KOZMOS

1998
ROČNÍK XXIX.
Sk 25,–
6

PHOBOS je utopený v prachu

Osudové vzplanutia žiarenia gama

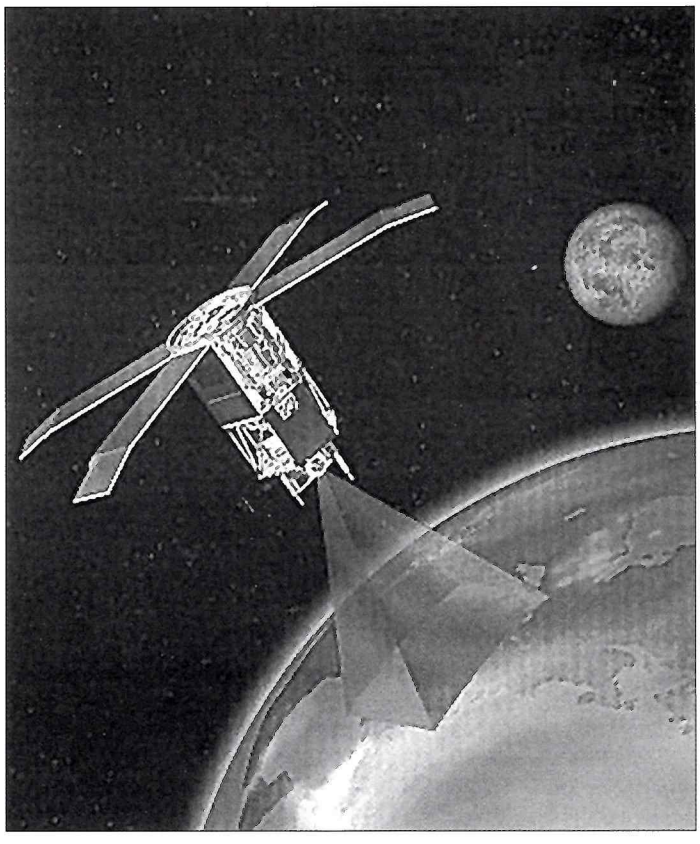
VODA NA CALLISTO

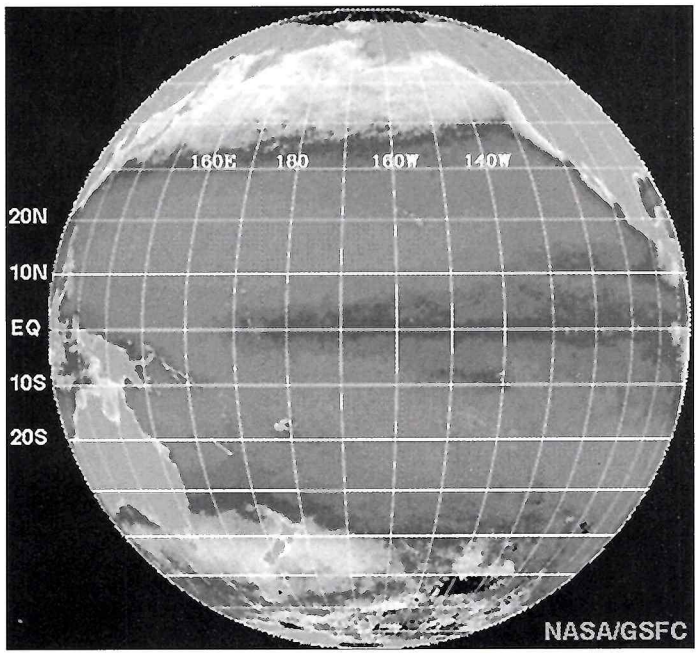
Portrét Mesiaca podľa NASA

ŽEŇ OBJEVŮ 1997

SEASTAR SPACECRAFT: satelit, ktorý nanovo objavil Zem

NASA nedávno zverejnila celú sériu dramatických snímok, dokumentujúcich premenlivú biológiu našej planéty, na súši i na oceánoch, ktoré boli získané z kozmu v priebehu posledných dvanástich mesiacov.





Na snímke vľavo vidíme satelit Seastar, vybavený prístrojom SeaWiFS, ktorý monitoruje biologické sezóny Zeme.

Na snímke vpravo je jasne viditeľné jarné zakvitnutie severných oblastí Pacifiku; všimnite si rozsiahle polia fytoplanktónu, ťahajúce sa až po Beringovu úžinu.

Meniace sa biologické sezóny, pulz našej zemegule, monitoruje prístroj Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor (SeaWiFS), ktorý bol vypustený 1. augusta 1997 (družica Seastar), a neprestajne dodával do riadiaceho centra údaje až do 18. septembra 1998. Misia SeaWiFS je prvý projekt získavania vedeckých údajov, organizovaný prostredníctvom NASA, ktorý v plnej miere financovali priemyselné kruhy.

– Prístroj SeaWiFS pôvodne vyvinuli ako sondu, ktorá mala pozorovať oceány, dokáže však rovnako dobre monitorovať aj procesy, prebiehajúce na súši, či v atmosfére, – vraví Gene Feldman, oceánograf, ktorí vedie tím, spracúvajúci údaje v Goddardovom Space Flight Center pri NASA. – Vďaka tomuto prístroju, vybavenom jednoduchými senzorami, dokážeme monitorovať globálnu biosféru na súši i v oceánoch.

Vedcov najviac nadchli údaje, pomocou ktorých po prvýkrát mohli počas celého roka sledovať vývoj klimatickej anomálie El Niño, ktorá má dramatický dopad na život v oceánoch. SeaWiFS však dokázal zaznamenať aj celý rad prírodných katastrof: napríklad požiare na Floride, v Mexiku, Kanade, Indonézii a v Rusku, záplavy v Číne, prašné búrky na Sahare a v púšti Gobi, vývoj a premeny hurikánov Bonnie a Danielle.

SeaWiFS umožnil vedcom sledovať priamo v oceáne premenu fenoménu El Niño na fenomén La Niňa v Pacifiku, okolo ostrovov Galapagos. Prístroj umožnil zaznamenať aj neuveriteľne rýchly návratný proces oceánu do stavu El Niño. Zatiaľ čo El Niño doslova decimuje mimoriadne produktívny ekosystém v rovníkovom Pacifiku, dôsledkom fenoménu La Niňa je naopak doslova neuveriteľné rozmnoženie fytoplanktónu na veľkom priestore od brehov Južnej Ameriky až po teplý bazén Západného Pacifiku.

Fytoplanktón tvoria mikroskopické morské rastliny, ktoré využívajú oxid uhoľnatý vyskytujúci sa v atmosfére pre vlastné potreby. Vedci sa snažia pochopiť, akú úlohu hrá táto výmena oxidu uhoľnatého v globálnej klíme.

– Najfascinujúcejšou udalosťou, ktorú sme pozorovali na svetovom oceáne, bolo Jarné rozkvitnutie v Severnom Atlantiku, – vraví Charles McCain, jeden z vedcov projektu SeaWiFS. – Jarné rozkvitnutie sa deje v mnohých oblastiach oceánu, ale udalosť v Severnom Atlantiku bola najdramatickejšia.

Počas zimy chladnúca súš, ale najmä prudké búrky (ktoré pôsobia ako mixer) ochladia povrchové vrstvy oceánskych vôd. Dôsledkom je doplnenie vyprázdnených zásob živín do povrchových vôd z chladných, hlbokých a na živiny bohatých vôd. Akonáhle je slnečné svetlo dostatočne silné na to, aby prebudilo vegetáciu oceánu, fytoplanktón doslova exploduje a rozkvitá v priebehu asi troch mesiacov, kým opäť nespotrebuje doplnené živiny. „Rozkvitajúce more" migruje na sever spolu so silnejúcim slnečným svetlom: od jari až do leta.

Neočakávaným fenoménom, ktorý vedci objavili pomocou SeaWiFS, je masívny rozkvet takzvaných coccolitofórov, unikátneho fytoplanktónu, ktorý sa vyskytuje v Beringovom mori. Práve tieto organizmy lákajú do nehostinných končín veľké populácie početných druhov rýb, vďaka čomu je Beringovo more jedným z najproduktívnejších oblastí svetového rybolovu.

Koncom leta 1997 a na jar v roku 1998 zakvitli coccolitofórmi pobrežné vody aljašského šelfu. Nikdy predtým sa „zakvitnuté more" v tejto zemepisnej šírke Beringovho mora nepozorovalo. Coccolitofóry sa zbavujú obrovského počtu bielych uhlíkatých doštičiek, ktoré pokrývajú more ako koberec. Dôsledkom tejto invázie bolo narušenie pohybu rýb, ktoré sa trú v riekach ústiacich do oceánu, pretože do hĺbky „zakvitnutý oceán" bol pre ne neprekonateľnou prekážkou. Neprítomnosť rýb, dôležitého článku potravinového reťazca vodných vtákov i cicavcov, zdržujúcich sa v pobrežných vodách, spôsobilo ich mimoriadne vysokú úmrtnosť, pretože nedokázali nasledovať ryby, hľadajúce prístupnejšie ústia riek.

800 vedcov z 35 krajín chce údaje získané prístrojom SeaWiFS využiť. Vo všetkých končinách planéty sa zriadilo vyše 50 pozemských staníc, ktoré priebežne zachytávajú údaje sprostredkúvané satelitom. Ukazuje sa, že projekt SeaWiFS bude pre NASA aj veľkým biznisom: o údaje majú záujem aj veľké priemyselné firmy, ktoré budú podobné projekty aj v budúcnosti financovať.

SeaWiFS je súčasťou programu NASA´s Earth Sciences, ktorý sa zameriava na prebiehajúce zmeny globálneho životného prostredia. Monitorovanie Zeme z výhodnej perspektívy umožní vedcom pozorovať a študovať enviromentálne procesy vo veľkých škálach, čo prispeje i k pochopeniu klimatických zmien.

Unikátne snímky z tejto misie (aj vo farbe) uverejníme už v najbližšom čísle.

Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy
KNIHOVNA HVĚZDÁRNY NA PETŘÍNĚ
118 46 Praha 1, Petřín 205

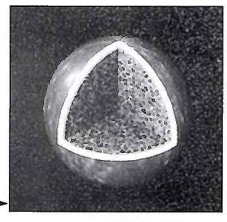
POPULÁRNO-VEDECKÝ **KOZMOS** ASTRONOMICKÝ ČASOPIS

TÉMY ČÍSLA

3 **Osudové vzplanutia žiarenia gama** / *Peter J. T. Leonard, Jerrz T. Bonnel*

Môžu vzplanutia gama spôsobiť pokrčenie časopriestoru? (4. str.); **Hľadanie zdrojov žiarenia gama** (6. str.)

7 **Neuveriteľné: trópy sa scvrkávajú** / *David Rubincam, B. Fong Chao, Bruce G. Bills*



GALILEO

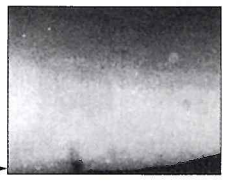
9 **Globálny oceán aj pod povrchom Callisto?**

Jupiterove vnútorné mesiačiky a komponenty jeho prstenca; Ako vyzerajú malé, vnútorné satelity Jupitera (16. str.); **Tektonický landart na Galileo Regio; Škrabance na Lagash Sulcus** (3. str. ob.); **Štruktúry Jupiterovho prstenca** (4. str. ob.)

LUNAR PROSPECTOR

10 **Portrét Mesiaca podľa NASA** / *Jeff Foust*

MARS GLOBAL SURVEYOR

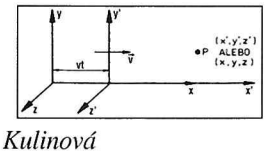


14 **Phobos je utopený v prachu**

Doboška; Hebes Chasma; Snímka púštnych diablov na Marse (15. str.)

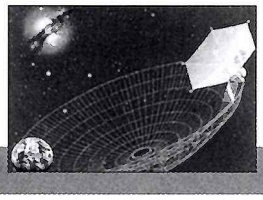
17 **Žeň objevů 1997 (XXXII.)**
6.2 Místní soustava galaxií; 6.3. Blízké galaxie; 6.4 Vzdálené galaxie; 6.5 Kvasary; 6.6 Gravitační čočky; 7 Kosmologie; 7.1 Stavba a stáří vesmíru; 7.2 Kosmické záření, jádra a částice; 7.3 Teorie relativity / *Jiří Grygar*

21 OTÁZKY A ODPOVEDE



Astronomické otázky a odpovede
(Pilotné otázky k novej rubrike) / *Alena Kulinová*

27 **VLBI / VSOP – ďalekohľad väčší ako Zem** / *Alena Kulinová*



AKTUALITY

2. ob. **SEASTAR SPACECRAFT: satelit, ktorý nanovo objavil Zem**

2 **Supernova SN 1998bw**

13 **Vyhľadávač terestriálnych planét; Hnedý trpaslík pri Proxime?; Hľadanie extrasolárnych Zemí**

obálka

Najnovšie snímky (s doteraz najväčším rozlíšením) väčšieho z oboch mesiačikov Marsu – Phobosa, ako i najnovšie údaje o teplote jeho povrchu, ktoré získala sonda Mars Global Surveyor zviditeľnili mnohé, donedávna ešte neznáme útvary na Phobose a naznačujú, že povrch tohto telesa je pokrytý hrubou vrstvou prachu. Prachový koberec sa postupne vytvoril z impaktmi uvoľneného materiálu, (tvoria ho jemné, púdru podobné čiastočky), takže aj slabá gravitácia mesiačika ich dokázala udržať.

(Viac na 14. strane)

RUBRIKY

PODUJATIA

23 **IAU kolokvium č. 173 v Tatrách** / *Luboš Neslušan*

24 **Meteoroidy 1998** / *Anton Hajduk*

33 **Planetárnici v Londýne** / *Marián Vidovenec*

34–36 **Perzeidy** / *Miloš Socháň; Peter Drengubiak; Boris Martinák; Simona Rapavá;* **Astronómia v Toulouse** / *Ulrika Babiaková;* **Triangulidy** / *Pavol Rapavý;* **Je náhle zjasnenie Tauríd odôvodnené?** / *Katarína Kerekešová;* **(Ne)pršali Drakonidy** / *Pavol Rapavý;* **M.A.R.S. '98** / *Ulrika Babiaková;* **LAT Rimavská Sobota** / *Ján Mäsiar;* **Európski astronómovia snemovali v Prahe – JENAM '98** / *Bohuslav Lukáč*

26 ALBUM POZOROVATEĽA
Sledování vývrhu hmoty na kometě Halle-Bopp pomocí kreseb / *Bohumil Ruprecht*

28 SLNEČNÁ AKTIVITA
August – september 1998 / *Milan Rybanský*

29 POZORUJTE S NAMI
Obloha v kalendári (december 1998 – január 1999) / *Pavol Rapavý, Jiří Dušek*

RÔZNE

8 **Priestupná sekunda 1998/1999** / *Pavol Rapavý*

28 **Spomienky na hvezdáreň na Skalnatom Plese** / *Jan Sitar*

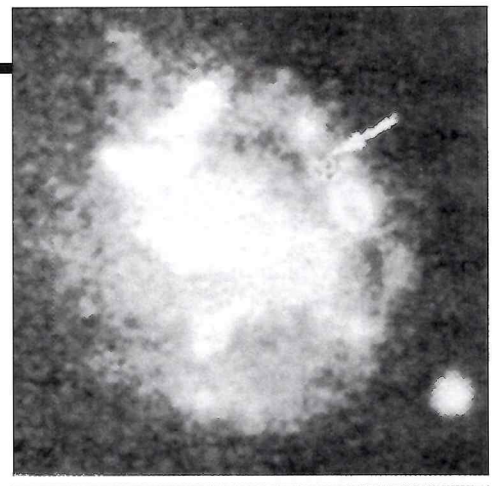
CONTENTS

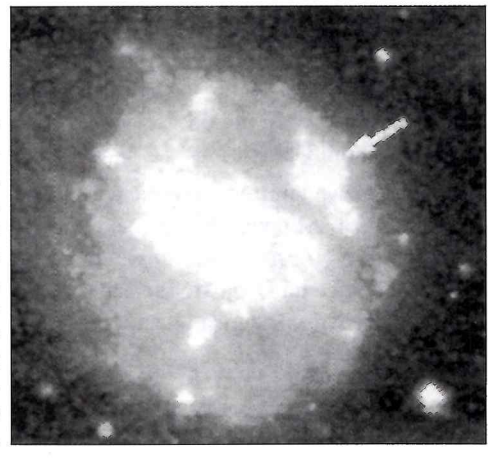
Gamma-ray bursts of doom	(3)
Tropes are skrinking	(7)
Callisto may hide salty ocean	(9)
NASA's new Moon	(10)
Astronomical questions and answers	(21)
VLB / VSOP: a telescope bigger than Earth	(27)

Vydáva: Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 0818/760 24 84, fax 0818/760 24 87. Za vydavateľa zodpovedný: Ing. Teodor Pintér. ● **Redakcia:** Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – grafický redaktor, Alena Kulinová – redaktorka, Lýdia Priklerová – sekretár redakcie, Mária Štefánková – jazyková redaktorka. Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 07/5314 133, v Čechách: Türkova 1, 140 00 Praha 4, e-mail kozmos@netlab.sk. ● **Redakčný kruh:** doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, CSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčár, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, RNDr. Pavol Rapavý, RNDr. Ján Svoreň, DrSc., RNDr. Juraj Zverko, DrSc. Predseda redakčného kruhu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc. ● **Tlač:** Tlačiareň GARMOND a. s., ul. gen. Svobodu 1099/58, 958 30 Partizánske, tel. 0815/493 111. ● **Vychádza:** 6× do roka. Neobjednané rukopisy nevraciame. Cena jedného čísla 25,– Sk/Kč. Pre abonentov ročne 120,– Sk/Kč vrátane poštovného. Rozširuje Poštová novinová služba – voľný predaj, Ústredná expedícia a dovoz tlače, Pribinova 25, 813 81 Bratislava, a L. K. Permanent, Hattalova 12, 831 03 Bratislava – predplatitelia. Podávanie novinových zásielok povolené Riaditeľstvom poštovej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Čechách bolo podávanie novinových zásielok povolené Českou poštou, s.p. OZSeČ Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Zadané do tlače 22. 11. 1998. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8. © Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1998. **ISSN 0323 – 049X**

SUPERNOVA SN 1998bw potvrdila Paczyńského hypotézu

Profesor Bohdan Paczyński, jeden z najväčších znalcov vzplanutí žiarenia gama, uverejnil v jednom z tohoročných čísiel Astrophysical Journal článok, ktorý vzbudil medzi špecialistami na žiarenie gama náramný rozruch. Paczyński v tomto článku vyrukoval s hypotézou, podľa ktorej sa najväčšie energie (teda najmä vzplanutia žiarenia gama) generujú vtedy, keď dôjde k netypickému výbuchu supernovy. Podľa Paczyńského k takémuto úkazu dochádza vtedy, keď umierajúca hviezda neskolabuje do podoby neutrónovej hviezdy, ale sa premení na ešte hustejší objekt – čiernu dieru. V takom prípade je energia explózie podstatne vyššia. Paczyński túto hypotetickú explóziu nazval výbuchom hypernovy.





Hore je snímka galaxie v súhvezdí Telescopium, urobená pred 13 rokmi. Na dolnom obrázku vo viditeľnom svetle je tá istá galaxia z 25. apríla t. r. Vpravo hore je zreteľne viditeľná nová jasná škvrna, označená šípkou, pozostatok po výbuchu hypernovy.

Dňa 25. apríla tohto roku zaznamenal satelit Gamma Ray Observatory na prvý pohľad bežné vzplanutie žiarenia gama. V ten istý deň talianskoholandský satelit Beppo/SAX detegoval vzplanutie žiarenia gama v smere súhvezdia Telescopium, hlboko na južnej oblohe. Údaje o niektorých zvláštnostiach tohto vzplanutia, ktoré oba satelity poskytli, vzbudili v astronomickom svete vlnu zvedavosti. Skupina astronómov ESO na La Silla (Chile) využila pomerne presné koordináty miesta na oblohe, kde k vzplanutiu došlo, a „na kolene" vypracovali pozorovací program, ktorý nazvali „Target of Opportunity" (Cieľ príležitosti). Cieľom programu bolo porovnať podozrivé miesto vo viditeľnom svetle so staršími snímkami toho istého cieľa. Ak by sa na oblohe objavil dovtedy nezaznamenaný svetelný zdroj, znamenalo by to, že sa našiel i možný zdroj vzplanutia gama.

A naozaj, 4. mája 1998 vo vytipovanom „terči", medzi inými galaxiami, objavili hvezdári nový objekt: našli ho v ramene špirálovej galaxie ESO 184-G82. Nový, vo farbe veľmi jasný modravý zdroj *(pozri snímku dole, miesto označené šípkou)*, pozorovali potom pomocou viacerých teleskopov niekoľko mesiacov. Podarilo sa im za pomoci rozličných filtrov určiť nielen jeho jasnosť vo viacerých farbách, ale získať z neho aj detailné spektrum. Až vtedy si boli načistom, že ide o supernovu. Nová supernova dostala vzápätí oficiálne označenie SN 1998bw. (Na *snímke hore* vidíte rovnaký výsek oblohy ešte bez nového objektu).

Dôkladou analýzou napozorovaných snímok a údajov dospeli vedci z ESO k presvedčeniu, že išlo o mimoriadne silnú explóziu, najsilnejšiu zo všetkých výbuchov supernov, zaznamenaných v takej veľkej (kozmologickej) vzdialenosti. Neobyčajné boli i mimoriadne silné emisie rádiového žiarenia, ktoré sa zaznamenali niekoľko dní po explózii: údaje prezradili, že na rádiových vlnových dĺžkach išlo o najsilnejšiu supernovu, aká sa kedy pozorovala. Pozorovateľov však najviac šokovala skutočnosť, že tak atypická jasnosť, ako aj detegované emisie rádiových vĺn sa „nachlp" prekrývali s kontroverzným počítačovým modelom hypernovy, ktorý pred časom publikoval Paczyński. Možno povedať, že v tomto prípade ide o jeden z najväčších triumfov teoretickej astronómie.

Zdroj vzplanutia žiarenia gama

Dnes je už takmer isté, že supernova SN 1998bw bude mať v dejinách astronómie čestné miesto. Je to naozaj neobyčajná supernova. Je totiž takmer isté, že jej výbuch sa prejavil i ako vzplanutie žiarenia gama, pretože vedci sú presvedčení, že v tomto prípade nemôže ísť o náhodnú koincidenciu oboch úkazov.

Môže však obyčajná supernova vygenerovať takú veľkú energiu, ktorá by sa prejavila aj vzplanutím v oblasti gama? Teoretické prepočty, ktoré zverejnil týždeník Nature, sugerujú, že v tomto prípade to tak bolo, a to napriek tomu, že vzplanutie žiarenia gama, ktoré zachytil satelit GRO desať dní pred vizuálnym pozorovaním, bolo oveľa slabšie, ako obvykle bývajú vzplanutia v extrémne odľahlých galaxiách. Pri lúštení tejto záhady si vedci spomenuli na Paczyńského hypotézu spred niekoľkých mesiacov. Pripomeňme si jej hlavnú myšlienku, odvodenú z dlhodobých analýz vzplanutí gama žiarenia: jadrá väčšiny supernov kolabujú počas výbuchu do podoby neutrónovej hviezdy, v prípade hypernovy sa však po výbuchu supermasívnej hviezdy, obsahujúcej najmä uhlík a kyslík, vytvorí čierna diera. Ak sa tak naozaj stalo, potom musela vzniknúť mimoriadne silná rázová vlna, ktorá dokázala urýchliť čiastočky odvrhnutej hmoty na takú (relativistickú) rýchlosť, že sa prejavili ako vzplanutie žiarenia gama.

Zásadný prelom v gama astronómii?

Hvezdári na La Silla zaznamenali a vyhodnotili od mája o zvláštnej supernove SN 1998bw množstvo údajov. V rámci dlhodobého programu sa získajú aj ďalšie údaje, ktoré nám možno pomôžu získať základnú predstavu nielen o mechanizme explózie, ale aj o progenitorovi, hviezde, ktorej „normálny život" skončil takouto fatálnou explóziou. Dokázaná spojitosť supernovy so vzplanutím žiarenia gama nám umožní oveľa lepšie pochopiť povahu týchto brutálnych a záhadných úkazov. Už dnes tušíme, že vzhľadom na objem vyžiarenej energie môžeme vzplanutia gama rozdeliť do viacerých tried. Astronómovia, nakazení Paczyńským, začínajú v prípade SN 1998bw hovoriť o hypernove. – Po prvýkrát máme indície, ktoré pripúšťajú, že sme videli supernovu, v ktorej vznikla čierna diera, – skomentoval exotickú explóziu Jan van Paradijs z Amsterdamskej univerzity. Jedinou slabinou tejto elegantnej hypotézy je fakt, že normálna rázová vlna, ktorá sa po explózii šíri do okolitého priestoru, má, podľa našich doterajších vedomostí príliš málo energie na to, aby sa mohla prejaviť aj v oblasti žiarenia gama. Na to, aby sa prejavila aj v tejto oblasti, musela by urýchliť všetky explóziou rozptýlené protóny a elektróny na rýchlosť blízku rýchlosti svetla. Vzplanutie žiarenia gama môžeme teda v tomto prípade vysvetliť iba tak, – píše v časopise Nature Eddie Baron z Oklahomskej univerzity – že celá energia explózie (a teda i žiarenie v rozličných oblastiach) boli z nejakého dôvodu usmernené iba do jedného smeru. Inými slovami: v prípade SN 1998bw nešlo o symetrickú explóziu. S dnešnými prístrojmi však predbežne nedokážeme túto hypotézu overiť.

Ak by sa Paczyńského hypotéza potvrdila, mali by sme aj vysvetlenie toho, prečo vzplanutia žiarenia gama pozorujeme zriedkavejšie ako výbuchy supernov, ktoré musia byť oveľa častejšie. Jednoducho preto, lebo hypernov je oveľa menej ako supernov a navyše: asymetrické výbuchy sa zrejme vyskytujú oveľa zriedkavejšie ako výbuchy symetrické, navyše ich rozpínanie je iba zriedka nasmerované na Zem. Pozemskí astronómovia ho teda môžu iba výnimočne pozorovať.

Tak, alebo onak: – Už iba najväčší skeptici pochybujú o tom, že sme našli priamu súvislosť medzi najenergetickejšími úkazmi, ktoré vo vesmíre pozorujeme, – vyhlásil Stan Woosley z Kalifornskej univerzity v San Diegu. – Našli sme priamu súvislosť medzi výbuchmi supernov a vzplanutiami žiarenia gama.

Podľa ESO Press Release –eg–

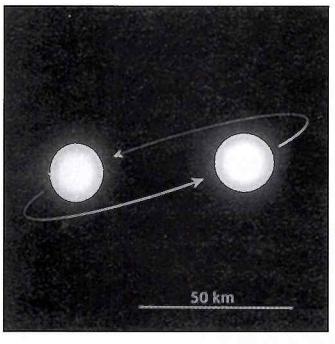
PETER J. T. LEONARD, JERRZ T. BONNEL /

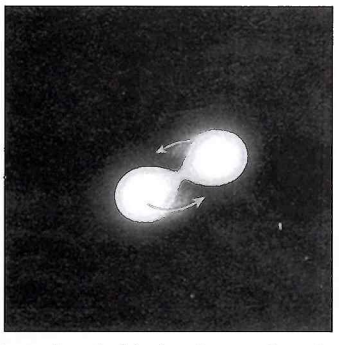
Osudové vzplanutia ŽIARENIA GAMA

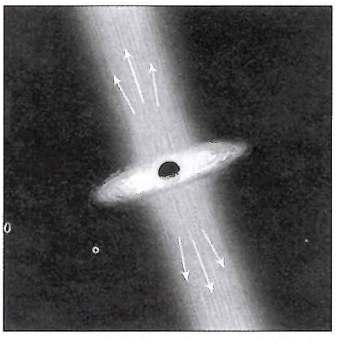
Všetky ohňostroje vedy, plné špeciálnych efektov, celý filmový priemysel, ale aj prírodné katastrofy od tornád až po erupcie sopiek, ba dokonca aj impakt obrovského asteroidu, ktorý môže vyhladiť z povrchu zemského ľudskú civilizáciu, či ostatné prekvapenia zo zásuviek Hollywoodu blednú v porovnaní s vysokoenergetickým vzplanutím gama žiarenia.

V priebehu posledných niekoľko sto miliónov rokov došlo kvôli globálnym katastrofám niekoľkokrát k masovému vyhynutiu stoviek živočíšnych i rastlinných druhov. Jednou z príčin týchto katastrof môže byť i vzplanutie žiarenia gama v našej Galaxii. Ak ku vzplanutiu došlo v okruhu 3000 svetelných rokov od Zeme, prienik lúčov gama do horných vrstiev atmosféry by sa prejavil modrastou škvrnou na oblohe, ktorej priemer by bol o niečo väčší ako Mesiac v splne. Skutočná katastrofa by však nastala až po tomto úkaze.

Tých, čo by sa ho naozaj obávali, môže relatívne uspokojiť fakt, že gama žiarenie, produkt týchto hrôzu naháňajúcich kozmických kataklizien, môže podstatne oslabiť, ba až vygumovať ozónovú vrstvu, zatemniť oblohu i počas dňa a zdevastovať ekológiu tohto sveta vrátane produkcie potravín. Tou zlou správou, ktorá vyplýva z posledných modelov žiaričov gama, je poznanie, že po mohutnom pulze žiarenia gama môžu Zem celé mesiace bombardovať extrémne energetické častice kozmického žiarenia. Dôsledok: ľudské bytosti a väčšina živých organizmov by takúto katastrofu neprežila a väčšina povrchu planéty by bola zamorená rádioaktivitou na celé tisícročia.







Takto znázornil ilustrátor posledné dve sekundy binárneho systému dvoch neutrónových hviezd. Dve malé, masívne hviezdy sa navzájom obiehajú po skracujúcej sa obežnej dráhe, pričom rýchlosť ich pohybu neustále narastá. Energia zrýchľujúceho sa pohybu sa mení na gravitačné žiarenie. Podľa jedného z modelov sa v okamihu spojenia vytvorí splynutím oboch neutrónových hviezd čierna diera, obklopená diskom. Hmota v disku je taká horúca a hustá, že sa energia výtryskov manifestuje ako vzplanutie žiarenia gama.

Záhada žiaričov gama

Vzplanutia kozmického žiarenia gama sa stali jedným z astronomických mystérií už vo chvíli, keď boli objavené: pripomeňme si, že ich prvýkrát zaznamenali americké vojenské satelity Vela, ktorých úlohou bolo monitorovanie eventuálnych jadrových výbuchov (v Sovietskom zväze, v Číne, ale aj v Austrálii, a na Sahare, kde svoje atómové bomby skúšali Angličania a Francúzi). Objav kozmických vzplanutí žiarenia gama bol teda akýmsi vedľajším produktom týchto špionážnych misií.

Dnes vieme, že dva až trikrát za deň dorazí k nám z nejakého zdroja na oblohe svetelné posolstvo vzplanutia žiarenia gama. Vzplanutie môže trvať zlomok sekundy, ale aj niekoľko minút, pričom sa môže prejavovať v celej škále rýchlych, previazaných vzplanutí v milisekundovom rytme.

Vypustenie družice Compton Gamma Ray Observatory z dielne NASA roku 1991 mystérium gama vzplanutí iba prehĺbilo. Citlivý prístroj na palube tohto vedeckého satelitu, Burst and Transient Source Experiment (BATSE), zaznamenal v relatívne krátkom čase okolo 2000 vzplanutí; analýzou rozloženia týchto vzplanutí na oblohe sa ukázalo, že tieto úkazy sa vyskytujú prakticky po celej oblohe. Vedci však z mapy vzplanutí vyčítali aj to, že smerom k rovine našej Galaxie nie je výskyt vzplanutí hustejší, čo nasvedčuje tomu, že GRB zdroje sa nachádzajú mimo našej Galaxie.

Zistilo sa aj to, že relatívne slabších vzplanutí gamažiarenia je oveľa menej, ako by to bolo v prípade, keby boli rovnomerne rozložené v dohľadnom kozmickom priestore. Na základe týchto poznatkov viacerí vedci dospeli k názoru, že sa nachádzame veľmi blízko k hniezdu gamažiaričov. Jednou z možností je, že sa tieto zdroje nachádzajú vo veľkom, sférickom halo, obklopujúcom našu Galaxiu, ktorého priemer je viac ako 300 000 svetelných rokov. Nové objavy však tento názor čoraz viac spochybňujú.

Alternatívnou možnosťou je, že žiariče gama môžu ležať aj v „kozmologických" vzdialenostiach celých miliárd svetelných rokov, roztrúsené vo všetkých končinách kozmu. V takomto prípade by zjavný pokles výskytu v závislosti od vzdialenosti bol prirodzeným dôsledkom rozpínania sa vesmíru a zakrivenia priestoru, ktoré teória pri veľkých vzdialenostiach predpokladá.

Ak je toto vysvetlenie správne, potom by museli byť tie najslabšie, najvzdialenejšie vzplanutia rozptýlené v čase, navyše s červeným posunom, ktorý by bol dôsledkom rozpínania sa vesmíru. Analýzou priebehu i spektier mnohých vzplanutí dospeli niektorí vedci práve k tomuto záveru. Iní vedci však k rovnakému výsledku nedospeli.

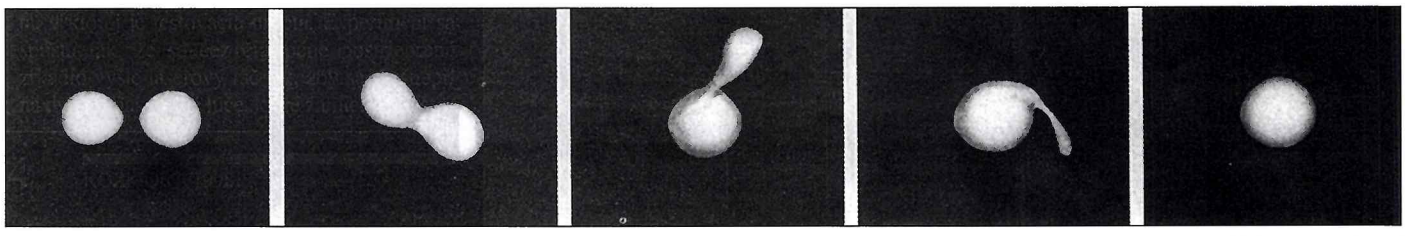
Najväčšou prekážkou pri lúštení záhady zdrojov gamažiarenia bola až do februára 1997 skutočnosť, že sa nedali, s výnimkou röntgenového okna, pozorovať na iných vlnových dĺžkach. Objav, že niekoľko vzplanutí je pravdepodobne totožných so zdrojmi slabého žiarenia vo viditeľnom svetle i v rádiovej oblasti, sa stal najsenzačnejšou astronomickou novinkou vlaňajšieho roka. Špecialisti na vzplanutia gama vo chvíli, keď sa ich relatívne zaznávaná disciplína dostala do pozornosti hlavného prúdu astronómov, až tak poskočili od radosti.

Optické a rádiové detekcie sa nezaobišli bez škriepok. Priniesli však dostatok spoľahlivých dôkazov toho, že vzplanutia sa odohrávajú v kozmologických vzdialenostiach. Konkrétne: spektrálne čiary s červeným posunom, získané z pravdepodobného opticky vi-

Páry neutrónových hviezd v našej galaxii

Názov	Vzdialenosť (v svetelných rokoch)	Doba vzájomného obehu (v hod.)	Excentricita obežnej dráhy	Prognóza vzplanutia (v mil. rokov)	Poznámky
PSR B1534+12	1 600	10,1	0,274	2730	
PSR B1913+16	24 000	7,75	0,617	300	1
PSR B2127+11C	35 000	8,05	0,681	220	2
PSR B2303+46	7 500	269	0,658	4 000 000	3
PSR J1518+4904	2 300	207	0,249	2 400 000	3

Poznámky:
1 Hulse – Taylorov pulzar, ktorý poskytol prvý dôkaz o existencii gravitačného žiarenia.
2 V guľovej hviezdokope M15
3 V oboch prípadoch sa predpokladá, že ide o binárny systém dvoch neutrónových hviezd. Ich hmotnosť sa zatiaľ neupresnila.



Na ďalšej sérii obrázkov vidíte počítačový model, znázorňujúci ďalšiu možnosť konečného štádia binárneho systému, ktorý tvorili dve neutrónové hviezdy. Obe navzájom sa obiehajúce, extrémne husté hviezdy sa k sebe počas milióny rokov trvajúceho približovania priblížia natoľko, že splynú do jediného objektu. Už po prvom dotyku sa vytvorí guľa extrémne horúcej hmoty. Hoci astrofyzici zatiaľ nerozlúštili všetky procesy, ktoré v takejto guli prebiehajú, nazdávajú sa, že takéto splynutie dvoch neutrónovývh hviezd môže vygenerovať dostatok energie na to, aby sa prejavila ako vzplanutie žiarenia gama.

diteľného zdroja vzplanutia gama (z 8. mája 1997) ukazujú, že tento zdroj leží vo vzdialenosti 4 až 8 miliárd svetelných rokov. Niekoľkodenné oneskorenia rádiových emisií celkom dobre zapadajú do očakávaní, spojených s prejavom vzplanutí v extrémnych vzdialenostiach. Astronómom sa odvtedy podarilo spresniť proces lokalizácie vzplanutí gama najmä dodatočnými pozorovaniami v optickej a rádiovej oblasti. Zdá sa, že vyriešenie tohto problému je na dobrej ceste.

Požierajúce sa páry neutrónových hviezd

Ak zdroje žiarenia gama ležia naozaj v kozmologických vzdialenostiach, musia byť neobyčajne silné. Musia to však byť aj neobyčajne malé objekty, pretože inakšie by sa nedali vysveliť veľké výkyvy žiarenia v škále milisekúnd. Odkiaľ sa táto nepredstaviteľná energia berie?

Najpopulárnejší zo známych modelov predpokladá, že ide o vzájomne sa požierajúci pár neutrónových hviezd – extrémne hustých objektov, ktoré sú masívnejšie ako naše Slnko, hoci ich priemer neprevyšuje 20 kilomterov. Ak sa párik neutrónových hviezd priblíži k sebe pri svojom špirálovitom, gravitačnom tanci natoľko, že vznikne čierna diera, vzplanutie, ktoré je dôsledkom tohto obojstarnného kanibalizmu, je vo chvíli, keď kulminuje, silnejšie ako svietivosť mi-

Môžu vzplanutia gama spôsobiť pokrčenie časopriestoru?

Podľa čoraz akceptovanejšej teórie sú vzplanutia žiarenia gama produktom kolízií dvoch v binárnom systéme zviazaných neutrónových hviezd, ktoré vznikli vo vzdialených galaxiách: viacerí teoretici predpovedajú, že dôkaz už čoskoro budeme vidieť na vlastné oči. Už v najbližších rokoch budú krúžiť okolo Zeme sondy, vybavené neuveriteľne citlivými detektormi, ktoré budú hľadať gravitačné vlny, či obraznejšie – pokrčený časopriestor, na ktorom sa takto prejavilo pôsobenie mohutných kozmických udalostí.

Gravitačné vlny sa šíria podobne ako kruhy po vodnej hladine z miesta, kde veľké, mimoriadne husté kozmické objekty zmenia rýchle svoj pohyb, tak ako sa to stáva v tesných binárnych systémoch. Toto „gravitačné žiarenie" predpovedal Einstein už roku 1916. Jeho teória bola potvrdená roku 1982, keď sa podarilo detegovať orbitálnu energiu, vyžarovanú binárnym pulzarom PSR 1913+16, spáreného s neutrónovou hviezdou v systéme, v ktorom sa oba objekty navzájom obehnú raz za 7,75 hodiny. Gravitačné vlny sú však príliš slabé na to, aby sme ich dokázali dnešnými prístrojmi pozorovať priamo.

To sa však môže už čoskoro zmeniť: krátko pred dokončením je LIGO (Laser Interferometer Gravitational – wave Observatory), ktorý vyvinuli a skonštruovali v Hanforde pri Washingtone. Skladá sa z dvoch potrubí dlhých 4 km, ktoré sú spojené v pravom uhle. V oboch potrubiach, v podmienkach úplného vákua, je na ich konci umiestnená špeciálne odizolovaná komnata, v ktorej je testovacia hmota. Experiment sa spúšťa tak, že sa cez čiastočne postriebrené zrkadlo vyšle laserový lúč tak, aby sa rozštiepil na dva rovnako dlhé lúče, ktoré zamieria k testovacím plochám na konci každého potrubia. Po odraze od testovacej hmoty sa lúče vrátia späť k zrkadlu a rekombinujú sa. Detegovaním nepatrných posuvov na „križovatke" oboch navracajúcich sa lúčov, zaznamenajú vedci jemné zmeny pozícií testovaných objektov. Takéto zariadenie je jednou z možných podôb interferometra, pretože umožní interferenciu a porovnanie dvoch navracajúcich sa laserových lúčov. Jemné zmeny, ktoré sa pri spojení interferujúcich lúčov prejavia, dokážu zviditeľniť aj neuveriteľne malé zmeny na povrchu zrkadla – až po hranicu jednej bilióntiny vlnovej dĺžky svetla.

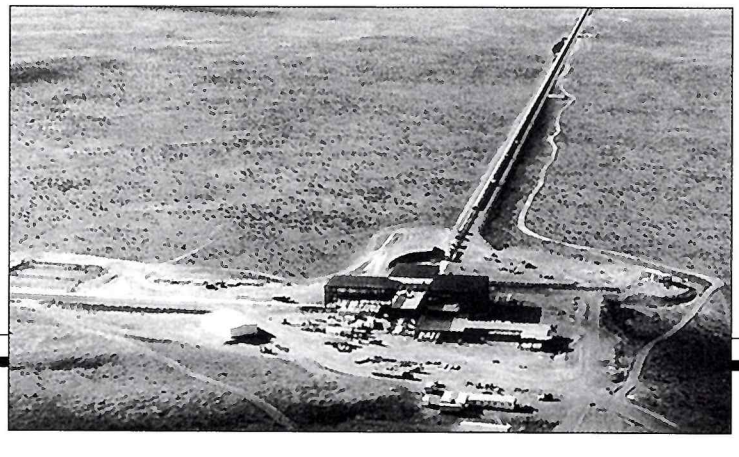
Takáto enormná citlivosť dokáže zaznamenať aj pokrčenie časopriestoru, ktoré spôsobí kolízia, či splynutie dvoch neutrónových hviezd vo vzdialenosti 70 miliónov svetelných rokov. Odtlačok takejto udalosti bude dramatický a jednoznačný. LIGO rozozná vlny kontinuálne narastajúce od frekvencie 10 až po 1000 cyklov za sekundu; práve takto sa, podľa očakávania astronómov, prejaví gravitačné približovanie sa dvoch navzájom sa obiehajúcich neutrónových hviezd v poslednej štvrťhodine pred kanibalskou kolíziou.

Vedci predpokladajú, že LIGO takúto udalosť zaznamená raz za niekoľko rokov, ale možno aj niekoľkokrát za rok. LIGO dokáže rozoznať a zviditeľniť aj rozličné procesy v kolabujúcich jadrách supernov, hviezdotrasenie na vzdialených hviezdach, chvenie na povrchu mladých neutrónových hviezd, ale aj zvláštne správanie sa vysoko neusporiadaných podôb časopriestoru, ktoré zatiaľ existujú iba v predstavách teoretikov.

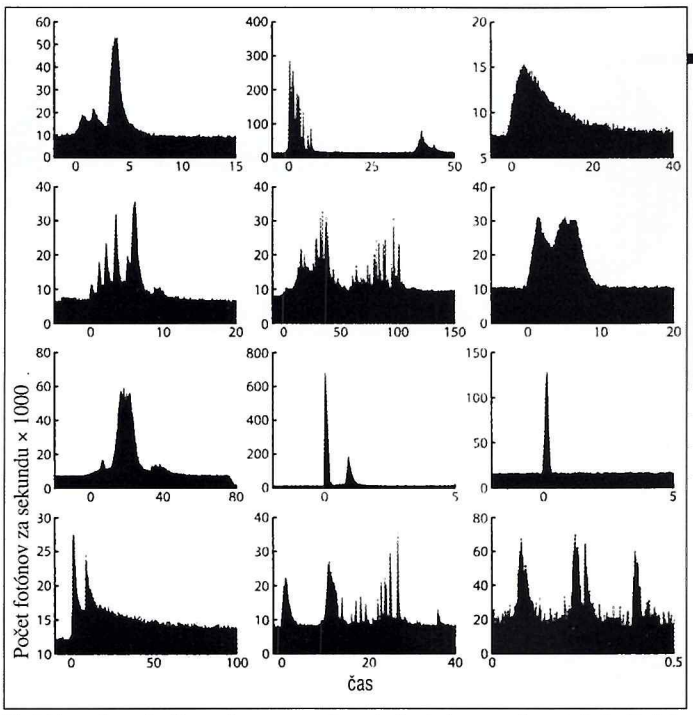
Druhú kópiu LIGO stavajú v Livingstone v Luisiane. Dvojičky budú pracovať koordinovane, spoločne overovať získané detekcie a upresňovať smer, odkiaľ gravitačné vlny prichádzajú. Podobný detektor budujú aj Francúzi a Taliani neďaleko talianskej Pisy: nazvali ho VIRGO. Tento európsky interferometer bude mať 3 kilometre dlhé ramená. Britsko-nemecký projekt nazvaný GEO 600 bude mať iba 600 metrov dlhé ramená, ale oveľa citlivejšie detektory druhej generácie. Uvažuje sa o tom, že aj LIGO a VIRGO budú onedlho vybavené lepšími detektormi, ktoré im umožnia zaznamenať kanibalizmus neutrónových hviezd aj vo vzdialenosti niekoľkých miliárd svetelných rokov. Ak aj Japonci a Austrálčania v dohľadnom čase postavia svoj prístroj na zaznamenávanie gravitačných vĺn, vznikne tak celosvetová sieť. „Prvé svetlo" pre tieto observatóriá, vrátane LIGO v Hanforde, sa plánuje na rok 1999 alebo 2000.

Ešte ambicióznejšie sú plány Európskej vesmírnej agentúry (ESA), ktorá financuje projekt LISA (Laser Interferometer Space Antenna). Ak sa uskutoční, budú LISA tvoriť tri páry satelitov, zoradených vo kozmickom priestore do trojuholníka, ktoré si budú vymieňať 5 miliónov kilometrov dlhé lúče – čo je dvanásťkrát väčšia vzdialenosť, než aká delí Mesiac od Zeme.

Podľa Sky and Telescope 2/98 –eg–



Na snímke vidíte LIGO, observatórium na detegovanie gravitačných vĺn, počas výstavby v Hanforde.



Každé vzplanutie žiarenia gama má svoj vlastný, neopakovateľný otlačok. Tieto úkazy sa prejavujú nesmierne rozmanitou dobou trvania i odlišným správaním; na záznamoch vybraných vzplanutí žiarenia gama z archívu BATSE, prístroja na palube satelitu Compton Gamma Ray Observatory, môžete porovnať vrcholky najvyššej intenzity jednotlivých, väčšinou opakovaných vzplanutí v časovej škále. Ako vidieť, vzplanutie žiarenia gama sa prejavuje viacerými nerovnakými pulzmi.

liardy galaxií, veľkých ako naša Galaxia.

Teoretici zo spektier, ktoré sú typické pre vrchol vzplanutia gama, vyčítali, že navzájom sa požierajúci pár neutrónových hviezd musí (v súhlase s teóriou) ejektovať do okolitého priestoru časť hmoty rýchlosťou dosahujúcou hodnoty 99,9995 alebo až 99,99995 % rýchlosti svetla, čo znamená, že hodnota tzv. Lorentzovho faktora

$$\left(\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}\right)$$

vyvrhnutého materiálu sa musí pohybovať medzi 100 a 1000.

Nir Shaviv a Arnon Dar z Israel Institute of Technology navrhli iný variant: predpokladajú, že čierna diera, ktorá vznikla splynutím páru neutrónových hviezd, je obklopená diskom, ktorý emituje silné výtrysky hmoty zo svojich pólov, pričom Lorentzov faktor dosahuje hodnotu 1000. Tento materiál má takú energiu, že v prípade kolízie s viditeľným svetlom hviezdy dokáže zosilniť energiu fotónov do oblasti gamaenergií. Na Zemi potom pozorujeme fotóny gamažiarenia, pravda iba vtedy, keď je výtrysk (džet) nasmerovaný k Zemi.

Tento model najlepšie funguje vtedy, keď sa kanibalizmus neutrónových hviezd odohrá neďaleko tretej hviezdy alebo v hustej hviezdokope. V prípade, ak sa v okolí kanibalského vzplanutia nenachádza dosť svetla, výtrysky gamažiarenie neurýchlia. Tento model vysvetľuje rôznorodé svetelné krivky výtryskov, od krátkych po dlhé, od hladkých po mimoriadne rozkúskované, hrboľaté: pestrú paletu spektrálnych odtlačkov týchto výtryskov spôsobujú jednak rozličné hviezdne prostredia v blízkosti daného zdroja, ale istú rolu zohráva aj štruktúra jednotlivých výtryskov.

Model oboch izraelských astronómov má však aj nepríjemný vedľajší efekt: ultrarelativistické ťažké jadrá sú vlastne vysoko energetickým kozmickým žiarením; toto žiarenie by okolité medzihviezdne prostredie poriadne poznamenalo. Boli by sme svedkami dlhotrvajúceho výbuchu kozmického žiarenia, ktorý by sa objavil bezprostredne po vzplanutí žiarenia gama.

Vzplanutia v kolíske

Pre život na Zemi by bolo katastrofou, keby sa typické, kozmologické vzplanutie gamažiarenia odohralo v našej Galaxii, vo vzdialenosti takých 3000 svetelných rokov. Takéto vzplanutie by sme mohli nazvať lokálnym.

Ak sú vzplanutia naozaj dôsledkom kanibalizmu neutrónových hviezd, je iba otázkou času, kedy sa niečo podobné stane aj v našom okolí. V našej Galaxii už dnes poznáme tri overené a prinajmenšom dva ďalšie možné páry neutrónových hviezd *(pozri tabuľku na 3. strane)*. Všetky sú gravitačne spútané do binárneho systému, obiehajú sa navzájom; kanibalizmus spôsobuje sústavný pokles ich orbitálnej energie v dôsledku gravitačného vyžarovania. Predpokladáme, že takýchto ešte neobjavených párov je v našej Galaxii niekoľko stoviek.

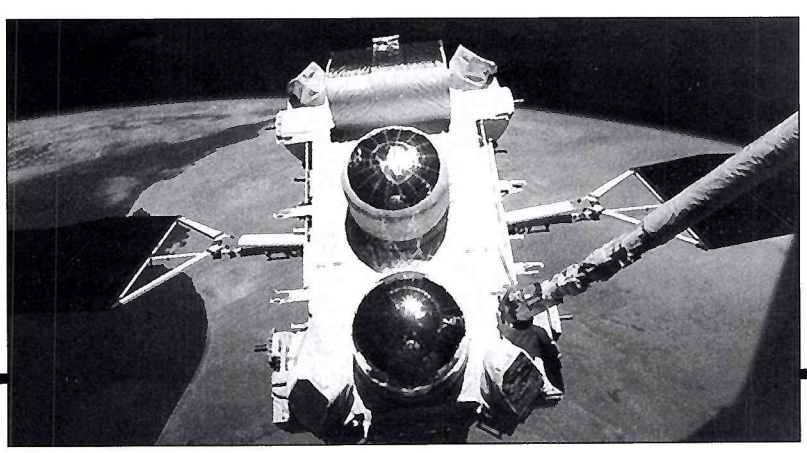
Izraelskí vedci vypočítali, že jeden z týchto párov v našej Galaxii sa navzájom požerie raz za 2 až 3 milióny rokov. Ani galaktické magnetické pole nebude pre nás v takomto prípade spoľahlivým štítom: proti dôsledkom výtrysku kozmického žiarenia, štartujúceho zo vzdialenosti iba 3000 svetelných rokov, sme bezbranní. Ku katastrofickému kanibalizmu v okruhu tejto vzdialenosti dochádza každých 100 miliónov rokov, čo náramne pripomína alarmujúci cyklus masového vyhynutia druhov, zaznamenaného v geologických trezoroch Zeme.

Čo sa stane, ak sa vzplanutie odohrá v tejto vzdialenosti? Bezprostredným dôsledkom by bol neobyčajne jasný kúpeľ v žiarení gama, ktorého energia by podstatne prevýšila prídel, ktorý dostávame zo Slnka. Väčšina tohto žiarenia by bola neviditeľná. Nad hlavou by sme videli strašidelne modrú škvrnu na oblohe, dôsledok Čerenkovovho žiarenia, ktoré vzniká interakciou gamažiarenia s najvrchnejšími vrstvami atmosféry. Škvrna by mohla byť rovnako jasná ako Mesiac, pričom jej uhlová veľkosť by bola dokonca ešte o niečo väčšia. Po preniknutí do nižších vrstiev atmosféry by sa však gamažiarenie zastavilo a my by sme si mohli uľahčene vydýchnuť.

Ibaže: ak sa Stephen E. Thorsett z Princeton University nemýli, náraz gamažiarenia rozbíja molekuly v horných vrstvách atmosféry a vyvolá tak chemické reakcie, ktorých produktom bude enormné množstvo oxidov dusíka, ktoré zamoria polovicu atmosféry v okolí interakcie. Oxidy dusíka sú silnými pohlcovačmi viditeľného svetla; v tomto ohľade sú príbuznými smogu, ktorý sfarbuje do červena znečistený vzduch nad veľkými mestami. Na pologuli nachádzajúcej sa v dosahu vzplanutia sa v priebehu niekoľkých sekúnd zošerí. Do akej miery, to záleží od množstva „kozmického znečistenia".

Spomínané komponenty sú však zároveň aj katalyzátormi deštrukcie ozónu. V krátkom čase by zničili celú ozónovú vrstvu, pretože prúdenie v atmosfére by tieto látky postupne rozptýlilo okolo celej Zeme. Dôsledkom by bolo drastické zosilnenie ultrafialového žiarenia zo Slnka, ktoré by bez ozónového filtra poľahky preniko až na povrch Zeme. Ľudia sa pred slnečným žiarením môžu chrániť, ale rastliny a zvieratá by mu boli vystavené napospas. Ekosystém by sa postupne zrútil, pretože rastliny, ktoré tvoria dôležitý článok potravinového reťazca, by zdegenerovali alebo celkom vymizli. Katastrofa by mala vplyv aj na teplotu a klímu. Celé desaťročia by trvalo, kým by sa oxidy dusíka rozptýlili do stratosféry.

To však boli tie lepšie správy. Hororom by sa stal až nasledujúci kúpeľ v kozmickom žiarení. K Zemi by kozmické lúče dospeli iba niekoľko dní po spŕške gamažiarenia a trvali by približne mesiac. Počas tridsatich dní by sa Zem, nie nepodobná kurčaťu na rošte, doslova opekala v smrtiacej sprche. Každá častica s energiou bilióna elektrónvoltov, vyprodukovanou prienikom do atmosféry, by spôsobila doslova kaskádu subatomárnych interakcií, hustú sprchu energetických muónov, ktoré by dopadali na povrch našej planéty. Na úrovni morskej hladiny by bola dávka muónov stokrát silnejšia ako dávka, ktorá doká-



Satelit Compton Gamma Ray Observatory vysadilo na obežnú dráhu okolo Zeme rameno robota na palube raketoplánu Atlantis v roku 1991.

že usmrtiť človeka. Muóny by prenikli stovky metrov pod povrch i pod hladinu morí a zabili by väčšinu organizmov, s vynimkou tých, čo sú rezistentné proti radiácii (napríklad škorpióny), alebo žijú mimo pravdepodobného dosahu.

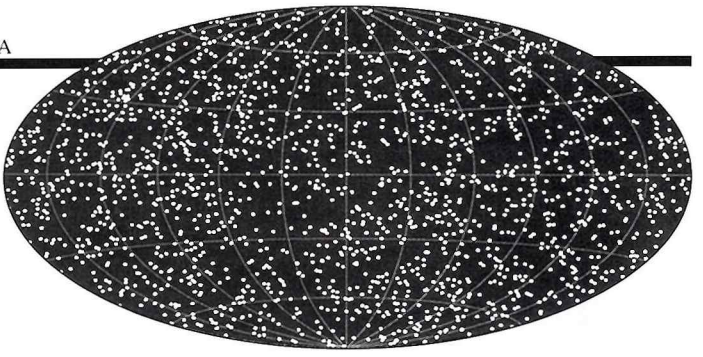
Navyše: vysokoenergetické častice by rozštiepili jadrá atómov vo vzduchu i v pôde na ľahšie jadrá, z ktorých väčšina je rádioaktívna a celé roky trvá, kým ich rádioaktivita pominie. Globálne vetry by rádioaktívne zamorenie rozniesli po celej planéte.

Shaviv, Dar a Laor zdôrazňujú, že práve takto možno najľahšie vysvetliť niekoľko prípadov masového vyhynutia druhov, ale aj zachovanie sa väčšiny hĺbkovodných organizmov.

Sprcha gama- i kozmického žiarenia podľa všetkého vyvolala i rýchly nárast počtu nových druhov, čo bol dôsledok zvýšeného počtu mutácií.

Celý mesiac trvajúci dážď kozmického žiarenia obsahuje toľko energie ako 10 miliónov rokov trvajúce normálne bombardovanie Zeme kozmickým žiarením; pritom pôjde o oveľa smrtonosnejšie, vysokoenergetické častice. Ich mesačná spŕška by vyprodukovala množstvo rádioaktívnych látok s dlhou dobou rozpadu: rádioaktívne jadrá jódu-129, samária-146, olova-205 i plutónia-244 majú polčas rozpadu od 15 rokov až 146 miliónov rokov. Detegovať odtlačky týchto prvkov v geologických vrstvách by však nebolo vôbec ľahké. Pozadie normálneho kozmického žiarenia totiž aj počas obdobia 100 miliónov rokov medzi jednotlivými (blízkymi) vzplanutiami produkuje tieto izotopy v podpovrchových horninách Zeme. Dôkladná spektroskopia by však túto hypotézu dokázala potvrdiť. Iný test by mal nájsť v horninách stopy po zmenách hustoty kozmického žiarenia; pravda, iba vo vrstvách, ktoré vznikli krátko pred alebo tesne po masovom vyhynutí druhov.

Spracoval –eg–



Do konca októbra vlaňajšieho roka zaznamenal prístroj BATSE 1974 vzplanutí žiarenia gama, ktoré sa premietli do mapy oblohy. Stredová „rovnobežka" je rovinou našej Galaxie. Ako vidíte, vzplanutia žiarenia gama sú roztrúsené po oblohe rovnomerne.

Hľadanie zdrojov žiarenia gama

V poslednom roku sa štúdium vzplanutí žiarenia gama ocitlo na križovatke. Keď roku 1997 Compton Gamma Ray Observatory (GRO) identifikoval 1700 vzplanutí (GRBs), zhodla sa väčšina astronómov na tom, že tieto kataklizmatické udalosti sa dejú vo vzdialenosti miliárd svetelných rokov. Dlho sa však nepodarilo identifikovať ani jediný astronomický objekt, ktorý by mohol byť zdrojom takého vzplanutia.

Je to pochopiteľné: GRO dokáže iba približne určiť, z ktorej časti oblohy vzplanutie prichádza: pozície jedotlivých GRB sú teda určované s možnou odchýlkou niekoľkých stupňov, čo je obrovský priestor, v ktorom sa môže vyskytovať bezpočet potenciálnych zdrojov. Iba niekoľko vzplanutí detegoval viac ako jeden satelit, čo umožnilo presnejšiu lokalizáciu pomocou triangulácie. Nič mimoriadne sa však v danom priestore nevyskytlo a navyše sa tieto presné pozície vypočítavali prineskoro na to, aby sa na základe nich dali pozorovať a zaznamenať viditeľné variácie svetla.

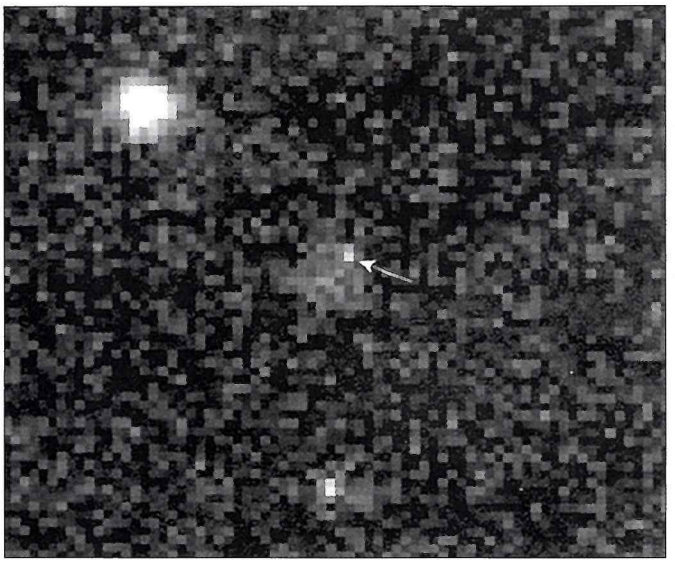
Roku 1966 bol vypustený taliansko-holandský satelit Beppo/SAX, ktorý zaregistroval dosvit (afterglow) v röntgenovej oblasti, ktorý je častým sprievodným javom GRB. Hoci sú fotóny röntgenového žiarenia „chladnejšie" (majú menšiu energiu) ako častice žiarenia gama, astronómom sa podarilo zaznamenať prvý dôkaz o rozpínajúcej sa ohnivej guli po gama vzplanutí. Detektory na palube Beppo/SAX dokážu určiť polohu dosvitu röntgenového žiarenia s presnosťou niekoľkých oblúkových minút, čo je 50-násobné spresnenie pri určovaní polohy. Vďaka tomu môžu astronómovia zamieriť pozemské i vesmírne teleskopy na priestor, kde sa objavilo vzplanutie gama, už niekoľko hodín po jeho detegovaní.

Vo februári 1997 zamerali talianski astronómovia svoje teleskopy v Taliansku a v La Palme na zdroj GRB 970228 v Orióne, kde bolo zaznamenané vzplanutie gama žiarenia. Na snímkach, ktoré vojdú do dejín astronómie, objavila sa slabá „hviezda" uprostred jasnej škvrny, ktorá bola dosvitom röntgenového žiarenia. Citlivejšie snímky z HST a z Keckovho ďalekohľadu zviditeľnili amorfnú bublinu v okolí slabej škvrnky svetla (pozri na snímku). Veľa astronómov pokladá túto bublinu za galaxiu, v ktorej gamaburster vzplanul pred eónmi rokov.

Skeptici pripomínajú, že variabilná „hviezda" a vzplanutie gamažiarenia môžu byť nezávislé úkazy, ktoré sa ocitli iba v náhodnej koincidencii. Lenže vzápätí bol objavený ďalší zdroj, a to hneď na dvoch hvezdárňach: na Kitt Peaku i na Mount Palomare.

Podľa Chryssa Kouveliotou (Universities Space Research Association) bolo vzplanutie gamažiarenia z mája tohto roku (ide o GRB 970508 v súhvezdí Camelopardalis) relatívne slabé vo chvíli, keď sa GRO prejavilo. Variabilná „hviezda", ktorá bola čoraz jasnejšia, poskytla však už o dva dni neskoršie dostatočné množstvo svetla pre obrovský teleskop Keck II, takže sa dalo získať spektrum. Hvezdári na tomto spektre objavili spektrálny odtlačok plynu v okolí predpokladaného GRO; ukázalo sa, že tento plyn sa nachádza prinajmenšom vo vzdialenosti 4 miliárd svetelných rokov. A tak bol získaný doteraz najhodnovernejší dôkaz o tom, že GRB sa vyskytujú v „kozmologických" vzdialenostiach.

Navyše: senzitívne taniere rádioteleskopov zachytili roztrasené rádiové emisie presne z toho istého miesta, kde leží i variabilná „hviezda". Rádiové údaje nepriamo indikujú to, že zdroj sa rozpína bezmála svetelnou rýchlosťou. Bohdan Paczynski a Eli Waxman, známi špecialisti na zdroje gamažiarenia, vyhlásili, že zo všetkých týchto údajov s vysokou pravdepodobnosťou vyplýva reálna existencia kompaktnej ohnivej gule, ktorá je produktom niekoľkostonásobne silnejšieho výbuchu, než akým sa prezentujú supernovy.

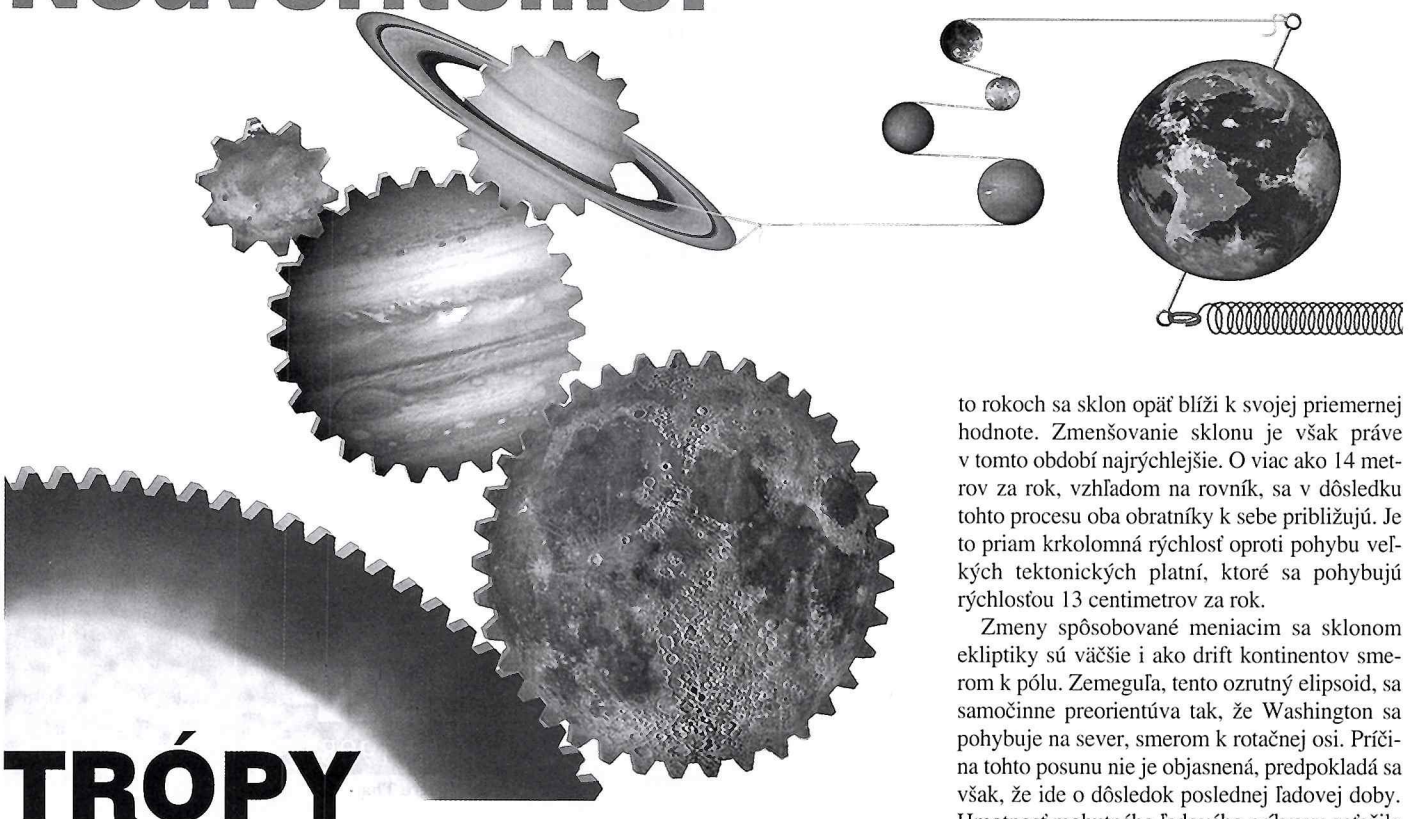


Kde je domov zdroja GRB 970228? Pri vzplanutí žiarenia gama, ktoré sa zaznamenalo vo februári tohto roku, objavili hvezdári koincidenciu so slabým svetelným bodom (označený šípkou), s jasnosťou 28 mag. Najväčšie pozemské teleskopy by mali po čase zistiť, či matná škvrnka obklopujúca svetlý bod je galaxia, ktorá leží vo vzdialenosti niekoľkých miliárd svetelných rokov.

Zoznam doteraz identifikovaných zdrojov žiarenia gama

Vzplanutie (Dátum)	Žiarenie gama Sila	Röntgenové žiarenie Zaznamenané?	Viditeľné svetlo Zistený zdroj?	Rádiové žiarenie Zistený zdroj?
970111	Intenzívny	Nie	Nie	Nie
970228	Priemerný	Áno	Áno	Nie
970402	Priemerný	Áno	Nie	Nie
970508	Slabý	Áno	Áno	Áno
970616	Intenzívny	?	Nie	Nie
970815	Intenzívny	?	Nie	Nie
970828	Priemerný	Áno	Nie	Nie

Neuveriteľné:



TRÓPY SA SCVRKÁVAJÚ

Naša Zem v minulom roku, tak ako po iné roky, presne podľa kozmického harmonogramu obehla Slnko. Mesiac, rovnako ako po iné roky, prešiel svojimi fázami 13-krát. A obratník Raka sa posunul o ďalších 14,7 metra na juh. Obratník Kozorožca o rovnaký kus na sever, smerom k rovníku. Tropická zóna tak stratila ďalších 1080 štvorcových kilometrov svojho teritória v prospech pásiem, rozkladajúcich sa medzi obratníkmi a obomi polárnymi kruhmi. Príčinou tejto „záhady" je neustále sa meniaci sklon ekliptiky.

Je to fakt: obratník Raka, rovnobežka, nad ktorou sa Slnko ocitá v júni, v deň letného slnovratu, sa pohybuje smerom na juh, k rovníku. Rovnako obratník Kozorožca, rovnobežka, nad ktorou kulminuje Slnko v decembri, v deň zimného slnovratu, sa aj v minulom roku posunul o 14,7 metra na sever. Trópy sa sústavne scvrkávajú.

Približne 1080 štvorcových kilometrov sa každoročne presunie z tropickej zóny do mierneho pásma. Iba 330 štvorcových kilometrov tohto teritória je suchá, neúrodná krajina; v globálnom merítku to znamená, že každý rok ubudne z trópov územie s rozlohou amerického štátu Rhode Island. Afrika, jediný kontinent, ktorý pretínajú oba obratníky, stráca zo svojich trópov 110 štvorcových kilomerov plochy, čo je rozloha rovnajúca sa dvom tretinám Washingtonu.

Príčinou toho, že trópy, teda územie, ktoré vymedzujú oba obratníky, sa zmenšujú, je fakt, že uhol, ktorý zviera rovina rovníka s rovinou ekliptiky (rovinou dráhy Zeme okolo Slnka), sa zmenšuje o 47,5 oblúkových sekúnd za storočie. Meniaci sa sklon ekliptiky nie je taký chronicky známy a výrazný ako precesia zemskej osi, ale je reálny. Oba javy vyplývajú z newtonovskej dynamiky. Súčasná hodnota sklonu ekliptiky (teda uhlu, pod ktorým ekliptika pretína rovinu rovníka) – 23 stupňov a 26 minút, nie je stabilná; v súčasnosti neustále klesá, čo je dôsledkom porúch, spôsobovaných gravitačným pôsobením planét, ale aj súhrou točivých momentov na Zem.

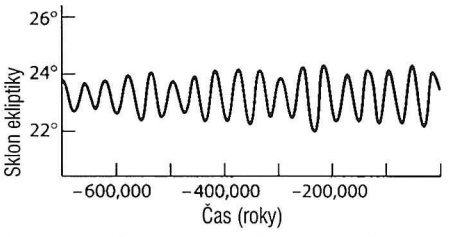
Gravitačné pôsobenie Slnka a Mesiaca na rovníkovú zdureninu Zeme, (ktorá je sploštenou guľou), vyvoláva precesiu zemskej osi nad rovinou jej obežnej dráhy s periódou 26 000 rokov. V rovnakom čase gravitačné pôsobenie ostatných planét spôsobuje precesiu roviny obežnej dráhy našej planéty (relatívnu, vzhľadom na vzdialené galaxie) s periódou 71 000 rokov. Výslednica oboch týchto pohybov spôsobuje osciláciu s periódou okolo 41 000 rokov.

Bez ohľadu na precesiu zemskej osi, ktorá opisuje na oblohe veľkú kružnicu, sklon ekliptiky sa vychyľuje (rastie, alebo sa zmenšuje) vzhľadom na svoju priemernú hodnotu o nepatrných, ± 1,3 stupňa. Posledné maximum výkyvu vyvrcholilo pred 9500 rokmi na hodnote 24,2 stupňa, v týchto rokoch sa sklon opäť blíži k svojej priemernej hodnote. Zmenšovanie sklonu je však práve v tomto období najrýchlejšie. O viac ako 14 metrov za rok, vzhľadom na rovník, sa v dôsledku tohto procesu oba obratníky k sebe približujú. Je to priam krkolomná rýchlosť oproti pohybu veľkých tektonických platní, ktoré sa pohybujú rýchlosťou 13 centimetrov za rok.

Zmeny spôsobované meniacim sa sklonom ekliptiky sú väčšie i ako drift kontinentov smerom k pólu. Zemeguľa, tento ozrutný elipsoid, sa samočinne preorientúva tak, že Washington sa pohybuje na sever, smerom k rotačnej osi. Príčina tohto posunu nie je objasnená, predpokladá sa však, že ide o dôsledok poslednej ľadovej doby. Hmotnosť mohutného ľadového príkrovu zaťažila väčšinu arktických a subarktických oblastí Zeme, najmä severné časti Kanady. Väčšina nahromadeného ľadu sa však medzičasom roztopila a pod váhou poklesnuté, zanorené kontinenty, začali sa jeho ťarchou postupne z mäkšieho podložia vynárať. Zem sa podľa všetkého snaží získať maximálnu hodnotu svojho momentu zotrvačnosti presúvaním prázdna vznikajúceho v plášti smerom k Severnému pólu. Bez ohľadu na príčinu toto driftovanie k pólu prebieha rýchlosťou 10 centimetrov za rok.

Galop sklonu ekliptiky, prejavujúci sa rýchlym premiestňovaním oboch obratníkov, je oproti spomínaným pohybom, priam neuveriteľný. Každý z nich sa premiestňuje smerom k rovníku rýchlosťou 4 centimetre za deň. Za desať rokov prejdú vzdialenosť jeden a polnásobnej dĺžky futbalového ihriska.

Na Tajvane sa už prejavil jeden z dôsledkov, ktorý tento pohyb spôsobuje. V roku 1908 spravovala ostrov japonská vláda; tá na mieste, kde obratník Raka preťali koľajnice novopostavenej železnice, postavila kamenný stĺp s presným označením polohy – 23 stupňov 27 minút 4,51 sekúnd severnej šírky. Vzhľadom na to, že táto oblasť bola tajvanskou vládou vyhlásená za národný park a križovatka putujúceho obratníka so železnicou sa neustále mení, museli príslušné úrady už štyrikrát postaviť nový stĺp na novom mieste. Všetky štyri stĺpy sú v rade za sebou na úsečke jedného kilometra. Riaditeľstvo národného parku je proti posunu obratníka smerom na juh bezmocné; úradníkov najviac znepokojuje fakt, že jedna z pozoruhodností parku čo nevidieť prekročí jeho hranice; rozšírenie chráneného územia prikúpením novej pôdy je však, vzhľadom na platné zákony, nemožné.



Sklon ekliptiky, uhol, ktorý zviera rovina zemského rovníka s rovinou obežnej dráhy Zeme okolo Slnka, kolíše s periódou 41 000 rokov. V súčasnosti je sklon blízko strednej hodnoty: má 23,3 stupňa.

Ďalej: aj mená oboch obratníkov sú dnes zavádzajúce. Vzhľadom na precesiu bodov rovnodenností (ekvinokcií) nenastáva slnovrat v súhvezdiach Raka a Kozorožca tak ako pred 3200 rokmi. Dnes by sa mal obratník Raka nazývať obratníkom Blížencov a obratník Kozorožca obratníkom Strelca!

Severný polárny kruh sa vzhľadom na meniaci sklon ekliptiky dostáva do podobných ťažkostí; posúva sa na sever, rovnako ako sa Južný polárny kruh presúva na juh. Mierne pásmo sa tak každoročne rozšíri o vyše 470 štvorcových kilometrov smerom k obom pólom. Spolu s teritóriom, ktoré ubudne z trópov kvôli putovaniu obratníkov smerom k rovníku, sa celková rozloha mierneho pásma každoročne zvýši, predstavuje tovyše 1550 kilometrov! Sklon ekliptiky dosiahne najnižšiu hodnotu – 22,6 stupňa o 10 200 rokov; potom sa začne opäť vracať k priemernej hodnote.

Tieto periodické zmeny ovplyvňujú aj klímu planéty. Zmena sklonu ekliptiky je jedným z takzvaných Milankovičovych klimatických cyklov; periódu 41 000 rokov potvrdili i údaje o výskyte izotopov kyslíka, ktoré klimatológom slúžia ako najspoľahlivejší prostriedok dodatočného merania priebehu klimatických zmien. Vplyv sklonu ekliptiky na tieto cykly je zrejmý. Ak je sklon nízky, Slnko polárne oblasti vyhrieva menej, takže postupne chladnú, čoho dôsledkom je kumulácia snehu a ľadu. Ak je sklon vysoký, Arktída a Antarktída dostávajú viac slnečného svetla a tepla, ľad a sneh sa postupne roztápa. A tak to ide odnepamäti.

Ďalšie dva Milankovičove cykly – index precesie (s periódou 19 000 až 23 000 rokov) a excentricita obežnej dráhy Zeme (100 000 až 400 000 rokov) – či presnejšie miera vplyvu oboch týchto faktorov na pozemskú klímu, vedci zatiaľ spoľahlivo nerozlúštili, ale už vieme, že ich vplyv na príchod ľadových dôb je značný. Hodnota indexu precesie vyjadruje, ako blízko/ďaleko je afélium (bod, v ktorom sa Zem ocitne najďalej od Slnka) od rovnodennosti. Ak je Zem ďaleko od Slnka, počasie sa ochladzuje a vo vysokých zemepisných šírkach padá sneh aj počas severného leta. Sneh sa z roka na rok hromadí a postupne mení na ľad. Z nahromadeného ľadu sa vytvoria ľadovce a tie sa začnú plaziť na juh. (V súčasnom období sa Zem ocitá v aféliu v júli).

Klimatické efekty spôsobené excentricitou obežnej dráhy Zeme sú však oveľa nejednoznačnejšie. Priemerné množstvo slnečného svetla, ktoré každoročne dopadá na Zem, totiž nemôže závisieť od excentricity, pretože tá je taká malá, že to na klímu nemôže vplývať. Vedci už vymysleli niekoľko mechanizmov, ktoré pokúšali vysvetliť, prečo práve tento efekt najvýraznejšie vplýva na striedanie ľadových dôb, prinajmenšom počas ostatných 700 000 rokov, ale ani jeden nebol dostatočne presvedčivý.

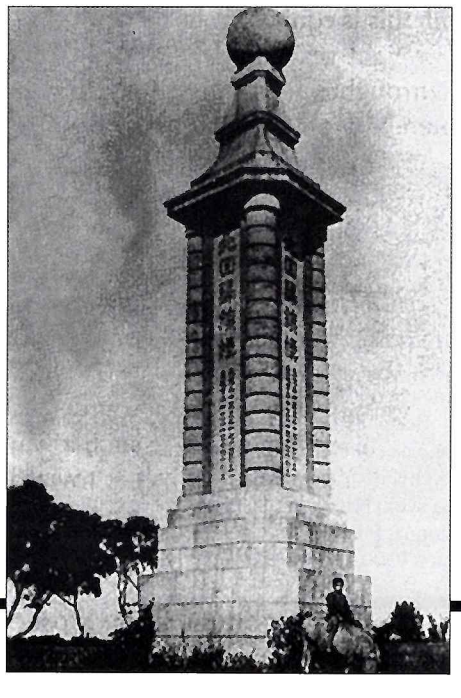
Zem nie je jedinou planétou, ktorá trpí na dôsledky sklonu ekliptiky. Sklon ekliptiky Pluta kolíše v cykle 3 miliónov rokov o plus/mínus 15 stupňov. Tak to aspoň vyplýva z najnovších meraní NASA Ames Research Center a Jet Propusion Laboratory. Vďaka meraniam Williama Warda z JPL vieme, že aj sklon ekliptiky na Marse sa dramaticky mení. Jeho merania naznačujú, že zmeny sklonu sú dokonca väčšie ako na Plute, pričom jeden cyklus netrvá dlhšie ako 100 000 rokov. Najnovšie merania vedcov z MIT však priniesli poznatok, že výkyvy sklonu sú v prípade Marsu chaotické a v čase nepredvídateľné. Tieto enormné zmeny nepochybne vplývajú aj na klímu oboch planét.

Na dôvažok: popri 41 000-ročnom cykle, režírovanom gravitačným pôsobním planét, na sklon ekliptiky v prípade Zeme pôsobí aj ďalší významný faktor. Slapové trenie nakláňa Zem (presnejšie jej os) v škále miliárd rokov do čoraz šikmejšej polohy, pričom vedci z Goddard Space Flight Center objavili nedávno nový mechanizmus, takzvané klimatické trenie, pomenované analógiou podľa slapového trenia. Tento efekt podľa všetkého môže v škále 400 miliónov rokov zvýšiť sklon ekliptiky a výrazne ovplyvniť ako trvanie, tak i krutosť ľadových dôb na zemeguli. Na rozdiel od slapového trenia, známeho už vyše dvesto rokov, je klimatické trenie novým javom, o ktorého vplyve na veľkoškálové zmeny v systéme planéta Zem zatiaľ veľa nevieme. Časom však budeme vedieť.

David Rubincam, B. Fong Chao, Bruce G. Bills

David Rubincam, B. Fong Chao a Bruce Bills sú fyzikmi v Goddardovom centre pre vesmírne lety pri NASA.

Tento pomník stojí na mieste, kde sa križuje obratník Raka s transtajvanskou železnicou, postavili ešte roku 1908. Dnes leží vyše kilometra severnejšie od aktuálnej polohy obratníka.



Priestupná sekunda 1998/1999

V Zákrytovom zpravodaji 10/1998 (vydáva Hvězdárna Rokycany) bola uverejnená nasledovná informácia Ing. Vladimíra Ptáčka.

Medzinárodná služba rotácie Zeme IERS oznámila v Bulletine-A Vol. XI. No.57 z 21.6.1998, že do času UTC bude 31.12.1998 vložená priestupná sekunda. V pásme stredoeurópskeho času sa to prejaví 1. januára 1999 hodinu po polnoci.

V okolí zmeny tu budú časové údaje nasledovať takto:

1999 01 01 00^h 59^m 59^s SEČ
1999 01 01 00^h 59^m 60^s SEČ
1999 01 01 01^h 00^m 00^s SEČ
1999 01 01 01^h 00^m 01^s SEČ atď.

Vloženou sekundou sa o 1 sekundu oneskoria všetky časové signály, ktoré oznamujú čas UTC a deň 1.1.1999 bude u nás trvať 86401 sekúnd. Zároveň sa rozdiel medzi atómovým a koordinovaným časom TAI-UTC zväčší z doterajších +31s na +32s. Hodiny a časové ústredne riadené vysielaním DCF 77 budú o 1 s oneskorené automaticky kódovanými signálmi tejto stanice.

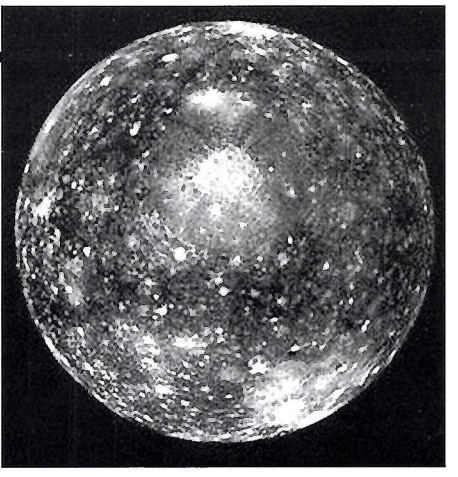
Uveďme pri tejto príležitosti, aká bola uhlová rýchlosť rotácie Zeme v nedávnej minulosti. Pre päť období oddelených priestupnými sekundami sa dajú z definitívnych hodnôt UT1–UTC publikovaných IERS (len k 1. 1. 1999 ide o predpoveď) odvodiť priemerné uhlové rýchlosti v jednotlivých obdobiach.

1. 7. 1992 –1 . 7. 1993 72 921 149.515 ± ± 0.0002 picoradiánov/s
1.7.1993 – 1.7.1994 149.580
1.7.1994 – 1.7.1996 149.580
1.7.1996 – 1.7.1997 149.880
1.7.1997 – 1.7.1999 149.164

Uhlová rýchlosť sa zväčšila celkovo o 0.649 prad/s, čo zodpovedá priemernému zrýchleniu takmer o + 0.12 prad/s/rok. Je to stav dočasný, ktorý môže prejsť do spomaľovania. To sa stalo napr. už medzi januárom 1989 a júlom 1993, keď sa rýchlosť zmenšila z ...150.438 na 149.430 prad/s, takže spomaľovanie bolo priemerne asi –0.22 prad/s/rok. Náhodné zmeny tohto druhu nie sú nijako neobvyklé a mnohonásobne prevyšujú sekulárne spomaľovanie, ktoré je asi len –0.018 prad/s/rok. Naproti tomu periodické sezónne odchýlky rotačnej rýchlosti od ročného priemeru ležia medzi +0.67 v júli a –0.42 prad/s v apríli, takže sa spomaľovanie strieda so zrýchľovaním a zodpovedá asi 1.45 resp. +4.36 prad/s/rok. Je síce rádovo väčšie než zmeny náhodné, ale trvá len niekoľko týždňov.

(pr)

Globálny oceán aj pod povrchom Callisto?



Takúto správu zo sondy Galileo planetológovia veru nečakali: aj druhý najväčší Jupiterov mesiac môže skrývať pod svojím zaľadneným, krátermi husto posiatym povrchom globálny oceán tekutej vody. Ak sa údaje zverejnené koncom októbra potvrdia, bude na svete najväčšia planetologická senzácia posledných rokov, pretože ani vedci obdarení veľkou fantáziou si nevedeli predstaviť, že by tento mesiac, ktorý pokladali za mŕtvy zlepenec ľadu a primordiálnych hornín, môže mať pod povrchom vrstvu tekutej vody. Čo však, okrem slapových síl, môže zohriať ľad do tej miery, že sa roztopí na vodu? To vedci zatiaľ iba hádajú.

– Najnovšie údaje, ktoré sme vyhodnotili, však svedčia o tom, že aj Callisto, podobne ako Europa, má pod ľadovým povrchom slaný, tekutý oceán, – vyhlásila Margaret Kivelsonová, pracovníčka University of California v Los Angeles, ktorá vyhodnocuje údaje z magnetometra, prístroja mapujúceho magnetické polia okolo Jupitera a jeho mesiacov. Senzačný objav na Callisto má totiž svoju prehistóriu na Europe.

Vedci ešte v minulom roku zistili, že elektrické prúdy, ktoré prúdia tesne pod povrchom Europy, spôsobujú v magnetickom poli tohto mesiaca zmeny. Elektrický prúd však potrebuje spoľahlivý vodič: takýmto vodičom by mohol byť najskôr oceán slanej, tekutej vody. Kivelsonová sa preto rozhodla urobiť aj magnetickú diagnózu Callisto. Niektoré údaje, ktoré sonda Galileo získala počas blízkych obletov Callisto v novembri 1996 či v júni a septembri 1997, vzbudili nádej, že Callisto dobrý vodič elektrického prúdu vo svojom vnútre skrýva.

Kivelsonová so svojím tímom zistila, že magnetické pole Callisto je rovnako premenlivé ako v prípade mesiaca Europa; tento jav vysvetlili prítomnosťou premenlivých elektrických prúdov, ktoré sa prejavili nehlboko pod povrchom mesiaca. To bola výzva na to, aby vystopovali aj zdroj týchto prúdov.

Callisto má nesmierne riedku atmosféru. Častice, ktoré ju tvoria, nie sú elektricky nabité, nemôžu teda generovať magnetické pole mesiaca. Tvrdý ľad, tvoriaci povrch Callisto, je tiež mimoriadne zlým vodičom, ale mäkký ľad v podloží, prípadne tekutá voda, najmä ak by išlo o slanú vodu, by mohli vygenerovať dostatočne silný prúd, schopný vytvoriť aj magnetické pole.

Vedci zistili, že smer objavených elektrických prúdov sa v čase pravidelne mení. – Existencia pravidelne sa meniaceho smeru elektrického prúdu pod povrchom Callisto, – vraví Kivelsonová – je nepriamym dôkazom hypotézy o slanom oceáne. Callisto, rovnako ako Europa, reagujú takto preto, lebo ich pohyb je zosynchronizovaný s vedľajšími efektmi Jupiterovej rotácie.

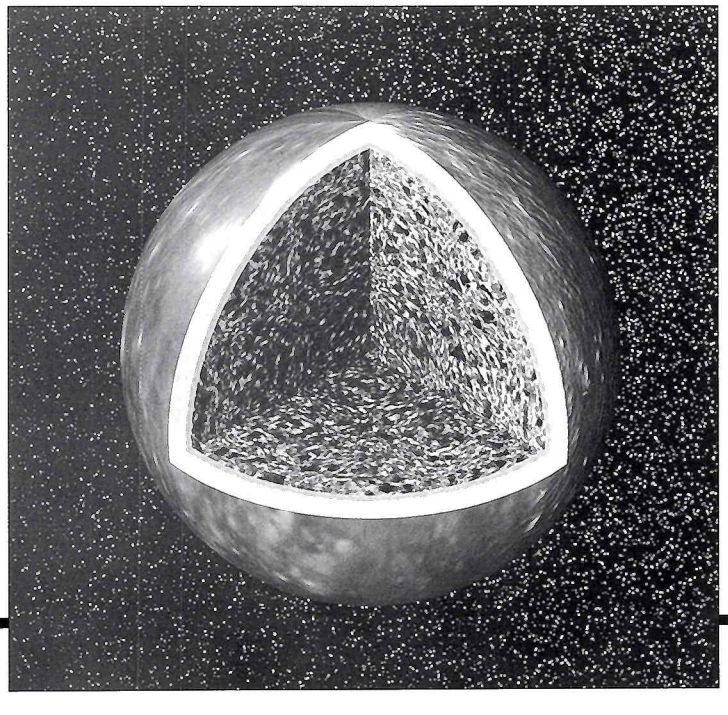
Voda v tekutom skupenstve je základnou podmienkou života, ale prípade Callisto vedci o tom zatiaľ nahlas nehovoria: – Základné prísady pre život, nazývame ich „prebiotická chémia", sa vyskytujú na mnohých telesách slnečnej sústavy; na kométach, na asteroidoch i na zaľadnených mesiacoch, – vraví Torrence Johnson z JPL. Biológovia sú presvedčení, že bez tekutej vody život nemôže vzniknúť, ani sa vyvíjať. Preto nadšene vítajú každý objav, ktorý možnosť výskytu tekutej vody na nejakom telese sugeruje. Život však okrem vody potrebuje aj energiu; ak má Callisto naozaj tekutý oceán, potom ho musí urdžovať v tekutom stave iba energia z rozpadu rádioaktívnych prvkov, pretože oceán pod ľadovým povrchom Europy nahrievajú najmä slapové sily generované Jupiterom. Na mesiaci Callisto, ktorý krúži okolo Jupitera v oveľa väčšej vzdialenosti ako Europa, sa však gravitácia obrovskej planéty nemôže až tak výrazne prejaviť.

V období medzi májom a septembrom 1999 sa priblíži sonda Galileo ku Callisto ešte štyrikrát. Vedci získajú ďalšie údaje a pokúsia sa dovtedy vytvoriť teoretický model, ktorý by vyhovoval získaným údajom aj ich interpretácii.

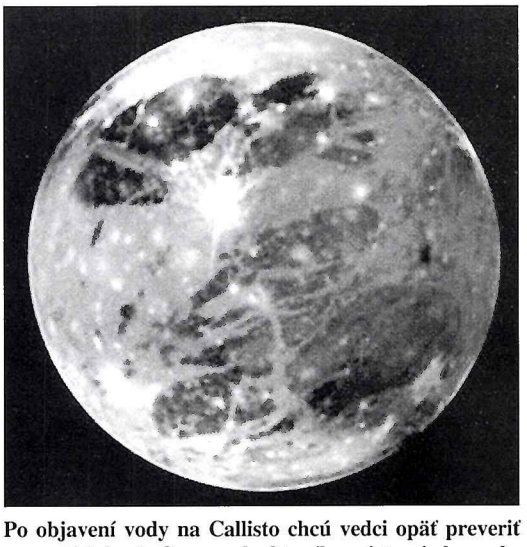
Nečakaný úspech na Callisto posmelil vedcov aj v prípade Ganymeda, kde už vlani, na základe získaných údajov, stihli vytvoriť i model jeho vnútra. Údaje získané sondou Galileo z najväčšieho mesiaca Jupiterovho systému však ani v najmenšom nenaznačovali možnosť slaného oceánu pod ľadovoskalným povrchom. Vedci Kivelsonovej tímu chcú preto údaje magnetometra z Ganymeda ešte raz dôkladne preveriť.

Callisto je približne rovnako veľké teleso ako planéta Merkúr, je teda po Ganymede a Titáne najväčším mesiacom v slnečnej sústave. Jeho povrch je starý niekoľko miliárd rokov, o čom svedčí najmä veľký počet impaktných kráterov na jeho povrchu. Nijaké viditeľné útvary však nesvedčia o tektonických či vulkanických procesoch (spôsobovaných na bližších mesiacoch Jupitera slapovým hnietením), ktoré by tvár Callisto menili tak dramaticky ako v prípade Io a Europy. Dokonca geologicky pomerne rigidný Ganymedes sa zdá byť, v porovnaní s Callistom, veľmi aktívnym telesom.

Galileo Press Release
– ind –



Najnovšie údaje z Galilea prezradili, že aj Callisto má železné jadro a pod ľadovým povrchom globálny oceán slanej vody. Hrúbka vodnej vrstvy sa odhaduje na niekoľko desiatok kilometrov.



Po objavení vody na Callisto chcú vedci opäť preveriť magnetické pole Ganymeda, ktorého existencia by mohla prezradiť vrstvu vody aj pod povrchom tohto mesiaca.

PORTRÉT MESIACA podľa NASA

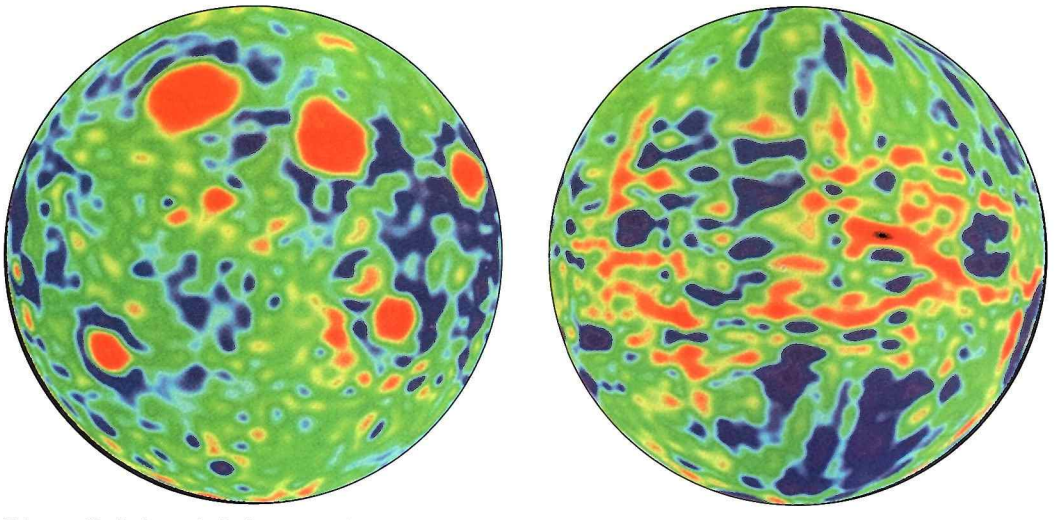
Prvá sonda, ktorú NASA po dvadsiatich piatich rokoch vyslala na Mesiac, získala údaje, ktoré s najväčšou pravdepodobnosťou potvrdili prítomnosť vodného ľadu v oboch polárnych oblastiach. Údaje zo sondy Lunar Prospector, ktorá globálne mapuje zloženie povrchu satelitu Zeme, poskytne vedcom študijný materiál na celé desaťročia.

Na misiu, ktorej program bol rozvrhnutý na desať rokov, prichádzajú prvé výsledky pozoruhodne skoro. Menej ako dva mesiace po tom, ako začal Lunar Prospector obiehať Mesiac (písal sa 11. január 1998), získali vedci hodnoverné údaje o tom, čo sa vo svete planetárnej vedy stane podistým objavom desaťročia: voda sa na povrchu Mesiaca vyskytuje a podľa všetkého sú jej zásoby značné. Potvrdenie vody na Mesiaci je však iba zlomkom zo širokej palety vedeckých poznatkov, ktoré vedci získavajú analýzou a štúdiom údajov získaných pomocou najlacnejšej misie v dejinách NASA. Lunar Prospector nadviazal na misiu vojenskej sondy Clementine, ktorá obiehala Mesiac v roku 1994; tá, okrem špeciálnych vojenských úloh (išlo o overenie navigačných systémov v medziplanetárnom priestore), poslúžila i planetárnym astronómom a selenológom. Pomocou radaru preskúmala zloženie mesačného povrchu a dodala vedeckým tímom na Zemi i záznam radarových ozvien, po ktorých analýze sa zistilo, že na dne obrovského impaktného dvojkrátera South Pole-Aitken, sú depozity vody v ľadovom skupenstve, či presnejšie ľadovej drviny a prachu, premiešaných s mesačnou pôdou, regolitom. Viacerí vedci však tieto údaje o „mesačnom permafroste" dosť presvedčivo spochybnili. Ani skúška správnosti, ktorú previedol obrovský, 300-metrový rádioteleskop v Arecibe, pochybnosti skeptikov nevyvrátila.

Radarové echo, vysielané obrovským rádioteleskopom, sa vracalo vysoko polarizované, čo mohol byť aj dôkaz o prítomnosti ľadu na dne kráterov, vo večnom tieni. Silne polarizované signály sa však vracali aj z oblastí zaliatych slnečným svetlom, kde vodný ľad existovať nemôže. Vzrušujúcu záhadu mohla rozriešiť iba nová sonda, vybavená citlivejšími prístrojmi.

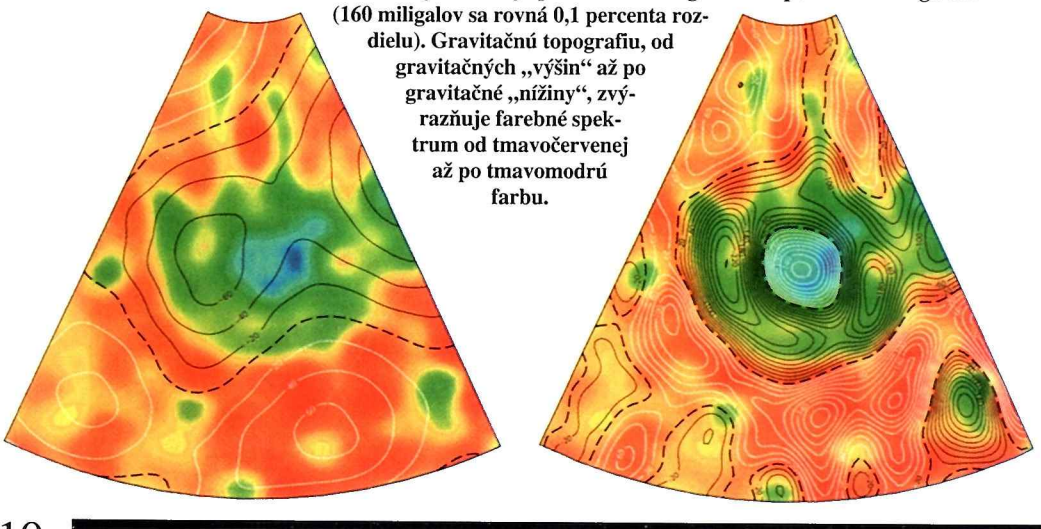
Na palube sondy Lunar Prospector sa nachádza aj neutrónový spektrometer, ktorý dokáže detegovať neutróny, uvoľňujúce sa po kolízii kozmických lúčov s atómami mesačnej kôry. Mnohé kolíziou uvoľnené „rýchle" neutróny unikajú okamžite do okolitého priestoru. Iné, ešte pred únikom, narážajú na ďalšie častice, ale tieto zrážky ich pohyb príliš nespomalia, ak sa nezrazia s časticami, ktoré majú rovnakú (alebo takmer rovnakú) hmotnosť: napríklad s atómami vodíka. Neutrónový spektrometer na palube Prospectora však dokáže tieto pomalšie, „chladné" neutróny rozlíšiť od originálnych, rýchlych neutrónov, i od neutrónov so „strednou rýchlosťou", takzvaných epitermálnych neutrónov; tie vznikajú po kolízii uvoľnených neutrónov s iným ako „vodíkovým atómom". Pokles počtu epitermálnych neutrónov, a naopak, zvýšenie počtu „chladných" neutrónov indikuje prítomnosť vodíka v mesačnej pôde, v regolite. Vodík, pravdaže, môže byť uväznený v molekule vody, ale môže sa vyskytovať aj ako samostatný atóm v slnečnom vetre. Ibaže: akékoľvek merateľné množstvo vody sa prejavuje oveľa zreteľnejším „vodíkovým odtlačkom", než akým sa prezentuje vodík v slnečnom vetre.

Údaje zo spektrometra, ktoré vedci získali v marci, sú silným dôkazom existencie vody na Mesiaci. Grafy, znázorňujúce počet epitermálnych neutrónov v priestore nad Severným a Južným pólom Mesiaca,



Táto predbežná gravitačná mapa vznikla na základe údajov, ktoré Lunar Prospector získal a vyslal na Zem počas prvých dvoch mesiacov misie. Gravitačné „vrcholky" sú znázornené červenou farbou, gravitačné „nížiny" modrou. Na privrátenej strane Mesiaca (vľavo) vidíme niekoľko výrazných koncentrácií hmoty – maskónov, ktoré sa prekrývajú s lávou naplnenými impaktnými bazénmi.

Zvýšenú citlivosť prístrojov na sonde Lunar Prospector nám najlepšie ozrejmí porovnanie dvoch gravitačných máp Mare Humboltianum na privrátenej strane, blízko sverovýchodného limbu Mesiaca. Vľavo je mapa z obdobia pred Lunar Prospectorom. Precíznejšie údaje odhalili nový maskón v centre Humboldtovho mora. Gravitačné vrstevnice zviditeľňujú rozdiely spriemerovaním gravitácie povrchu v miligaloch (160 miligalov sa rovná 0,1 percenta rozdielu). Gravitačnú topografiu, od gravitačných „výšin" až po gravitačné „nížiny", zvýrazňuje farebné spektrum od tmavočervenej až po tmavomodrú farbu.



ukazujú 3,4- a 2,2-percentný pokles ich výskytu *(pozri grafy)*. Presne takto by mal vyzerať graficky vyjadrený odtlačok vody, – vraví Alan Binder, jeden z vedcov Lunar Research Institute, pracujúcich na tomto projekte.

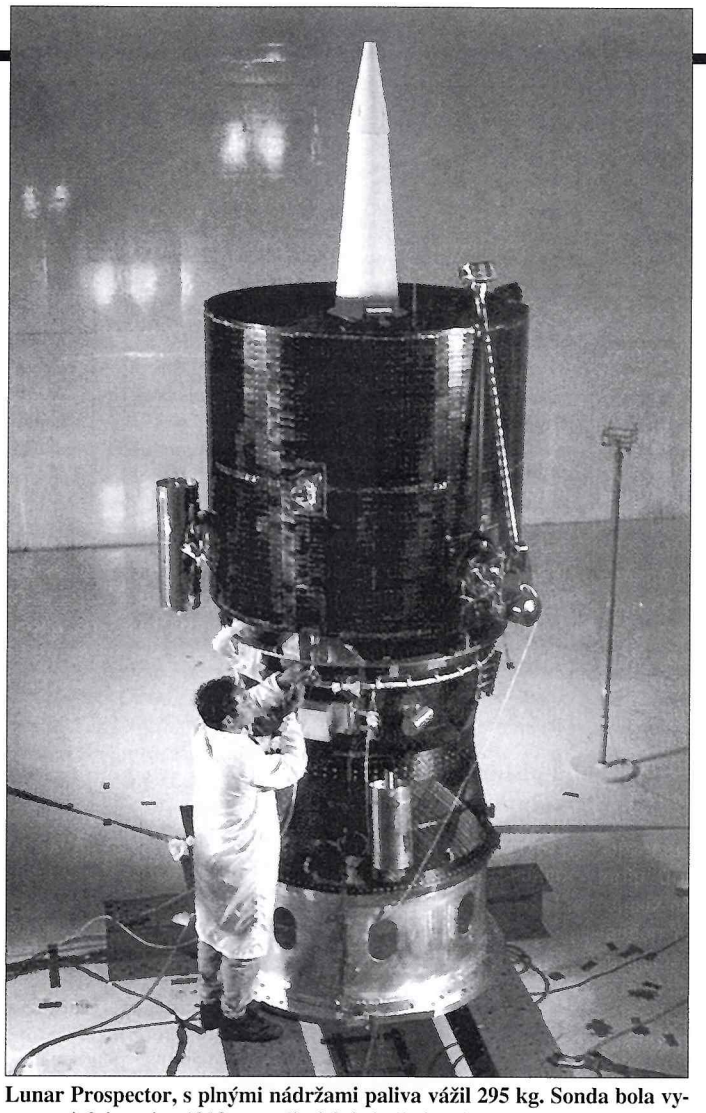
Ďalšie údaje z neutrónových spektrometrov dovoľujú vedcom zistiť aj to, v akej forme sa lunárny ľad vyskytuje. Vrstvy tvrdého ľadu uvoľňujú počas bombardovania kozmickými lúčmi menej neutrónov, takže počet rýchlych neutrónov by mal poklesnúť. Prístroje na Prospectore však takýto pokles nezaznamenali, takže sa zdá, že lunárny ľad existuje iba vo forme jemných kryštálikov premiešaných s regolitom. – Naše údaje zviditeľnili prítomnosť vodného ľadu vo veľmi nízkych koncentráciách v pomerne značnom počte kráterov, – vysvetľuje William Feldman (Los Alamos National Laboratory), jeden z tímu, ktorý pripravil experiment s neutrónovým spektrometrom.

Voda, všade samá voda?

Koľko vody môže byť reálne na Mesiaci? Odpoveď závisí od celého radu predpokladov. Neutrónový spektrometer je citlivý do hĺbky 50 centimetrov. To znamená, že v mesačnom regolite iba do tejto hĺbky dokáže spoľahlivo rozlišovať tri druhy uvoľnených neutrónov. Ak predpokladáme, že plocha polárnych oblastí pokrytých regolitom, premiešaným s kryštálikmi ľadu, pokrýva 10 000 až 50 000 štvorcových kilometrov okolo Severného a 5 000 až 20 000 okolo Južného pólu, potom podľa výpočtov Bindera a Feldmana musí obsahovať 10 až 300 miliónov ton vodného ľadu.

Ani v tomto prípade nie sú všetci vedci presvedčení o tom, že údaje z Lunar Prospectora naozaj dokazujú existenciu vody. Bývalý astronaut/geológ z misie Apollo 17 Harrison H. Schmitt (spoločník Eugene Cernana) pripomína, že najspodnejší odhad podielu vodného ľadu v polárnom regolite získaný pomocou spektrometra udáva 0,03 až 0,1 percenta, čo je vzhľadom na výskyt iba dva až šesťkrát vyššia hodnota vodíka, než aká bola nameraná vo vzorkách, ktoré lode Apollo nazbierali na mesačných vysočinách. Podľa Smitta spektrometer okolo pólov nameral iba o málo vyššie hodnoty vodíka ako tie, ktoré zodpovedajú hodnotám z depozitov, uložených slnečným vetrom. Krátery v polárnej oblasti, najmä tie, ktorých dno je vo večnom tieni, môžu byť rovnako dobrými „studenými pascami" ako voľného vodíka, tak aj vody. – Nie som si istý, či to dokážeme spoľahlivo rozlíšiť bez vyslania sondy/landera, ktorý kvantity nameria priamo na mieste, in situ, – vyhlásil Smitt. Binder súhlasí: – Na oba mesačné póly musíme vyslať sondy, ktoré na dne najvhodnejších kráterov pristanú. Iba tak zistíme, či je tam ľad naozaj je.

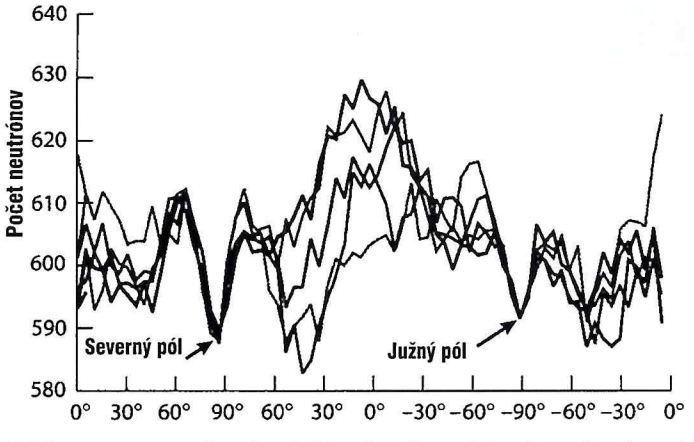
Jedni pochybujú, iní už rozmýšľajú, ako by sa zamrznutá voda z mesačného regolitu dala v budúcnosti využiť pre obývané bázy a kolónie na povrchu Mesiaca. Podľa výpočtov NASA predstavuje 33 miliónov ton vody. To by mohlo stačiť pre kolóniu s 2000 obyvateľmi na jedno storočie, pravda, iba vtedy, ak dokážeme vodu premiešanú s regolitom efektívne získavať. Mesačná voda sa môže využívať i na palivo pre elektrické generátory a raketové pohony; pravda, iba vtedy, ak sa ju podarí v mesačných podmienkach rozložiť na jej komponenty – kyslík a vodík.

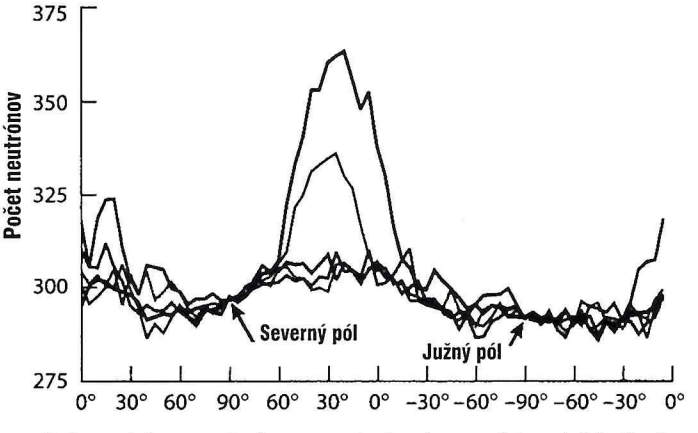


Lunar Prospector, s plnými nádržami paliva vážil 295 kg. Sonda bola vypustená 6. januára 1998 a na eliptickú obežnú dráhu okolo Mesiaca sa dostala o päť dní neskoršie. 15. januára sa sonda usadila na kruhovej obežnej dráhe vo výške 100 km nad povrchom Mesiaca.

Prehliadky povrchu

Hoci najväčšiu pozornosť zo všetkých údajov Prospectora pútajú práve tie o vode; prístroje na palube sondy však získavajú dôležité údaje aj pre vedcov z iných oblastí vedy. Nazbierané údaje umožnia selenológom spresniť mapy mesačného povrchu, vyhotoviť globálnu mapu „rozbitého" gravitačného poľa Mesiaca, pričom ďalšie spektrometre majú zmapovať aj zloženie podpovrchových vrstiev mesačnej kôry.





Krivky na prvom grafe znázorňujú počet takzvaných epitermálnych neutrónov, (teda neutrónov so strednou energiou) znázornených v závislosti od zemepisnej šírky. Výrazný pokles počtu neutrónov nad Severným i Južným pólom Mesiaca je dôsledkom kolízií neutrónov s atómami vodíka, čo je dôkazom existencie vodného ľadu na oboch póloch. Krivky na druhom grafe, znázorňujúce počet rýchlych neutrónov, nevykazujú nad pólmi nijaký pokles, čo je zasa dôkazom toho, že ani v polárnych končinách sa nevyskytujú veľké, homogénne koncentrácie ľadu. Vedci sa nazdávajú, že vodný ľad v podobe jemných kryštálikov je premiešaný s mesačnou pôdou.

Už od čias prvých lunárnych misií zo začiatku 60. rokov vedci vedia, že Mesiac má mimoriadne nepravidelné gravitačné pole. Neskôr sa ukázalo, že tieto „gravitačné ostrovy" vytvárajú mimoriadne koncentrácie hmoty; vedci zistili, že ide o veľké bazény naplnené lávou z podložia a nazvali ich „maskonmi" *(mass concentation)*. Maskony majú vplyv aj na pohyb sond krúžiacich okolo Mesiaca. Prvú globálnu mapu súostrovia maskónov vytvorila už sonda Clementine, úlohou sondy Lunar Prospector je vyhotovenie detailnejšej verzie.

Na palube sondy sa nenachádzajú špeciálne prístroje, určené na meranie gravitačných nepravidelností. Gravitačná kartografia sa robí pomocou odrazených rádiových signálov. Zmeny vo frekvencii rádiových signálov sa merajú pomocou tzv. Dopplerovského gravitačného experimentu. Tento experiment umožnil Alexandrovi Konoplivovi (Jet Propulsion Laboratory) vytvoriť úplnú gravitačnú mapu ako privrátenej, tak aj odvrátenej strany Mesiaca, od pólu k pólu, a to v priebehu necelých dvoch mesiacov. Lunar Prospector krúži okolo Mesiaca po nižšej obežnej dráhe ako Clementine, a preto sa gravitačné efekty prejavujú výraznejšie: výsledkom je mapa s podstatne vyšším rozlíšením. Konopliv identifikoval na privrátenej strane Mesiaca dva doteraz neznáme maskóny.

Vylepšená gravitačná mapa poslúži pri realizácii dvoch kľúčových programov. Po prvé: vedci pomocou nej vytvoria spoľahlivejšie modely geofyzikálnych procesov mesačného vnútra. Po druhé: inžinieri a projektanti misie vďaka tejto mape lepšie pochopia aj samotné gravitačné efekty, pretože prvá úplná gravitačná mapa Mesiaca na technickej úrovni im umožní oveľa spoľahlivejšie plánovať, riadiť a kontrolovať nielen manévre sond a kozmických lodí krúžiacich okolo Mesiaca, ale aj pristávajúcich sond/landerov, ktoré na povrchu ostanú, i tých, čo sa po splnení misie vrátia na Zem.

Dva spektrometre, neutrónový i gama-spektrometer, dodávajú už vedcom detailné mapy zloženia mesačnej kôry. Na stretnutí Americkej geofyzikálnej únie v máji tohto roku predložili vedci mapu relatívneho zastúpenia thória a draslíka v povrchových vrstvách mesačnej pôdy. (Výsledky prinášame na inom mieste). Zmapovanie výskytu týchto prvkov bolo uprednostnené preto, lebo sú najsilnejšími zdrojmi gamažiarenia a zároveň i indikátormi výskytu zmiešaných hornín typu KREEP, čo je akronym pre draslík (K), prvky, vzácne zeminy a fosfor (P). Vedci sa nazdávajú, že KREEP je konečným produktom kryštalizácie pôvodného oceánu magmy na Mesiaci; horniny KREEP umožňujú teda rozlúštiť okrem iného aj históriu sopečnej aktivity na tomto na prvý pohľad mŕtvom telese.

Lunar Prospector vystopoval koncentrácie draslíka a thória v Mori dažďov i v obrovskom dvojkrátere South Pole – Aitken, čo iba potvrdilo údaje nazbierané ešte loďami Apollo. Výskyt ostatných prvkov, vrátane takých ako železo, kremík, hliník, urán či kyslík, bude preverený počas ďalších mesiacov. Neutrónový spektrometer zaznamenal síce v mesačnej pôde už v priebehu prvých mesiacov výskyt železa a titanu, vedci však chcú tieto predbežné výsledky ešte spresniť.

Dlhá história, nádejná budúcnosť

Senzačný úspech sondy Lunar Prospector je veľkým zadosťučinením pre všetkých, ktorí sa na tomto projekte podieľali. Konečné rozhodnutie o vyslaní tejto sondy padlo v NASA až v roku 1995, ale už desať rokov predtým začali konštruktéri a vývojári (väčšinou v súkromných firmách mimo NASA) pracovať na jednotlivých častiach tohto projektu. Space Studies Institute (SSI) v Princetone, New Jersey, začalo štúdie o možnosti vyslania malej sondy s cieľom hľadať na Mesiaci ložiská vody už roku 1985. V tom istom čase zhromažďovala NASA prostriedky pre financovanie prác na misii Lunar Polar Orbiter, ktorej hlavným produktom mala byť multifunkčná sonda v hodnote jednej miliardy dolárov, ktorú riaditeľ SSI Gregg Maryniak trochu výsmešne nazval „Cadillacom vo svete vesmírnych sond". SSI proti tejto „kozmickej limuzíne" postavila „kozmický moped", malú, jednoduchú sondu, ktorej cieľom bolo hľadanie vodného ľadu.

Maryniak sa snažil získať šéfov NASA pre tento skromnejší model; sonda, bez ohľadu na ťahajúce sa rokovania, získala postupne, v priebehu rokov podobu, ktorá je takmer identická so sondou Lunar Prospector. NASA spočiatku trvala na svojom projekte, ale nedostatok peňazí napokon rozhodol o kompromise: SSI uzavrela s istou súkromnou firmou dohodu o vývoji sondy a zároveň presadila svojho človeka, Alana Bindera, za šéfa celej misie. SSI sa zároveň rozhodla financovať aj zdokonalenie lacného gama-spektrometra, ktorý bol v skladoch NASA od čias misií Apollo.

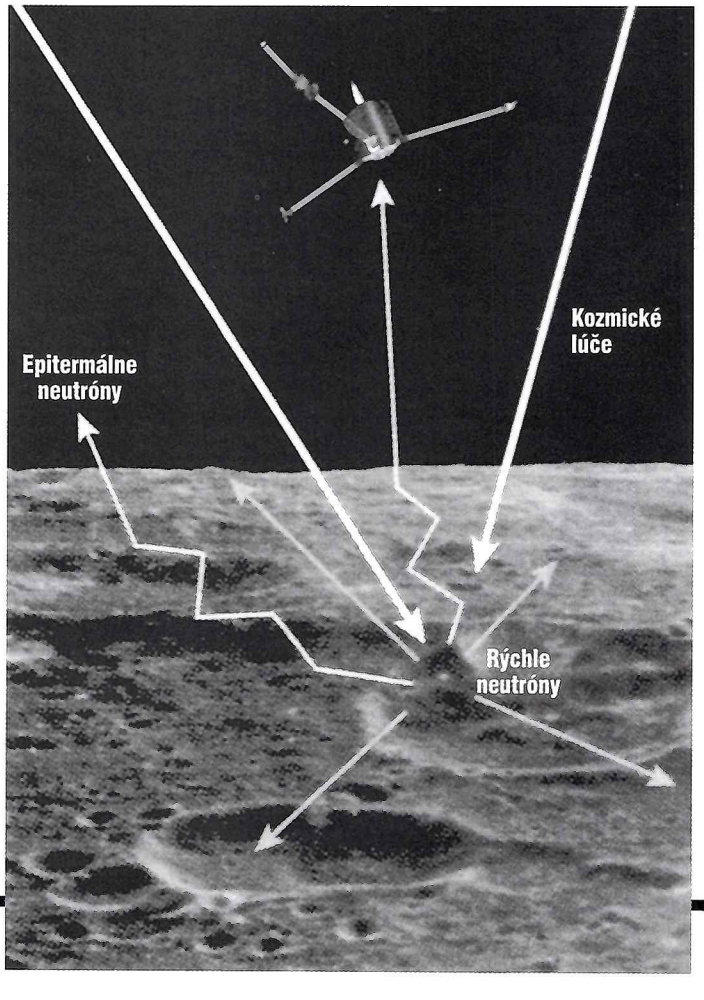
Napriek financovaniu misie Lunar Prospector zo súkromných zdrojov, napriek nespochybniteľným úspechom SSI však hrozilo nebezpečenstvo, že invenčný projekt sa roku 1990 zruší. Na stole bol kompletný projekt, vypracovaný do najmenších detailov, ale peniaze na konštrukciu sondy a na jej vypustenie chýbali. Našťastie, NASA v 90. rokoch zmenila stratégiu svojich kozmonautických misií a rozhodla sa preferovať vývoj malých, výkonných a lacných sond. Binder teda postúpil kompletný projekt na papieri, disketách a cédečkách NASA, a ten sa stal základom programu lacných misií typu Discovery. Celkové náklady na Lunar Prospector dosiahli sotva 63 miliónov dolárov.

Prvé výsledky zo sondy vedcov navýsosť uspokojili, ale očakávajú, že v budúcom roku získa Lunar Prospector oveľa viac údajov. Gama-spektrometer bude ďalej mapovať zloženie mesačnej kôry. Spektometer na báze častíc alfa bude hľadať rádioaktívne plyny, napríklad radón, unikajúce z mesačného vnútra. Magnetometer a elektrónový reflektomer zmapujú slabučké magnetické pole Mesiaca.

Tesne pred ukončením misie, na sklonku roku 1999, bude Lunar Prospector prevedený z doterajšej, ideálne kruhovej obežnej dráhy vo výške 100 km nad povrchom Mesiaca na dráhu vo výške necelých 10 kilometrov. Z takéhoto odstupu dokáže Lunar Prospector zmapovať na základe dvojročnej misie vytipované, najzaujímavejšie časti mesačného povrchu s neobyčajne veľkým rozlíšením. Táto blízka diagnóza potrvá niekoľko mesiacov, dovtedy, kým sa neminú zásoby paliva na palube sondy.

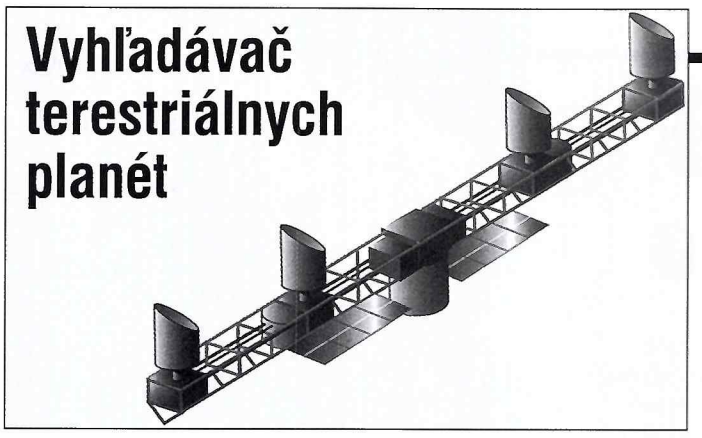
Manažér misie Lunar Prospector, Scott Hubbard z Ames Resarch Center pri NASA vyhlásil, že doterajšie výsledky sondy sú iba príslovečným vrcholkom ľadovca v porovnaní s lavínou údajov, ktoré Prospector získa a vyšle na Zem v najbližších mesiacoch.

Lúče kozmického žiarenia po náraze na mesačný povrch uvoľňujú neutróny. Tieto neutróny, unikajúc do okolitého priestoru, narážajú na atómy, pričom tieto kolízie ich pohyb spomaľujú. Neutrónový spektrometer na palube sondy dokáže tieto spomalené, epitermálne neutróny detegovať.



Autor článku JEFF FOUST je planetárny astronóm na Massachusetts Institute of Technology.
E-mailová adresa: jeff@astron.mit.edu.

Vyhľadávač terestriálnych planét



Takto bude vyzerať Terrestrial Planet Finder, ktorý bude lietať po zatiaľ ešte neurčenej heliocentrickej dráhe niekde medzi Zemou a Jupiterom. Jedna z verzií TPF, ktorá sa ešte študuje, mala by obiehať Zem s kvartetom teleskopov (apertúra od 4 po 6 metrov) na palube.

NASA schválila program, ktorého cieľom je rozšíriť hľadanie extrasolárnych slnečných sústav, najmä takých, v ktorých mohli vzniknúť aj planéty podobné Zemi. Ide o v súčasnosti najambicióznejšiu misiu Vesmírnej agentúry: Terrestrial Planet Finder – TPF (Vyhľadávač terestriálnych planét) bude infračervený spektrometer, zmontovaný z jednotlivých segmentov na obežnej dráhe okolo Zeme, ktorého rozlišovacia schopnosť bude dostatočná na to, aby získal infračervené spektrá terestriálnych planét obiehajúcich blízke hviezdy. Tieto spektrá by mali byť dostatočne kvalitné, s čitateľnými absorbčnými čiarami prípadných planetárnych atmosfér, ktoré sú jednou z podmienok obývateľných svetov. TPF sa uskutoční koncom budúceho desaťročia, ale technológia, ktorá umožní zrušiť primárne svetlo hviezd, bez čoho je takéto pozorovanie neuskutočniteľné, je už v pokročilom štádiu. Nasledovníkom TPF bude Planet Imager, ktorý dokáže rozlíšiť aj väčšie geologické útvary na extrasolárnych planétach: na jeho palube bude niekoľko interferometrov typu TPF, ktoré sa budú pohybovať vo formácii širokej 6000 km, synchrónne pozorujúc zvolený cieľ. Planet Imager, technicky už dnes uskutočniteľný, v aktuálnej finančnej kríze NASA je však skôr tŕňom v oku jej administrátorov.

Hnedý trpaslík pri Proxime?

Skupina astronómov detegovala pomocou HST matného súputníka, obiehajúceho Proxima Centauri. Tím, ktorý vedie Alfred B. Schultz (Space Telescope Science Institute) získalo dve snímky najbližšej hviezdy, nachádzajúcej sa najbližšie k Slnku. Pomocou citlivého prístroja Faint Object Spectrograph (FOS), podarilo sa im objaviť malú škvrnku (s magnitúdou 16 v červenej oblasti), ktorá sa podľa všetkého pohybuje po oblohe spolu s Proximou. Vzdialenosť oboch objektov určili na 0,23 oblúkových sekúnd na prvej snímke a na 0,34 oblúkových sekúnd na druhej snímke, čo sugeruje, že sa záhadný objekt pohybuje okolo Proximy po excentrickej dráhe. Schultzov tím predpokladá, že ide buď o hnedého trpaslíka, alebo o veľkú, Jupiteru podobnú planétu.

Alternatíva, že FOS zaznamenal vzdialenejšiu hviezdu, nachádzajúcu sa náhodou v zornom lúči ďalekohľadu sa zdá byť dokázaným pohybom súputníka vylúčená. Navyše: ani po dôkladnom preverení archívu HST, počas ktorého sa preskúmali všetky objekty až po 23 magnitúdu v červenej oblasti, nenašiel sa v rovnakej polohe ani jediný objekt. V januárovom čísle odborného časopisu Astronomical Journal Schultz oznámil, že jasnosť tohto objektu je šesťkrát vyššia ako v prípade Objektu Gliese 229B, ktorý je jedným z „najoverenejších" hnedých trpaslíkov. To znamená, že objekt neodráža svetlo Proximy, ale vyžaruje vlastné svetlo.

Schultz však pripomína, že existenciu záhadného objektu nepodtvrdilo zatiaľ nijaké iné pozorovanie; ani z HST, ani z niektorého z pozemských ďalekohľadov. Čo teda FOS detegoval? Golimowski a Schroeder, ktorí fotografovali Proximu pomocou Wide Field Planetary Camera na HST a nenašli do vzdialenosti 0,9 oblúkových sekúnd ani stopy po nejakom súputníkovi, vysvetľujú, že v prípade oboch Schultzových snímok mohlo ísť o efekt difrakčných kruhov, ktoré boli skreslené sekundárnym zrkadlom HST, tak ako sa to stáva pri pozorovaní na amatérskch reflektoroch. Kto má pravdu? Definitívnu odpoveď prinesie až podrobné preskúmanie podozrivej oblasti ďalšími prístrojmi HST – pomocou Near Infrared Camera a Multi-Object Spectrometer. Či sa jury rozhodne prideliť hvezdárom vzácny pozorovací čas na spochybnený projekt, ukážu až najbližšie týždne.

Sky and Telescope

Hľadanie extrasolárnych Zemí

NASA kladie veľký dôraz na hľadanie planetárnych sústav, špeciálne takých, ktoré obsahujú planéty podobné našej Zemi. Vesmírna agentúra sa orientuje na konštrukciu prístrojov (napr. Terrestrial Planet Finder/NASA; Space Interferometry Mission/JPL), ktoré budú sledovať vzdialené hviezdy z vesmíru, čím sa vylúči vplyv atmosferickej interferencie. K tomu sa však pridáva množstvo technických problémov. Niektorí vedci sa rozhodli, že nebudú čakať, kým tieto inštrumenty poletia. Dve skupiny výskumníkov veria, že čoskoro budú schopní nájsť Zemi podobné planéty s oveľa skromnejšími pozemskými ďalekohľadmi.

Prvý tím, vedený Hansom J. Deegom (Istitute of Astrophysics of the Canaries, Španielsko) a Laurencom R. Doylom (SETI Institute, USA), sa sústreďuje na sledovanie zákrytových dvojhviezd, ktorých rovina obehu hviezd je rovnobežná so zorným lúčom. Deeg a Doyle predpokladajú, že ak by sa v takomto systéme nachádzala planéta, mala by tiež obiehať v tejto rovine. Ak je tak, planéty by mali spôsobovať miniatúrne zákryty.

Prvou testovacou sústavou tímu je CM Draconis, pár takmer rovnakých červených trpaslíčich hviezd s periódou obehu 1,27 dňa. Pretože obe zložky (hviezdy typu M) majú rozmery asi 1/4 nášho Slnka, očakávajú, že prechod Zemi podobnej planéty zníži ich spoločnú jasnosť (13 mag) o síce mizivých, ale merateľných 0,07 %.

Ako títo astronómovia píšu v odbornom časopise Astronomy and Astrophysics, ich päťročná fotometrická databáza už obsahuje šesť „podozrivých" znížení jasnosti, ktoré by mohli byť spôsobené planétami s približne dvojnásobným rozmerom Zeme. Napriek tomu Doyle upozorňuje, že toto len veľmi ťažko dokazuje samotnú existenciu planét; k tomu je potrebné, aby sa dostatočne dobre potvrdila rekurentnosť zákrytov.

Ale „dokázali sme naše tvrdenie," pokračuje Doyle. „Získaním veľkého množstva presných fotometrických dát môžete zo Zeme detegovať planéty s podobnými rozmermi ako má naša." Doyle teraz obracia svoju pozornosť, i ďalekohľady čilského Cerro Tololo Inter-American Observatory, na novú vzorku viac ako 100 zákrytových dvojhviezd.

Druhý tím, ktorý vedú Arsen R. Hajian a Tyler E. Nordgren (U.S. Naval Observatory), sa snaží na hľadanie extrasolárnych planét využiť vlnové vlastnosti svetla. Aký je ich princíp? Keďže sa hviezda spolu so svojim sprievodcom pohybujú okolo spoločného ťažiska, čiary v jej spektre sa periodicky posúvajú raz do červena a raz do modra. Efekt je extrémne malý; keby sme sa na naše Slnko pozerali z diaľky, posuv vlnových dĺžok jeho spektrálnych čiar spôsobený Jupiterom, by bol rádovo 10^{-8}.

V priebehu posledných troch rokov sa už niekoľko výskumných programov pokúšalo merať dopplerovské posuvy spektrálnych čiar hviezd s takouto presnosťou. Odhalili 11 hviezd s obrými planétami. Na to, aby sme v spektre rozlíšili efekty spôsobené extrasolárnymi planétami, potrebujeme merať tieto posuvy na úrovni 10^{-9}. Hajian a Nordgren vyvinuli multikanálový fourierovský transformačný spektrometer (multichannel Fourier Transform Spectrometer – mFTS), vlastne modernú verziu interferometra, ktorý zostrojil Albert A. Michelson už v minulom storočí. Dopadajúce svetlo z hviezdy sa v mFTS rozdelí na dva lúče, z ktorých jeden prejde cez „zrkadlovú cestu" (dlhšou optickou cestou). Potom sa opätovne spoja, čím vytvoria interferenčný obraz. Spektrum hviezdy potom vedci sledujú posúvaním zrkadiel a zaznamenávaním následných zmien v interferenčnom obrazci.

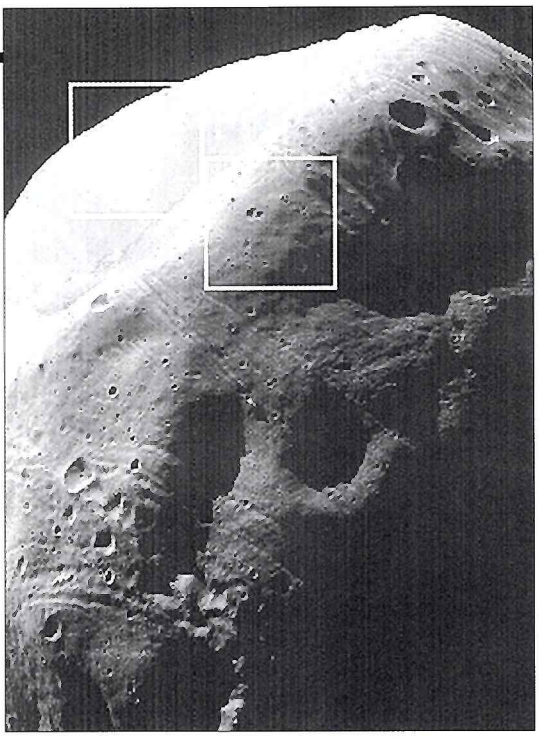
Začiatkom roka Hajian a Nordgren mFTS zostrojili. Použili pri tom časti z arizonského Naval Prototype Optical Interferometer v Anderson Mesa. S týmto prístrojom zaznamenali spektrá Betelgeuze a Prokyóna, no tie však neposkytovali dostatočnú citlivosť a rozlíšenie na hľadanie planét s hmotnosťou Zeme, ako pripustil Hajian. Ale, ako ďalej namieta, s niekoľko málo stotisícdolárovým vylepšením, možno detegovať „Zem" v blízkosti Slnku podobnej hviezdy s mFTS a 3 m ďalekohľadom.

V najbližšej budúcnosti majú Hajian a Nordgren skormenjší cieľ. Chcú „znovuobjaviť" už známe „extrasolárne Jupitery". Ak to bude fungovať, dúfajú, že sa im podarí zostrojiť prenosný spektrometer, ktorý bude možné využiť na najväčších reflektoroch sveta. Potom musia dokázať, že dopplerovské posuvy od Zemi podobných planét možno odlíšiť od s nimi nesúvisiacich pohybov vo fotosférach pozorovaných hviezd. **–ak–**

Podľa Sky and Telescope 11/98

PHOBOS
je utopený v prachu

Najnovšie snímky väčšieho z oboch mesiačikov Marsu – Phobosa, ako i najnovšie údaje o teplote jeho povrchu, ktoré získala sonda Mars Global Surveyor, naznačujú, že povrch tohto telesa je pokrytý hrubou vrstvou prachu. Prachový koberec sa postupne vytvoril z impaktmi uvoľneného materiálu (tvoria ho jemné, púdru podobné čiastočky), takže aj slabá gravitácia mesiačika ich dokázala udržať. Na svahoch jedného z najväčších impaktných kráterov *(na obr. 1 rámček vľavo hore)* **vidíme veľké zosuvy prachových lavín** *(obr. 2)*.



Obr. 1

Z analýzy infračervených údajov, získaných pomocou prístroja Thermal Emission Spectrometer, vyplynulo, že prachový koberec pokrývajúci mesiačik je prinajmenšom 1 meter hrubý. Porovnaním tepelných údajov na dennej (Slnkom osvietenej) a nočnej strane sa zistilo, že zatiaľ čo na slnečnej strane je mierny mráz (–4 stupne Celzia), teplota na nočnej strane klesá až na hodnotu –112 stupňov Celzia.

– Extrémne rýchle zmeny teploty z noci na deň pri danej rýchlosti rotácie (7 hodín) možno vysvetliť iba tak, že celý povrch mesiačika pokrýva hrubá vrstva prachu, – vysvetľuje Philip Christensen z Arizona State University, jeden z hlavných výskumníkov združených okolo projektu Mars Global Surveyor.

– Infračervené údaje nám prezradili, že Phobos, ktorý nemá atmosféru zmierňujúcu výkyvy teploty medzi nocou a dňom, je pokrytý čiastočkami, ktoré rýchle vychladnú už krátko po západe Slnka, – vraví Christensen. – Je to neuveriteľne jemný púder, podľa všetkého ešte jemnejší ako ten, ktorý sa vyskytuje na povrchu Marsu.

Nové snímky (s doteraz najväčším rozlíšením) získané z MGS, zviditeľnili mnohé, donedávna ešte neznáme útvary na Phobose, ktorý krúži okolo Marsu po bližšej obežnej dráhe ako druhý, menší mesiačik Deimos. Na detailnom zábere krátera Stickney *(na snímke č. 3)*, ktorého priemer (10 km) je iba o polovicu menší ako priemer mesiačika, sú na svahoch jasne viditeľné svetlé i tmavšie pásy, stopy po zosunutých lavínach. Je to dôkaz toho, že aj tisícnásobne slabšia gravitácia ako má naša Zem spôsobuje, že nielen väčšie kamene, ale aj sypký materiál sa zosúvajú dolu svahom. Na snímke jasne vidíme, že spod púdrových lavín vyčnievajú iba najväčšie balvany.

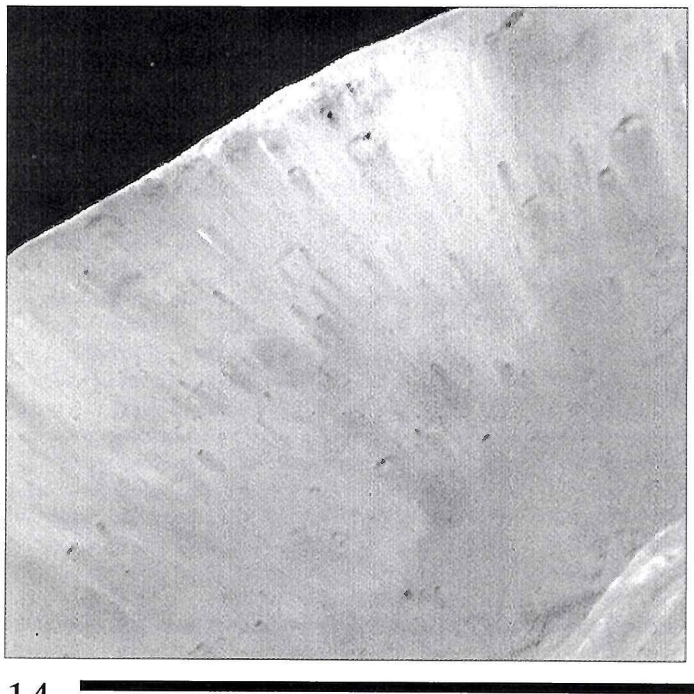
Infračervené merania Phobosa urobil MGS v dňoch siedmeho, deviateho a tridsiateho prvého augusta tohto roku zo vzdialeností 1045 až 1435 kilometrov, čo stačilo na globálne zmapovanie mesiačika v jednoduchom spektre. Thermal Emission Spectrometer získal ako prvý globálne infračervené údaje zo Zeme, z Marsu a mesiačika Phobos, čo vedcom umožní porovnať tieto tri také veľmi rozdielne svety.

– Zo všetkých troch telies má práve Zem najkomplexnejšie infračervené spektrum, prezrádzajúce prítomnosť kysličníka uhličitého, ozónu a vodných pár v atmosfére, – vraví Christensen. – Mars, ktorý je oveľa chladnejší ako Zem, pretože obieha Slnko v oveľa väčšej vzdialenosti, je v infraoblasti menej komplexný; pozoruhodný je iba značný objem kysličníka uhličitého. Spektrum z Phobosu je neveľmi komplexné, pretože mesiačik nemá atmosféru a energia, ktorú emituje do okolitého priestoru, pochádza výlučne zo Slnkom periodicky vyhrievaného povrchu.

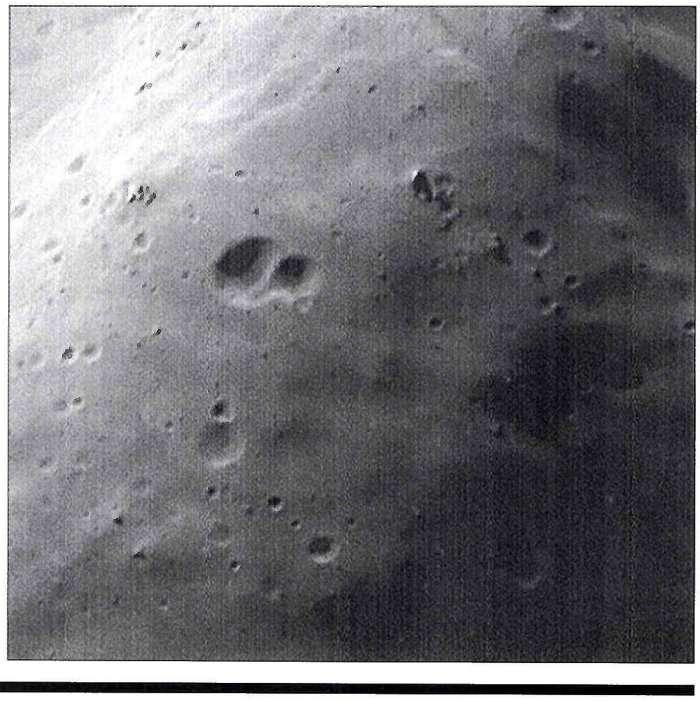
Vo chvíli, keď budete čítať tieto riadky, doba obehu sondy na eliptickej približovacej obežnej dráhe okolo Marsu bude približne 5 hodín. Začiatkom februára sa MGS usadí na takmer ideálnej kruhovej dráhe, kolmej na marťanský rovník.

–eg–

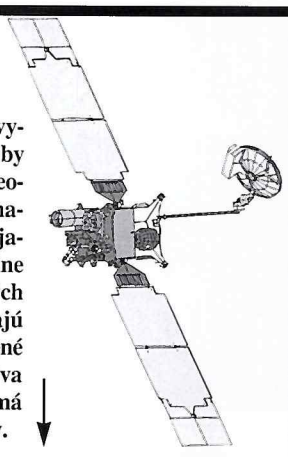
Obr. 2



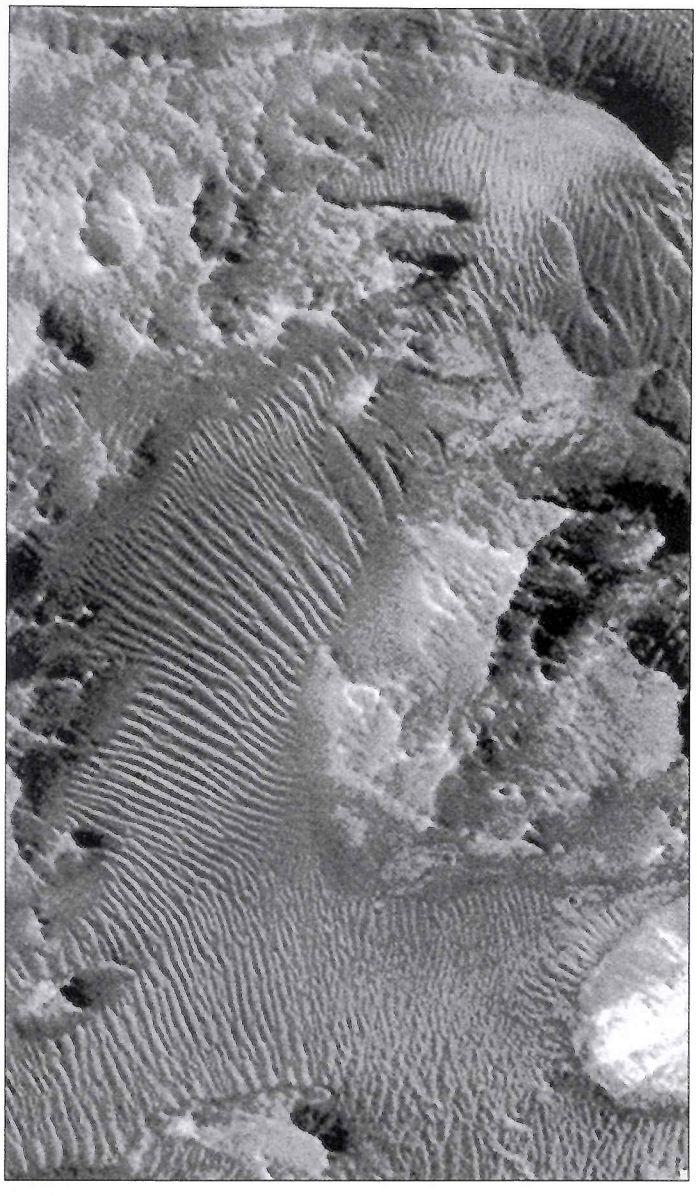
Obr. 3



Doboška



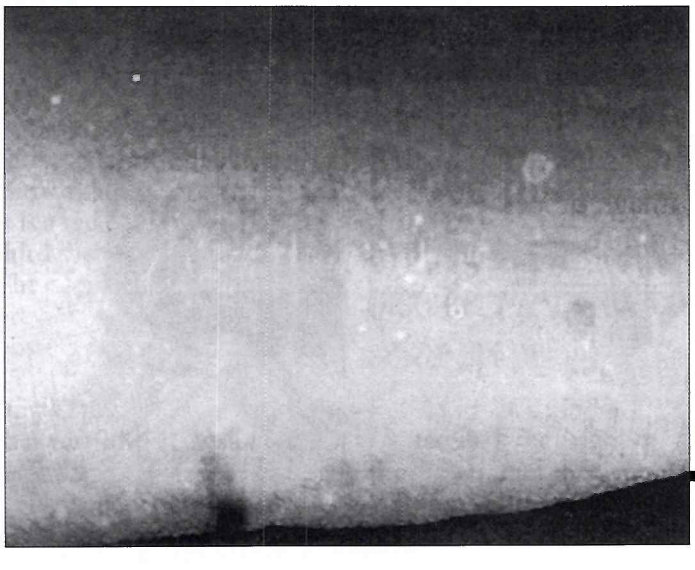
V južných polárnych končinách Marsu sa vyskytujú bizarné krajiny. Tento komplex akoby rozkrájaných, lineárnych hrebeňov je pre geológov predbežne záhadou. Podaktorí sa nazdávajú, že ide o pieskové duny, ktoré z nejakých dôvodov stvrdli do tejto podoby. Na dne štvorcovitých planín vidíme množstvo malých i väčších čiernych škvŕn (najmenšie nemajú v priemere viac ako 20 metrov). Ide o obnažené horniny, ktoré z nejakých dôvodov nepokrýva koberec hrubej osuhle. Zobrazená plocha má rozlohu približne 20 štvorcových kilometrov.



Hebes Chasma: väčšina terénu, ktorý fotografuje sonda MGS, je výrazne poznamenaná a dodnes pretváraná vetrom. Ide o veľmi pestrú paletu štruktúr, najrozličnejšieho tvaru, veľkosti i jasnosti. Na tejto fotografii Hebes Chasma (zachytávajúcej oblasť 2,3 km), ktorú pretína marťanský rovník, vidíme štruktúru piesočných rebier, pozdĺžnych, mierne poohýbaných dún uložených vetrom okolo zerodovaných vŕškov a pahorkov.

Snímka púštnych diablov na Marse

Pre ľudí, ktorí žijú v púštnych oblastiach, sú púštni diabli, tancujúce krútňavy zvíreného prachu a drobných zrniečok piesku, čímsi celkom prirodzeným. Mars Pathfinder vyslal nedávno na Zem snímky, na ktorých jasne vidieť, že budúci marsonauti budú mať s púštnymi diablami často do činenia. – Púštni diabli sú na Marse rovnako častým javom ako v suchých oblastiach na Zemi, – vyhlásil Steve Metzger s Nevadskej univerzity, muž, ktorý na svojom počítači spracoval získané snímky z povrchu Marsu tak, že sa na pozadí „zaprášenej atmosféry" zviditeľnila aj pohybujúca sa krútňava prachu.



Už pred Pathfinderom vedci vedeli, že púštni diabli marťanské pláne križujú: vyčítali to zo snímok sond Viking. Navyše: senzory, monitorujúce počasie na červenej planéte zachytili 20 atmosferických vírov, pripomínajúcich pozemských púštnych diablov. Senzory však, nanešťastie, nedokázali rozlíšiť, či prúd vzduchu vo vnútri týchto krútňav je dostatočne silný na to, aby dokázal zdvihnúť z povrchu marťanský púder i drobné zrniečka piesku. Napriek snímkam je úloha púštnych diablov v cyklických príchodoch prašného obdobia v marťanských podmienkach zatiaľ nejasná.

Púštny diabol na snímke, ktorú prinášame, je v porovnaní s obrovskými vírmi, ktoré z obežnej dráhy ešte pred pristátím nasnímali obe sondy Viking, naozajstným trpaslíkom. – To, čo vidíme, je každodenný úkaz, ktorý môžeme pozorovať v rozličných oblastiach Marsu, – vraví Metzger, ktorý je presvedčený, že práve púštni diabli sú príčinou permanentného, hoci kolísajúceho zaprášenia marťanskej atmosféry. – Púštni diabli sú vlastne špirálovité výťahy, či presnejšie vysávače, ktoré vynášajú do atmosféry najjemnejší erodovaný materiál. Prach v marťanskej atmosfére by sa dlho neudržal, – pokračuje Metzger. Počas niekoľkých stoviek dní by sa marťanská atmosféra úplne vyčistila, keby... Keby púštni diabli do nej pravidelne nedopravovali nové a nové dávky prachu.

Ani marťanskí púštni diabli, rovnako ako ich pozemské proťajšky, nie sú dosť silné na to, aby mohli ohroziť človeka. Budúcim marsonautom však poriadne sťažia život. – Neustávajúci suchý dážď marťanského púdru a prachu bude pokrývať všetko a všade. Nebude pred ním úniku, čo môže mať negatívny dopad najmä na citlivé prístroje, – prorokuje Metzger.

Jupiterove vnútorné mesiačiky a komponenty jeho prstenca

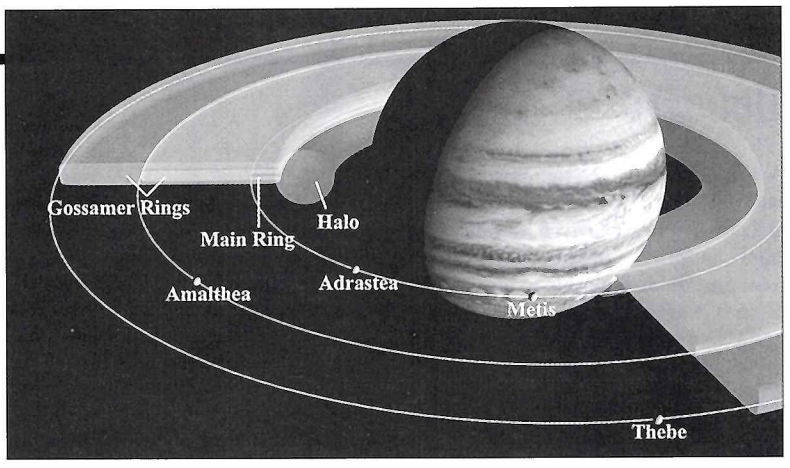
Schematický prierez jednotlivých častí systému Jupiterovho prstenca zviditeľňuje jeho geometriu v pomere k Jupiteru a štyrom malým, vnútorným mesiačikom; tie sú zdrojom prachu, stavebného materiálu, z ktorého sa sformovali jednotlivé prstence.

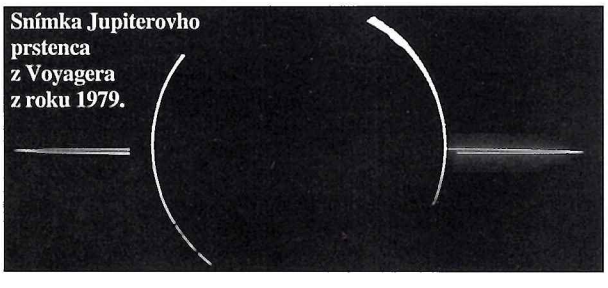
Najvnútornejší a najhrubší prstenec, (popisujeme vo farbách, ktoré máte možnosť vidieť na zadnej strane obálky) znázornený šedozelenou farbou, je vlastne halo, ktoré splýva s hlavným prstencom. Tenký a úzky hlavný prstenec, znázornený červenou farbou, je spojený s mesiačikom Adrastea (priemer 16 km). Jeho jasnosť markantne klesá v blízkosti obežnej dráhy najvnútornejšieho mesiačika Metis. Prstenec je zložený z jemnej drviny a prachu, ejektovaných z Adrastey a Metisa. Obežné dráhy Adrastey a Metisa delí 1000 km, v mierke obrázku sa však takáto „nepatrná" vzdialenosť nedala rozlíšiť, takže obe obežné dráhy splývajú.

Thebe a Amalthea, ďalšie dva mesiačiky, boli a sú zdrojmi prachu, ktorý sformoval hrubšie, disku podobné riedke prstence. Oba prstence, rozlíšené hnedozelenou a zelenou farbou, sú o niečo hrubšie ako hlavný prstenec, pretrože oba mesiačiky obiehajú Jupiter (vzhľadom na rovinu rovníka) po mierne naklonených dráhach.

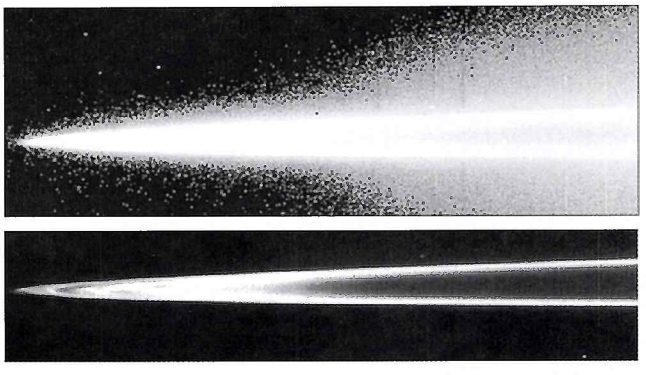
Štyri malé, vnútorné mesiačiky, obiehajú Jupiter po tesnejších obežných dráhach ako štyri veľké Galileove mesiace – Io, Europa, Ganymedes a Callisto, ktoré boli objavené pred 400 rokmi.

Vzdialenosti obežných dráh štyroch vnútorných mesiačikov sú znázornené v pomere k veľkosti Jupitera.





Snímka Jupiterovho prstenca z Voyagera z roku 1979.



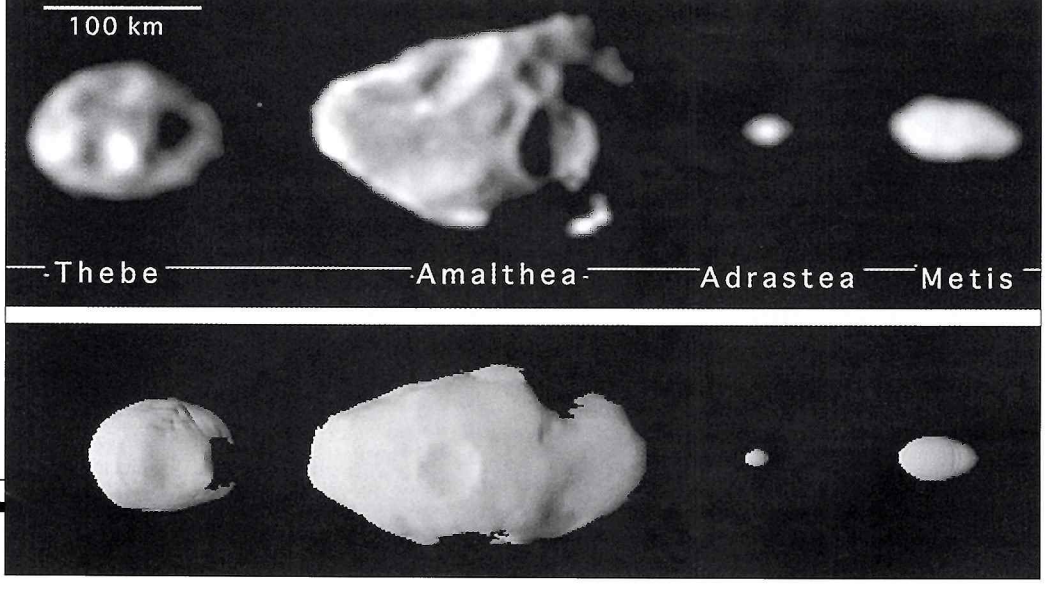
Kvôli názornejšej predstave prinášame dva fragmenty Jupiterovho prstenca. Na prvej snímke vidíte diskovité halo, na druhej výseč hlavného prstenca s mesiačikmi Metis a Adrastea. Porovnávací etalón nášho Mesiaca (priemer 5000 km) vám umožňuje vytvoriť si predstavu o skutočných rozmeroch systému Jupiterových prstencov.

Ako vyzerajú malé, vnútorné satelity Jupitera

Na hornej sérii snímok vidíte v doteraz najvyššom rozlíšení tvary štyroch vnútorných mesiačikov Jupitera, ktoré nasnímala kamera na sonde Galileo. Zľava doprava, v poradí od najvzdialenejšieho po najbližší, vidíme: Thebe, Amaltheu (najväčší z vnútorných mesiačikov), Adrasteu (najmenší mesiačik) a Metis. Snímky Adrastey a Metis prezentuje NASA Office of Space Science po prvýkrát.

Snímky sú prezentované s rozlíšením v škále od 5,4 kilometra na pixel v prípade Amalthey až po rozlíšenie 7,5 kilometra na pixel v prípade Thebe a Metis. Na Amalthee a Thebe vidíme jednotlivé krátery s priemerom od 35 po 90 kilomterov. Napriek tomu, že na mesiačikoch Adrastea a Metis nevidíme pri tomto rozlíšení väčšie krátery, z nepravidelného tvaru Metisa možno odčítať, že ho sformovali početné kolízie.

V dolnom rade vidíte modely štyroch vnútorných mesiačikov, ktoré boli spracované z viacerých snímok tak, aby zviditeľnili tú časť, ktorá je obrátená v smere pohybu na obežnej dráhe. Tieto modely sa zostavili z množstva (normálnych i stereoskopických) snímok, zobrazujúcich jednotlivé mesiačiky z rozličnej vzdialenosti a rozličných uhlov pri viacerých obletoch, s prihliadnutím na ich tvar v jednotlivých fázach rotácie okolo vlastnej osi, ako aj z detailnejších snímok, na ktorých sa dala rozlíšiť členitosť terénu vďaka tieňom v kráteroch a prieliačinách. Modely zvýrazňujú mimoriadne nepravidelné tvary štyroch vnútorných mesiačikov, čo svedčí o tom, že ich sformovali početné kolízie s fragmentmi gravitáciou Jupitera rozrušených komét a asteroidov. Rýchlosť pohybu vnútorných mesiačikov je vďaka gravitačnému pôsobeniu obrovskej materskej planéty (okolo ktorej krúžia po relatívne blízkych obežných dráhach) mimoriadne vysoká, čo deštruktívnu silu každej kolízie neobyčajne zvyšuje.



Jiří Grygar:

Žeň objevů 1997 (XXXII.)

Věnováno památce prvního ředitele Hvězdárny v Prešovělmricha Szeghyho (1909–1997), astronoma-amatéra ThMgr.Václava Šustra (1912–1997) z Votic, astronoma RNDr. IgoraZacharova (1928-1997) z Ondřejova a význačného odborníka vevýzkumu meziplanetární i mezihvězdné látky a mého učitele prof. RNDr. Vladimíra Vanýska (1926–1997) z Prahy

6.2. Místní soustava galaxií

J. Walsh aj. studovali chemické složení v planetárních mlhovinách nejbližší **trpasličí galaxie ve Střelci**, objevené teprve r. 1994. Galaxie se nalézá na obloze pouhých 10° od středu Mléčné dráhy, a proto bylo tak obtížné ji rozpoznat, ačkoliv je od nás vzdálena pouhých 25 kpc a její úhrnná jasnosti přesahuje 2.10^7 $L_\odot$. Její průměr činí 10 kpc a chemické složení se podobá složení trpasličí galaxie v souhvězdí Chemické pece, což znamená, že zastoupení tzv. kovů je vyšší než v naší Galaxii. Obsahuje celkem 4 kulové hvězdokupy – přímo v centru soustavy se nalézá jasná kulová hvězdokupa M 54.

Velké Magellanovo mračno je dle M. Froeschlého od nás vzdáleno 55 kpc, kdežto podle G. DiBenedetta jen (51,1 ± 1,5) kpc. R. van der Marel aj. zjistili pomocí snímku FOS HST, že v jádře eliptické **galaxie M 32** v Andromedě se nachází supermasivní černá díra o hmotnosti (3,4 ± 1,6) 10^6 $M_\odot$. J. Ma aj. zjistili, že obří spirální **galaxie M 31** má tloušťku disku právě 1 kpc, jenž je k nám skloněn pod úhlem 77,5°. **Galaxie M 33** v Trojúhelníku je od nás vzdálena 795 kpc a její hlavní rovina je skloněna k zornému paprsku pod úhlem 56°. A. Whiting a G. Hau objevili v dubnu 1997 **trpasličí sféroidální galaxii** v souhvězdí Vývěvy ve vzdálenosti 920 kpc od Slunce, jež má průměr stěží 1,5 kpc a obsahuje pouhý milion hvězd. Tato miniaturní hvězdná soustava se tak stala 35. členem Místní soustavy galaxií.

6.3. Blízké galaxie

S. Phillips a J. Davies určili vzdálenost rádiové galaxie **Dwingeloo 1** na 3 Mpc, takže tento špatně viditelný objekt poblíž galaktické roviny již nepatří do Místní soustavy galaxií. J. Graham aj. změřili pomocí HST vzdálenost galaxie **NGC 3351** v soustavě Leo I na základě pozorování světelných křivek 49 cefeid. Obdrželi vzdálenost (10,05 ± 0,88) Mpc. G. DiBenedetto určil vzdálenost galaxie **M 100** v Panně na (16,1 ± 0,5) Mpc. J. Kormendy aj. využili příznivých pozorovacích podmínek u CFHT na Havaji k objevu supermasivní černé díry o hmotnosti 6.10^8 Mo v trpasličí eliptické galaxii **NGC 4486B** v kupě Virgo. HST dále odhalil existenci supermasivních černých děr v pekuliární galaxii Arp 220 a v galaxiích NGC 4151 (CVn) a M 84 (Vir). D. Richstone aj. hledali pomocí CFHT a HST **supermasivní černé díry** v jádrech 15 galaxií a prokázali je ve 14 případech, přičemž se zdá, že platí přímá úměrnost mezi hmotností galaxie a hmotností černé díry v jejím jádře. Známá galaxie **Sombrero** (M 104) v souhvězdí Panny má ve svém jádře černou díru s hmotností 1 $GM_\odot$. Suverénně nejhmotnější černá díra se ovšem dle A. Marconiho nalézá v jádře **obří galaxie M 87** – $3{,}2.10^9$ $M_\odot$. H. Ferguson aj. odhalili poblíž této galaxie přinejmenším 600 hvězd – **intergalaktických trampů**, vzdálených od vlastní galaxie alespoň 300 kpc. Příčinou trampování jsou zřejmě galaktické slapy, které tak do intergalaktického prostoru v kupě vyvrhly asi 11% hvězd, jež původně patřily některé galaxii.

O nové určení **vzdálenosti kupy galaxií v Panně** se pokusili N. Visvanathan a A. Schroderová na základě vztahu Tullyho-Fischera. Obdrželi tak hodnotu (17,6 ± 0,8) Mpc při průměrné radiální rychlosti (1150 ± 51) km/s. Jelikož se však Místní soustava pohybuje v tomto směru rychlostí (240 ± 40) km/s, vychází pak čistá kosmologická rychlost na 1313 km/s, a tedy Hubblova konstanta na Ho = (73 ± 7) km s^{-1} Mpc^{-1}. Naproti tomu T. Shanks ukázal, že metoda dává soustavně nižší vzdálenosti oproti jiným postupům (cefeidy, supernovy Ia), a to až o 22%. Revidoval tak vzdálenost kupy Virgo na (19,0 ± 1,8) Mpc, což znamená automaticky pokles H_0 na (69 ± 8) km s^{-1} Mpc^{-1}. Formální chyby jsou však zřetelně menší než chyby systematické, jelikož jiné metody dávají hodnoty Ho v rozmezí 57–80 km s^{-1} Mpc^{-1}.

Velkou publicitu ve sdělovacích prostředcích získalo sdělení o tzv. **srážce galaxií**, jak ji zachytil HST pro proslulou soustavu Tykadla (NGC 4038/ /4039) v souhvězdí Havrana, vzdálenou od nás 19 Mpc s dvěma jádry, oddělenými od sebe navzájem 15 kpc, a obsahující podle F. Schweizera nejméně 1000 mladých kulových hvězdokup. Především je třeba připomenout, že termín „srážka" se pro galaxie příliš nehodí, jelikož taková kosmická havárie trvá stamiliony až miliardy let a žádné hvězdy v galaxiích se při ní nesrážejí. Srážejí se však gravitační potenciály obou soustav, což vede k dramatickým změnám hvězdných trajektorií, jak dokazují zmíněná „tykadla". Sráží se také mezihvězdný prach a plyn, což vede vzápětí k překotné tvorbě hvězd a dokonce ke vzniku kulových hvězdokup z obřích molekulových mračen, stlačených plynem, ohřátým při „srážce". Tykadla byla rovněž pozorována družicí ISO ve středním infračerveném pásmu, čímž se potvrdila jejich „zaprášenost" a překotná tvorba hvězd.

Ještě složitější trojitý karambol kompaktní skupiny galaxií **HCG 95** popsali J. Iglesias-Páramo a J. Vílchez. Vícebarevná fotometrie prokázala přítomnost dvou diskových galaxií a čtyř slapových chvostů, jakož i důkaz přenosu hmoty mezi jedním chvostem a eliptickou galaxií. Odtud plyne, že celá soustava splyne během několika málo oběhů členů kolem společného těžiště. Zejména v raném vesmíru, kdy byly vzdálenosti mezi galaxiemi obecně podstatně menší, bylo takové splývání galaxií naprosto běžné, jak také prokazuje snímek HDF z HST.

K. Nakaniši aj. studovali rozložení 950 blízkých galaxií v přehlídce infračervené družice IRAS a zjistili, že existuje **místní proluka** v jejich rozložení se středem v galaktických souřadnicích $l = 60°$ a $b = -15°$ a ve vzdálenosti $z = 0{,}0083$ od nás. Proluka prakticky dosahuje až k okraji Místní soustavy galaxií.

G. Bothun aj. uveřejnili rozsáhlou práci, v níž dokazují, že hlavní baryonní složkou hmoty vesmíru nejsou klasické galaxie ve známé Hubblově klasifikaci (spirální, eliptické a nepravidelné), vyznačující se vysokou plošnou jasností a tudíž relativně snadno pozorovatelné, nýbrž mnohem méně nápadné **matné galaxie** s nízkou plošnou jasností, poprvé rozpoznané teprve před dvěma desetiletími. Matné galaxie se vyvíjejí velmi pomalu, ale zato vznikají i v současnosti a vyznačují se vysokým poměrem hmotnosti ke svítivosti (M/L), takže zřejmě obsahují hodně skryté hmoty, rozprostřené v rozsáhlých halech kolem svítícího obrysu soustavy. Naproti tomu **klasické galaxie** nemusejí mít podle M. Honmy a Y. Sofua tolik skryté hmoty, jak se soudilo, neboť průběh vnějších částí rotačních křivek, rozlišených teprve v posledních letech pro 45 blízkých galaxií, nasvědčuje spíše Keplerově závislosti rychlosti rotace na vzdálenosti od centra galaxií, než konstantní hodnotě, odvozené z méně podrobných údajů. Pak by totiž vnější sférická hala byla menší a méně hmotná, než se dříve soudilo, a problém skryté hmoty by se tak poněkud zmírnil.

6.4. Vzdálené galaxie

M. Pettini aj. se zabývali výzkumem vlastností běžných galaxií pro červené posuvy $z \pm 3$, tedy z doby, kdy měl vesmír 15% dnešního stáří. Ukázali, že **tehdejší galaxie** jsou v průměru o 1 mag jasnější než současné díky překotné tvorbě hvězd a vysokému zastoupení raných hvězd tříd O a B. Tyto galaxie jsou obklopeny obřími haly o hmotnosti přes 1.10^{12} $M_\odot$ a jeví tendence ke shlukování – jde vlastně o přípravu na vznik současných bohatých kup galaxií. Lze očekávat, že příští generace obřích infračervených dalekohledů posune tento výzkum až k červeným posuvům $z \pm 5$.

V. Blanco nalezl pomocí 4 m reflektoru CTIO v říjnu 1986 **nejvzdálenější supernovu** jako objekt 24 mag se $z = 0{,}84$. Nejvzdálenější masivní kupu galaxií **3CR-184** s červeným posuvem $z = 0{,}996$ objevili pomocí HST J. Deltorn aj. Zářivá hmotnost kupy dosahuje 2.10^{13} $M_\odot$, avšak z viriálové věty vyplývá její dynamická hmotnost 6.10^{14} $M_\odot$ při lineárním poloměru kupy 400 kpc. Nejvzdálenější rádiovou galaxii **6C 0140+326** (Tri) rozpoznali S. Rawlings aj. díky červenému posuvu $z = 4{,}41$. S neuvěřitelným tvrzením o **anizotropii vesmíru** přišli J. Ralston a B. Nodland, kteří zkoumali Faradayovu rotaci polarizace rádiového záření 160 vzdálených radiogalaxií a tvrdí, že radiogalaxie rotují podél osy, procházející směry k souhvězdí Sextantu a Orla.

M. Franx aj. použili kombinace HST a Keckova teleskopu k identifikaci dosud **nejvzdálenější obyčejné galaxie** za kupou galaxií Cl 1358+62 (UMa).

Kupa se nalézá ve vzdálenosti 1,5 Gpc (z = 0,33) a působí jako gravitační čočka, jež zesiluje obloučkovitý obraz velmi vzdálené mladé galaxie s červeným posuvem z = 4,92, která je od nás vzdálena 4 Gpc (13 miliard světelných let) a po odečtení zesílení gravitační čočkou má svítivost 3.10^{11} $L_\odot$ (I = 24 mag). Na snímku jsou patrné jasné uzlíky – oblasti překotné tvorby velmi hmotných hvězd (tempem 36 $M_\odot$/rok) a dále slabší satelitní galaxie, která je k nám nepatrně blíže. Díky gravitační čočce je jasnost obou galaxií zvýšena o 2 mag – jinak by v této vzdálenosti ani Keckův teleskop nedokázal získat měřitelné spektrum. Není však vyloučeno, že rekord nebude mít příliš dlouhé trvání, neboť E. Thommes aj. oznámili, že při hluboké přehlídce galaxií na observatoři Calar Alto nalezli mezi 147 galaxiemi s emisními čarami dvě **prvotní galaxie**, jejichž červený posuv by mohl být až $z \pm 5{,}7$.

S odstupem času stále více vystupuje do popředí prozíravost ředitele Ústavu pro kosmický teleskop R. Williamse, jenž využil ředitelské rezervy pro HST k hloubkovému snímkování oblohy (**HDF**) v pečlivě vybraném temném poli severně od „oje" v souhvězdí Velké Medvědice a zároveň zařídil, aby snímky, pořízené v druhé polovině prosince 1995 byly ihned uvolněny pro odbornou veřejnost. Celkové zorné pole HDF má hranu dlouhou 2,5' a rozměry pixelu 0,04". Pokrývá spektrální pásmo 300–800 nm ve 4 filtrech a obsahuje 1620 objektů jasnějších než 28 mag ve filtru I, z toho jen 90 hvězd naší Galaxie v popředí. Soustavné následné sledování HDF rozmanitými technikami přináší totiž výjimečně bohaté ovoce, jak o tom svědčí i první samostatné symposium počátkem května loňského roku, věnované výhradně HDF.

R. Elsonové aj. se podařilo prokázat, že 11 bodových zdrojů 28–30 mag v blízkosti vzdálených eliptických galaxií v poli HDF jsou fakticky **kulové hvězdokupy**, vzdálené od nás 370 Mpc, tedy dvakrát dále než činil dosavadní rekord pro galaxii UGC 9958 v souhvězdí Hada. M. Sawicki aj. určovali rozložení červených posuvů ze širokopásmové fotometrie galaxií v HDF. Z rozboru měření vyplývá evidentní **vývoj populace galaxií** pro červené posuvy z od 0 do 4. Vývojová stádia galaxií lze dobře rozpoznat zejména podle tempa vznikání hvězd. Podle P. Madaua nastává vrchol tvorby hvězd pro galaxie se z = 1,5, kdežto pro galaxie kolem z = 5 není tvorba hvězd prokázána vůbec. J. Lowenthal aj. vybrali na základě těchto odhadů červených posuvů 24 galaxií, pro něž pořídili spektra Keckovým teleskopem. Ukázali, že 11 z vytipovaných galaxií má červené posuvy opravdu kolem z = 3 a dalších 12 má posuvy nejisté, ale pravděpodobně značně velké. Pouze jedna galaxie souboru měla ve skutečnosti z = 0,5.

Většina zkoumaných galaxií tak představuje předstupně dnešních mnohem hmotnějších galaxií, jež vznikly průnikem a splynutím „stavebních kamenů". Podle S. Zepfa je nápadná nepřítomnost eliptických galaxií ve velmi mladém vesmíru. Tyto soustavy tedy vznikají postupným splýváním menších galaxií, anebo po epoše překotné tvorby hvězd v silně zaprášených standardních galaxiích. D. Hogg aj. zobrazili v únoru 1996 dva výřezy z HDF o rozměrech 38" × 38" v infračerveném pásmu 2,2 μm do 25,2 mag pomocí Keckova teleskopu. Zatímco první 8,3 h expozice se zdařila, druhá byla po 7,5 h přerušena – zemětřesením! Pole HDF bylo dále studováno B. Serjeantem aj. na základě snímků družice ISO v pásmech 6,7 a 15 μm.

Neobyčejný úspěch projektu HDF vedl programový výbor HST k přípravě analogického snímkování na jižní polokouli oblohy (**HDF-South**), které se uskuteční během října 1998 ve stejně velkém zorném poli, centrovaném na souřadnice = $22^h 32^m 56^s$, = –60° 33' 02" (Tuc). Toto pole bylo v předstihu snímkováno družicí ISO, jež mezitím již ukončila svou činnost.

6.5. Kvasary

G. Hasinger aj. studovali opticky 182 extragalaktických objektů v galaktické šířce vyšší než 30°, vybraných z rentgenové přehlídky družice ROSAT. Ukázali, že 84% nově identifikovaných objektů patří mezi **aktivní galaktická jádra** nebo emisní galaxie. Jejich červené posuvy z se pohybují v rozmezí 0,021–0,63 s mediánem 0,06, takže jde vesměs o lokální objekty. Mezi nimi pak nalezli 14 blazarů a 33 Seyfertových galaxií, přičemž 40% Seyfertových galaxií představuje interagující soustavy. Podle M. Catanese aj. zjistila aparatura EGRET na družici Compton tvrdé záření gama v pásmu 30 MeV – 30 GeV u více než 50 aktivních jader galaxií včetně prototypu blazarů – objektu **BL Lac** (z = 0,069).

Tento objekt se nápadně zjasnil v květnu 1997 a v polovině června dosáhl R = 13,7 mag. V dalších měsících jeho jasnost výrazně kolísala, a to i v rentgenovém a gama oboru spektra. S.Bloom aj. pozorovali v červenci 1997 výbuch v pásmu 100 MeV fotonů, jenž během pouhých 8 h vymizel, aby po několika hodinách následovalo 2 h trvající zjasnění optické. Počátkem února 1997 vzplanul dle sdělení J. Zweerinka aj. v pásmu tvrdého záření gama (nad 300 GeV) blazar **Markarjan 501** (z = 0,034), jenž 13. března dosáhl maximálního toku na úrovni 2,5 Kraba. Indický TeV teleskop TACTIC zjistil v dubnu a květnu další maxima na úrovni až 4 Kraby, ale současně silné kolísání TeV toku. Aparatury Thémis ve Francii a HEGRA na ostrově La Palma zaznamenaly měřitelný signál dokonce ještě pro energie do 7 TeV (S. Bradbury aj.).

E. Moran a D. Helfand zkoumali rádiově hlučný kvasar **1508+5714** (Dra) s červeným posuvem z = 4,3, který se vyznačuje mimořádně intenzívním rentgenovým zářením. Zjistili, že zdroj je v obou spektrálních pásmech silně proměnný. Také nejvzdálenější rádiově hlučný kvasar **GB 1428+4217** (Boo) se z = 4,72 patří dle A. Fabiana aj. k extrémně intenzívním rentgenovým zdrojům, když v oboru energií 0,6–11 keV má zářivý výkon $1{,}3.10^{40}$ W. Pokud jde opravdu o izotropní zářič, pak je to rentgenový maják celého pozorovaného vesmíru, obsahující ve svém nitru supermasivní černou díru s hmotností určitě vyšší než 1.10^9 $M_\odot$.

Dosud nejrychlejší (kratší než 1 h) variace rádiového toku na frekvencích 1,4–22 GHz odhalili L. Kedziora-Chudczer aj. u kvasaru **PKS 0405-385** (Eri) se z = 1,3. Autoři je vysvětlují jako interstelární scintilaci na objektu o rozměru nanejvýš 1 miliarda km (7 AU).

Kosmický radiointerferometr HALCA, jenž byl vypuštěn v únoru 1997, umožnil získat podrobný rádiový snímek kvasaru **1156+295** (UMa/Leo), jenž je od nás vzdálen 2 Gpc. Na snímku je patrné jasné jádro a komplexní výtrysk, ne nepodobný známému prototypu kvasarů 3C-273. Tento dosud opticky nejjasnější kvasar však bude muset nyní zřejmě ustoupit objektu **IRAS 17254-1413** (Ser) se z = 0,18, jenž je fakticky kvasarem (PDS 456) rovněž s intenzívním rentgenovým zářením (C. Torres aj.). Kvasar se nachází jen 11° od galaktické roviny, což zeslabuje jeho pozorovanou optickou jasnost, ale tím více si to vynahrazuje v daleké infračervené oblasti spektra, neboť tam jeho zářivý výkon dosahuje $3{,}8.10^{38}$ W. Také rentgenový výkon činí úctyhodných $2{,}8.10^{37}$ W a přepočtená absolutní hvězdná velikost –26,7 mag znamená, že být ve vzdálenosti 10 pc od nás, máme o druhé Slunce postaráno; je tedy o 30% svítivější než prototyp 3C-273.

G. Burbidge aj. pokračovali ve svém donkichotském tažení proti kosmologickému výkladu červených posuvů kvasarů a uvedli 4 případy, kdy v párech kvasarů s úhlovou vzdáleností do 5" má každá složka páru naprosto **odchylný červený posuv**. Sami autoři však připouštějí, že zde může jít o vliv gravitačních čoček na jednu složku páru, i když přirozeně nezavrhují možnost, že část červeného posuvu nemá v těchto případech kosmologický původ. Rovněž E. Burbidgeová uvádí případ dvou rentgenově zářících kvasarů v blízkosti Seyfertovy galaxie **NGC 263**, které mají červené posuvy z po řadě 0,305 a 0,323, zatímco samotná galaxie pouze z = 0,011. Jelikož jsou oba kvasary položeny vůči zmíněné galaxii souměrně, autorka soudí, že z ní byly vymrštěny a nacházejí se ve vzdálenostech jen 395 resp. 340 kpc od jejího centra. Téměř současně však E. Wampler uveřejnil studii, v níž ukazuje, že i kvasary se $z \pm 1$ mohou samy čočkovat vzdálenější kvasary a vytvářet tak „pseudopáry". Kromě toho J. Miller aj. potvrdili pomocí snímků Keckovými teleskopy, že nejméně 10 kvasarů leží zřetelně uvnitř srážejících se galaxií, čili že srážka patrně přímo vyvolala jejich existenci a jejich červené posuvy jsou nepochybně kosmologického původu.

6.6. Gravitační čočky

Einsteinova práce, zdůvodňující možnou existenci gravitačních čoček jako důsledku gravitačního ohybu světla v obecné teorii relativity, byla publikována r. 1936 v americké Science **84**, 506, a to – jak Einstein výslovně uvádí – na základě podnětu českého elektrotechnického inženýra Rudiho W. Mandla. Einstein však pokládal celý výpočet jen za formální cvičení, neboť si byl vědom toho, jak málo pravděpodobné je pro pozorovatele na Zemi dokonalé seřazení dvou hvězd v zákrytu za sebou. Nepočítal však s podstatně vyšší pravděpodobností pro plošné zdroje, jimiž jsou galaxie resp. celé shluky (kupy) galaxií a nevěděl nic o tom, že jednou budou objeveny velmi vzdálené, jasné a početné kvasary.

Prototypem mezi gravitačními čočkami je, jak známo, pár **0957+561** (UMa), objevený již r. 1979. Jde o zobrazení jediného kvasaru (z = 1,41) mezilehlou kupou galaxií se z = 0,355. P. Fischer aj. se nyní pokusili odvodit, jaké je rozložení hmoty v kupě až do vzdálenosti 1 Mpc od jejího centra a zjistili, že v kouli o tomto poloměru se nalézá hmota $3{,}9.10^{14}$ $M_\odot$. To by mělo pomoci k nezávislému určení hodnoty Hubblovy konstanty H_0 na základě zpoždění ve fázi světelných křivek pro obě složky obrazu kvasaru. R. Schild a D. Thomson odvodili po 3 letech optické sledování velikost zpoždění (404 ± 26) dnů, tj. 1,11 let. O něco větší hodnotu zpoždění (424 ± 3) dny dostali A. Oscoz aj., kteří odtud stanovili H_0 = (65 ± 15) km s^{-1} Mpc^{-1}. Dále pak E. Falco aj. obdrželi zpoždění (417 ± 3) dny, odkud plyne H_0 = (62 ± 7) km s^{-1} Mpc^{-1} a konečně F. Pijpers ze zpoždění (425 ± 17) dnů dostal H_0 = (66 ± 10) km s^{-1} Mpc^{-1}.

V pořadí druhou objevenou čočkou se stal čtyřnásobný systém **PG 1115+080** (Leo), kde lze v principu měřit zpoždění mezi všemi páry, o což se pokusili P. Schechter aj. Dostali tak hodnoty zpoždění v rozmezí od 9,4 do 23,7 dnů. Odtud pak vychází střední hodnota Ho = (64 ± 22) km s^{-1} Mpc^{-1}.

Pro tutéž soustavu naměřili F. Courbin aj. zpoždění 25,0 dne, odkud odvodili H_0 = (53 ± 9) km s^{-1} Mpc^{-1}. Totéž zpoždění obdržel také R. Barkana, jenž si navíc povšiml, že v soustavě pozorujeme i jemnější efekty tzv. mikročočkování.

D. Turnshek aj. upozornili, že ani po snímkování proslulého „Čtyřlístku" – kvasaru **H1413+1143** (Boo) pomocí HST se nepodařilo identifikovat mezilehlou gravitační čočku, přestože ve spektru Čtyřlístku byla nalezeny absorpční čáry. Čtyřlístek má z = 2,55 a úhlové vzdálenosti složek činí jen 1,0", takže je prakticky jisté, že jde o zobrazení čočkou. Autoři soudí, že čočka by měla mít z = 0,68, popřípadě z = 0,92 a tak je opravdu zarážející, že je opticky nepozorovatelná. Podle R. Astenstena aj., kteří sledovali Čtyřlístek fotoelektricky v letech 1987–1994, jsou světelné křivky složek proměnné s amplitudou 0,45 mag a časové zpoždění dosahuje 150 dnů. Neznalost polohy a červeného posuvu pro čočkující galaxii však znemožňuje odvodit odtud H_0. Kombinovaný optický a rádiový čtyřlístek **B0712+472** (Lyn) objevili N. Jackson aj. pomocí dalekohledů HST, WHT a CLASS a radiointerferometrů MERLIN, VLA, VLBA. Jeho červený posuv z = 1,33.

Při srovnávání snímků čočkující kupy galaxií **Abell 2218** (z = 0,175), pořízených jednak HST a jednak družicí ROSAT, však M. Markevitch upozornil na nápadný nesoulad hmotnosti kupy, odvozený z velikosti optického a rentgenového čočkového efektu. Optická pozorování totiž dávají až 3krát vyšší hmotnost kupy než pozorování rentgenová, takže nejspíše se k čočkovému efektu přidává ještě nějaký další jev, závislý na vlnové délce. K témuž závěru dospěli ze statistiky pro 29 čočkujících kup také X. Wu a L. Fang. Autoři se domnívají, že správné (dynamické) hmotnosti kup souhlasí s optickými pozorováními čočkového efektu, a že podcenění hmotnosti v rentgenových pozorováních je způsobeno chybnými modely rozložení hmotnosti v kupě.

P. Schneider navíc upozornil na všeobecnou deformaci obrazů velmi vzdálených galaxií vinou nehomogenit v rozložení kosmické látky mezi galaxií a pozorovatelem. Tím vzniká slapové gravitační pole, které vyvolává zmíněné deformace. Mluvíme o tzv. **kosmickém střihu** (cosmic shear), jenž je odrazem velkorozměrového rozložení hmoty ve vesmíru a jenž se projevuje silně, tj. gravitačními čočkami a oblouky, a slabě, tj. uspořádáním obrazů galaxií na obloze v daném směru.

C. Alcock aj. shrnuli výsledky prvního dvou let pozorování v projektu **MACHO** – hledání gravitačních mikročoček ve výduti Galaxie i v jejím halu. Za 190 dnů pozorování ve 24 polích zaznamenávali opakovaně jasnosti 12,6 milionů hvězd a objevili mezi nimi 45 případů mikročoček, z toho v jednom případě se jim povedlo změřit i efekt paralaxy a v dalším případě prokázali, že jde o dvojitou mikročočku. V červenci 1995 se jim také podařilo sledovat zákryt červeného obra spektrální třídy M4 III ve vzdálenosti 9 kpc, jenž má poloměr 61 $R_\odot$, kdežto samotná mikročočka o hmotnosti 0,7 $M_\odot$ se nalézá ve vzdálenosti 6,9 kpc. Vliv rozsáhlé hvězdné atmosféry obra na tvar světelné křivky byl přitom dobře patrný.

Nejpravděpodobnější hmotnost jednotlivých mikročoček je blízká 0,5 $M_\odot$ – jde tedy o trpasličí hvězdy. Skrytá hmota v halu ve vzdálenosti do 50 kpc od centra Galaxie dosahuje pak $2{,}0 \cdot 10^{11}$ $M_\odot$, z čehož asi 20% představují objekty s hmotnostmi od 10^{-4} $M_\odot$ (planety) do 0,03 $M_\odot$ (hnědí trpaslíci); zbytek připadá na objekty od 0,05 $M_\odot$ do 1,0 $M_\odot$ (trpasličí hvězdy).

V rámci téhož projektu sledovali též 8,5 milionů hvězd ve **Velkém Magellanově mračnu** (VMM), v němž nalezli zatím 8 mikročoček – téměř o řád více než očekávali. Jako vedlejší produkt však objevili 73 proměnných hvězd typu RR Lyrae s periodami 0,46–0,55 dne. Odtud pak určili modul vzdálenosti VMM: m–M = (18,48 ± 0,19) mag, tj. vzdálenost 49,7 kpc, jež ovšem příliš nesouhlasí s vesměs vyšším vzdálenostmi VMM, odvozenými ostatními moderními metodami. Zmíněná pozorování též vedla k nezávislému určení stáří kulové hvězdokupy M 15 (Peg) na (12,6 ± 1,5) miliard let, ve velmi dobré shodě s již dříve zmiňovanou hodnotou (viz odst. 6.1.1.).

Dalším úspěšným projektem, který nyní hledá mikročočky na pozadí Malého Magellanova Mračna, je **EROS**, čímž vlastně odhaluje mikročočky v halu naší Galaxie. Podle C. Renaulta aj. se ve 2 případech podařilo určit hmotnost mikročočky v halu na řádově 0,1 $M_\odot$. Metoda je obecně citlivá na mikročočky s hmotnostmi v rozmezí 10^{-7}–1 $M_\odot$, avšak navzdory analýze světelných křivek pro 350 tisíc hvězd se dosud nepodařilo nalézt ani jediný doklad výskytu planety v galaktickém halu. První výsledky naznačují, že objekty typu mikročoček představují asi 20% skryté hmoty hala Galaxie.

Třetí takový projekt **OGLE** ukončil dle A. Udalského aj. první fázi, při níž se v letech 1992-95 využíval pro sledování mikročoček 1 m reflektor na observatoři Las Campanas v Chile. Projekt OGLE zatím zaznamenal 18 mikročoček. Od ledna 1997 byl původní stroj nahrazen světelným 1,3 m reflektorem se zorným polem 1,5° a kamerou CCD o hraně 2048 pixelů. Mezitím se rozběhl další projekt **AGAPE**, hledající mikročočky na pozadí spirální galaxie M 31 v Andromedě.

7. Kosmologie

7.1. Stavba a stáří vesmíru

V květnu loňského roku zveřejnili B. Nodland a J. Ralstonv prestižním fyzikálním časopise (Phys. Rev. Lett.) zcela šokující zjištění o anizotropii šíření elektromagnetického záření v kosmologických vzdálenostech. Zjistili, že Faradayova rotace polarizační roviny pro vzdálené rádiové zdroje naznačuje **existenci rotační osy vesmíru** ve směru od souhvězdí Orla k souhvězdí Sextantu. Pokud by se tato měření potvrdila a pokudby se nenašlo jiné vysvětlení, patrně by to znamenalo zásadní revizi názorů na kosmologické modely vesmíru, ale zkušenost velí, abychom byli zatím zdrženliví.

J. Ejnasto aj. zase odhalili nečekanou periodicitu v prostorovém **rozložení nadkup galaxií** v délkovém intervalu po 120 Mpc. Podobně H. El-Ad a T. Piran konstatovali, že samotné proluky mezi kupami galaxií vytvářejí rovněž „strukturu" již od úrovně 60 Mpc. Také zjištění H. Fergusona aj., že v kupě galaxií v souhvězdí Panny se řádově bilión hvězd nachází v intergalaktickém prostoru, představuje nemalé překvapení. Podle všeho však zde tyto hvězdy nevznikly, ale byly do volného prostoru dopraveny po těsných přiblíženích uvnitř mateřských galaxií.

J. Kovalevsky aj. využili přesných měření poloh hvězd družicí HIPPARCOS k vzájemnému **navázání souřadnicových soustav** na extragalaktické pozadí. Výsledkem je vynikající souhlas poloh souřadnicových soustav s přesností ±0,0006" a vzájemné rotace soustav souřadnic s přesností ±0,00025"/rok.

Problémem **skryté hmoty** uvnitř galaxií se zabývali A. Burkerta J. Silk, kteří získali velmi podrobnou rotační křivku pro trpasličí spirální galaxii DD 154 a ukázali, že k interpretaci křivky nestačí obvyklý předpoklad o hierarchické struktuře studené skryté hmoty v galaktickém disku. Usoudili proto, že skrytá hmota je ve zmíněné galaxii obsažena uvnitř baryonníhosféroidu o výsledné hmotnosti řádově vyšší než je hmotnost galaktického disku a porovnatelné s hmotností skryté hmoty v galaktickém halu. Obdobným způsobem lze totiž vysvětlit takéčetnost gravitačních mikročoček v halu naší Galaxie.

Jako každoročně i loni byl vysoký počet prací věnován odvozeníhodnoty **Hubblovy konstanty H_0** (v jednotkách km/s/Mpc) pro rozpínání vesmíru. Využívá se k tomu především cefeid v cizích galaxiích, dále vztahu Tullyho-Fischera pro rádiové galaxie, efektu Sjunjajeva a Zeldoviče pro absorpci reliktního záření ,jasných proměnných hvězd, supernov třídy Ia a extragalaktických gravitačních čoček. Napočítal jsem celkem 30 rozličných prací, v nichž byla hodnota H_0 explicitně stanovena a odtud mi vyšla nevážená střední hodnota H_0 = 64, ovšem s rozpětím od 30 do 92!

Tato nejistota se, přirozeně, odráží i v nejistém odhadu **stáří vesmíru** od 10 do 18 miliard let. Podle S. Okamury jsou všechna určení kosmologických parametrů postižena malými rozměry té části vesmíru, kde máme přesná měření: pro supernovy Ia je mez dohlednosti pouze 400 Mpc, a to jsou vlastně vůbec nejsvítivější bodové objekty ve vesmíru, které známe. V. Trimblová konstatovala, že od Hubblova objevu lineárního vztahu mezi červeným posuvem a vzdáleností galaxií poklesla hodnota H_0 bezmála o řád prostě proto, že se podařilo postupně odhalit rozličné systematické chyby a výběrové efekty.

Mezi ně patří zejména velmi zlomyslný **Malquistův efekt**, jenž vzniká tím, žeu bližších kup galaxií pozorujeme všechny členy soustavy, kdežto u vzdálených kup jenom nejjasnější členy. Proto soustavně podceňujeme vzdálenosti velmi vzdálených kup a tím soustavně přeceňujeme hodnotu H_0

M. Feast a R. Catchpole ukázali, že zářivé výkony **cefeid** byly zhruba o 10% podceňovány, takže vzdálenosti galaxií, odvozované z cefeid, je potřebí soustavně zvýšit rovněž o 10%. Tím se úměrně sníží hodnota H_0, takže dle H. McGeeové je vesmír starý nejméně12 miliard let. N. Reid využil družice HIPPARCOS k určení stáří kulových hvězdokup na 11–13 miliard let. Také jejich vzdálenosti byly totiž podceněny až o 15%, a to znamená, že hvězdy v kulových hvězdokupách mají vyšší zářivé výkony, tj. i kratší životnost, než se soudilo. Tím se velmi podstatně zmírnil přetrvávající rozpor mezi příliš velkým stářím kulových hvězdokup v Galaxii a nedostatečným stářím vesmíru.

Zato však J. Cowan aj. našli v halu Galaxie **hvězdu CS 22982-052**, v jejímž spektru zcela chybí „kovy", takže jde zřejmě o H/He hvězdu I. generace. Autoři ukázali, že hvězda je stará nejméně 15 miliard let, což by znamenalo minimální stáří vesmíru 17 miliard let, ale pro tak vysoké stáří vesmíru neexistuje nezávislý doklad. Souhrnně vzato, ani po nástupu HST do služby nenastal zásadní zvrat v odhadu stáří vesmíru. Většina autorů se sice dokáže shodnout na stáří vesmíru okrouhle 14 miliard let, ale problémy kalibrace i soustavných chyb měření zatím znemožňují přikládat této hodnotě významnou váhu.

Dalšími **kosmologickými parametry**, tj. zejména hustotou a kosmologickou konstantou Λ, se zabývali M. Im aj. Na základě relativního zastoupení gravitačních čoček odvodili, že $\Omega < 1$ a $\Lambda = (0{,}6 \pm 0{,}2)$. Podobně E. Turner aj. odhadli hodnotu Ω v intervalu 0,1–1,0 a $\Lambda < 0{,}6$. Rovněž L. Krauss se na základě pozorování mladé vzdálené galaxie přiklání k hodnotě kosmologické konstanty $\Lambda > 0$. Naproti

tomu J. Perlmutter aj. usoudili z měření vzdáleností sedmi supernovs velkým červeným posuvem, že $\Lambda = 0$, zatímco $\Omega = (0{,}9 \pm 0{,}6)$. Pro otevřený vesmír s hodnotou $\Omega = (0{,}3 \pm 0{,}1)$ svědčí dle X. Fana aj. též průměrná amplituda fluktuací hmoty, odvozená z fluktuací reliktního záření.

J. Ge aj. studovali jemnou strukturu čar C I s klidovými vlnovými délkám 156 a 166 nm u kvazistelárního zdroje QSO 0013-004 s červeným posuvem z = 1,97 a ukázali, že odtud odvozená tehdejší **teplota reliktního záření** činila (7,9 ± 1,0) K, v dobré shodě s teoretickou předpovědí 8,1 K, vyplývající ze standardního kosmologického modelu rozpínání vesmíru. K. Roth aj. využili protatáž měření obřího spektrografu HIRES u Keckova teleskopua dostali tehdejší teplotu reliktního záření 8,105 K, v dokonaléshodě s teorií.

Proslulá družice COBE umožnila měření jemných **fluktuací reliktního záření** dvěma odlišnými přístroji i pozorovacími technikami, FIRAS a DMR. D. Fixsen aj. porovnali střední amplitudu takto odvozených fluktuací při úhlovém rozlišení 7° a obdrželi amplitudu 48 μK pro FIRAS a 35 μK pro DMR, což prokazuje, že jde o reálná měření. M. Hauser aj. využili aparatury DIRBE na téže družici k měření záření pozadí v daleké infračervené oblasti spektra (140 a 240 μm). Po zdlouhavém avšakvelmi pečlivém odečtení záření všech známých infračervených zdrojů záření odhalili existenci spojitého pozadí, které interpretují jako **záření kosmického prachu**, ohřátého kolektivním působením záření všech hvězd.

7.2. Kosmické záření, jádra a částice

Dosavadní vývoj názorů na **povahu kosmického záření** shrnul P. Biermann. Studium záření je omezeno nepatrnou četností energetických částic. Zatímco při energiích 1 GeV lze zachytit detektorem o ploše 1 cm^2 asi 10 částic kosmického záření zasekundu, u energie 100 EeV klesá tento počet na jednu částici naploše 1 km^2 za století! W. Baade a F. Zwicky usoudili již r.1934, že vhodnými urychlovači částic kosmického záření mohou být zejména supernovy a E. Fermi ukázal r. 1949, že v silném magnetickém poli po obou stranách rozpínající se rázové vlny pozůstatku supernovy se urychlují nabité částice až na energie řádu 1 PeV. To je vcelku velmi dobře potvrzováno soudobými měřeními energetických toků tvrdého záření gama blízkých pozůstatků supernov, například u Krabí mlhoviny až do energií 10 TeV (směr příchodu nabitých částic kosmického záření většinou vlivem působení interstelárního magnetického pole nesouhlasí se směrem, odkud byly částice vyslány).

Na druhé straně zejména částice urychlené na energie vyšší než 1 EeV přicházejí z extragalaktického prostoru a jejich původ je zatím naprostou záhadou. Při těchto energiích jsou totiž i fotony reliktního záření překážkou, na nichž se takové částice rozbíjejí, takže **rekordně energetické částice** nemohousamostatně přežít více než 30 milionů let, tj. nemohou vznikat dále než 10 Mpc od Slunce. V tomto okolí Galaxie se však nenachází nic dostatečně speciálního, abychom mohli výskyt tak energetických částic kloudně vysvětlit (nejvýkonnější pozemské urychlovače dokáží urychlit částice na mizerný 1 TeV, tj. na pouhou stomiliontinu energie rekordních částic kosmického záření!). Navíc M. Hajašida aj. oznámili předloni, že ve třech případech pozorovali extrémně energetické částice kosmickéhozáření v párech, což pokusy o určení povahy zdrojů takto energetického záření dále komplikuje.

Kosmické záření posloužilo, jak známo, C. Andersonovi k objevuprvní antičástice – pozitronu v r. 1932. Teprve v r. 1979 bylyv kosmickém záření poprvé pozorovány **antiprotony**. M. Boezio aj. nyní hledali antiprotony v kosmickém záření při výstupu balónu CAPRICE v srpnu 1994 v kanadské Manitobě. Během 18 h zaznamenali 9 antiprotonů s energiemi 0,6–3,2 GeV, jež však vesměs vznikly jako sekundární částice při interakci primárního kosmického záření v zemské atmosféře.

Fyzikální teorie praví, že při setkání částice s antičásticí dochází k jejich anihilaci, tedy přeměně na fotony či piony. Obráceně však je možné docílit **materializace páru částice–antičástice** střetáváním energetických fotonů, což se loni poprvé podařilo ověřit experimentálně v urychlovači SLAC na Stanfordově univerzitě v Kalifornii. Elektrony urychlené na 47 GeV byly ozářeny silným svazkem laseru, takže některé laserové fotony získaly rozptylem na elektronech tolik energie, že se změnily ve fotony záření gama, interagující s okolními fotony laserového svazku tak, že jejich materializací vznikaly páry pozitron–elektron. Tento „rozptyl světla na světle" má velký význam právě v astronomii, kde se fotony kosmického záření rozptylují na nízkoenergetických fotonech reliktního záření. Jednou z největších záhad kosmologie je pozorovaná **převaha hmoty nad antihmotou**, která skoro určitě souvisí s porušováním zákona o zachování baryonového čísla ve velmi raném vesmíru. T. Bevanaj. se pokusili tuto situaci simulovat pomocí vírů v supratekutém lehkém héliu-3 a ukázali, že víry získávají moment při fázovém přechodu obdobně jako částice v raném vesmíru získávaly nenulovou hmotnost při fázových přechodech z falešného vakua. Supratekuté hélium se vůbec stává pozoruhodným nástrojem moderní astrofyziky.

K. Schwab aj. loni využili supratekutého hélia-4 k absolutnímuměření **rychlosti zemské rotace** s přesností na 0,5% – je to kvantová analogie proslulého Foucaultova pokusu z r. 1851, v němž dokázal zemskou rotaci na základě stáčení roviny kyvu volně zavěšeného kyvadla v kopuli pařížského Pantheonu.

V symetrických teoriích částic hrají významnou úlohu hypotetické částice, zvané **axiony**. W. Keil aj. si uvědomili, že proslulé pozorování neutrin při výbuchu supernovy 1987A ve Velkém Magellanově mračnu stanovilo též ostrou horní mez pro hmotnost axionů, které jsou určitě lehčí než 0,006 eV. Zatím co axiony dosud nebyly experimentálně prokázány, na urychlovači v Brookhavenu v USA byl loni poprvé pozorován tzv. exotický mezon, tvořený párem kvark–antikvark, jenž je spojen gluonovou strunou. Objev posílil důvěru ve standardní částicový model.

Abyto však nebylo se standardním modelem zase příliš růžové, ohlásil velký tým fyziků, pracující na urychlovači HERA v německé laboratoři DESY v Hamburku v únoru loňského roku pravděpodobný **objev subkvarků** hned dvěma nezávislými experimenty. Když k tomu připočteme pozorování R. de Picciotta aj. třetinového elektrického náboje u kvazičástic pomocí zlomkového Hallova jevu, je patrno, že v částicové fyzice se schyluje k pěkné bouřce.

Experimentální fyzikové zkrátka více než důstojně oslavili 100. výročí objevu první elementární částice – elektronu – J. Thomsonem r. 1897. V blízké budoucnosti lze očekávat značný pokrok v **detekci neutrin** při výbuchu supernov, jelikož ve Spojených státech se plánuje výstavba podzemní observatoře SBNO v solném dole v hloubce 650 m. Rozměry detektoru postačí k registraci všech supernov II. třídy do vzdálenosti 4 Mpc, takže v průměru jednou za rok bude zaznamenán několikasekundový signál, jenž navíc umožní rozlišit elektronová, mionová a tauonová neutrina.

Experiment se plánuje na dobu několika desetiletí. Ve třech světových laboratořích (Minnesota, Los Alamos a japonské Kamiokande) se podařilo získat údaje, svědčící o přeměně neutrin mezi sebou, tedy o tzv. **neutrinových oscilacích**. To ve svém důsledku znamená, že klidová hmotnost neutrin je přece jen o něcomálo větší než nula.

7.3. Teorie relativity

Hitem roku se staly možnosti **kvantové teleportace**, jež je moderní odpovědí fyziků na proslulý paradox Einsteina–Podolského–Rosena z r. 1935 (EPR). Paradox byl teoreticky vyřešen r. 1964 J. Bellem v podobě slavných tzv. Bellových nerovností, ale teprve nyní pokročila experimentální fyzika natolik, že lze celý problém ověřovat pokusně. Podle T. Sudberyho je sice teleportace (dálkový přenos informace vysoce nad světelnou rychlostí) možná, ale jelikož plná informace se skládá z kvantové a klasické složky, obdržíme celkovou informaci až tehdy, když se rychlostí světla přenese klasická složka informace, takže relativita (a ovšem zejména kauzalita) je zachráněna.

M. Valtonenovi a H. Lehtovi se podařilo ověřit teorii relativity na příkladu **kvasaru OJ 287**, který je tak jasný, že bylo možné rekonstruovat jeho světelnou křivku na archivních fotografiích již od r. 1893. Ukázalo se, že křivka vykazuje zjasnění v pravidelných intervalech 12 let, což je zřejmě oběžná doba méně hmotné černé díry kolem supermasivní černé díry – vlastního kvasaru. Zjasnění souvisejí se slapovým posílením přenosu hmoty z akrečního disku kolem primární supermasivní černé díry, jenž je periodicky narušován sekundární černou dírou, pohybující se kolem primární černé díry po výstředné eliptické dráze. Jelikož gravitační pole v tomto případě převyšuje o čtyři řády gravitační pole v proslulém binárním pulsaru PSR 1913+16, jde zatímo nejsilnější test správnosti teorie relativity.

Jedním z důsledků teorie relativity je efekt, teoreticky odhalený již r. 1918 rakouskými fyziky J. Lensem a H. Thirringem – jde o strhávání souřadnicové soustavy v silném gravitačním poli rychle rotujícího tělesa. Tento efekt byl nyní odhalen pomocí rentgenové družice RXTE u dvojhvězdy, sestávající z černé díry a průvodce – víceméně normální hvězdy. Černá díra je obklopena rychle rotujícím akrečním diskem, do něhož přetéká hmota z průvodce. Přitom vzniká rentgenové záření periodicky proměnné intenzity, přičemž poruchy v pozorované délce periody lze báječně objasnit právě **Lensovým-Thirringovým efektem**. C. Bailyn si povšiml podivuhodné skutečnosti, že naprostá většina dosud rozpoznaných černých děr ve dvojhvězdách má hmotnost vyšší než 7 $M_\odot$, ač teoreticky by stačily hmotnosti vyšší než pouhé 3 $M_\odot$.

V. Lipunov se zabýval budoucí **detekcí gravitačních vln** novou generací detektorů s relativní citlivostí řádu 10^{-21} na frekvenci 100 Hz. Ukázal, že takové aparatury mohou za rok zaznamenat v průměru jeden případ splynutí dvojice neutronových hvězd, ale zato nejméně 10 a snad až 700 případů splynutí dvojice, skládající se z neutronové hvězdy a černé díry. Autor proto dovozuje, že už první zjištění záblesku gravitačního záření bude zároveň přímým potvrzením existence hvězdných černých děr ve vesmíru. Y. Wang aj. ukázali, že v silném gravitačním poli se již vzniklé gravitační vlny dále zesilují, což by mělo usnadnit detekci astrofyzikálních zdrojů gravitačního záření.

(Pokračování)

Astronomické otázky a odpovede

Pilotné otázky k novej rubrike

Vážení čitatelia, sme veľmi radi, že máte záujem o astronómiu, astrofyziku, ale aj iné prírodné vedy, s ktorými sa stretávate na stránkach nášho časopisu. Súčasná veda sa veľmi rýchlo posúva napred. Objavujú sa nové problémy, ktoré potrebujeme spoľahlivo a správne vysvetliť... Niekedy musíme inovovať staršie a už celkom dobre prijaté vedecké teórie alebo dokonca potrebujeme vyvinúť úplne nové. Spolu s týmito procesmi sa vynára obrovské množstvo otázok. Preto sme sa rozhodli dať šancu vám a vašim otázkam. Veríme, že spoločne s našimi kolegami z odborných pracovísk vám budeme schopní dať stručné a jasné odpovede. Ako inšpiráciu vám ponúkame niekoľko otázok čitateľov časopisu ASTRONOMY a prvú lastovičku z vašich radov.

Otázka: Uvažujme 3 galaxie a označme ich: Z naša Galaxia, ďalšie A, B. Vesmír sa rozpína. Galaxie sa navzájom vzďaľujú. Nech ich relatívne rýchlosti sú: $v_{ZA} = v_{AZ} = 0{,}5c$; $v_{ZB} = v_{BZ} = 0{,}7c$; $v_{AB} = v_{BA} = 0{,}6c$. K relatívnym rýchlostiam vypočítajme činiteľ γ.

$\gamma = 1 / (1-v^2 / c^2)^{1/2}$; c je rýchlosť svetla a v je relatívna rýchlosť. Zrejme platí $\gamma_{ZA} = \gamma_{AZ}$; $\gamma_{ZB} = \gamma_{BZ}$; $\gamma_{AB} = \gamma_{BA}$.

$\gamma_{ZA} = 1 / (1 - (v_{ZA} / c)^2)^{1/2} = 1 / (1 - 0{,}25c^2 / c^2)^{1/2} = 1 / (1 - 0{,}25)^{1/2} = 1{,}15$

Podobne $\gamma_{ZB} = 1{,}4$; $\gamma_{AB} = 1{,}25$. Podľa teórie relativity každú galaxiu môžeme považovať za nehybnú (v = 0) ako počiatok súradníc a priradiť jej časový interval t_{Z0}; t_{A0}; t_{B0}. Pre každú pohybujúcu sa galaxiu platí, že pri pohybe relatívnou rýchlosťou ku galaxii druhej jej čas prebieha pomalšie.

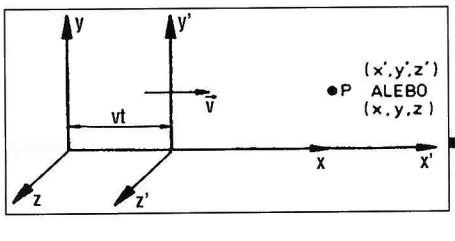
$t_{Z0} = t_{ZA} \cdot \gamma_{ZA} \Rightarrow t_{ZA} = t_{Z0} / \gamma_{ZA} = t_{Z0} / 1{,}15$; $t_{ZB} = t_{Z0} / g_{ZB} = t_{Z0} / 1{,}4$

Naša galaxia sa súčasne pohybuje rôznymi relatívnymi rýchlosťami ku galaxiám A, B. To znamená, že v našej galaxii prebieha čas súčasne troma rýchlosťami: t_{Z0}; $t_{Z0} / 1{,}15$; $t_{Z0} / 1{,}4$. Podobne je v galaxii A; t_{A0}; $t_{A0} / 1{,}15$; $t_{A0} / 1{,}25$. V galaxii B; t_{B0}; $t_{B0} / 1{,}25$; $t_{B0} / 1{,}4$. Je to možné?

(Oto Jakubček)

Odpoveď: Nie je to možné. Vaša interpretácia výsledkov totiž nie je správna. Špeciálna teória relativity tvrdí, že pozorovateľ, vzhľadom na ktorého sa hodiny pohybujú, zistí, že idú pomalšie ako rovnaké hodiny, ktoré sa vzhľadom na tohto pozorovateľa nachádzajú v pokoji.

Pre jednoduchosť si predstavme iba dve galaxie Z a A. Každá z nich má počiatok súradnicovej sústavy vo svojom centre a pohybujú sa vzhľadom na seba rovnomerne rýchlosťou v tak, že ich osi x a x' splývajú a pohyb sa deje v kladnom smere osi x a ich počiatky sa v čase t = 0 prekrývali. Ak je rýchlosť v porovnateľná s rýchlosťou svetla c (vo vákuu), Galileiho transformácie $t' = t$ a $x' = x - v \cdot t$ (kde čiarkované súradnice sú určené v súr. súst. galaxie A a nečiarkované patria našej, t. j. Z, ďalej platí $y = y'$, $z = z'$) prestávajú platiť a na prepočet (transformáciu) súradníc medzi sústavami musíme použiť tzv. Lorentzove transformácie. Tie hovoria o tom, že čas a priestor spolu úzko súvisia. Vychádzajúc z týchto predpokladov sa dá ukázať, že časový interval $\Delta t = t_2 - t_1$, ktorý uplynul medzi 2 udalosťami odohranými v tom istom bode, a ktorý sme odmerali na hodinách v pokoji v našej galaxii Z bude obyvateľ galaxie A vnímať ako $\Delta t' = t'_2 - t'_1$. Samozrejme platí, že $\Delta t' = \gamma \cdot \Delta t$, a teda $\Delta t' > \Delta t$. Takto by sme mohli analogicky postupovať aj s inými galaxiami. Zistili by sme, že náš časový interval Δt by rôzni pozorovatelia pohybujúci sa vzhľadom na nás rôznymi rýchlosťami pozorovali rôzne, ale vždy by sa im zdalo, že naše hodiny idú pomalšie. Vzťah $\Delta t' = \gamma \cdot \Delta t$, teda hovorí o transformácii času medzi 2 rovnocennými, navzájom rovnomerne sa pohybujúcimi vzťažnými sústavami, a nie o tom akou rýchlosťou plynie čas v jednej z nich. *(Alena Kulinová)*



Otázka: Ak sa tektonická aktivita na Marse zastavila pred miliardou rokov, prečo potom na Zemi stále pokračuje? *(Corry Freeman)*

Odpoveď: To je vec tepla. Zemské teplo je tým mechanizmom, ktorý dáva do pohybu tektonické dosky. Konvekciou poháňané tepelné prúdy smerujúce z hĺbok zemského plášťa rozštiepia zemskú kôru na miestach, ako je Atlantická brázda (Atlantický chrbát), vytvárajúc tak celkom novú kôru a doslova posúvajúc Európu a Severnú Ameriku asi o 2,5 cm ročne od seba. Ale, ako ste správne poznamenali, tento typ tektonickej aktivity na Marse ustal pred miliardou rokov.

Príčinou toho, že Mars je dnes geologicky takmer mŕtvy, kým Zem sa zatiaľ udržuje pri živote, je jej priemer, ktorý je zhruba dvojnásobkom marťanského. Čím je planéta väčšia, tým väčší je pomer objemu k povrchovej ploche. Teplo uniká z telesa cez jeho povrch, takže vzhľadom k svojmu objemu má malé teleso väčšiu plochu, ktorá môže teplo odchádzať. Napríklad, ak si vezmete dva koláče rovnakého zloženia, ale rôznych veľkostí, upečiete ich v rúre s teplotou 200 °C a potom ich vytiahnete, menší vychladne skôr. Pretože Mars je menší ako Zem, vychladol skôr, a tým stratil počiatočné teplo, ktoré poháňalo jeho tektonickú aktivitu.

Hoci jedna záhada tu predsa ostala. Venuša je dvojčaťom Zeme čo do veľkosti i zloženia, ale detailné štúdie jej topografie z misie Magellanovho radaru neukazujú v globálnom meradle veľa dôkazov nedávnej tektonickej aktivity. To poukazuje na to, že aj ostatné faktory, napr. prítomnosť tekutej vody, hrajú vo formovaní geologického charakteru planéty významnú úlohu.

(Robert Naeye)

Otázka: Keď astronómovia pozerajú na galaxiu, ktorá je od nás vzdialená 15 miliárd svetelných rokov a vzďaľuje sa od nás rýchlosťou 90% rýchlosti svetla, ako ďaleko je galaxia od nás práve teraz?

(Bob Capone, Rowland Reeves, Atonio Gonzáles, Robert Wilson, Stefan Sabelnik, Pat Mahoney, John Payne, Paul Walorski)

Odpoveď: To je veľmi dobrá otázka, ale je oveľa komplikovanejšia, ako by sa na prvý pohľad zdalo. Keď astronómovia uvádzajú vzdialenosti v svetelných rokoch, myslia tým, koľko času zabralo svetlu dostať sa od daného objektu až k nám – tzv. „svetelná vzdialenosť". Takže, keď teraz vidíme svetlo z galaxie vzdialenej 15 mld svetelných rokov, znamená to súčasne, že pozorujeme práve to žiarenie, ktoré galaxiu opustilo pred 15 mld rokov.

„Svetelná vzdialenosť" je závislá od toho, aký je vesmír starý alebo ako rýchlo sa rozpína. Keďže to presne nevieme, pri výpočte používame kozmologický model, ktorý môže ale aj nemusí byť adekvátny.

Napríklad, ak je vesmír mladší ako 15 mld rokov, nemohli by sme pozorovať galaxiu, ktorej svetlo by k nám cestovalo viac ako 15 mld rokov. Navyše, vzhľadom na to, že sa vesmír rozpína, „svetelná vzdialenosť" nie je totožná so vzdialenosťou galaxie od nás v tomto okamihu. Keď svetlo opustilo galaxiu, bola k pozorovateľovi bližšie ako je teraz lebo počas jeho cesty k nám sa vesmír rozpínal.

Ak je vesmír starý 16,5 mld rokov, galaxia, o ktorej sa hovorí, že je vzdialená 15 mld svetelných rokov, je teraz vo skutočnosti vzdialená okolo 30 mld svetelných rokov od nás. V čase, keď svetlo objekt opustilo, bola však spomínaná galaxia k nám šesťkrát bližšie – iba 5 mld svetelných rokov.

(Chuck Steidel, California Institute of Techonology)

Otázka: Môžu sa transuranické prvky tvoriť vo hviezdach alebo supernovách, alebo je urán limitom?

(Jeramy Russell)

Odpoveď: Je pravdepodobné, že transuranické prvky sa naozaj tvoria, ale v takých malých množstvách, že doteraz ešte neboli detegované. (Transuranické prvky sú prvky ťažšie ako urán, napr. plutónium, ktoré môžeme zvyčajne nájsť len na Zemi po ich umelom vytvorení.) Ťažké prvky tórium (protónové číslo 90) a urán (protónové číslo 92) i mnoho ľahších, ako sa domnievame, vznikajú tesne pred vlastnou explóziou supernovy, keď atómové jadrá v jadre hviezdy rýchlo zachytávajú voľné neutróny. Pri tomto procese sa vytvárajú ťažké a veľmi rádioaktívne izotopy, ktorých neutróny sa rýchlo rozpadajú na protóny a zvyšujú tak ich protónové číslo (označuje počet protónov v jadre). Plutónium (protónové číslo 94) a azda aj niektoré ťažšie prvky sa môžu vytvárať takouto cestou.

Plutónium je jediným z týchto transuranických prvkov, ktorý môže existovať dostatočne dlhú dobu, kým sa rádioaktívne nerozpadne na ľahšie prvky. Zrejme kedysi existovalo v slnečnej sústave, pretože jeho dcérske produkty ako sa zdá nachádzame v meteoritoch.

(James Kaler, University of Illinois)

Otázka: Ako by vyzeralo naše Slnko na nočnej oblohe neďalekého hviezdneho systému, povedzme Alfa Centaura? V akom súhvezdí by sme Slnko videli? *(Cal Estrada)*

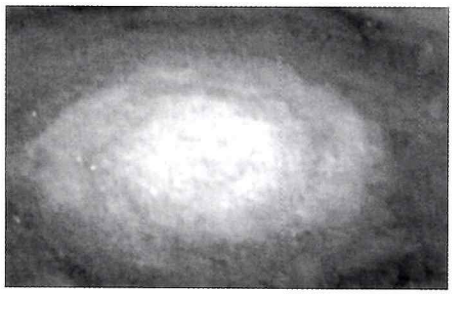
Odpoveď: Naše Slnko je skoro dvojča Alfy Centaura A, väčšieho člena dvojhviezdneho systému, ktorý nazývame Alfa Centaura. Systém sa nachádza tak blízko k Zemi (necelých 4,3 sv. roka), že Alfa Centaura A je štvrtou najjasnejšou hviezdou oblohy, s jasnosťou –0,01 magnitúdy. Slnko má trochu menšiu svietivosť ako Alfa Centaura A, teda na oblohe centaurskej planéty by žiarilo ako bledá bielo-žltá hviezda 0,45 mag.

Veľa jasných hviezd, ktoré tvoria toto súhvezdie, je oveľa ďalej ako Alfa Centaura, takže keď sa pohneme 4,3 svetelného roku od Zeme, urobí to svoje. Orión by mal napríklad voľným okom vyzerať prakticky rovnako. Centaurus by celkom iste vyzerať inak, lebo v ňom bude chýbať jeho najjasnejšia hviezda – Alfa Centaura, hoci zvyšok súhvezdia, ako aj Severný kríž by asi mohli vyzerať tak isto. Ak by sa centaurania pozreli iným smerom, videli by naše jasné Slnko v severnej Mliečnej ceste niekde na polceste medzi Kasiopejou a Perzeom, asi 5 stupňov severozápadne od dvojitej otvorenej hviezdokopy χ a h.

(James Kaler, University of Illinois)

Otázka: Ak je Veľká červená škvrna na Jupiteri masívnym búrkovým systémom, prečo sa nakoniec nerozpadne ako všetky búrky na Zemi? *(Rick Mangold)*

Odpoveď: Jupiterova červená škvrna je obrovský vysokotlakový búrkový systém, ktorý je udržiavaný vysokorýchlostnými prúdmi vetra vo vrchnej atmosfére Jupitera, ktoré sa stáčajú proti smeru hodinových ručičiek. Búrka bola viditeľná dávno predtým, ako ju pozorovali väčšie ďalekohľady v polovici 17. storočia, teda zúri už storočia a možno aj tisícročia. Nerozpadla sa, lebo Jupiter je tvorený plynom a nemá pod Veľkou červenou škvrnou pevný povrch. Hurikány na Zemi svoju energiu strácajú a vymiznú po interakcii s povrchom. *(Robert Naeye)*



Otázka: Čo je kvazar? *(Cheryl Martin)*

Odpoveď: Kvazary sú veľmi jasné body svetelného a rádiového žiarenia, ktoré sa nachádzajú v nezvyčajne veľkých vzdialenostiach. Niektoré ležia v blízkosti hraníc viditeľného vesmíru. Myslíme si, že sú to ultrajasné jadrá veľmi aktívnych galaxií, ktoré nejakým spôsobom dopĺňajú hmotu do supermasívnych čiernych dier: horúca hmota obklopujúca čiernu dieru sa nám javí ako viditeľný kvazar. Pretože sú všetky tak strašne ďaleko, zdá sa, že zrejme ide o nejaké rané štádium vo vývoji určitých, veľmi kompaktných typov zväčša eliptických galaxií.

(James Kaler, University of Illinois, ZM)

Otázka: Dokážu astronómovia vedecky odhadnúť, kedy sa Betelgeuze alebo Arkturus stanú supernovami? Aké budú jasné? *(Jeff Bloom, Dan Veeser, Matthew Vonachen, Scott Lutzow)*

Odpoveď: Ako na väčšinu odpovedí, odpoviem áno a nie. Poprvé, definitívne nie platí pre Arkturus. Nikdy nebude supernovou, pretože nemá dostatočnú hmotnosť na vybudovanie požadovaného železného jadra. Arkturus je obor spaľujúci hélium a zomrie relatívne pokojnou smrťou. Jeho vonkajšie vrstvy vytvoria planetárnu hmlovinu, kým jadro sa stane bielym trpaslíkom.

Betelgeuze, s hmotnosťou asi 20 Slnk, je iný prípad. S určitou presnosťou vieme spočítať, ako dlho taká hviezda bude žiť od svojho narodenia až po svoju explozívnu smrť, ale ani len netušíme, na akom stupni nukleárneho spaľovania sa hviezda práve nachádza. Môžeme odhadnúť, že sa tak stane v priebehu budúcich milión rokov. Ale mohli by sme ju vidieť vybuchnúť aj dnes v noci! Ak by vybuchla vo svojej terajšej vzdialenosti, zažiarila by Betelgeuze ako objekt –9. veľkosti, stokrát jasnejší ako Venuša v jej maximálnej jasnosti, teda súperil by s dorastajúcim Mesiacom.

(James Kaler, University of Illinois)

Otázka: Je niečo za hranicami vesmíru? *(Bethany Pappalardo)*

Odpoveď: Väčšina astronómov a kozmológov by odpovedala nie – vesmír je definovaný ako všetko čo existuje, takže nemôže byť žiadne „za hranicami" vesmíru. Ale existuje hranica pozorovateľného vesmíru. Napríklad galaxiu môžeme vidieť len vtedy, ak uplynulo dosť času od Big Bangu, aby nás jej svetlo dosiahlo. Vzdialenejšia galaxia by sa momentálne nachádzala za naším horizontom, alebo za hranicami nami pozorovateľného vesmíru. Iba po určitom čase by sa objavila v našom kozmickom horizonte, a to ako objekt na počiatku svojho vývoja.

(Richard Talcott)

Otázka: Prečo Jupiter nie je hviezdou, alebo ho môžeme považovať za hnedého trpaslíka? *(Brian Bailey)*

Odpoveď: Hoci má Jupiter 318-krát väčšiu hmotnosť ako Zem, potreboval by ešte 80-krát väčšiu hmotnosť na to, aby sa v jeho jadre mohla spustiť termonukleárna fúzia – tvorba hélia zo štyroch jadier vodíka, pri ktorej sa uvoľňuje energia. Fúzie produkujú energiu, ktorá umožňuje hviezdam svietiť. Hnedí trpaslíci nie sú dosť masívni, aby si udržali takúto nukleárnu reakciu. Tieto „neúspešné hviezdy" sa tak či tak tvoria z medzihviezdneho plynu. Na druhej strane, planéty sa tvoria z prachu a plynu, ktorý sa nachádza v disku formujúcom sa okolo hviezdy, kým tá naberá hmotu. Obe triedy by sa v skutočnosti mohli prelínať – no doteraz nevieme ako.

(James Kaler, University of Illinois)

Otázka: Môže sa niečo pohybovať rýchlejšie ako svetlo? *(John Landreth)*

Odpoveď: Štandardná odpoveď znie – nie. Špeciálna teória relativity nám hovorí, že urýchliť teleso na rýchlosť svetla by znamenalo dodať mu nekonečne veľké množstvo energie, preto nič nemôže byť urýchlené na vyššie rýchlosti. Toto pravidlo sa však vzťahuje len na objekty pohybujúce sa v danom priestore, ale nie na priestor samotný. Vo vzdialenosti 13 mld svetelných rokov, rýchlosť expanzie, vzhľadom na Zem dosahuje rýchlosť svetla. Za touto vzdialenosťou sa pozorovaný vesmír môže skutočne rozpínať rýchlosťou väčšou ako rýchlosť svetla, pretože to, čo sa rozpína, je priestor, a nie objekty v ňom. Tie však nevidíme, lebo sú za naším horizontom udalostí

(James Kaler, University of Illinois, ZM)

Otázka: Prečo astronómovia tak fanaticky veria v Big Bane vzhľadom na množstvo ostatných „teórií", ktoré ostali bokom? *(Richard Murphy)*

Odpoveď: Vedecké teórie nie sú predmetom viery. Sú to akési modely, ktoré sa pokúšajú vysvetliť pozorovania. Astronómovia prijali Big Bang, pretože jeho teória sa najlepšie približuje k vysvetleniu toho, čo vidíme. Nie je dokonalá a je jasné, že ešte nie je kompletná. Avšak vysvetľuje expanziu vesmíru a jej matematické detaily správne predpovedajú súčasné pozorované teploty žiarenia po Big Bangu, zastúpenie ľahkých prvkov a množstvo ďalších parametrov. Ostatné teórie to nedokážu. Zatiaľ Big Bang vysoko vyčnieva ponad ostatné, ale treba sledovať, čo sa bude diať ďalej.

(James Kaler, University of Illinois)

Otázka: Prečo sa stovky astronómov snažia na základe výpočtov nájsť dôkaz o existencii hypotetických hnedých trpaslíkov, kým tisícky dôkazov podporujúcich existenciu UFO ignorujú? Vedecká komunita nereaguje skúmaním popísaných a fotografovaných objektov, ale namiesto toho skúma mentálnu stabilitu pozorovateľov a požaduje po nich fyzikálne dôkazy... Je toto spôsob, akým pracuje seriózna veda? *(Richard Freeman)*

Odpoveď: Áno, toto je spôsob, akým pracuje seriózna veda. Veda sa zakladá na opakovateľnosti experimentu alebo pozorovania a na základe teórie, ktorá dokáže isté veci predpovedať. Objavy, i náhodné, sa musia dať overiť rôznymi spôsobmi. Existenciu hnedých trpaslíkov predpovedá teória hviezdnej evolúcie a existencia slabých hviezd, ktoré ležia tesne nad hranicou hmotnosti hnedých trpaslíkov. Mali by tam niekde byť a určite budú čoskoro objavení. Ich neprítomnosť by bola taktiež vzrušujúca, pretože by zlepšila naše znalosti o vývoji hviezd.

Dôkazy, že UFO sú mimozemské vesmírne lode, sú, bohužiaľ, podozrivé a nekonzistentné, nieto ešte zopakovateľné. Fotografie a videozáznamy sú ľahko falšovateľné a zdá sa, že UFO sú pozorované alebo pozorovateľné iba vybranými ľuďmi. Fotografia hnedého trpaslíka môže byť tiež sfalšovaná, ale každý pozorovateľ by mal možnosť urobiť novú fotku, aby sa ukázalo, či to bol reálny objekt.

V skutočnosti vedci preskúmali rôzne dôkazy, spomeňme napr. Condon Report (čo bolo preverené Leteckými silami USA v 60-tych rokoch), a výsledné zistenia akceptovali. Nevidia však žiadny závažný dôvod na to, aby preverovali tento prameň znovu, pretože dôkazy ostávajú rovnaké. UFO-lógovia výsledky pátrania odmietli prijať a je nepravdepodobné, že by ich niekedy nejaká vedecká správa mohla presvedčiť – ich postoj k vede je v zásade odmietavý.

(James Kaler, University of Illinois)

IAU kolokvium č. 173 v Tatrách

Od 24. do 28. augusta 1998 sa v Starej Lesnej pod Vysokými Tatrami konala významná astronomická konferencia nazvaná „Vývoj a zdrojové oblasti asteroidov a komét", organizovaná Medzinárodnou astronomickou úniou v spolupráci s Astronomickým ústavom Slovenskej akadémie vied.

Pozrime sa na niektoré vybrané oblasti výskumu malých telies – s ohľadom na výsledky prezentované na konferencii – podrobnejšie.

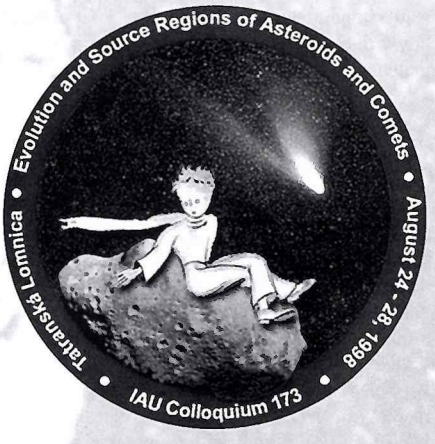
Od začiatku 80. rokov bolo objavených asi 50 telies nového pásu malých telies na okraji našej planetárnej sústavy, tzv. Kuiperov-Edgeworthov pás. Dráhy týchto telies sú približne kruhové, sústredené blízko roviny ekliptiky, teda roviny, v ktorej obiehajú okolo Slnka aj veľké planéty. Tým sa tento pás podobá na pás asteroidov nachádzajúci sa oveľa bližšie k Slnku, medzi dráhami Marsu a Jupitera. Pás asteroidov bol objavený v priebehu minulého storočia. Napriek tejto podobnosti by však telesá v Kuiperovom-Edgeworthovom páse mali mať kometárny charakter. Podstatnú časť uvedených telies objavili americkí astronómovia na Havajských ostrovoch.

Na konferencii túto skupinu zastupovala dr. Karen J. Meechová. Štúdium dráh známych telies v Kuiperovom-Edgeworthovom páse ukázalo, že pohyb väčšiny z nich je kontrolovaný gravitáciou Neptúna. Takýmto prípadom je aj Pluto so svojím satelitom Charónom. Kedysi bolo Pluto považované za poslednú veľkú planétu Slnečnej sústavy, dnes je považované za najväčšie z telies vonkajšieho pásu. Časť z telies pri Neptúne však nie je gravitačne viazaná s touto, či inou planétou, a ukazuje sa, že ich dráhy nie sú stabilné počas celej existencie Slnečnej sústavy. Na konferencii sa problému vťahovania týchto telies do vnútra planetárneho systému venoval dr. Hal Levison z USA. Na časovej škále niekoľko sto tisíc až niekoľko miliónov rokov je v priemere jedno teleso z Kuiperovho-Edgeworthovho pásu vtiahnuté až do oblasti vnútorných, terestrických planét. Skôr či neskôr sa zrejme rozpadne na množstvo úlomkov s rozmermi od niekoľko sto metrov do niekoľkých kilometrov a tieto úlomky predstavujú nebezpečie pre život na Zemi. Uvedené úlomky však nie sú jedinými telesami križujúcimi zemskú dráhu. Ďalšími nebezpečnými telesami sú asteroidy z pásu medzi Marsom a Jupiterom, ako aj aktívne, či vyhasnuté jadrá krátkoperiodických komét.

Na konferencii bolo problému ohrozenia Zeme z kozmu venované celé jedno poldňové sedenie, na ktorom vystúpili so svojími príspevkami odborníci na výpočet dráh z Rakúska, Talianska, Francúzska, Rumunska, Argentíny, Čiech, Ruska, aj Japonska (okrem už spomínaných z USA). Už dávnejšie sa odhadovalo, že katastrofa, aká sa vyskytla v roku 1908 pri osade Tunguzska na Sibíri (došlo tam vtedy k úplnému zničeniu niekoľko sto kilometrov štvorcových lesa), postihuje Zem zhruba každých 300 rokov. Globálna katastrofa z kozmu hrozí našej planéte – životu na nej – raz za zhruba 5 až 10 miliónov rokov. Nové odhady urobené z nových dát, prezentované na konferencii, potvrdili staršie. Kometárne jadrá ale nepredstavovali pre život na Zemi iba katastrofu. Odhady materiálu, ktorý ročne z kozmu spadne na Zem (asi 150 tisíc ton) nasvedčuje, že Zem v čase svojho vzniku mohla byť bez vody a teda pre život nehostinná. Iba v prvej asi miliarde rokov jej existencie sem voda napadala z kozmu najmä vo forme kometárnych jadier. Vtedy boli totiž povrchy planét a ich mesiacov vystavené ďaleko intenzívnejšiemu bombardovaniu z kozmu ako dnes.

V posledných dvoch desaťročiach bola spresnená aj naša predstava o tzv. Oortovom oblaku, kde sa nachádzajú klasické kométy. Tento oblak zaberá guľový priestor okolo Slnka o rozmeroch zhruba tisíc až dvetisíc krát väčších než je vzdialenosť poslednej planéty, Neptúna, od Slnka. Rozprestiera sa vlastne až do oblastí, kde je gravitačná dominancia Slnka vyvažovaná gravitáciou najbližších hviezd. Skúmaním fyzikálnych a chemických vlastností sa zistilo, že kométy Oortovho oblaku museli vznikať pozvoľne v chladnom prostredí, čo bolo možné na dvoch miestach vo vesmíre: na okraji protoplanetárneho disku na začiatku formovania sa planét, alebo v chladných, relatívne hustých medzihviezdnych molekulárnych oblakoch. Ako sa teda dostali do Oortovho oblaku, kde sa nachádzajú v súčasnosti? Táto otázka doteraz nebola uspokojivo zodpovedaná.

Tí, ktorí tvrdia, že kométy vznikli na okraji pro-



toplanetárneho disku, navrhli gravitačnú ejekciu komét von z tohto disku vonkajšími planétami, Uránom a hlavne Neptúnom. Ukázalo sa však, že celková hmotnosť komét vyvrhnutých von z oblasti Urána a Neptúna musela byť mnohonásobne vyššia, než je hmotnosť pôsobiacich planét, preto je tento scénar neprípustný. Na druhej strane nie je známy ani žiadny účinný mechanizmus záchytu medzihviezdnych komét Slnečnou sústavou. Domácimi odborníkmi bola na konferencii navrhnutá nová koncepcia snažiaca sa preklenúť problém transportu komét. Predpokladajú, že kométy vznikajú v medzihviezdnych oblakoch, pričom ale kométy našej Slnečnej sústavy nevznikli v ľubovoľnom oblaku, ale v jej rodičovskom oblaku, z ktorého sa kontrakciou utvorilo Slnko a planéty. Kometárne jadrá sa kontrakcie zúčastňovali iným spôsobom, ako atómy, molekuly a mikroskopický prach. Štúdium ich dynamiky naozaj ukázalo, že mohli zostať vo veľkých vzdialenostiach od Slnka aj po skončení kontrakcie. Takto teda Oortov oblak predstavuje akýsi pozostatok z čias, keď Slnečná sústava bola oblakom medzihviezdnej hmoty. Hoci náčrt novej koncepcie nediskutoval všetky problémy vzniku komét, táto koncepcia sa zdá byť východiskom.

Jedna séria príspevkov na konferencii sa týkala vzťahu našej Slnečnej sústavy a galaktického prostredia. Ukázalo sa totiž, že Galaxia (po slovensky „Mliečna cesta") z času na čas priamo vplýva na Oortov oblak komét, odkiaľ kométy buď vypudzuje preč, alebo skracuje ich dráhy, čím sa stávajú pozorovateľné v oblasti zemskej dráhy. Deje sa tak pri náhodných blízkych prechodoch hviezd a prechodoch Slnečnej sústavy priamo cez oblaky medzihviezdnej hmoty, pričom na Oortov oblak ešte neustále pôsobí mohutné galaktické jadro. Pozorovateľ na Zemi by v takýchto obdobiach mohol vidieť na oblohe buď nezvykle jasnú hviezdu, alebo naopak, všetky hviezdy by boli znateľne pohasnuté – čiastočne zaclonené materiálom medzihviezdneho mračna.

Z ostatných tém, ktorých sa príspevky na konferencii dotkli, boli zaujímavé tie, študujúce akréciu Urána a Neptúna, vzájomné kolízie malých telies, rodiny asteroidov a binárne asteroidy, svetelné krivky asteroidov, polarimetrické a fotometrické štúdie komét, príspevky venujúce sa priblíženiu hviezd k Slnečnej sústave a ich poruchy na Oortov oblak, možným medzihviezdnym kométam, záchytu krátkoperiodických komét na retrográdne dráhy okolo obrích planét, či detekcii meteoroidov na kometárnych dráhach majúcich vysokú hustotu. Čiže príspevkov a tém bolo mnoho – ani s týmto dodatkom ich zoznam ešte nie je úplný. Z príspevkov konferencie bude zostavený a vydaný zborník. Okrem striktne vedeckej náplne, každá konferencia v snahe vytvoriť priestor pre neformálne diskusie zahŕňa aj spoločenské podujatia. IAU kolokvium č. 173 začínalo neformálnym stretnutím už v nedeľu večer, v čase registrácie účastníkov. Na druhý deň mali účastníci možnosť prezrieť si areál Astronomického ústavu SAV v Starej Lesnej. Nasledujúci deň však exkurzia na Skalnaté Pleso a Lomnický Štít musela byť zrušená kvôli nepriaznivému počasiu a tak voľné popoludnie mnohí účastníci využili na organizovanú návštevu relatívne blízkej Belianskej jaskyne. V stredu večer bol na programe koncert komornej skupiny Societa Rigata.

Konferencie sa celkovo zúčastnilo 87 astronómov a 15 sprevádzajúcich osôb z 22 krajín sveta zo 7 svetadielov (vrátane Oceánie, okrem Afriky). Prínosom výrazne oceňovaným kolegami zo Západu bola pomerne vysoká účasť 20 astronómov z rozvojových krajín a krajín bývalého Sovietskeho zväzu (celkovo 5 krajín). Kvôli ekonomickým ťažkostiam je rozvíjanie základného výskumu v týchto krajinách dosť problematické. Jeho zachovanie aspoň v minimálnej miere je však vysoko žiadúce. Spomínaná účasť by pochopiteľne nebola možná bez finančnej podpory. Dosť veľké prostriedky pre túto podporu boli vyčlenené samotnou Medzinárodnou astronomickou úniou. Nezanedbateľný vklad predstavoval registračný poplatok. Tu treba dodať, že všetky spoločenské podujatia (okrem privítacieho neformálneho stretnutia) si hradili účastníci sami. Nepríjemným sklamaním bola – dalo by sa povedať až zásadová – ignorancia podujatia našími ekonomickými subjektami. Vysvitlo, že niektoré spoločnosti majú dokonca priamo v zásadách sponzoringu nepodporovať, okrem iného, vedecké inštitúcie a podujatia. O to väčšia vďaka patrí tým niekoľkým sponzorom, ktorí podujatie podporili (a ktorých tu žiaľ nemožno vymenovať). No ešte aj v týchto prípadoch sa vlastne jednalo o pobočky zahraničných spoločností na Slovensku, nie rýdzo domáce firmy. Astronomická konferencia v Tatrách dokázala, že svet sa nám nevyhýba. Len my sami musíme mať záujem spolupracovať a nebáť sa investovať prostriedky, čas a energiu ani do tak náročnej práce, akou je vedecký a potom aplikovaný výskum. Dnes sa na svetových trhoch dá zarobiť len predajom produktov, ktoré sú výsledkom v prvom rade duševnej, nie manuálnej práce.

RNDr. Luboš Neslušan, CSc.,
Astronomický ústav SAV

Meteoroidy 1998

Medzinárodná konferencia Meteoroids 1998, ktorú usporiadalo Oddelenie medziplanetárnej hmoty Astronomického ústavu SAV v spolupráci s Komisiou Medzinárodnej astronomickej únie (IAU) pre meteory a medziplanetárny prach sa uskutočnila v priestoroch hotela Academia v Starej Lesnej v dňoch 17.–21. augusta 1998. Účasť 70 zahraničných astronómov z 18 štátov a prítomnosť takmer všetkých významných predstaviteľov meteorickej astronómie vo svete naznačila, že šlo o vrcholové podujatie tejto disciplíny, ktoré stojí za pozornosť.

Ako usporiadatelia môžeme byť po odbornej ako aj organizačnej stránke spokojní s tým, že v priebehu posledných siedmich rokov sa už tretíkrát zišli naši kolegovia vo výskume meteorickej hmoty na Slovensku (r. 1992 v Smoleniciach a r. 1994 v Bratislave). Tentoraz na dvoch oddelených podujatiach nasledujúcich tesne po sebe. *(Pozri článok L. Neslušana v tomto čísle!)* Hlavným dôvodom, pre ktorý sme sa s dr. Porubčanom rozhodli oddeliť našu meteorickú konferenciu od kometárnej a asteroidálnej bol neobyčajný záujem o prezentovanie meteorických výskumov, ktoré by neboli mohli mať pri spoločnom podujatí takú šírku. Okrem toho prienik výskumov sa iba čiastočne prekrýval; oboch podujatí sa zúčastnila asi tretina účastníkov.

Čo nového priniesli radary?

Prvé zasadanie uviedol predseda vedeckého organizačného výboru konferencie a predseda komisie IAU pre meteory Novozélanďan Jack Baggaley prednáškou o novom vysokovýkonnom radarovom systéme v Christchurch, ktorý je schopný registrovať tisíce meteorických častíc každú hodinu vstupujúcich do atmosféry Zeme a určiť ich parametre, z ktorých dokáže odvodiť ich pôvodné dráhy. Tento vysokovýkonný systém dokáže zaznamenávať detailné pohyby vzdušných más, účinky slapov a gravitačných síl na pohyby atmosféry, prispieť k objasneniu fyzikálno-chemických procesov odohrávajúcich sa pri tvorbe meteorických stôp až po štúdium drobných meteorických rojov a detekciu interstelárnych dráh meteorov.

Skupina Mathewsa a Meisela z USA využila vysokofrekvenčný radar v Arecibo na skúmanie mikrometeoroidov z oblasti antapexu. Zdá sa, že zachytili častice zodiakálneho oblaku. Oddelením odrazov od malého okolia meteorickej častice v atmosfére (tzv. čelnej ozveny) od klasickej stopy ukázali, že rozmery z ktorých sa takto získa odraz majú minimálne rozdiel jedného rádu, okolo 1 m pri čelných ozvenách a okolo 10 m pri klasických stopách. Austrálčan G. Elford odvodil z radarových pozorovaní v Adelaide fragmentáciu meteoroidov počas preletu atmosférou, ktorá sa doteraz určovala iba opticky. Novšie radary poskytujú spresnené rozdelenia výšok meteorov i ich dráhových charakteristík oproti doterajším učebnicovým údajom.

Spektrá meteorov

Meteorické spektrá boli na konferencii doménou ondřejovskej školy. Zásluhou Z. Ceplechu a jeho mladších kolegov, najmä Spurného, Borovičku, Pecinu i ďalších je dnes teória fyziky meteorov veľmi detailne rozpracovaná. Desaťročia systematických pozorovaní im umožnili vysvetliť a matematicky veľmi presne určiť deje nielen pri prechode meteorického telieska atmosférou, vrátane ich postupného odplavovania či odnášania (ablácie) ich povrchu a ich decelerácie, pri veľkých telesách až po dopad na Zem, ale i určovať chemické zloženie teliesok, hoci spektrálne čiary závisia predovšetkým od rýchlosti vstupu meteoroidu do atmosféry. Spolu s dráhovými charakteristikami potvrdzujú rozdelenie meteorických častíc podľa ich materských telies na asteroidálne a kometárne, pričom jednotlivé telesá sa diametrálne líšia.

Meteorické roje a ich materské telesá

Robert Hawkes a Margareta Campbellová z Kanady skúmali zloženie Perzeíd a Leoníd pomocou CCD komôr až do 8 magnitúdy. Pozorované svetelné krivky potom použili na počítačové modelovanie ablácie, pričom sa ukázalo, že ešte pred jej ukončením sa telieska väčšinou rozpadávajú na fragmenty, v súlade s modelom kometárneho jadra ako prachovej gule. Ako je známe Perzeidy i Leonidy sú kometárnymi rojmi. Meteorické roje ako ukázal I. Williams z Veľkej Británie nám tak poskytujú informácie o štruktúre materského telesa a to nielen o ich fyzikálnom zložení ale i o vývoji dráhy v medziplanetárnom priestore. Vývoj dráh rojov a ich materských telies bol predmetom analýz celého radu referátov: Evolúciu roja Perzeíd analyzoval Kanaďan P. Brown, Ksi Orionidy B. Lindblad zo Švédska, klasické Orionidy Lindblad a Porubčan, komplex Tauríd P. Babadžanov z Tadžikistanu, asteroidálne roje J. Obrubov z Ruska. Simultánne radarové a televízne pozorovania Geminíd uskutočnili Japonci s kolektívom Y. Fujiwaru a M. Uedu. Geminidy analyzovali aj P. Brown a J. Rendtel z Nemecka, Pecina a Šimek z ČR. Historické roje sprítomnil I. Hasegawa z Japonska. Zo starých čínskych kroník identifikoval pozorovania meteorického roja Geminíd v r. 1077 a decembrových Monocerotíd dokonca z r. 381. Tieto dokumentačné údaje veľmi spresňujú vývoj dráh rojov a ich štruktúru. Poliak T. Jopek, Talian G. Valsecchi a Francúz C. Froeschle urobili klasifikáciu meteorických rojov. Metódu na hľadanie difúznych rojov podali naši kolegovia J. Svoreň a L. Neslušan.

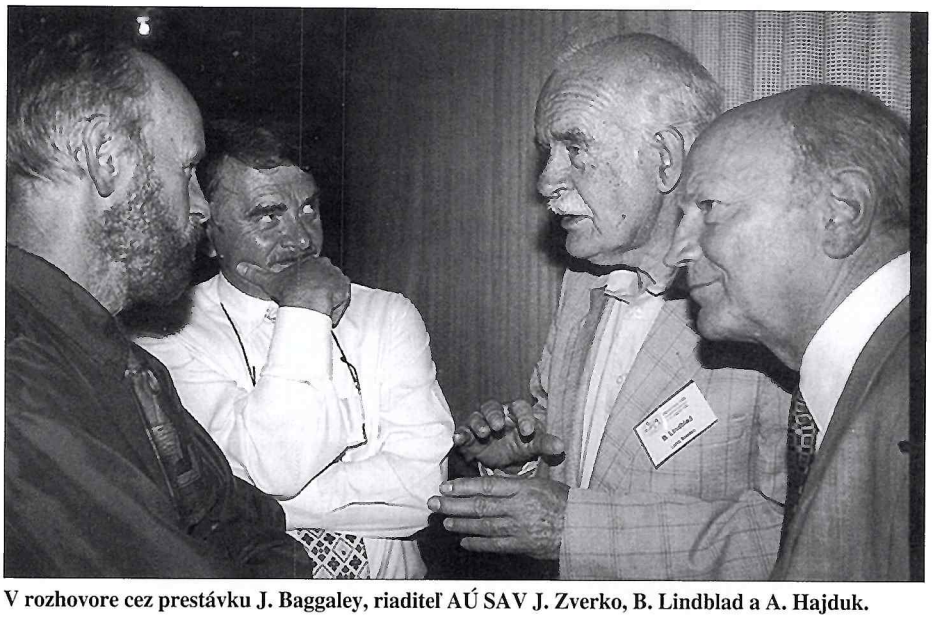
Leonidy

V očakávaní meteorického dažďa Leoníd 17. novembra 1998 a 1999 sa nieslo taktiež viacero referátov. Prehľad aktivity roja Leoníd za posledných 130 rokov vypracovali O. Belkovič a O. Išmukhametova z Kazane. Taliansko-slovenské radarové pozorovania za posledné 3 roky (1995–97) aktualizovali tento rad. Z pozorovaní odvodené predpovede dažďa Leoníd prezentoval P. Brown i náš kolega J. Tóth z Observatória Komenského univerzity v Modre. Z nášho stredoeurópskeho pohľadu je nesmiernou škodou, že tento úkaz nebudeme môcť z nášho územia pozorovať, a to ani radarom, pretože radiant Leoníd bude pri prechode Zeme cez najhustejšiu oblasť prúdu Leoníd (20:43 SEČ), bohužiaľ, pod obzorom.

Interstelárne meteoroidy

Veľmi presné harvardské fotografické pozorovania nepreukázali jasne existenciu väčších interstelárnych meteorov, pochádzajúcich z oblastí medzihviezdnych mračien mimo slnečnej sústavy. Ak existujú, muselo by ich byť, podľa štatistiky, menej než jeden z desaťtisíca. Preto sa rozbehli rozsiahlejšie programy, a najmä štúdium veľmi malých teliesok, a to vysokovýkonnou radarovou alebo novšou televíznou technikou. Autori týchto programov po vyhodnotení pozorovaní sú presvedčení že interstelárne meteory registrujú (J. Baggaley, B. Kaščejev, G. Andrejev, V. Sidorov, Y. Kramer, V. Smirnov a ďalší). Mne osobne sa na týchto prácach nepozdáva byť dostatočnou analýza chýb meraní, je založená iba na štatistických údajoch nameraných geocentrických rýchlostí a takmer ignoruje zdroje možných systematických chýb. V každom prípade ide o príliš mnoho materiálu svedčiaceho v prospech možnosti existencie interstelárnych meteorov a preto budú zrejme ešte dlhý čas v popredí zá-

Skupina veteránov (A. Hajduk, M. Hajduková, B. Lindblad, O. Beljajev, P. Babadžanov, V. Sidorov, Z. Ceplecha, G. Elford, M. Šimek, J. Rajchl, B. McIntosh a V. Porubčan), ktorá sa zúčastnila prvej medzinárodnej meteorickej konferencie na Slovensku roku 1967.



V rozhovore cez prestávku J. Baggaley, riaditeľ AÚ SAV J. Zverko, B. Lindblad a A. Hajduk.

ujmu vedeckej obce, už aj preto, že dôkaz ich existencie, prípadne ich tokov by mal ohromný kozmogonický dopad.

Dopady väčších telies a možné kozmické katastrofy

Predpokladám, že čitatelia časopisu Kozmos sú natoľko zorientovaní, že ich nemusím presviedčať o tom, že nám v dohľadnej dobe nehrozí koniec sveta, aspoň nie od veľkých asteroidov alebo komét. Tak tomu je síce iba zo štatistického hľadiska, ale dnes, pri sústavnom sledovaní týchto telies sme už schopní zamedziť prípadnej katastrofe buď odchýlením dráhy alebo i zničením alebo rozdrobením nebezpečného telesa. Aj preto je potrebná činnosť astronomického sledovania nášho kozmického okolia. časť našej konferencie bola zameraná na objekty prichádzajúce do blízkosti Zeme (tzv. NEO – Near Earth Objects), ktoré majú perihélia vnútri zemskej dráhy alebo v jej blízkosti. O ich vzťahoch k meteorickým rojom referoval J. Obrubov na príklade dynamického vývoja dráhy konkrétneho asteroidu typu Apollo (4015 – Wilson-Harrington), ktorý ešte pred tridsiatimi rokmi bol telesom kometárneho typu a bol evidovaný ako periodická kométa Wilson-Harrington (1949 III). Je to vlastne prvé identifikované teleso, ktoré ako čerstvo vyhasnutá kométa sa zmenila na typ asteroidu (bez kómy a chvosta). Poskytuje dobrú príležitosť na nájdenie k nemu prislúchajúceho meteorického roja s čiastočkami pohybujúcimi sa v okolí jeho dráhy. Obrubov ukázal i na iných príkladoch, že vývoj dráh viacerých komét môže končiť vďaka poruchovému pôsobeniu Jupitera v relatívne stabilných dráhach asteroidov typu Apollo. Veľmi zaujímavým prípadom je aj nedávna jasná kométa Hale-Bopp s perihéliom vnútri dráhy Zeme (o necelú desatinu astronomickej jednotky). Dráhový vývoj tohto obrovského telesa s priemerom okolo 100 km ukazuje, že vplyvom Jupitera sa zmení i jeho dráha tak, že sa r. 4373 vráti do bezprostrednej blízkosti dráhy Zeme. Kométu Hale-Bopp snímali CCD kamerami aj pozorovatelia Observatória Komenského Univerzity v Modre a T. Paulech referoval o úbytku hmoty kométy a o jej rotácii odvodenej práve z pozorovaní v Modre. O nebezpečí komét a asteroidov referovali aj J. Vološčuk a B. Kaščejev, O. Belkovič a jeho kolektív a navrhli výstavbu celosvetovej radarovej siete staníc na monitorovanie nebezpečných telies. Aby sme nezabudli na predstavu hrozieb: udalosť typu Tunguskej katastrofy sa objavuje s pravdepodobnosťou raz za tisíc rokov, udalosť, ktorá môže vyvolať globálne efekty raz za 30 000 rokov a katastrofa takého rázu aká pravdepodobne spôsobila vyhynutie veľjašterov a mnohých iných živočíšnych druhov sa stáva zhruba raz za niekoľko desiatok miliónov rokov. Spomínaná katastrofa sa stala asi pred 65 miliónmi rokov.

Uvedené štatistiky za zakladajú na sledovaní menších telies, ktoré dopadajú na Zem ako meteority, alebo stačia zhorieť v atmosfére a pozorujeme ich ako bolidy. Zdeněk Ceplecha referoval o superbolidoch zodpovedajúcich telesám hmotnejším než 1000 kg a prejavujúcimi sa jasnosťou väčšou než - 17 magnitúdy. V spolupráci s Američanmi sa organizuje družicová sieť na ich registráciu. Analýzu meteoritu Fermo, o ktorom sme už v Kozmose informovali, podal G. Cevolani z Bologne a japonsko-slovenskú spoluprácu pri analýze remanentnej magnetizácie chondritu Rumanova predstavili I. Túnyi, O. Orlický, M. Funaki a V. Porubčan. Bolo by zaujímavé nájsť kozmické balvany v dráhach meteorických rojov. Z pozorovaných rozpadov komét je zrejmé, že musia existovať v dráhach meteorických rojov vzniknutých z rozpadnutých komét aj telesá o rozmeroch niekoľko desiatok metrov, ktoré sa vymykajú dosahu používaných teleskopov. Ak však zameriame napr. 60 cm teleskopy do blízkosti radiantu meteorického roja, máme reálnu šancu takéto teleso zachytiť na jeho obežnej dráhe. Takýto projekt predstavil A. Galád. Na reálne zachytenie telesa na snímke ovšem treba aj kus šťastia.

Aj katastrofy iného typu boli predmetom konferencie. I malé zrniečka kozmického prachu môžu byť nebezpečné pre posádky kozmických lodí na obežnej dráhe Zeme, ale i v súvislosti s chystanou posádkou na Mars a v "ďalšej perspektíve i na mesiace planét. A. Graps a E. Grün z nemeckého Inštitútu Maxa Plancka informovali o meraniach kozmickej sondy Galileo v oblasti Jupitera. Zistili dva prúdy prachových častíc, ktorých pôvodom je s najväčšou pravdepodobnosťou vulkanická činnosť na Jupiterovom mesiaci Io. A. Krivov, I. Mann a H. Kimura predstavili najnovší dynamický model oblaku kozmického prachu v blízkosti Slnka. Určitým nedostatkom modelu je predpoklad o pravidelnom sférickom tvare zrniečok. I. Kapišinský a M. Kocifaj na základe poznatkov, ktoré získali analýzou družicových vzoriek kozmického prachu, ktoré nám poskytla NASA, odvodili rovnice pohybu častíc nepravidelného, nesférického tvaru a podarilo sa im ukázať, že životnosť častíc pri pôsobení Poynting-Robertsonovho efektu je o celý rád vyššia, než za predpokladu sférických častíc.

Celkom na záver spomeniem ešte hrozbu z úbytku ozónu v atmosfére. M. Šimek s J. Jonesom ukázali, že koncentráciu ozónu v sekundárnej vrstve vo výškach 80–100 km možno určiť z rozdelenia trvaní radarových ozvien od stôp meteorov. Vďaka tejto metóde sa nám podarilo v rámci spoločného taliansko-slovenského projektu určiť koncentráciu ozónu v období meteorických rojov Lyríd, Leoníd a Geminíd v predchádzajúcich rokoch a ukázať klesajúci trend tejto koncentrácie. Ak sa ukáže, že tento trend bude pokračovať i v ďalších rokoch, bude možné vypočítať dobu zodpovedajúcu nebezpečenstvu z úbytku ozónu.

Medzinárodná konferencia Meteoroids 1998 okrem iného ukázala, že v oblasti výskumu medziplanetárnej hmoty držíme na Slovensku krok so svetom. A vďaka úspešnému kolektívu dnešných doktorandov máme aj perspektívu. Domnievam sa, že takýchto úspešných vedeckých oblastí je u nás pomerne málo.

Prof. RNDr. Anton Hajduk, DrSc.

Naša astronomická mládež na Skalnatom Plese s P. Rychtarčíkom a doc. Hajdukovou uprostred. (Zľava A. Galád, P. Paulech, J. Tóth, E. Kostolanský, L. Kornoš, P. Zigo a Š. Gajdoš.)

Sledování vývrhu hmoty na kometě Halle-Bopp pomocí kreseb

– Z důvodů, že kreslení jako dokumentace objektů se jaksi z časopisů vytrácí, posílám svoji serii kreseb komety Hale-Bopp, – píše nám Bohumil Ruprecht z Pardubíc a pokračuje: – Fotografie je jistě pro astronomii výborný pomocník, ale na lidské oko v mnohém ještě nestačí. Kreslení je navíc práce zajímavá, kde zručný kreslíř směle v jistých podmínkách fotografii konkuruje.

Rozsah sledovaného období je od 23. února do 23. dubna 1997. Nejzajímavější byl úkaz intenzivního vývrhu hmoty z jádra komety do meziplanetárního prostoru. Ze souboru 18 pozorování 6 vybraných kreseb dokumentuje tento úkaz a zároveň názorně ukazuje vývoj komy z jádra komety.

I když má většina komet kruhový tvar komy, přesto u celé řady objektů můžeme pozorovat i v komě určitou strukturu. Existují jisté fyzikální děje, které podstatně ovlivňují tvar komet, a tím i tvar jejich nejjasnějších částí, tj. komy. Je to především nerovnoměrnost ve vyvrhování plynných či prachových částic z jádra do meziplanetárního prostoru. Materiál není vyvrhován všemi směry, nýbrž převládá jeden určitý směr. Největší množství plynu a prachu se uvolňuje na polovině jádra přivrácené ke Slunci. Částice tedy vyletují převážně ve směrech ke Slunci, přičemž jistou úlohu má smysl a rychlost rotace jádra. U řady komet můžeme pozorovat paprsky jako u vodotrysku, které svědčí o tom, že hmota je jakoby vystřikována směrem ke Slunci. Tyto částice potom podlehnou odpudivé síle pocházející od Slunce a vytvoří tzv. fontánový tvar komy. Paprsky, které podléhají silovým účinkům a charakterizují fontánový efekt, nazýváme syndynamy. Spojnice částic vyvržených ve stejnou dobu z jádra nazýváme synchrony.

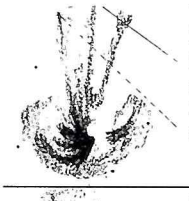
(Fyzika komet, J. Bouška, V. Vanýsek)

Bohumil Ruprecht, Pardubice

Soubor 18 kreseb komety C 199501 Halle-Bopp je zhotovených v období od 25. února do 23. dubna Bohumilem Ruprechtem v lokalitě Drážka Pardubice, refraktorem 120/750. Použitý přístroj je složen z objektivu BAUART BLC 1:6,3, díl německé letecké komory, zenitového hranolu 40 × 40 mm a obřího okuláru f=40 mm. Výstupní pupila je 6,4 mm. Dalekohled je na azimutální přenosné montáži, opatřený překreslovací deskou a regulací osvětlení. Obraz se vkresluje do přetištěných kartiček s vnitřním kruhem o průměru 70 mm. Kresby jsou zaměřeny k zachycení vývoje komy v nejbližším okolí jádra komety. Základní údaje jsou doplněny o povětrnostné podmínky a současné události. Celý soubor kreseb byl pořízen z balkonu budovy, která byla osvícena pouličními lampami.

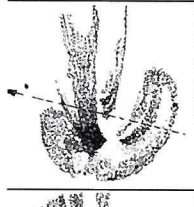
VÝSLEDKY Z POZOROVÁNÍ, zpracovány 5. ledna 1998

Kresba z 8. března 1997. Zakresleno výrazné vyvrhnutí hmoty z jádra. Zřetelně oddělené čtyři proudy míří ke Slunci.



Kresba z 11. března 1997. Z vyvrhnuté hmoty se utváří fontánový tvar komy – syndynamy. Nejvíce však z boku jádra směrem ke Slunci.

Kresba z 12. března 1997. Fontánový tvar komy se utváří. Syndynamy jsou spojité snad vlivem rotace nebo nepravidelným tvarem jádra.

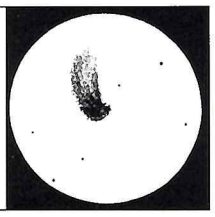


Kresba z 13. března 1997. Syndynamy jsou spojité a fontánový tvar komy sílí i na odvrácené straně ke Slunci.

Kresba z 23. března 1997. Zakresleno opětovné vyvrhnutí hmoty z jádra. Znatelné tři syndynamy. (Dokončena otočka jádra?)

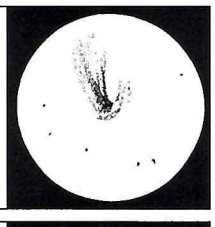
Kresba z 30. března 1997. Mohutný fontánový tvar komy při největším přiblížení. Syndynamy zanikají v záři komety.

23. února 1997
05.45 – 05.55
SEČ
jasno
hodnocení 7/8

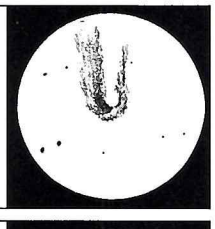


27. února 1997
04.45 – 04.55
SEČ
mlhavo
hodnocení 6/8

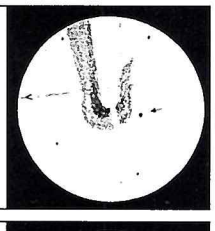
28. února 1997
04.45 – 04.55
SEČ
jasno
hodnocení 7/8



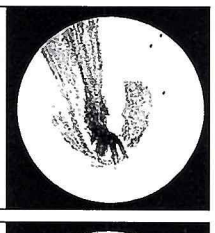
1. března 1997
04.15 – 04.25
SEČ
jasno
hodnocení 8/8



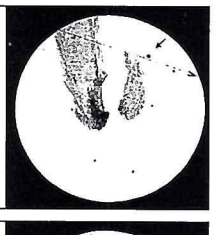
5. března 1997
04.25 – 04.36
SEČ
jasno, –1 °C
zaznamenán přelet družice
hodnocení 8/8



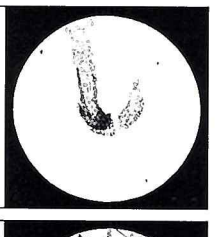
8. března 1997
04.50 – 04.59
SEČ
jasno,
teplota –2 °C
hodnocení 8/8



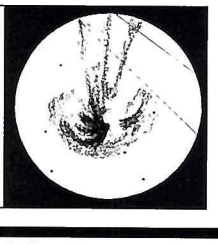
9. března 1997
04.50 – 05.02
SEČ
mlhavo,
zaznamenán přelet družice,
hodnocení 6/8



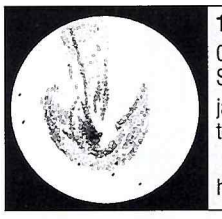
10. března 1997
04.30 – 04.40
SEČ
silná mlha
hodnocení 4/8



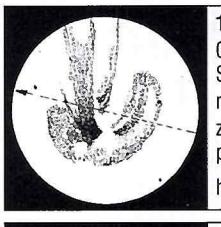
11. března 1997
04.30 – 04.42
SEČ
jasno, 0 °C
zaznamenán 2× přelet družice
hodnocení 8/8



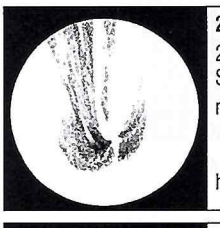
12. března 1997
04.45 – 04.57
SEČ
jasno,
teplota 0 °C
hodnocení 8/8



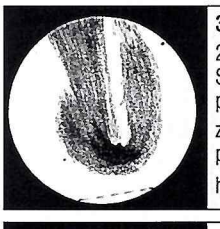
13. března 1997
04.50 – 05.02
SEČ
mlhavo
zaznamenán přelet družice
hodnocení 6/8



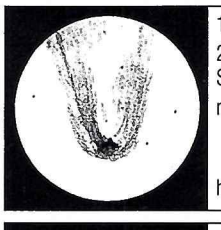
23. března 1997
20.10 – 20.22
SEČ
mlhavo
hodnocení 6/8



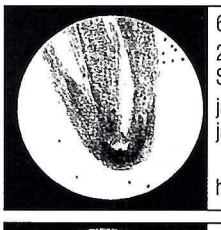
30. března 1997
20.45 – 20.57
SEČ, jasno,
přechod mraků
zaznamenán přelet družice
hodnocení 7/8



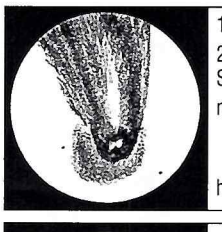
1. dubna 1997
21.20 – 21.32
SEČ
mlhavo
hodnocení 6/8



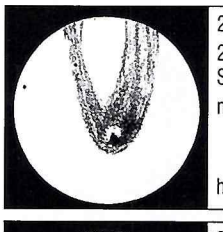
6. dubna 1997
21.20 – 21.34
SEČ
jasno,
jas. sk. hvězd
hodnocení 8/8



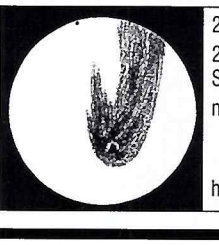
13. dubna 1997
21.40 – 21.52
SEČ
mlhavo
hodnocení 6/8



21. dubna 1997
22.35 – 22.45
SEČ
mlhavo
hodnocení 4/8



23. dubna 1997
22.15 – 22.25
SEČ
mlha
hodnocení 4/8



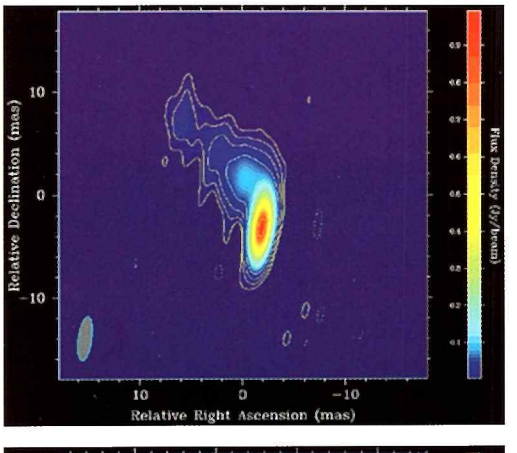
VLBI / VSOP – ďalekohľad väčší ako Zem

Satelit HALCA, spolu so sieťou 48 pozemských rádioteleskopov rozmiestených v 15 krajinách na Zemi, vytvára zariadenie, ktorého rozlišovacia schopnosť je 100-krát väčšia ako v prípade Hubblovho vesmírneho ďalekohľadu. (Čím je vzdialenosť medzi anténami väčšia, tým presnejšie sa dá určiť smer, odkiaľ rádiové vlny prichádzajú, čo zvyšuje rozlišovaciu schopnosť celého systému.)

VLBI – Very Long Baseline Interferometry je medzinárodný projekt na báze interferometrie s veľmi dlhou základňou. Ide tu o spoluprácu niekoľkých pozemských rádioastronomických observatórií, ktoré, využívajúc interferenciu elektromagnetického vlnenia, simultánne pozorujú rádiové zdroje.

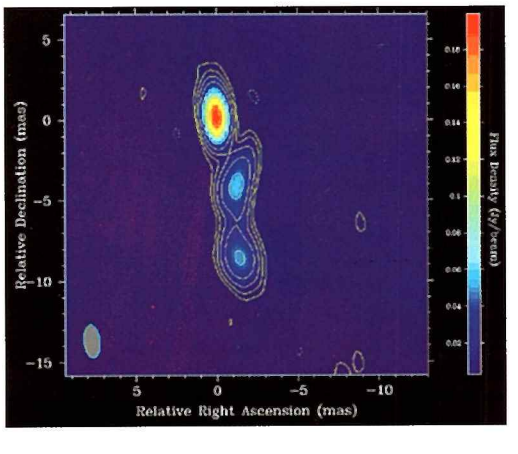
Rádiový obrázok (1,6 GHz) kvazaru 1156+295

bol získaný 4. júna 1997 (VLBA (USA) a HALCA). Červený posuv tohto zdroja (z = 0,729) zodpovedá vzdialenosti 6,3 mld svetelných rokov. Kvazar má kompaktné jadro a dobre vidieť štruktúru výtrysku, ktorý je ohnutý smerom k jadru. Štandardný fyzikálny model pre takúto štruktúru predpovedá existenciu masívnej čiernej diery v jadre a symetrické relativistické výtrysky z jadra, generované akréciou hmoty okolo čiernej diery. Vďaka veľkému dopplerovskému efektu, pozorujeme len výtrysk smerujúci k nám. Predchádzajúce VLBI pozorovania indikovali zdanlivo nadsvetelné rýchlosti vo výtrysku, čo vedci interpretujú ako jav spôsobený relativistickým pohybom plazmy v blízkosti zorného lúča. Jedna oblúková milisekunda vo vzdialenosti kvazaru zodpovedá 17,5 svetelného roku. (V ľavom dolnom rohu je zobrazený syntetizovaný lúč (synthetised beam) 4,4 oblúkovej milisekundy s polšírkou v polovici maxima 1,4 obl. milisek a pozičným uhlom –8,9 stupňa.)



Ultraluminózny kvazar 0014+813

s červeným posuvom z = 3,366 je jedným z najsvietivejších známych kvazarov a je vo vzdialenosti 13,6 mld svetelných rokov. Na rádiovom obrázku (1,6 GHz) vidieť veľmi dobre štruktúru jadro–výtrysk, so zložkou s najvyššou hustotou toku v jadre, čo potvrdzujú aj pozemské VLBI obrázky. Na pozorovaní spolupracovali HALCA, šesť európskych rádioteleskopov siete VLBI a NRAO (USA). Obrázok získali 16. septembra 1997. Jedna oblúková milisekunda vo vzdialenosti kvazaru zodpovedá 15,1 svetelného roku. (Syntetizovaný lúč (synthetised beam) 2,8 oblúkovej milisekundy s polšírkou v polovici maxima 0,98 oblúkových milisekúnd a pozičným uhlom 6,2 stupňa.)



Maximálnu uhlovú rozlišovaciu schopnosť θ VLBI pozorovaní môžeme aproximovať vzťahom θ = = λ / D, kde lambda je pozorovaná vlnová dĺžka a D je najdlhšia základňa (kolmá na smer ku zdroju), ktorá bola vybraná pre pozorovanie. Kombináciou koherentných signálov z dvoch oddelených rádioteleskopov dostaneme interferenčný obrazec (veľmi podobným spôsobom ako v optike pri Youngovom pokuse s dvojštrbinou). Možnosť širokého výberu rôznych dĺžok a orientácií základní, v rámci väčšieho počtu teleskopov, dovoľuje zobraziť štruktúru pozorovaných rádiových zdrojov na škále oblúkových milisekúnd. Pre pozemské VLBI experimenty je dĺžka základne limitovaná na ~10 000 km, čo nestačí na rozlíšenie jemnej štrukúry v mnohých rádiových zdrojoch.

Na rozšírenie VLBI základní bol vypustený na obežnú dráhu japonský satelit, ktorý má za úlohu pozorovať spoločne s pozemskými teleskopmi. Vznikol projekt VSOP – Very Long Baseline Interferometry Space Observatory Programme, ktorý je komplexným medzinárodným úsilím, vytvárajúcim globálnu sieť ~40 rádioteleskopov, 5 pozemských

riadiacich stredísk a 3 dáta korelujúcich zariadení. Simultánne pozorovania HALCA, vesmírneho rádiového teleskopu s priemerom 8 m a pozemských rádiových teleskopov vytvárajú rádioteleskop, ktorý je takmer trikrát väčší ako pozemské VLBI zoskupenia.

Satelit HALCA

12. februára 1997 bol umiestnený na obežnú dráhu satelit MUSES-B, ktorý neskôr po štarte premenovali na Highly Advanced Laboratory for Communications and Astronomy – HALCA. Umiestnili ho na eliptickú obežnú dráhu s inklináciou 31 stupňov voči zemskému rovníku; s apogeom 21 400 km nad zemským povrchom a perigeom vo výške 560 km nad zemským povrchom a s obežnou dobou 6,3 h. *(Správa JPL/NASA poskytuje rozdielne údaje: apogeum 21 700 km a perigeum 580 km nad zemským povrchom; pozn. red.)*

Rádio teleskop HALCA má hlavný reflektor s efektívnym priemerom 8 m. Využíva cassegrainovský systém s hexagonálnym subreflektorom umiestneným v kruhu s priemerom 1,1 m.

V štandardnom pozorovacom móde sa používajú dva 16-MHz kanály, generujúce dáta rýchlosťou 128 megabitov za sekundu (16 MB.s^{-1}). Dáta sú na Zem prenášané v reálnom čase na frekvencii 14,2 GHz, 45 cm spojovacou anténou. Z pôvodných troch pozorovacích pásiem (1,60–1,73; 4,7–5,0 a 22,0–22.3 GHz) sú funkčné len dve, pretože počas kontroly na obežnej dráhe sa objavila v pásme 22 GHz porucha.

HALCA potrebuje na pozorovanie plne osvetlené solárne panely a nepretržitý kontakt s jedným z riadiacich stredísk. Ak sa satelit nachádza v tieni Zeme alebo Mesiaca, pozorovania sú prerušené a zásobovanie elektrickou energiou zabezpečujú dve Ni-Cd batérie. Typické pozorovacie časy sú 10 h, teda približne jeden rádiový zdroj za deň.

Sledovanie, korelácia a spracovanie dát

Dvojcestná (prenosová) komunikácia medzi satelitom a riadiacou stanicou umožňuje vysielanie a príjem referenčného signálu a záznam digitalizovaného astronomického signálu zo satelitu. Korelácia dát z pozemských VLBI experimentov sa stala rutinnou, ale u dát experimentov VOSP je náročnejšia. Vyžaduje si ďalšie dve sady informácií: (i) presnú rekonštrukciu dráhy HALCA a (ii) sériu časových korekcií z jednotlivých riadiacich stredísk.

30 % pozorovacieho času z 3- až 5-ročnej misie satelitu HALCA na obežnej dráhe sa využije na pozorovanie extragalaktických rádiových zdrojov ako kvazary, rádiové galaxie a BL Lacertae objekty; zahrnuté sú aj pozorovania hydroxylových maserov a pulzarov na frekvencii 1,6 GHz.

15 % času zaberie VSOP Survey Program, ktorý je zameraný na systematické pozorovania aktívnych galaktických jadier. Hoci sú kratšie a robia sa s menším počtom teleskopov, mal by program poskytovať komplexnú sadu homogénnych dát rádiových štruktúr s rozmermi tisícin oblúkových sekúnd. Tieto sú podstatné pre štúdium kozmológie a štatistiku aktívnych galaktických jadier.

Ukážky z prvých publikovaných výsledkov môžete vidieť na obrázkoch 1,2. Hodnoty hustoty toku rádiového žiarenia sú pri stupniciach uvedené v jednotkách Jy/lúč. 1 Jy (Jansky) = 10^{-26} W.m^{-2} .Hz^{-1}.

Podľa Science pripravila Alena Kulinová

Slnečná aktivita
(august – september 1998)

Zatiaľ čo úspešné sondy *Ulysses, SOHO a TRACE* ďalej plnia stanovený program pri sledovaní Slnka, slneční fyzici spolu s technikmi z NASA a ESA už rozmýšľajú o nových projektoch.

Začiatkom marca t. r. usporiadala ESA poradu na Tenerife na túto tému za účasti stovky popredných slnečných fyzikov z celého sveta. Radili sa o tom, čo bude možné a potrebné urobiť v najbližších desiatich až dvadsiatich rokoch pri výskume Slnka.

Z množstva projektov boli vybraté štyri, ktoré budú podrobnejšie analyzované a pripravované na uskutočnenie.

Solar Orbiter má obiehať Slnko vo vzdialenosti 20 miliónov km, t. j. 3-krát bližšie ako Merkúr, a z tejto vzdialenosti pozorovať s veľkým rozlíšením prejavy slnečnej aktivity.

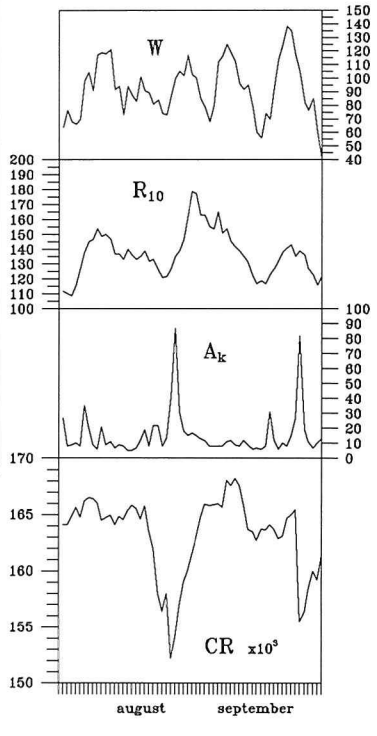
Stereo je projekt vyslania niekoľkých sond na rôzne miesta slnečnej sústavy a pomocou nimi zosnímaných obrazov vytvárať stereoskopické alebo tomografické trojrozmerné obrazy slnečného povrchu a blízkeho medziplanetárneho priestoru, kde pozorujeme napr. tranzienty alebo eruptívne protuberancie. Sú to spravidla následky slnečných erupcií.

Solar-Net predpokladá vyslanie optického interferometra zloženého z troch ďalekohľadov na obežnú dráhu. Tento má umožniť sledovať deje na Slnku s dosiaľ nevídaným rozlíšením 0,025", t. j. okolo 20 km na povrchu Slnka.

Probe je návrh sondy, ktorá má prejsť nad povrchom Slnka vo vzdialenosti iba 2 milióny km a priamo v koróne merať intenzitu a smer magnetického poľa, chemické zloženie a stav ionizácie. Technický návrh musí počítať s tým, že sonda bude pracovať v miestach, kde slnečné žiarenie je 2500-krát intenzívnejšie, ako na Zemi.

So štartom sond sa počíta v rokoch 2005 – 2010.

Milan Rybanský



Spomienky na hvezdáreň na Skalnatom plese (1948 a 1950)

Už od desiatich rokov som sa začal zaujímať o hvezdárstvo. Inšpirovalo ma čítanie Verneho knihy Cesta na Mesiac a pozovanie oblohy námorníckym ďalekohľadom môjho strýka... Stal som sa nadšeným astronómom – amatérom. Ako šestnásťročný stal som sa členom Astronomickej spoločnosti v Brne a bol som poverený vedením hneď dvoch sekcií: pre pozorovanie Slnka a pre pozorovanie premenných hviezd. Pomáhal som aj pri výstavbe brnianskej hvezdárne, ako dobrovoľník som pomáhal v Astronomickom ústave pri Masarykovej univerzite v Brne. Tam som spoznal vzácne osobnosti – profesora Mohra, docenta Perka a asistentov Onderličku a Širokého. Tam som sa zoznámil aj s praktikantom dr. Vanýskom, dr. Kvízom, dr. Vetešníkom a s ďalšími.

Hádam preto, že som sa tak snažil, umožnili mi, ešte ako gymnazistovi, pracovať v auguste 1948 štrnásť dní na hvezdárni na Skalnatom plese. Pozorovali sme Perzeidy. Tam som spoznal aj vzácneho človeka, riaditeľa a zakladateľa hvezdárne Antonína Bečvára a jeho spanilú rusovlasú manželku, astronómov Pajdušákovú a Mrkosa a celý rad ďalších ľudí. V noci sme pozorovali Perzeidy, popoludní sme pracovali na pripravovanom Atlase Coeli Skalnaté Pleso 1950,0 – pri jednej rysovacej doske s doktorom Plavcom (dnes pôsobí ako profesor v Kanade), s ktorým sme diskutovali o ponurej politickej situácii, ktorá vznikla po komunistickom prevrate. Jedného dňa som si nechtiac cez pootvorené dvere vypočul, ako docenta Bečvára kádroval nejaký súdruh z Okresného výboru KSS. Zlostne mu vytýkal, že pán docent má buržoázny pôvod... Rád si spomínam aj na dobrosrdečného mechanika pána Kissa, zavalitého muža s malými fúzikmi.

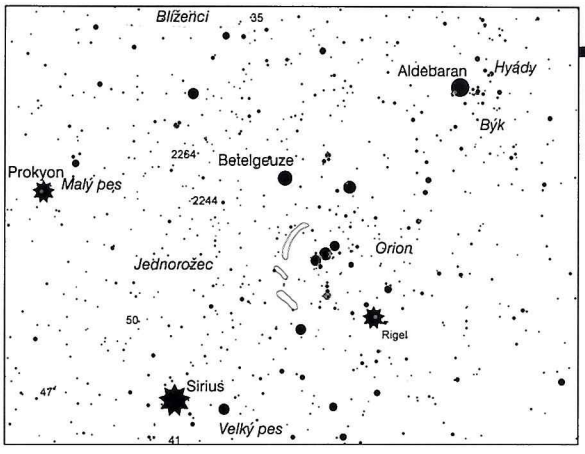
Nočné pozorovania ma uchvátili, obloha na Plese bývala za bezmesačných nocí nádherná. Pozorovali sme usilovne, obyčajne až do tretej hodiny ráno. Pán docent ma raz pochválil: – Sitar má dobré oči! Nikdy nezabudnem na more mrakov nad ránom, ktoré dostriebrista ožaroval kosáčik Mesiaca pred novom a Venuša. To všetko formovalo moju dušu, moju osobnosť. Veľmi na mňa zapôsobila aj nádhera Tatier: dodnes ich každoročne navštevujem.

Po druhýkrát som v hvezdárni na Skalnatom plese pracoval cez prázdniny v roku 1950. Opäť tam bolo krásne, ale politická situácia bola napätejšia. Docent Bečvář, zakladateľ hvezdárne, musel krátko nato odísť. Zámienkou boli politické dôvody. Na jeho odchode mali podiel aj niektorí z jeho najbližších spolupracovníkov. Viem sa vžiť do tej situácie; aj mňa po okupácii v roku 1968 čosi podobné postihlo.

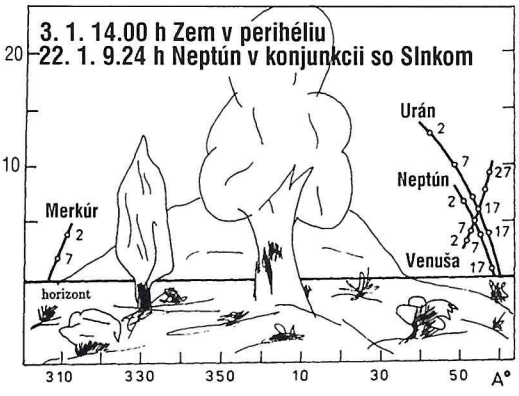
V roku 1951 som zmaturoval a zvolil som si povolanie lekára. Na svoju prvú lásku – astronómiu som však nezabudol. Svoje znalosti som zúročil pri výskume mimozemských vplyvov na človeka, najmä pacientov s kardiovaskulárnymi problémami. Venujem sa aj biomedicínskym prognózam. O svojich výskumoch som naposledy prednášal v Tatrách na chronobiologickom workshope 1997, ktorý organizoval profesor Mikulecký v Starej Lesnej.

Na Slovensko sa rád vraciam aj ako turista. Starý otec z otcovej strany bol Slovák a ja sa považujem nielen za Moravana, ale aj za Slováka. Naše národy majú mnoho spoločného a aj po rozdelení sa môžu od seba veľa naučiť– Nech nás spája aj hviezdne nebo.

Doc. Mudr. Jan Sitar, CSc



Zimní obloha je plná nápadných objektů vzdáleného vesmíru. Polohy těch nejjasnějších najdete vyznačeny v přiložené mapce. Dvojmístná čísla odpovídají Messierovu katalogu, čtyřmístná New General Catalogue. Všechny z uvedených objektů jsou bez problémů viditelné v triedrech. Čárkovaně je zakreslena ekliptika, podél které se pohybují planety, Měsíc a Slunce.



Obloha v kalendári december 1998 január 1999

Pripravili: PAVOL RAPAVÝ a JIŘÍ DUŠEK **Všetky časové údaje sú v SEČ**

Aj keď teplota v noci bude hlboko pod nulou, dobre sa oblečte a vychutnajte krásy zimnej oblohy. Dlhé noci by mali byť podnetom nielen pre pozorovateľov, ale aj pre obdivovateľov, ktorých pohľad na oblohu napĺňa silným emotívnym zážitkom. Určite si ujsť jasné Geminidy a na svoje si prídu aj zákrytári, zvlášť pozorovatelia zákrytov hviezd planétkami, ktorí takmer každý deň budú mať čo robiť. Najaktuálnejšie informácie môžete nájsť na skutočne vynikajúcej internetovskej stránke http://sorry.vse.cz/~ludek/mp/results

Planéty

Merkúr bude 20. 12. v najväčšej západnej elongácii (22°), a tak najvhodnejšie podmienky pre pozorovanie nastanú ráno v druhej dekáde decembra. Na začiatku občianskeho súmraku bude vo výške 10 stupňov nad juhovýchodným obzorom ako objekt –0.3 mag. Pozorovateľný bude aj začiatkom nového roka, keď sa začne strácať v rannom úsvite. 1. 12. je najbližšie k Zemi (0.687 AU) a 17. 12. pred východom Slnka bude v peknom zoskupení s tenkým kosáčikom ubúdajúceho Mesiaca.

Venuša začne byť pozorovateľná večer nízko nad obzorom v druhej polovici decembra, podmienky jej viditeľnosti sa však budú zlepšovať. 14. 1. nastane jej konjunkcia s Uránom a obe planéty možno uvidieť naraz v zornom poli triédra. Napriek malej uhlovej vzdialenosti si však musíme uvedomiť, že Urán je 13-krát ďalej ako Venuša. 19.1. bude zaujímavé sledovať mladý Mesiac s Venušou nad západným obzorom. Počas celého obdobia je jasnosť Venuše –3.9 mag.

Mars vychádza začiatkom decembra v Rybách hodinu po polnoci, koncom januára už o 23:30. 12.12. pred východom Slnka môžeme pozorovať priblíženie tejto červenej planéty k Mesiacu, ich konjunkcia nastane až predpoludním. Podobná situácia sa zopakuje aj 10.1. Jasnosť Marsu bude v rozmedzí 1.3–1.0 mag.

Jupiter je pozorovateľný v prvej polovici noci v súhvezdí Vodnár, jeho viditeľnosť sa však pomaly skracuje a koncom januára zapadá už o 20:30. 25. 12. sa k nemu zdanlivo priblíži Mesiac. Jasnosť Jupitera bude klesať z –2.5 na –2.0 mag. Nakoľko sa obdobie viditeľnosti Jupitera skracuje, môžeme sa ešte ďalekohľadom pokochať jeho gigantickou červenou škvrnou.

Saturn zapadá začiatkom decembra v skorých ranných hodinách, polovici januára už o polnoci. Počas týchto dvoch mesiacov je v Rybách, jeho jasnosť klesne z 0.2 na 0.7 mag. 1. a 27. 12. sa k nemu zdanlivo priblíži Mesiac. Koncom roku je stacionárny a začne sa pohybovať v priamom smere.

Urán je v Kozorožcovi ako objekt 5.8 mag, obdobie jeho viditeľnosti sa skracuje. V polovici januára sa začne strácať vo večernom súmraku.

Neptún v Strelcovi má jasnosť 7.9 mag, podmienky jeho viditeľnosti sú o niečo horšie ako u Uránu, pretože zapadá takmer o hodinu skôr.

Pluto je nepozorovateľné, nakoľko zapadá súčasne so Slnkom a aj ráno pri občianskom súmraku jeho výška nad obzorom dosiahne len 10 stupňov. 3. 1. bude v tesnej konjunkcii (13") s hviezdou zeta Oph (2.6 mag).

Zatmenie Mesiaca

31. 1. nastane polotieňové zatmenie Mesiaca, ktoré bude od nás len čiastočne pozorovateľné, nakoľko Mesiac vychádza až po 16:30. Začiatok zatmenia nastane o 15:06, maximálna fáza, pri ktorej bude Mesiac celý v polotieni (fáza 1.03) o 17:18 a koniec o 19:30 SEČ. Mesiac v nás vychádza po pol piatej. V maximálnej fáze bude badateľne stmavnutý severný okraj Mesiaca, čo je možné využiť na fotografickú dokumentáciu.

Posledný deň v roku, necelú hodinu po polnoci nastane ďalší zo série zákrytov Aldebarana Mesiacom. Presný čas je v tabuľke zákrytov *(na nasledujúcej strane)* a prepočet času na iné pozorovacie miesto bol uverejnený v Kozmose 3/98.

Planétky

Z planétiek, ktoré počas týchto dvoch mesiacov dosiahnu aspoň 11 mag budú stále pozorovateľné: (1) Ceres, (2) Pallas, (4) Vesta, (7) Iris, (15) Eunomia a (20) Massalia.

Začiatkom decembra bude najjasnejšia (1) Ceres (7.0 mag) a koncom januára (4) Vesta (6.3 mag).

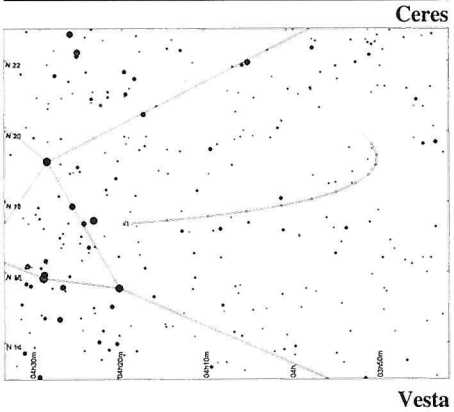
Efemerida planétky (1) Ceres

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1.12.	$4^h19.3^m$	+17°27.2'	7.0
6.12.	$4^h14.3^m$	+17°33.8'	7.1
11.12.	$4^h09.5^m$	+17°41.2'	7.2
16.12.	$4^h04.9^m$	+17°49.4'	7.3
21.12.	$4^h00.8^m$	+17°58.7'	7.5
26.12.	$3^h57.2^m$	+18°09.3'	7.6
31.12.	$3^h54.3^m$	+18°21.1'	7.7
5. 1.	$3^h52.0^m$	+18°34.4'	7.8
10. 1.	$3^h50.4^m$	+18°49.1'	7.9
15. 1.	$3^h49.5^m$	+19°05.2'	8.0
20. 1.	$3^h49.3^m$	+19°22.8'	8.1
25. 1.	$3^h49.9^m$	+19°41.7'	8.2
30. 1.	$3^h51.2^m$	+20°01.8'	8.2

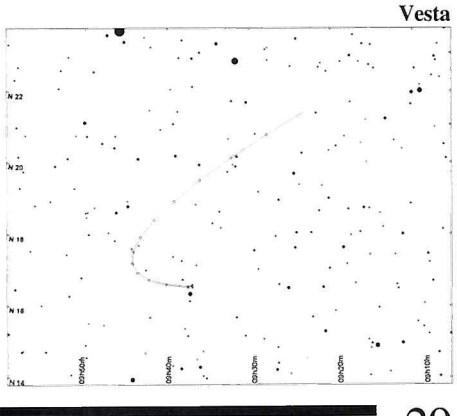
Efemerida planétky (4) Vesta

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1.12.	$9^h37.3^m$	+16°37.8'	7.6
6.12.	$9^h39.9^m$	+16°41.2'	7.5
11.12.	$9^h41.9^m$	+16°48.6'	7.4
16.12.	$9^h43.2^m$	+17°00.0'	7.3
21.12.	$9^h43.9^m$	+17°15.8'	7.2
26.12.	$9^h43.8^m$	+17°35.9'	7.1
31.12.	$9^h43.0^m$	+18°00.4'	7.0
5. 1.	$9^h41.4^m$	+18°28.9'	6.8
10. 1.	$9^h39.0^m$	+19°01.1'	6.7
15. 1.	$9^h36.0^m$	+19°36.5'	6.6
20. 1.	$9^h32.3^m$	+20°14.2'	6.5
25. 1.	$9^h28.0^m$	+20°53.3'	6.4
30. 1.	$9^h23.2^m$	+21°32.6'	6.3

Ceres



Vesta



Tabuľka pozorovateľných prechodov Veľkej červenej škvrny centrálnym poludníkom Jupitera v SEČ

1.12.	21:48	13.12.	21:46	30.12.	20:55	16.1.	20:04
2.12.	17:40	14.12.	17:38	2.1.	18:25	19.1.	17:35
4.12.	19:19	16.12.	19:17	4.1.	20:05	21.1.	19:14
6.12.	20:58	18.12.	20:56	6.1.	21:44	23.1.	20:53
7.12.	16:49	19.12.	16:48	7.1.	17:35	24.1.	16:45
8.12.	22:37	21.12.	18:27	9.1.	19:15	26.1.	18:24
9.12.	18:28	23.12.	20:06	11.1.	20:54	28.1.	20:04
11.12.	20:07	25.12.	21:45	12.1.	16:46	31.1.	17:35
12.12.	15:59	28.12.	19:15	14.1.	18:25		

Zákryty hviezd Mesiacom

(pre polohu E20, N48.5, prepočet na iné pozorovacie miesto bol uverejnený v Kozmose 3/98 – J. Gerboš)

Dátum	UT	D/R	Mg	Poz.	CA	h	fáza	Star(XZ)	a	b	hs
	h m s			°	°						
98/12/ 1	15 55 15	D	44	35	62N	19	0.43	3667	-0.06	2.17	-10
98/12/ 3	20 18 23	D	57	111	21N	46	0.50	6351	-1.42	0.34	
98/12/ 7	2 24 26	R	51	349	26N	58	0.61	12392	-0.60	-5.36	
98/12/ 7	2 24 33	R	60	349	26N	58	0.61	12393	-0.59	-5.39	
98/12/ 7	20 39 37	R	52	230	33S	13	0.64	13615	0.26	2.68	
98/12/ 7	20 53 5	R	56	293	84N	15	0.64	13619	-0.25	0.83	
98/12/ 8	4 37 34	R	64	6	12N	49	0.65	13962	1.53	-8.16	
98/12/23	17 20 2	D	73	32	52N	18	0.18	30244	-0.48	0.47	
98/12/26	18 8 53	D	69	60	83N	39	0.28	770	-1.29	0.32	
98/12/26	22 8 30	D	71	66	90S	9	0.29	959	-0.28	-0.74	
98/12/28	19 22 49	D	76	56	78N	50	0.35	3361	-1.33	0.76	
98/12/29	17 25 51	D	62	76	84S	46	0.38	4405	-1.19	1.28	
98/12/29	18 10 24	D	75	137	23S	50	0.38	4423	-2.86	-2.54	
98/12/29	19 15 29	D	62	118	43S	54	0.38	4465	-2.09	-1.14	
98/12/30	1 33 38	D	69	29	48N	12	0.39	4696	-0.44	0.59	
98/12/30	16 29 12	R	39	260	-83N	32	0.41	5596	-0.62	1.52	
98/12/30	18 14 2	D	64	89	74S	47	0.42	5717	-1.27	0.98	
98/12/30	19 56 7	D	53	44	61N	57	0.42	5767	-1.20	1.90	
98/12/30	20 1 59	D	40	139	24S	57	0.42	5772	-2.42	-3.05	
98/12/30	20 2 50	D	66	93	70S	57	0.42	5780	-1.64	0.13	
98/12/30	20 56 6	D	48	106	57S	57	0.42	5813	-1.72	-0.84	
98/12/30	21 7 13	D	67	121	42S	57	0.42	5817	-1.81	-1.72	
98/12/30	22 36 53	D	65	112	51S	50	0.42	5865	-1.33	-1.77	
98/12/30	23 43 48	D	8	91	73S	41	0.42	5912	-0.99	-1.19	
98/12/31	0 47 59	R	8	255	-89N	31	0.42	5912	-0.68	-0.89	
98/12/31	18 15 8	D	53	116	49S	41	0.45	6957	-1.24	0.41	
98/12/31	19 22 54	D	66	52	67N	50	0.45	7004	-0.96	2.09	
98/12/31	21 11 1	D	42	19	35N	60	0.45	7074	-1.05	4.38	
98/12/31	21 37 26	D	55	49	65N	60	0.45	7109	-1.46	1.60	
99/ 1/ 1	3 21 31	D	69	27	43N	17	0.46	7512	-0.86	0.94	
99/ 1/ 5	3 3 14	R	69	269	70S	49	0.60	14599	-1.55	-0.77	
99/ 1/ 5	3 41 58	R	68	231	32S	44	0.60	14624	-2.20	0.75	
99/ 1/ 5	22 16 60	R	68	289	88S	30	0.62	15584	-0.84	0.80	
99/ 1/ 7	1 37 26	D	41	122	-80S	44	0.66	17063	-1.41	-0.46	
99/ 1/ 7	2 58 14	R	41	289	88S	48	0.66	17063	-1.65	-0.66	
99/ 1/ 8	3 41 42	R	61	305	77N	43	0.70	18116	-1.45	-1.07	
99/ 1/11	4 45 17	R	67	302	78N	30	0.80	20322	-1.42	-0.31	
99/ 1/19	16 23 1	D	60	62	81N	9	0.09	29991	-0.50	-0.64	-10
99/ 1/21	17 26 39	D	64	24	46N	20	0.16	31650	-0.36	0.90	
99/ 1/23	16 54 3	D	79	66	87N	42	0.23	1763	-1.39	0.21	
99/ 1/24	21 35 27	D	71	39	59N	17	0.27	3132	-0.45	0.19	
99/ 1/25	17 18 34	D	73	17	34N	53	0.29	4065	-0.72	3.02	
99/ 1/25	19 31 28	D	59	60	77N	46	0.30	4154	-1.27	0.15	
99/ 1/26	19 10 3	D	60	76	90N	55	0.33	5370	-1.55	0.14	
99/ 1/26	23 22 18	D	64	107	60S	23	0.34	5525	-0.30	-1.88	
99/ 1/27	1 3 22	D	39	84	83S	7	0.34	5596	0.10	-1.14	
99/ 1/28	19 3 57	D	79	102	74S	57	0.40	8330	-1.60	0.14	
99/ 1/28	19 13 50	D	77	78	82N	58	0.40	8343	-1.50	0.92	
99/ 1/28	22 18 23	D	75	70	74N	52	0.40	8582	-1.45	-0.13	
99/ 1/28	22 45 14	D	62	148	28S	49	0.40	8596	-0.74	-3.87	
99/ 1/28	23 31 10	D	52	19	23N	42	0.40	8634	-2.25	4.23	
99/ 1/28	23 53 50	D	78	53	57N	39	0.41	8683	-1.18	-0.01	
99/ 1/29	0 1 41	D	73	63	66N	38	0.41	8698	-1.03	-0.44	
99/ 1/29	0 16 4	D	73	83	87N	35	0.41	8716	-0.78	-1.11	
99/ 1/29	17 23 58	D	72	140	40S	36	0.43	10371	-1.29	-0.62	
99/ 1/29	18 37 41	D	79	39	38N	47	0.43	10438	-0.78	3.31	
99/ 1/29	23 14 6	D	78	150	31S	52	0.44	10735	-0.79	-3.42	
99/ 1/30	3 6 54	D	68	145	36S	17	0.44	10988	0.35	-2.45	
99/ 1/30	21 52 22	D	51	77	73N	59	0.47	12392	-1.73	0.69	

Pripravil: J. Gerboš

Predpovedaných je 32 zákrytov hviezd planétkami, z toho však len u deviatich je väčšia nádej na úspech (označené *).

Kométy

Periodická kométa 21P/Giacobini-Zinner, „príčina" októbrového meteorického dažďa Drakoníd, je najjasnejšou kométou začiatkom decembra. Pohybuje sa však v južných deklináciách (z Kozorožca cez Vodnára do Veľryby) a jej jasnosť klesá.

U kométy C/1998 M5 (LINEAR) sa naopak podmienky viditeľnosti stále zlepšujú. Presunie sa z Lýry do Labute a koncom januára bude cirkumpolárna. V polovici marca bude v blízkosti severného svetového pólu.

Kométa C/1998 P1 (Williams) sa dostane z Panny do Leva, jej deklinácia rastie a jasnosť v priebehu týchto dvoch mesiacov klesne len o 0.5 mag.

Efemerida kométy 21P/Giacobini-Zinner

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
3.12.	21h 33.4m	-19° 05.9'	9.0
8.12.	22h 01.1m	-20° 48.4'	9.1
13.12.	22h 28.9m	-22° 09.6'	9.2
18.12.	22h 56.4m	-23° 08.2'	9.4
23.12.	23h 23.3m	-23° 44.3'	9.6
28.12.	23h 49.4m	-23° 59.1'	9.9
2. 1.	00h 14.3m	-23° 54.7'	10.1
7. 1.	00h 38.0m	-23° 33.6'	10.4
12. 1.	01h 00.5m	-22° 58.4'	10.7
17. 1.	01h 21.8m	-22° 11.7'	11.0
22. 1.	01h 41.8m	-21° 16.0'	11.3
27. 1.	02h 00.8m	-20° 13.6'	11.5
1. 2.	02h 18.8m	-19° 06.5'	11.8

Efemerida kométy C/1998 M5 (LINEAR)

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
3.12.	18h 45.9m	+36° 31.4'	10.3
8.12.	18h 46.9m	+36° 57.8'	10.2
13.12.	18h 48.3m	+37° 32.9'	10.2
18.12.	18h 50.0m	+38° 17.5'	10.1
23.12.	18h 52.1m	+39° 12.0'	10.0
28.12.	18h 54.4m	+40° 17.3'	10.0
2. 1.	18h 57.0m	+41° 33.9'	9.9
7. 1.	18h 59.9m	+43° 02.7'	9.9
12. 1.	19h 02.9m	+44° 44.8'	9.8
17. 1.	19h 06.1m	+46° 41.1'	9.8
22. 1.	19h 09.6m	+48° 52.9'	9.7
27. 1.	19h 13.1m	+51° 21.2'	9.7
1. 2.	19h 16.8m	+54° 07.3'	9.6

Efemerida kométy C/1998 P1 (Williams)

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
3.12.	13h 18.4m	-16° 42.1'	10.1
8.12.	13h 15.6m	-15° 12.9'	10.2
13.12.	13h 12.0m	-13° 33.1'	10.2
18.12.	13h 07.4m	-11° 39.7'	10.3
23.12.	13h 01.8m	-09° 29.2'	10.3
28.12.	12h 54.6m	-06° 57.2'	10.3
2. 1.	12h 45.7m	-03° 59.2'	10.3
7. 1.	12h 34.7m	-00° 30.5'	10.3
12. 1.	12h 21.2m	+03° 32.9'	10.3
17. 1.	12h 04.7m	+08° 11.6'	10.3
22. 1.	11h 44.9m	+13° 21.0'	10.3
27. 1.	11h 21.7m	+18° 48.0'	10.4
1. 2.	10h 55.4m	+24° 11.4'	10.6

Kométa Giacobini-Zimmer

Meteory

Najaktívnejším decembrovým rojom sú Geminidy, ktoré sú v činnosti od 7. do 17.12 s maximom 14.decembra. Radiant je nad obzorom po celú noc a pozorovanie bude len čiastočne rušiť Mesiac vychádzajúci nadránom. Maximálna zenitová frekvencia je 110 meteorov za hodinu a je charakterizovaná pomalším nástupom a rýchlym poklesom. Relatívne pomalé meteory (35 km/s) sa vyznačujú veľkým podielom jasných meteorov, ktorých maximum zaostáva za maximom meteorov slabších. Materským telesom tohto roja je planétka (3200) Phaethon, ktorá bola objavená družicou IRAS v roku 1983. Pozorovania bolidov tohto roja možno nájsť v kronikách už z 11. storočia.

Hneď po novom roku začína aktivita Kvadrantíd, ktorých maximum nastane 4.1. po polnoci. Roj má ostré, takmer symetrické maximum so ZHR 120. Radiant je cirkumpolárny, pozorovanie však bude rušiť Mesiac po splne. Materskou kométou je 96P/Machholz 1, ktorá prešla perihéliom v októbri 1996.

Z rojov, ktorých aktivita dosiahne aspoň ZHR 10 sú vhodné podmienky na pozorovanie vianočných Ursíd.

Zákryty hviezd planétkami (december 1998 – január 1999)

za podmienok, že Slnko je pod obzorom viac ako 12 stupňov a hviezda nad obzorom minimálne 10 stupňov (pre polohu Rim. Soboty)

Dátum	Poz.int.	UT	Planétka	hviezda	mag	dm	dur	h*	hM	el	%
*Dec 01	20h36m	20h45m	678 Fredegundis	P 709 374	9.5	3.8	2	12	52	72	95+
*Dec 03	21h23m	21h53m	335 Roberta	S 96 652	7.6	5.9	10	35	55	32	100
Dec 05	17h50m	18h20m	1240 Centenaria	G 2 330 1682	10.4	3.3	7	55	6	55	93-
Dec 07	02h55m	03h25m	70 Panopaea	G 2443 537	9.7	2.6	10	58	56	27	84-
Dec 08	19h16m	19h36m	170 Maria	P 068832	10.7	2.8	4	66			
Dec 10	18h13m	18h23m	75 Eurydike	S 79135	9.0	4.6	5	19			
Dec 10	22h50m	23h09m	1118 Hanskya	S 118513	8.7	6.8	7	11	3	10	47-
*Dec 11	04h20m	04h50m	245 Vera	S 77824	9.1	2.4	8	30	45	84	46-
Dec 13	20h42m	21h12m	146 Lucina	G 1881 1424	11.4	1.9	10	51			
Dec 15	16h37m	16h45m	96 Aegle	P 205727	9.6	4.5	6	30			
Dec 17	18h25m	18h55m	146 Lucina	G 1868 2369	12.9	0.8	10	32			
Dec 17	23h23m	23h53m	75 Eurydike	G 2438880	10.1	3.0	4	71			
*Dec 18	21h45m	22h15m	70 Panopaea	P 71626	10.3	2.2	9	69			
Dec 19	03h15m	03h45m	725 Amanda	S 79125	8.6	5.7	4	46			
*Dec 22	00h35m	01h05m	245 Vera	S 77608	8.5	2.5	8	58			
Dec 22	18h01m	18h11m	1735 ITA	S 146659	6.7	8.5	3	30	3	35	14+
Dec 24	05h07m	05h13m	551 Ortrud	S 159421	6.9	8.9	2	11			
Dec 26	03h22m	03h52m	368 Haidea	G 240 1144	11.3	4.8	14	42			
Dec 27	00h40m	01h10m	177 Irma	P 158107	10.9	5.7	9	27			
Dec 31	04h05m	04h25m	1233 Kobresia	P 226228	9.5	6.9	2	31			
*Jan 02	05h00m	05h20m	1986 Plaut	S 159366	8.9	9.5	1	17	10	133	100
*Jan 02	05h00m	05h20m	3089 Oujianquan	S 140653	9.0	7.4	1	25	10	128	100
Jan 09	23h05m	23h26m	429 Lotis	P 118415	10.6	4.8	8	17			
Jan 13	04h30m	04h37m	41 Daphne	P 229146	9.8	2.0	6	28	16	20	18-
Jan 16	22h09m	22h39m	726 Joella	P 704519	9.7	5.3	3	35			
Jan 18	17h30m	17h50m	65 Cybele	S 64501	8.3	4.3	24	47			
Jan 18	17h55m	18h15m	1734 Zhongolovich	S 96542	10.0	5.7	2	28			
*Jan 20	20h37m	20h57m	1616 Filipoff	S 81070	9.5	6.3	3	40			
Jan 25	18h07m	18h17m	971 Alsatia	S 129297	9.0	5.8	3	24	48	28	61+
*Jan 26	02h24m	02h44m	2307 Garuda	S 117909	7.7	7.8	4	34			
Jan 27	03h42m	04h02m	1339 Desagneauxa	P 194684	9.0	6.7	5	28			
Jan 27	04h04m	04h24m	1321 Majuba	S 138743	9.0	6.7	7	28			

hviezda – označenie hviezdy v katalógu **(S – SAO, G – GSC, P – PPM)** (označenie SAO je uprednostnené)
mag – jasnosť hviezdy; **dm** – pokles jasnosti; **dur** – trvanie zákrytu v sekundách; **h*** – výška hviezdy nad obzorom
hM – výška Mesiaca nad obzorom
el – uhlová vzdialenosť Mesiaca
% – percento osvetlenej časti Mesiaca + dorastá, – ubúda
U planétiek označených * nastane veľmi tesná konjunkcia, ich pozorovaniu venujte zvýšenú pozornosť.

Zoznam rojov pozorovaných v rámci IMO je v tabuľke. Vzhľadom k tomu, že majú len nevýrazné frekvencie (okrem Geminíd, Ursíd a Kvadrantíd) je vhodné meteory kresliť do gnomonických máp.

Roj	Aktivita	Maximum	Radiant RA	Radiant D	Pohyb RA	Pohyb D	v	ZHR
XOR	**26.11.–15.12.**	**2.12.**	**82**	**+23**	**1.2.**	**0.0**	**28**	**3**
MON	**27.11.–17.12.**	**9.12.**	**100**	**+ 8**	**0.8**	**0.2**	**43**	**5**
HYD	**3.12.–15.12.**	**11.12.**	**127**	**+ 2**	**0.7**	**-0.2**		**2**
GEM	**7.12.–17.12.**	**14.12.**	**112**	**+32**	**0.1**	**-0.1**	**35**	**110**
COM	**12.12.–23.12.**	**19.12.**	**175**	**+25**	**0.8**	**-0.3**	**65**	**5**
URS	**17.12.–24.12.**	**22.12.**	**217**	**+76**	**0.0**	**-0.4**	**33**	**10**
QUA	**1. 1.– 5. 1.**	**4. 1.**	**230**	**+48**	**0.8**	**-0.2**	**41**	**120**
DCA	**1. 1.–24. 2.**	**17. 1.**	**130**	**+20**	**0.9**	**-0.2**	**28**	**4**

ROJ – skratka roja IMO (XOR – χ Orionidy, MON – Monocerotidy, HYD – Hydridy, GEM – Geminidy, COM – Coma Berenicidy, URS – Ursidy, QUA – Kvadrantidy, DCA – δ Kancridy)
Radiant – poloha radiantu v čase maxima
Pohyb – pohyb radiantu v stupňoch za deň
v – geocentrická rýchlosť v km/s
ZHR – prepočítaná frekvencia v maxime

Noční obloha

Začínající zima není pro pozorovatele noční oblohy příliš přátelská. Sice jsme se zbavili deštivých dní s nepříjemnými podzimními mlhami, ty však vystřídaly třeskuté mrazy a padající sníh. Přesto je zimní obloha velmi pěkná a zaslouží si — stejně jako po zbytek roku — naši pozornost.

Téměř v nadhlavníku najdete v těchto dnech Capellu, která patří do první desítky nejjasnějších stálic. Ve skutečnosti ji tvoří dva žlutí obři spektrální třídy G9 a G0, jež kolem společného těžiště oběhnou jednou za 104 dny. První z nich má hmotnost 2,6 Slunce a hvězdnou velikost 0,9 mag, druhý je o trochu lehčí (2,5 Slunce) a jasnější (0,8 mag). Vzdálenost soustavy je třináct parseků, stáří pouhých 800 milionů let. Čtyři stupně jihozápadním směrem leží epsilon Aurigae, Araby nazývaná „Al Ma'az" – Kozel. Roku 1821 si K. Fritsch všiml, že zřetelně zeslábla. Další podobné minimum pozorovali Schmidt, Heis a Argelander v letech 1847–1848 a první z nich i v letech 1874–1875. Al Ma'az je totiž zákrytovou dvojhvězdou s periodou 27,06 let, tj. 9899 dní(!). Celý zákryt trvá téměř dva roky. Z normální třetí velikosti se zeslabuje na 3,8 mag téměř dvě stě dní. Zeslabena zůstává celý rok, poté se opět dvě stě dní vrací na svoji původní hvězdnou velikost. Poslední příležitost pozorovat tento vzácný úkaz jsme měli v letech 1982-1984. V jižní polovině souhvězdí Vozky, přibližně na spojnici hvězd theta a iota Aur, si také všimněte těsného seskupení několika hvězd páté velikosti. Patří mezi ně např. 16, 17, IQ Aur, 18 a 19 Aurigae. Útvar se nazývá Žebříček a při pohledu bez dalekohledu je podobný mlhavé skvrně, ze které vystupují jednotlivé hvězdy. Ptáte se, zda Žebříček náhodou netvoří skupinu společného původu? Vzdálenosti jednotlivých složek i jejich prostorové pohyby vzájemnou souvislost prakticky vylučují. Zřejmě jedinou pro nás zajímavou proměnnou hvězdu první velikosti najdete v Betelgeuze, o jejíž nápadné oranžovožluté barvě se zmiňuje už Almagest. Světelných změn si první všiml Sir John Herschel roku 1836. Ve svých „Náčrtech astronomie" publikovaných v roce 1846 napsal: „Proměny alfa Orionis, které byly nejvíce patrné a zcela nepochybné v letech 1836-1840, se v následujících letech staly mnohem méně výrazné". Roku 1849 se však amplituda změn začala zvyšovat a v prosinci 1852 ji Herschel považoval za „momentálně nejjasnější hvězdu severní polokoule". Během našeho století vykazovala zvlášť významná maxima v letech 1925, 1930, 1933, 1942 a 1947, zatímco v období 1957 až 1967 byly zaznamenány jenom slabé a neurčité variace. Zdá se, že hlavní cyklus trvá 5,7 roku, ale snad existují i kratší cykly od 150 do 300 dní. V maximu jasnosti někdy dosáhne její hvězdná velikost

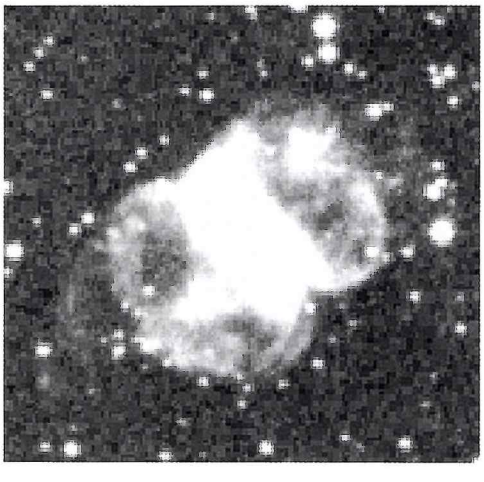
0,4 mag a je shodná s Rigelem. V letech 1939 a 1952 byla dokonce některými pozorovateli považována za téměř rovnou Capelle. V případě, že byste se i vy chtěli připojit k pozorovatelům této proměnné (stačí dva odhady týdně), uvádíme některé srovnávací hvězdy — alfa Aur (V = 0,08 mag, (B-V) = 0,8 mag), alfa CMi (0,38 mag, 0,42 mag), alfa Tau (0,85 mag, 1,54 mag) a beta Gem (1,14 mag, 1,0 mag). Nezapomeňte však na to, že při porovnávání je nutné vzít v úvahu atmosférickou extinkci. Betelgeuze patří mezi nejjasnější představitele stálic tzv. asymptotické větve obrů, tedy hvězd v pokročilém stadiu vývoje. V jejím středu se nachází kyslíkouhlíkové jádro, ve kterém již žádné jaderné reakce neprobíhají. Pouze ve vnitřních oblastech vodíkového obalu jádra dochází k přeměně vodíku na helium a v tenkých slupkách kolem jádra helia na uhlík a kyslík. Změny hvězdné velikosti alfa Ori jsou způsobeny pulzacemi její rozsáhlé, velmi řídké atmosféry. Díky tomu je také jednou z mála hvězd, u které můžeme pozorovat některé výrazné povrchové detaily. Úhlový průměr hvězdy kolísá mezi 0,034" a 0,054". Kdyby byla alfa Orionis na místě našeho Slunce, pohyboval by se okraj její atmosféry mezi Marsem a Jupiterem. Hvězdy asymptotické větve obrů zásadním způsobem určují chemické složení celého vesmíru. Díky silnému hvězdnému větru, který odnáší podstatnou část hmoty hvězdy, jsou totiž velmi důležitým zdrojem mezihvězdné látky, především uhlíku, kyslíku, dusíku a dalších prvků. V jejich obálkách dokonce vzniká uhlíkový a silikátový prach, který nám pak v molekulových mračnech stíní výhled do vzdálenějších oblastí Galaxie.

Jak známo, zimní část Mléčné dráhy není pří-

liš výrazná. V Perseovi a přilehlých souhvězdí se díváme na objekty vzdáleného tzv. Perseova spirálního ramene, kam patří například dvojice otevřených hvězdokup chí a h Persei a některé jasnější hvězdy. Východně od beta Tauri pak leží galaktické anticentrum, proto zde chybí pro letní oblohu tak charakteristické zářivé pozadí množství slabých hvězd.

Bude-li vám přát počasí, můžete se v Perseovi podívat na několik mlhovin. Tu nejzajímavější a zcela jistě i nejjasnější najdete na samém západním okraji souhvězdí, méně než jeden stupeň severozápadně od fí Persei. Nazývá se „Malá činka" a je uvedena jako 76. objekt v katalogu Charlese Messiera. Objev této planetární mlhoviny se připisuje jeho kolegovi P. Méchainovi. Stalo se tak v září 1780. Messier ji nezávisle na něm spatřil o šest týdnů později a popsal ji jako „drobné hvězdy s mlhovinou... natolik slabé, že mizí i při mírném osvětlení vláknového kříže". Jiný slavný pozorovatel T. W. Webb si v minulém století k M 76 zapsal: „perleťově bílá mlhovina, dvojitá, kuriozní miniatura M 27, a stejně jako ona plynná... předcházející (západní) část poněkud jasnější".

Známý lovec spirálních mlhovin Lord Rosse, jenž v polovině minulého století disponoval největšími dalekohledy světa, se na Malou činku také podíval a – světe div se – spatřil jakési náznaky spirální struktury s drobnými uzlíky a proužky. Jak se dnes zdá, mohl mít tento anglický amatér skutečně pravdu. Na snímcích je totiž jasná část M 76 obklopena dvojicí slabších laloků *(viz přiložený snímek z Palomarské přehlídky oblohy)*.



Jak tato planetární mlhovina vypadá v amatérských přístrojích? Za příznivých podmínek je viditelná, i když z problémy, již ve větších triedrech. Dvojici světlých jader (označených NGC 650 a NGC 651) ale nejlépe spatříte až ve větších dalekohledech. Například v patnácticentimetrovém refraktoru má podobu oválné skvrnky o velikosti 2×1 úhlové minuty uprostřed s nápadným ztemněním.

V Perseovi najdete i mlhovinu NGC 1499, kterou objevil známý pozorovatel Edward Emerson Barnard. Jedná se o velmi slabou plynoprachou mlhovinu asi stupeň jižně od ksi Peresei, jenž je vhodná spíše pro astrofotografy. Její celkové rozměry dosahují 2,5×0,7 stupně a podle jejího tvaru se ji říká Kalifornie. Dle zkušeností zahraničních pozorovatelů by mohla být viditelná i ve větších přístrojích, ovšem s malým zvětšením a využitím filtru H_β, který propustí světlo kolem vlnové délky 485 nanometrů. Podstatně tak sníží jas oblohy a zvýší kontrast s mlhovinou.

Kalendár úkazov december–január 1999 (časy sú v SEČ) a výročí

Deň,	čas	Úkaz
1.12.	16.4	**Merkúr** v dolnej konjunkcii
1.12.	21.6	**zákryt** hviezdy PPM 709374 (9.5 mag) planétkou 678 Fredegundis
2.12.		**Merkúr** v perihéliu
2.12.	3.5	minimum **ß Per** (A=2.1-3.4 mag, P=2.867d)
2.12.	13.3	**Mesiac** v prízemí
2.12.		maximum meteorického roja χ **Orionidy**
3.12.	13.6	**konjunkcia** Mesiaca s Aldebaranom (Aldebaran 3 severne)
3.12.	16.3	**Mesiac** v splne
3.12.	22.5	**zákryt** hviezdy SAO 96652 (7.6 mag) planétkou 335 Roberta
4.12.		25.výročie sondy **Pioneer 10** (prvý prelet okolo Jupitera)
5.12.	0.3	minimum **ß Per** (A=2.1-3.4 mag, P=2.867d
5.12.	19.1	**zákryt** hviezdy GSC 2330 1682 (10.4 mag) planétkou 1240 Centenaria
7.12.	3.1	**zákryt** hviezdy GSC 2443 537 (9.7 mag) planétkou 70 Panopaea
7.12.	21.1	minimum **ß Per** (A=2.1-3.4 mag, P=2.867d
8.12.	20.4	**zákryt** hviezdy PPM 68832 (10.7 mag) planétkou 170 Maria
9.12.	7.3	**konjunkcia** Mesiaca s Regulom (Regulus 0.7° severne)
9.12.		maximum meteorického roja **Monocerotidy**
10.12.	19.3	**zákryt** hviezdy SAO 79135 (9.0 mag) planétkou 75 Eurydike
10.12.	18.9	**Mesiac** v poslednej štvrti
10.12.	23.9	**zákryt** hviezdy SAO 118513 (8.7 mag) planétkou 1118 Hanskya
11.12	5.5	**zákryt** hviezdy SAO 77824 (9.1 mag) planétkou 245 Vera
11.12.	9	**Merkúr** stacionárny
11.12.		maximum meteorického roja σ **Hydridy**
12.12.	10.5	**konjunkcia** Mesiaca s Marsom (Mars 0.9°južne)
13.12.	21.9	**zákryt** hviezdy GSC 1881 1424 (11.4 mag) planétkou 146 Lucina
14.12.		maximum meteorického roja **Geminidy**
14.12.	18.0	**Mesiac** v odzemí
15.12.		**Merkúr** v max. jasnosti (–0.3 mag)
15.12.	17.6	**zákryt** hviezdy PPM 205727 (9.6 mag) planétkou 96 Aegle
17.12.		95.výročie letu **bratov Wrightovcov**
17.12.	19.6	**zákryt** hviezdy GSC 1868 2369 (12.9 mag) planétkou 146 Lucina
18.12.	0.5	**zákryt** hviezdy GSC 2438880 (10.1 mag) planétkou 75 Eurydike
18.12.	23.0	**zákryt** hviezdy PPM 71626 (10.3 mag) planétkou 70 Panopaea
18.12.	23.7	**Mesiac** v nove
19.12.	4.5	**zákryt** hviezdy SAO 79125 (8.6 mag) planétkou 725 Amanda
19.12.		maximum meteorického roja **Coma Berenicidy**
20.12.	4.7	**Merkúr** v najväčšej západnej elongácii (22°)
21.12.		30.výročie **Apolla 8** (prvý let k Mesiacu)
22.12.	2.9	**zimný slnovrat**
22.12.	1.8	**zákryt** hviezdy SAO 77608 (8.5 mag) planétkou 245 Vera
22.12.		maximum meteorického roja **Ursidy**
22.12.	19.1	**zákryt** hviezdy SAO 146659(6.7 mag) planétkou 1735 ITA
24.12.	6.2	**zákryt** hviezdy SAO 159421 (6.9 mag) planétkou 551 Ortrud
25.12.	2.0	minimum **ß Per** (A=2.1-3.4 mag, P=2.867d
25.12.	11.8	**konjunkcia** Mesiac s Jupiterom (Jupiter 2° severne)
26.12.	4.6	**zákryt** hviezdy GSC 240 1144 (11.3 mag) planétkou 368 Haidea
26.12.	11.7	**Mesiac** v prvej štvrti
27.12.	1.8	**zákryt** hviezdy PPM 158107 (10.9 mag) planétkou 177 Irma
27.12.	22.9	minimum **ß Per** (A=2.1-3.4 mag, P=2.867d
30.12.		**Saturn** stacionárny
30.12.	18.8	**Mesiac** v prízemí
30.12.	19.7	minimum **ß Per** (A=2.1-3.4 mag, P=2.867d
31.12.	0.7	**zákryt** Aldebarana Mesiacom
31.12.	5.2	**zákryt** hviezdy PPM 226228 (9.5 mag) planétkou 1233 Kobresia
1. 1.	1.0	minúta bude mať 61 sekúnd
2. 1.	6.2	**zákryt** hviezdy SAO 159366 (8.9 mag) planétkou 1986 Plaut
2. 1.	6.2	**zákryt** hviezdy SAO 140653 (9.0 mag) planétkou 3089 Oujianquan
2. 1.		40.výročie **Luny 1** (prvá sonda k Mesiacu)
2. 1.	3.8	**Mesiac** v splne
3. 1.		maximum meteorického roja **Kvadrantidy**
4. 1.		**Zem** v perihéliu (0.983 AU)
5. 1.	15.7	**konjunkcia** Mesiaca s Regulom (Regulus 0.6° severne)
9. 1.	15.6	**Mesiac** v poslednej štvrti
9. 1.	21.3	**konjunkcia** Mesiaca s Marsom (Mars 2° južne)
10. 1.	0.2	**zákryt** hviezdy PPM 118415 (10.6 mag) planétkou 429 Lotis
11. 1.	12.7	**Mesiac** v odzemí
13. 1.	5.5	**zákryt** hviezdy PPM 229146 (9.8 mag) planétkou 41 Daphne
14. 1.	0.9	**konjunkcia** Venuše s Uránom (Urán 0.9° severne)
16. 1.	23.5	**zákryt** hviezdy PPM 704519 (9.7 mag) planétkou 726 Joella
17. 1.	16.8	**Mesiac** v nove
17. 1.		maximum meteorického roja δ **Kancridy**
18. 1.	18.7	**zákryt** hviezdy SAO 94501 (8.3 mag) planétkou 65 Cybele
18. 1.	19.1	**zákryt** hviezdy SAO 96542 (10.0 mag) planétkou 1734 Zhongolovich
20. 1.	21.8	**zákryt** hviezdy SAO 81070 (9.5 mag) planétkou 1616 Filipoff
22. 1.	2.2	**konjunkcia** Mesiac s Jupiterom (Jupiter 2.3°severne)
22. 1.		**Neptún** v konjunkcii so Slnkom
24. 1.	20.2	**Mesiac** v prvej štvrti
25. 1.	20.1	**zákryt** hviezdy SAO 129297 (9.0 mag) planétkou 971 Alsatia
26. 1.	22.3	**Mesiac** v prízemí
26. 1.	3.6	**zákryt** hviezdy SAO 117909 (7.7 mag) planétkou 2307 Garuda
27. 1.	4.9	**zákryt** hviezdy PPM 194684 (9.0 mag) planétkou 1339 Desagneauxa
27. 1.	5.3	**zákryt** hviezdy SAO 138743 (9.0 mag) planétkou 1321 Majuba
31. 1	15.1	polotieňové **zatmenie Mesiaca**
31. 1.	17.1	**Mesiac** v splne

Planetárnici v Londýne

Začiatkom leta (27. 6.–2. 7.) sa konalo v Londýne doteraz najväčšie svetové stretnutie pracovníkov planetárií: 14. konferencia IPS 98. Organizovalo ju Medzinárodné združenie planetárií (International Planetarium Society – IPS) v spolupráci s Londýnskym planetáriom. Na konferencii sa aktívne zúčastnili aj Marián Lorenc a Marián Vidovenec zo Slovenskej ústrednej hvezdárne v Hurbanove.

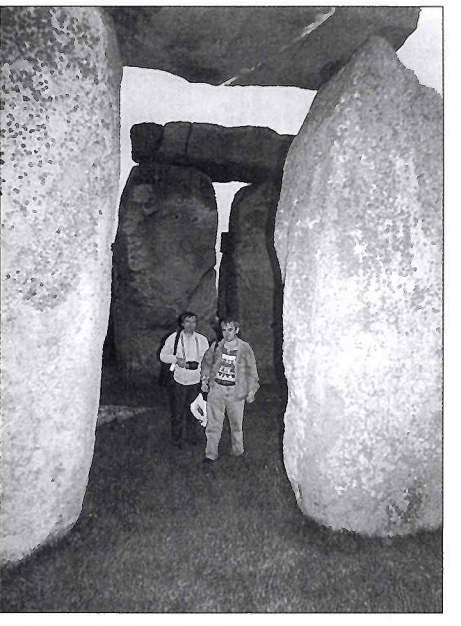
Oficiálny úvodný ceremoniál sa konal vo Veľkej hale konferenčného centra New Connaught Hall 28. júna 1998 od popoludňajších hodín. Po oficiálnom programe nasledovali neformálne stretnutia delegátov. Témy na diskusiu boli veľmi rôznorodé. Od problémov práce v prenosných planetáriách cez obchodné aktivity veľkých výrobcov planetárií až po možnosti vzájomnej kooperácie planetárií a možností výmeny programov, výroby a využitia multimediálnych aplikácií v planetáriu.

Prednášky počas prvého pracovného stretnutia v pondelok 29. júna 1998 boli zamerané na otázky významu a budúcnosti planetárií. Pohľad prednášateľov bol ovplyvnený profesnou oblasťou, v akej prednášateľ pracuje. Školské planetáriá spĺňajú v prvom rade didaktickú úlohu, ako pomôcka pri vyučovaní astronómie. Aj tu sa prejavujú snahy rozšíriť túto úlohu aj na iné vyučovacie predmety. Toto je charakteristické najmä pre používateľov prenosného planetária Starlab, ktoré používa vymeniteľné projektory. Planetáriá, ktoré sú súčasťou univerzít, sú využívané aj ako technický prostriedok výroby rôznych multimediálnych aplikácií, ktoré majú podstatne širšie využitie pri vyučovacom procese a v súčasnosti prenikajú aj do komerčnej oblasti. Veľkí výrobcovia planetárií, ktorí svoju produkciu zameriavajú na veľkokapacitné planetáriá, ako napr.: SPITZ, Minolta, Evans & Sutherland, SKYSKAN, ITA a iní, chápu planetáriá ako súčasť zábavných, eventuálne zábavno-náučných centier, kde by bolo aj z komerčného hľadiska výhodné inštalovanie finančne náročných multimediálnych doplnkov planetárií. Didaktická funkcia planetária sa postupne začína vytrácať, je nahrádzaná zábavnou a astronómia ako stredobod pozornosti planetária sa stáva iba kulisou.

Utorok 30. júna boli prednášky zamerané na aktivity jednotlivých planetárií, na spôsob prezentácie programov, ich výrobu, možnosť vzájomnej previazanosti prístrojov, ktorá je ale závislá hlavne od ich kompatibility. Ako zaujímavosť možno spomenúť prednášku pána Yardeniho z firmy ITA (Izrael), ktorý predstavil 3D simulátor pre planetárium, kde okrem vlastného pohybu planetária sa využíva vlastný pohyb 3 videoprojektorov, nakláňanie kupoly a nakláňanie samotného pódia s divákmi vďaka zložitému hydraulickému systému. Toto všetko je riadené počítačom. Na našu otázku, akú dlhú dobu takéto monštrum môže bezporuchovo pracovať a koľko stojí samotná údržba, sme dostali odpoveď, že v Tel Avive takéto planetárium pracuje bezporuchovo už sedem rokov a ročné prevádzkové náklady neprevyšujú ani 100 000 USD. Súbežne s prednáškami prebiehali aj panelové diskusie, kde hlavnou témou bolo vyučovanie astronómie a príbuzných vied v planetáriách, úskalia jednotlivých didaktických postupov a možné zdroje nedorozumení spôsobené používaním planetária pri vysvetľovaní astronomických úkazov. Zaujímavé boli prezentácie programov pomocou prenosného planetária Starlab na témy: mytológia, astronómia v starovekom Egypte, africká mytológia, Čínske súhvezdia, atď.

V pondelok a v utorok vo večerných hodinách boli v Londýnskom planetáriu prehliadky programov pre verejnosť a ukážky využitia najmodernejšej audiovizuálnej techniky. Boli prezentované možnosti laserovej animácie v planetáriu, možnosti projektora Digistar, ktorý znamená veľký prelom v konštrukcii planetárií, kde je premietaný obraz zosnímaný z obrazovky počítača. Delegáti boli tiež svedkami projekcie prototypov trojrozmerných videofilmov v planetáriu za pomoci deviatich videoprojektorov. Asi najvydarenejší bol film „Grand Canyon". Nakoľko Londýnske planetárium je súčasťou skupiny Madame Tussaud's, mali sme možnosť absolvovať aj prehliadku výstavy voskových figúr.

Prednášky v stredu 1. júla 1998 v dopoludňajších hodinách boli zamerané na poobedňajšiu návštevu Greenwichského observatória a štvrtkovú návštevu Stonehenge. Bol venovaný hlavne dejinám astronómie. V rámci tohto bloku odznela aj prednáška M. Vidovenca: Nicolaus Konkoly-Thege. Okrem toho mal RNDr. M. Lorenc poster „Hvezdárne a planetáriá na Slovensku". Na naše milé prekvapenia sa prednáška aj poster stretli s pomerne širokým ohlasom, najmä od účastníkov, ktorých korene siahali na Slovensko, ale aj iných (p. Schindler, p. Gajdusekova z USA, delegáti z Japonska a z Číny). Do diskusie sa mimoriadne aktívne zapojil aj George Reed, ktorý je považovaný za veľkého znalca dejín astronómie. Z jeho úst neskôr odznela veľmi podrobná prednáška o miestach v Londýne, ktoré sú úzko spojené s historickými udalosťami v oblasti astronómie.



Hurbanovčania v Stonehange.

V popoludňajších hodinách organizátori pripravili návštevu Greenwichu a Starého kráľovského observatória. Po spoločnom fotografovaní na pozadí Flamsteed House delegáti vypochodovali na kopec, k historickej budove hvezdárne, kde si mohli pozrieť množstvo prístrojov, z ktorých každý sa viaže k významným dejinným udalostiam. Nikto nevynechal príležitosť postaviť sa na nultý poludník, aj keď pri tom návale záujemcov to bolo dosť náročné sa k danému miestu prepracovať. Súčasťou starého kráľovského observatória je aj planetárium, kde používajú projektor vyrobený firmou SPITZ. Tu sme si mali možnosť vypočuť prednášku o dejinných udalostiach, ktoré sa viažu k tomuto observatóriu.

Vo štvrtok 2. júla 1998 sa konal celodenný výlet do Avebury, Salisbury a na Stonehenge. V Avebury sme mali možnosť obhliadnuť si megalitickú kamennú stavbu s najväčším priemerom v Anglicku. Stavba pôvodne obsahovala viac než sto kameňov, avšak veľká časť z nich bola za posledných 1000 rokov odvlečená a použitá ako stavebný materiál. Ďalšie miesto, ktoré sme navštívili, bol Silbury Hill, asi míľu vzdialený od Avebury. Je to umelo postavený kopec, ktorého vek je starší než Aveburská megalitická stavba, a jeho veľkosť je porovnateľná s veľkosťou egyptských pyramíd. Predpokladá sa, že bol využívaný ako pozorovacie stanovisko. Ďalšou zastávkou bola Salisburská katedrála. S výškou 123 m je to najvyššia katedrála v Spojenom kráľovstve.

V rámci jednej z panelových diskusií sme pod vedením Susan Reynoldsovej a Lorrisa Ramponiho rokovali o organizovaní seminárov pre pracovníkov európskych prenosných a malých planetárií. Z diskusie vyplynulo, že organizovania seminára roku 1999 sa ujmú Francúzi. Ďalšie stretnutie bude roku 2001, kde jednou z kandidátskych krajín je aj Slovenská republika, nakoľko máme dobré kontakty so stredo a východoeurópskym regiónom a je snaha zapojiť tento región do aktivít IPS. Na konferencii bol zvolený aj nový výbor IPS a bolo aklamáciou potvrdené, že najbližšia celosvetová konferencia IPS bude v Montreali v dňoch 9.–13. júla 2000.

Marián Vidovenec
SÚH Hurbanovo

Budova planetária na Greenwichi. Pod kupolou z tmavého skla je slávny Herschelov ďalekohľad.

Perzeidy

V Roztokách

Ako to už býva zvykom, aj tohto roku sa spoločne stretli pozorovatelia (z Prešova, Košíc, Svidníka, Bratislavy a dokonca aj jeden z Krakowa) na meteorickej expedícii PERZEIDY 98, ktorá sa uskutočnila v čase 8.–16. augusta 1998.

Miestom sa už po druhýkrát stala Poddukliansk hvezdáreň v Roztokách (v okrese Svidník), ktorá svojou polohou vytvára ideálne podmienky. Hlavným cieľom bolo vizuálne a fotografické pozorovanie hlavného meteorického roja Perzeíd a kappa Cygníd, ktoré boli v tomto období v činnosti.

Občas zamračené, ale ináč príjemné letné počasie malo niekedy za následok neskoršie začatie, prerušenie, alebo dokonca aj predčasné ukončenie pozorovacieho intervalu. Táto skutočnosť spolu s rušivým svitom Mesiaca, ktorý bol niekoľko dní po splne, do istej miery ovplyvnili kvalitu pozorovania. Aj napriek týmto okolnostiam pracovalo celkom 14 pozorovateľov v 5 skupinách so zapisovateľmi (štyri skupiny so zapisovateľom, jedna s diktafónom). Počas 8 nocí zaznamenali údaje o 2306 meteoroch pri efektívnom čase 66 hodín. Počet záznamov pre potreby IMO je však len 1700, nakoľko časť materiálu je ovplyvnená vysokou oblačnosťou. Najjasnejším meteorom bola Perzeida s jasnosťou –3 mag.

Organizačne a technicky expedíciu pripravila Šarišská hvezdáreň a planetárium v Prešove s spolupráci s Miestnou organizáciou Slovenského zväzu astronómov amatérov v Prešove. **Miloš Socháň**

Perzeida – 3 mag, 14. 8. 1998, 20:47 UT, stopa 4 sekundy. Foto: Miloš Socháň

V Partizánskom

V dňoch 10. až 14. augusta sa zišla v hornonitrianskej hvezdárni Partizánske hŕstka nadšencov kvôli vizuálnemu pozorovaniu tohoročného maxima meteorického roja Perzeíd. Aj napriek veľkej nepriazni počasia a Mesiaca v splne sa nám podarilo získať celkom pekné výsledky. Nepozorovalo sa klasickou metódou IMO, ale všetky meteory sa zakresľovali do pripravených mapiek gnómického atlasu Brno. Zo štyroch pozorovacích nocí vyšli ako tak dve. Počas nich sme napozorovali a zakreslili 161 meteoritrov v efektívnom čase 10.67 h. Z rojových meteorov okrem Perzeíd boli zakresľované Akvaridy a meteory z Poľovných psov. Pri každom prelete meteoru sa zaznamenali čas preletu, jasnosť, rojová príslušnosť a ocenenie. S napozorovaných meteorov bolo 92 Perzeíd (57%), 28 Akvaríd (17%) a zvyšok pripadol na sporadické meteory. Na záver možno konštatovať, že oproti minulým rokom bolo tohoročné maximum Perzeíd veľmi nevýrazné, pod čo sa zrejme veľkou mierou podpísala nepriaznivá fáza Mesiaca. Napozorované údaje boli odoslané na hvezdáreň v Rimavskej Sobote na ďalšie spracovanie. **Peter Drengubiak, Partizánske**

Na Hoštinej

Jubilejný 10. ročník Expedície Perzeidy '98 sa konal od 7. 8 do 24. 8. v lokalite Žnová v katastri obce Hoštiná, vo výške 480 n. m. Akciu usporiadal Astronomický klub Antonína Bečvářa Púchov. Naša akcia nadväzovala na expedíciu, ktorú usporiadal Astronomický kabinet v Považskej Bystrici vo Vrchteplej. Spočiatku nám sťažoval pozorovanie Mesiac, s tým sme však rátali a venovali sme sa predovšetkým praktickej a odbornej príprave nových členov klubu.

Na maximum sme sa tešili, ale pokazilo sa nám počas noci počasie a neskoršie podmienky dorazil vychádzajúci Mesiac. V období po maxime sa podmienky zlepšili a my sme mohli pozorovať nielen zostupnú fázu Perzeíd, ale i činnosť početných slabších rojov. Tohto roku sme pozorovali len jeden výrazný bolid, a to dňa 15. 8. $21^h4^m\ 42^s$ UT, ktorý mal počiatok v nad Škorpiónom a koniec bol niekde za obzorom. Potešenie z nej mohli mať niekde na južnej Morave. **Boris Martinák**

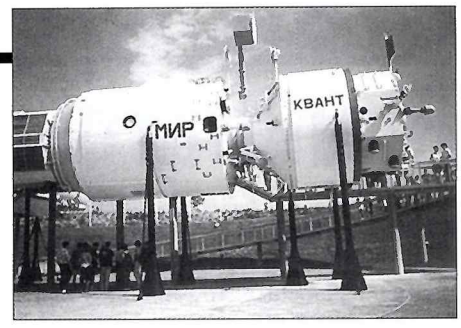
Na Kremeňove

Po roku sa opäť zišla parta mladých z Rimavskej Soboty, Banskej Bystrice a Kysúc pod „dozorom" J. Gerboša. Fajn nálada, život pod stanom, nočné vylihovanie na nafuckách za účelom observovania „padajúcich hviezd" – takto by sa dalo charakterizovať 11 dní rozmanitých zážitkov v novom prostredí na horárni Kremeňovo neďaleko Látok v čase od 22.7.–2.8.

Pekných nocí sme podobne ako iné expedície mali pomenej, mraky boli v presile, ale najkrajší bolid udrel cez totálnu deku. Pozorovalo sa v troch skupinách, klasická vizuálna, kresliči a tlačítka, kde sa vyskytli u začiatočníkov spočiatku problémy – priveľa bolidov, ktoré bolo treba korigovať. Menší počet meteorov, keďže spočiatku boli len južné roje spôsobil, že sa mnohým začínali otvárať ústa, no vo chvíli, keď sme pomaly a isto začali usínať, začali lietať, takže záverečná bilancia pre 22 účastníkov nebola najhoršia (efektívny čas 229 hodín a 3228 záznamov meteorov).

V horúčave 40 stupňov nám chýbal žliabkovský lesík. Stany pod holým nebom a my s nimi sme boli vystavení napospas slnku. Nebola to žiadna slasť, a tak sme sa skoro ráno zobúdzali, spotení ako hotdogy a plazili sa k studni. Len niektorí vytrvalo vzdorovali a šli dospávať do lesa. No malo to aj svoje výhody, výsledkom bola chutne prímorsky opálená pokožka a dodatočne i obdiv spolužiakov z lacného bronzu. Azylom nám bola našťastie chata, a to nielen pred Slnkom ale i pred rozzúreným Poseidónom, ktorý vytopil niektorých chudákov. Ďalšie pozitíva horárne, najmä v očiach odrastených expedičníkov, ktoré spôsobili, že nám značne prirástla k srdcu, boli luxus ako elektrina a kuchynka. Vďaka nej a expedičným kuchárom (zdar Jumbovi, Miškovi, Janke a Blanke) si naše chuťové poháriky užívali až tak, že sme stav guľatosti našich bruškiek museli kompenzovať tradičnými volejbalovými zápasmi. Ich úroveň a obetavé hádzanie sa po guľatom čude rástli so stúpajúcou odmenou pre víťaza. Následné menšie problémy s hygienou, keďže studňa bola nedostačujúca, mnohí riešili kúpeľom v Ipli. Hoci prvý dojem z nového miesta nebol veľmi príjemný, expedícia v nás zanechala nezabudnuteľnú atmosféru a krásne zážitky, tých 11 dní sa nám všetkým zdalo primálo a už teraz sa tešíme, že sa vďaka meteorom zídeme o rok opäť.

Simona Rapavá



Astronómia v Toulouse

Keď sa opýtate Francúzov, kam by ste mali cestovať za astronómiou v tejto 551 695 km krajine, povedia vám, že do mesta, ktoré je kolískou francúzskeho letectva a kozmonautiky, do mesta ležiaceho v Pyrenejách, do kúzelného Toulouse.

A majú naozaj pravdu. Mne sa v ňom vďaka grantu z Open Society Found, Charty '77 a sponzorovi podarilo stráviť 12 dní, z ktorých bol každý iný a predsa ich spájalo jedno: astronómia.

Myšlienkami som v podstate ešte stále v univerzitnej časti zvanej Sup'Aéro (l'Ecole Nationale Superieure de l'Aeronautique et de l'Espace), v ktorej letná škola astronómie s medzinárodnou účasťou prebiehala. A hoci som prišla ja obdivovať astronómiu vo Francúzsku, po mojej prezentácii o Astronómii na Slovensku, takmer každý obdivoval fotografie zhotovené na hvezdárňach v Partizánskom, Hlohovci, či fotografie z fotoaparátu M. Kamenického. No a animácia kométy Hyakutake z tvorby AGO MFF UK v Modre nemala žiadnu konkurenciu. Navyše, každý nám závidel, že sa u nás dá študovať astronómia. Ak sa totiž francúzsky študent rozhodne stať astronómom, musí si počkať kým skončí ako fyzik a potom má astrofyziku jeden rok formou posgraduálneho štúdia. Takže... nebojte sa prezentovať svoje výsledky v zahraničí!

No a čo sa odohrávalo po prvom dni prezentácií? Podľa predpísaného harmonogramu sme sa všetci sedemdesiati účastníci „rozliezli" na prednášky, ktoré prebiehali vždy v troch súbežných sekciách. Mohli ste si vybrať tému, ktorá vás zaujímala. U mňa to bola jednoznačne: CCD kamera a jej využitie. Výučba v sekciách sa striedala s konferenciami osobností francúzskej astronómie, prednášajúcimi ako napr. F. Querci, R. Yarle z Observatória na Pic du Midi, či J. P. Sivan, z Observatória l'Haute Provance. Večer sme sa vždy presunuli do časti zvanej de Bélesta, v ktorej po mestskom osvetlení niet ani stopy a je vybavená 82 cm reflektorom, patriacim Astronomickej asociácii ADAGIO, ako aj inými prístrojmi. Tu sme v skupinách pracovali na téme, ktorá nás zaujala. Ja samozrejme so CCD kamerou a vo výbornom kolektíve. Poviete si: „No dobre, ale to všetko sa podobá letnej škole astronómie tu na Slovensku...". A ja vám odpoviem: „Nie celkom, ale dobre, keď chcete niečo špeciálne, tak..."

Každý deň bol iný práve preto, že organizátori využili všetky možnosti, aké astronomické Toulouse ponúka. Navštívili sme náučné centrum Cité de l'Espace, kde sme celé utorňajšie popoludnie obdivovali model rakety Ariane 5 v skutočnej veľkosti, planetárium, astronomický park so všetkými planétami, modely rôznych typov družíc ako aj najnovší výstavný model, orbitálnej stanice Mir *(na snímke)*. Mohli ste si vyskúšať odpaľovanie rakety, či podobnou formou ako je vstup do televízneho vysielania položiť akúkoľvek fyzikálnu otázku pánu Pascalovi. Každý tam našiel to čo potreboval a ak ste už nevládali, mohli ste si oddýchnuť pozorovaním práce pracovníkov Meteo France, ktorý vám na základe počítačového pohľadu z družice Meteosat podali predpoveď počasia v aktuálnom prevedení.

Myslela som si, že tomuto zážitku sa už nič nevyrovná, avšak na prvé miesto kladiem návštevu Matra

Marconi Space, spoločnosti, v ktorej spolupráci bola zhotovená družica SOHO, ERS, METEOSAT a mnohé ďalšie. Ani by ste neverili, aké problémy mali organizátori aby presadili môj vstup do tohto „centra satelitov", pretože som bola jediná účastníčka bývalého východného bloku. Možno práve preto som pri tejto „špionáži" mala na jazyku iba jediné slová: „Tak tu by som chcela robiť..." Kto chce poznať všetky detaily tejto návštevy, rada sa o ne podelím, avšak tu na ne niet dostatok priestoru.

Ak ste počas stáže spávali tak 3, maximálne 4 hodiny a boli ste unavení, určite vás prebrala návšteva de l'Observatoire de Haute Provence. V tejto „záhrade observatórií", ako ju Francúzi nazývajú som sa naozaj nemohla dopočítať kupôl, zhotovených spoločnosťou INACO, ktorú sme tiež navštívili. Bolo ich celkom 13 a každá z nich ukrývala ďalekohľad opradený zakaždým inou históriou. Najväčší z nich, 193 cm reflektor, tvorí spolu s 2-metrovým na Pic du Midi dvojicu najväčších ďalekohľadov Francúzska. Za sprievodu riaditeľa A. Laphereyho sme sa s observatóriom rozlúčili a ostával už len čas na návštevu univerzitnej knižnice. Dávala som si dokopy posledné novonadobudnuté informácie z prednášok, utriedovala zážitky nádherných augustových dní...a ani som si neuvedomila, že to som už na ceste domov. V ušiach mi rezonovali len slová jedného účastníka z Brazílie: „Realizujte svoje sny, aby astronómia nebola len snom." **Ulrika Babiaková**

Triangulidy

12. a 15. septembra 1998 bol v Japonsku pozorovaný málo známy meteorický roj Triangulidy. O. Kazuhiro a S. Mitsue pozorovali v priebehu 3.25 hod. 15 meteorov z radiantu v blízkosti hviezdy Metallah (α Tri).

Tento roj náhodne objavili Kronk a Sleeter 12. 9. 1993, keď z oblasti Ari/Tri počas 75 minút spozorovali 11 prevažne slabých meteorov. Kronk určil súradnice radiantu juhovýchodne od a Tri ($a=2^h20^m$, $d=+29^\circ$ eq.2000.0). Ich výsledok bol potvrdený ďalšími nezávislými vizuálnymi pozorovaniami v USA a rádiovými pozorovaniami v Belgicku.

Z historických databáz Kronk zistil, že tento roj pomenovaný Beta Triangulidy má vo už svojom katalógu z roku 1899 Denning a ďalšie pozorovania sú aj z roku 1934 od známeho pozorovateľa C.Hoffmeistera z Nemecka. Roj bol detegovaný aj začiatkom päťdesiatych rokov a medzi 7.-12. septembrom v rokoch 1962-65 a 1969 bolo nájdených 72 meteorov prislúchajúcich danému radiantu. Podľa najlepších pozorovaní sa ukazuje, že roj má dráhu typu Apollo. **PR**

(Ne)pršali Drakonidy

O možnej zvýšenej aktivite Drakoníd bola informácia v Kozmose 5/98, kde bola aktivita predpovedaná na 8. 10. už po západe Slnka (17.–21. hod. UT). Záujem našich pozorovateľov bol značný, čo potvrdzovali početné telefonáty a maily niekoľko dní pred pozorovaním. Príprava i chuť do pozorovania bola, no zase sa s nami zahralo počasie. Na celom našom území bolo beznádejne, a to aj vo vyšších polohách. Sklamala teda aj osvedčená Kojšovská hoľa (1246 m), kde bola malá skupinka z Rimavskej Soboty a Prešova.

Ako sa však ukázalo, maximum nastalo skôr (u nás ešte za dňa) a bolo pozorované len v zemepisných dĺžkach Ázie v čase veľmi dobre predpovedanom E.A.Reznikovom (South Ural University), ktorý sa zaoberal pohybom častíc uvoľnených z materskej kométy Giacobinni-Zinner a vypočítal čas maxima na 13. hod. UT.

Medzi 13.–14. hodinou svetového času dosahovala frekvencia 500 a v desaťminútových intervaloch dokonca 1000 meteorov za hodinu. Vizuálne bol pokles aktivity zaznamenaný pozorovateľmi v Európe (17.–21. UT), avšak pozorované hodinové počty boli len 2–7 meteorov za hodinu, čo zodpovedá v závislosti na mieste pozorovania frekvenciu ZHR 6–40.

U nás bol tento roj pozorovaný radarom v Ondřejove za nepriaznivých geometrických podmienok radiantu. Zvýšená aktivita trvala štyri hodiny a v maxime (13:30 UT) bolo zaznamenaných 400 odrazov na hodinu.

Doteraz bola vysoká aktivita Drakoníd pozorovaná v rokoch 1933, 1946, 1985 a najbližšia bude až v roku 2018.

Podľa predbežnej analýzy tohtoročné maximum Drakoníd nastalo pri dĺžke Slnka 195.078 ± 0.010 (2000.0), čo zodpovedá 14:15 SEČ.

V tabuľke sú výsledky pozorovania 23 japonských pozorovateľov z 8.októbra medzi 11:00-15:00 UT (celkový pozorovací čas 39 hod.)

UT	Dra	ZHR	UT	Dra	ZHR
11:00–11:10	2	13	13:00–13:10	96	943
11:10–11:20	2	12	13:10–13:20	94	904
11:20–11:30	17	147	13:20–13:30	64	616
11:30–11:40	13	126	13:30–13:40	42	483
11:40–11:50	18	165	13:40–13:50	26	307
11:50–12:00	17	211	13:50–14:00	30	371
12:00–12:10	18	218	14:00–14:10	25	325
12:10–12:20	20	248	14:10–14:20	14	196
12:20–12:30	21	265	14:20–14:30	16	230
12:30–12:40	31	412	14:30–14:40	8	90
12:40–12:50	61	530	14:40–14:50	9	224
12:50–13:00	64	614	14:50–15:00	9	239

(PR)

Je náhle zjasnenie Tauríd odôvodnené?

Táto jeseň bola pre pozorovateľov meteorov významná z troch dôvodov.

Okrem meteorického dažďa Leoníd to bola vysoká aktivita Drakoníd (Giacobiníd) a neobvyklý počet jasných meteorov a bolidov patriacich k roju Tauríd.

Tauridy sú úlomkami periodickej kométy 2P/Encke a jedná sa o relatívne málo aktívne roje severných a južných Tauríd s dlhým trvaním a nevýraznými maximami.

Dvaja astronómovia David J. Asher a K.Izumi, preskúmali v Japonsku približne 60 rokov pozorovacích údajov Nippon meteor society a zistili, že v niektorých rokoch sa počas 10–14 dní objavoval veľký počet jasných meteorov. V nárastoch počtu sa prejavuje dráhová rezonancia s Jupiterom, ktorého gravitačné rušenie očividne ženie niektoré Tauridy do úzkeho podlhovastého chumáča pozdĺž ich dráhy. Asher a Izumi vypočítali, že ďalšie stretnutie s týmto oblakom malo nastať na jeseň tohoto roka, približne od 25. októbra do 10. novembra.

Ak ste teda počas svojich jesenných pozorovaní videli pomalé jasné meteory vylietávajúce zo súhvezdia Býka, stali ste sa svedkom aspoň jednej z troch meteorických udalostí tohtoročnej jesene.

Katarína Kerekešová
Hvezdáreň Rimavská Sobota

Účastníci M.A.R.S.-u s Dobsonom pri Hornonitrianskej hvezdárni v Partizánskom.

M.A.R.S. '98

Dňa 19. 7. pristali už šiestykrát Marťania na základni zvanej Hvezdáreň Partizánske so súradnicami (Λ18°23', Φ48°38'. Tieto súradnice využili hneď po príchode na výpočet preletov družíc Iridium a Mir... a pohľad na ne bol úžasný. Aj počasie bolo ako na želanie. A na aké pozorovanie ho „Marťania" využili?

Ani jednému oku neušlo vizuálne pozorovanie preletu družice Iridium, našli sa záujemcovia o fotografovanie tohto úkazu, či dokonca o záznam na videokameru. V rámci jednotlivých sekcií sa pozorovali premenné hviezdy, zatmenia a zákryty Jupiterovho systému, zakresľovali sa planéty a ich mesiace, originálne boli i kresby deep-sky objektov, i slnečných škvŕn počas jednotlivých dní. Niektorí „Marťania" otestovali svoju šikovnosť pri Messierovom maratóne. Jediným sklamaním pre všetkých bolo, že pohľad na planétu Pluto cez 0,6-m ďalekohľad v Hlohovci ani tentokrát nevyšiel. Nahradil ho neopakovateľný sprievod oblohou za objektami ako Albireo, M57, M27, vrhanie tieňa mesiaca Ganymed na Jupiter, či prstenec Saturna. Pohľadom na tieto objekty sa „Marťania" kochali aj cez 0,25-metrový Dobson z workshopu Milana Kamenického.

Každý deň „Marťanov" čakalo i prekvapenie v podobe prednášok so zaujímavými témami. Počas prednášky L. Gulíka ste sa na chvíľu mohli preniesť do Papui Novej Guinei, spoznať jej krásy i nebezpečenstvá prírody, odpozorovať zatmenie Slnka z 26. 2. 1998 spolu s RNDr. I. Dorotovičom v Guadeloupe alebo D. Sokolom vo Venezuele, alebo sa na chvíľu preniesť spolu s Doc. RNDr. L. Kulčárom, CSc., k zvieratníkovým súhvezdiam. Hneď v prvých dňoch po prednáške U. Babiakovej o úkazoch v Slnečnej sústave sa piati „Marťania" rozhodli uskutočniť tajný plán v kurze ASTRO-TECH pod vedením M. Kamenického. K výborným prednáškam patrili i odborné astronomické témy Mgr. R. Gálisa, Mgr. K. Petríka, ako aj ukážky CD-ROM-u ASTRO 2001 K. Pohlmullera.

Do tohtoročného kresla pre hosťa zasadla PhDr. G. Březinová, CSc., z Archeologického ústavu SAV v Nitre, ktorá sa venuje dobe laténskej a sídliskovej problematike. Myslím si, že treba spomenúť i neočakávanú návštevu Juraja Puciho, slovenského chodca, ktorý pri prechode územiami šiestich šatátov 23. 7. vo večerných hodinách zavítal práve na Hvezdáreň Partizánske, a hoci narušil priebeh prednáškam i večernému kinu Urania, všetkým „Marťanom" sa jeho slová zapísali do pamäte ako neobyčajný zážitok. Rozlúčkový táborák už tradične sprevádzalo vyhodnotenie súťaží a MARSOTAZU. Končím slovami jedného z 22 účastníkov: Poďte na M.A.R.S., poďte všetci na M.A.R.S.!... **Ulrika Babiaková,**

Foto: Vladimír Mešter

Hornonitrianska hvezdáreň, Partizánske

LAT

Rimavská Sobota 10.–19. 7. 1998

Záujmovo-umelecká a krúžková činnosť na základných školách je v súčasnosti realizovaná na báze dobrovoľnosti a nadšenia nielen detí, ale najmä učiteľov, ktorí deťom, ale aj svojmu koníčku venujú svoj voľný čas. Astronomické krúžky nie sú výnimkou. Aby sme nejakou formou odmenili najlepšie krúžky, ich členov aj vedúcich, organizujeme pre ne rôzne podujatia, na ktorých môžu získať nové poznatky, námety na činnosť, porovnať svoje schopnosti. Jedným z takýchto podujatí je aj Letný astronomický tábor, ktorý spolu (teda Kysucká hvezdáreň a Gemersko-malohontská hvezdáreň) usporadúvame od roku 1994.

Blízkosť odborno-pozorovacích programov, podobnosť kultúrno-výchovných podujatí, skúsenosti s prácou s deťmi aj spriaznenosť duší nám už piaty rok umožňuje usporiadať tábor, o ktorý je medzi deťmi-astronómami mimoriadny záujem. Za tých päť rokov sa už vyprofiloval program, ktorý sa len v detailoch mení v závislosti od skúseností jeho účastníkov a počasia. To znamená: cez deň súťaže vo všetkých možných športoch (tohoto roku trochu ochabol záujem o baseball), kúpanie, branné hry a súťaže, zoznamovanie sa s ďalekohľadmi, práca s ročenkou a mapami, pozorovanie objektov dennej oblohy, prednášky, práca v odborných sekciách, astronomické súťaže. V noci orientácia na oblohe, pozorovanie objektov, odhady jasností, prvé skúsenosti s odbornými pozorovaniami (zákryty hviezd Mesiacom, meteory, premenné hviezdy, CCD kamera). Ako spestrenie – pozorovanie satelitov systému Irídium a na žiadosť drvivej väčšiny účastníkov sledovanie finále MS vo futbale (stávková hra o uhádnutie výsledku, cenu sme zjedli spoločne, nikto neuhádol).

Prekrásny celodenný výlet na Krásnu Hôrku, Betliar (chlapci aj dievčatá sa mohli dotknúť dravých vtákov, vystupovali tam sokoliari) a do jaskyne Domica. Najmä keď bol ukončený nočným pozorovaním. Počas celého tábora sme vydávali noviny Daily Planets, bežala astrosúťaž Daily Planets, striedali sa u nás zástupcovia masmédií.

Poďakovať by sme chceli kolegom z hvezdární v Žiline a v Banskej Bystrici za nenahraditeľnú pomoc, odborné a spoločenské programy, aj OÚ v našich okresoch za podporu prostredníctvom Programov podpory a ochrany detí a mládeže SR, i všetkým sponzorom.

Za všetkých spísal Ján Mäsiar

SLOVENSKÁ ÚSTREDNÁ HVEZDÁREŇ, NÁRODNÉ METODICKÉ CENTRUM

Komárňanská 134, 947 01 Hurbanovo (tel.: 0818 7602484, fax: 0818 7602487), e-mail:suhkemar.sk

PONÚKA ASTRONOMICKÉ PUBLIKÁCIE

Astronomická ročenka 1999

Autor: RNDr. Eduard Pittich a kolektív

Publikácia obsahuje základné časové a polohové údaje nebeských objektov na oblohe od januára do decembra 1999. Sú v nej aj aktuálne informácie o meteorických rojoch, kométach, planétkach, Galileiho mesiacoch, zatmeniach Slnka a Mesiaca, premenných hviezdach, zákrytoch hviezd Mesiacom a pod. Obsahuje aj mnohé poučné články o kozmonautike, pohľade na oblohu z povrchu Marsu, prechode Merkúra cez disk Slnka, kométách roka, ako aj o názvoch komét, ktoré sa spájajú s našimi dejinami. Publikácia je nevyhnutnou pomôckou pre každého astronóma amatéra, ktorý sa seriózne zaoberá astronómiou.

Cena: 60,– Sk

Astronomický kalendár 1999

Autor: Ladislav Druga

V reprezentačnom nástennom astronomickom kalendári sú uvedené bohaté informácie o postavení planét, Mesiaca a Slnka na jednotlivé dni roka, pomocou ktorých sa i najširšia verejnosť dokáže orientovať na hviezdnej oblohe. Súčasťou týchto informácií sú údaje o fázach Mesiaca, jeho vstupoch Slnka do znamení zvieratníka, maximách meteorických rojov, extrémnych teplotách v jednotlivých mesiacoch roka za posledných 126 rokov, ako aj údaje o zavedení letného času. Pripomína aj výročia našich a svetových astronómov a výročia svetovej kozmonautiky. Publikácia je ilustrovaná farebnými fotografiami najzaujímavejších objektov vo vesmíre, ktoré vyfotografoval Hubbleov vesmírny ďalekohľad (NASA). **Cena: 50,– Sk**

Európski astronómovia snemovali v Prahe – JENAM '98

Európski astronómovia sa zišli na spoločnom zasadnutí Joint European and National Astronomy Meeting (JENAM '98) t.j. 7. Výročnej európskej konferencii a 65. zasadnutí Českej astronomickej spoločnosti v Prahe v dňoch 9.–12. septembra. Na konferencii sa zúčastnilo 350 astronómov z 35 krajín vrátane mimoeurópskych, pričom Slovensko malo 10 zástupcov.

Ešte pred začiatkom samotnej konferencie sa dňa 8. septembra uskutočnilo celodenné zasadanie pracovnej skupiny slnečných fyzikov k úplnému zatmeniu Slnka v roku 1999. Pracovné zasadanie sa venovalo hlavne príprave na pozorovanie tohto zatmenia, ktoré nastane 11. augusta 1999 a pás totality bude prechádzať oblasťami západnej, strednej a východnej Európy. Zasadania, ktorého sa zúčastnilo okolo 50 špecialistov zo 14 krajín, sa obznámilo so stavom a prípravou vybraných pozorovacích lokalít, s problémami vo výskume slnečnej koróny, ktoré by sa mali riešiť v priebehu nasledujúcich rokov s využitím aj budúcoročných pozorovaní úplného zatmenia Slnka. Účastníci sa tiež zhodli na využití tohto úkazu pri propagácii astronómie a prírodných vied. Príspevky, ktoré boli prezentované na tomto zasadaní sa opublikujú vo zvláštnom čísle časopisu Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso.

Na konferencii bolo niekoľko plenárnych zasadnutí a rokovania sa konali v siedmych odborných sekciách. Na plenárnych zasadaniach odzneli pozvané prednášky popredných európskych astrofyzikov, ktoré pokryli v podstate všetky oblasti astronómie a astrofyziky. Postupne sme si vypočuli prednášky o európskej stratégii v atronómii, astrofyzike, strategickom pláne HORIZON 2000+, v ktorom ESA plánuje uskutočniť niekoľko veľkých a stredných projektov kozmickej astronómie. Odzneli prednášky venované veľkým prístrojovým projektom ako dvadsaťročná výstavba sústavy štyroch veľkých ďalekohľadov a budovaniu sústavy veľkých rádioteleskopov LSA, pozostávajúcu zo 64 antén pre milimetrové pásmo. Sústava by mala byť uvedená do prevádzky začiatkom roka 2005. V oblasti slnečnej fyziky sa prehľadový referát zaoberal výsledkami meraní oscilácií slnečného povrchu (hélioseizmológia) pomocou pozemskej siete GONG a kozmickej sondy SOHO. Na základe týchto meraní môžeme študovať stavbu a rotáciu podpovrchových oblastí Slnka. Poznatky z röntgenových družíc (ROSAT) preukázali existenciu zrútených neutrónových hviezd a potvrdili teoretické predstavy. Značnú pozornosť vzbudila prednáška o objave mikrokvazarov v blízkosti centra našej Galaxie. V príspevku o teórii čiernych dier sa navrhli nové spôsoby astronomického overovania predpovedaných vlastností čiernych dier. V príspevku o výsledkoch z astronomickej družice HIPARCHOS sme sa dozvedeli, že boli zmerané polohy, pohyby, vzdialenosti a jasnosti viac ako milión hviezd do 12 magnitúdy po celej oblohe, ktoré sú publikované v novom katalógu. V prednáške o dynamickom vývoji hlavného pásma planétok bol podaný prehľad mechanizmov, ktoré umožňujú prechod planétok z tohto pásma na dráhy blízke Zemi. Oboznámili sme sa tiež s históriou objavov planét mimo slnečnej sústavy a dnes už ich poznáme viac ako ich je v našej slnečnej sústave. V závere konferencie mal prednášku Sir Martin Rees (Anglicko) o zábleskových zdrojoch žiarenia gama. Navrhol model, ktorý tieto záblesky vysvetľuje ako dôsledok splynutia dvoch neutrónových hviezd do čiernej diery.

Odborné rokovania sa konali v siedmych paralelných sekciách: Slnečná fyzika, Malé telesá v slnečnej sústave, Extrasolárne planetárne systémy, Astrofyzika interagujúcich dvojhviezd, Dynamika hviezdokôp a galaxií, Astrofyzika vysokých a veľmi vysokých energií a Relativistická astrofyzika a kozmológia. My sme sa zúčastňovali na zasadnutiach slnečnej sekcie, kde sa referovalo o najnovších výsledkoch slnečnej družice SOHO, ktoré prispievajú k pochopeniu štruktúry a dynamike slnečného vnútra, atmosféry a slnečného vetra. Riešili sa problémy slnečnej aktivity, erupcií a fyziky protuberancií.

Bohuslav Lukáč, SÚH Hurbanovo

PRODÁM refrakotor AS 110/1650 mm, na osové paralaktické montáži s jemnými pohyby (HEYDE) s motorickým pohonem krokovým motorkem s možností pointace hledáčkem 100/450 mm, nebo hlavním dalekohledem s pointační hlavicí. Na druhé straně deklinační osy je umístěna fotokomora s objektivem TESSAR 112/500 mm na desky 13/18 cm. Příslušenství: Okuláry O 6, O 10, O 16, H 25 mm, osvětlená pointační hlavice, chromový sluneční filtr na objektiv 110 mm 2 ks desek 13/18 cm, okulátrové filtry Mars a Mondglass. Optika Zeiss, jen vážnemu zájemci. Cena dohodou. Vála Pavel, Polní 354, 46001 Liberec 12., tel.: 0042 048 5121535.

PRODÁM dalekohled CELESTRON 8 Ultima, zrcadlo 20 cm, rok výroby 1991 + příslušenství. Eva Steklíková, Gočárová 542, Hradec Králové, ČR. Tel.: 0042 049 551 2466

PREDÁM širokouhlé ortoskopické okuláre f= 15,20 a 25 mm aj s leptanými zámernými znakmi v hladkom puzdre alebo aj so zaostrovaním, ďalej zenitové hranoly strechové 45 a 90 samotné alebo zapuzdrené, ako aj dvojdielne achromatické objektívy o f = 1000 a 2530 mm a eliptické rovinné zrkadlá 50×80 mm. Vojtech Dvonč, Mudroňova 78, 81103 Bratislava

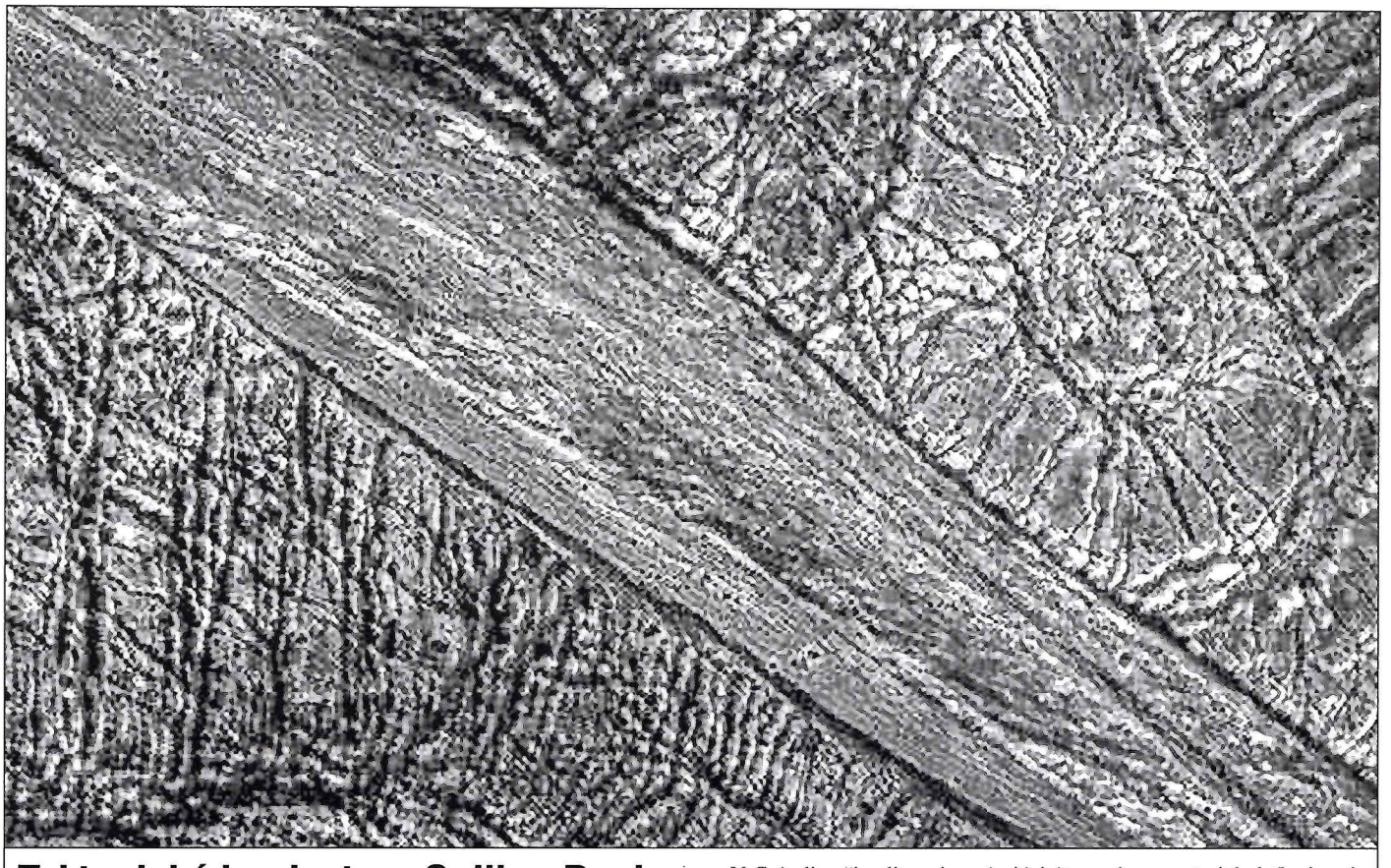
PONÚKAM zrkadlové oprické sústavy pre Newton, Cassegrain, Maksut, Schmidt, v priemere od 150 mm do 500 mm a achromatické objektívy pre refraktory paralaktickej montáže, priemer poloosi od 25 mm do 100 mm. Martin Kavecký, 013 14 Kamenná Poruba 31, tel.: 0823 461 400

PREDÁM astronomický ďalekohľad s objektívom 80/1200 mm objektív Carl Zeiss Jena (s okulármi H 8,2050 mm so zenitálnym hranolom a okulárovým výťahom, hľadáčkom, ktorý dáva výškovo a stranovo obraz. Upevnený je na mohutnej paralaktickej montáži bez pohonu, naktorej je umiestnený ďalší hľadáčik, ktorý slúži na rýchle vyhľadanie Polárky. Montáž má brzdy na obidve osy a zariadenia na jemné posuny. Upevnený je na železnej trojnožke. Ako celok bol vyrobený amatérsky veľmi kvalitne. Cena 10 000,– Sk. Jozef Olekšák, 059 55 Ždiar 481, okr. Poprad, tel. 0969 498168

PRODÁM levne tyto objektivy: Zeiss-Tessar 4.5/135 (s ostřením a prírubou); Zeiss-Tessar 2.8/80 (s clonou a ostřením); Zeiss-Tessar 3.5/210 (s prírubou); Meopta-Miron 2.8/100; Meopta-Polar 1.5/65; Meopta-Belar 4.5/210 (s clonou a nastavitelnou mechanickou závěrkou). Dále prodám fotoaparát Zenit 11 s objektivem Helios 2.0/58 (530 Kč), teleobjektiv Zeiss-Triotar 4.0/135, závit M42×1 (570 Kč), fotoaparát Praktica BX20 s objektivem Pentacon Prakticar 1.8/50, bajonet (3050 Kč). Pavel Kubíček, Sochorova 1313, 41501 Teplice, Česka republika. Tel.: 0417/814299 (v prac. dnech 9:00–16:00), 47703 (večer). E-mail: pavel.kubicek@spl.glavunion.cz

KÚPIM Encyklopédiu Astronómie, ďalej Somet Binatr 25×100 montážou resp. so stojanom – len v dobrom stave. Marián Luptovec, 02351 Raková 1164, okr. Čadca

KÚPIM okulár Zeiss O-25 a okulár F10 k ďalekohľadu AD800. Roman Kardoš, Jelšavská 524 PO BOX 23 049 32 Štítnik, tel. 0942/93256,Hvezdáreň Rožňava, Lesná 1, Slovakia, tel. ** 42 942 236 50.



Tektonický landart na Galileo Regio

Pätnásť kilometrov hrubá diagonála, ktorá sa ťahá z ľavého horného do pravého spodného rohu, je svetlým rozhraním medzi dvomi tmavými trojuholníkmi tmavšieho terénu v oblasti Galileo Regie na Ganymede. Tmavší terén po oboch stranách diagonály poznamenala mohutná tektonická aktivita: početné, často sa križujúce ozrutné zlomy, ale i tektonicky poohýbané bloky terénu svedčia o vitálnych tektonických a geologických procesoch na mladom Ganymede.

Veľký, slimačiu ulitu pripomínajúci útvar v hornom trojuholníku je najskôr tektonickými silami preformovaným impaktným kráterom, pričom nie je vylúčené, že plastickú topografiu tohto malebného terénu umožnilo nahriatie a zmäkčenie hornín kôry teplom horúceho plášťa dávno predtým, ako sa vytvorila diagonála svetlejšieho terénu.

Pomocou týchto snímok sa možno planetológom podarí zrekonštruovať konverziu starého, tmavého terénu na mladší, svetlejší terén. Vznik svetlej diagonály je zatiaľ nejasný. Zobrazený terén má rozmery 81×58 kilometrov. Rozlíšenie: 160 metrov na pixel.

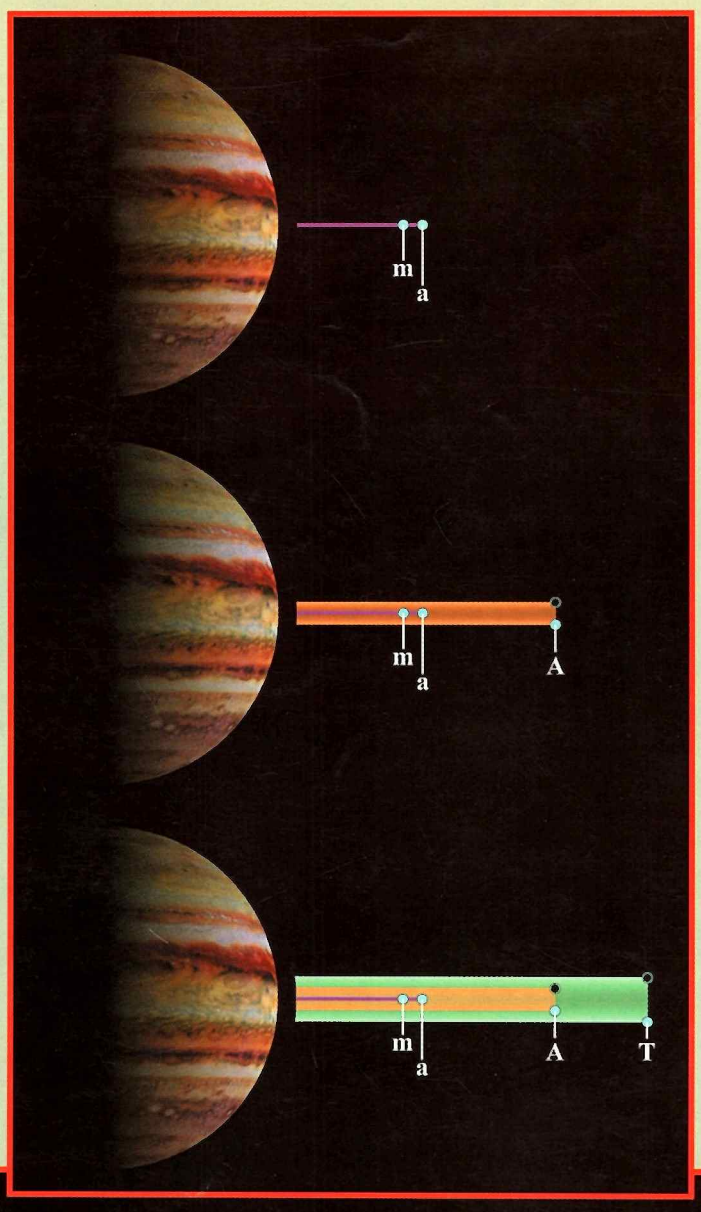
Ganymedes

zo sondy Galileo

Škrabance na Lagash Sulcus

Na snímke vidíte poohýbané a dolámané ryhy „veľkého škrabanca“, ktorý sa ťahá oblasťou Marius Regio, husto posiatou impaktnými krátermi. O tektonickom procese, ktorý vytvoril „veľký škrabanec“, majú geológovia zatiaľ iba hmlisté predstavy. Okolitý terén tektonika príliš nepoznamenala. Veľký, svetlý, ľudské srdce pripomínajúci útvar pod stredom snímky môže byť ostrov mladšieho, svetlého terénu, alebo stopa po mohutnom impakte.

Zobrazený terén má rozmery 230×230 kilometrov. Rozlíšenie 288 metrov na pixel.



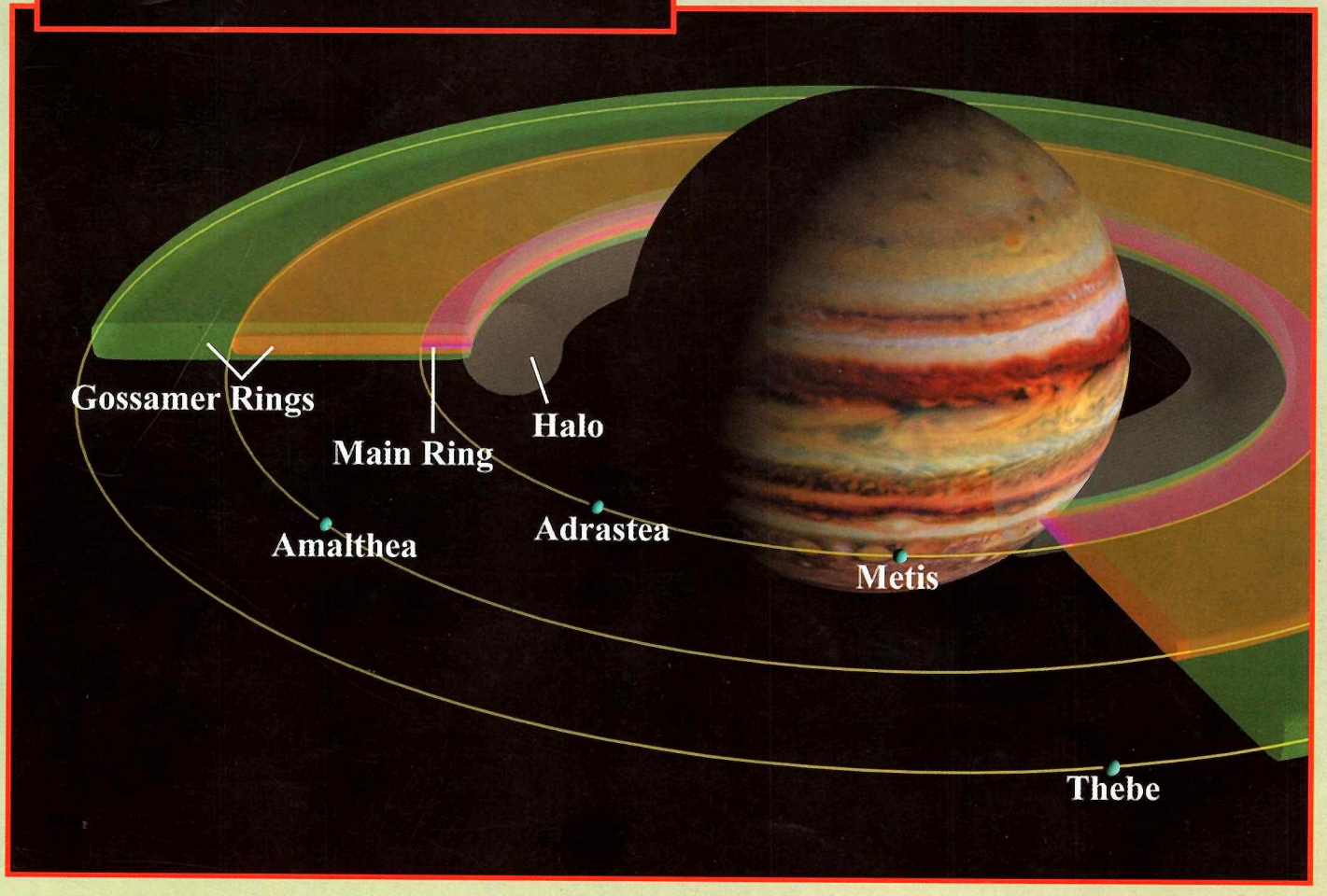
Štruktúry Jupiterovho prstenca

Na vertikálnom triptychu vidíte schému štruktúry Jupiterovho prstenca. Vedci na základe analýzy údajov zo sondy Galileo zistili, že prstenec vytvárajú zvyšky deštruovaného materiálu, ktorý bol z vnútorných mesiačikov vypudený po každej kolízii s meteoridmi (fragmentmi komét a asteroidov), ktoré sa dostali do gravitačnej pasce obrovskej planéty.

Na hornom obrázku triptychu vidíte hlavný prstenec, ktorý sa postupne vytvoril z kolíziami ejektovaného materiálu mesiačikov Metis (m) a Adrastea (a). Nakoľko oba mesiačiky obiehajú v rovine rovníka Jupitera, hlavný prstenec vyzerá ako úzka, rovná čiara.

Na ďalšom obrázku vidíte dodatočný efekt, vytvorený jemnými čiastočkami prachu, vymrštenými kolíziami meteoridov s mesiačikom Amalthea (A). Obežná dráha Amalthey je mierne naklonená k rovine Jupiterovho rovníka, takže mesiačik sa v rozličnom čase môže nachádzať na ktoromkoľvek mieste v dvoma krúžkami vyznačenom páse. Prach ejektovaný z Amalthey, na farebnej snímke znázornený oranžovou farbou, vytvára prstenec, ktorého hrúbka sa rovná vertikálnej projekcii Amalthei okolo roviny Jupiterovho rovníka.

Na spodnom obrázku triptychu vidíte dodatočný efekt spôsobený prachom, ejektovaným z Thebe (T), ktorý vytvára druhý komponent (na farebnej znázornený zelenou farbou) vonkajšieho, riedkeho prstenca. Táto zložka riedkeho prstenca je hrubšia ako zložka, ktorú vytvára prach z Amalthey, pretože obežná dráha Thebe je voči rovine rovníka viac naklonená.

Snímka Jupitera bola urobená pomocou mapy, ktorú v Jet Propulsion Laboratory vytvorili na základe údajov, získaných z Hubblovho vesmírneho ďalekohľadu.

Údaje o spodnom obrázku nájdete na 16. strane.