitera so Spikou (Spika 3,1° južne)
22. 9. 23,4 jesenná rovnodennosť, začiatok astronomickej jesene
28. 9. 10,9 konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 3,9° južne)
28. 9. 400. výročie (1605) narodenia I. Bullialdusa
28. 9. 16,4 Mesiac v odzemí (405307 km)
30. 9. 80. výročie (1925) narodenia P. W. Melchiora
30. 9. 30. výročie (1975) objavenia Jupiterovho mesiaca Themisto (Ch. Kowal)
1. 10. 10,7 Mars v zastávke (začína sa pohybovať spätne)
3. 10. 11,5 Mesiac v nove – prstencové zatmenie Slnka od nás viditeľné ako čiastočné
7. 10. 5,5 konjunkcia Mesiaca s Venušou (Venuša 1,7° severne)

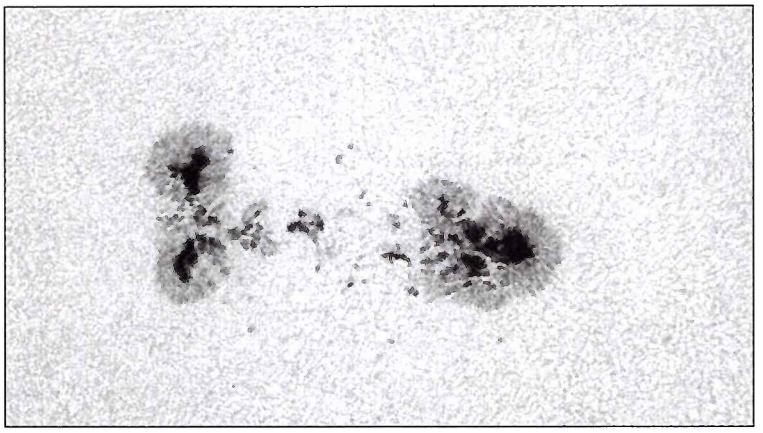
Na začiatku prázdnin Slnko rozkvitlo škvrnami

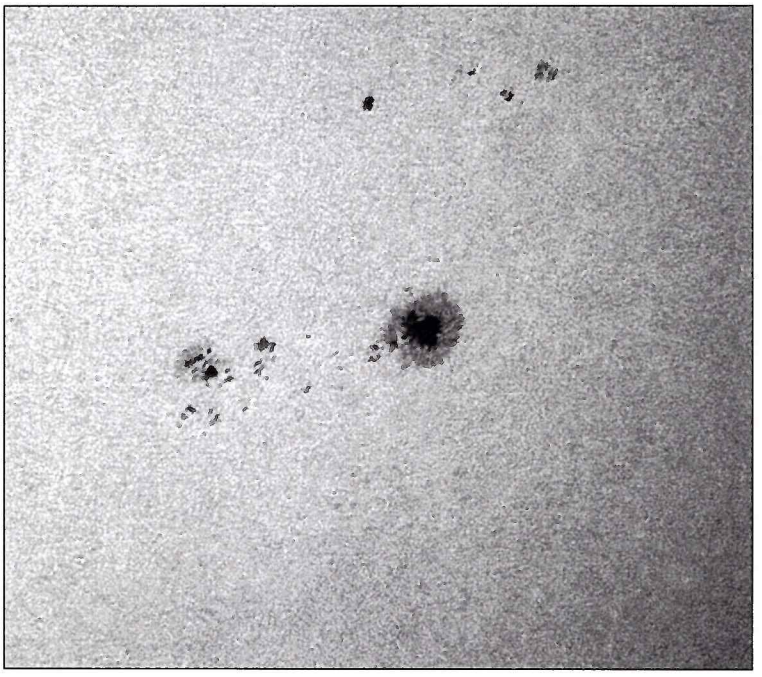
Slnko v druhej polovici júna bolo takmer bez škvŕn presne tak ako sa patrí na na obdobie okolo minima slnečného cyklu. Začiatkom prázdnin sa však situácia radikálne zmenila a povrch našej hviezdy priam rozkvitol množstvom slnečných škvŕn a pripomínal skôr obdobie maxima. Na priložených obrázkoch je disk Slnka z 3. 7. 2005 a niekoľko detailov škvŕn.

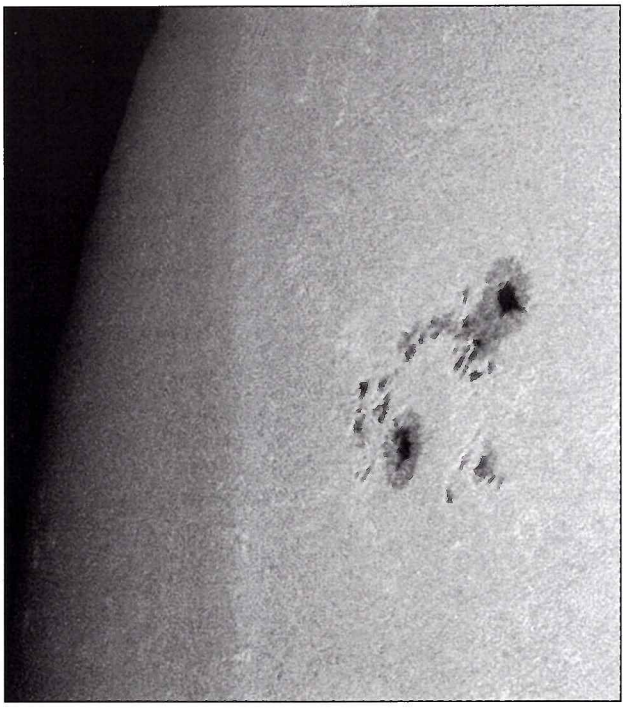
Disk bol exponovaný objektívom 4/300 predĺženým na 600 mm, detaily refraktorom 160/2450 s konvertorom 2×. Snímky boli zhotovené CCD kamerou SHT cez filter Astrosolar.

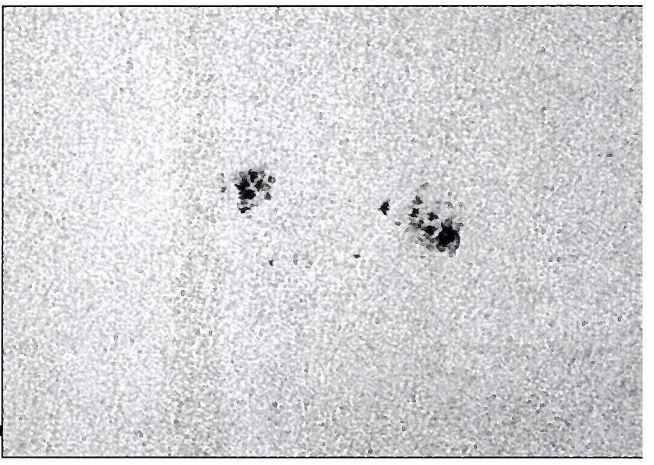
Foto: P. Rapavý, Rimavská Sobota

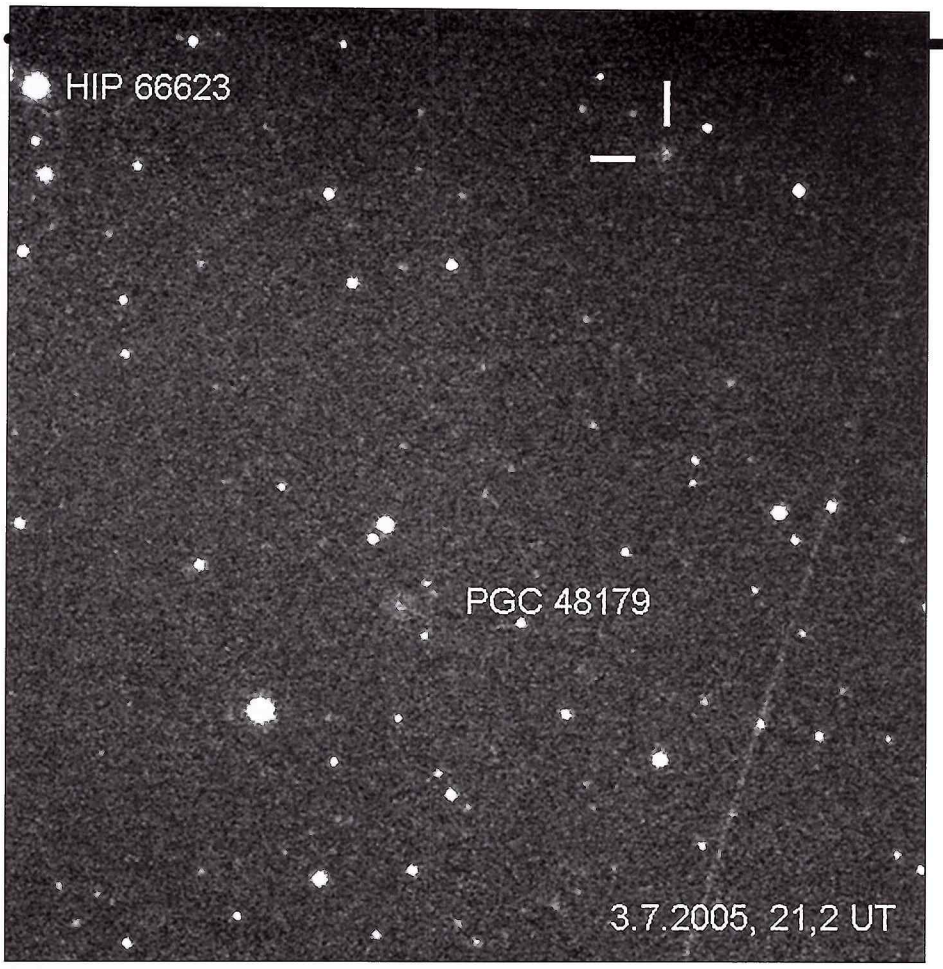




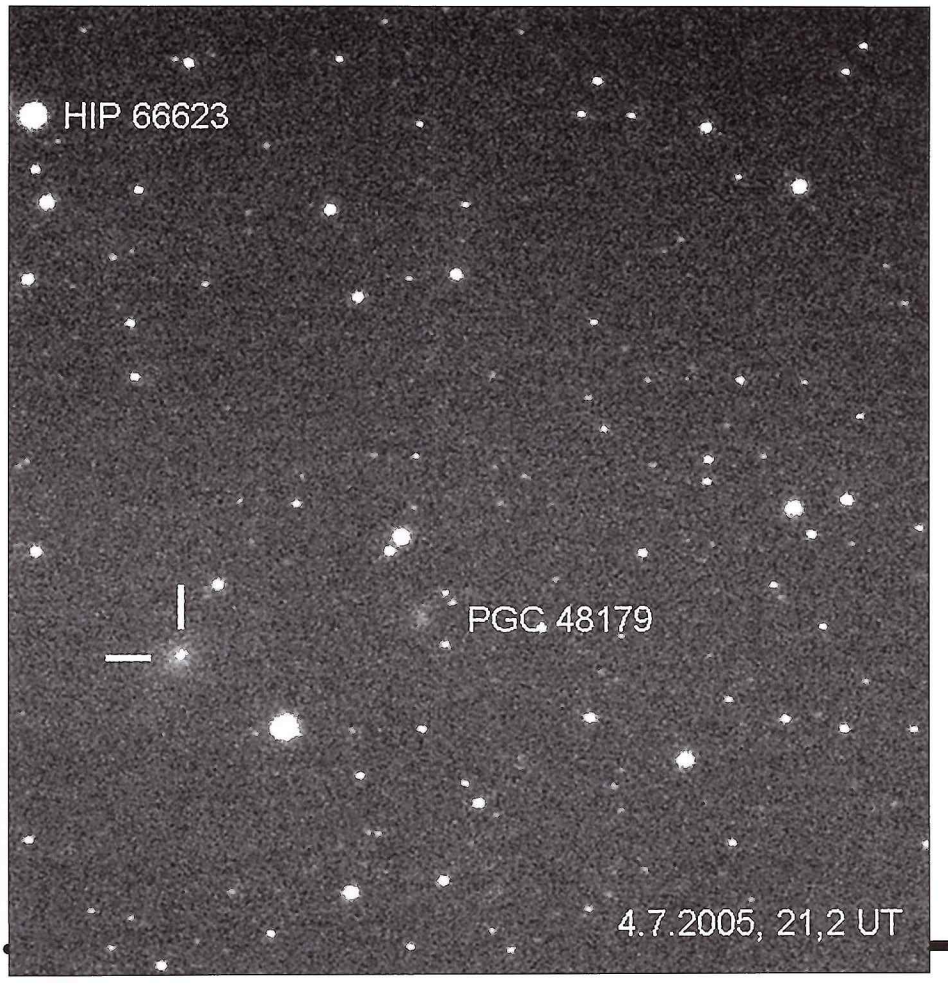








Kométa Tempel 1 fotografovaná pred a po kolízii za silne podpriemerných pozorovacích podmienok vo hvezdárni v Rimavskej Sobote objektívom 4/300 a CCD kamerou SHT. Najjasnejšia hviezda na obrázku HIP 66623 má 8,2 mag a galaxia PNG 48179 12,8 mag. Foto: Pavol Rapavý



Konjunkcie Venuše s Merkúrom

Fotografia konjunkcie Merkúra a Venuše z 28. 6. 005, deň po najtesnejšom priblížení. Snímka bola zhotovená digitálnym fotoaparátom Fujifilm FinePix S5500. Fotografované o 21:46 LSEČ, exp. 1/2 s, clona 3,1, citlivosť 200 ISO, ohn. vzd. ekv. 370 mm.
Foto: Ladislav Kovacs, Nove Zamky

Fotografia konjunkcie Venuše s Merkúrom z 27. 6. 2005. Fotografované aparátom Olympus 740UZ o 20:31 SEČ. ISO 100, expozicia 1 sek, clona 8, ekv. ohnisko 380 mm.
Foto: Pavol Rapavý

Polstoročie astronómie na Bezovci

Z hľadiska ľudského veku je polstoročie veľmi dlhé obdobie a stojí už za povšimnutie, ak tradícia astronomických aktivít sa viaže na jedno miesto nepretržite počas takéhoto dlhého času. Treba ale dodať, že tie miesta sú vlastne dve, lebo z Hlohovca na Bezovec nie je ďaleko, aj keď je to dosť do kopca, najmä keď sa to šľape na bicykli. O tom by ale mohol hovoriť Láďo Šmelcer, ktorý to pravidelne absolvuje už niekoľko rokov až z Valašského Meziříčí. A z Hlohovca na Bezovec nebolo ďaleko ani pred 50 rokmi, keď sa tu rodila astronómia pri Závodnom klube Slovakofarmy, a keď si potom tamojší astronomickí nadšenci vybrali práve Bezovec za miesto svojich stretnutí. Polstoročie je však dosť aj z hľadiska historického vývoja, veď prvé stretnutia na Bezovci spájali široký okruh československých astronómov. No aj keď vznikli nové hranice medzi novými štátmi (a to už dosť dávno), starý Bezovec zostal a stretnutia „československých" astronómov získali nechtiac medzinárodný charakter. Len ťažko sa vynárajú spomienky na prvé začiatky a preto som sa potešil, že Dr. Paľko Hazucha sa tohto roku podujal zalistovať v kronikách a pripravil prednášku a výstavku o polstoročnej histórii astronómie na Bezovci a v Hlohovci.

Prvý astronomický krúžok v Hlohovci vznikol pri Závodnom klube Slovakofarmy už v roku 1954. Zanedlho potom, v roku 1958, bola pri tomto závodnom klube otvorená aj hvezdáreň. Zaslúžil sa o to hlavne Dr. E. Csere, ktorý bol aj jej dlhoročným riaditeľom. Je chvályhodné, že v Hlohovci na svojho zakladateľa nezabúdajú, dôkazom čoho sú „Csereho astronomické dni v Hlohovci", ktorých už 6. ročník sa konal v dňoch 4. – 5. februára tohto roku. Prednášky zamerané k 100. výročiu teórie relativity predniesli: Dr. P. Hazucha, Doc. P. Čerňanský, prof. J. Krempaský a Dr. L. Hric. Organizátor tohto podujatia Mgr. J. Krištofovič, riaditeľ Hvezdárne a planetária v Hlohovci takto buduje tradíciu zaujímavého a kvalitného seminára. Vráťme sa však na Bezovec.

Už v roku 1958 si Bezovec vybrali za miesto svojej expedície pozorovatelia meteorov a10. až 25. augusta 1958 sa tu konala III. Celoštátna meteorárska expedícia. Zúčastnili sa jej známi astronómovia ako Kadavý, Kohoutek, Kříž, Maleček a Oburka a počas 15 nocí napozorovali vyše 8000 teleskopických meteorov. V roku 1960 sa na Bezovci konala V. Celoštátna meteorárska expedícia. Najúspešnejšia zo série expedícií bola v roku 1963. Dr. Kohoutek si potom pri čísle 1963 novoobjavenej planétky spomenul na Bezovec a pomenoval ju podľa tejto, dnes už astronomickej lokality. Šesťdesiate roky boli zlatým vekom astronómie aj na Bezovci a o kvazaroch, pulzaroch, reliktovom žiarení a ďalších objavoch v astrofyzike tu prednášali Grygar, Langer, Bičák a ďalší. V 70. rokoch sa na Bezovci konali slnečné semináre zamerané na využitie slnečnej energie, ktoré boli spojené so známymi menami ako Kleczek a Křivský. Konečne od roku 1985 je Bezovec spojený s konaním konferencií o úspechoch stelárnej astronómie, ktoré sa tu konajú pravidelne každý rok v máji. Za tie roky tu prednášali okrem už spomenutých astronómov a fyzikov aj Perek, Harmanec, Palouš, Stuchlík, Koubský, Hadrava, Mikulášek, Chochol, Skopal, Zverko, Žižňovský, Budaj a stále ďalší a ďalší – mladší a mladší. Dlhodobým a tradičným cieľom konferencií na Bezovci je stretnutie profesionálnych astronómov z oblasti stelárnej astronómie s odbornými pracovníkmi hvezdární a pozorovateľmi premenných hviezd hlavne zo Slovenska a z Českej republiky a čiastočne aj z okolitých krajín. Na konferencii je možné prezentovať prehľadové príspevky, ale aj krátke práce formou prednášok alebo posterov z oblasti výskumu stelárnych objektov, kozmológie, nových astrofyzikálnych objavov a postrehy z ciest.

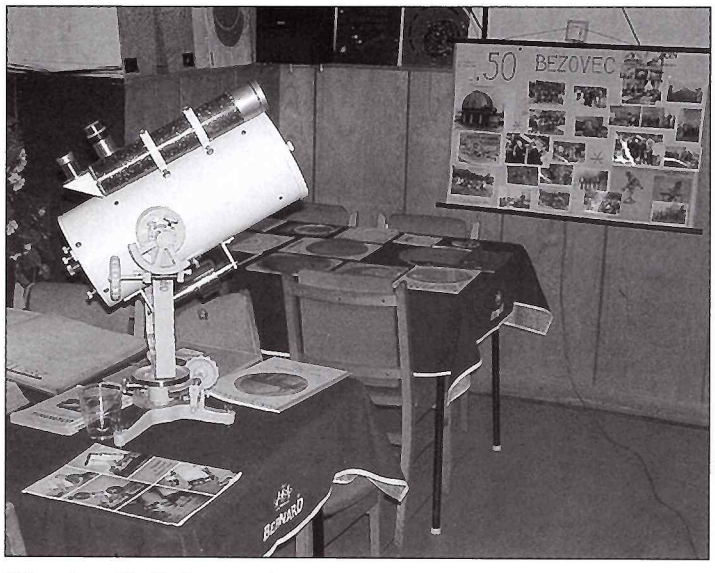
Tohto roku sa konferencia na Bezovci konala v dňoch 27. – 29. mája a jej organizátormi boli Astronomický ústav SAV, Slovenská astronomická spoločnosť pri SAV a Hvezdáreň a planetárium Hlohovec. Konferencia prebehla veľmi úspešne, nakoľko sa jej zúčastnilo 45 astronómov zo Slovenska, z Českej republiky a z Maďarska

Koncert vážnej hudby pod vedením M. Chrastinu.

a počas bohatého programu odznelo celkovo 24 odborných príspevkov v slovenčine, češtine a angličtine. Hneď na úvod zaujala výstavka otáčavých mapiek hviezdnej oblohy, ktorú pripravil P. Hazucha. S. Hledík zo Slezskej Univerzity v Opave hovoril o neutrínach v kompaktných objektoch. R. Gális z Univerzity P. J. Šafárika v Košiciach hovoril o bezmála dotykovej dvojhviezde FR Ori, ktorú študovali spolu so svojím diplomantom E. Kundrom. M. Chrastina a G. Szász – študenti Fakulty matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave predstavili svoje diplomové práce tesne pred ich oficiálnymi obhajobami. Zaujímavé optické javy v atmosfére ukázal T. Hegedüs – riaditeľ observatória v Baji v Maďarsku. Expedíciu Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV za úplným zatmením Slnka do Turecka v roku 2006 predstavila M. Bartolomejová. Typickým a tradičným spojením vedy a umenia bol koncert vážnej hudby pod vedením husľového virtuóza M. Chrastinu ako aj divadelné predstavenie členov OKUF z Opavy. Účastníci si na záver zaželali, aby sa presne o rok podarilo aj v zhoršujúcej sa finančnej situácii zorganizovať Bezovec 2006.

Na záver by som sa chcel poďakovať všetkým, ktorí pomohli pri organizácii konferencie na Bezovci. Mgr. Krištofovičovi za tradičnú materiálnu pomoc, P. Hazuchovi za umenie nasýtiť dvoma grilovanými kurčatami 45 vyhladnutých účastníkov a R. Gálisovi, že to všetko dokázal zdigitalizovať vo forme farebných fotografií.

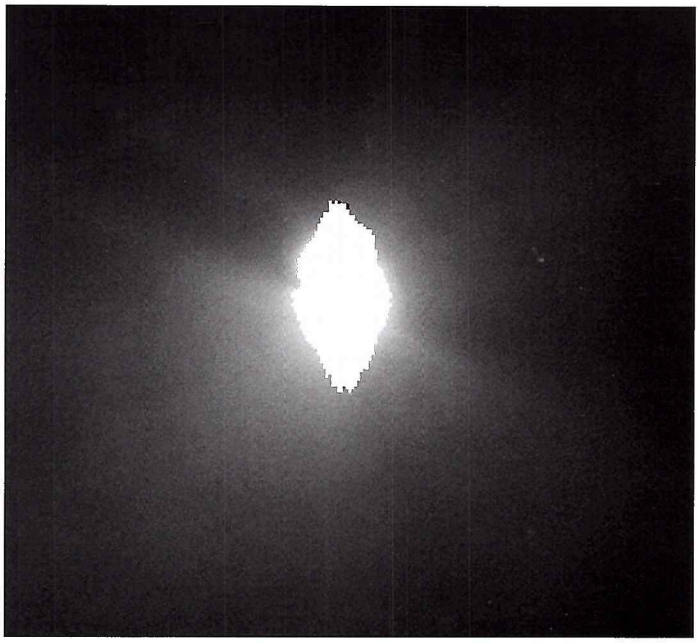
Dr. LADISLAV HRIC,
predseda organizačného výboru



Výstavka relikvií od pamätníka Dr. P. Hazuchu.

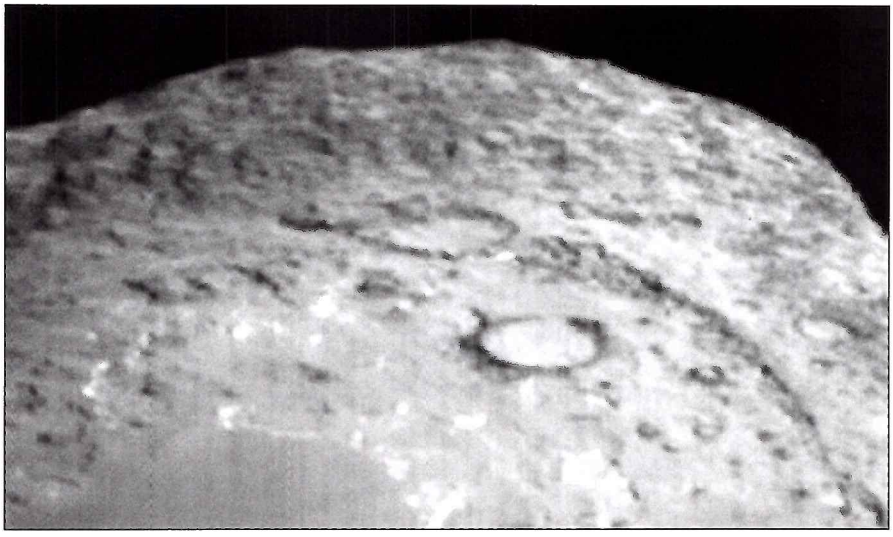
Účastníci konferencie Bezovec 2005 pred chatou Bezovec na Bezovci.

Deep Impact: kométa Tempel 1 zasiahnutá impaktorom

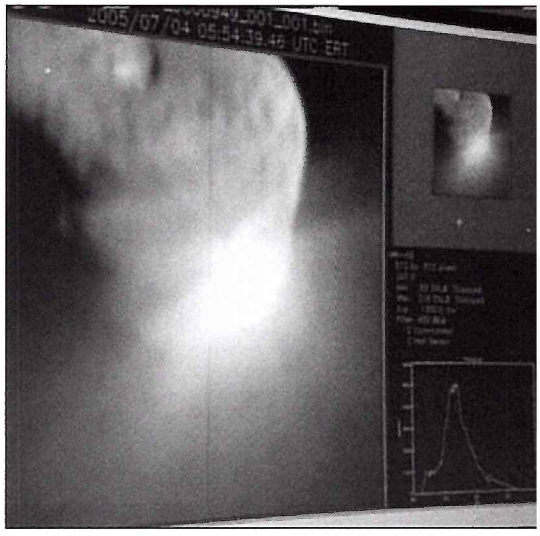


Kométa Tempel 1 tridsať minút pred impaktom.

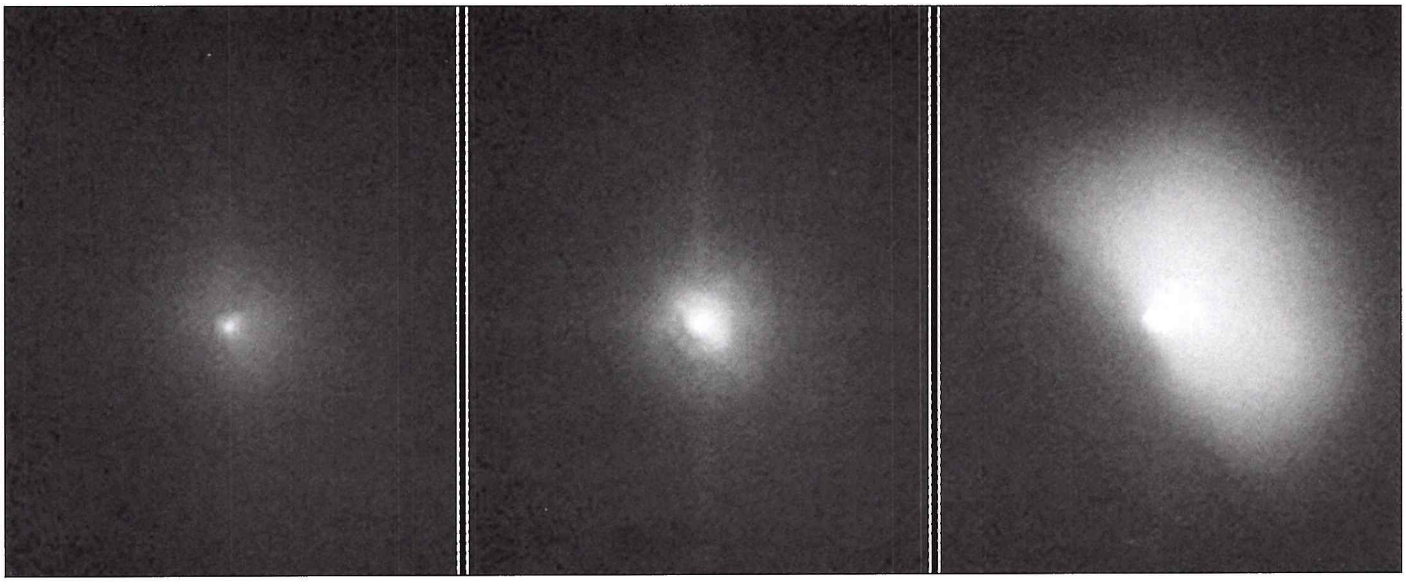
Kométa Tempel 1 päť minút pred zásahom. Vzhľad kométy vedcov prekvapil: jej drsný povrch s niekoľkými okrúhlymi krátermi pripomína skôr asteroid ako kométu.



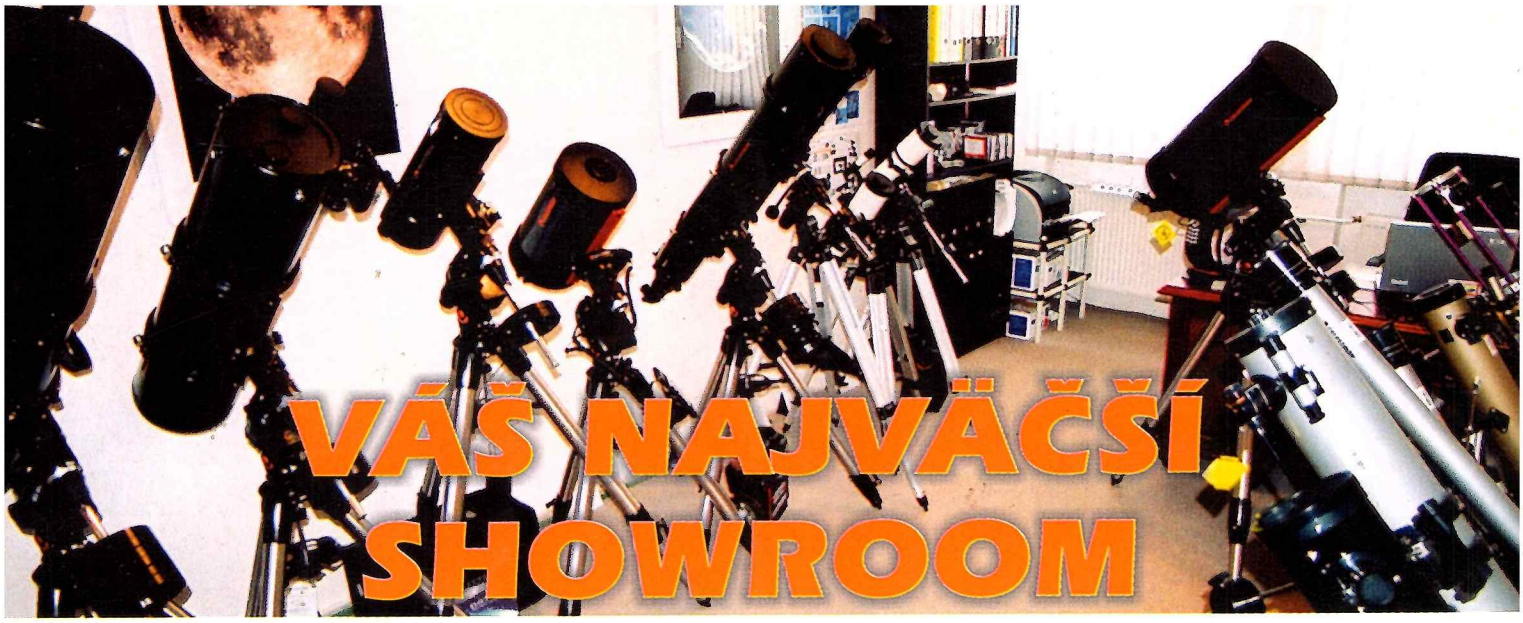
Políčko z filmu, ktorý natočila kamera umiestnená na impaktore, blížiaceho sa ku kométe rýchlosťou 37 000 kilometrov za hodinu. Na snímke, nad centrálnou planinou s okrúhlymi krátermi, rozlíšite „načechranú pahorkatinu". Vpravo od kráterov sa ťahá zakrivenú oblúk pohoria.



Zásah: snímka z monitora v riadiacom centre NASA.



Tri zo série fotografií kométy Tempel 1, ktoré exponovala kamera so stredne vysokým rozlíšením na palube sondy Deep Impact.



SkyMaster
15x70

Optiwiev 10x50
s LPR filtrami

SkyMaster
20x80

25x100

CELESTRON

ASTRONOMICKÉ BINOKULÁRI

POPIS PRODUKTOV

MODEL	ROZMER	HRANOLY	ZORNÉ POLE	VÝSTUPNÁ PUPILA	OČNÝ RELIÉF	HMOTNOSŤ
71007	12X60	BAK-4	5,7°	5 MM	18 MM	1250 G
71009	15X70	BAK-4	4,4°	4,7 MM	18 MM	1360 G
71018	20X80	BAK-4	3,2°	4 MM	17 MM	2660 G
71018	25X100	BAK-4	3°	4 MM	15 MM	3970 G
72102	10X50 LPR	BK-7	7°	5 MM	13 MM	850 G

Model Optiview 10x50 obsahuje LPR filter - filter redukujúci jas oblohy prežiarenej pouličným osvetlením. Binokuláre SkyMaster 20x80 a 25x100 majú v stredo konzole závit na uchytenie na statív. Všetky ďalekohľady majú v základnom vybavení puzdro a popruh.

TROMF

tromf, partizánska cesta 71, sk-97401 banská bystrica, infolinka: 00421-(0)903-517519, web: www.tromf.sk, e-mail: tromf@tromf