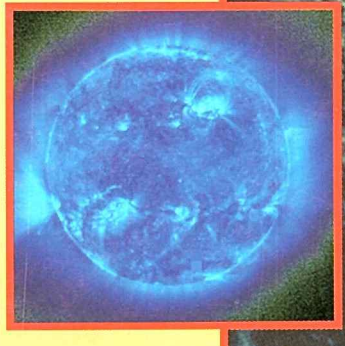
KOZMOS

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

1998
ROČNÍK XXIX.
Sk 25,–
5

TRACE

SOHO



HST

EXOTICKÝ PULZAR

MEDZIHVIEZDNE CESTY

EUROPA v centre záujmu

NA POČIATKU BOL VODÍK

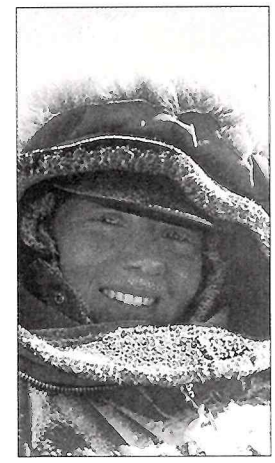
V marťanskom meteorite ALH 8400l vraj niet ani stopy po živote

Tím profesora Marka Thiemensa z oddelenia chémie na Kalifornskej univerzite v San Diego tvrdí, že minerálne štruktúry vo vnútri meteoritu ALH 84 00l vznikli ako produkt nebiologických procesov. Nejde teda o výmešky metabolizmu pradávnych baktérii z Marsu, čo pred dvomi rokmi dokazovali vedci z NASA.

V článku, ktorý uverejnil týždeník Science v júni tohto roku, popísali kalifornskí vedci analýzu izotopov kyslíka, ktoré našli vo vnútri meteoritu. – Izotopové zloženie tohto kyslíka je presne také, ako keby vznikol z oxidu uhličitého a ozónu, ktoré sa nachádzajú v atmosfére Marsu, – píše Thiemens.

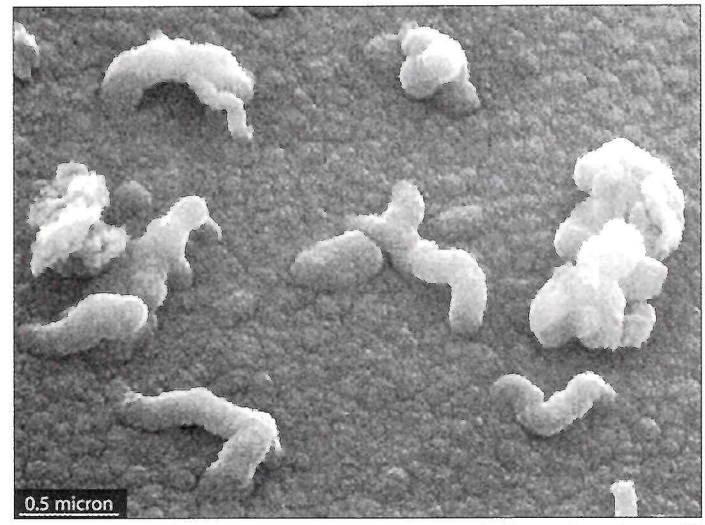
Život, prinajmenšom ten, ktorý poznáme zo Zeme, sa však nezaobíde bez vody. Keby minerálne štruktúry, ktoré vedci objavili v meteorite ALH 84001 boli pozostatkami po živých mikroorganizmoch, kyslík by pochádzal najmä z vody. „Vodný pôvod" by však muselo potvrdiť jeho izotopové zloženie.

– V čase, keď sa horniny, ktorých vzorkou je meteorit tvorili, boli s atmosférou v chemickej rovnováhe, – vraví profesor Thiemens. – Určite však neboli v kontakte s vodou. Podľa Thiemensa výsledky tejto analýzy vážne spochybnili tvrdenie kolegov z NASA, ani ony však nie sú definitívnym dôkazom toho, že ALH 84 001nikdy neobsahoval život. Everett Gibson z NASA, spoluautor slávnej práce o objavení života v marťanskom meteorite, vyčíta tímu Thiemensa, že netestovali zloženie tých štruktúr, ktoré sú, podľa NASA, zvyškami mikróbov. – Tieto štruktúry možno pozorovať iba pomocou výkonných mikroskopov a tie Thiemensovi ľudia nemali – povedal Gibson a dodal: – Tím profesora Thiemensa skúmal podľa všetkého také kúsky meteoritu, v ktorých boli aj nebiologické minerály a to mohlo analýzu znehodnotiť.



Roberta Score, ktorá 27. decembra 1984 našla meteorit ALH 84 001 v Antarktíde.

Červy pripomínajúce štruktúry našli vedci z NASA v marťanskom meteorite ALH 84 001 a na základe dôkladnej analýzy usúdili, že by to mohli byť marťanské mikrofosílie. Na snímke elktrónového mikroskopu ich vidíme v 29 000-násobnom zväčšení.



Na snímke vidíte v rovnakom zväčšení podobné útvary, ktoré sa našli na Zemi, pochované hlboko v podpovrchovývh horninách pri americkej rieke Columbia, neďaleko jej ústia do Tichého oceánu. Podobnosť s mikrofosíliami z marťanského meteoritu, je nápadná. Vedci sú takmer presvedčení, že išlo o mikrofosílie.

Tábor vedcov, ktorí ešte vždy veria, že v meteorite ALH 84 001 sa nachádzajú fosílie marťanských baktérii sa neustále scvrkáva. Prečítajte si názory renomovaných vedcov z tábora, ktorí v marťanské mikrofosílie veria a tých, čo už z pôvodného nadšenia vytrezveli.

PRE

Joseph Kirschvink z Caltech v Pasadene: Hodnoty, vyjadrujúce mieru zmagnetizovania zrniečok pyroxénu (ide o kremičitý minerál), ktoré sa našli v drobných prasklinách meteoritu dokazujú, že meteorit sa počas posledných 4 miliárd rokov nenachádzal v teplote, ktorá prekročila 110 stupňov Celzia.

Colin Pillinger, Ian Wright z Planetary Science Research Institute, Open University a Monica Grady z Londýnskeho múzea histórie prírody: V meteorite sme našli stopy hmoty, ktoré dokazujú jej biologický pôvod: je to najmä pomer izotopov uhlíka C-12 a C-13, ktorý je nachlp rovnaký, aký sme našli v najstarších pozemských mikrofosíliách.

PROTI

Jack Farmer z NASA: Minerály mohli kryštalizovať tak, že nadobudli okrúhlu podobu, ktorá zdanlivo pripomína tvar mikroorganizmov.

John Kerrige z Kalifornskej univerzity: Organické štruktúry, ktoré kolegovia z NASA objavili v meteorite a ktoré nazývajú stopami života, sú príliš jednoduché na to, aby sme s určitosťou mohli hovoriť o živých organizmoch. Jamky, viditeľné vo vnútri meteoritu, nemusia byť otlačkami baktérií; mohli vzniknúť aj v procese mineralizácie. Živé organizmy absorbujú z prostredia isté izotopy ľahšie, ako iné. Najradšej si však „pochutnávajú" na uhlíku. Na mieste, kde naozaj žili živé organizmy, muselo by však byť takých izotopov oveľa viac. Z tohto pohľadu je meteorit, čo sa týka života, jalový.

Ralph Harvey z Case Western Reserve University v Clevelande a Harry McSween z Tennesee University v Knoxville: Podmienky, vktorých vznikli uhlíkaté globulky, nepriali životu. Zloženie minerálov prezrádza, že sa uhlíkaté látky rodili v teplote vyššej ako 650 stupňov Celzia. Tieto uhlíkaté štruktúry sa mohli vytvoriť aj bez vody. Oxidu uhličitého je na Marse nadostač a to všetko vysvetľuje.

Ralph Harvey z Georgia Institute of Technology v Atlante: Kryštály magnetitov v meteorite sú predĺžené a objavujú sa na nich defekty, typické pre kryštály, ktoré v pozemských podmienkach kryštalizujú v podmienkach vulkanickej aktivity, v prostredí horúcej pary, kde teplota preshauje 800 stupňov Celzia. V takejto vysokej teplote sa teda museli vytvoriť aj uhlíkaté látky, ktoré meteorit obsahuje. Je jasné, že nejde o pozostatky živých organizmov.

Edward Scott, Akira Yamaguchi, Alexandre Krot z Havajskej univerzity: Uhlíkaté globulky v puklinách meteoritu sa vytvorili vo veľmi vysokej teplote, typickej pre rýchly proces. Podľa všetkého termický šok horniny spôsobil dopad veľkého telesa na povrch Marsu, ktorý tento kúsok vymŕštil do medziplanetárneho priestoru.

Vedci z Oceánografického inštitútu a Arizonskej univerzity: Meteorit ALH 84 001 bol do značného stupňa znečistený organickými látkami už na Zemi. Aminokyseliny, ktoré sa v ňom našli, pochádzajú pravdepodobne z antarktického ľadu, kde meteorit našli.

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

POPULÁRNO-VEDECKÝ **KOZMOS** ASTRONOMICKÝ ČASOPIS

TÉMY ČÍSLA

3 **Na počiatku bol vodík** / *James Glanz*
Tvorba ťažkých prvkov (4. str.)

GALILEO

5 **Europa v centre záujmu** →
Impaktné krátery s čiernym dnom na Memphis Pacula;
Reťaz kráterov na Ganymede
(3. str. ob.)

MIKROORGANIZMY Z ANTARKTÍDY

7 **Oázy na ľadovej púšti**

8 **Mickey Mouse: baktéria v kožuchu**

HST

10 **Prstence mladých hviezd okolo jadra NGC 4314;**
Vzdialená masívna kopa galaxií spochybňuje teóriu hustého vesmíru; (str. 11)**; Masívny zhluk hviezd umožnil pohľad na mladý vesmír** (4. str. ob.)

KOZMICKÉ LETY

12 **Medzihviezdne cesty** / *Ken Croswell*
Sonda s desaťkilometrovým chvostom (str. 14–15)

15 SMALL EXPLORER
SOHO opäť v kontakte / *Alena Kulinová*;
TRACE / *Alena Kulinová* (str. 16)

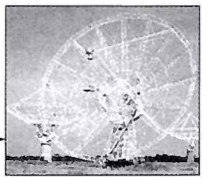
17 **Žeň objevů 1997 (XXXII.)**
2.7 Supernovy (pokračovanie z min. čísla); 3. Pulsary a neutronové hvězdy; 3.1 Pulsary; 3.2 Rentgenové zdroje; 3.3 Neutronové hvězdy; 4. Zábleskové zdroje záření gama; 5. Mezihvězdná látka; 6. Galaxie; 6.1. Naša Galaxie; 6.1,1 Hvězdokupy; 6.1.2 Stavba Galaxie;
/ *Jiří Grygar*

21 **Elysium Mons**

23 **Slnko (3)** / *Milan Rybanský*

26 **Najväčšie astronomické „ucho" sveta** / *Ladislav Hric* →

33 **Polárna žiara na Slovensku** / *Vojtěch Letfus*

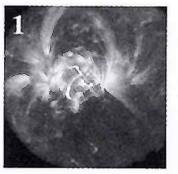


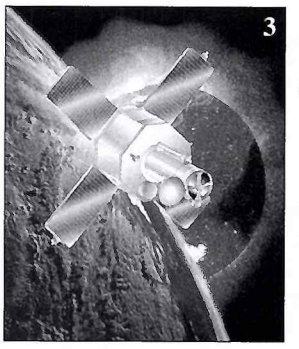
AKTUALITY

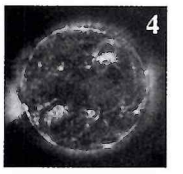
2 **Exotický pulzar**

22 **Tritón sa otepľuje** →

25 **Neutrína majú hmotnosť!**







obálka

(Pozri strany 15 a 16)

1. Obrázok bol získaný 31. 5 1998 extréme ultrafialovým teleskopom umiesteným na palube slnečnej sondy TRACE (Transition Region and Coronal Explorer), NASA. Jasný objekt v tvare písmena **T** je erupcia. Ide o explóziu v slnečnej atmosfére, ktorú spôsobuje preusporiadanie sa silných magnetických polí. Vrch a dĺžka „T-čka" sú dlhé približne 90 tisíc km a široké menej ako 350 km. Hoci bola erupcia veľmi veľká, vynorila sa a zmizla iba v priebehu niekoľkých minút. Sonda TRACE bola schopná zachytiť túto udalosť, pretože dokáže získavať obrázky s vysokou kadenciou a dobrým priestorovým rozlíšením. Počas tejto erupcie robila sonda obrázok každých 86 s s expozičnou dobou 28 s.
2. Snímka aktívnej oblasti nachádzajúcej sa na okraji slnečného disku (na limbe), urobila 25. 4 1998 družica TRACE. Vysoká rozlišovacia schopnosť ultrafialového teleskopu tejto družice odhaľuje jemnú štruktúru v slučkách koronálnej plazmy (horúceho, elektricky nabitého plynu), ktoré sú udržiavané silnými magnetickými poľami. Falošné farby predstavujú rôzne teploty: modrá cca 200 000K, zelená cca 500 000K a červená cca 1 500 000K. Biela je ich kombináciou, t. j. signalizuje prítomnosť plazmových štruktúr vo všetkých troch teplotách (v ich rozsahu). Ukazuje sa, že koronálna plazma sa ohrieva pozdĺž siločiar magnetických polí (pozri slučky na obrázku), ktoré sú dobre lokalizované v aktívnych oblastiach. Do väčších slučiek by sa zmestilo asi 15 našich Zemí, jedna vedľa druhej.
3. Kresba sondy TRACE.
4. Slnko zo SOHO po znovunájdení sondy. **Foto: NASA**

RUBRIKY

28 NAPÍŠTE O SVOJOM ĎALEKOHĽADE →
Kutter Schiefspiegler 110/2720 mm /
Ladislav Fico

29 POZORUJTE S NAMI
Obloha v kalendári (október–november) / *Pavol Rapavý, Jiří Dušek*

24 SLNEČNÁ AKTIVITA
Jún – júl 1998 / *Milan Rybanský*

35 Z KOREŠPONDENCIE
Letné podujatia Zemplínskej hvezdárne Michalovce / *Zdeněk Komárek*; **Petržalská astronomická spoločnosť** / *Michal Novota*; **Neveriaci Tomáš**; str 36: **Inzercia**; **Pochvala zo Žiaru** / *Jana Bystričanová*; **Databáza IMO 1997** / *Pavol Rapavý*; **Certifikát pre Lukáša** / *Pavol Rapavý*

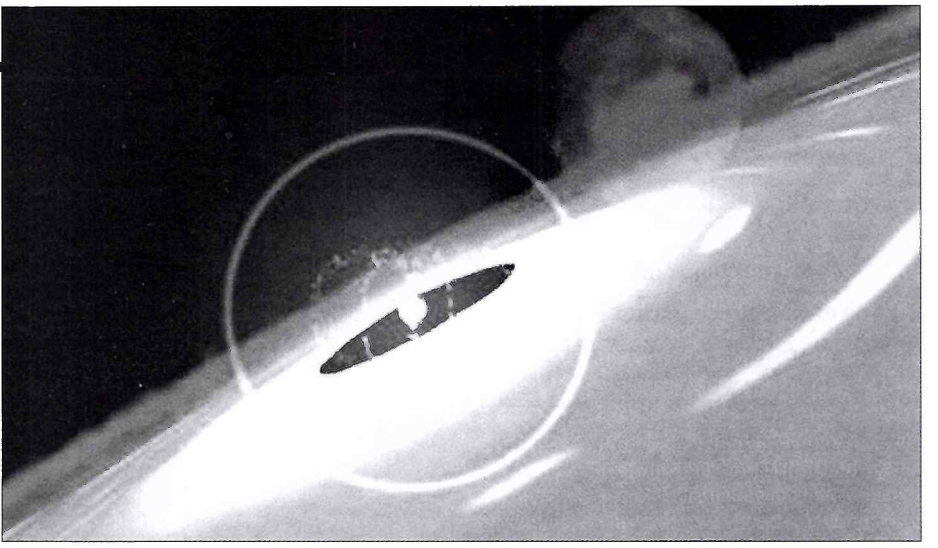
CONTENTS

An Exotic Pulsar	(3)
Microorganism's from Antarktis	(7–8)
Astronomical Highlights	(17)
A Short Enigmatic History of Sun	(23)
Neutrinos Have Mass	(25)
Biggest Astronomical Ear of the World	(26)

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. 9. 1998. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8. © Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1998. **ISSN 0323 – 049X**

Exotický pulzar

V súhvezdí Strelca, 12 svetelných rokov od Zeme, objavili astronómovia neutrónovú hviezdu, ktorá sa otáča rýchlosťou 401 otáčok za sekundu. To by ešte nebola nijaká rarita: vo svete milisekundových pulzarov boli objavené aj objekty, ktoré sa otáčajú podstatne rýchlejšie. Novoobjavený pulzar má však vlastnosti, ktoré astronómov vzrušili: po niekoľkonásobnom preverení všetkých napozorovaných údajov sa totiž ukázalo, že šťastní objavitelia našli objekt, ktorý je „chýbajúcim ohnivkom" v evolúcii hviezd.



Segment počítačovej animácie znázorňuje binárny systém SAX J1808,4 - 3658. Biela guľka uprostred je objavený pulzar, ktorý gravitačne odoberá hmotu zo svojho sprievodcu (veľká guľa vpravo hore). Gravitačne premiestňovaný plyn vytvára špirálu akrečného disku. Pulzarom vstrebávaný plyn je elektricky nabitý a vytvára mocné magnetické pole, čo zvyšuje rýchlosť rotácie. Magnetické pole pulzaru zviditeľňujú na obrázku bielobodkované siločiary. „Lieviky" magnetického poľa emitujú rádiové žiarenie, ale až po fáze nabaľovania hmoty, ktorá sa prejavuje röntgenovým žiarením. Rádiové žiarenie vytvárajú elektricky nabité častice pohybujúce sa v magnetickom poli pulzara.

V rodine hviezd sú neutrónové hviezdy hotovými liliputánmi. Ich priemer nie je väčší ako niekoľko kilometrov, ale hmotnosť týchto objektov sa vyrovná hmotnosti bežných hviezd, napríklad nášho Slnka. Teoretici veľkú hmotnosť neutrónových hviezd vysvetľujú ich mimoriadnou hustotou. Náprstok takejto hmoty by vážil niekoľko desiatok miliónov ton.

Ako neutrónové hviezdy vznikajú? Tieto objekty sú vlastne pozostatkami voľakedajších veľmi hmotných hviezd. Keď hviezda spáli svoje jadrové palivo, jej rovnováha sa naruší. Tlak žiarenia už nedokáže vyrovnávať tlak vrstiev ležiacich nad jadrom. Nastane kataklizmatický gravitačný kolaps, čo sa prejaví prudkým nárastom tlaku a teploty. Za takýchto podmienok sú jadrá látky v centrálnej oblasti natlačené tesne vedľa seba a zmršťovanie už ďalej nemôže pokračovať. Dôsledkom tejto evolúcie je napokon explózia, ktorá vymrští vonkajšiu obálku do okolitého priestoru.

Výbuchom nevyvrhnuté centrálne oblasti supernovy sa po explózii začnú opäť zmršťovať. Pri obrovskom tlaku sa začnú spájať elektróny s protónmi na neutróny. Pretože neutróny nemajú elektrický náboj, v zmršťujúcej sa hviezde sa nahromadia tesne vedľa seba. Superhustá látka zastaví gravitačný kolaps a vznikne neutrónová hviezda.

Rýchlosť rotácie „čerstvej" neutrónovej hviezdy sa rapídne zvýši. Zrýchlenie rotácie spôsobuje to, že priemer hviezdy sa drasticky zníži, ale pritom si nový pulzar zachová moment hybnosti materskej hviezdy. Dôsledkom je okamžité zrýchlenie rotácie degradovanej hviezdy.

Neutrónové hviezdy vysielajú do kozmického priestoru dva kužele silného rádiového žiarenia, ktoré sa šíri podobne ako svetlo z rotujúcej veže majáka. Ak je neutrónová hviezda nasmerovaná k Zemi tak, že ju kužele rádiožiarenia periodický „oblizujú", pozemské rádioteleskopy ich registrujú ako pravidelné pulzy v rytme jednotlivých otáčok. Práve preto majú neutrónové hviezdy aj synonymum, ktoré vyjadruje aj túto ich vlastnosť: pulzar.

Pulzary, rotujúce neutrónové hviezdy, (bolo ich objavených už vyše 3000) rozlíšili astronómovia na niekoľko typov. Najpočetnejšiu skupinu tvoria pulzary, ktoré rotujú rýchlosťou od niekoľkých desiatok obrátok za sekundu až po jednu obrátku za niekoľko sekúnd. Rýchlosť otáčok pri zrode pulzara je odvodená, ako sme už spomenuli, z hmotnosti a momentu hybnosti materskej hviezdy. Rotácia väčšiny pulzarov sa vyžarovaním energie postupne spomaľuje.

V posledných rokoch sa neobyčajne rozrástla aj skupina exotických, milisekundových pulzarov, ktoré rotujú oveľa rýchlejšie – aj niekoľkostokrát za sekundu. (Doteraz najrýchlejší pulzar rotuje rýchlosťou 736-krát za sekundu.) Ak by sa ukázalo, že existujú aj milisekundové pulzary, ktorých rotácia prekročí hranicu 1000 obrátok za sekundu, potom ich museli tvoriť nie neutróny, ale kvarky.

Ešte raz pripomenieme, že rýchlosť rotácie všetkých doteraz objavených pulzarov sa nepatrne, ale neustále spomaľovala. O to väčšie prekvapenie zažili dvaja hvezdári z Amsterdamskej univerzity, ktorí objavili pulzar a zistili, že jeho rotácia sa zrýchľuje! To však nie je všetko: exotický objekt objavili ako zdroj röntgenového žiarenia: ide teda o vôbec prvý binárny pulzar, ktorý bliká aj v tejto oblasti spektra. Rudy Wijnands a Michiel van der Klis objavili zvláštny pulzar na rozhraní súvezdí Strelca a Corona Australis. Celé týždne skúmali túto oblasť pomocou satelitu Rossi X-ray Timing Explorer a jedného dňa zistili, že jeden zo zdrojov pulzuje v röntgenovej oblasti rýchlosťou 401 obrátok za sekundu. Čudesný objekt nazvali SAX J1808.4 - 3658.

Už onedlho po ohlásení objavu zistili ďalší dvaja hvezdári, Deepto Chakrabarty a Ed Morgan (MIT), že sa pulzy exotického pulzaru periodicky menia, čo je dôkazom toho, že tesne okolo neutrónovej hviezdy obieha malá hviezda (alebo veľká planéta). Doba obehu: 2 hodiny. Niet pochýb o tom, že práve tento objekt je dodávateľom horúcej hmoty, ktorá dopadá na povrch neutrónovej hviezdy, čo vyvoláva röntgenové žiarenie a spôsobuje i postupné zrýchľovanie jej otáčok.

Zverejnenie oboch objavov v Cirkulároch Medzinárodnej astronomickej únie prebudilo zvedavosť ďalších astronómov. Tím Paula Rochea (University of Sussex) našiel počas prehliadky oblohy v danej oblasti vo viditeľnom svetle novú škvrnku s jasnosťou 16,6 magnitúdy, ktorá mala rovnakú polohu ako Holanďanmi objavený zdroj röntgenového žiarenia. Barry Giles (University of Tasmania) krátko potom zistil, že blikanie tohto viditeľného zdroja má rovnakú periódu ako röntgenový pulzar.

Vzápätí sa Alexejovi Filippenkovi a Douglasovi Leonardovi podarilo získať pomocou Keckovho teleskopu spektrum, na ktorom identifikovali čiaru emisie vodíka s dvomi vrcholkami, oddelenými Dopplerovským posuvom 1000 km za sekundu. To bol definitívny dôkaz existencie akrečného disku v tesnej blízkosti neutrónovej hviezdy.

Celá spŕška ďalších snímok, ktoré zozbierali ďalšie tímy v priebehu 10 dní a ich následná analýza ukázala, že bol objavený „Svätý Graal evolučnej teórie pulzarov a binárnych systémov". Tak sa aspoň vyjadrila Victoria Kaspi (MIT).

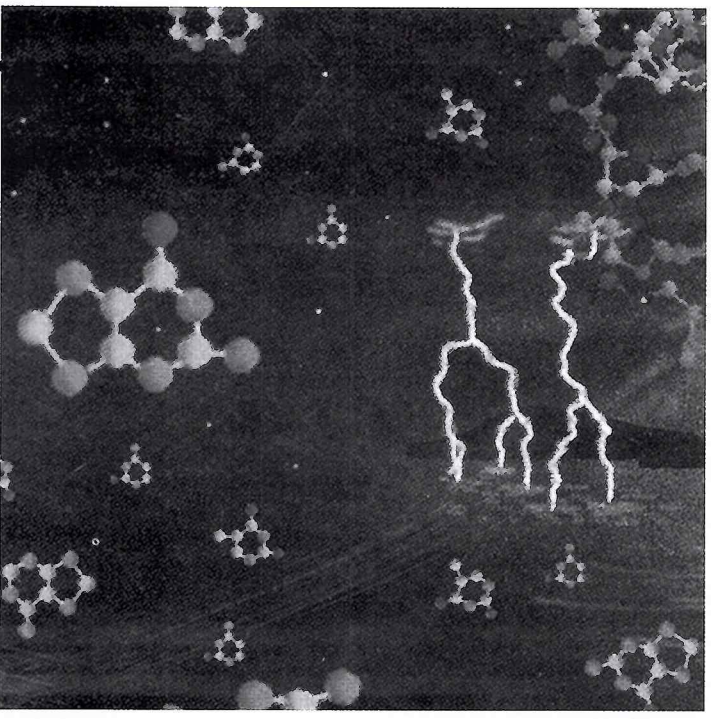
12. apríla, keď sila röntegenového žiarenia zo zdroja SAX J1808.4 - 3658 vyvrcholila, binárny systém vyžaroval iba cez röntgenove okno 2000-krát väčšiu energiu ako vyžiari Slnko na všetkých vlnových dĺžkach. Do 2. mája sa sila žiarenia (v röntgenovej oblasti) zmenšila na výkon 15 SĺNk. Astronómovia teraz striehnu na to, či sa objaví aj rádiožiarenie, čo by znamenalo, že periodický prísun hmoty z jeho sprievodcu ustal. Podľa odobrených teórií by sa práve takto malo prejaviť periodické striedanie röntgenového a rádiového žiarenia v závislosti od toho, či sa transfer hmoty z gravitačne vyciciavaného súpútníka začína, alebo končí.

Podľa Sky and Telescope (eg)

JAMES GLANZ /

Na počiatku bol vodík...

Ako vznikali po Big Bangu atómy, z ktorých sa skladá náš dnešný svet?



Kozmológovia stoja v súčasnosti pred problémom hmoty vo vesmíre. Po prvé: **pokúšajú sa zistiť, ako a koľko hmoty (rôznych elementárnych častíc a atómov) vzniklo v rannom štádiu.** Po druhé: **trápi ich otázka tmavej hmoty, čo súvisí s odhadom „celkovej hmotnosti" vesmíru a jeho ďalším osudom. Buď sa bude nekonečne rozpínať, alebo sa rozpínanie po dosiahnutí určitej kritickej hmotnosti zastaví a vesmír sa bude zmršťovať.**

Podľa všeobecne najrozšírenejšej kozmologickej teórie Veľkého tresku (Big Bangu), začali sa prvé atómy vytvárať z materiálu, ktorý „víril" vo vesmíre už niekoľko minút po jeho vzniku. Aby sme pochopili dôležitosť týchto prvých minút, vedci postupne rekonštruujú proces, ktorý viedol od „prvotného pyré" až k tomu, čo vidíme na našej planéte, v galaxiách a v priestore medzi nimi.

Kozmológovia majú vážny dôvod na to, aby pochopili, ako sa tvorili jednotlivé prvky. Ak by sme spoľahlivo poznali abundancie týchto prvotných prvkov (abundancia – pomer počtu atómov daného prvku k počtu atómov iného prvku, najčastejšie k vodíku napr. A(Fe)= =N(Fe)/N(H)), mohlo by to potvrdiť alebo vyvrátiť teóriu, podľa ktorej sa vesmír zrodil z obrovského výbuchu, z mohutnej explózie nepredstaviteľne horúceho hustého materiálu a energie stlačených v jednom bode. Takáto explózia, pripomínajúca výbuch vodíkovej bomby, len v nepredstaviteľne väčšom meradle, zanechala po sebe „zvyšky" ľahkých prvkov: vodíka, hélia a lítia.

Abundancie týchto prvkov sú pre vedcov určitým druhom sondy, ktorá by im mohla pomôcť odhaliť fyzikálne podmienky v ranom vesmíre. Predstavte si malé množstvo deutéria (ťažký vodík), ktoré ostalo po Veľkom tresku. Jadro deutéria (jeden protón a jeden neutrón) je veľmi krehké a ľahko sa rozpadne v dôsledku zrážok s okolitou hmotou. To znamená, že pomocou abundancie prvotného deutéria môžeme „odmeriavať" celkové množstvo hmoty vo vesmíre: čím je menej deutéria, tým viac je hmoty.

Kým nebol v prevádzke Keckov 10 m ďalekohľad, priame merania abundancií prvotných ľahkých prvkov boli viac-menej teóriou. Vďaka svojim rozmerom má tento ďalekohľad obrovskú silu zozbierať svetlo zo vzdialených mrakov obsahujúcich ťažký vodík, a tak nás „prenieseť" do obdobia, keď mal vesmír iba zlomok terajšieho veku. Bohužiaľ, nikto zatiaľ nevie, koľko deutéria, hélia a lítia „sa zamiesilo" do tohto obdivuhodného „kozmického koláča". Bádatelia musia pôvodné množstvá prvkov spätne určovať z hmoty, ktorú máme okolo seba dnes. Veľkú časť z nej však už vyprodukovali obrovské „bruchá" hviezd.

Záhadou zostáva, prečo celkové množstvo „zvyčajnej" alebo inak nazývanej baryonickej hmoty (t. j. známa hmota, z ktorej sme i my a všetko okolo nás) vo vesmíre, je podľa „mierky" ľahkých prvkov extrémne malé. Sledovaním gravitačných síl držiacich pohromade galaxie a vytvárajúcich i ďalšie gigantické objekty na oblohe, astronómovia usúdili, že vo vesmíre by malo byť oveľa viac hmoty, ako môžeme vidieť. Nezhoda pozorovaní s teóriou sa považuje za dobrý dôkaz existencie tmavej hmoty, akéhosi „exotického" neviditeľného a dosiaľ neobjaveného druhu hmoty, ktorý „pridáva vesmíru na hmotnosti". Pátranie po tmavej hmote privádza vedcov do určitého rozporu s nukleosyntézou Big Bangu, z čoho vyplývajú pochybnosti o tom, či boli nájdené skutočné abundancie prvotných ľahkých prvkov.

Teória vyžaduje, aby vesmír v niektorom bode svojej histórie existoval ako horúca, hustá a dobre premiešaná zmes hmoty a energie, ktorá spĺňala fyzikálne zákony, ako ich poznáme dnes. V prospech Big Bangu, okrem nukleosyntézy hovoria aj ďalšie dva fakty:

1. Prvým je ***rozpínanie sa vesmíru.*** Ak pozrieme ďalekohľadom na vzdialené galaxie, zistíme, že sa od seba vzďaľujú. Ide o jav, ktorý objavil americký astronóm E. Hubble v roku 1929. Zistil, že spektrálne čiary vzdialených galaxií vykazujú červený posun, t.j. posun k dlhším vlnovým dĺžkam. Z Dopplerovho javu zasa vyplýva, že sa od seba vzďaľujú. Na základe pozorovaní určil Hubble aj rýchlosť vzájomného vzďaľovania sa galaxií, ktorá je úmerná ich vzájomnej vzdialenosti ($v = H \cdot r$, kde H je Hubbleova konštanta).

Predstavte si opačný proces: prídete k záveru, že všetko sa muselo začať výbuchom nepredstaviteľne silne stlačeného, horúceho a hustého materiálu.

2. Druhým dôkazom Big Bangu je homogénne ***mikrovlnné pozaďové žiarenie***, nazývané aj reliktovým žiarením. Ak by neexistovalo v niekoľkých prvých minútach intenzívne žiarenie, jadrové reakcie by prebiehali tak rýchlo, že z veľkej časti vodíka by vznikali ťažšie prvky, čo by bolo v rozpore s tým, že približne 75 % dnešného vesmíru tvorí vodík (o tom ešte budeme hovoriť).

Iba krátkovlnné žiarenie s vysokou teplotou, by bolo schopné rozbíjať vznikajúce jadrá a zabrániť tak rýchlej jadrovej syntéze. V dobe asi 10 tisíc rokov po Big Bangu dochádza k porušeniu žiarivej rovnováhy a tepelné žiarenie sa oddeľuje od ostatnej hmoty. Rozpínaním vesmíru toto tepelné žiarenie stráca svoju energiu.

Dnes ho pozorujeme ako mikrovlnné žiarenie zodpovedajúce žiareniu absolútne čierneho telesa s teplotou asi 2.7 stupňov Kelvina. (Objav reliktového žiarenia – A. Penzias, R. Wilson, 1965.)

Vráťme sa k nukleosyntéze ľahkých prvkov, ktorá nijako nepopiera rozmanitú štruktúru nášho vesmíru. Domnievame sa, že prebiehala približne od prvej sekundy zhruba do troch minút po zrode vesmíru. Vtedy už bol dostatočne chladný na to, aby sa tvorili jadrá ľahkých prvkov, ale nie natoľko, aby ich abundancie ostali „vmrznuté".

V tom čase klesla jeho teplota približne z 10 miliárd na 1 miliardu stupňov Kelvina (alebo Celsia). Sú to stále obrovské teploty a častice, ktoré podliehajú zrážkam, majú vysoké energie, ktoré sa na Zemi dajú študovať len v urýchľovačoch častíc. Predpokladajúc, že fyzikálne zákony sa za „posledných" 10 až 15 miliárd rokov nezmenili, sme schopní výsledky takýchto zrážok predpovedať.

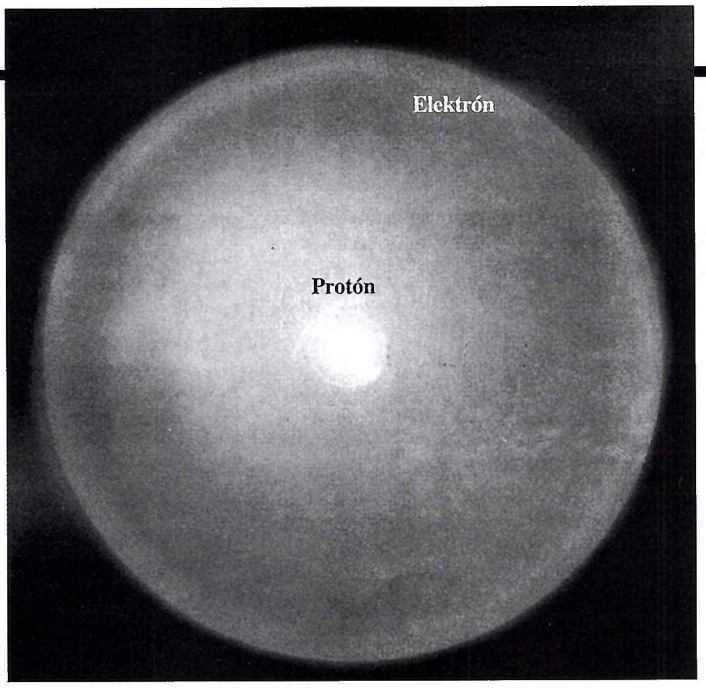
Vesmír sa ďalej ochladzoval. Častice boli také nahustené, že protóny a neutróny mohli len ťažko nadobúdať svoju vlastnú identitu. Rozpadávali sa na ľahšie častice napr. elektróny, pozitróny, neutrína, fotóny a podliehali celému radu rôznych reakcií, v ktorých sa častice menia jedna na druhú a späť.

Protóny a neutróny existovali spočiatku v približne rovnakom množstve. Postupne ako vesmír chladol, začali vďaka niektorým typom reakcií prevládať protóny nad neutrónmi. Nakoniec expanzia tieto reakcie úplne zastavila. Pomer pro-

tónov k neutrónom „zamrzol" na hodnote asi šesť až sedem ku jednej. Tento výsledok vedie k dôležitému predpokladu: pretože jednoduchý vodík (s jedným protónom tvoriacim jeho jadro) je najľahším izotopom tohto prvku, mal by teda vo vesmíre dominovať. A vodíka je vo vesmíre naozaj najviac: tvorí približne 75 % pozorovateľnej hmoty. Ďalšie izotopy ľahkých prvkov obsahujúce v jadrách neutróny sú: deutérium (ťažký vodík) – v jadre má jeden protón a jeden neutrón, trícium – jeden protón a dva neutróny, hélium-3 – dva protóny a jeden neutrón, hélium-4 – dva protóny a dva neutróny, lítium-7 – tri protóny a štyri neutróny. Ťažšie izotopy a prvky sa nemôžu tvoriť priamo, pretože na ich tvorbu sú potrebné ďalšie reakcie, ktoré počínajú deutériom, ktoré má najnižšiu väzbovú energiu zo všetkých jadier ľahkých prvkov.

Sekundu po svojom zrode vesmír ochladol natoľko, že fotóny už nemali dostatočnú energiu na rozbitie jadier ťažkého vodíka. Tu sa „roztrhlo vrece" s inými reakciami, ktoré spotrebúvajú neutróny na stavbu jadier hélia-4. Zdá sa, že toto jadro (alfa-častica) je najpevnejšie spomedzi všetkých jadier ľahkých prvkov. Fúzie, ktoré pri tom prebiehajú, spájajú protóny, deutérium a hélium-3 rôznymi spôsobmi, aby vyprodukovali hélium-4.

Ako vlastne takéto reakcie prebiehajú? Keď sa častice a jadrá k sebe počas zrážky dostatočne priblížia, začne medzi nimi pôsobiť silná krátkodosahová jadrová sila, ktorá ich zviaže dohromady. Zrážka si však vyžaduje veľmi vysoké energie, aby interagujúce častice prekonali svoje vzájomné odpudzovanie. Spájaním ľahších prvkov na ťažšie získavajú energiu hviezdy (pozri kratučký článok Tvorba ťažkých prvkov).



Takto si môžeme v jednoduchosti predstaviť atóm vodíka. V strede sa nachádza jadro = protón a okolo neho je sférická elektrónová vrstva, v ktorej obieha elektrón.

Po Big Bangu však tieto reakcie neprebiehali presne tak ako vo hviezdach. Vesmír ochladol, zrážky už neboli dosť energetické na fúziu a väčšina neutrónov bola viazaná v jadrách hélia-4. Tento fakt vedie k druhému záveru: väčšina nevodíkovej hmoty by mala byť vo forme hélia-4. V blízkosti Mliečnej cesty našli astronómovia na jeden atóm hélia-4 asi 12 až 14 atómov vodíka, čo spĺňa očakávania.

Iba malá časť neutrónov by mohla preniknúť do jadra hélia a vytvoriť tak ťažšie prvky, napr. malé množstvo atómov lítia na 10 miliárd atómov vodíka. Pozorovatelia hľadajú prvotné lítium na veľmi starých hviezdach, ktorých povrchy sú na fúziu príliš chladné. Nachádzajú jeden až dva atómy lítia na 10 miliárd atómov vodíka. Teoretici sa obávajú, že tento materiál sa môže spotrebovávať vo fúziách prebiehajúcich pod povrchom hviezd, kam sa dostal konvekciou (t. j. prenášal sa podobným prúdením ako môžete vidieť vo vriacej vode). Týmto by sa dal vysvetliť pokles množstva prvotného lítia. Predpovede sú neisté a kozmológovia sú radi, že sú aspoň tak blízko.

Vyhasínajúce fúzie by mali v expandujúcom vesmíre zanechať oveľa viac deutéria. Celkové percento kriticky závisí od toho, koľko „obyčajnej" hmoty sa nachádza vo vesmíre alebo, inými slovami, od počtu protónov a neutrónov, ktoré boli pôvodne vytvorené. Jasne vidieť prečo: čím viac hmoty, tým viac zrážok a reakcií spotrebúvajúcich deutérium. Ak sa nepodarí nájsť 2 až 20 jadier prvotného deutéria pripadajúcich na každých 100 tisíc jadier vodíka, kozmológovia by mohli prísť do konfliktu s hodnotami hélia-4 a lítia.

Roky sa museli pasovať so znižovaním hodnôt abundancií deutéria. Odôvodňovali to spotrebovávaním tohto krehkého jadra vo fúziách prebiehajúcich v jadrách hviezd, tvrdiac, že pôvodné množstvo muselo byť oveľa vyššie, ako môžme dnes zistiť. Z pozorovaní sa odhaduje, že muselo existovať viac ako 1.5 atómu deutéria na každých 100 tisíc atómov vodíka.

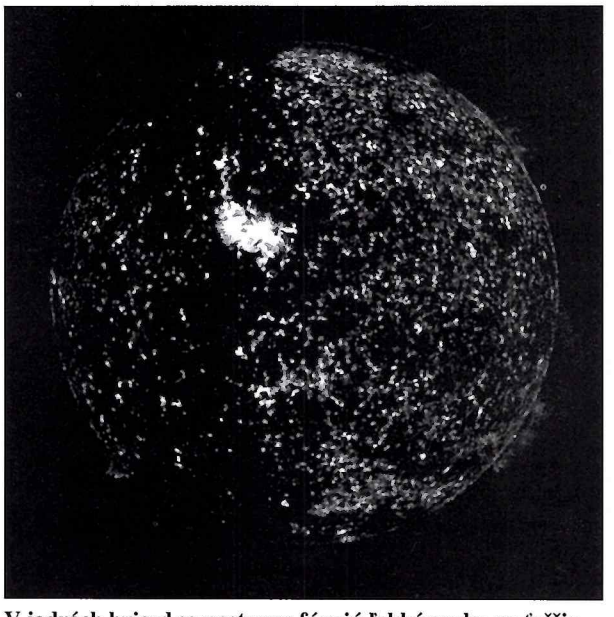
Počas uplynulých rokov merania pomocou Keckovho 10m ďalekohľadu stanovili abundanciu deutéria na 3 ku 100 tisíc. Dôležité je, že týmto posilnili dôveryhodnosť teórie Big Bangu.

Celkové množstvo hmoty indikované takýmto „meraním" nevyvracia „špekulácie" o existencii tmavej hmoty. Gravitačná sila potrebná na udržanie kolosálnych kôp galaxií implikuje, že vo vesmíre musí byť viac hmoty, ako ukazuje deutériový „barometer".

Hélium-3 je oveľa tvrdší pozorovateľský oriešok, ale jeho abundancie pomerne dobre zapadajú do teórie.

Čo dodať na záver? Ešte z ďaleka nie sú všetky problémy vyriešené a vždy sa môže stať, že vďaka novým i presnejším meraniam sa objavia ďalšie.

Podľa Astronomy 2/98
spracovala Alena Kulinová



V jadrách hviezd sa postupne fúzujú ľahké prvky na ťažšie.

Tvorba ťažkých prvkov

Keby sa tvorba prvkov po veľkom tresku zastavila po vyprodukovaní vodíka, hélia a lítia, vesmír by nebol takým zaujímavým miestom, akým je dnes. „Obrovská pec" Veľkého tresku neostala dostatočne žeravá na „pečenie" ťažších prvkov, ktoré sú potrebné pre život: uhlík, dusík, kyslík a železo. A už vôbec nebola schopná vyprodukovať prvky ako zlato, iód, olovo alebo urán.

Vo vesmíre však nájdeme objekty, ktoré tieto ťažšie prvky dokážu tvoriť – hviezdy. Prvé hviezdy sa pravdepodobne formovali ako gravitačne viazané mraky vynárajúce sa po Big Bangu, aby potom kolabovali a vytvárali tak hviezdy a galaxie.

Keďže gravitácia stláčala plyn tvoriaci hviezdy, ich jadrá sa zohrievali, kým neboli dosť horúce na to, aby protóny (jadrá vodíka) prekonali vzájomné odpudzovanie a začali sa spájať do jadier hélia v prebiehajúcich termonukleárnych reakciách. Energia uvoľnená pri tomto procese umožňuje hviezdam žiariť.

Ak sa v jadre vyčerpá vodík, hviezda sa ďalej stláča (kolabuje), v jej jadre stúpa teplota a nastáva fúzia hélia na ťažšie prvky. Tento proces sa končí železom, pretože jeho silne viazané jadro hviezda už nemôže použiť na spájanie s elektricky nabitými časticami a uvoľňovať tak energiu. Neutróny, ktoré sú bez elektrického náboja, môžu ešte prenikať do jadier atómov železa a ukazuje sa, že týmto spôsobom môžu hviezdy pokračovať v tvorbe prvkov.

Keď je jadro masívnej hviezdy zaplnené železom, je príliš chladné a neuvoľňuje už také množstvo energie, aby udržalo nad ním ležiace vrstvy, ktoré potom katastrofálne kolabujú. Kolabujúci materiál sa „odrazí" od jadra, vznikne silná rázová vlna a hviezda exploduje ako supernova, rozprášiac ťažké prvky po celej galaxii. Tie sú potom súčasťou iných hviezd a objektov, napr. aj živých bytostí.

EUROPA v centre záujmu

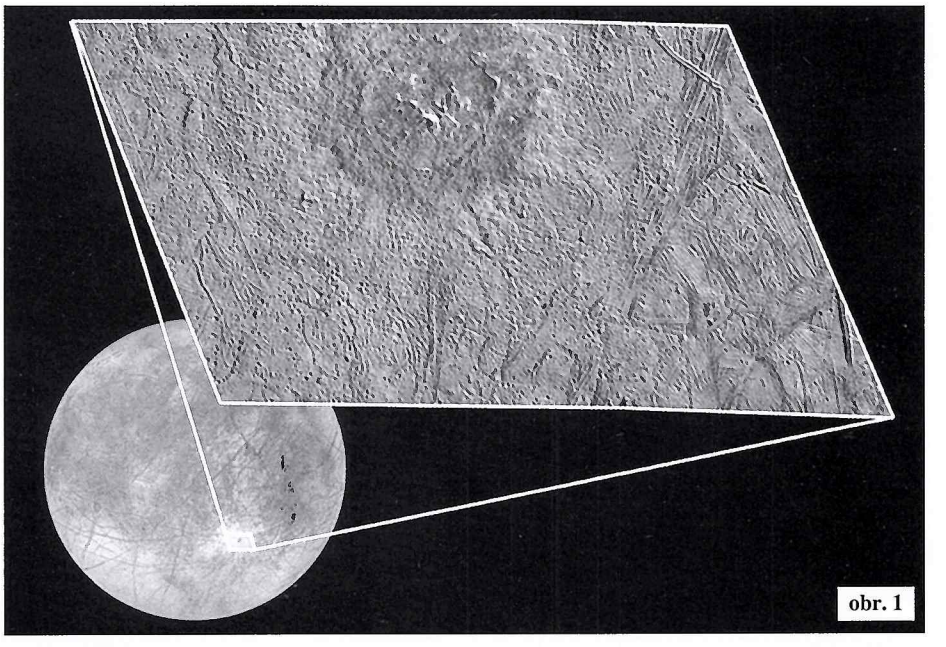
Ako je známe, na sonde Galileo sa koncom júla objavili poruchy. Ani sonda, ani prístroje na jej palube však nie sú ohrozené. Počas posledného obletu mesiaca Europa ohlásil poruchu jeden z dvoch subsystémov, ktorý príjma povely zo Zeme a vysiela späť na Zem získané údaje. Podľa všetkého subsystém prijal nesprávny povel a preto automaticky uviedol sondu do „bezpečného" stavu, ktorý chráni prístroje pred príjmaním chybných povelov. Zároveň sa aktivoval paralelný, identický subsystém, ktorý síce tiež zaznamenal poruchu, ale je naprogramovaný tak, aby zotrval v aktivite dovtedy, kým prvý systém nezačne fungovať normálne. Inžinieri v riadiacom stredisku aktivovali kontrolný proces, ktorý mal zistiť, o aký problém išlo. O dva dni neskoršie, 23. júla, sa normálne spojenie so sondou obnovilo, ale údaje, ktoré sonda pri tomto oblete získala, sa nenávratne stratili. Všetko zlé je však na niečo dobré: páska, ktorá zaznamenávala údaje počas júlového obletu, sa vyprázdnila, a tak ostalo viac miesta i času pre vysielanie údajov z májového obletu, ktoré sonda, vzhľadom na ochromené spojenie, nestihla ešte na Zem vyslať. Najbližší oblet Europy sa uskutoční 26. septembra tohto roku.

Oceán a život

Aj analýza najnovších, ale i starších údajov a snímok, ktoré špeciálny tím v riadiacom centre analyzuje, potvrdila, že Europa sa natrvalo stala planetologickou senzáciou číslo jedna. Kvôli najnovším snímkam sa zišiel i zmiešaný interdisciplinárny tím planteológov, oceánológov, geológov, glaciológov, chemikov a exobiológov z Brown University a NASA, ktorý konštatoval, že o existencii mäkkého ľadu a vody pod ľadovou kôrou Europy už nie sú takmer žiadne pochybnosti.

Teplota povrchu Europy je –126,6 stupňov Celzia. Globálny oceán je zamrznutý do hĺbky niekoľkých kilometrov. Ak je zamrznutý, musel byť kedysi tekutý, čo však nemuselo súvisieť so silnejším tepelným žiarením z Jupitera, ale, ako sa viacerí vedci nazdávajú, skôr so slapovým pôsobením obrovskej planéty a ďalších troch Galileových mesiacov na Europu. Vedci vyslovili názor, že pri istej dlhotrvajúcej súhre slapových síl, mohla sa voda v minulosti istý čas udržať v tekutom skupenstve, ba nie je vylúčené, že proces slapového ohrievania a roztápania ľadovej kôry môže byť periodický. Inými slovami: slapové pôsobenie môže aj terajší globálny ľad na Europe roztopiť.

Najevidentnejšie dôkazy o tom, že v ľadovej kôre Europy prebiehajú vitálne procesy, generované slapovým pôsobením, priniesli najmä snímky z najtesnejšieho obletu v decembri lanského roka. Vedci konštatovali, že zo snímok sa dajú vyčítať prinajmenšom tri dôkazy o tom, že pod kôrou z tvrdého ľadu je vrstva teplého ľada a pod ňou globálny, slaný oceán. Europa sa tak popri Marse, Saturnovom mesiaci Tritón, stala laboratóriom, v ktorom sa dajú študovať podmienky vedúce k vzniku organického života. Kombinácia vnútornej teploty, tekutej vody a organického materiálu, ktorý „priviezli" na Europu kométy a asteroidy vytvorili potencionálne životné prostredie prinajmenšom pre vznik mikroorganizmov: dôkazom subglaciálneho oceánu sú mimoriadne plytké impaktné krátery, driftujúce ľadové kryhy, či skôr ľadové ostrovy a rozsiahle polia „špinavého ľadu", či skôr zamrznutej ľadovej triešte, ktoré vypĺňajú priestory medzi ľadovými kontinentmi. James Head z Brown University vyhlásil, že viaceré útvary na povrchu (krátery, chaotický terén či kliny zmrznutej triešte) silne podporujú hypotézy, že veľké rezervoáry tekutej vody by mohli byť na niekoľkých miestach aj nehlboko pod povrchom.



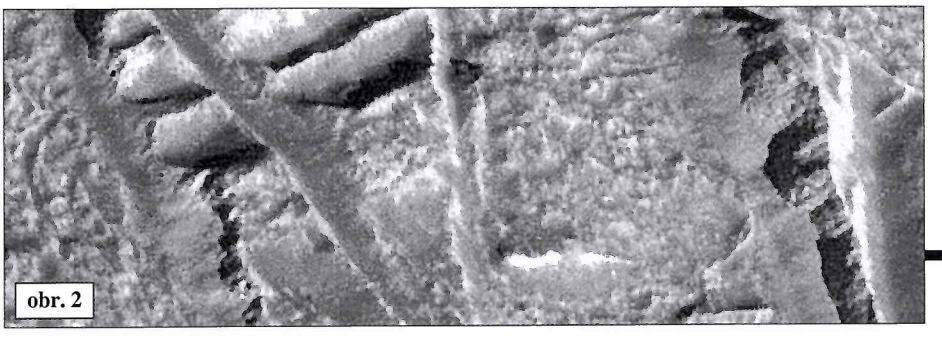
obr. 1

Kráter Pwyll

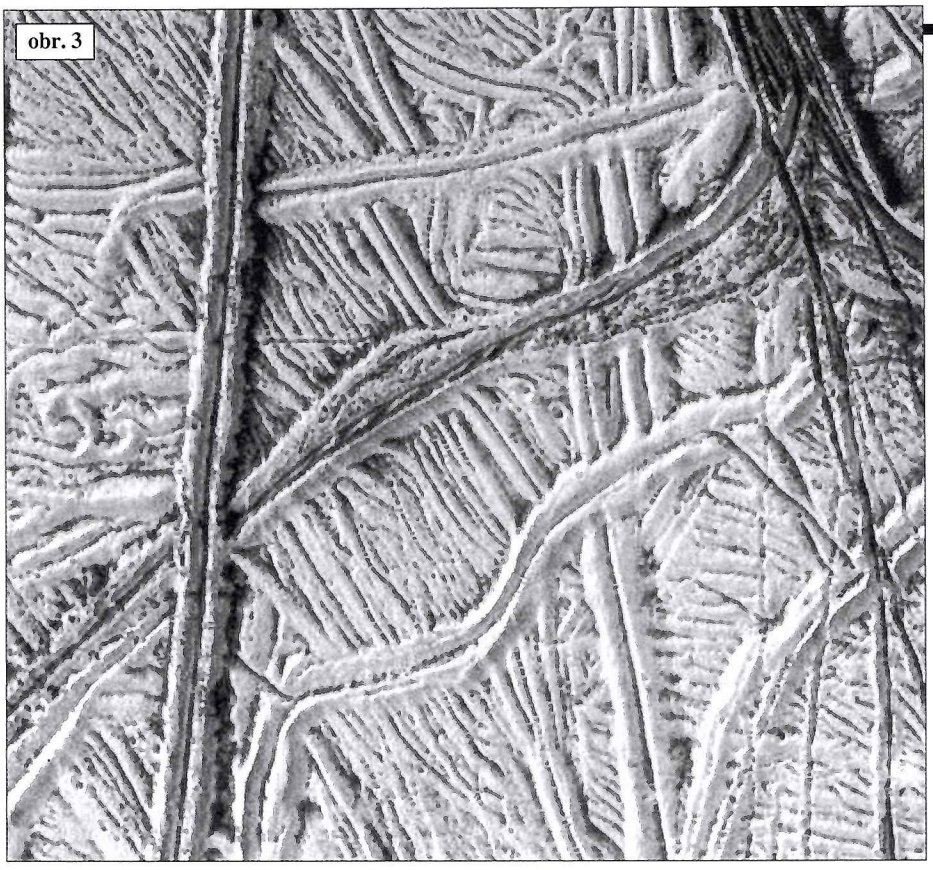
Najväčšiu pozornosť zo všetkých impaktných kráterov sústredil na seba Pwyll *(obr. 1)*, z ktorého sa lúčovite šíria zacelené trhliny v ľade. Podľa vedcov vznikol impakt v relatívne nedávnej dobe: pred 10 až 100 miliónmi rokov. Tmavé polia vyvrhnutých hornín okolo krátera však sugerujú, že impaktujúce teleso preniklo do veľkej hĺbky, až po dno zamrznutého oceánu. Plytký bazén krátera Pwyll, ktorý je na rovnakej úrovni ako okolitý terén, ako aj výška centrálneho pahorka (asi 700 metrov) dokazujú, že ľad vo väčších hĺbkach bol teplý, plastický, a tak pomerne rýchle dokázať vyhojiť dieru po impakte, tvrdí Geoffrey Collins, člen výskumného tímu Galilea. Impakt v tvrdom ľade by vyzeral celkom inakšie.

Chaotický terén

Veľkú pozornosť vedcov vzbudzujú aj ďalšie snímky z oblasti Conamara Chaos (prvú sme už v Kozmose uverejnili), ale aj z ďalších chaoticky zamrznutých oblastí, na ktorých sú jasne viditeľné strmé útesy mohutných ľadových krýh. Tieto mohutné ľadové ostrovy sú časťami pôvodného povrchu, ktorý sa rozpadol, a otvárajúce sa priestory medzi ľadovými ostrovmi vytvorili chaotický terén zo zamrznutej ľadovej triešte. (Je však

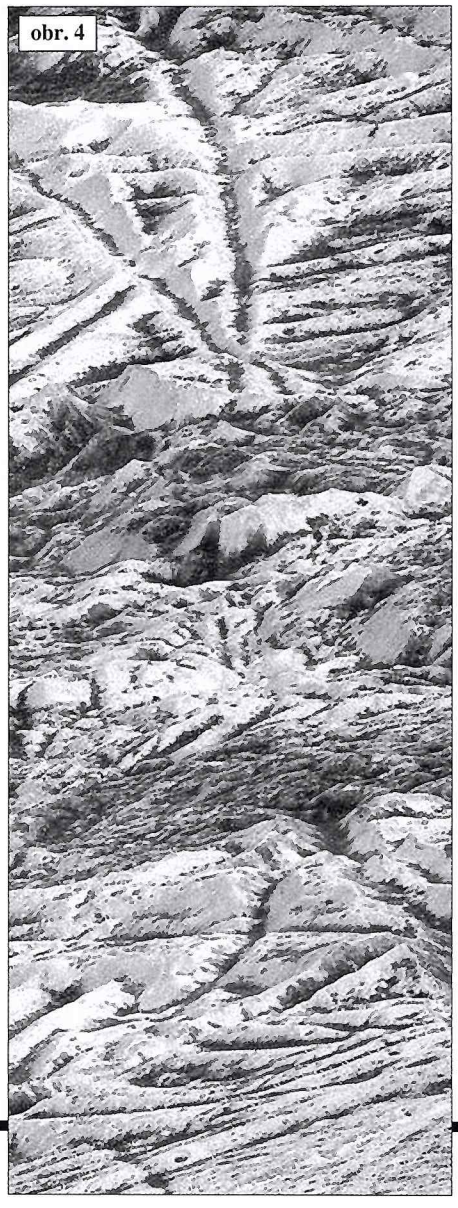


obr. 2


obr. 3

možné aj to, že zdanie triešte vytvára textúra rýchle zamrznutej vody pri extrémne nízkych teplotách). Úpätia gigantických krýh lemujú morény erodovaných ľadových balvanov. Výškový rozdiel medzi „hladinou" zamrznutej triešte a vrcholom plochých ľadových krýh porovnateľný s výškou známeho Mount Rushmore (kamenná hora v Južnej Dakote, do ktorej sú vytesané tváre niekoľkých amerických prezidentov). Charakter chaotického terénu, ale najmä jasné dôkazy driftu, či dokonca rotácie ľadových polí naznačujú, že práve pod touto oblasťou môže byť rozsiahly bazén teplého ľadu alebo vody *(obr. 2)*. Túto snímku nasnímala sonda počas najtesnejšieho obletu z výšky 900 km. Rozlíšenie: 10 metrov na pixel.

Jednou z najspektakulárnejších snímok z Galilea je bezpochyby tkanina krížom-krážom popraskaných ľadových plání *(obr. 3)*. Zaujímavé je, že mnohé praskliny sú paralelné, dvojité, až trojité. Väčšina tohto terénu je veľmi svetlá, výnimku tvoria iba dná puklín. Najvýraznejšie zamrznuté (zdvojené) pukliny majú tmavší materiál nielen v centrálnom údolí, ale aj pozdĺž vonkajších svahov. Viacerých vedcov pri pohľade na paralelné pukliny napadlo, či mechanizmus, ktorý praskanie niekoľko kilometrov hrubej vrstvy ľadu spôsobuje, nepracuje periodicky, napríklad v súhre so slapovými silami. Isté konfigurácie pôsobenia gravitácie Jupitera a ostatných troch mesiacov sa môžu opakovať. Možné je však aj to, že pôsobenie slapových síl je nepriame: gravitačné hnietenie Europy môže generovať sopečnú činnosť podobne ako na Io, podmorské vulkány nahrievajú vodu i ľad, čím zvyšujú ich objem a narastajúci tlak dokáže rozčesnúť aj hrubiznú ľadovú kôru. Prečo viackrát na tom istom mieste? Možno preto, lebo zamrznutou triešťou zacelená puklina je menej odolnejšia ako celistvé ľadové pole. Tmavý materiál na dne trhlín vstrebáva viac slnečného žiarenia a možno preto sa ľad pod ním topí. Takýto proces môže trhliny prehlbovať, o čom svedčia tmavé pásy na úpätiach oblých hrebeňov, ťahajúcich sa pozdĺž trhlín. Najširšie trhliny na obrázku sú až kilometer hrubé, najhrubšia, v pravom rohu hore, má vyše dvoch kilometrov. Pretína ju niekoľko hlbokých trhlín. Svetlosť povrchu prezrádza, že väčšinu povrchu Europy je pokrytá inovaťou. Sonda nasnímala terén z výšky 800 km. Rozlíšenie je 26 metrov na pixel.


obr. 4

Snímka s najvyšším rozlíšením

Nasledujúca snímka Europy *(obr. 4)* je snímkou z doteraz najvyšším rozlíšením. Sonda Galileo ju získala vlani v decembri počas najtesnejšieho obletu, keď sa priblížila k povrchu zaľadneného mesiaca na púhych 200 kilometrov. Snímka, ktorú uverejňujeme, však bola naexponovaná z výšky 560 km, pretože neskôr sa už sonda dostala vzhľadom na osvetlený povrch do príliš šikmého uhla, čo znemožňovalo vyhotovenie kvalitných fotografií.

Aj snímka, ktorú vidíte, bola expnovaná zo šikmého uhla, takže na zobrazený terén sa pozeráte akoby z okna lietadla. Terén na spodku snímky je oveľa bližšie ako terén v hornej časti snímky. V zmäti svetlých, popreplietaných, úzkych, ale dlhých hrebeňov a dolín je nápadný tmavo sfarbený terén v údoliach medzi hrebeňmi. Uprostred snímky však vidíme celkom iný terén: je to mozaika početných, tmavšie sfarbených pahorkov. Podľa planetológov ide o jednu z viacerých tmavších oblastí, čiastočne zanorených pod okolitý terén. Malé, okrúhlasté útvary sú pravdepodobne impaktné krátery. Šírka zobrazeného terénu je iba 1,8 kilometra. Rozlíšenie: 6 metrov na pixel.

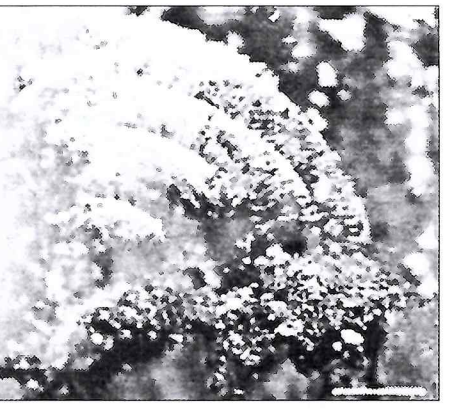
Jig - saw puzzle

S ďalšími snímkami (prinesieme ich v nasledujúcich číslach) mali vedci pri interpretácii viac starostí. Pri podrobnej analýze týchto snímok prišli na to, že na mnohých miestach, tam, kde je priestor medzi veľkými ľadovými kryhami vyplnený poliami tmavšieho ľadu (pozri vyššie), sa puklinami rozčesnuté kryhy, či skôr plávajúce ľadové ostrovy spájajú, ako časti ozrutnej skladačky (jig - saw puzzle), pričom hrany do seba presne zapadajú.

Zaujímavé je, že štruktúra povrchu tmavých ľadových plání medzi starými, bielymi kryhami, či skôr plávajúcimi ostrovami náramne pripomína štruktúry subatlantických pohorí pozdĺž veľkého zlomu. Tie pomocou sonaru študovala geologička Luise Proctorová. Podobné štruktúry zaznamenala aj posádka ponorky Alvina na dne Tichého oceánu. Oceánske dno pozdĺž tektonických zlomov sa obnovuje tak, že nový, z podložia vyretý materiál, rozrušuje a roztláča vrstvy starého dna. Podobný proces prebieha aj na Europe: teplý ľad, alebo voda z podložia vyvierajú na povrch a okamžite stvrdnú. Roztlačené časti starého, tvrdého povrchu sa navrstvujú do obrovských ľadových sendvičov, ktoré sa však opäť ponárajú (v dôsledku narastajúcej hmotnosti) do mäkkého, teplého ľadu (alebo vody?) v podloží.

Brown University News Bureau
Galileo Press Releas
Spracoval: eg

Oázy na ľadovej púšti



Riasy pod ľadom

Vedcom sa podarilo nájsť baktérie, ktoré žijú v nepatrných kvapôčkach vody, uzavretých v hĺbkach antarktických ľadovcov. Mohol by tak vyzerať aj život v ľade Jupiterovho mesiaca Europa? Profesor John C. Priscu z Montana Univerzity už niekoľko ráz navštívil jedno z najnehostinnejších miest v Antarktíde, suché doliny McMurdo. V tejto najstudenšej púšti sveta stúpne teplota aj v lete nanajvýš na –20 stupňov Celzia.

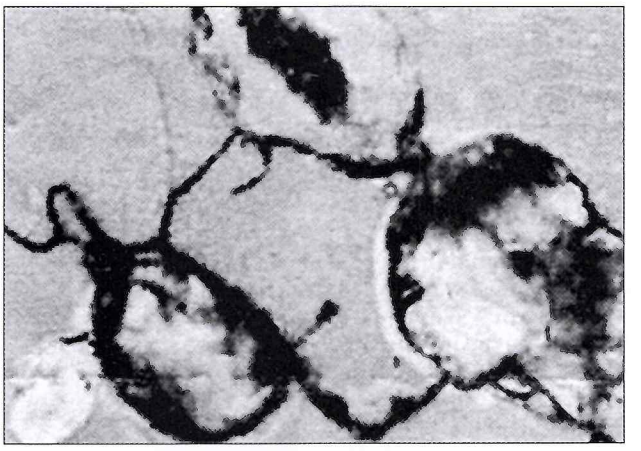
V takomto svete nález čo len jedinej kvapôčky vody je hotovým čudom. V suchom, mrazivom vzduchu okamžite zamŕza aj vlaha ľudského dychu; mení sa na drobnučký, ligotavý púder a pomaly klesá na Zem.

Suchá púšť je však plná jazier. Sú to však podzemné, či presnejšie subglaciálne jazerá tekutej vody, ukrytej pod šesťmetrovým ľadovým pancierom. Už pod zasneženým povrchom našli vedci vrstvu ľadu, ktorá bola oveľa menej priezračná ako normálny, antarktický, sklovitý ľad. Pripomínala zadymené sklo. Ukázalo sa, že tento zákal vytvárajú v minulosti naviate zrniečka piesku a čiastočky organickej hmoty. Oveľa vzrušujúcejšie však bolo to, čo objavili hlbšie: dva metre pod povrchom, v kompaktnom ľade, okolo naviatych nečistôt sa vytvorili maličké „očká" tekutej vody. Voda v týchto bublinkách, napriek mase okolitého ľadu, mala teplotu nula stupňov Celzia!

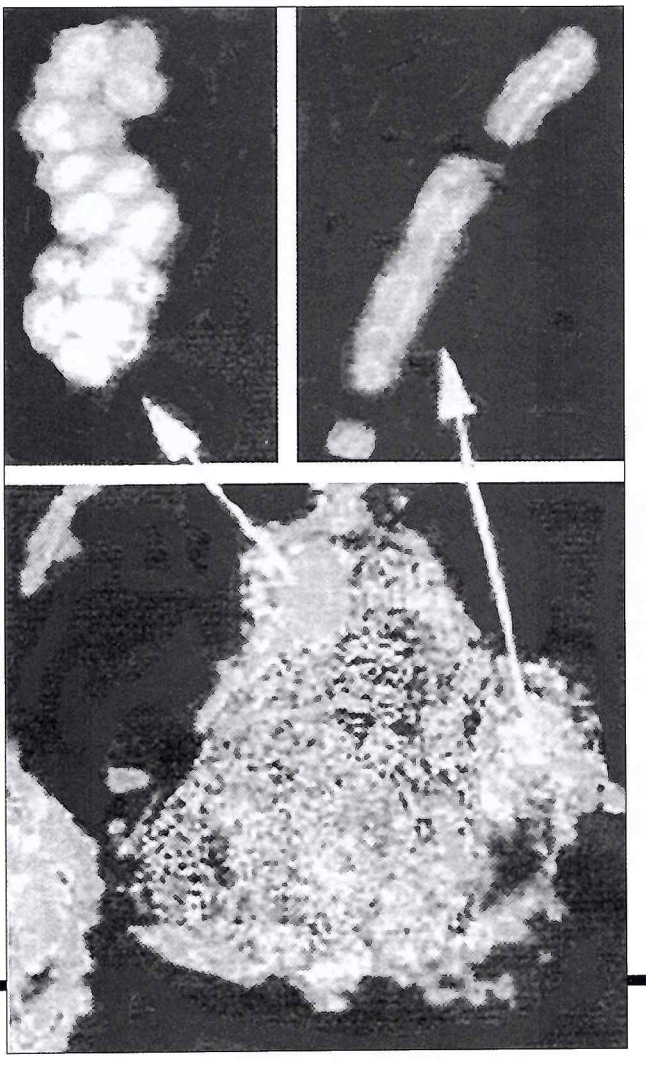
Podobné očká sa tvoria aj vo vysokohorských alpských jazerách, a ako sa nedávno ukázalo, aj v kryštálikoch ľadu unášaných vetrom nad štítami najvyšších pohorí. Očká, púzdra tekutej vody v antarktickom ľade, sa vyskytujú iba 150 dní do roka. Približne také dlhé je antarktické leto, keď Slnko neklesá za horizont. Počas pol roka trvajúceho polárneho dňa sa v týchto malých oázach vytvoria dostatočne dobré podmienky pre život mikroorganizmov. V ľade jazera Bonney našli vedci kyanobaktérie rodu Phormidium a Chamaesiphon, ktoré sa podľa vedcov dokázali samé vyživiť, podobne ako rastliny – fotosyntézou. V tom istom jazere sa našli i takzvané heterofyzické baktérie, ktoré musia čerpať výživu zo svojho okolia a zelenomodré riasy.

Metabolizmus týchto antarktických mikroorganizmov pripomína metabolizmus baktérií, ktoré sa vyskytujú v teplejších končinách zemegule. Dokážu viazať dusík zo vzduchových bubliniek zaliatych v ľade, dokážu sa však živiť i organickou hmotou, ktorú do vrstviaceho sa ľadu zasial vietor.

Vedci už dávnejšie nachádzajú život aj tam, kde by sme ho najmenej očakávali. Výpravy dr. Roberta Ballarda, morského geológa a geofyzika z Woods Hole Oceanographic Institution v USA (preslávil sa, okrem iného, nájdením Titanicu), našli viacero kolónií baktérií, žijúcich okolo horúcich podmorských výverov. Voda, v ktorej sa im dobre darí, má teplotu niekoľko stovák stupňov Celzia. Táto horúca voda nevrie iba preto, lebo je je na dne oceánov vystavená obrovskému tlaku. Podobné mikroorganizmy sa našli aj v horúcich gejzíroch Yellowstonského národného parku.



Zreťazené kolieska (na hornej snímke) **sú čiastočkami organickej hmoty, baktérie ešte nevidieť. Vidíme však stopu ich činnosti: rádioaktívny oxyd uhličitý, ktorý baktériám podsunuli vedci, bol procesom fotosyntézy pretvorený a zbarvil čiastočky na čierno.**
Na dolnej snímke **už baktérie vidíme. Šípky ukazujú na dve kolónie kyanobaktérií, žijúce hlboko v ľadových vrstvách.**



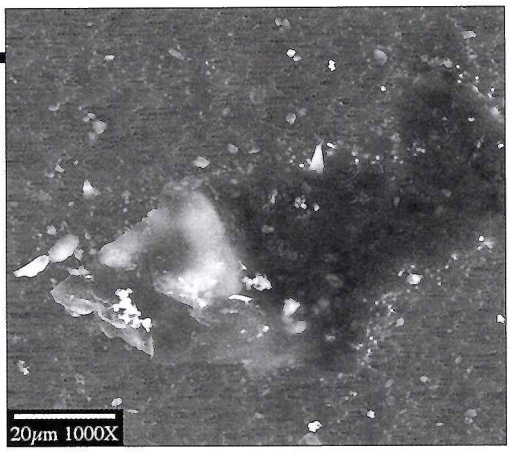
Aký osoh môžeme mať z baktérií, ktorým neprekáža ani 20-stupňový mráz? Ak sa týmto mikróbom darí v mrazivých pustatinách Antarktídy, potom je celkom dobre možné, že život dokáže vzniknúť aj v takýchto krutých podmienkach. Nielen na Zemi, ale aj na iných telesách našej slnečnej sústavy či telesách exstrasolárnych planetárnych systémov.

Ďalšou veľkou záhadou je aj ďalšie antarktické jazero Vostok. Ide o veľké jazero, ktoré leží pod niekoľko kilometerov hrubým ľadovcom. Objavili ho ruskí vedci a dúfajú, že v tomto jazere, ktoré od ostatného sveta už milióny rokov delí ľadový pancier, žijú a vyvíjajú sa organizmy, ktoré by sme márne hľadali v iných končinách našej planéty. Rusi, spolu s Američanmi z Jet Propulsion Laboratory, chcú vyvŕtanou šachtou spustiť do jazera robota, ktorý by ho preskúmal. Najväčšie problémy projektantom tohto pokusu spôsobujú problémy absolútnej sterility: robot by totiž mohol zavliecť do subglaciálneho jazera mikroorganizmy z povrchu. (O tomto projekte píšeme na inom mieste).

Všetky tieto projekty sú generálnou skúškou na najväčšiu akciu hľadania života na Jupiterovom mesiaci Europa. Podľa Rolanda Psennera a Birgit Sattler z Insbruckej univerzity je antarktický objav Johna Prisca fascinujúcim príkladom neuveriteľnej adaptability mikroorganizmov na extrémne podmienky v rozličných prostrediach, i takých, aké panovali (alebo) panujú na Marse, Europe, či Tritóne.

Science (eg)

MICKEY MOUSE: baktéria v kožuchu

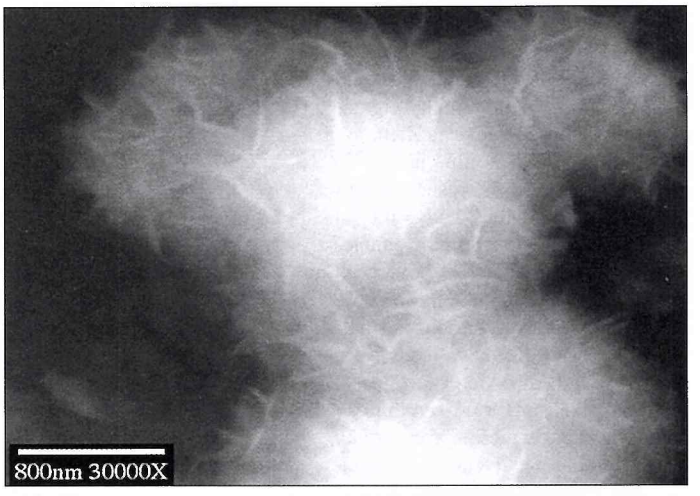


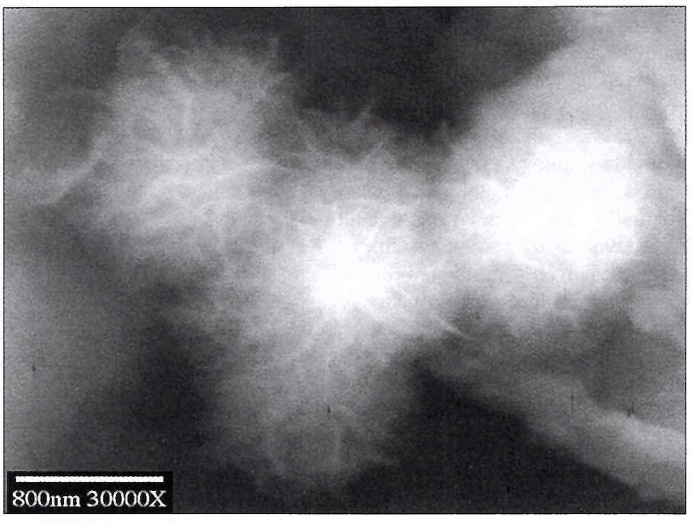
Dvaja vedci, skúmajúci mikroorganizmy v prastarom antarktickom ľade, našli celý rad životných foriem, od húb, rias, baktérií a diatomov (rozsievok), ktoré pripomínajú mikroorganizmy už známe, ale aj niekoľko bizarných organizmov podivných tvarov, s ktorými sa zatiaľ vedci na Zemi nestretli.

– Sú to naozaj bizarné tvory, čosi, čo sme nikdy nevideli, – vyhlásil Richard Hoover z Marshall Space Flight Center. Tento muž spolu s Rusom, mikrobiológom Sergejom Abyzovom z Ruskej akadémie vied, preskúmali valce ľadu zo zbierok, ktoré z hĺbkových vrstiev kontinentálneho ľadovca Antarktídy pod ruskou stanicou Vostok (1000 km od Južného Pólu), získavali ešte sovietski polárni výskumníci.

Pred sto dvadsiatimi rokmi napísal Jules Verne sci-fi román Na kométe. Opisuje dobrodružstvá ľudí, ktorých uniesla na obežnú dráhu okolo Slnka periodická kométa; tá sa pri jednom zo svojich návratov obtrela o Zem. Tento román, ktorý vyšiel aj pod názvom Hector Servadac, je naozaj fantastický (kométa uniesla okrem ľudí z viacerých oblastí Stredomoria (Gibraltar, Ibiza, Alžírsko, Ceuta atď.) aj kusy zemského povrchu, mora a ovzdušia), spopularizoval však medzi širokou verejnosťou vtedajšie vedomosti o slnečnej sústave, planétach, ich mesiacov a kométach. Vedci, o ktorých bude reč, však jednu z myšlienok tohto príbehu pokladajú za zaujímavú: Verne bol prvým človekom, ktorý vyslovil myšlienku, že kométy môžu byť transportérmi nielen organického materiálu, ale aj živých organizmov.

Na hornej snímke vidíte kolónie mikroorganizmov, vegetujúcich v „teplých bublinkách", hlboko v antarktickom ľade. Kolónie tvoria súostrovia najväčších belavých škvŕn. Početné drobné škvrny, ktoré pri ešte vyššom rozlíšení pripomínali vedcom diery vo švajčiarskom ementále, sú otvory jemného filtra, navŕtané lúčami elektrónového mikroskopu. Filter slúži na odsávanie vody z roztopeného ľadu okolo preparátu. Na strednej a dolnej snímke vidíte „chlpaté mikroorganizmy", doteraz neznámeho druhu. Vedci im dali meno Mickey Mouse. Jednotlivé chĺpky majú hrúbku 30 až 40 nanometrov, čo je desatina vlnovej dĺžky viditeľného svetla.



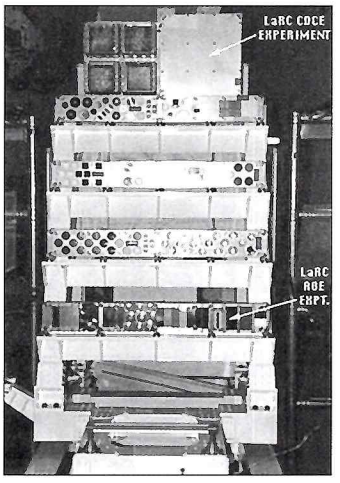


Zdá sa, že Antarktída sa stáva najdôležitejšou základňou astrobiológie. Po posledných nálezoch sa vedci domnievajú, že práve z Antarktídy sa organický život zo Zeme mohol rozšíriť na iné telesá slnečnej sústavy. Ako? Impakty kométa a asteroidov v pradávnych dobách mohli vymrštiť do kozmického priestoru kusy zamrznutej pôdy, kameňov a ľadu, ktoré sa po dlhom putovaní mohli dostať aj na iné telesá. – Mikroorganizmy vmrznuté do ejektovaného materiálu mohli milióny rokov trvajúci transport prežiť rovnako dobre ako prežívajú polárnu noc, keď ich metabolizmus skoro úplne vyhasína, – vyhlásil Hoover, známy röntgenový astronóm, špecialista na diatómy (rozsievky).

Odolnosť a prispôsobivosť mikroorganizmov je neuveriteľná. Nielen v pozemských podmienkach (v horúcich gejzíroch, na dne oceánov, v 400 000 rokov starom ľade či v sibírskom permafroste, starom 5 miliónov rokov), ale aj na Mesiaci, kde astronauti našli živé streptokoky na sonde Surveyor 3, ktorá pristála na povrchu Mesiaca celé roky pred landerom Kozmickej lode Apollo 11.

Vedci najskôr preskúmali vzorky získané z hĺbky 386 mterov, potom z hĺbky 1249 metrov. Vzorky z hĺbky 3610 metrov sa práve skúmajú v perohradskom Inštitúte pre mikrobiológiu i Hooverovom pracovisku pri NASA. Rusi získavajú vzorky a skúmajú ľad okolo stanice Vostok už od roku 1974. V roku 1996, pomocou seizmických a iných prístrojov zistili, že v hĺbke 3710 metrov pod ľadovcom sa nachádza pomerne veľké jazero. Jazero Vostok je prinajmenšom 500 000 až milión rokov staré. Vodu subglaciálneho jazera doteraz nikto nepreskúmal, pretože vedci sa chcú vyhnúť riziku naočkovania vody jazera mikroorga-

Richard Hoover (vľavo) z NASA Space Flight Center a Sergej Abyzov z petrohradského Inštitútu mikrobiológie kontrolujú snímky z eletrónového mikroskopu ESEM, ktorý vidíte v pozadí, za Abyzovom.



Elektrónový mikroskop ESEM využíva röntgenový scanner, ktorý dokáže rozlíšiť, či vzorka je organický objekt.

nizmami z povrchu. Vzorky z najväčšej hĺbky boli získané z vrstiev ľadu, ktoré sú uložené 100 metrov nad hladinou jazera. Nikomu sa zatiaľ nepodarilo vysvetliť, prečo sa voda jazera Vostok nepremenila na ľad, respektíve prečo sa ľad v tejto hĺbke roztopil opäť na vodu.

Jazero Vostok neskrýva v sebe iba možný kľúč k vzniku života na Zemi, ale sa stáva i modelom pre výskum pomerov na Jupiterovom mesiaci Europa a zároveň aj základňou, kde sa budú pripravovať projekty ďalších expedícií na tento zaľadnený mesiac. Jazero Vostok má plochu 224×48 kilomerov, čo znamená, že je veľké ako jazero Ontário na rozhraní USA a Kanady. Jeho hĺbka je 484 mterov. Hrúbka usadenín na jeho dne dosahuje až 50 metrov.

Nielen na Europe (o tom už pochybuje málokto), ale aj pod polárnymi čiapočkami Marsu či Merkúra, o početných mesiacoch obrích planét ani nehovoriac, sa môžu takéto subglaciálne jazerá vyskytovať.

Abyzov už roku 1975 našiel okolo Vostoku baktérie, huby, diatómy a iné mikroorganizmy, ktoré do nehostinného prostredia vnútra Antarktídy priviali vetry z pohostinnejších končín kontinentu. Neskôr sa ukázalo, že počet organizmov sa mení nielen v závislosti od hĺbky, ale aj vzhľadom na veľké výkyvy klímy na Zemi. Tak, či onak: ľad v tomto prípade poslúžil ako trezor času, v ktorom sa uchovali druhy, staré prinajmenšom 500 000 rokov. Je to nesmierne cenný materiál, na ktorom možno študovať genetické zmeny mikroorganizmov v priebehu tisícročí.

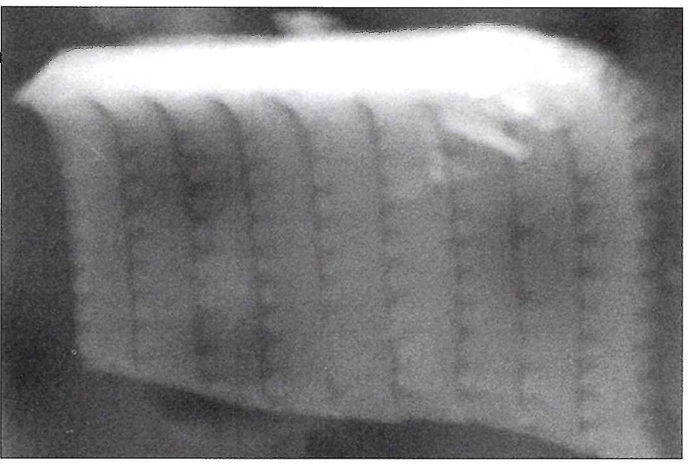
Abyzov poskytol svoje vzorky Marshallovi, ktorý ich preskúmal pomocou prístroja ESEM (Environmental Scanning Electron Microscope); ide o moderný prístroj, pomocou ktorého Marshall analyzuje zmeny v skúmanom materiáli. Prístroj pôvodne vyvinuli kvôli analýze biologických druhov v pôvodnom prostredí, bez pozláteného terčíka, čo zvyšuje reflektivitu vzorky. ESEM využíva i röntgenový scanner, ktorý je schopný i na ľadovom pozadí skúmať elementy na terčíku a rozlíšiť, či ide o organický objekt.

Na jar tohto roku obaja vedci oznámili objav bizarných mikroorganizmov. Viaceré z nich majú čudesné mená: Mickey Mouse či Klingon. – Študujeme úplne nový svet, – vraví Hoover. Mickey Mouse je príslušníkom kolónie baktérií, ktoré sú už niekoľko tisícročí pochované v antarktickom ľade. To, čo na snímke vyzerá ako švajčiarsky syr, je v skutočnosti filter, pomocou ktorého sa filtruje roztopený ľad. Dierky vo filtri navŕtali elektrónové lúče. Rusi na svojich elektrónových mikroskopoch nemajú také dokonalé doplňujúce prístroje, a tak by sa bez pomoci Američanov nezaobišli.

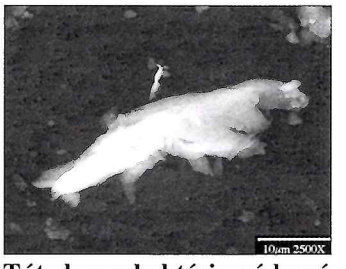
Vedci, ako sa dalo čakať, objavili vo vzorkách kopu atmosférického prachu a kamienkov, ale i čiastočky kozmického prachu, ktoré sa prezradili nezvyklými spektrami.

Mickey Mouse, ale aj ďalšie kolónie malých mikroorganizmov, sú celkom nezvyčajné. Sú to biele, chlpaté objekty s priemerom 1 micrón, zabalené do bavlených kukiel. – Toto nás úplne šokovalo, – vraví Hoover, ukazujúc na monitor ESEM. – Tieto maličké, zakuklené organizmy sú pokryté neuveriteľne zložitou fibróznou štruktúrou. Jednotlivé chĺpky majú hrúbku 30 až 40 nanometrov, čo je jedna desatina vlnovej dĺžky vo viditeľnom svetle.

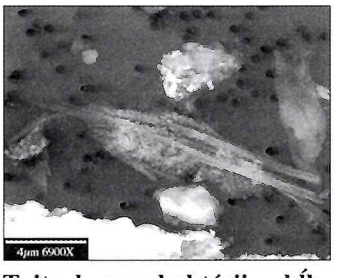
– Ťažko ešte povedať, čo to vlastne je, – vraví Abyzov. – Začíname sa však prikláňať k názoru, že by to mohla byť huba. V ľade sme našli celú plejádu bizarných organizmov.



Diatom/rozsievka patrí k druhu mikroorganizmov, vo výskume ktorých nemá röntgenový astronóm(!) Hoover vo svete rovnocenného konkurenta.



Túto kyanobaktériu, získanú z ľadovca v hĺbke 1243 metrov, pomenovali vedci Portpoise/Sviňucha. (Sviňucha je vo normálnom svete druhom plutvonožca).



Tejto kyaonobaktérii z hĺbky 1243 metrov dali žartovné meno Thanksgiving Leftover, teda zvyšok po hostine pri príležitosti sviatku Vďakyvzdania).

Podaktoré sme identifikovali: Kyanobaktérie, baktérie, huby, spóry, peľové zrnká a diatómy, ale niektoré identifikovať nedokážeme a viaceré sme doposiaľ nikdy nevideli. – Vedcov trochu mýlia detaily pozorovaných mikroorganizmov, ktoré by boli pod iným mikroskopom neviditeľné. Veľmi ľahko sa však dajú identifikovať prímesi, čiastočky morských húb, vtáčieho peria či diatómy/rozsievky; tieto mikroorganizmy sú Hooverovou veľkou vášňou. Tento známy röntgenový astronóm dosiahol v tejto disciplíne mnohé svetové prvenstvá.

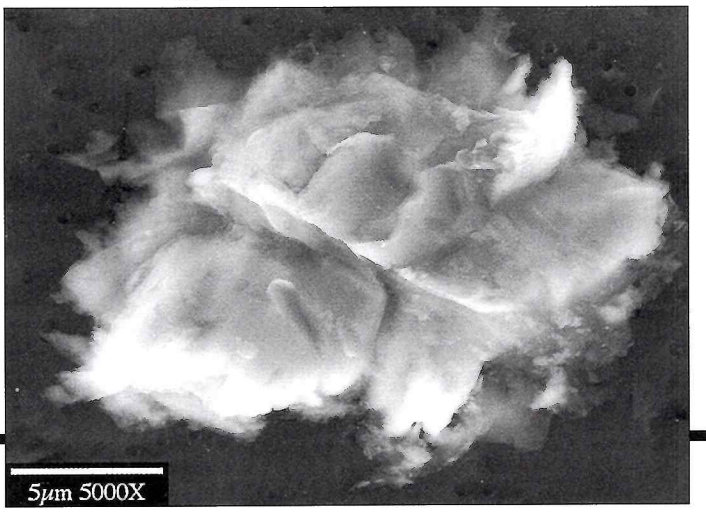
Vedci objavili aj väčší počet veľkých kyanobaktérií obklopené nanobaktériami. – Keď tieto mikroorganizmy zamŕzajú, prešaltujú metabolizmus do anabiotického stavu, – vysvetľuje Hoover. Anabiotický znamená živý, ale neaktívny. Ruskí vedci už dokázali oživiť kultúry baktérií, kvasiniek, húb a ďalších mikroorganizmov, ktoré v ľadových puzdrach našli.

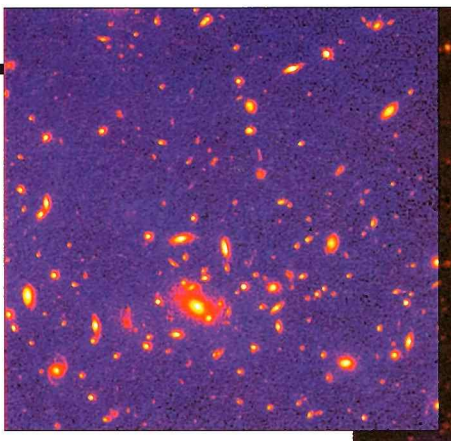
– Každý deň objavíme čosi, čo nás šokuje – vraví Hoover. – Napríklad kyaonobaktérie, získané z hĺbky 1243 metrov obsahujú veľké množstvo antimónu. Röntgenové spektrum však odhalilo aj stopy uhlíka, kyslíka, zinku, kremíka, alumínia a potaše, teda prvkov, ktoré sú pre život nevyhnutné.

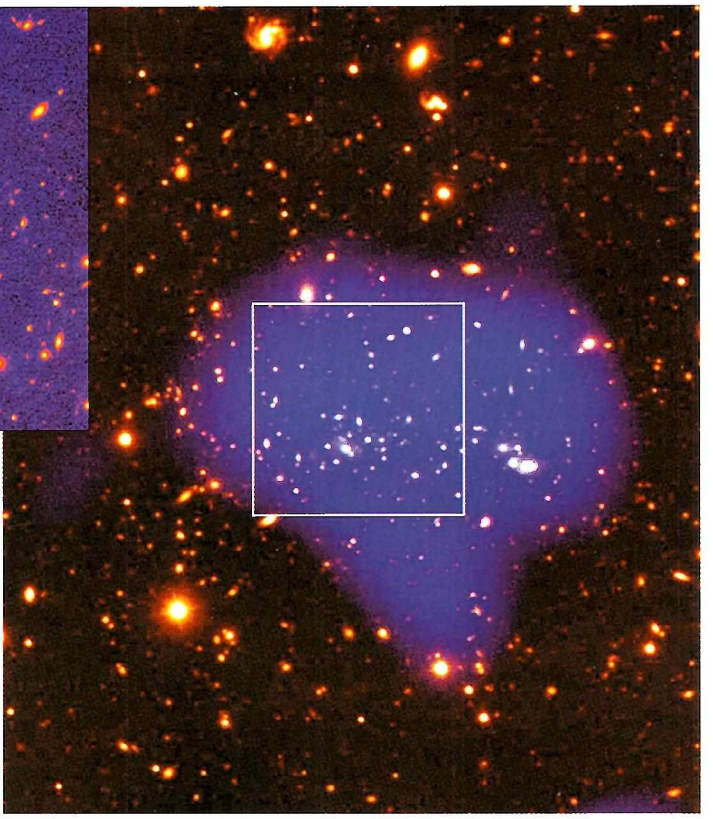
Gregory Jerman, operátor pri ESEM, zaznamenal, že obsah kovov v závislosti od hĺbky, z ktorej boli vzorky získané, kolíše. Na niektorých úrovniach dominuje antimón, na iných zinok. Mnohé mikroorganizmy majú nezvyklé tvary, takže vedci ich ešte pred vedeckým pomenovaním označujú predbežnými, žartovnými názvami: sviňucha, guľa, kaleráb atď. Koncom marca mali už Hoover s Abyzovom 150 snímok z ESEM a veľa získaných spektier. S touto korisťou sa vypravili do kalifornskej Pasadeny, kde sa Ken Nealson pokúsi zo vzoriek extrahovať genetický materiál.

Marshall Space Flight Center (dl)

Popri Mickey Mouseovi sa stala obľúbencom antarktických mikrobiológov aj kyanobaktéria Klingon. (Poznámka: prezývky slúžia vedcom na rozlíšenie novobjavených druhov baktérií dovtedy, kým nedostanú latinské vedecké mená.)

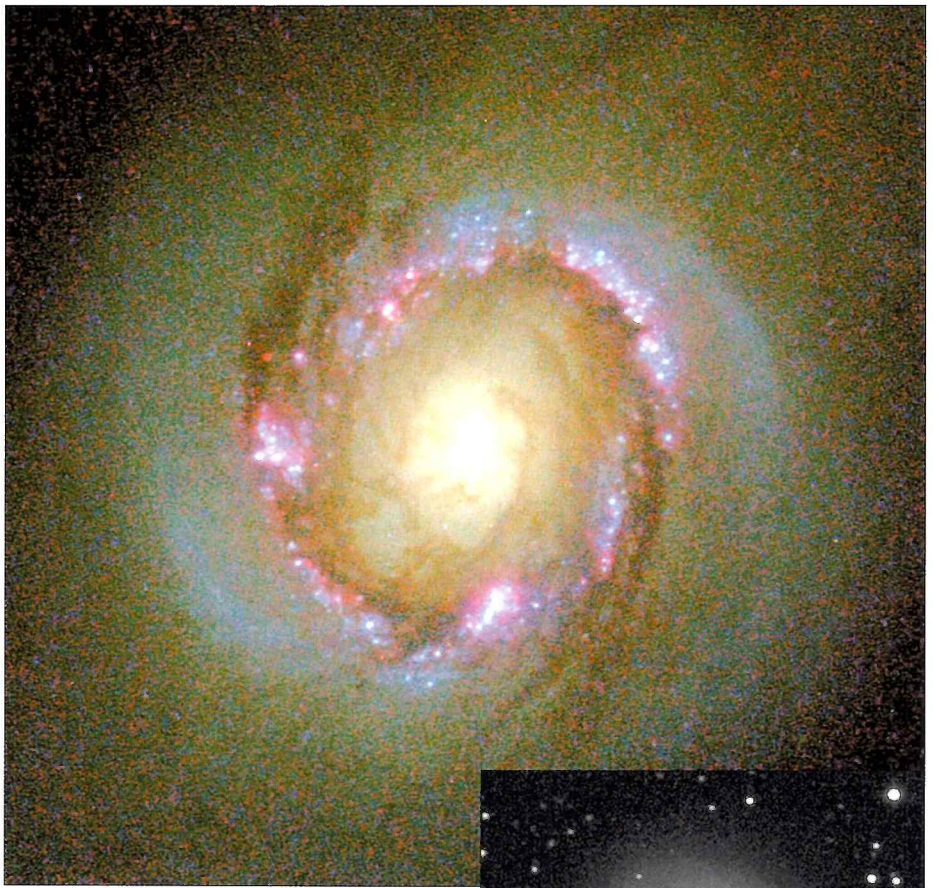


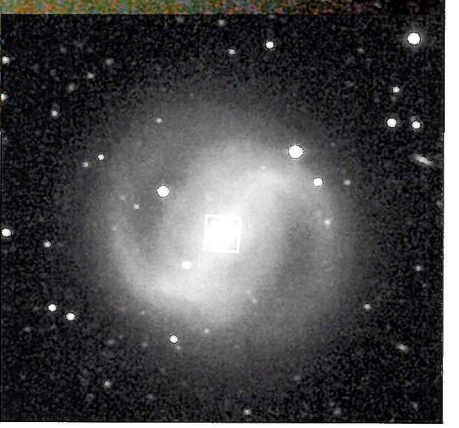




Obrázky veľmi hmotnej kopy galaxií MS 1054-0321, vzdialenej 8 miliárd svetelných rokov, získali tri rôzne ďalekohľady. Obrázok vpravo je farebnou kompozíciou pozemských pozorovaní a röntgenu. Vidieť na ňom celú kopu i s jej okolím. Modrá farba v centre obrázka odhaľuje obrovské množstvo horúceho plynu, ktorý vypĺňa priestor medzi galaxiami. Plyn nemôžeme vidieť v bielom svetle, lebo jeho žiarenie sa nachádza v röntgenovej oblasti. Astronómovia odhadujú jeho teplotu na 150 miliónov K. Štvorec v strede obrázku vyznačuje zorné pole HST. Obrázok vľavo, získaný WFPC2 Hubbleovho teleskopu, ukazuje detailnejšie zábery galaxií v centre masívnej kopy. Šírka tejto kopy je niekoľko miliónov svetelných rokov.
Pozemský obrázok bol získaný v čase od mája 1992 do novembra 1993 88-palcovým ďalekohľadom Havajskej univerzity. Astronómovia Isabella Gioia a Gerry Luppino z Hawaiskej univerzity ho získali štvorhodinovou expozíciou s použitím blízkeho infračerveného filtra (8 000A). Rtg snímku získala v roku 1996 astronómka STScI (Space Telescope Science Istitute) Megan Donahueová pomocou rtg teleskopu HRI umiestneného na palube satelitu Rosat. Expozičná doba bola 34 hodín.

Prstence mladých hviezd okolo jadra NGC 4314





Obrázok získaný HST odhalil prstenec veľmi mladých hviezd okolo jadra špirálovej galaxie s priečkou NGC 4314. Odhaduje sa, že tieto hviezdy vznikali v priebehu minulých 5 miliónov rokov a prstenec je pravdepodobne jediným miestom zrodu nových hviezd v galaxii.

Na snímke vidieť aj ďalšie zaujímavé detaily v galaktickom jadre: prachové pásy, malú priečku z hviezd, plyn a prach v stelárnom prstenci a pár špirálových ramien s mladými hviezdami. Jadro týmto pripomína miniatúrnu galaxiu. Polomer prstenca je asi 1000 svetelných rokov.

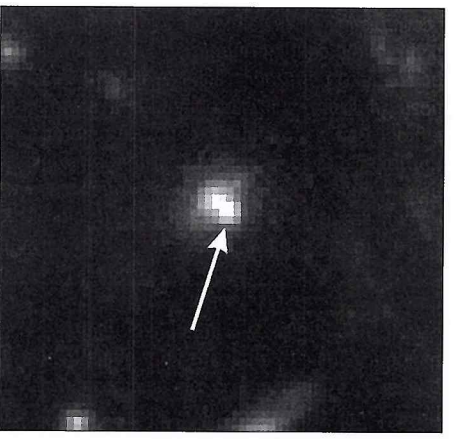
NGC 4314 je jednou z najbližších galaxií, ktoré majú prstenec mladučkých hviezd v blízkosti jadra. Je od nás vzdialená 40 miliónov svetelných rokov. Prstenec je výborným laboratóriom na štúdium formácie hviezd v galaxiách.

Dolný obrázok bol získaný vo februári 1996 McDonaldovým observatóriom v Texase. Vidíme na ňom celú galaxiu NGC 4314 s priečkou z hviezd a vonkajšie špirálové ramená, ktoré sa začínajú na koncoch priečky. Biely štvorec ukazuje oblasť, ktorú vidíme na veľkej farebnej snímke HST. Bola získaná kamerou WFPC2 HST v decembri 1995. Vznikla kombináciou snímok v ultrafialovom, modrom, viditeľnom, infračervenom svetle a v čiare H-alfa.

Modro-purpurové, niekedy fialkové chumáčiky sú zhluky veľmi mladých hviezd, ktoré tvoria prstenec. Dva tmavé prachové pásy a pár modrých špirálových ramien sa nachádzajú už mimo rodiska hviezd – prstenca. Prachové pásy sú do prstenca vťahované prevažne gravitáciou hviezdnej priečky. Zdá sa, že špirálové ramená mimo prstenca obsahujú veľmi málo prachu alebo plynu a pravdepodobne nemajú spojitosť s prachovými pásmi. Hviezdy v týchto ramenách sú modrejšie ako v ostatných častiach galaxie, z čoho vyplýva, že ide o relatívne mladé objekty, mladšie ako 200 miliónov rokov. Sú však staršie ako hviezdy nachádzajúce sa v prstenci. Táto informácia hovorí, že oblasť formácie hviezd sa posúva bližšie k jadru galaxie. Iná interpretácia zasa hovorí, že ramená sa sformovali pod vplyvom gravitačnej interakcie priečky z prstenca hviezd, čo spôsobilo ich vyvrhnutie smerom von.

Spracované podľa NASA Pressrelease STScI-PRC98-21

Vzdialená masívna kopa galaxií spochybňuje teóriu hustého vesmíru



Objav starej, veľmi masívnej kopy galaxií naznačuje, že žijeme v ľahkom vesmíre, ktorý nemá dostatočné množstvo hmoty, aby svojou gravitáciou zastavil jeho rozpínanie.

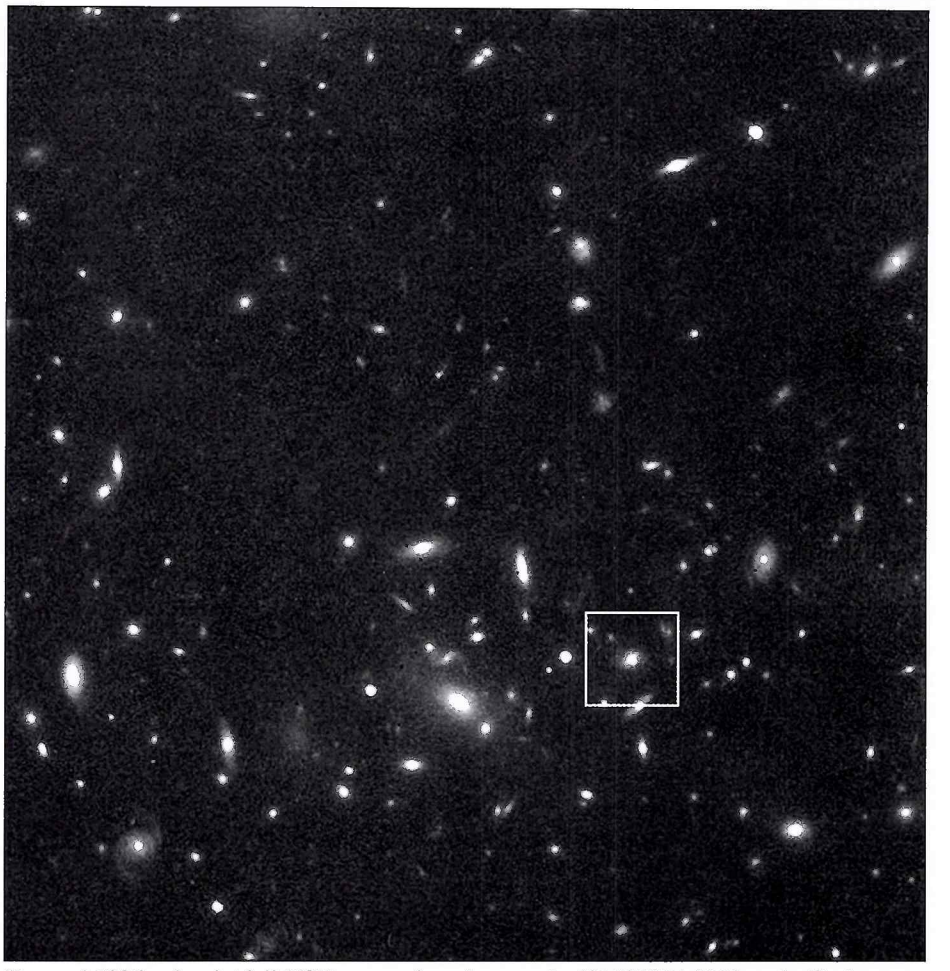
Astronómka Space Telescope Science Institute (STScI) Megan Donahueová študovala extrémne masívnu kopu galaxií MS1054-0321. Hmotnosť kopy je niekoľkotisícnásobkom hmotnosti našej Galaxie a je od Zeme vzdialená 8 miliárd svetelných rokov. Donahueová si vybrala MS1054-0321 preto, lebo bola najvzdialenejšou kopou v katalógu kôp galaxií Einstein Extended Medium Sensitivity Survey.

Podľa všeobecnej teórie („tradičného pohľadu") je vo vesmíre dostatočné množstvo hmoty, aby sa raz jeho rozpínanie zastavilo, a začalo by tak jeho zmršťovanie (kolaps) v procese reverznom k Big Bangu. V hustom vesmíre rastú kopy galaxií postupne, t.j. stávajú sa počas evolúcie čoraz masívnejšími. Preto astronómovia očakávajú, že nájdu len veľmi málo masívnych kôp v minulosti. Ak je táto teória pravdivá, potom objavenie takejto masívnej kopy v dávnych časoch je podľa Donahueovej vysoko nepravdepodobné: „Ak kopy skutočne rastú postupne, potom sa pozeráme späť do obdobia, kde by vôbec nemali byť masívne kopy, ale my ich tam nachádzame. Náš záver je, že kopy galaxií výrazne spomalili svoj rast v priebehu posledných 5 miliárd rokov a tento pomalší rast implikuje, že vesmír nie je dostatočne hustý na to, aby expanziu zastavil."

Štúdium MS1054-0321 a ďalších štyroch bližších, približne rovnako masívnych kôp, viedlo Dr. Donahueovú k záveru, že vesmír bol kedysi rušným staveniskom, ale jeho aktivita sa teraz spomalila, ako by sa dalo očakávať vo vesmíre s nízkou hustotou hmoty. „Keď som prvýkrát začala študovať túto masívnu kopu, očakávala som, že uvidím veľké množstvo chladnej hmoty, vytvorenej na základe všeobecnej teórie o vývoji galaktických kôp, ktorá hovorí, že kopy sa vyvíjajú počas veľmi dlhého obdobia," hovorí Megan Donahueová.

Röntgenové snímky kopy, ktoré v rokoch 1995 a 1996 získali satelity Advanced Satellite for Cosmology and Astrophysics (ASCA) a Roentgen Satellite (Rosat), odhalili veľmi horúci plyn vyplňujúci priestor medzi galaxiami v kope. Plyn by sa mal už dávno rozptýliť do okolitého priestoru, ale gravitačné sily obrovskej masy hmoty ho udržali vo vnútri kopy. Samotná viditeľná hmota by to nedokázala, preto sa Donahueová domnieva, že v okolí musí byť veľa neviditeľnej „tmavej hmoty".

Výsledky Dr. Donahueovej podporujú rastúcu zhodu medzi astronómami, že vesmír sa bude rozpínať donekonečna. Začiatkom tohto roku niekoľko tímov astronómov ohlásilo podobné výsledky získané inými metódami, napríklad meraním rýchlosti expanzie vesmíru, merania rozmerov a vzdialeností ďalekých galaxií.



V marci 1996 pri pointácii HST na masívnu kopu galaxií MS1054-0321 zachytila kamera WFPC2 svetlo z explodujúcej supenovy 1996CL. Obrázok dole zachytáva celú kopu galaxií. Galaxia, v ktorej bola supernova nájdená, je vyznačená bielym štvorcom. Svetlo pochádzajúce z explózie supernovy (jasná škvrnka označená šípkou) a slabšie pozadie vytvorené žiarením materskej galaxie sú dobre viditeľné na obrázku hore. Supernova 1996CL je supernova typu Ia. Supernovy tohto typu sú užitočné pre kozmológiu, pretože majú štandardnú jasnosť v maxime. Meraním tejto jasnosti astronómovia môžu určiť jej vzdialenosť od Zeme. Tieto údaje potom možno použiť na určovanie rýchlosti expanzie vesmíru. Supernovu objavili členovia tímu Supernova Cosmology Project, vedeného Saulom Perlmutterom z Lawrence Berkeley Laboratory v Kalifornii.

Ďalším cieľom Donahueovej tímu je pomocou Wide Field Planetery Camera 2 (WFPC2) HST preštudovať galaxie tvoriace MS1054-0321 vo viditeľnom svetle, určiť ich typy a študovať vplyv okolitej hmoty na ich minulosť a súčasnosť.

Spolupracovníci Dr. Megan Donahueovej sú Isabella Gioiaová z University of Hawaii, John Stock z University of Colorado, John Hughes z Rutgers University a Mark Voit z STScI. Dr. Donahueová publikovala svoje výsledky v augustovom čísle časopisu Astrophysical Journal (Aug. 1, 1998).

Zhodou okolností v roku 1996 HST zachytil v kope galaxií, ktorú študovala Donahueová (MS1054-0321), svetlo explodujúcej hviezdy, supernovy 1996CL. V čase svojho objavu bola táto supernova najvzdialenejšou známou supernovou.

Podľa STScI-PR9826
spracovala Alena Kulinová

Medzihviezdne cesty

Poletia niekedy ľudské bytosti k hviezdam? Batožinu si predbežne nebaľte...

Hviezdy, červené, žlté, oranžové, modré i biele, svietia na nás zo vzdialenosti triliónov kilometrov, z blízkych i najodľahlejších končín vesmíru. Po viacerých senzačných objavoch v posledných rokoch astronómovia vedia, že prinajmenšom niektoré z nich majú aj planetárne systémy. Je pravdepodobné, že už v najbližom desaťročí objavíme stovky planetárnych systémov, nielen nepriamo, ale vďaka rádovo narastajúcej rozlišovacej schopnosti najnovšej generácie teleskopov aj priamo. (Snímka prvej extrasolárnej planéty z mája tohto roku, ktorú naexponoval HST, je prísľubom, že už v blízkej budúcnosti dokážeme týchto viditeľných planetárnych obrov aj podrobne preskúmať; nie je vylúčené ani to, že už v najbližších rokoch ohlási niektorý tím aj objav jednej alebo viacerých terestrických planét, na ktorých citlivé spektroskopy rozlíšia aj podpis vody, či dokonca organických zlúčenín.

Pravdaže, diaľkový prieskum zo Zeme či mesačného povrchu nemôže nahradiť blízky prieskum, ktorý môžu dlhodobo prevádzať iba prístroje na vesmírnej sonde. Len si spomeňme: kým sme nevyslali k planétam našej slnečnej sústavy sondy, nazdávali sme sa, že na Venuši sú oceány a na Marse kanály (ukázalo sa, že Venuša je celkom bez vody, ale na Marse oceány v dávnej minulosti boli a časť vody, prinajhoršom v pevnom skupenstve, sa zachovala podnes). O vzdialených, obrích planétach nevedeli pred érou vedeckej kozmonautiky veľa ani vyslovení špecialisti.

Projekty a problémy

Napriek lákavej výzve, ktorú predstavuje návšteva aj tých najbližších hviezd, sú niektorí vedci presvedčení, že ľudstvu sa takúto expedíciu nikdy nepodarí uskutočniť. Edward Purcell, známy astronóm z Harvardu, ešte roku 1960 napísal: – Všetky fantasmagórie o cestách k hviezdam patria do koša na odpadky. Energia a náklady, potrebné na uskutočnenie letu k Alfa Centauri, trojhviezdnemu systému, ktorý leží najbližšie k nášmu Slnku, by si vyžiadali nepredstaviteľné prostriedky. To priznávajú aj prívrženci hviezdnych safari. Robert Forward, známy prívrženec medzihviezdnych letov, už roku 1990 napísal: – Medzihviezdne lety sú v dnešných podmienkach ťažko realizovateľné, sú drahé, ale nie sú nemožné.

Tento postoj je opatrný, umiernene optimistický. Nezaškodí pri tejto príležitosti pripomenúť proroctvá znalcov letectva zo začiatku 20. rokov, ktorí boli presvedčení, že lietadlu sa nikdy nepodarí prekonať Atlantik. A naopak: nenapraviteľní, nekritickí optimisti prepovedali, že roku 1990 bude mať skoro každý človek v rozvinutých krajinách sveta vlastnú helikoptéru. Pravda je niekde uprostred.

Viacerí renomovaní astronómovia možnosti medzihveizdnych letov doslova zosmiešňujú. Ďalší prepokladajú, že inteligentný život je v našej Galaxii celkom bežný. Dosiaľ sa však predstavitelia týchto hypotetických civilizácií na Zemi neobjavili. Známy taliansky fyzik Enrico Fermi vyslovil v tejto súvislosti ešte roku 1950 provokatívnu otázku: – Tak kde už, doparoma, sú...? – Táto otázka sa stala fundamentom protirečenia, ktorý dnes nazývame Fermiho paradoxom: astronómovia, ktorí veria, že mimozemské civilizácie existujú, v prevažnej miere tvrdia, že medzihviezdne cesty sú príliš zložité a príliš nákladné, takže nijaká civilizácia si ich nemôže dovoliť. To platí aj pre nás, Pozemšťanov.

Neklesajme však na duchu: do dnešného dňa preskúmali sondy vyslané zo Zeme skoro všetky planéty slnečnej sústavy, od Mekúra až po Neptún; iba Pluto na periférii slnečnej sústavy zatiaľ pozemskú návštevu nedostal. Štyri z týchto sond, Pioneer 10, Pioneer 11, Voyager 1 a Voyager 2, stali sa po ukončení svojich misií prvými medzihviezdnymi plavidlami ľudstva, pretože všetky opustili našu slnečnú sústavu vysokou rýchlosťou a smerujú k najbližším hviezdam. Sondy Pioneer ujdú každý rok 2,3-krát väčšiu vzdialenosť, ako je vzdialenosť deliaca Slnko a Zem, teda 1 astronomická jednotka (AJ). O niečo rýchlejšie Voyagery urazia za rovnaký čas vzdialenosť 3,4 AJ. Ale aj Voyagery by na dosiahnutie najbližšej slnečnej sústavy Alpha Centauri potrebovali 80 000 rokov, ak by, pravda, boli nasmerované práve k tomuto hviezdnemu systému. Všetky spomínané sondy však smerujú do hlbín vesmíru iba dočasne. Hviezdni cestovatelia z budúcich storočí ich vďaka oveľa výkonnejším motorom dobehnú, vylovia z Vesmíru a uložia do kozmonautických múzeí.

Vzdialené ciele

Najväčšou prekážkou, ktorá stojí pred kozmickými cestovateľmi, sú obrovské vzdialenosti. Astronomickí nadšenci sa naučili šermovať so svetelnými rokmi tak nadšene, že občas zabúdajú

na to, aký neuveriteľne dlhý je jediný svetelný rok. Svetlo je rýchle: za jedinú sekundu obehne svetelný lúč 7,5-krát našu Zem. Predstavme si, že by sa Vesmír scvrkol do takej miery, že by vzdialenosť Slnko–Zem nepresahovala jeden palec, teda 2,5 centimetra. Jupiter by bol vo vzdialenosti 11,5, Neptún 30 centimetrov. V tejto škále by nás od Alpha Centauri delilo 4,3 míle, teda 7236 metrov. Keby sa naša galaxia zmenšila na veľkosť korunovej mince, najvzdialenejší kvazar by bol od nás vo vzdialnosti dvoch míľ, teda 3218 metrov. Naša galaxia je však ozrutný sférický hviezdny ostrov, v ktorom jednotlivé hviezdy delia nesmierne vzdialenosti.

Hviezdna loď s ľudskou posádkou, ktorá by dokázala prekonať takéto vzdialnosti, by musela byť enormne rýchla. Sonda Voyager sa pohybuje rýchlosťou, ktorá neprevyšuje päť tisícin (0,005) rýchlosti svetla, lenže skutočný hviezdny koráb by musel dosiahnuť desatinu rýchlosti svetla na to, aby prekonal vzdialenosť k Alpha Centauri za menej ako polstoročia, teda v čase, keď by bola ešte väčšina posádky živá. Hodno pripomenúť, že „starship", ktorá by dosiahla iba stotinu rýchlosti svetla, letela by k Alpha Centauri 430 rokov a počas tohto času by na Zemi technologické zlepšenia dovolili skonštruovať také lode, ktoré by ich na ceste k najbližšiemu cieľu v našej Galaxii nielen dobehli, ale aj predbehli. Predstavme si Krištofa Kolumba, ktorý by sa k brehom Ameriky plavil 500 rokov; rýchlejšie lode a lietadlá by ho na jeho ceste predbiehali. Vo chvíli, keď by uzrel pobrežie objaveného kontinentu, boli by mrakodrapy Mannhattanu r e á l n e nové iba pre neho, ale pre všetkých ostatných by boli iba opozeranou kulisou.

Zvyšovať rýchlosť kozmickej lode je však neobyčajne nákladné: napríklad loď vážiaca jednu tonu, urýchlená na tretinu rýchlosti svetla, by spotrebovala také množstvo energie, aké spotrebujú Spojené štáty za tri týždne. Z hľadiska slnečnej sústavy by to pravda nebolo veľa, pretože Slnko vyžiari každú sekundu do Vesmíru miliónkrát väčšiu energiu. Energie máme nadostač; ide iba o to, či ľudstvo dokáže nájsť spôsob jej efektívneho využitia.

Náklady na medzihviezdnu misiu by dosiahli sumu trilióna dolárov. Tieto, dnes ešte odstrašujúce náklady však môžu byť v budúcnosti iba zlomkom národného produktu Spojených štátov, pričom je viac ako pravdepodobné, že náklady na takúto expedíciu budú znášať viaceré krajiny. Ak si predstavíme, že HDP Spojených štátov bude rásť miernym tempom, (v priemere 2 percentá ročne), o dve storočia dosiahne 52-krát vyššiu hodnotu ako na prelome tisícročí: asi 350 triliónov dnešných dolárov. To, čo vyzerá byť dnes neúnosne drahé, môže byť o dve storočia lacným podujatím. V roku 1776 by bol let na Mesiac pre amerických kolonistov nielen technologicky, ale aj finančne vylúčený. Neuplynuli však ani dve storočia, a pomocou technológie šesťdesiatych rokov vyslali Američania na Mesiac sedem lodí s ľudskou posádkou. Prečo by teda naši potomkovia nedokázali dopraviť sondu aspoň na obežnú dráhu okolo niektorej z hviezd Alpha Centauri?

Tak, alebo onak: prvý medzihviezdny koráb určite nebude mať na palube ľudskú posádku, ale iba prístroje. Ľudské bytosti zatiaľ prenikli iba na Mesiac, ale automatické sondy preskúmali už aj vzdialený svet Neptúna. Ľudia potrebujú vzduch, vodu, potraviny a minimálny komfort; prístroje sa bez toho všetkého zaobídu. Navyše: v najbližších desaťročiach dokážeme vyrábať počítače a ďalšie prístroje, ktoré budú nielen dokonalejšie, ale aj menšie a ľahšie. To všetko prispeje k tomu, že hmotnosť sondy medzihviezdnej sondy bude oveľa nižšia, čo podstatne zníži aj celkové náklady.

Po Einsteinovej ceste

Medzihviezdna expedícia musí počítať aj s dôsledkami Einsteinovej špeciálnej teórie relativity, ktorá definuje efekty pôsobiace na objekty, pohybujúce sa blízkosvetelnými rýchlosťami. Najznámejšou relativistickou bariérou je samotná rýchlosť svetla: vieme, že Pozemšťania budú musieť čakať najmenej 4,3 roka, kým sonda doletí na Alpha Centauri, pričom reálne to bude 2- až 5-násobne dlhšia doba. Ďalšie 4,3 roky si ľudstvo počká na prvé údaje zo susednej slnečnej sústavy.

Špeciálna teória relativity má dôsledky aj na hmotnosť a čas. Keď sa rýchlosť kozmickej lode zvyšuje, zvyšuje sa aj jej hmotnosť, čo sťažuje akceleráciu na ešte vyššie rýchlosti. Na druhej strane čas na palube rýchlosť naberajúcej sondy plynie pomalšie, čo umožňuje smrteľníkom cestovať dlhšie, a to je nesporne výhoda. Tieto dva relativistické efekty sú pri nízkych rýchlostiach nepatrné, ale narastajú, keď sa rýchlosť kozmickej lode približuje rýchlosti svetla. Z relativistických rovníc vyplýva, že hmotné teleso letiace rýchlosťou svetla nadobúda (v matematickej rovnici) nekonečnú hmotnosť, čo vylučuje možnosť, že by sa vo vesmíre akékoľvek teleso mohlo pohybovať tak rýchle.

Fyzici, aby zmiernili neúprosnosť oboch relativistických efektov, vyrukovali s takzvaným Lorentzovývm faktorom, ktorý pomenovali podľa holandského fyzika Hendrika Lorentza. Lorentzov faktor je závislý od rýchlosti: pri nulovej rýchlosti má hodnotu 1; táto hodnota sa s narastajúcou rýchlosťou zvyšuje, až kým ju nevyjadrí, pri rýchlosti svetla, znamienko nekonečna.

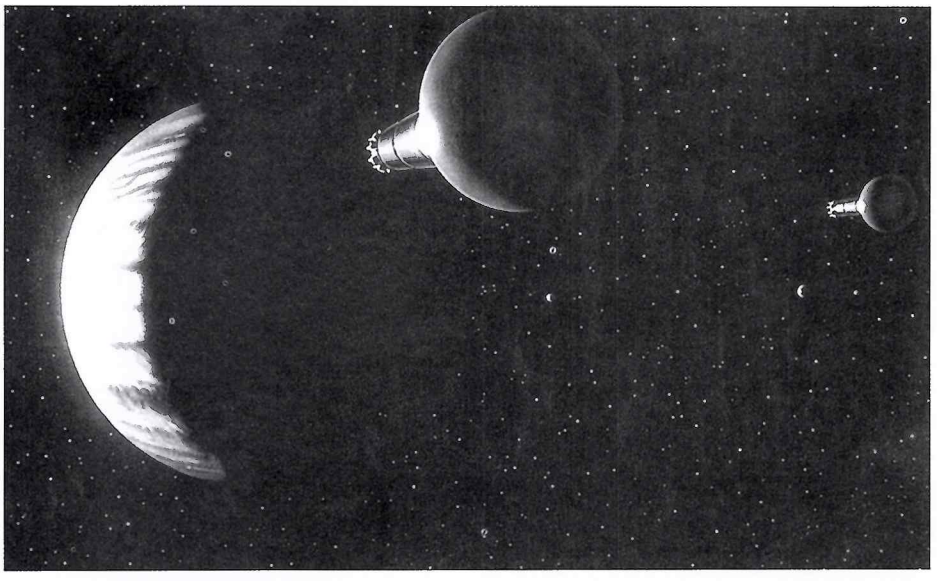
Ak rýchlosť kozmickej lode dosahuje pätinu rýchlosti svetla, Lorentzov faktor má hodnotu 1,02. To znamená, že pri takejto rýchlosti sa hmotnosť lode zvýšila oproti hmotnosti pri štarte, iba o 2 percentá, samozrejme bez hmotnosti spáleného paliva. Čas na palube lode, letiacej rýchlosťou 60 000 km za sekundu, bude plynúť pomalšie; pozemská hodina tu bude trvať 1,02 hodiny, čiže 1 hodinu, 1 minutu a 12 sekúnd.

Pri dosiahnutí 50-percentnej rýchlosti svetla by bola hodnota Loretzovho faktora 1,15, čo by znamenalo, že aj hmotnosť lode sa zvýšila o 15 percent a palubný čas sa oproti pozemskému predĺžil o 6 minút. Iba pri rýchlostiach, ktoré prekonajú štvorpätinovú hodnotu rýchlosti svetla, sa hodnota Lorentzovho faktora začína hrozivo zvyšovať: pri 87-percentnej rýchlosti svetla dosahuje hodnotu 2, čo znamená, že hmotnosť kozmickej lode sa zdvojnásobí, pričom plynutie času sa o polovicu spomalí.

Život na chrbte rýchlosti

Reálnym problémom pre prívržencov medzihviezdnych letov nie je teda špeciálna teória relativity, ale spôsob, ako urýchliť kozmickú loď na takú vysokú rýchlosť. Hypotetická loď, ktorej rýchlosť dosiahne desatinu rýchlosti svetla, teda 30 000 km za sekundu (približne 110 miliónov kilomterov za hodinu), by bola mnohonásobne rýchlejšia ako najrýchlejšie z doteraz vypustených sond a lodí.

V princípe je pre medzihviezdne lety najefektívnejším palivom hmota, ktorú používa Captain Kirk: antihmota, ktorá je zrkadlovým obrazom obyčajnej hmoty. V obyčajnej hmote sú jadrá atómov nabité kladne, elektróny krúžiace okolo nich nabité záporne. V antihmote okolo negatívne nabitého jadra atómu krúžia pozitívne nabité elektróny, takzvané pozitróny. Keď sa hmota stretne s antihmotou, vzájomne sa úplne anihilujú, pričom sa ich hmota premení na energiu. Hmota a antihmota sú teda mimoriadne efektívnym palivom, pretože už malá hmotnosť (m) obsahuje energiu (E), ktorá sa rovná (mc^2). Ak je (c) rýchlosťou svetla, potom jej násobok s hocijako malým kúskom hmoty či antihmoty vyprodukuje obrovské množstvo energie. Ak si potrasiete rukou s vaším dvojčaťom z antihmoty, energia, ktorá by z takéhoto pozdravu vznikla, by dokázala pokryť potreby Spojených štátov počas celých dvoch mesiacov. Umožnila by vyslať aj malú sondu k Alpha Centauri.



Nanešťastie antihmota v prirodzenom stave na Zemi neexistuje a astronómovia doteraz ani vo vesmíre neobjavili zásoby tejto vzácnej suroviny. Antihmota vzniká v našich podmienkach ako vedľajší, (ale nevyhnutný) produkt niektorých jadrových reakcií, ale v takých nepatrných kvantitách, že vyprodukovanie relatívne neveľkého množstva tohto paliva pre kozmickú loď by bolo extrémne drahé: unca antihmoty by nás dnes vyšla na trilióny dolárov, ak by ju, pravda, vedci dokázali nielen vyrobiť, ale aj spoľahlivo uchovať.

Akýkoľvek raketový pohon, aj ten, ktorý poháňa palivo hmota/antihmota, má však závažnú slabinu: musí urýchľovať nielen kozmickú loď, ale aj hmotnosť paliva. Teda: raketový motor potrebuje viac paliva na to, aby urýchlil okrem lode aj zásobu paliva, lenže čím viac paliva je súčasťou kozmickej lode, tým viac paliva musí urýchľovať dodatočné palivo, a tak donekonečna. Vedcom a konštruktérom sa zdá byť preto výhodnejšie urýchľovať hviezdne koráby bez raketových motorov. Už roku 1960 navrhol Robert Bussard využívať palivo, ktoré sa nachádza vo vesmíre. Aj na pohľad najprázdnejší priestor vesmíru obsahuje atómy vodíka. Ak by ich hviezdny koráb dokázal cestou „odcediť" z priestoru a fúzovať v jadrovom reaktore, získaval by tak energiu, ktorá by poháňala loď. Nanešťastie, v medzihviezdnom priestore sa nachádza sotva jeden atóm vodíka na kubický centimeter, takže loď by musela vycediť atómy zo sférického priestoru s polomerom stoviek, ba tisícov kubických kilometrov.

Iný pohon navrhuje Robert Forward: je presvedčený, že laserový pohon je pre medzihviezdne lety najvhodnejší. Laserové motory by mali fungovať vďaka tomu, že aj svetlo dokáže vyvíjať tlak. Tento tlak je síce slabý, a tak lasery by museli byť veľké a silné: kolimované, sústredené lúče z týchto laserov by sa museli „opierať" o trilióny kilometrov priestoru. Ľudia na palube takejto kozmickej lode by svoju cestu nedokázali príliš kontrolovať. Boli by nadobro vydaní napospas rozmarom laserovej stanice a početným náhodám, medzi ktoré patrí i premenlivá hustota priestoru, o ktorý sa laserové lúče opierajú.

Rýchlejšie ako svetlo?

Takéto myšlienky sa môžu zdať v serióznom článku neseriózne a z hľadiska realizácie úplne nepraktické; viacerí z najrenomovanejších fyzikov riešili, riešia a nepochybne budú riešiť prinajmenšom v teoretickej rovine, aj takúto možnosť. Súčasní fyzici vyprodukovali v tomto ohľade rovnako fantastické nápady ako autori sci-fi. Napríklad: kozmické skratky, ktoré dostali názov „červie diery". Ak sa ukáže, že tieto „gravitačné katapulty"vo vesmíre naozaj existujú, našej kozmickej lodi by umožnili dospieť k Alpha Centauri v oveľa kratšom čase, než aký by potrebovala pre „normálne" prekonanie vzdialenosti 4,3 svetelných rokov. Kozmické premiestnenie prostredníctvom červej diery možno prirovnať k ceste z Ameriky do Číny, ktorá by sa nekonala po hladine oceánu alebo v atmosfére nad povrchom, ale tunelom, spájajúcim tieto odľahlé regióny zemegule najkratšou možnou cestou.

Špekulácie o cestovaní vyššou rýchlosťou ako rýchlosť svetla teda vonkoncom nie sú scestné. Ani Einsteinova špeciálna teória relativity takúto možnosť nevylučuje. Pri dosiahnutí rýchlosti svetla sa Lorentzov faktor, ako už vieme, rovná nekonečnu, ale ak sa táto hranica prekročí, hodnotu Lorentzovho efektu vyjadruje hodnota, ktorú matematici nazývajú imaginárnym číslom (odmocnina záporného čísla). Táto hodnota sa s ďalším narastaním rýchlosti lode za hranicou rýchlosti svetla znižuje. Ako môže hocijaká hmotná čiastočka či kozmická loď prekročiť bariéru rýchlosti svetla, na ktorej Lorentzov faktor vyjadruje znamienko nekonečna, je nejasné; rovnako nejasné je, ako by sa hmotný objekt, ktorý už bariéru rýchlosti svetla prekročil, mohol cez túto bariéru vrátiť k podsvetelnej rýchlosti. Hypotetické čiastočky, ktoré by mali vyššiu rýchlosť ako fotóny, nazvali fyzici tachyónmi. Nikto ich však nikdy nevidel ani nedetegoval, čo znamená, že ani príroda si zatiaľ s týmto problémom neporadila. Možno že existuje paralelný vesmír, v ktorom sa všetko pohybuje nadsvetelnými rýchlosťami a tamojší obyvatelia „sú odsúdení" na dlhý, pomalý život. Možno sa raz s nimi stretneme a vymeníme si skúsenosti.

Vedci si však musia dať rady s tým vesmírom, v ktorom žijeme. Prvým krokom na ceste k medzihviezdnym letom by malo byť vyslanie automatickej sondy, sondy robota, ktorá by sa pohybovala dostatočne rýchlo a dostatočne dlho na to, aby spoľahlivo otestovala viaceré koncepcie medzihviezdnych letov bez toho, že by doletela k nejakej hviezde. Projektanti túto zvláštnu kozmickú sondu nazvali TAU, pretože ju vyzbrojili pre vedecký výskum vo vzdialenosti 1000 astronomických jednotiek (Thousand Astronomical Units) od Slnka, čo je dvadsaťpäťnásobok vzdialenosti Slnko–Pluto. Loď poletí do týchto končín 100 rokov, pričom vzdialenosť, ktorú za tento čas ujde, bude zlomkom , (1 %), vzdialenosti k Alpha Centauri. Loď TAU bude teda akýmsi „forfárerom", predjazdcom ďalšej, už podstatne rýchlejšej lode.

Výzva medzihviezdnych letov je obrovská: taká obrovská, že sa nemôže podariť ani našej, ani inej civilizácii. Zdá sa však, že ľudstvo sa tejto zdanlivo iracionálnej túžby nevzdá. Ako by sa ináč dozvedelo, či aspoň v našej Galaxii neexistujú, okrem obyvateľov planéty Zem, aj iné inteligentné bytosti? Bolo by nezmyselné vzdať sa takejto možnosti, bolo by nezodpovedné neurobiť už dnes, kvôli našim, technologicky i eticky vyspelejším potomkom, prvé kroky smerom k najbližším hviezdam. Naši galaktickí susedia môžu mať za sebou milióny, ba miliardy rokov vývoja. Môžu byť oveľa vyspelejší. Ak by sme takýchto susedov našli na niektorej z možných planét najbližších hviezd – Alpha Centauri, Lalande 21 185, Epsilon Eridani, či Tau Ceti (o tom, či najbližšie hviezdy majú planetárne systémy a či sú v ňom i terestrické, Zemi podobné planéty, sa dozvieme v najbližších dvadsiatich rokoch), potom by sa výzva preskúmať ich stala imperatívom. Loď s ľudskou posádkou by mohla odštartovať k Alpha Centauri koncom 21., alebo v 22. storočí.

Podľa Astronomy spracoval Eugen Gindl

Ken Corswell je astronómom v Berkley, California. Napísal dve kontroverzné knihy: Alchýmia oblohy a Hľadanie planéty. O medzihviezdnych letoch sa dozviete viac na internetovej adrese NASA:
http://www.lerc.nasa.gov./WWW/PAO/warp.htm

Sonda s desaťkilometrovým chvostom

NASA sa snaží znížiť náklady kozmických misií. Imperatív rýchlejšie, lacnejšie, spoľahlivejšie je preto záväzný pre všetky oblasti projektovania a prípravy nových, modernejších sond. Mimoriadne veľa úsilia a technickej invencie sa vkladá najmä do vývoja nových, efektívnejších pohonov: nejde pritom iba o motory, ktoré dopravujú sondu na dráhu k určenému telesu, ale aj o operačné motory, umožňujúce korigovať dráhu sondy už na obežnej dráhe okolo cieľového telesa, i na obežnej dráhe okolo Zeme. Zvláštna skupina inžinierov NASA sa venuje základnému výskumu, ktorý hľadá najoptimálnejšie energetické napájanie operačných a korekčných motorov sond, ale aj zdroja energie na ich palubách.

Dennis Gallagher z Marshall Space Flight Center pri NASA vyrukoval na deviatom výročnom zasadaní pracovnej skupiny, zameranej na moderné pohony, s myšlienkou elektrodynamického vlečeného drôtu (tether).

Teoretici vyrátali, že sonda s parametrami Galilea by mohla používať 10 kilometrov dlhý vlečený (kovový) drôt, ktorý by napájal energiou operačné raketové motory na obežnej dráhe okolo Jupitera. Vzhľadom na už schválené prieskumné misie, najmä k mesiacom Europa a Io, bola by sonda, ktorá by dokázala meniť svoju obežnú dráhu okolo Jupitera, prípadne sa usadiť na obežnej dráhe okolo niektorého z jeho mesiacov, spúšťať sa okolo skúmaného telesa na nižšiu, alebo naopak vystúpiť na vyššiu obežnú dráhu, oveľa lacnejšia a flexibilnejšia ako sonda, ktorá by si musela priviezť palivo v kontajneri zo Zeme, alebo byť vybavená ekologicky neúnosným jadrovým reaktorom (posledná sonda s takýmto reaktorom bol Cassini, letiaci k Saturnu).

Tether ponúka vynikajúce riešenie tohto problému a je pre inžinierov NASA veľkou výzvou. Najťažšie bude vyvinúť spoľahlivý kontrolný systém, ktorý by dokázal reagovať na prudké zmeny magnetického poľa v dynamickom prostredí Jupiterovej mesačnej sústavy. Elektrický tether, sondou vlečený kovový drôt, funguje podľa rovnakého princípu ako elektrické motory a generátory. Ak sa v magnetickom poli pohybuje drôt, indukuje sa v ňom elektrický prúd. Ak prepravujete elektrický prúd drôtom, vznikne okolo neho magnetické pole, ktoré sa udrží v akomkoľvek, i silnejšom, magnetickom poli.

Podobný systém môže poháňať motorčeky vo vnútri mechanických hračiek, ale aj automobily, rozličné elektrospotrebiče a elektrárne. Môže teda zásobovať elektrickou energiou aj satelit, ktorý obieha planétu s magnetickým poľom.

NASA testovala Tethered Satelitte System na raketoplánoch v rokoch 1995 a 1996. Po druhej misii síce skúšky prerušili, ale tether, raketoplánom vlečený drôt, však pripravil inžinierom nejedno poučné prekvapenie, najmä čo sa týka výroby a vodivosti elektrického prúdu predmetmi, ťahanými za raketoplánom v kozmickom priestore. Marshall Space Flight Center vyvíja teraz Propulsiv Small Expendable Deployer System (ProSEDS), ktorý by dokázal vrátiť vyprázdnený a uvoľnený stupeň rakety vynášajúcej satelit, alebo sondu späť na Zem. Ak skúšky v malom dopadnú

dobre, inžinieri NASA začnú vyvíjať Electrodynamic Tether Upper Stage, ktorý už dokáže vyniesť satelity v prípade potreby na vyššiu obežnú dráhu, a ďalší sesterský systém pre Medzinárodnú vesmírnu loď, ktorý by umožnil meniť jej obežnú dráhu.

Ďalšou etapou tohto programu bude Jupiter. Marshallovo Centrum spolu s JPL pracujú teraz na štúdii, ktorá rieši uplatnenie tohto systému pre ďalšie sondy vyslané na Europu. Ak by sa takýto systém podarilo vyvinúť, náklady na vyslanie sondy by sa rádovo znížili a k Europe i k ďalším cieľom by poletelo oveľa viac misií.

Elektrický tether však dokáže pracovať iba v takom prostredí, kde príroda vytvorila magnetické pole i plazmu (elektricky nabitý plyn). Pohyb vlečeného drôtu magnetickým poľom produkuje energiu, elektróny v plazme zabezpečujú spiatočnú cestu a vytvárajú tak uzavretý elektrický okruh.

Magnetické pole Zeme a jej ionosféra siahajú ďaleko do kozmického priestoru; vytvárajú vhodné prostredie pre fungovanie a využitie tohto systému takmer pre všetky Zem obiehajúce satelity. Na Jupiteri to bude ťažšie. Blízko ozrutnej planéty, kde je plazma najhustejšia, 10 kilometrov dlhý tether vyprodukuje potenciál 50 000 voltov s intenzitou 20 ampérov. Drôtom, ktorého priemer bude 1 milimeter, by pretekal elektrický prúd o sile 1 megawattu, ktorý by ho roztavil. Čísla dodané fyzikmi predstavujú pre inžinierov vážnu výzvu.

V takýchto podmienkach možno tether využívať iba v intervaloch. Jediný takýto pulz však dokáže zmeniť obežnú dráhu sondy zo 100-dennej na 5-dennú. Na takéto korekcie stačí pohonnému systému sondy výkon 100 wattov.

Silné magnetické pole Jupitera dosahuje až k štyrom veľkým Galileovým mesiacom, ktoré vedcov zaujímajú najviac, ale jeho sila so vzdialenosťou od Jupitera klesá. Smerom od Jupitera klesá aj hustota plazmy. Europa leží vo vzdialenosti 9 polomerov Jupitera, čo je 630 000 kilometrov.

V takejto vzdialenosti sa hustota plazmy podstatne znižuje, pole je mimoriadne slabé. To znamená, že sonda bude musieť za sebou vliecť podstatne dlhší tether. Väčšia váha môže tether deformovať, zvýši sa aj riziko poškodenia mikrometeoritmi.

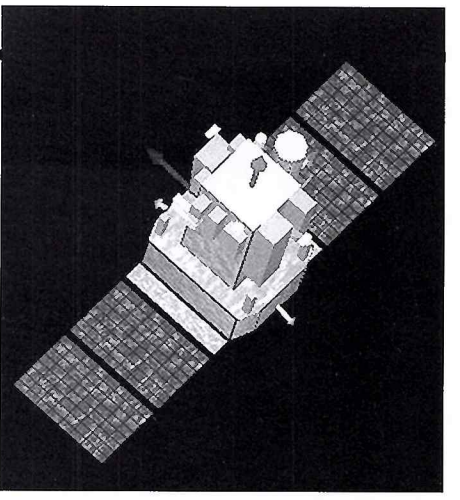
Ďalším problém je gravitačný gradient. Jemné rozdiely gravitačného pôsobenia pozdĺž tethera ho udržiavajú v našponovanom, napätom stave. Hoci je Jupiter najväčšou i najhmotnejšou planétou našej slnečnej sústavy, jeho gravitačný gradient slabne pod kritickú hodnotu už vo vzdialenosti 5 polomerov Jupitera, teda ešte dosť ďaleko od priestoru, v ktorom bude sonda operovať. To by znamenalo, že tether by nemalo čo udržiavať v našponovanom stave.

Problém by mohla vyriešiť rotácia sondy; pod vplyvom odstredivých síl by tether ostal napätý, ale kontrola sondy by sa sťažila.

Skôr ako sa vyvinie tether pre prostredie okolo Europy, vedci o nej musia získať viac poznatkov. Europa má riedku atmosféru, a možno i ionosféru. Možno má aj vlastný systém nositeľov elektrického prúdu. Jej magnetosféra je však taká slabá, že generovanie dostatočného množstva energie pre sondu zabezpečí iba veľmi dlhý tether. Inžinieri pokladajú všetky spomenuté problémy za riešiteľné. Europa je teda potenciálne skvelé miesto pre využívanie elektrodynamických tetherov.

Marshall Space Flight Center Press Release

SOHO opäť v kontakte



V minulom čísle (4/98) sme Vám v článku *SOHO – dráma na pokračovanie* priniesli správu o strate spojenia s lietajúcim slnečným observatóriom SOHO. 25. júna 1998 stratilo pozemské riadiace stredisko kontakt s družicou a nastalo 6 týždňov ticha...

23. júla 1998 sa podarilo pracovníkom z U. S. National Astronomy and Ionosphere Center (NAIC) v Aceribo, Puerto Rico lokalizovať SOHO pozemský radarom. Na vyslanie signálu k družici použili rádioteleskop s priemerom 305-m, 70-m tanier NASA Deep Space Network (DSN) v Goldstone slúžil ako prijímač. Radarové dáta ukázali, že SOHO sa nachádza na svojej dráhe v blízkosti bodu L-1 a pomaly sa otáča rýchlosťou jednej otočky za minútu.

3. augusta 1998 sa už podarilo nadviazať rádiové spojenie. SOHO vyslalo k Zemi niekoľko prerušovaných signálov, ktoré zachytili stanice NASA DSN a stanica European Space Agency (ESA) v Perthe. Neobsahovali žiadne informácie, ale dokázali schpnosť družice prijímať a odpovedať na príkazy z pozemského riadiaceho centra. V ďalších dňoch podnikli odborníci všetky kroky na získanie kontinuálneho spojenia.

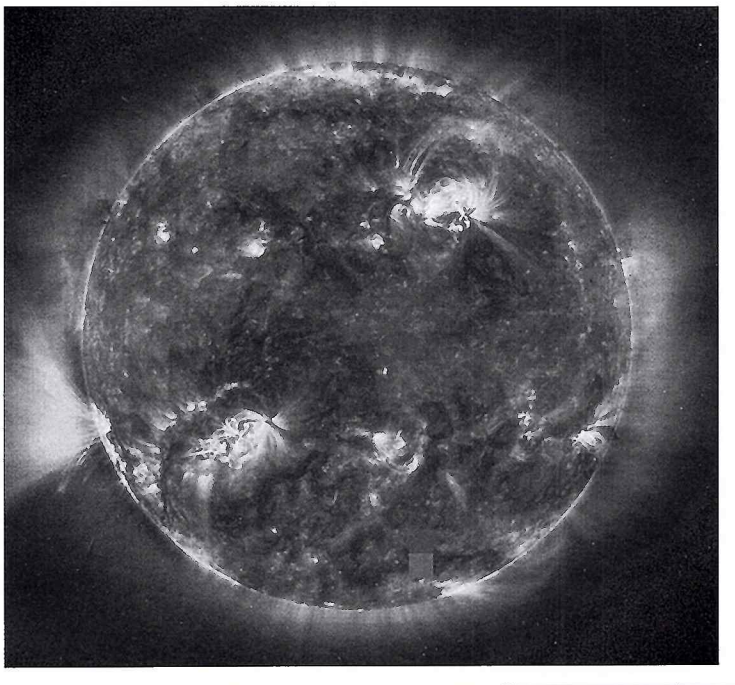
8. augusta 1998 vyslala družica do riadiaceho centra prvé údaje o stave na palube (teploty, zásobenie elektrickou energiou a. p.). Inžinieri z ESA a Matra Maroni Space (konštruktéri SOHO) po analýze týchto dát vyslali príkazy, ktoré zabezpečili nabíjanie sa jednej z batérií na palube. Po 10 hodinovom dobíjaní bolo SOHO schopné odoslať celý set informácií o stave na palube. Pretože sa družica odklonila od Slnka (príčinou bol nedostatok elektrickej energie v riadiacom počítači), niektoré teploty sú pod normálom iné sú zasa vyššie. Vodíkové palivo je čiastočne zamrznuté. Presné informácie o jednotlivých prístrojoch budú dostupné až po ich aktivácii na konci obnovovacieho úsilia. Odborníci sa teraz v prvom rade snažia úplne nabiť obe batérie na palube, a potom rozmraziť palivo, ktoré im umožní získať kontrolu nad lietajúcim slnečným observatóriom.

V apríli tohto roku splnilo SOHO svoju nominálnu misiu, ale vďaka vynikajúcim výsledkom bude pozorovať Slnko až do roku 2003, t. j. aby pokrylo nastávajúci vzostup slnečnej aktivity s maximom očakávaným v roku 2001.

3. septembra 1998 sa konala paralelne v Paríži a Washingtone veľká tlačová beseda, kde odborníci z ESA a NASA informovali verejnosť o výsledkoch obnovenej činnosti SOHO. Záverečnú správu, animácie a mnoho ďalších zaujímavých podrobností nájdete na stránkach:

http://sohowww.nascom.nasa.gov/
http://sci.esa.int
http://sohowww.estec.esa.nl/

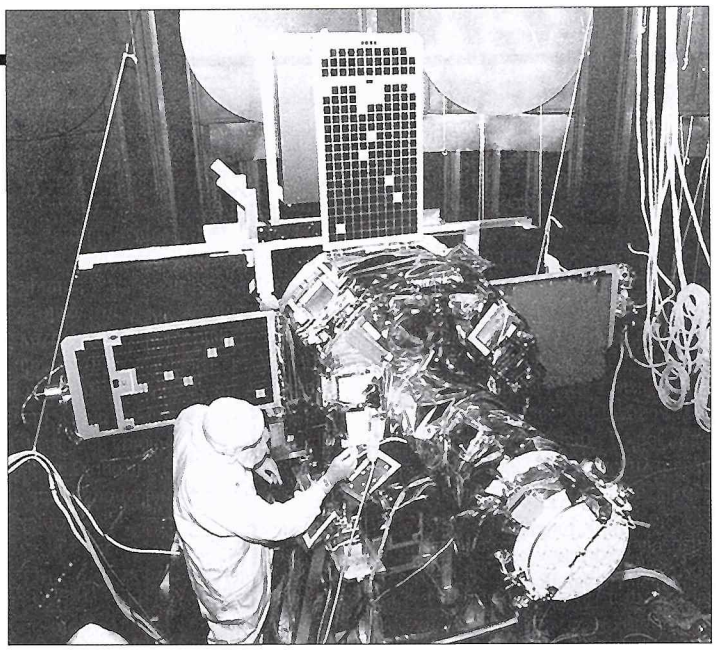
Alena Kulinová



V apríli 1997 dovŕšilo SOHO druhý rok svojej misie. Množstvo snímok a ďalších údajov posunuli znalosti solárnej astronómie najmä v oblasti dynamiky slnečného vnútra a umožnili vytvoriť komplexnejší pohľad na slnečnú korónu. Misia bola predĺžená až do roku 2003.

TRACE

TRACE – Transitonal Coronal Region Explorer – je tretím projektom zo série Small Explorer (NASA). Táto sonda sa začiatkom apríla tohoto roka pripojila k „slnečnej flotile" družíc YOHKOH a SOHO. Spoločnými silami budú sledovať Slnko v období pred maximom i počas maxima slnečného cyklu.



TRACE v montážnej hale.

Štart TRACE sa uskutočnil 1. apríla 1998. Na obežnú dráhu vyniesla družicu raketa Pegasus-XL, ktorá sa oddelila od prúdového lietadla L-1011 štartujúceho z vojenskej leteckej základne vo Vandenbergu, Kalifornia.

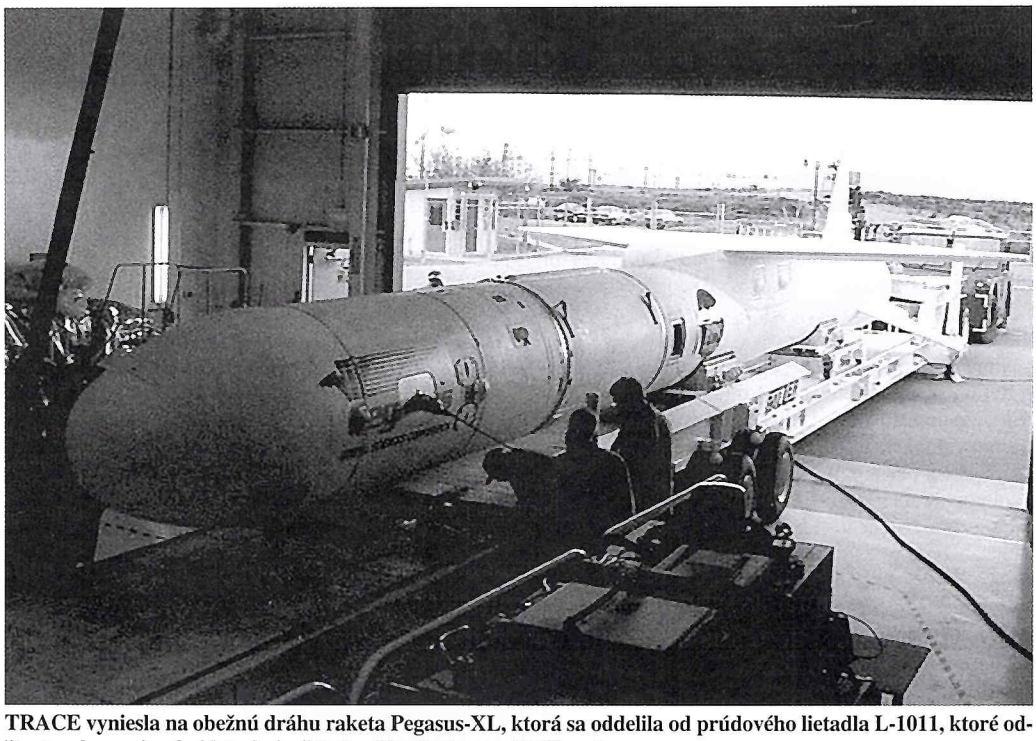
Hlavným poslaním TRACE je študovať jemnú štruktúru a dynamiku magnetických polí v prechodovej oblasti medzi chladnejším slnečným povrchom – fotosférou a extrémne horúcou vrchnou časťou slnečnej atmosféry – korónou. Vedci očakávajú pozoruhodné výsledky, pretože TRACE má veľmi dobrú priestorovú rozlišovaciu schopnosť 1arcsec; 0.5 arcsec na pixel a je schopný snímať obrázky s časovým rozlíšením menším ako 1 s.

Pomocou teleskopu na palube TRACE, možno pozorvať Slnko vo viacerých spektrálnych čiarach a kontinuu v UV oblasti spektra: Fe IX (171A), Fe XII (195A) a Fe XV (284A); filtre umožňujú pozorovania v C IV, Lyman alfa kontinuu. V skutočnosti sú to vlastne 4 ďalekohľady v jednom, čo konštruktéri dosiahli individuálnym pokovovaním jednotlivých kvadrantov primárneho zrkadla s priemerom 30 cm a sekundárneho 6cm. Zorné pole je 8.5×8.5 arcmin. Výkonný palubný počítač zabezpečuje flexibilné ovládanie 1024×1024 3-phase CCD detektora pri výbere zorného poľa a pomerne rýchlu prácu s dátami.

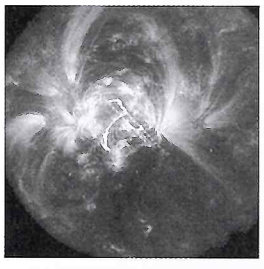
Dráha, synchrónna so Slnkom, dovoľuje získavať neprerušované sekvencie digitálnych obrázkov, ktoré simultánne ukazujú jednotlivé oblasti atmosféry, po prvýkrát s takým vysokým priestorovým a časovým rozlíšením.

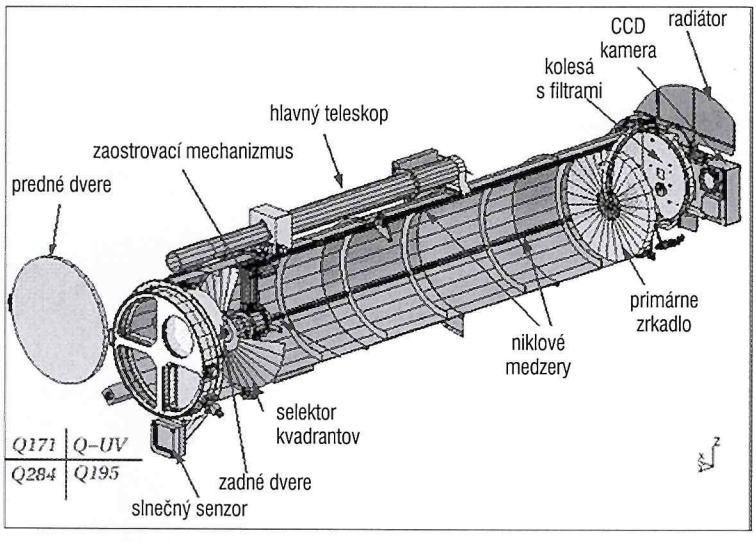
Okrem týchto vymožeností je projekt TRACE zaujímavý **najmä svojou otvorenou databázou.** V praxi to znamená, že členom vedeckého tímu sa môže stať každý, kto má chuť popasovať sa s problémami rekonexie magnetických, vzniku slnečných erupcií alebo ohrevu koróny.

Pripravila A. Kulinová



TRACE vyniesla na obežnú dráhu raketa Pegasus-XL, ktorá sa oddelila od prúdového lietadla L-1011, ktoré odštartovalo z vojenskej leteckej základne Vandenberg v Kalifornii.





Presnejšie informácie nájdete na internetových stránkach:
http://www510.gsfc.nasa.gov/SMEX/TRACEPG.htm
http://www.lmsal.com/TRACE/

Jiří Grygar:

Žeň objevů 1997 (XXXII.)

Věnováno památce prvního ředitele Hvězdárny v Prešově Imricha Szeghyho (1909–1997), astronoma-amatéra ThMgr. Václava Šustra (1912–1997) z Votice a význačného odborníka ve výzkumu meziplanetární i mezihvězdné látky a mého učitele prof. RNDr. Vladimíra Vanýska (1926–1997) z Prahy

2.7. Supernovy *(pokr. z č. 4)*

Energie exploze řádu 10^{44} J je s ohledem na víceméně konstantní hmotnost akreujících bílých trpaslíků (1,3 M_o) rovněž konstantní a tato okolnost činí ze supernov Ia vynikající „standardní svíčky" pro fotometrické měření vzdáleností cizích galaxií. Takto lze ze světelných křivek zejména velmi vzdálených supernov určovat nejenom hodnotu Hubblovy konstanty rozpínání vesmíru, ale i hodnotu kosmologické konstanty a parametru σ, jenž určuje poměr hustoty vesmíru k hustotě kritické, a tím i charakter geometrie prostoru. Podle E. Cappellara aj. je však tento obraz příliš zjednodušený, neboť nepočítá se vznikem radioaktivního izotopu ^{56}Ni v proměnlivém množství od 0,1 do 1,1 M_o, což přirozeně významně ovlivní zmíněný maximální zářivý výkon a vede k příliš velkém rozptylu v určování zmíněných kosmologických parametrů.

Z. Wang aj. se zabývali měkkým rentgenovým zdrojem **RX J1713.7-3946** v souhvězdí Štíra s efektivní teplotou 55 MK, jenž byl rozpoznán E. Pfeffermanem a B. Aschenbachem r. 1996 ve vzdálenosti 1,1 kpc. Ukázali, že jde nejspíše o rentgenový pozůstatek supernovy, která vzplanula r. 393 n.l., kdy dosáhla na pozemské obloze zhruba 0 mag a byla pozorovatelná očima skoro 8 měsíců. To ovšem značí, že její absolutní hvězdná velikost dosáhla jen –13 mag, takže spadá do skupiny opticky nevýrazných nov, jak je studovali Mineshiga aj.

G. Vasisht a E. Gotthelf analyzovali pulsní rentgenovou emisi v radiově tichém **pozůstatku supernovy Kes 73** (1E 1841-045) v souhvězdí Štítu. Rentgenové záření kolísá s amplitudou 30% v poměrně dlouhé periodě 11,8 s, kterou autoři považují za rotační periodu neutronové hvězdy. Jelikož stáří pozůstatku činí pouze 2000 roků, znamená to, že původní rychlá rotace neutronové hvězdy musela být výrazně zbrzděna mimořádně silným magnetickým polem s indukcí řádu 8.10^8 T (!). Tak silné pole je průvodním jevem tzv. **magnetarů**, jež mohou mít snadno vazbu i na jiné vzácné případy, totiž tzv. měkké opakovače záblesků gama (soft-gamma repeaters) – vesměs by pak šlo o mladé pozůstatky supernov s rekordními magnetickými poli. Na druhé straně družice RXTE objevila v **pozůstatku supernovy N157B** ve Velkém Magellanově mračnu pulsace v tvrdém oboru záření gama (2 ÷ 25 keV) s extrémně krátkou periodou 16,11 ms, které se prodlužují tempem 5.10^{-14}, což dělá dojem přítomnosti černé díry, opět ve shodě s Mineshigovou klasifikací.

R. Sankrit a J. Hester shrnuli údaje o proslulém pozůstatku supernovy v **Krabí mlhovině**. Ta byla v r. 1054 n.l. pozorována očima ve dne po dobu 3 týdnů a v noci po dobu 22 měsíců. Mlhovinu poprvé pozoroval J. Bevis r. 1731 a po něm C. Messier r. 1758, jenž ji pod pořadovým číslem 1 zařadil do svého proslulého katalogu. Název Krabí mlhovina pochází od W. Parsonse (lorda Rosseho), jenž ji nakreslil na základě vizuálních pozorování svým 1,8 m reflektorem. Možnou genetickou souvislost mlhoviny se supernovou 1054 uvažoval jako první K. Lundmark v r. 1921. E. Reynoso aj. zkoumali po dobu 10 let pomocí antény VLA na frekvenci 1,4 GHz rádiový **pozůstatek Tychonovy supernovy** v Kasiopeji z r. 1572. Zjistili, že rádiová mlhovina se rozpíná o 0,1% za rok, takže do mezihvězdného prostředí se při výbuchu dostala energie řádu 10^{44} J. Odtud také plyne, že šlo o supernovu třídy Ia.

3. Pulsary a neutronové hvězdy

3.1. Pulsary

Vloni uplynula tři desetiletí od rozpoznání prvních čtyř rádiových pulsarů J. Bellovou a A. Hewishem. Význam tohoto převratného pozorování shrnuli M. Young aj. Existenci **neutronových hvězd** předpověděli již r. 1932 L. Landau a nezávisle r. 1934 W. Baade a F. Zwicky, avšak málokdo tehdy věřil, že takové objekty někdy astronomové na obloze naleznou. První vysvětlení povahy pulsarů proto s neutronovými hvězdami vůbec nepočítala, až na T. Golda, jenž uveřejnil svůj dosud platný **majákový model** pro rychle rotující neutronovou hvězdu se šikmo skloněným magnetickým dipólem již r. 1968. Ve svém modelu správně předpověděl pomalé sekulární prodlužování periody pulsarů, což se také vzápětí prokázalo, zejména pro pulsary s nejvyšší magnetickou indukcí řádu 10^8 T.

Postupem doby se ukázalo, že rádiové pulsary představují mimořádně cennou **astrofyzikální laboratoř**, když zmíněné sekulární zpomalování rotační periody bývá u mladých pulsarů občas přerušeno skoky v periodě, jež vysvětlujeme jako přestavbu nitra neutronové hvězdy. Pulsary se staly rovněž vysoce přesnými přírodními časovými normály s přesností srovnatelnou na časové stupnici desetiletí s atomovými hodinami, a tak umožnily ověřovat některé předpovědi obecné teorie relativity. Samostatnou kapitolu pak představují interakce s magnetosférou, do níž se dle J. Bella přenáší díky ztrátě rotační energie neutronové hvězdy zářivý výkon řádu 10^5 L_o, resp. interakce v binárních pulsarech, kde druhou složkou může být hvězda hlavní posloupnosti, bílý trpaslík, další neutronová hvězda a možná i černá díra.

Ačkoliv do současnosti bylo objeveno přes 730 rádiových pulsarů, jen 3 z nich jeví také **optické impulsy**, tj. pulsar v Krabí mlhovině, v souhvězdí Plachet (0833-45) a ve Velkém Magellanově mračnu (B0540-69). K nim lze ještě přiřadit radiový pulsar B1055-52, jenž souběžně vykazuje impulsy také v ultrafialovém oboru spektra. Speciálním případem jsou pulsary B1957+20, kde pulsar ozařuje průvodce, jenž pak jeví optické impulsy, a dále proslulý objekt **Geminga** (J0633+1746 = 2GC 195+04), jenž byl rozpoznán nejprve jako pulsar s periodou 0,237 s v oboru gama a rentgenovém a později rovněž opticky. Měření 6 m dalekohledem BTA počátkem r. 1996 prokázalo optické pulsace v pásmech B a V, dosahující v maximu 26,0 resp. 25,5 mag, jež přesně sledují fáze impulsů v oboru tvrdého rentgenového i měkkého gama záření.

Teprve loni se však podařilo nalézt Gemingu také v pásmu metrových radiových vln. Na základě měření v červenci až říjnu 1997 radioteleskopem PKR-1000 se zdařilo odhalit široké rádiové impulsy s periodou 0,237 s na frekvencích 41 a 61 MHz s maximálním tokem až 300 mJy. A. Kuzmin a B. Losovskij ji sledovali v pásmu 102 MHz už v letech 1992–96 a odhalili jak velmi široký hlavní impuls (trvání 19% rotační doby) tak i interpuls (trvání 36% rotační doby) ve fázi 0,53. Podle V. Malofějeva a O. Maleva jde o vůbec nejslabší rádiový pulsar s maximálním tokem 5 mJy na frekvenci 102,5 MHz, zatímco na vyšších frekvencích není pozorovatelný vůbec. Rotační perioda Gemingy se prodlužuje tempem $1,1.10^{-14}$. Z dispersní míry (3 ± 1) pc/cm^3 vychází vzdálenost pulsaru na 156 pc, což je fakticky nejbližší pulsar vůči Slunci.

G. Bignami nalezl ve spektru Gemingy cyklotronovou čáru, z níž určil magnetickou indukci na povrchu neutronové hvězdy 4.10^7 T. P. Caraveová aj. dokázali v pěti krocích překonat rekordní rozsah hvězdných velikostí mezi objekty katalogu HIPPARCOS a Gemingou (V = 25,5 mag) a určili tak polohu neutronové hvězdy s neuvěřitelnou přesností na 0,04". To značně zlepšuje přesnost redukcí nutných pro stanovení „čisté" impulsní periody, oproštěné od všech pohybů Země vůči pulsaru. Podle P. Caraveové a P. Bignamiho je Geminga potenciálně velmi cenným pulsarem, neboť jde o osamělou neutronovou hvězdu, jejíž chaotická aktivita již do značné míry ustala. Lze tak přesně spočítat zhruba 2,5 miliard otáček neutronové hvězdy v průběhu 20 let měření v pásmu gama.

Nejbližším a rádiově nejjasnějším binárním milisekundovým pulsarem je dle J. Sandhua aj. **objekt J0437-4716**, objevený v Parkesu r. 1993. Při rotační periodě 5,75 ms a oběžné době 5,74 dne lze odhadnout jeho vzdálenost v rozmezí 140 ÷ 180 pc a stáří průvodce – bílého trpaslíka – na nějakých 5 miliard let. Projekce velké poloosy oběžné dráhy činí 1 milión km a sklon kruhové dráhy k zornému paprsku je nižší než 43°. Hmotnost pulsaru-neutronové hvězdy vychází na 1,4 M_o, zatímco bílý trpaslík o efektivní teplotě 3950 K má hmotnost nižší než 0,32M_o. Vlastní pohyb soustavy dosahuje 120 km/s.

Podobnou rychlostí 128 km/s se dle F. Nasutiho aj. pohybuje také známý **pulsar 0833-45** v souhvězdí Plachet, jenž byl r. 1976 opticky identifikován jak hvězda 23,7 mag v oboru B a o rok později

byly zjištěny i optické impulsy v periodě 0,089 s. Teplota neutronové hvězdy zde dosahuje 1,7 MK a vzdálenost objektu od nás činí 500 pc. Podle T. Jošikošiho aj. však od tohoto pulsaru přicházejí i fotony velmi vysokých energií nad 2,5 TeV, jež byly detektovány na observatoři Woomera v letech 1993–95. Zářivý výkon pulsaru dosahuje v tomto pásmu hodnoty 6.10^{25} W.

Zvláštní postavení má podle M. Hirajamy aj. též **pulsar B1259-63** s impulsní periodou 48 ms, jenž obíhá po velmi výstředné dráze kolem hvězdy SS 2883 spektrální třídy B2 Ve v oběžné periodě 3,4 roku. Masivní hvězda má poloměr 8 R_o, hmotnost plných 10 M_o a její rozsáhlá atmosféra je zvláště v periastru doslova bičována relativistickými rázovými vlnami hvězdného větru pulsaru. Tak vzniká silná netepelná emise o výkonu řádu 10^{27} W.

F. Marshall aj. ohlásili objev vysoce energetického pulsaru s rotační periodou 17 ms, jenž se nalézá v **pozůstatku supernovy N157B** ve Velkém Magellanově mračnu. Magnetické pole pulsaru je o něco slabší než u pulsaru v Krabí mlhovině, takže také brzdění je o něco mírnější. Přesto při stáří pulsaru, určeného z velikosti okolní plynné obálky na 4 tisíce let, vychází původní rotační perioda pouhých 7 ms. Podobně pulsar v Krabí mlhovině rotoval při svém vzniku před 940 lety právě dvakrát rychleji než dnes, tj. v periodě 17 ms. Konečně L. Nicastro a S. Johnston ohlásili objev **pulsaru 1302-63** ve vzdálenosti více než 50° od hlavní roviny Galaxie, jenž se vyznačuje druhou nejvyšší známou dispersní mírou 875 pc/cm³ a tedy přirozeně i velmi nízkým rádiovým tokem 0,2 mJy na frekvenci 1,5 GHz.

3.2. Rentgenové zdroje

Mezi rentgenovými dvojhvězdami vyniká zákrytový systém **Her X-1 = HZ Her** s oběžnou dobou 1,7 d, jenž dle A. Reynoldse aj. obsahuje neutronovou hvězdu s hmotností 1,5 M_o, vzdálenou od nás plných 6,6 kpc. Ještě zajímavější je však objekt **1915+105** v souhvězdí Orla, jenž byl v srpnu r. 1992 rozpoznán jako přechodný zdroj tvrdého rentgenového záření. B. Paul aj. nyní zjistili, že zdroj jeví rychlou rentgenovou proměnnost během řádově sekund, jež má charakter kvaziperiodických oscilací. Během května loňského roku jeho rentgenová jasnost vzrostla více než trojnásobně a k tomu přibyla rádiová pozorování nadsvětelných (1,3 *c*) výtrysků v pásmech 2,25 a 8,3 GHz. Podle I. Mirabela aj. souvisí tato aktivita s přenosem hmoty z průvodce, jímž je pozdní hvězda třídy O nebo raná hvězda třídy B s emisními čarami. Příjemcem je téměř určitě hvězdná černá díra, obklopená tlustým akrečním diskem, jenž je vlastním zdrojem pozorované rentgenové aktivity. Tato aktivita připomíná svou pravidelností s intervalem asi půl hodiny činnost gejzírů v amerických národních parcích. Infračervená pozorování totiž ukázala, že v době, kdy dojde k výtryskům z disku, se náhle sníží rentgenová svítivost zdroje, avšak po dalších 5 minutách se opět obnoví, tj. obnoví se dodávka materiálu od rané hvězdy do akrečního disku. Každý superluminální výtrysk tak představuje vyvržení asi 100 biliónů tun plynné látky. (Ve skutečnosti se ovšem výtrysky pohybují podsvětelně – nadsvětelná rychlost je důsledkem geometrické iluze.)

Nadsvětelné pohyby jsou dle S. Newella aj. pozorovány též u známé rentgenové dvojhvězdy **Cyg X-3**, kde se dokonce střídají období superluminálního rozpínání a smršťování (!) rádiových uzlíků. Při vzdálenosti zdroje asi 10 kpc vycházejí superluminální násobky podél velké osy výtrysků na (2,4 ÷ 4,8) χ a (0,8 ÷ 2,3) χ podél malé osy. Podobným slabě superluminálním (1,1 *c*) rentgenovým zdrojem je dle F. van der Hoofta aj. objekt **J1655-40**, objevený r. 1994 jako rentgenová nova v souhvězdí Štíra. Skládá se z hvězdné černé díry o hmotnosti 7 M_o a průvodce spektrální třídy F5 IV s hmotností 2,3 M_o. Složky těsné dvojhvězdy kolem sebe obíhají v periodě 2,6 dne a průvodce je ohříván rentgenovým zářením primáru. Rentgenový zdroj byl mimořádně aktivní v r. 1995, avšak v loňském roce jeho rentgenová aktivita poklesla o plných 95%, souběžně s optickým poklesem v oboru V z 15,7 na 17,3 mag.

Třetím novým kandidátem na černou díru je dle A. Filippenka aj. rentgenová **Nova Oph 1977**, jejíž optické spektrum získali autoři pomocí Keckova teleskopu. Zjistili, že jde o spektroskopickou dvojhvězdu s oběžnou dobou 0,52 dne a sklonem dráhy k zornému paprsku 70°. Sekundární složka má hmotnost asi 0,5 M_o, zatímco primární přinejmenším 5 M_o. Konečně družice RXTE rozpoznala koncem loňského července proměnný tvrdý rentgenový zdroj **J1755-324** v jádře Galaxie jako další pravděpodobnou hvězdnou černou díru. Největším překvapením roku však byl nápadný výbuch rentgenové **Novy Per 1992** (= V518 Per = GRO J0422+32) v březnu 1997, čímž se potvrdila cykličnost výbuchů v periodě 120 dnů. G. Beekan aj. odvodili totiž při oběžné době 5,1 h hmotnost zhroucené složky na minimálně 15 M_o a snad i 28 M_o, což je suverénně nejhmotnější hvězdná černá díra v Galaxii. C. Kouveliotouová a J. van Paradijs připomněli, že uvolnění energie při akreci hmoty na černou díru je mimořádně účinný zdroj zářivé energie, zhruba 30krát účinnější než všechny známé termonukleární reakce.

G. Vasisht a E. Gotthelf objevili pomocí družice ASCA neobvyklý **rentgenový pulsar 1E 1841-045** uprostřed pozůstatku supernovy Kes 73 s impulsní periodou 11,8 s. Jde o velmi pomalou rotaci neutronové hvězdy, jež je v tomto případě mimořádně mladá – vznikla teprve před 2000 lety. Pomalou rotaci lze objasnit jedině rekordně intenzívním magnetickým polem o indukci 8.10^8 T (!). Pro neutronové hvězdy, které rychle ztrácejí rotační energii vlivem extrémně silného magnetického pole, navrhují autoři název **magnetary**. Ještě delší rotační periodu má však patrně neutronová hvězda v rentgenové nově **V2116 Oph** (= GX 1+4), pozorovaná jako rentgenový i optický pulsar. V červenci 1997 totiž činila 127 s a ročně se prodlužuje o plné 2 s.

Mimořádným překvapením byl rentgenový důkaz, že jedna z nejhmotnějších hvězd Galaxie ε **Carinae** je ve skutečnosti těsnou dvojhvězdou. I o tento důkaz se přičinila družice RXTE, když ukázala, že rentgenové záření svítivé modré proměnné hvězdy vždy pozvolna rostlo během měsíců a pak náhle poklesla za pár dnů. Odtud lze usoudit, že složky dvojhvězdy kolem sebe obíhají po velmi výstředné dráze v periodě 85 dnů a jejich hvězdné větry se srážejí v periastru, kdy vytvoří rázovou vlnu, jež ohřeje plynné obaly na 60 MK. V apastru pak aktivita zcela ustane. Při vzdálenosti objektu 2,3 kpc pak vychází hmotnost každé složky asi na 70 M_o.

3.3. Neutronové hvězdy

P. Caraveová konstatovala, že již 9 osamělých neutronových hvězd bylo identifikováno opticky. Nejnověji se pomocí HST zdařilo opticky identifikovat rentgenový zdroj, objevený družicí ROSAT v r. 1992 v souhvězdí Jižní koruny. Optický protějšek slabší než 25 mag se promítá na obří molekulové mračno a je od nás vzdálen 120 pc. Poloměr neutronové hvězdy dosahuje 14 km a její povrchová teplota 670 kK. Podobně F. Haberl aj. identifikovali na základě měření družice ROSAT osamělou neutronovou hvězdu **J0720.4-3125** v souhvězdí Velkého psa. Objekt totiž jeví pravidelné pulsace s periodou 8,39 s a zřejmě přibírá látku z mezihvězdného prostředí. Stáří neutronové hvězdy autoři odhadli na 1 miliardu let.

J. van Paradijs aj. studovali na příkladu přechodného rentgenového zábleskového zdroje **J1744-28**, jenž je současně rentgenovým pulsarem, mechanismus vynuceného zhroucení bílého trpaslíka na neutronovou hvězdu. Jestliže se totiž bílý trpaslík nachází v málo hmotné těsné dvojhvězdě, kde druhá složka trvale dodává látku do akrečního disku kolem bílého trpaslíka, pak po přenesení několika desetin hmoty Slunce může dojít ke zhroucení bílého trpaslíka na neutronovou hvězdu. Autoři soudí, že předchůdci tohoto stádia jsou velmi jasné zdroje měkkého rentgenového záření, jež družice ROSAT v poslední době hojně objevuje.

4. Zábleskové zdroje záření gama

Po celé čtvrtstoletí od prvních pozorování představovaly zábleskové zdroje záření gama jednu z největších záhad soudobé astrofyziky. Příčina tohoto stavu věcí je dobře známa. Vzplanutí záření gama jsou relativně krátká – trvají nanejvýš desítky sekund – a nikdy se neopakují na témže místě oblohy. Určení alespoň trochu přesné polohy zdroje vzplanutí (na jednu obloukovou minutu, což je rozlišovací schopnost neozbrojeného lidského oka ve vizuálním oboru spektra) je tak prakticky nemožné – to vyplývá z charakteru detektorů vysoce energetických fotonů gama. Následkem toho bylo zcela neúspěšné pátrání po protějšcích zábleskových zdrojů záření gama v kterémkoliv jiném spektrálním pásmu, a tak astronomům chyběl klíčový údaj – jak daleko od nás jsou zmíněné objekty. (Mimochodem, přesně týž problém velmi často znemožňuje identifikaci jevů UFO – z pozorování očitých svědků se jen zřídka podaří objektivně určit, jak daleko od nich se svítící letící objekt nalézal.)

Od r. 1991, kdy byla vypuštěna obří astronomická družice Compton s aparaturou BATSE, došlo k mírnému pokroku, neboť homogenní soubor měření několika tisíc vzplanutí gama přesvědčivě prokázal, že rozložení objektů po obloze je zcela jednoznačně **izotropní**. To nutně znamená, že zdroje vzplanutí jsou buď velmi blízko (na periférii sluneční soustavy!), anebo extrémně daleko (v kosmologických vzdálenostech). Ani BATSE však nedokáže stanovit polohu individuálního zdroje vzplanutí s přesností postačující pro jeho identifikaci v některém jiném spektrálním oboru.

Teprve vypuštění italsko-holandské družice **BeppoSAX** (Beppo je přezdívka italského fyzika Giuseppe Occhialiniho; SAX je zkratka: Satellite per Astronomia X) 30. dubna 1996 přineslo dlouho očekávaný zvrat. Na palubě družice se totiž kromě širokoúhlého detektoru vzplanutí gama (pásmo 40 ÷ 700 keV) nacházejí dvě pevné rentgenové kamery (pásmo 2 ÷ 26 keV), zabírající neustále asi 5% oblohy, a dále přesnější nastavitelné úzkopásmové teleskopy (pásmo 0,1 ÷ 300 keV), jež dokáží zaměřit chybovou plošku polohy vzplanutí během hodiny od samotného úkazu. V tu dobu ještě vzplanutí obvykle doznívá v měkčím rentgenovém záření a z povahy rentgenových fotonů vyplývá, že takové určení polohy zdroje je relativně přesnější; lokalizace

zdroje s přesností na 1' je otázkou několika hodin. Skutečnost je ovšem poněkud složitější – k takto příznivé shodě návazností pozorování v oboru gama a X dochází jen několikrát do roka, ale i to je obrovským krokem vpřed.

První velký úspěch zaznamenala družice BeppoSAX dne 11. ledna 1997, kdy pozorovala vzplanutí gama s maximální intenzitou 4násobku Krabí mlhoviny (dále jen Krab) o celkovém trvání 50 s v přibližné poloze **1528+197** (Bootes). To vzápětí umožnilo odhalit v daném místě slábnoucí rentgenový zdroj, což vedlo ke zpřesnění polohy, a to stačilo rádiové anténě VLA nalézt v daném místě slabý (2 mJy) rádiový zdroj v poloze J1528.7+1945. Přes zpřesněnou polohu se pokusy o optickou identifikaci nezdařily; necelý den po vzplanutí byl případný optický protějšek určitě slabší než 21 mag v oboru R.

Koncem února pak družice zaznamenala další vzplanutí **GRB 970228** v poloze 050157+1146.4 (Orion) s trváním 80 s a maximální intenzitou 0,2 Kraba. Za pouhých 8 h po vzplanutí odhalila na témže místě oblohy nový rentgenový zdroj, což dovolilo polohu zpřesnit natolik, že anténa VLA nalezla v téže poloze na frekvenci 1,4 GHz nový bodový radiový zdroj s maximálním tokem 0,8 mJy. Později se ukázalo, že času opravdu nebylo nazbyt, jelikož rentgenový „dosvit" trval sotva den – po třech dnech už na daném místě oblohy neobjevila vůbec nic ani usilovná družice ROSAT.

Včasná rentgenová a rádiová identifikace však umožnila velké mezinárodní skupině astronomů, vedených Holanďanem J. van Paradijsem, poprvé v historii nalézt **nepochybný optický protějšek** pouhých 21 hodin po vzplanutí. Využili k tomu velkých dalekohledů WHT, INT a NOT na Kanárských ostrovech, jakož i dalekohledu NTT v Chile. Optický protějšek měl zprvu tyto jasnosti: V = 21,3 a I = 20,6 mag. Do 8. března klesl na V = 23,6 a I = 22,2 mag a 9. března byl R = 24,0 a B = 25,4 mag. Dne 26. března jej zaznamenal HST jako V = 25,7 a I = 24,2 mag a pak znovu 7. dubna (38. den po vzplanutí) jako V = 26,0 a I = 24,6 mag. HST dokázal najít optický protějšek ještě 5. září 1997, kdy zeslábl na V = 28,0 mag.

Do sledování optického protějšku zasáhly také oba Keckovy desetimetry, jež kromě bodového zdroje (vlastního dosvitu záblesku) pozorovaly rovněž slabší plošný zdroj 25,6 mag (V) – podle K. Sahu aj. pravděpodobně mateřskou galaxii. A. Guarnieri aj. ukázali, že maximum jasnosti optického protějšku nastalo nejdříve 0,7 dne po vzplanutí gama, a že poměr maximální optické a rentgenové jasnosti činil 0,006. Spektra pořízená na přelomu března a dubna ukázala v blízkosti optického protějšku dvě emisní galaxie s červenými posuvy z 0,64 resp. 0,39, avšak spektrum vlastního dosvitu se pro jeho brzké zeslábnutí nepodařilo získat.

Vše nasvědčovalo tomu, že GRB 970228 je extragalaktický, ale situaci nečekaně zkomplikovali P. Caraveová aj., když oznámili, že na snímcích dosvitu z HST odhalili mezi 26. březnem a 7. dubnem výrazný vlastní pohyb objektu 0,55"/rok, což by nasvědčovalo vzdálenosti zdroje pouhých 100 pc od nás! Všichni odborníci si proto oddechli, když se po několika měsících (objekt byl v mezidobí v konjunkci se Sluncem, takže tvrzení autorů se nedalo nezávisle ověřit) zmíněný vlastní pohyb nepotvrdil; šlo zřejmě o nedostatečně přesnou rektifikaci souřadnic v malém zorném poli kamery HST.

R. Wijers aj. předložili na základě zmíněných pozorování kvantitativní **fenomenologický model** úkazu. Nepřímou podporu pro extragalaktický původ vzplanutí byl mimořádně dlouhý optický dosvit, měřitelný po dobu více než jednoho měsíce. Kdyby se totiž objekt nacházel uvnitř naší Galaxie, ztratil by se optický dosvit během jednoho dne. Autoři podpořili model relativisticky se rozpínající ohnivé koule, jejíž tlaková vlna je brzděna odporem mezihvězdného resp. intergalaktického prostředí a odhadli, že zdroj se nachází ve vzdálenosti, odpovídající přibližně červenému posuvu $z \pm 1$, takže celková energie vzplanutí dosáhla přinejmenším 10^{44} J (!). Taková energie by se mohla uvolnit například splynutím dvou neutronových hvězd, což je vzácný, ale ne zcela nemožný úkaz. Vždyť binární pulsary, kde obě složky jsou neutronovými hvězdami, byly nalezeny i v naší Galaxii, a je nepochybné, že ztráta energie soustavy vyzařováním gravitačních vln musí vést nejpozději za miliardu let ke splynutí takové bizarní dvojhvězdy.

Po tomto významném pozorovatelském úspěchu následoval 2. dubna 1997 neméně významný dílčí neúspěch. Družice BeppoSAX odhalila v poloze **1450-6920** (Circinus) vzplanutí gama, s maximální intenzitou 0,46 Kraba, trvající přes 100 s. Již 8 hodin po vzplanutí byl na témže místě pozorován přechodný (jednodenní) rentgenový zdroj-dosvit, což sice umožnilo zpřesnit polohu objektu, ale okamžitá podrobná prohlídka velkými dalekohledy nenalezla žádný optický protějšek. Odtud plyne, že mezi intenzitou vzplanutí gama a jasností případného optického protějšku neexistuje přímá úměrnost, což samozřejmě dále komplikuje fyzikální vysvětlení.

Naštěstí však pocit marnosti astronomy dlouho nepronásledoval, neboť již 8. května 1997 zaznamenala družice BeppoSAX další vzplanutí, trvající sice jen 15 s, ale zato s maximální intenzitou 1 Krab, a to v poloze **0653+7916** (Camelopardalis). Již necelých 6 hodin po objevu nalezla družice v chybové plošce vzplanutí zjasňující se zdroj rentgenového záření, což umožnilo následující noci H. Bondovi na Kitt Peaku nalézt 0,9 m reflektorem optický protějšek. Od té chvíle se na objekt zaměřily všechny velké dalekohledy světa, od ruského šestimetru BTA až po havajský Keckův desetimetr. Ukázalo se, že také optický protějšek se v prvních dvou dnech po vzplanutí spíše zjasňoval z původní hodnoty R = 20,8 až na 19,6 mag resp. U = 21,0 na 20,3 mag. Od té doby však rychle slábnul a 22. května již nebyl vidět v pásmech U a B, zatímco ve V byl 22,9 mag a v R 22,2 mag.

Rádiový protějšek vzplanutí byl objeven nejprve na frekvenci 15 GHz o intenzitě 1,6 mJy, avšak po týdnu zmizel. Rádiová anténa VLA v Socorro marně pátrala po rádiovém protějšku od 3,7 h do 24 h po vzplanutí gama na frekvenci 1,4 GHz. Detekce se zdařila D. Frailovi aj. až další den na úrovni až 0,6 mJy, avšak rádiový zdroj jevil silné variace, vyvolané zřejmě mezihvězdnou scintilací zdroje o úhlovém průměru asi 0,003". Scintilace však během několika týdnů ustala, neboť úhlové rozměry zdroje se rozpínáním rádiového dosvitu výrazně zvětšily. Celkem se při výbuchu uvolnilo na 10^{45} J energie.

Rozhodujícím průlomem se stala **spektroskopická měření** teleskopem Keck II ze dnů 11. května a 5. června 1997. Ve spektru dosvitu se podařilo nalézt absorpční čáry ionizovaného hořčíku s červenými posuvy 0,768 a 0,835. Ve spektru plošného zdroje (galaxie s R = 24,8) v poloze optického dosvitu našli M. Metzger aj. zakázanou emisní čáru ionizovaného kyslíku, z níž vypočetli červený posuv z = 0,835. Tutéž hodnotu z obdrželi i z měření absorpčních čar různých kovů, takže zábleskový zdroj byl určitě dále než odpovídá tomuto červenému posuvu, a blíže než z =2,3. Podle C. Kouveliotouové aj. to ovšem pak za předpokladu izotropního vyzařování odpovídalo maximálnímu zářivému výkonu zdroje řádu 10^{43} W, o dva řády vyššímu než u nejsvítivějších kvasarů a o šest řádů vyššímu než u naší Galaxie! Bondův optický protějšek byl zpočátku asi šestkrát svítivější než mateřská galaxie, která ovšem patří spíše k podprůměrným objektům.

Družici BeppoSAX se podařilo nalézt další identifikovatelné vzplanutí gama 16. června 1997 v poloze **0122-709** (Hydrus). Vyznačovalo se velmi pozvolným 90 s náběhem a trváním plných 200 s a rentgenový dosvit byl identifikován již 4 h po prvotním záblesku. O čtyři dny později byl však již rentgenový protějšek nepozorovatelný, a veškeré snahy o optickou či rádiovou identifikaci, vykonané v mezidobí, selhaly. Podobně skončila identifikace vzplanutí z 15. srpna 1997, odhaleného družicí RXTE v tvrdém rentgenovém pásmu s maximální jasností 2 Kraby a trváním 130 s.

Zajímavý byl také příběh dalšího vzplanutí z 28. srpna, kde se opět podařilo najít rentgenový dosvit v poloze **1808+5918** (Draco), vzápětí identifikovaný i rádiově a opticky jako objekt R = 24,9 mag. Spektrum optického protějšku však bylo zcela bez čar a patrně nešlo o optický dosvit vzplanutí, ale o obraz mateřské galaxie.

Poslední loňské vzplanutí, odhalené družicí BeppoSAX, pochází ze 14. prosince v poloze **115626+6512** (Draco). Šlo o strukturovaný záblesk o celkovém trvání 25 s. O půl dne později byl na místě vzplanutí nalezen zjasňující se optický protějšek, původně I = 21,2 mag, jenž se během dalších 6 hodin zjasnil na 19,7 mag, aby během dalšího dne zeslábl na 22,6 mag. V oboru R dosáhl maxima 22,1 mag půl dne po vzplanutí a za další dva dny klesnul až na 24,4 mag. Pokles optické jasnosti ve všech spektrálních filtrech byl úměrný logaritmu času. Rentgenový protějšek se vynořil asi 7 h po maximu a během prvního dne pak zeslábl 5krát.

Toto vzplanutí však ještě vejde do dějin, když na základě spekter optického protějšku, pořízených II. Keckovým desetimetrem do konce února 1998, se podařilo G. Djorgovskému a S. Kulkarnimu prokázat, že objekt jeví červený posuv z = 3,4, což odpovídá neuvěřitelné vzdálenosti kolem 10 miliard světelných let, takže za předpokladu izotropního zářiče se tam uvolnila energie 3.10^{46} J. V prvních sekundách měl tento podivuhodný zábleskový zdroj výkon srovnatelný s celým ostatním pozorovatelným vesmírem, ač jeho geometrické rozměry nepřevyšovaly v té chvíli 100 km!

Tyto objevy zcela zastínily ještě loni publikované teoretické a statistické studie, jež kladly zábleskové zdroje záření gama do heliosféry – Oortova mračna (!) (A. Kuzněcov), do disku (B. Komberg, D. Kompaněc) nebo hala Galaxie (B. Belli; G. Fishman a D. Hartman), popřípadě do blízkého extragalaktického okolí Galaxie pod 11 Mpc (Y. Chen aj.). Kuriózně K. Hurley aj., J. Gorosabell aj. a R. Burenin aj. nenalezli žádnou shodu mezi rozložením Abellových kup galaxií a polohami zábleskových zdrojů záření gama a tak zabodovali jedině N. Schartel aj., kteří objevili silnou korelaci mezi polohami rádiově tichých kvasarů a zmíněnými zdroji. Odtud jim vyšlo, že většina pozorovaných vzplanutí gama pochází z kosmologických vzdáleností v rozmezí červených posuvů z 0,1 ÷ 1 a že v jednom vzplanutí se může uvolnit energie až 10^{45} J.

K podobnému závěru dospěl T. Totani na základě pozorování 1800 vzplanutí gama aparaturou **BATSE**. Izotropní rozdělení poloh vzplanutí po obloze a úbytek jejich počtu s poklesem maximálních intenzit odpovídá dobře představě o kosmologické povaze zdrojů. Průběh jevu v hlavních spektrálních

oborech od pásma záření gama až po rádiové pak odpovídá modelu relativisticky se rozpínající malé **ohnivé koule**, jak jej r. 1992 vypracovali R. Narayan, B. Paczynski a T. Piran.

Již v září 1997 se konalo v Hunstvillu v Alabamě kolokvium, věnované epochálním identifikacím záblesskových zdrojů záření gama. Jak uvedli B. Paczynski a C. Kouveliotouová, vzácnost optických identifikací se přičítá nestejnému zastoupení prachu v mateřských galaxiích, jež působí značnou extinkci optického signálu. Zato se zdá, že četnost záblesskových zdrojů je v dobré shodě s odhadovaným počtem vzniku velmi hmotných hvězd. Při vzplanutí se pak mohou uvolňovat energie až do řádu 10^{46} J.

Podle K. Sahu aj. se záblesskové zdroje záření gama vyskytují nejčastěji v méně hmotných galaxiích s krátkými epochami překotné tvorby hvězd, kde lze očekávat **splývání neutronových hvězd** vždy zhruba 30 milionů let po maximu tvorby hvězd. K řádově stejnému výsledku dospěl R. Zimmerman. Dvojhvězda, tvořená dvěma velmi hmotnými hvězdami, vede k explozi první supernovy během 5,2 milionu let. Vznikne první neutronová hvězda, vystavená od času 9 milionu let po zrodu dvojhvězdy silnému hvězdnému větru veleobra – druhé hmotné složky, takže systém je v té době vydatným zdrojem rentgenového záření. Veleobr vybuchne jako druhá supernova v čase 9,5 milionu let. Tak vznikne soustava dvou neutronových hvězd, jež se k sobě blíží díky gravitačnímu záření a splynou nejpozději za 100 milionů let. V posledních 15 minutách před splynutím obíhají kolem sebe rychlostí 10^5 km/s v oběžné době 1 ms! Při splynutí dojde k mocnému vzplanutí gama, jež kromě jiného vymaže veškeré stopy života do vzdálenosti minimálně 1 kpc od zdroje. Podle G. Mathewse aj. lze při splynutí dvou neutronových hvězd uvolnit v oboru záření gama energii 10^{44} J a neutrina mohou mezitím odnést plných 10^{46} J.

Přesto se však zdá, že ani tento relativně slibný scénář nestačí objasnit všechny dosud pozorované úkazy. K. Sumijoši aj. jakož i A. Loeb a N. Turok proto uvažují o **spontánním výbuchu osamělých neutronových hvězd**, což v případě minimální hmotnosti neutronové hvězdy 0,2 M_o stačí k vyzáření energie 10^{42} J. S daleko radikálnějším řešením však přišel B. Paczynski, jenž uvažuje o tzv. **hypernovách**, což má být nepovedená exploze supernovy, kdy dojde ke zhroucení hmotné hvězdy s extrémně silným magnetickým polem řádu 10^{11} T (!) rovnou na černou díru za vyzáření rotační energie hroutící se hvězdy řádu 5.10^{47} J. Paczynski soudí, že tyto úkazy by měly být asi desettisíckrát vzácnější než výbuchy supernov II. typu; nicméně i pak k nim dochází v naší Galaxii nejméně jednou za půl milionu let, a to není nijak radostná vyhlídka. Podle K. Brechera se pak jednou za řádově sto milionů let takové vzplanutí odehraje ve vzdálenosti méně než 100 pc od Země. V takovém případě je atmosféra Země krátkodobě silně ozářena fotony s energiemi až MeV (měkké záření gama), jež silně ohřejí atmosféru. Kromě toho může v důsledku vzplanutí gama dojít k hromadnému vymrštění komet z Oortova mračna, jež v následujících milionech let mohou ve větší míře dopadat na Zemi.

5. Mezihvězdná látka

Jeden z nejpůsobivějších snímků HST se týká difúzní mlhoviny **M8 (Laguna)** = NGC 6523. Pořídil jej HST v létě 1995 v několika barevných filtrech. Mlhovina v souhvězdí Střelce je od nás vzdálena 1,6 kpc, má průměr plných 37 pc a je ozařována velmi hmotnou hvězdou Herschel 36. Svým mocným zářením však hvězda, která měla v Laguně svou kolébku, mlhovinu postupně ničí.

Nejchladnější místo ve vesmíru nalezli R. Sahai a L. Nyman v bipolární reflekční mlhovině **Bumerang**, vzdálené od nás 1,5 kpc. Také tato mlhovina je ozařována zkomírající obří hvězdou, která budí molekulový vítr o rychlosti 164 km/s. Hvězda tak ztrácí 0,001 M_o/rok, čímž se mlhovina „živí". Pomalé rozpínání mlhoviny je příčinou jejího ochlazení na teplotu pouze 1 K, což autoři zjistili pomocí submilimetrového teleskopu SEST tím, že mlhovina absorbuje teplejší reliktní záření.

D. Mehringer aj. nalezli čáry **kyseliny octové** $CH_3.COOH$ na frekvencích 90 a 101 GHz v rádiovém zdroji Sgr B2. To by naznačovalo možnost existence aminokyseliny glycinu v mezihvězdném prostoru. D. Neufeld aj nalezli v témže zdroji pomocí infračervené družice ISO v pásmu 122 μm **fluorid vodíku** HF. T. Beballe a T. Oka objevili v mezihvězdných mračnech **radikál H+3**, jenž vzniká srážkami molekul H 2 s částicemi kosmického záření. To lze považovat za téměř přímý důkaz výskyt molekulového vodíku v mezihvězdném prostoru (molekula vodíku nemá vhodné spektrální čáry v žádném dostupném oboru spektra).

6. Galaxie

6.1. Naše Galaxie

6.1.1. Hvězdokupy

G. Torres aj. určovali vzdálenost otevřené pohybové hvězdokupy **Hyády** pomocí dvojhvězdy 51 Tau, pro níž máme spektroskopické i interferometrické elementy. Odtud vychází vzdálenost dvojhvězdy (47,8 ± 1,6) pc a stáří hvězdokupy na 600 megalet. Podobnou vzdálenost (46,8 ± 3,6) pc dostali K. Werner a T. Rauch z pozorování bílého trpaslíka ve dvojhvězdě V471 Tau. Podle W. van Altena aj. dala astrometrická družice HIPPARCOS vzdálenost 46,4 pc, kdežto kombinace paralaxy a vlastních pohybů 7 členů hvězdokupy pomocí HST dává překvapivě vzdálenost asi 10% větší. Problémem při tak vysoké přesnosti začíná být určení polohy těžiště hvězdokupy. Podle M. Perrymana aj. mají Hyády celkem 300 členů o souhrnné hmotnosti 350 M_o, zabírající na obloze výsek plných 20°, což v prostoru odpovídá kouli o poloměru 10 pc. Po zahrnutí všech vlivů pak udávají vzdálenost hvězdokupy (46,34 ± 0,27) pc, odpovídají modulu vzdálenosti (3,33 ± 0,01) mag. A. Brown a M. Perryman dospívají pak ke stáří hvězdokupy (625 ± 50) megalet.

Družice HIPPARCOS umožnila zpřesnit vzdálenost otevřené hvězdokupy **Plejády**, v nichž byly přesně určeny paralaxy 54 hvězd. L. Nelsonovi a T. Woodovi tak vyšlo (116 ± 3) pc a stáří soustavy vyšší než 110 megalet.

M. Shara aj. studovali pomocí FOS HST spektra členů obří kulové hvězdokupy **47 Tucanae**, vzdálené od nás 4,6 kpc s cílem určit povrchovou teplotu, poloměr a rychlost rotace a nepřímo i hmotnost hvězd v okolí centra soustavy. Jak známo, téměř před půl stoletím byly v jádrech kulových hvězdokup rozlišeny nápadně modré jasné hvězdy, které jako by se loudaly za tempem vývoje svých družek (předpokládá se, že všechny hvězdy kulových hvězdokup vznikly prakticky zároveň, řádově před 10 gigalety, takže dnes by tam již neměly s ohledem na malou životnost svítit hvězdy podstatně hmotnější než Slunce). Těmto hvězdám se dostalo názvu **„modří loudalové"** (angl. blue stragglers) a jejich existence byla naprosto nepochopitelná.

Zmínění autoři však zjistili, že modří loudalové jsou mimořádně hmotné hvězdy s hmotností zhruba 1,7 M_o, které rotují kolem své osy asi 2,5krát rychleji než běžné hvězdy hlavní posloupnosti. Mají tedy hmotnost právě dvojnásobnou, než typické hvězdy hlavní posloupnosti, pozorované dnes v kulových hvězdokupách. To znamená, že loudalové museli vzniknout splynutím dvojhvězd nebo „ostrou" srážkou cizích hvězd, což je v hustém jádru hvězdokupy dosti pravděpodobné. Vysokou rotační rychlost nabyli v důsledku přenosu hmoty v těsné dvojhvězdě.

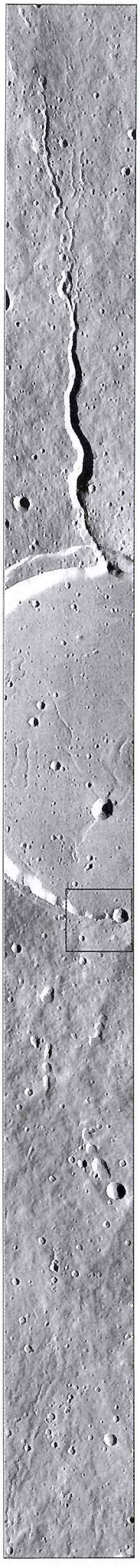
M. Salaris aj. revidovali **stáří kulových hvězdokup** M 68 (Hya) na (12,2 ± 1,8) gigalet a uvádějí, že prakticky stejně stará je i hvězdokupa M 15 (Peg), zatímco hvězdokupa M 92 (UMa) je asi o půl miliardy let mladší. V hvězdokupě M 92 nalezli F. Pont aj. celkem 17 podtrpaslíků, což jim umožnilo zpřesnit údaj o stáří hvězdokupy na základě pozorování asi 500 polních podtrpaslíků družicí HIPPARCOS. Odtud dospěli k závěru, že stáří této hvězdokupy může dosahovat i 13 megalet. Prakticky k témuž průměrnému stáří kulových hvězdokup v Galaxii se přiklánějí také F. D'Antona aj. To by odstranilo dlouholetý „střet věků" mezi dosud preferovaným stářím kulových hvězdokup (až 16 gigalet) a věkem vesmíru (kolem 14 gigalet); současně to však vyžaduje střední hustotu vesmíru $\rho < 1$.

6.1.2. Stavba Galaxie

Družice OSSE-2 odhalila dvě oblasti **anihilačního záření** o energii 0,511 MeV v Galaxii; jeden oblak obklopuje vlastní jádro Mléčné dráhy do průměru 1 kpc, kdežto druhý se nachází ve výšce přes 1 kpc nad hlavní rovinou Galaxie. Zdrojem záření je mohutná produkce pozitronů tempem až 7.10^{42}/s, jež vzápětí anihilují s volnými elektrony buď v okolí nestabilních mladých hmotných hvězd, nebo díky výtryskům z akrečních disků kolem černých děr, popřípadě při splývání párů neutronových hvězd, anebo při dosud neznámém fyzikálním procesu.

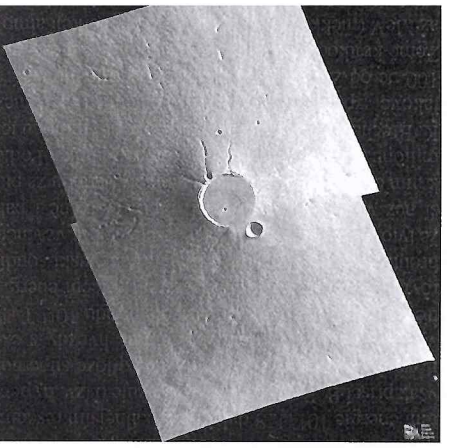
M. Honma a Y. Sofue stanovili z rádiových měření čáry H I **rotační křivku Galaxie** až do vzdálenosti 2,5krát vyšší, než jak daleko je Slunce od středu Mléčné dráhy. Odtud odvodili zpřesněnou hodnotu hmotnosti Galaxie (2,0 ± 0,3) 10^{11} M_o při poloměru soustavy 15 kpc a vzdálenosti Slunce od centra 7,6 kpc. Za hranicí 15 kpc se pak už prakticky nevyskytuje skrytá hmota, jež se ovšem nachází uvnitř tohoto poloměru. Podle těchže autorů obíhá Slunce kolem centra Mléčné dráhy rychlostí jen 196 km/s. K obdobnému závěru o průběhu rotační křivky v Galaxii dospěli nezávisle také J. Binney a W. Delmen. Ještě radikálnější jsou R. Olling a M. Merrifield, kterým vyšla oběžná rychlost Slunce pouhých 184 km/s a vzdálenost od centra Galaxie jen 7,1 kpc. Naproti tomu M. Feast a P. Whitelocková odvodili z vlastních pohybů 220 cefeid, měřených družicí HIPPARCOS, vzdálenost Slunce od centra na (8,5 ± 0,5) kpc, v dobré shodě s tabulkovou hodnotou IAU. Konečně H. Freundenreich zjistil na základě měření družice COBE, že Slunce se nalézá 16 pc na sever od hlavní roviny souměrnosti Galaxie.

(Pokračování v příštím čísle)



Elysium Mons

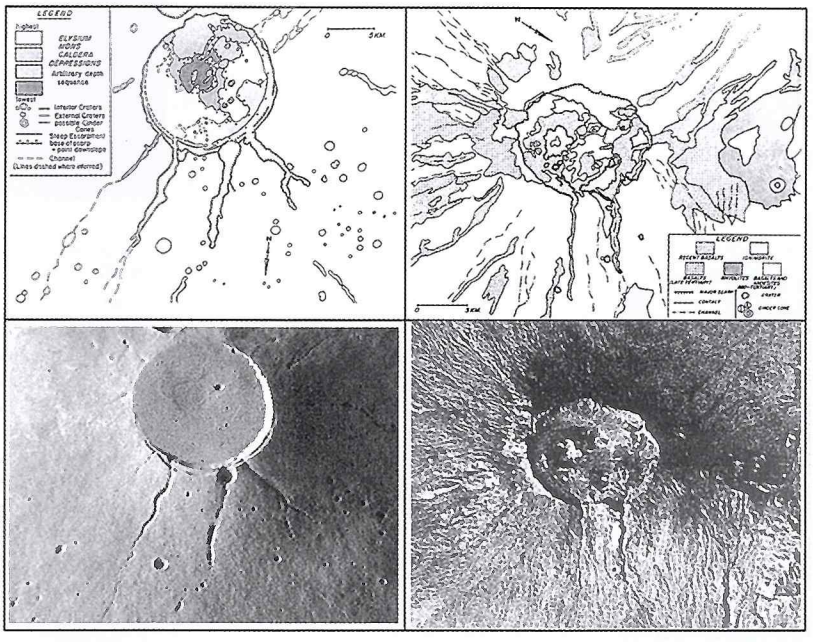
4. júla, teda presne rok potom, ako sonda Pathfinder pristála na povrchu červenej planéty, vyslal Mars Global Surveyor sériu snímok, ktorá planetológov, špecializujúcich sa na Mars, doslova nadchla. Mimoriadnu pozornosť vyvolali najmä snímky vrcholovej kaldery jedného z menej známych marťanských sopiek. Vulkán Elysium Mons leží na 25 stupni severnej šírky a na 213 stupni západnej dĺžky. Je to jeden z trojice veľkých vulkánov, ktoré sa vypínajú na vysočine Elysium Rice. Severovýchodne od Elysium Mons leží Hecates Tholus, juhovýhodne Albor Tholus.



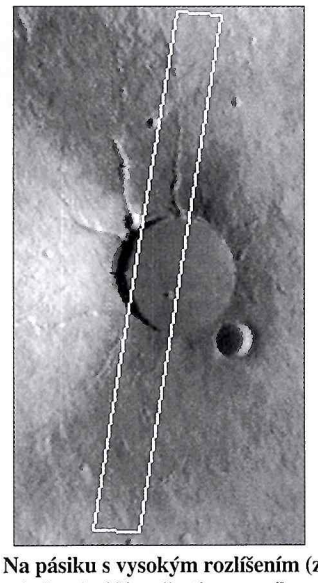
Elysium Mons na snímke sondy Mariner 9 z októbra 1972.

Vrchol sopky Elysium Mons sa vypína nad okolitými planinami vo výške 12,5 kilometra, ale až 16 kilometrov nad úrovňou, ktorú vymedzuje rozhranie priemerného atmosférického tlaku na Marse. (Najnižšie položené oblasti Marsu ležia vyše 4 kilometre pod týmto rozhraním). Elysium Mons objavila už americká sonda Mariner 9 roku 1972. Od obrovských vulkánov na planine Tharsis, kde sa vypína aj Olympus Mons, sa však Elysium Mons v mnohom odlišuje. Na jeho svahoch nevidieť mohutné, stuhnuté prúdy lávy. To analytici snímok z Marinera zistili už v sedemdesiatych rokoch, snímky z MGS (rozlíšenie 5,24 metrov na pixel) však pôvodnú analýzu potvrdili.

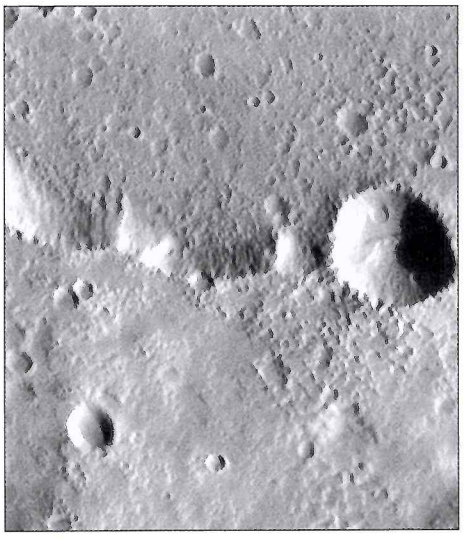
Masív Elysium Mons poznamenali viaceré impaktné krátery. Niektoré z útvarov, ktoré na prvý pohľad pripomínajú impakty, však majú podľa planetárnych geológov iný pôvod. Sú lineárne zoradené, radiálne k okrajom kaldery. Vulkanológovia geológovia predpokladajú, že mohli vzniknúť prepadom dna veľkého krátera počas periodicky sa obnovujúcich výlevov lávy z podložia. Ďalšie z týchto kráterov sú evidentne produktom explozívneho vulkanizmu. Dôkazy explozívneho vulkanizmu sa dali na doteraz získaných snímkach s oveľa menším rozlíšením iba ťažko identifikovať.



Malinov tím, ktorý vyhodnocuje snímky z MGS, porovnal snímku Elysium Mons z Marinera 9 so snímkou vyhasnutej pozemskej sopky Emi Koussi, ktorá sa nachádza v africkej republike Čad. (Snímku Emi Koussi získali astronauti z Apolla 7). Je nápadné, ako sa oba vulkány podobajú. Oba majú takmer dokonale okrúhlu kalderu, oba majú uprostred kaldery zreteľnú vyvýšeninu. Vulkanológovia navyše na oboch snímkach identifikovali jasné dôkazy prepadov pôvodného vulkanického masívu do podoby kaldery. Z oboch kráterov vychádzajú hlboké kanály pripomínajúce kaňony; ide o tektonické trhliny, ktorými počas neskorších vzplanutí sopečnej činnosti tiekli potoky riedkej lávy.
Marťanský a pozemský kráter sa však v čomsi zásadne odlišujú: na Emi Koussi identifikovali vedci početné kanály, ktoré sú evidentne dôsledkom vodnej erózie. Na svahoch Elysium Mons však nijaké stopy po vodnej erózii neobjavili. Je takmer isté, že Elysium Mons i jeho susedia vznikli až po období veľkých povodní v prvej tretine evolúcie Marsu, keď už na Marse nepršalo.



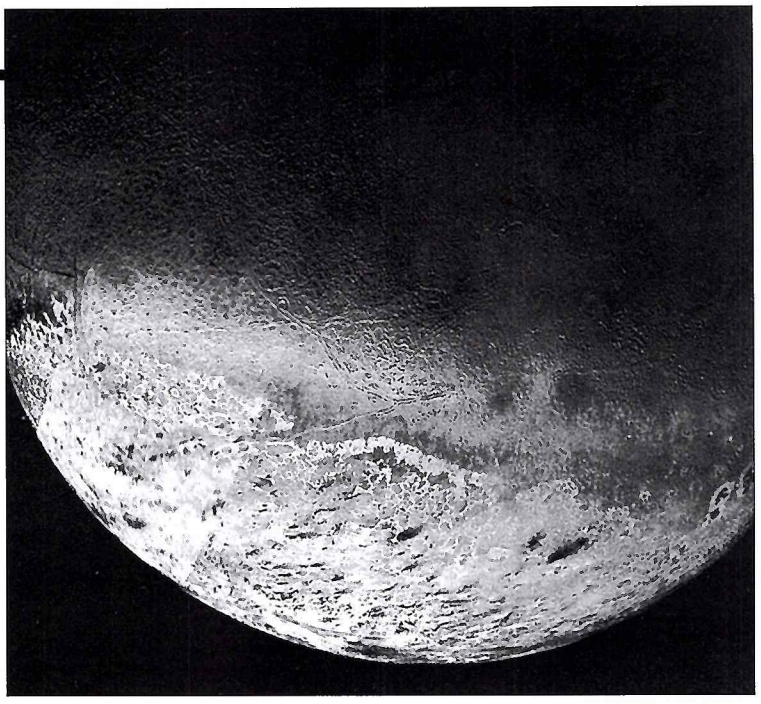
Na pásiku s vysokým rozlíšením (zväčšený vľavo) vidíme časti severného a južného okraja kaldery i najväčšiu z tektonických trhlín, hadiacu sa smerom na sever. Malý obdĺžnik na južnom okraji kaldery ohraničuje oblasť z maximálnym rozlíšením, ktorú v detaile vidíte na snímke vpravo.



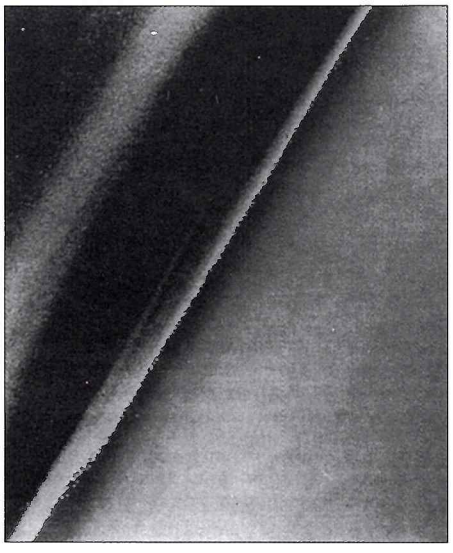
Na tejto snímke s maximálnym rozlíšením (5,24 metra na pixel) vidíme detail južného okraja kaldery Elysium Mons so zreteľnými stopami sopečnej činnosti. Podaktorým vulkanológom pripomínajú okrúhle pahorky podobné útvary na Venuši, ktoré sa mohli vytvoriť aj tlakom z podložia na teplom nahriaty, plastický terén. Môže však ísť aj o parazitné krátery, ktoré sa často objavujú aj v kalderách pozemských sopiek. Zreteľný zlom vľavo od najvyššieho pahorku je dôkazom prepadu dna po jednej alebo viacerých erupciách, čo je proces, ktorý po erupcii, najmä po masívnom výleve lávy, poznáme aj v pozemských podmienkach.

Tritón sa otepľuje

Posledné pozorovania Tritóna pomocou Hubblovho vesmírneho ďalekohľadu, ale i pozemskými teleskopmi priniesli zistenie, že povrch najväčšieho mesiaca planéty Neptún oproti roku 1989, keď sme získali spoľahlivé údaje zo sondy Voyager 2, je značne teplejší. – Prinajmenšom od roku 1989 prebieha na mesiaci globálne otepľovanie, – vraví James L. Elliot, astronóm z Massachusetts Institute of Technology (MIT). Otepľovanie spôsobuje, že sa časť povrchu, ktorú tvorí zamrznutý dusík, mení na plyn; plynný dusík postupne zahusťuje atmosféru.



Snímka časti južnej pologule Tritóna, ktorú nasnímala sonda Voyager 2 v roku 1989.



Atmosféra Tritóna na snímke sondy Voyager 2.

Tritón je o niečo menší ako náš Mesiac. Oteplenie jeho povrchu o 5 percent znamená, že sa jeho teplota zvýšila z hodnoty 37 kelvinov na 39 kelvinov nad absolútnou nulou. Na Zemi by takáto zmena teploty vyvolala závažné klimatické zmeny.

Tritón je však oveľa jednoduchší svet ako Zem: má oveľa redšiu atmosféru, z globálneho „oceánu" zamrznutého dusíka vyčnievajú belavé kontinenty zamrznutého metánu. Globálne otepľovanie Tritóna môže byť prejavom zvýšeného toku slnečnej energie, ktoré sa prejavuje aj na periférii slnečnej sústavy; môže však byť i dôsledkom meniacich sa vlastností povrchu, ktoré sa prejavujú buď zvýšenou absorbciou slnečného žiarenia, alebo naopak, zvýšenou schopnosťou odrážať ho; významným činiteľom otepľovania sa však môže byť aj zvyšovanie obsahu metánu a oxidu uhoľnatého v atmosfére ružovkastého mesiaca.

Pomocou Tritóna dokážeme študovať enviromentálne zmeny v globálnej mierke oveľa ľahšie, pretože jeho atmosféra je veľmi jednoduchá. Na jej správanie pôsobí oveľa menej faktorov ako v komplikovanej atmosfére Zeme.

Elliot a jeho kolegovia sa nazdávajú, že otepľovanie môže súvisieť so sezónnymi zmenami v jeho polárnych čiapočkách. Na Tritóne nastupuje extrémne južné leto, sezóna, ktorá sa opakuje iba raz za niekoľko stoviek rokov. Počas južného leta dopadá na oblasť južného pólu Tritóna oveľa viac slnečného žiarenia. Keby na Zemi nastalo podobným spôsobom severné leto, ocitlo by sa Slnko rovno nad Lake Superior. (Ide o jazero, ktoré sa nachádza na severe Kanady.)

Astronómovia odhadli mieru otepľovania povrchu Tritóna potom, ako vyhodnotili pozorovania tohto geologicky vitálneho telesa, ktoré sa uskutočnili pomocou Hubblovho vesmírneho ďalekohľadu. Z tých vyplynulo, že tlak atmosféry na Tritóne sa odvtedy, ako mesiac obletela sonda Voyager 2, prinajmenšom zdvojnásobil. Zvýšenie tlaku mohlo spôsobiť iba ohrievanie pevného dusíka, čo spôsobilo jeho vyparovanie. Vzhľadom na priamoúmerný vzťah medzi teplotou povrchu a hustotou atmosféry na Tritóne mohli vedci z hodnôt, vyjadrujúcich hustotu pomerne presne odvodiť i otepleniе povrchu počas ostatných deviatich rokov o dva kelviny.

Astronómovia použili jeden z troch Fine Guidans Sensors na palube HST, (ide o prístroje, ktoré umožňujú stabilizovať pointáciu teleskopu na zvolený nebeský objekt pomocou monitoringu jasnosti kontrolnej hviezdy). Tak sa v novembri 1997 podarilo zmerať tlak atmosféry Tritónu. Vo chvíli, keď sa Tritón dotkol hviezdy Tr180 v súhvezdí Strelca, senzor zaznamenal pokles jej jasnosti. Svetlo hviezdy atmosféra Tritóna utlmila.

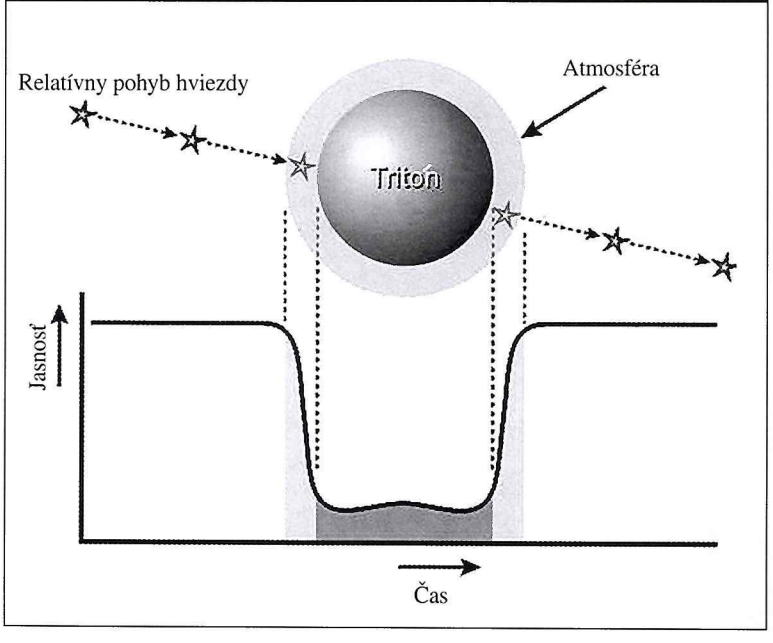
Elliot a jeho kolegovia spomenuli aj ďalšie možné príčiny globálneho oteplenia na Tritóne: v priebehu rokov sa mohol zmeniť aj charakter a štruktúra inovate, ktorá pokrýva povrch mesiaca, a preto sa zvýšila i jeho schopnosť absorbovať viac slnečného žiarenia.

Tritón, jeden z ôsmich mesiacov Neptúna, teleso, ktoré je veľkosťou i hustotou dvojčaťom planéty Pluta, obieha svoju materskú planétu v 30-krát väčšej vzdialenosti od Slnka ako naša Zem. Je to mimoriadne chladné teleso, na ktorom dujú silné vetry, dosahujúce až rýchlosť zvuku. Už sonda Voyager odhalila na jeho povrchu horúce škvrny, podľa všetkého prejavy istého typu „slapového vulkanizmu". Tritón je síce o niečo menší ako náš Mesiac, ale jeho gravitácia dokáže udržať časť atmosféry najmä preto, lebo ide o veľmi chladnú, a teda rigídnu atmosféru.

Tritón je čo do zloženia veľmi podobný kométam, hoci je oveľa väčší ako najväčšia známa vlasatica.

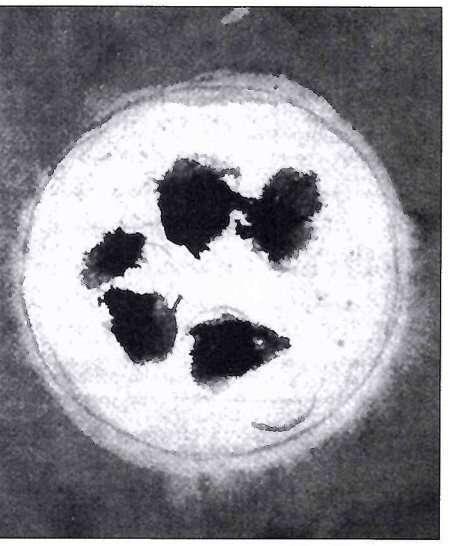
HST Press Release

ZÁKRYT TRITÓNA HVIEZDOU



MILAN RYBANSKÝ /

SLNKO (3)



Túto kresbu slnečných škvŕn urobil neznámy čínsky hvezdár v roku 1420. Najstaršia kresba slnečných škvŕn z Číny pochádza z roku 168 pred Kristom.

Dnešná predstava o Slnku

V minulom čísle sme pospomínali všelijaké úkazy, ktoré moderná technika umožnila pozorovať na Slnku. Obsiahli celé spektrum elektromagnetického žiarenia od gama po rádiove žiarenie a korpuskulárne žiarenie rôznych energií. Pozorovania sa vykonali z povrchu Zeme aj z nad atmosféry, z umelých družíc a aj z mnohých sond, ktoré krížovali a križujú slnečnú sústavu.

Vynechali sme pritom ešte množstvo poznatkov, ktoré boli získané pomocou obrovských rádioteleskopov. Postupne, na základe týchto pozorovaní vznikol dnešný obraz (model) Slnka.

Podľa neho primárna energia vzniká v jadre pri termojaderných reakciách, spájaní (fúzii) jadier vodíka na hélium. Oblasť jadra zaberá asi 25 % slnečného polomeru. Nad jadrom sa nachádza zóna žiarivého prenosu energie až do vzdialenosti 71,3 % slnečného polomeru. Nad touto oblasťou sa rozprestiera konvektívna zóna, kde je prenos energie k povrchu spojený s prenosom hmoty. Nad konvektívnou zónou je žiariaci povrch Slnka – fotosféra, na ktorej môžeme pozorovať rôzne prejavy slnečnej aktivity, ako je granulácia, slnečné škvrny, fakulové polia a erupcie (tieto iba zriedka v bielom svetle, častejšie v niektorých emisných čiarach). Nad fotosférou je asi 20 000 km vrstva chromosféry a nad ňou oblasť koróny, ktorá sa rozprestiera až ku hraniciam slnečnej sústavy. Tieto oblasti sú pozorovateľné iba pri úplných zatmeniach Slnka, alebo pomocou koronografov. V chromosfére a koróne môžeme pozorovať množstvo prejavov slnečnej aktivity, ako sú erupcie, protuberancie, tranzienty, premenné útvary koróny a pod. Podrobnejšie o týchto súčasných predstavách o Slnku sme písali v Kozmose 2/97.

Jadro

Obraz Slnka, ktorý nám poskytuje takáto predstava má mnohé medzery, ktoré sa demonštrátori modelu snažia preskočiť, obísť, zamlčať, zdôrazniť, každý podľa vlastnej povahy. V každej časti sa najdu slabé miesta teórie. Aj odborník má problémy, ak má zaujať stanovisko k výsledkom rôznych prác, ktoré sa objavujú v odbornej tlači. Najmarkantnejšie sa to prejavuje na jadre Slnka. Vyskytli sa správy, že toto jadro je tuhé a rotuje rýchlejšie, ako povrch Slnka. Že následkom vysokého tlaku nemôže sa hmota rýchlo premiešavať. Iné správy zase hovoria, že premiešavanie je pomerne rýchle, ináč by nebolo materiálu na termojadernú reakciu, pri ktorej sa každú sekundu premieňa 600 miliónov ton vodíka na hélium.

Najväčší poplach medzi astrofyzikmi však vzbudila správa o nezhode meraného množstva neutrín s teóriou. Spochybnila sa tak bezvýhradne prijatá teória o zdroji hviezdnej energie. Namiesto 7,8 SNU, bolo namerané iba 2,2 SNU (SNU – jednotka na meranie množstva neutrín zo Slnka, Solar Neutrino Unit). O tejto „kauze" sa už popísalo veľa (aj u nás – Kozmos 1/97), poučná je však jej história, a húževnatosť vystupujúcich vedcov.

Jej počiatok sa datuje do prelomu 19. a 20. storočia, k objavu rádioaktivity. Zatiaľ čo vysvetlenie alfa a gama rádioaktivity nerobilo fyzikom väčšie ťažkosti, pri beta reakcii narazili na rad nezrovnalosti. Pri tejto premene sa jeden neutrón v jadre rozpadne na protón a elektrón, ktorý jadro opúšťa a atómové číslo prvku stúpne o jednotku. Pozorovania ukázali, že dochádza pritom k zjavnému porušeniu troch zákonov zachovania – energie, hybnosti a momentu hybnosti. W. Pauli navrhol v roku 1930 odstrániť nezrovnalosť zavedením hypotetickej častice – neutrína, ktoré opúšťa jadro spolu s elektrónom, má malú, alebo nulovú hmotu a spin 1/2. Trvalo 26 rokov, než sa F. Reinesovi a C. Cowanovi podarilo existenciu neutrína dokázať meraním jeho toku z jadrového reaktora.

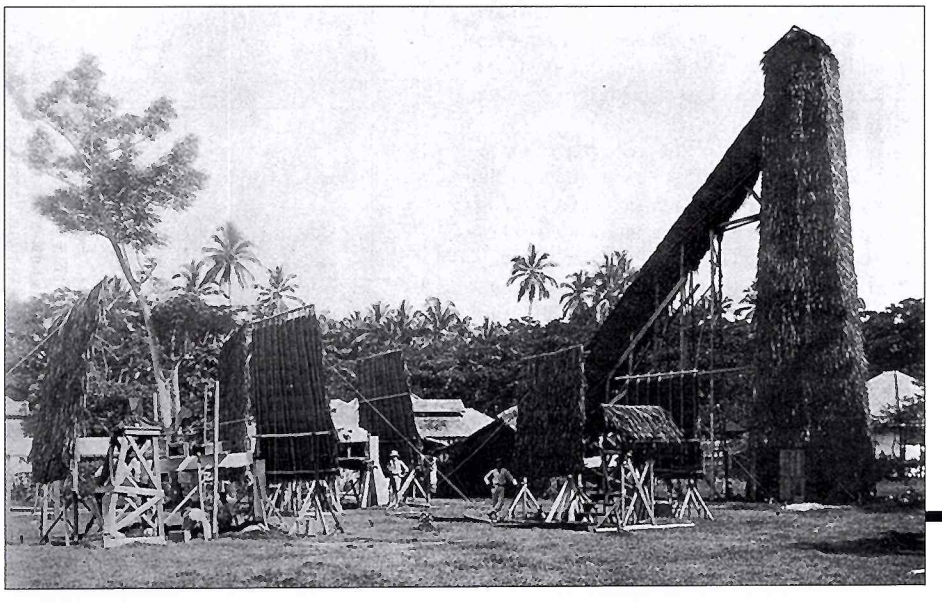
Zároveň vznikla u R. Davisa myšlienka, dokázať tok neutrín z jadrových reakcii na Slnku, čím by sa experimentálne dokázalo, že slnečná energia a vôbec žiarivá energia hviezd má termonuk leárny pôvod, ako to už roku 1939 predpovedal H. Bethe. A zároveň s myšlienkou začali sa 20 rokov trvajúce ťažkosti, spojené s uskutočnením experimentu. R. Davis pracoval v Brookhavenskom národnom laboratóriu, výskumnou náplňou ktorého bolo hľadanie efektívnych netradičných zdrojov energie na úrovni základného výskumu. Prvý detektor slnečných neutrín na báze perchlóretylénu mal obsah 3800 l a bol umiestnený 6 m pod úrovňou terénu. Pomocou tohoto detektora určil R. Davis hrubú hornú hranicu toku slnečných neutrín na 1014 neutrín na cm^2 za sekundu, čo je 40 000 SNU. Recenzent mal k tejto práci nasledujúci komentár:

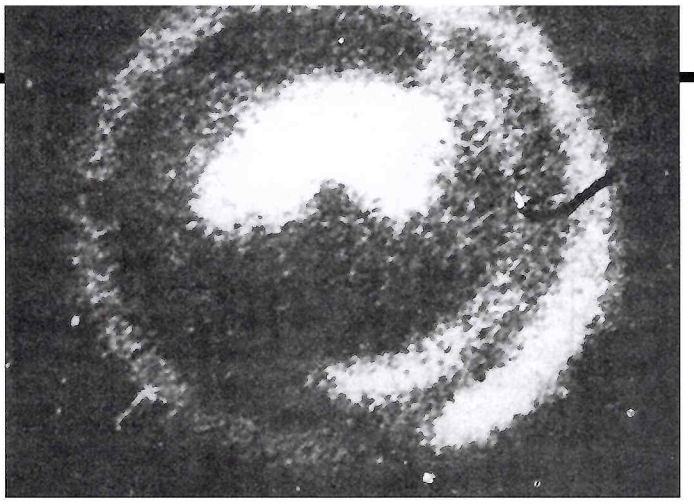
„Ľubovoľný podobný experiment, ak nemá dostatočnú citlivosť, nemá žiadny vzťah k otázke o existencii neutrína. Ilustráciou k môjmu stanovisku môže byť fakt, že nik by nepísal vedeckú prácu o experimente, pri ktorom experimentátor po výstupe na horu by sa bezúspešne pokúšal dosiahnuť na Mesiac a dospel k záveru, že Mesiac je ďalej, ako 2,5 m od vrcholu hory."

Dokonalejší detektor s obsahom 380 000 l a v starej bani na zlàto, v hĺbke 1480 m bol daný do trvalej prevádzky v roku 1970 po prekonaní mnohých prekážok. Najväčšou, podľa R. Davisa bolo presvedčenie riaditeľa M. Goldhabera (špecialistu v oblasti jadrovej fyziky), že astronómi nie sú schopní správne vysvetliť ľubovoľný zaujímavý úkaz. Napriek tomu neskôr organizoval finančnú podporu pre tento projekt. Experiment stál 600 000 dolárov. Pre novinárov R. Davis vyhlásil, že je to toľko, ako 10 minút vysielacieho času v komerčnej televízii.

Výsledok experimentu spochybnil naše predstavy o vzniku hviezdnej energie zo strany astronómov a aj predstavy o mechanizme jadrových premien zo strany fyzikov. Na overenie boli vybudované obrovské zariadenia na monitorovanie neutrín aj na iných princípoch, ako je premena chlóru na argón. Sú to gáliove detektory v Rusku, na Kaukaze a v Taliansku, v tuneli Gran Sasso a detektory Superkamiokande a SNO, o ktorých sme písali v Kozmose 1/97. Riešenie rozporu sa podľa rôznych prameňov očakáva v najbližšej dobe.

Celkový záber na tábor úspešnej britskej solárnej expedície na Sumatre zo 14. januára 1926. Ako vidíme, solárnici sa na zatmenie Slnka celé týždne pripravovali.





Prvá röntgenová snímka Slnka v histórii. Vydarený experiment pripravil tím U.S. Naval Research Laboratory 19. apríla 1960 pomocou veľmi jednoduchej optiky umiestnenej na rakete.

Vrstva žiarivého prenosu

Táto sa podľa súčasného modelu rozprestiera od jadra po konvektívnu zónu, teda zaberá podstatnú časť slnečného vnútra. Zdá sa, že o procesoch v tomto priestore nemáme žiadne pochybnosti. Nositeľmi energie sú fotóny, postupne, s približovaním k povrchu so stále menšou frekvenciou a teda aj energiou. Obávam sa, že bezrozpornosť vyplýva z nedostatku pozorovaní. Určite sa po spracovaní množstva dát z observatória SOHO ukáže, že nejde o takú bezproblémovú vrstvu.

Konvektívna zóna

V hĺbke, kde už nepôsobí taký obrovský tlak proti pohybu hmoty dochádza k prenosu energie prúdením – konvekciou. Veľké bubliny hmoty s vyššou teplotou sa pri pohybe k povrchu drobia na menšie, hmota sa ochladzuje, po dosiahnutí povrchu teplota dosiahne minimálnu hodnotu a potom putuje znova do slnečného vnútra. Teplejšie bunky na povrchu Slnka pozorujeme ako granuláciu. Je pravdepodobné, hoci sa to doteraz nepodarilo dokázať, že ich pokračovaním v chromosfére sú spikule – drobné výstupky s rovnakým spektrom, ako majú protuberancie.

Konvektívna zóna je kuchyňou, kde sa (podľa súčasných predstáv) „varia" všetky prejavy slnečnej aktivity: škvrny, fakulové polia, protuberancie, koronálne lúče, tranzienty a slnečné erupcie. Ich počet a mohutnosť sa cyklicky mení v približne 11 ročnom cykle, pričom každý jav má v cykle určitý rozkmit. Počet granulí, protuberancií a hmoty v koróne kolíše napríklad približne v pomere 1:2, počet škvŕn, charakterizovaný Wolfovým číslom kolíše od nuly do 500 a pod.

Slnečný povrch a priestor koróny

Dá sa povedať, že iba tieto oblasti sú dostupné pre naše priame pozorovania. O nich boli napísané mnohé monografie, ako som už spomínal v minulej časti. Čitateľ, ktorý má záujem ich môže ľahko vyhľadať. Môj vzťah k nim je viac skeptický. Niekedy mám dojem, že sú napísané pod tlakom obecného názoru, že o všetkom musí byť nejaká teória, aj keď o jave nič nevieme. Často sú v nich publikované protichodné vysvetlenia, podporujúce subjektívny dojem autora.

Pekný príklad mi poskytol jeden môj kolega. Ide o častý rozpor v pozorovaní rýchlosti pohybu protuberancií, alebo spikulí na okraji Slnka a na slnečnom disku. Zatiaľ čo na okraji pozorujeme stúpanie spikulí s rýchlosťou 25 km/s, na disku nenameriame viac ako 2 km/s. Skôr menej, v závislosti od rozlíšenia. Ak si predstavíme rad žiaroviek, ktoré sa postupne zapaľujú a zhasínajú, pri pozorovaní z diaľky sa nám bude zdať, že ide o jednu, pohybujúcu sa žiarovku. Podobne aj na Slnku, často nevieme rozlíšiť, či ide o pohyb hmoty, alebo o pohyb vzduchu, ktorý spôsobuje žiarenie.

Veľmi veľa papiera bolo venované popisu erupcií. A právom, lebo ide o grandiózny jav, ktorý v rôznych merítkach môže byť mechanizmom, ktorý generuje takmer všetky premenné javy. Ťažko však možno súhlasiť s vysvetlením, že ide o priamu premenu energie magnetického poľa na energiu tepelnú. Takýto proces vo fyzike nepoznáme a teda zatiaľ má miesto iba v science-fiction.

Pokiaľ nepoznáme fyzikálnych mechanizmus erupcií, nemôžeme ani odpovedať na otázku typu: „Môže na Slnku vzniknúť erupcia takej veľkosti, že by ohrozila život na Zemi?" Môžeme odpovedať, že je to málo pravdepodobné, na základe doterajších pozorovaní. Určitá analógia je tu s vyskytom povodní. Veľké vodné stavby sa navrhujú na tzv. 1000-ročnú vodu. Neznamená to však, že na danej rieke pozorujeme vodný stav 1000 rokov. Vieme však, že povodeň býva z prívalových dažďov a tie sú z mračien, ktorých výška je maximálne 15 km. Môžeme uvažovať, že voda z celého mračna spadne odrazu na príslušné povodie, a podľa vlastností terénu skôr či neskôr odtečie. Vieme teda odhadnúť najnebezpečnejší prípad, lebo poznáme mechanizmus. U erupcii môžeme povedať iba, že podľa doterajších pozorovaní také nebezpečie nehrozí, avšak vylúčiť ho nemožno.

Odkiaľ príde riešenie?

Mnohí teoretici sú naklonení myšlienke, že treba budovať novú fyziku, nové predstavy o stavbe hmoty a iba táto prinesie nerozporné riešenia. Tento proces je však večný. Náš prístup sa stále zdokonaľuje a preto si nemyslím, že treba búrať základy.

Astrofyzika má vysvetliť prečo hviezdy svietia, pričom vychádza zo spektra skoro ideálneho bodového zdroja. Preto je tradične budovaná na dvoch úrovniach, na úrovni atómov (10^{-10} m) a na úrovni hviezd (10^{10} m). Pri našej hviezde – Slnku – máme však možnosť pozorovať aj mechanizmy medzičlánkov (10^{-1}–10^{8} m) a myslím si, že práve ich pozorovanie a interpretácia prispeje k zdokonaleniu našich poznatkov o Slnku. Takže nie je ďaleko doba, keď budeme schopní odpovedať na otázky, ktoré boli formulované v úvode týchto článkov.

Milan Rybanský

Slnečná aktivita
(jún – júl 1998)

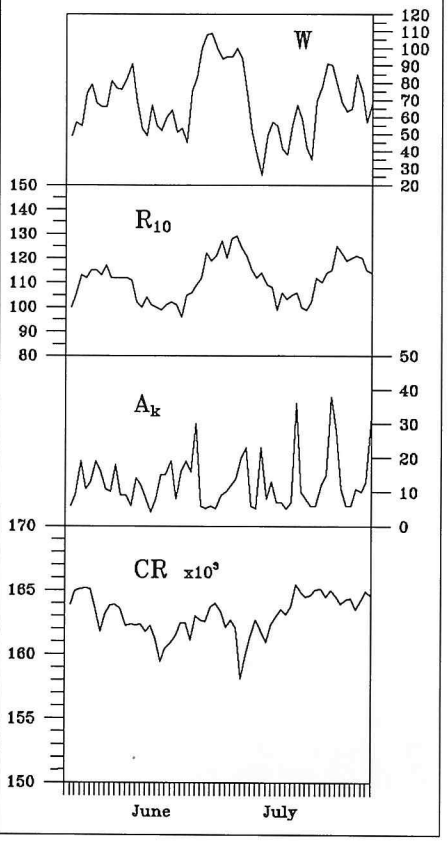
V najnovšom čísle *Solar Physics* (**181**, 237) sa objavil zaujímavý článok, o aktivite Slnka počas Maunderovho minima. Autori si položili otázku, či sa v tom období na Zemi v sprievodných javoch vyskytovala 11 ročná perióda.

Pre indikáciu úrovne slnečnej aktivity v tom období využili obsah ^{10}Be v ľade z vrtu v grónskom ľadovci, o ktorom sme písali v *Kozmose 4/96*. Obsah rádioaktívneho berýlia v ľade závisí od úrovne galaktického kozmického žiarenia a rozpínanie slnečnej koróny – slnečný vietor tieni priestor Zeme od tohoto žiarenia. Množstvo hmoty v koróne a teda aj hustota prúdov slnečného vetra kolíše synchrónne s úrovňou slnečnej aktivity, ktorá je obvykle definovaná Wolfovým číslom, odvodeným z počtu slnečných škvŕn.

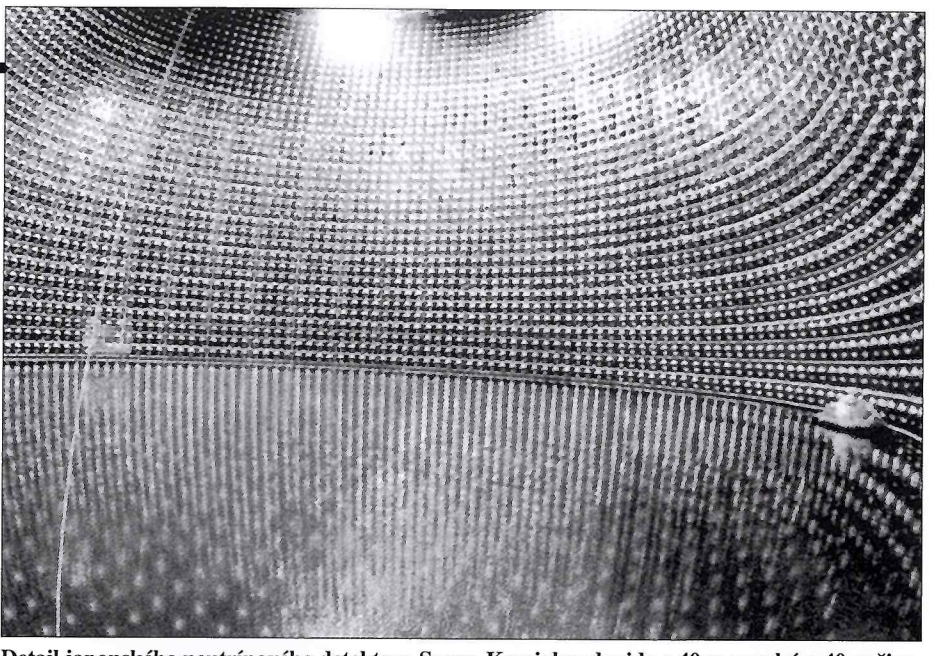
Dnes už nemožno pochybovať, že počas Mauderovho minima (1645–1715) dlhodobý pokles výskytu škvŕn bol reálny, o čom sme tiež písali v tejto rubrike (*Kozmos 4/96*). Napriek tomu, autori článku zistili, že obsah ^{10}Be vo vzorkoch ľadu (odoberaných s ročnou rozlišovacou schopnosťou) naďalej kolísal v 11-ročnom cykle. Vysvetľujú to procesom, ktorý sa v odbornom jazyku nazýva chaoticky modulované nelineárne dynamo. Podľa tejto teórie sú škvrny miesta so silným magnetickým poľom a toto periodicky vzniká v konvektívnej zóne Slnka a presúva sa k povrchu. Počas dlhotrvajúcich miním je činnosť dynama nesymetrická a magnetické pole na povrchu sa prejavuje minimálne a nesymetricky. Napr. všetky pozorované škvrny v období 1680–1710 sa vyskytovali na južnej pologuli Slnka.

Autori teda prišli k záveru, že aj počas dlhotrvajúcich miním existujú všetky cyklické prejavy slnečnej aktivity, okrem škvŕn.

Milan Rybanský



Neutrína majú hmotnosť!



Detail japonského neutrínového detektora Super-Kamiokande: ide o 40 m vysokú a 40 m širokú nádrž naplnenú najčistejšou vodou na svete. Iba v takom prostredí dokáže 13 400 detektorov monitorovať záblesky vznikajúce po interakcii neutrín s molekulami vody.

120 fyzikov zo štyroch štátov získalo dôkaz, že aj neutrína majú kľudovú hmotnosť. (Oficiálne to oznámili začiatkom júna.) Tento objav, ak sa definitívne potvrdí, prispeje k vytvoreniu jednotnej fyzikálnej teórie, preverí teóriu Big Bangu a môže vyriešiť i takzvaný deficit neutrín emitovaných Slnkom. Pripomeňme si, že neutrína sú nesmierne malé, elektricky neutrálne, čiastočky, ktorými je vesmír priam zaplavený. Pohybujú sa rýchlosťami blízkymi rýchlosti svetla a je ich toľko, že pokým dočítate túto vetu, prenikne vašim telom približne trilión týchto častíc.

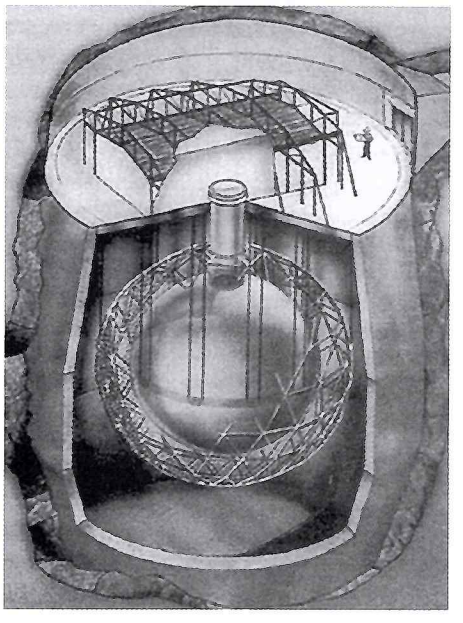
Zistenie, že prinajmenšom časť neutrín má kľudovú hmotnosť, fyzikov príliš neprekvapila. Už dávnejšie tušili, že ide skôr o neschopnosť zmerať hmotnosť takýchto nepatrných čiastočiek. Neexistujú totiž teoretické dôvody, z ktorých by vyplývalo, že môžu existovať čiastočky, ktoré kľudovú hmotnosť nemajú.

– Dôkazy, ktoré sme získali sú jednoznačné, – vraví astrofyzik John Bahcall (Institute for Advansed Study), jeden z členov medzinárodného tímu. – Výsledky meraní akúkoľvek inú interpretáciu vylučujú.

– Bol to fascinujúci týždeň. – dodáva potuteľne kozmológ Rocky Kolb z Fermilabu. – Najprv sa svet dozvedel, že sa rozpadla skupina Spice Girls a vzápätí sme my po prvýkrát experimentálne dokázali, že neutrína majú hmotnosť.

Experiment, o ktorom už neraz informoval aj Kozmos, prebiehal vyše dvoch rokov v podzemných priestoroch, 600 metrov pod vrcholom masívu Mount Ikena v Japonských Alpách, kde bol uvedený do prevádzky neutrínový detektor Superkamiokande. Telo tohto obrovského detektora tvorí nádrž, do ktorej vedci napustili 50 miliónov litrov superčistej vody. Okolo nádrže umiestnili 13 400 detektorov, ktoré zaznamenávali miniatúrne svetelné záblesky, zažíhajúce sa po zrážke neutrína s molekulou vody.

Poznáme tri typy neutrín, pričom každé z nich má svoj proťajšok v antihmote: tau, muon a elektrón. Tím pozoroval proces premeny muon-neutrín na tau-neutrína, teda „osciláciu", ktorá je možná iba vtedy, ak majú neutrína kľudovú hmotnosť vyššiu ako nula. Hmotnosť neutrína ani detektory Superkamiokande nedokázali zmerať priamo: z výsledkov dvojročných meraní však nepriamo dokázali vypočítať, že medzi hmotnosťou muon- a tau-neutrín je istý rozdiel. Tím na základe tohto zistenia dospel k presvedčeniu, že prinajmenšom jeden z oboch typov neutrín (ide podľa všetkého o muon) má hmotnosť okolo 0,05 elektronvoltov, čo je menej ako jedna miliardina hmotnosti protónu.



Sudbury Neutrino Observatory (SNO) v kanadskom Ontáriu tvorí centrálna fľaša z akrylovej plastickej hmoty, ktorá obsahuje 1000 ton ťažkej vody. SNO dokáže detegovať všetky tri druhy neutrín, ktorých interakcie s ťažkou vodou monitoruje 10 000 fotonásobičov.

Kolb na okraj objavu zdôraznil, že aj vtedy,ak by boli ďalšie typy neutrín ešte ťažšie ako tau, problém tmavej/chýbajúcej hmoty, ktorá podľa doterajších hypotéz vytvára deväť desatín až deväťdesiatdeväť stotín všetkej hmoty vesmíru, ani tento senzačný objav nevyrieši. Ani hmotnosť všetkých neutrín, prirátaná k hmotnosti „viditeľnej" hmoty nezvýši celkovú hmotnosť viditeľnej, detegovateľnej hmoty (prejavujúcej sa iba gravitáciou) natoľko, aby sa tvorcovia kozmologických teórií bez tmavej/chýbajúcej hmoty zaobišli. A napokon: ani kombinovaná gravitačná sila všetkých neutrín nestačí na to, aby pribrzdila rýchlosť rozpínania sa vesmíru a zvrátila expanziu do Big Crunchu, do etapy postupného zmršťovania sa kozmu do východzieho stavu.

Senzačný objav však odklial záhadu, ktorá už oddávna znepokojuje všetkých astrofyzikov, najmä slniečkárov: dnes už vedia, prečo Slnko emitovalo do okolitého priestoru iba tretinu teoreticky vypočítaných neutrín. Vedci síce predpokladali, že elektrónové neutrína, emitované Slnkom, na ceste k Zemi oscilujú. teda menia sa na muon- a tau-neutrína, ale dokázať to nevedeli. Tím okolo Superkamiokande dokázal, že takéto oscilácie sú možné; teraz už ide iba o to, či sa podarí vyvinúť experiment, ktorý by aj slnečné neutrína dokázal rozlíšiť a zrátať. Najnovší neutrínový detektor v Sudbury (Ontario) je zariadenie, pomocou ktorého vedci aj mystérium chýbajúcich slnečných neutrín môžu už onedlho vyriešiť.

Spracoval –eg–

Z protokolu tímu Superkamiokande pre tlačovú konferenciu

Vďaka podzemnému detektoru neutrín, Superkamiokande, ktorý dokáže zmerať rozdiely kľudovej hmotnosti jednotlivých druhov neutrín, sme zistili, že prinajmenšom jedno z troch druhov neutrín, (podľa všetkého muón), počas prieniku telesom Zeme na istý čas mizne a po prekonaní niekoľkých stoviek kilometrov sa opäť sa objavuje, pričom sa mení na iný druh neutrína. Počas „zmiznutia a prevtelenia" sa energia neutrína zmení, čo 13 400 veľkoplošných detektorov dokáže vďaka mikrovzplanutiam (po zrážke neutrína s molekulou vody) zmerať. Tento rozdiel medzi kľudovými hmotnosťami dvoch oscilujúcich neutrín, alebo rozdiel medzi nulovou hmotnosťou jedného a nenulovou hmotnosťou druhého dokazuje, že prinajmenšom jedno neutríno kľudovú hmotnosť malo. Nameraný rozdiel – 0,07 elektronvoltov (eV) zvyšuje pravdepodobnosť správnosti hypotézy kľudovej hmotnosti neutrín na viac ako 50 %. Na základe výsledkov, ktoré sme získali, môžeme konštatovať, že celková hmotnosť neutrín vo vesmíre musí byť značná. V najhoršom prípade, ak nenulovú kľudovú hmotnosť má iba jedno z troch druhov neutrín, vytvárajú neutrína 10 percent celkového objemu baryonickej, obyčajnej hmoty, ktorá je stavebným materiálom hviezd i ľudí. V prípade opačného extrému, ak by kľudovú hmotnosť v hodnote niekoľkých elektronvoltov mali všetky druhy neutrín a my sme zmerali ibe nepatrný rozdiel medzi ich dvomi podobami, s takmer rovnakou hmotnosťou, potom by museli neutrína tvoriť dominantný podiel celkovej hmoty vesmíru.

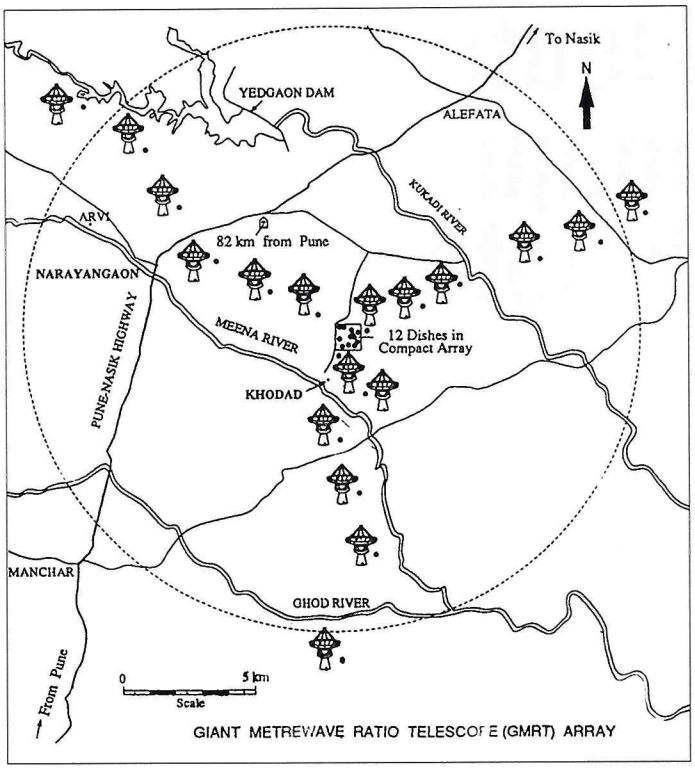
Superkamiokande Press Releas

Kompletné správy o objave neutrínových oscilácií môžete nájsť na internetových adresách:
http://www.phys. hawaii.edu/~jgl/neutrino_news.html
http://www.phys.hawaii.edu:80/~jgl/nuosc_story.html

LADISLAV HRIC /

Najväčšie astronomické „ucho“ sveta

India má obrovský duševný potenciál a vedecký výskum na vysokej úrovni. V mnohých vedných oboroch je India na poprednom mieste vo svete, mnohé laboratóriá sú vybavené špičkovou technikou, mnohí indickí vedci prednášajú na amerických univerzitách a India má aj vlastný kozmický výskum. V tomto článku by som chcel opísať stretnutie s najväčším rádioteleskopom sveta, nachádzajúcim sa 80 km severne od známeho univerzitného mesta Pune.



Obrí teleskop na metrové vlny (GMRT) je najväčším anténnym prijímačom na svete.

Aké miesto má v Indii astronómia? Je to jedna z najstarších vied a ako taká si našla pevné postavenie v indickej komunite už pred mnohými storočiami. V hlavnom meste Dillí som mal možnosť obdivovať Jantar Mantar – stredoveké observatórium vybudované v 18. storočí, navštívil som viacero observatórií, ako napr. Observatórium Vainu Bappu s 2,3 m reflektorom, ktorý je vybavený najmodernejšou elektronikou, na Tatovom ústave základného výskumu (TIFR – skratka z angl. Tata Institute of Fundamental Research). Tu som videl niektoré výsledky kozmického výskumu, no najviac na mňa zapôsobila návšteva obrieho rádioteleskopu, ktorú mi umožnili indickí kolegovia v Pune.

GMRT

Obrí teleskop na metrové vlny (GMRT – skratka odvodená z anglického názvu Giant Metre-wave Radio Telescope) je vybudovaný neďaleko dedinky Khodad, 80 km severne od mesta Pune, presne na 19,06° severnej zemepisnej šírky a 74,03° východnej zemepisnej dĺžky.

Je najväčším anténnym prijímačom na svete a ako celok môže pracovať aj na princípe apertúrnej syntézy. Celý anténny systém má 3-krát väčšiu zbernú plochu ako VLA v Novom Mexiku v USA. Na frekvencii 327 MHz je jeho citlivosť 8-krát väčšia než VLA, má 1,6-krát väčší výkon a konečne aj 4-krát väčší vlnový rozsah. Keď som sa ocitol v centre anténneho systému, mal som pocit, že hrám vo vedecko-fantastickom filme. Všade vôkol bolo vidieť množstvo parabolických antén, rozprestierajúcich sa až po horizont. Akoby bola nimi posiata celá zemeguľa.

Pôvodný návrh predpokladal výstavbu 34 parabolických valcov pracujúcich v rozsahu 38–610 MHz s celkovou zbernou plochou 100 000 m^2. Výsledkom rozsiahlehej oponentúry bola zmena pôvodného návrhu: valce nahradili parabolické taniere. Treba pripomenúť, že konštruovanie tanierov je mnohokrát nákladnejšie ako výstavba valcovitých antén s tou istou zbernou plochou, preto výsledná zberná plocha predstavuje asi 50 000 m^2. Menšia zberná plocha oproti pôvodnému zámeru bola však kompenzovaná zlepšením ostatných parametrov, napr. frekvenčným rozsahom a pokrytím oblohy. Antény sú rozmiestnené v okruhu 25 km, ako je to znázornené na priloženom nákrese. Systém dovoľuje použitie 6 vlnových rozsahov v rozmedzí 38–1420 MHz. Dosiahnuteľné uhlové rozlíšenie kolíše od 2" pre 1420 MHz do 75" pre 38 MHz. Zariadenie je projektom TIFR, pre ktoré bolo zriadené akademické centrum priamo v areáli Univerzity v Pune.

Po 2. svetovej vojne sa veľa pionierskej práce v rádioastronómii urobilo na metrových vlnách, ale vývoj interferometrických techník a prijímačov s nízkym šumom a príslušnej elektroniky ukázal stabilný posun záujmu v smere ku kratším vlnovým dĺžkam, kde je menší pozaďový šum galaxie a kde pre danú anténu alebo interferometrickú základňu môže byť dosiahnuté lepšie uhlové rozlíšenie. Najvýkonnejšie rádioastronomické zariadenia sveta dnes pracujú hlavne na cm a dm vlnách, hoci existuje veľa nevyriešených problémov, ktoré sa dajú najlepšie študovať práve na metrových vlnách. Dôležitosť tejto časti rádiového spektra bola už počas histórie rádioastronómie niekoľkokrát dokázaná. Väčšina potenciálu svetového prístrojového vybavenia zostáva nevyužitá, nakoľko tieto prístroje sú limitované citlivosťou, rozlišovacou schopnosťou a frekvenčným rozsahom, ako aj neschopnosťou mnohých z nich sledovať pozorovaný objekt dlhšiu dobu. Zanedbanie metrovej rádioastronómie spôsobil zrejme aj rast distorzie na dlhších vlnách v dôsledku ionosférických nepravidelností. V súčasnosti je možné ionosférické efekty potlačiť metódami vlastnej kalibrácie. Na základe uvedených faktov vznikol projekt výstavby najväčšieho rádioteleskopu práve na príjem metrových vĺn.

Najzaujímavejšou otázkou je astrofyzikálne zameranie tohto unikátneho prístroja. GMRT je určený na pokrytie širokého rozsahu rádiového spektra od 20 cm do 8 m. Niektoré aspekty jeho parametrov však boli vybrané s prihliadnutím hlavne na 2 astrofyzikálne úlohy, ktoré sa bude snažiť vyriešiť:

1. **hľadanie spektrálnych čiar neutrálneho vodíka s vysokým červeným posunom, produkovaných protokopami a protogalaxiami s cieľom pokúsiť sa určiť dobu vzniku galaxií,**
2. **hľadanie nových krátkoperiodických pulzarov.**

Zo všeobecného hľadiska je GMRT mnohostranný prístroj na široké použitie. Jeho parametre ho predurčujú na výskum temer všetkých typov astrofyzikálnych objektov, ktoré sú rádiovými zdrojmi. Pri štúdiu je možné využívať buď detekciu kontinua, alebo detekciu jednotlivých spektrálnych čiar.

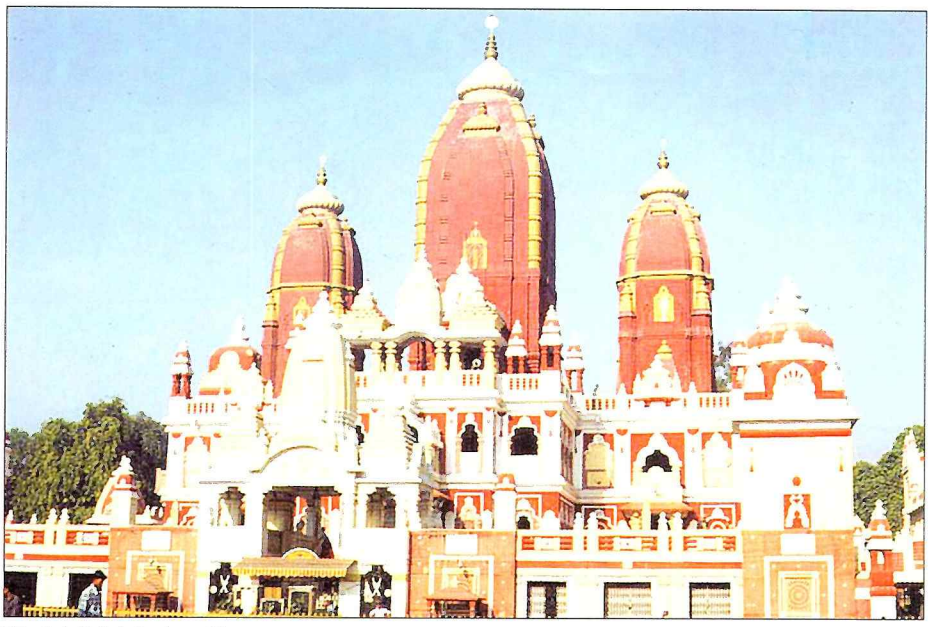
Štúdium kontinua umožní hlbší výskum nasledovných objektov a nevyriešených problémov:

Slnečná sústava – detekcia s vysokým časovým rozlíšením (40 milisekúnd) sa využije na štúdium rôznych slnečných a planetárnych rádiových vzplanutí. Pozorovanie medziplanetárnej scintilácie vzdialených rádiových zdrojov poskytuje cenné informácie o rýchlosti slnečného vetra. Kombináciou s mapami aktívnych oblastí na Slnku s vysokým rozlíšením je možné lepšie pochopenie slnečnej aktivity, erupcií, protuberancií, koronálnych dier a porúch v medziplanetárnom priestore. Ďalej bude možné študovať aj ionosféry a magnetosféry planét pozorovaním scintilácie rádiových zdrojov v tesnej blízkosti vybraných objektov.

Rovina Galaxie – prehliadka rádiového pozadia a detailné zobrazenie zaujímavých zdrojov môže viesť k hlbšiemu pochopeniu evolúcie H II oblastí, planetárnych hmlovín a pozostatkov po mladých supernovách.

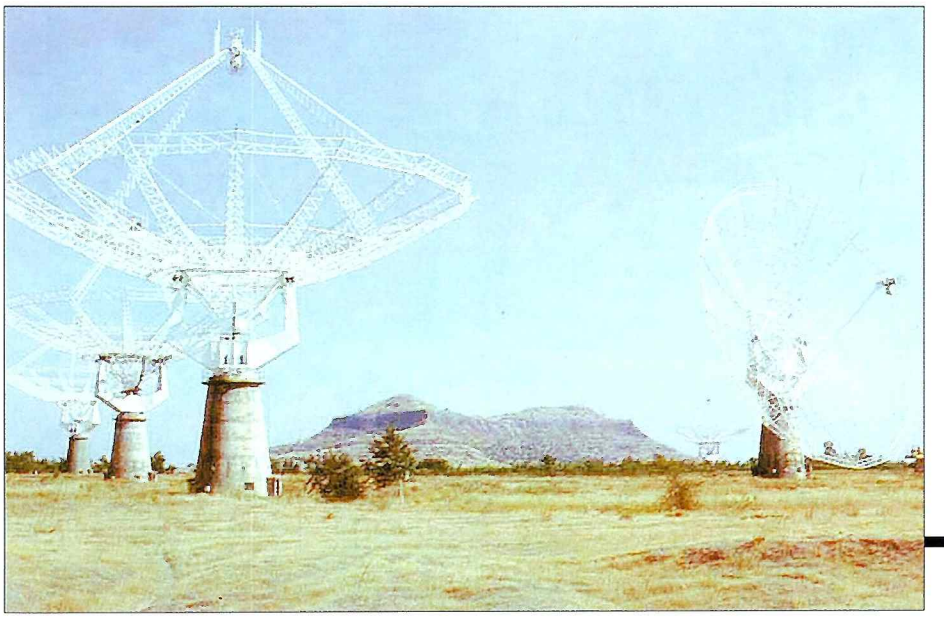
Rádiohviezdy – na metrových vlnách sú najvýraznejšie červené eruptívne trpasličie hviezdy typu UV Ceti, u ktorých sa pozorujú časté rádiové vzplanutia. Ostatné typy sú rádiové dvojhviezdy, kataklizmatické premenné a X zdroje s rádiovým žiarením: Sco X-1, Cyg X-3, SS 433 a ďalšie.

Pulzary – GMRT je najlepšie prispôsobený na



Hinduistický chrám v Pune.

GMRT tvorí 30 takýchto parabolických antén s priemerom 45 m, rozmiestnených na okruhu 25 km², s výslednou zbernou plochou 50 000 m². Systém využíva 6 vlnových rozsahov (v rozmedzí od 38–1420 MHz). GMRT pokrýva široký rozsah rádiového spektra od 20 cm do 8 m.



štúdium pulzarov. Dá sa predpokladať, že jeho pričinením vzrastie počet pulzarov na štvornásobok, čo podnieti veľa dôležitých štatistických prác o pôvode a vývoji pulzarov. Pozorovanie jednotlivých pulzov umožní pomocou 30 antén študovať rysy pulzov vo fázovom režime, ako napr.: tvar pulzov, ich mikroštruktúru, polarizačné charakteristiky, posuv subpulzov, zmeny módu pulzov a scintiláciu v medzihviezdnom prostredí pre veľké množstvo objektov. Hlavným cieľom bude hľadanie rýchlych periodicít, tzv. milisekundových pulzarov, ktorých je v súčasnosti známych len niekoľko málo desiatok. Ani nie 10 z nich je členmi dvojhviezd. Systematické sledovanie binárnych pulzarov na excentrických dráhach môže byť tiež zaujímavým testom všeobecnej teórie relativity.

Presné sledovanie milisekundových pulzarov môže byť použité na určenie hranice existujúceho gravitačného pozadia primordiálneho pôvodu, ktoré vzniklo počas ranného inflačného štádia vývoja vesmíru.

Extragalaktické rádiové zdroje – vysoká citlivosť predurčuje GMRT na štúdium extragalaktických zdrojov, ako napr. supernov vo vonkajších galaxiách, netepelných rádiových halových štruktúr okolo špirálových galaxií, obrích rádiových galaxií a najväčších samostatných štruktúr vo vesmíre. Vysoká rozlišovacia schopnosť teleskopu umožní študovať aj jednotlivé časti rádiových zdrojov, ako sú jadrá, jety, prúdy z jadra, horúce škvrny, ktoré pravdepodobne vznikajú interakciou prúdov s intergalaktickým materiálom, difúzne laloky a zámotky materiálu, ktorý v niektorých prípadoch môže prúdiť späť z horúcej škvrny.

Vo všetkých prípadoch je možné využívať tri základné pozorovacie metódy: apertúrnu syntézu, zákryty Mesiacom a medziplanetárnu scintiláciu.

Druhou základnou rádioastronomickou metódou je štúdium vybraných spektrálnych čiar, čo umožní rozšíriť výskum na ďalšie oblasti astrofyziky:

Neutrálny vodík (H I) – GMRT je zvlášť dobre pripravený mapovať štruktúru H I oblastí v našej Galaxii, ale aj vo vonkajších galaxiách, a v hustých molekulárnych mrakoch. Ďalej bude možné študovať absorpčné spektrum H I oblastí na pozadí extragalaktických zdrojov, štruktúru H I oblastí vo vonkajších galaxiách, rýchlostné polia a rotačné krivky galaxií, z čoho je ďalej možné študovať dynamiku galaxií a rozdelenie tmavej (skrytej) hmoty vo vesmíre. Pozorovaný rozsah rýchlostí H I oblastí poskytuje dobrý indikátor vzdialeností cez Tully-Fisherovu závislosť (medzi rozsahom rýchlostí a svietivosťou galaxie). Toto by mohlo prispieť k objasneniu veľkého atraktora. Tiež bude možné študovať medzigalaktické oblaky neutrálneho vodíka, ako aj galaxie bohaté na vodík.

Protokopy – možno najvzrušujúcejším pokrokom GMRT bude detekcia čiary neutrálneho vodíka s vlnovou dĺžkou 21 cm posunutou dopplerovým efektom až do metrových vĺn. Takto sčervenalá vodíková čiara prichádza od protokôp z ranného vesmíru so z rovným až 10. Toto má principiálny význam pre určenie veku galaxií – základných stavebných kameňov vesmíru.

Deutérium – detekcia hyperjemnej čiary na frekvencii 327 MHz by mala pomôcť spresniť pomer deutéria k vodíku, ktorý sa pohybuje okolo

2×10^{-5} podľa údajov zo satelitu Copernicus. Treba si pripomenúť, že abundancia deutéria je citlivou funkciou hustoty baryónovej hmoty vo vesmíre.

Rekombinačné čiary – veľká zberná plocha GMRT umožní detegovať aj veľmi slabé rekombinačné čiary, vznikajúce v medzihviezdnom prostredí.

Galaxie

Záverom nášho rozprávania si dovolím uviesť aj niekoľko technických parametrov GMRT. Na farebných obrázkoch je detailný záber na jednu z 30 parabolických antén s priemerom 45 m a celkový pohľad na krajinu s GMRT. Klasické parabolické antény boli určené len na centimetrové a decimetrové vlny. Ich cena stúpa veľmi prudko s rozmermi, nakoľko musia odolávať silnému vetru, snehu a námrazám. Špecifikácia GMRT na metrové vlny a neprítomnosť snehu v tejto časti Indie sú hlavnými zdrojmi zlacnenia celého projektu. Každá anténa s priemerom 45 m a ohniskovou vzdialenosťou 18,54 m je zostrojená zo siete tenkých nerezových drôtov natiahnutých na parabolických rámoch. Veľkosť oka siete sa pohybuje od 10×10 mm do 20×20 mm, v závislosti od vzdialenosti od centrálnej časti antény. Takto vzniká veľmi ľahká konštrukcia. Hmotnosť jednej paraboly aj s držiakom je len 82 ton na rozdiel od klasickej parabolickej antény pre centimetrové vlny s hmotnosťou až 250 ton pri priemere len 25 m. Stredná kvadratická odchýlka plochy od ideálneho paraboloidu je len 8 mm. Zberná plocha jednej antény predstavuje 1590 m^2.

Celková záťaž na anténu vetrom s rýchlosťou 133 km/h predstavuje len 50 ton, pričom operovať s anténou je možné do rýchlosti vetra 40 km/h. Veža každej antény je vysoká 15 m a obsahuje dva motory s výkonom 5 kW. Anténu je možné nakláňať v rozsahu 15 –110 , čo spolu s výhodnou polohou GMRT blízko rovníka umožňuje pokryť pozorovaním až 80 % celej oblohy.

Počas mojej návštevy prebiehali na GMRT intenzívne dokončovacie práce, skúšobné merania, a boli už k dispozícii aj prvé výsledky pozorovaní, získaných časťou anténneho systému. Predpokladám, že v súčasnosti už ide anténny sytém na plný „príkon" a že v krátkej dobe budeme mať možnosť informovať našich čitateľov o konkrétnych výsledkoch, získaných týmto unikátnym zariadením.

RNDr. Ladislav Hric, CSc.
Astronomický ústav SAV

Kutter Schiefspiegler 110/2720 mm

Vážená redakcia,

opäť sa Vám chcem týmto spôsobom prihovoriť a predstaviť aj čitateľom Kozmosu ďalší z mojich ďalekohľadov. Je ním Kutter Schiefspiegler 110/2720 mm. Dlho som uvažoval aký typ zostrojiť, s prihliadnutím na pestrosť jestvujúcich systémov. Chcel som niečo tradičné, ale po prvých konzultáciách s Milanom Kamenickým ma tento výrobca ďalekohľadov nasmeroval práve na tento typ prístroja.

Ide o zrkadlový mimoosý systém s primárnym a sekundárnym zrkadlom, kde chod lúčov je v tvare „Z", čím sa dosahuje skrátenie veľkej ohniskovej vzdialenosti primárneho zrkadla. Systém je anastigmát, t. j. nemá žiadne optické chyby. Perfektné zorné pole má priemer 30 mm.

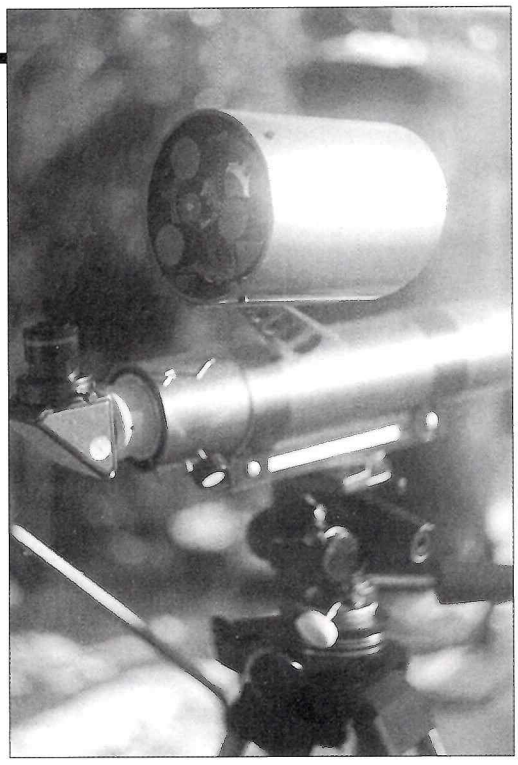
Celú optickú sústavu na môj prístroj zhotovil podľa pôvodného Kutterovho návrhu Milan Kamenický. Priemer primárneho zrkadla je 110 mm, sekundárneho 58 mm a celková ohnisková vzdialenosť 2720 mm. Materiál zrkadiel kremeň SQ-1. O kvalite práce tohto skúseného optika nemožno pochybovať, čo dávalo záruku, že zhotovený optický systém bude bezchybný. Tým zostal uzavretý okruh otázok a odpovedí, nakoľko som môj typ ďalekohľadu nemal možnosť nikde „okukať".

Základom výroby bola, pochopiteľne, optická schéma *(pozri na strane dole)*. Na schéme sa objavujú 3 uhly, 2 dĺžky a ďalšie podporné rozmery. Je vždy dobré schémy prekresliť do mierky 1:1, kde sa jednoznačne určia pozície zrkadiel a okulárový výstup. Z uvedenej schémy sa určí priemer tubusu, ako aj výsekový otvor v samostatnom tubuse pre vstup odrazeného svetla z primáru. Po skreslení tejto schémy 1:1 sa začína vlastná výroba. Primárne zrkadlo sa uchytáva a justuje rovnakými komponentmi ako pri bežnom zrkadlovom prístroji. To isté platí aj pre sekundár. Tu však vystupuje aj justácia okulárovej časti, čo je navyše oproti bežným ďalekohľadom.

Po priložení budúceho tubusu ku schéme sa zaznačuje poloha konzoly na uchytenie primáru, jej veľkosť aj tvar. Na mojom prístroji je tubus PVC rúrka s priemerom 90 mm. Konzola z Al-profilu, frézovaná. Všetky „nepekné" prvky sú obložené tenkým Al-plechom. Vyclonenie tubusu je taktiež podľa optickej schémy, prostredníctvom umelých koncoviek – slnečných clon fotoaparátu z výpredaja.

Po hrubom uchytení prvkov sa opäť prístroj prikladá k optickej schéme, pretože je nutné dodržať vypočítané uhly náklonu, nadväzujúc na vzájomné vzdialenosti zrkadiel.

Tu sa potom maximálne podľa možností nastaví poloha prvkov. No to najťažšie vlastne ešte len prišlo – nikto azda nepochybuje, že justácia nebola na prvý raz hotová. Tu sa jednoznačne osvedčuje laserový kolimátor. Laserový lúč elegantne „preklzuje" určenými dráhami a tým objavuje skutočné odchýlenie zrkadiel od optickej schémy. Pri dobre zjustovanom systéme lúč prebieha od stredu primára cez stred sekundára do stredu okulárového výťahu. Kolimátor som nemal, takže pomocou diódy 4,5 V a ďalších pomocných trubičiek, osových krížov a dávky trpezlivosti som systém zjustoval. Po zjustovaní je potrebné stabilizovať proti posunu zrkadiel, čo sa v mojom prípade vrátilo pri prenášaní ďalekohľadu z miesta na miesto. Prístroj potrebuje stabilnú montáž z dôvodu odstránenia chvenia. Používam prenosnú alebo pevnú paralaktickú montáž z Newtona 130,



ktorá sa v tomto prípade veľmi osvedčila. Ďalekohľad nie je ďalekohľadom, pokiaľ nemá dobrý okulár. Pri použití kvalitného širokouhlého okulára napr. od firmy TeleVue je obraz krásne ostrý, bez akýchkoľvek náznakov optických chýb. Ťažko opisovať, najlepší je individuálny posudok priamym pohľadom.

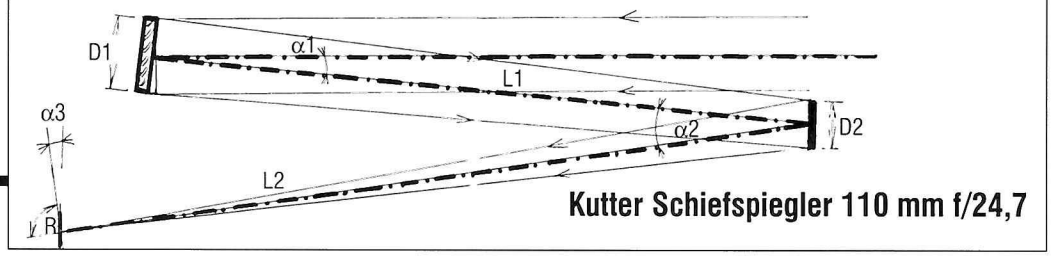
Ďalekohľad je vhodný na planetárne objekty, dvojhviezdy, detailné pozorovania Mesiaca. Vlastné použitie mu predurčujú priemery zrkadiel, ohnisková vzdialenosť a svetelnosť sústavy.

Je zaujímavé, že pri sledovaní nejakého objektu tubus nesmeruje na jeho stred, ale niekoľko stupňov mimo, keďže primárne zrkadlo je uhlovo odklonené, a tak je nevyhnutné mať hľadáčik. Bez neho je prakticky takmer nemožné namieriť na hviezdu či planétu (je to len náhoda, a človeka takéto zameriavanie omrzí).

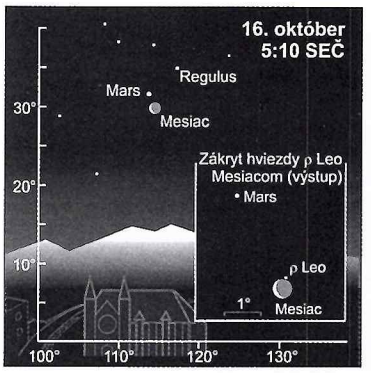
Na záver dodávam, že ma tento ďalekohľad spočiatku potrápil s justáciou, no výsledok, aj po dizajnérskej stránke, nechávam na posúdenie iným. Ak máte otázku, čo takýto prístroj po materiálovej stránke stál, bol by každý veľmi milo prekvapený jeho ekonomickosťou a dostupnosťou každého prvku ďalekohľadu.

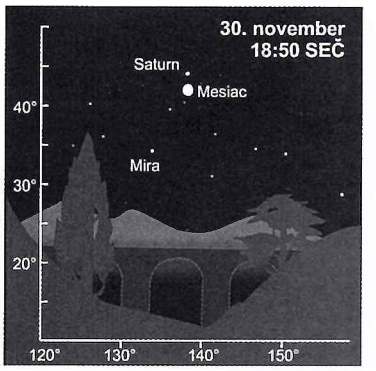
Ing. Ladislav Fico
Pod Katrušou 15
949 05 Nitra 5

L1 Vzdialenosť zrkadiel, **L2** Vzdialenosť sek. zrkadla od ohniska, **D1** Primárne zrkadlo 110 mm, **D2** Sekundárne zrkadlo 60 mm, **R** Pravý uhol, **α1**, **α2**, **α3** Uhly náklonu, **EFL** Výsledná ohnisková vzdialenosť 2720 mm

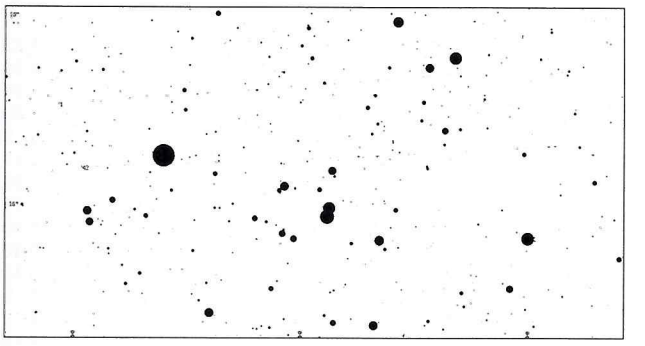


Kutter Schiefspiegler 110 mm f/24,7





Kresby: Július Sliž



Drahy planetiek (1) Ceres a (42) Isis v Hyadach. (Hviezdy do 12 mag.)

Obloha v kalendári October, november

Pripravili: PAVOL RAPAVÝ a JIŘÍ DUŠEK

Všetky časové údaje sú v SEČ

Tohtoročný október a november by sme pokojne mohli nazvať rajom pre zákrytárov, no najmä pre pozorovateľov meteorov. Nestáva sa totiž často, aby v priebehu šiestich týždňov boli predpovedané dva meteorické dažde, alebo aspoň poriadne prehánky.

Planéty

Merkúr je v októbri nepozorovateľný. Napriek tomu, že 11. 11. je v maximálnej východnej elongácii (23°), uhol medzi ekliptikou a obzorom je malý, a tak jeho výška pri západe Slnka nepresiahne 6°. Napriek jeho jasnosti –0.2 mag bude takmer nepozorovateľný.

Venuša je začiatkom októbra len nízko nad východným obzorom (–3.9 mag), no rýchle sa stratí v lúčoch vychádzajúceho Slnka. Po hornej konjunkcii so Slnkom 30. 10. sa začne na večernú oblohu presúvať až koncom novembra.

Mars je pozorovateľný v Levovi, v polovici novembra sa presunie do Panny. Začiatkom októbra vychádza necelé dve hodiny po polnoci, koncom novembra ešte o hodinu skôr. Uvidíme ho ako načervenalý objekt (1.6 mag). Začiatkom októbra je od Zeme vzdialený vyše 300 mil. km a jeho uhlový rozmer je len 4.2". Napriek tomu, že vzájomná vzdialenosť sa zmenšuje, lepšie pozorovacie podmienky nastanú až v budúcom roku, keď 24. 4. bude v opozícii vo vzdialenosti 87.2 mil. km. 6. 10. pred východom Slnka bude necelý stupeň od Regula a 16. 10. o 2. hod. nastane nízko nad východným obzorom jeho konjunkcia s Mesiacom. Uhlová vzdialenosť oboch telies bude 1.4°.

Jupiter je od začiatku októbra pozorovateľný už od súmraku, zapadá skoro ráno. Jeho nočná viditeľnosť sa skracuje a koncom novembra zapadá už o polnoci. Jeho jasnosť sa bude meniť v rozmedzí –2.9 –2.6 mag. 27. 10. večer nastane tesná konjunkcia Jupitera s hviezdou 6.2 mag (SAO 146652), uhlová vzdialenosť oboch telies bude len 3. Nakoľko je 14. 11. Jupiter stacionárny, konjunkcia sa zopakuje aj v posledný novembrový deň. 27. 11. pred polnocou bude možnosť pre fotografov nasnímať peknú postupku Mesiaca s Jupiterom nad západným obzorom.

Saturn vychádza začiatkom októbra na konci nautického súmraku, obdobie jeho viditeľnosti sa zlepšuje, nakoľko 23. 10. je v opozícii so Slnkom, a zároveň najbližšie k Zemi (8.293 AU). Môžeme ho pozorovať ako objekt 0 mag v súhvezdí Ryby. Jeho prstence sa stále roztvárajú, pozorujeme z ich južnej strany. 29. 10. hodinu pred polnocou nastane veľmi tesná konjunkcia (0.3) s hviezdou 6.6 mag (SAO 110214).

Urán zapadá krátko po polnoci, koncom novembra už o 20:30. 19. 10. je stacionárny ako objekt 5.8 mag v Kozorožcovi a ďalej sa bude pohybovať v priamom smere.

Neptún je v Strelcovi ako objekt 7.9 mag. 11. 10. je stacionárny a priamym pohybom sa dostane 14. 11. do Kozorožca. Podmienky viditeľnosti sú podobné ako u Uránu, zapadá však o hodinu skôr.

Pluto bude až do roku 2003 v Hadonosovi. Podmienky na jeho pozorovanie sa zhoršujú.

Planétky

Predpovedaných je 31 zákrytov hviezd planétkami, avšak z tých nádejnejších je len 8 s hviezdami jasnejšími ako 10 mag.

17 planétiek (pozri kalendár úkazov) bude v opozícii jasnejších ako 11 mag. Pre tých, ktorí si radi pozrú planétky v zaujímavej časti oblohy, ponúkame typ na krásnom pozadí Hyád.

Efemerida planétky (1) Ceres

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
8.11.	04h40.6m	+17°02.5'	7.5
10.11.	04h39.1m	+17°04.4'	7.4
12.11.	04h37.5m	+17°06.4'	7.4
14.11.	04h35.8m	+17°08.3'	7.3
16.11.	04h34.0m	+17°10.3'	7.3
18.11.	04h32.2m	+17°12.4'	7.2
20.11.	04h30.3m	+17°14.5'	7.2
22.11.	04h28.4m	+17°16.6'	7.1
24.11.	04h26.4m	+17°18.8'	7.1
26.11.	04h24.4m	+17°21.1'	7.0
28.11.	04h22.4m	+17°23.5'	7.0

Efemerida planétky (42) Isis

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
8.11.	04h39.6m	+16°22.8'	10.9
10.11.	04h37.7m	+16°23.9'	10.9
12.11.	04h35.7m	+16°25.2'	10.9
14.11.	04h33.6m	+16°26.4'	10.8
16.11.	04h31.5m	+16°27.7'	10.8
18.11.	04h29.3m	+16°29.1'	10.7
20.11.	04h27.1m	+16°30.5'	10.7
22.11.	04h24.8m	+16°32.0'	10.6
24.11.	04h22.5m	+16°33.5'	10.6
26.11.	04h20.2m	+16°35.1'	10.6
28.11.	04h17.9m	+16°36.9'	10.6

Kométy

Známa krátkoperiodická kométa 21P/Giacobini-Zinner sa bude pohybovať z Hadonosa cez Hada, Orla do Kozorožca a v druhej polovici novembra by mala dosiahnuť jasnosť 9 mag. 3. 11. bude v perihéliu a 18. 11. prejde len niekoľko minút južne od a Cap.

Efemerida kométy 21P/Giacobini-Zinner

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
4.10.	17h 28.1m	+08° 42.5'	10.5
9.10.	17h 41.1m	+06° 44.2'	10.3
14.10.	17h 55.4m	+04° 39.6'	10.0
19.10.	18h 11.0m	+02° 28.3'	9.8
24.10.	18h 28.0m	+00° 10.5'	9.6
29.10.	18h 46.3m	–02° 13.5'	9.4
3.11.	19h 06.1m	–04° 42.8'	9.2
8.11.	19h 27.4m	–07° 15.9'	9.1
13.11.	19h 50.1m	–09° 50.3'	9.0
18.11.	20h 14.2m	–12° 22.7'	8.9
23.11.	20h 39.6m	–14° 49.1'	8.9
28.11.	21h 06.1m	–17° 04.9'	8.9
3.12.	21h 33.4m	–19° 05.9'	9.0

Tabuľka pozorovateľných prechodov Veľkej červenej škvrny centrálnym poludníkom Jupitera v SEČ

2.10.	2:22	15.10.	17:58	31.10.	1:17	15.11.	18:34
2.10.	22:13	16.10.	23:45	31.10.	21:09	17.11.	00:21
3.10.	18:04	17.10.	19:36	1.11.	17:00	17.11.	20:13
4.10.	23:51	19.10.	1:23	2.11.	22:47	19.11.	21:52
5.10.	19:43	19.10.	21:14	3.11.	18:38	20.11.	17:43
7.10.	1:29	20.10.	17:05	5.11.	00:26	21.11.	23:30
7.10.	21:21	21.10.	22:52	5.11.	20:17	22.11.	19:22
9.10.	3:08	22.10.	18:44	7.11.	21:55	24.11.	21:00
9.10.	22:59	24.10.	00:31	8.11.	17:47	25.11.	16:52
10.10.	18:50	24.10.	20:22	9.11.	23:34	26.11.	22:39
12.10.	00:37	26.10.	22:00	10.11.	19:25	27.11.	18:31
12.10.	20:28	27.10.	17:52	12.11.	21:04	29.11.	00:18
14.10.	2:15	28.10.	23:39	13.11.	16:56	29.11.	20:10
14.10.	22:06	29.10.	19:30	14.11.	22:43	30.11.	16:0

Dlhoperiodická kométa C/1998 M5 (LINEAR) (Lincoln Laboratory Near-Earth Asteroid Research) prejde perihéliom až 24. januára a podmienky jej viditeľnosti sa budú zlepšovať. V týchto dvoch mesiacoch sa presunie z Labute do Lýry, odkiaľ sa bude pohybovať k severnému svetovému pólu, okolo ktorého prejde v polovici marca.

Efemerida kométy C/1998 M5 (LINEAR)

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
4.10.	19h 33.5m	+39° 31.9'	10.8
9.10.	19h 23.2m	+39° 01.1'	10.8
14.10.	19h 14.4m	+38° 28.3'	10.7
19.10.	19h 07.0m	+37° 55.8'	10.7
24.10.	19h 00.9m	+37° 25.2'	10.6
29.10.	18h 56.0m	+36° 58.1'	10.6
3.11.	18h 52.1m	+36° 35.5'	10.6
8.11.	18h 49.3m	+36° 18.3'	10.5
13.11.	18h 47.2m	+36° 07.0'	10.5
18.11.	18h 45.9m	+36° 02.4'	10.4
23.11.	18h 45.3m	+36° 04.8'	10.4
28.11.	18h 45.3m	+36° 14.9'	10.3
3.12.	18h 45.8m	+36° 32.9'	10.3

Meteory

Po hlavnej meteorárskej sezóne počas letných prázdnin je tu jeseň a s ňou okrem Orioníd aj dva očakávané meteorické dažde.

Drakonidy s cirkumpolárnym radiantom v hlave Draka sú v činnosti od 6. do 10. októbra. Geneticky súvisia s kométou 21P/Giacobini-Zinner, ktorá prejde perihéliom 22. 11. Je veľmi pravdepodobná zvýšená frekvencia tohto roja, nakoľko vzájomná poloha Zeme a kométy je podobná ako v roku 1985, keď zenitová frekvencia bola 200–700. Zem prechádza uzlom len 50 dní pred kométou a minimálna vzdialenosť Zeme od dráhy kométy je necelých 6 mil. km. Maximum by malo byť pozorovateľné 8. 10. medzi 18.–22. hod. SEČ, bude ho však rušiť Mesiac tri dni po splne.

Tohtoročným bonbónikom budú Leonidy, ktorých frekvencia sa v posledných rokoch zvyšovala. V tomto roku je predpokladaná frekvencia až 10 000 meteorov za hodinu. Pre našich pozorovateľov je však sklamaním, nakoľko predpoveď maxima je na 17. 11. medzi 20.–21. hod. a radiant u nás vychádza až okolo 22. hodiny. Lepšie na tom budú početné expedície, ktoré si (vzhľadom na stabilné počasie) za pozorovacie miesto zvolili Mongolsko a Čínu. Monitorovanie tohto roja je však veľmi cenné, a tak aj keď neuvidíte meteorický dážď, ktorý by mohol trvať až 2 hodiny, nenechajte si ujsť aspoň pokles aktivity! Je však istá pravdepodobnosť, že maximum jasných meteorov by mohlo byť viditeľné aj od nás...

Leonidy sú pozorované od roku 902 a v tomto storočí boli pozorované meteorické dažde v roku 1965 (ZHR 5000) a 1966 (ZHR okolo 150 000). Materskou kométou Leoníd je krátkoperiodická (33.22 roka) 55P/Tempel-Tuttle a za zmienku ešte stojí, že pri meteorickom daždi roku 1833 si pozorovatelia prvýkrát uvedomili existenciu radiantu.

Z ďalších hlavných rojov sú v tomto období v činnosti južné Tauridy (1. 10.–25.11. s maximom 3. 11.) a severné Tauridy (1. 10.–25. 11. s maximom 13. 11.). Oba roje majú pomalé meteory (28 km/h) a zenitová frekvencia v maxime

Zákryty hviezd Mesiacom (október–november)

Dátum	UT h m s	D/R	Mg	Poz. °	CA °	h	fáza	Star(XZ)	a	b	hs
98/10/ 1	21 27 9	D	73	124	41S	18	0.37	29302	-1.89	-2.30	
98/10/ 1	21 24 3	D	75	71	87N	19	0.37	29306	-1.10	-0.57	
98/10/ 1	21 53 32	D	76	59	75N	16	0.37	29326	-0.81	-0.39	
98/10/ 2	18 56 21	D	70	352	12N	28	0.40	30242	0.57	5.34	
98/10/ 4	0 8 49	D	56	43	68N	20	0.44	31256	-0.56	0.12	
98/10/ 4	0 21 41	D	69	108	46S	18	0.44	31269	-1.11	-1.97	
98/10/ 4	21 50 55	D	51	71	74S	38	0.47	32144	-1.45	0.42	
98/10/ 4	23 51 4	D	52	43	80N	32	0.48	32205	-0.88	0.45	
98/10/ 7	18 23 42	R	44	303	50N	8	0.57	3667	-0.20	0.73	
98/10/10	0 16 23	R	57	282	76N	49	0.65	6351	-1.45	0.54	
98/10/14	3 15 54	R	63	272	76S	43	0.79	13448	-1.24	1.15	
98/10/15	1 6 41	R	68	259	60S	13	0.82	14566	-0.07	1.81	
98/10/16	3 2 50	D	38	91	-69N	21	0.85	15797	-0.56	1.52	
98/10/16	4 10 41	R	38	302	80N	32	0.86	15797	-0.97	0.25	-8
98/10/26	18 19 24	D	73	49	55N	10	0.21	26047	-0.67	-0.31	
98/10/28	18 11 15	D	69	107	58S	22	0.28	28766	-1.85	-1.09	
98/10/29	20 42 39	D	79	13	32N	17	0.32	29918	-0.01	1.49	
98/10/29	21 30 43	D	53	96	65S	11	0.32	29962	-0.91	-1.55	
98/10/30	18 20 43	D	49	37	59N	31	0.35	30756	-1.14	1.24	
98/10/30	18 45 11	D	64	107	51S	31	0.35	30769	-2.03	-0.57	
98/10/31	18 23 28	D	73	100	55S	33	0.38	31576	-1.79	0.28	
98/11/ 2	0 32 58	D	71	119	33S	18	0.43	649	-0.87	-2.71	
98/11/ 5	18 3 57	D	39	62	-56N	12	0.55	5596	0.13	1.67	
98/11/ 5	18 56 38	R	39	268	82S	21	0.55	5596	-0.29	1.39	
98/11/ 5	22 59 5	R	53	299	66N	55	0.56	5767	-1.87	-0.69	
98/11/ 5	22 49 50	R	40	210	25S	54	0.56	5772	-0.85	2.70	
98/11/ 6	0 5 36	R	48	236	51S	58	0.56	5813	-1.38	1.22	
98/11/ 6	1 48 36	D	8	91	-86N	53	0.56	5912	-1.42	-0.71	
98/11/ 6	2 57 52	R	8	251	67S	44	0.57	5912	-1.14	-0.45	
98/11/ 6	21 17 19	R	53	261	77S	35	0.59	6957	-0.68	1.48	
98/11/ 7	20 19 9	R	69	291	76N	17	0.62	9044	-0.27	0.92	
98/11/ 8	20 37 6	R	69	262	71S	11	0.66	11070	0.14	1.46	
98/11/15	4 32 27	D	29	135	-72S	25	0.87	18692	-0.78	-0.15	
98/11/16	4 14 38	R	58	263	55S	14	0.91	19360	-0.81	1.91	
98/11/26	19 2 33	D	71	356	17N	21	0.26	30480	0.81	3.82	
98/11/27	20 35 58	D	77	73	84S	20	0.30	31329	-0.87	-0.76	
98/11/29	23 49 31	D	70	45	71N	15	0.37	1461	-0.37	-0.03	
98/11/30	23 10 49	D	78	62	89N	32	0.41	2785	-0.90	-0.32	

Pripravil: J. Gerboš

Zákryty hviezd planétkami (október – november)

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	%
*Oct 02	01h30m	02h00m	250 Bettina	S 60 033	8.1	5.4	4	47			
*Oct 03	23h15m	23h45m	52 Europa	G 1 297 1080	11.5	0.0	32	32	24	81	95+
Oct 05	00h54m	01h09m	1036 Ganymed	S 56 963	9.4	0.3	3 70	25	67		99+
Oct 17	01h20m	01h30m	77 Frigga	S 80 227	9.3	4.1	3	34			
Oct 18	22h38m	23h20m	126 Velleda	S 77 537	9.0	4.3	14	39			
Oct 20	01h20m	01h37m	762 Pulcova	S 56 879	8.8	4.5	19	78			
Oct 25	02h37m	03h07m	313 Chaldaea	G 145 643	10.3	2.5	10	49			
Oct 26	02h10m	02h40m	1244 Deira	G 2357 830	10.6	4.4	4	63			
Oct 28	16h43m	17h04m	690 Wratislavia	S 145 447	8.8	3.7	14	40	24	21	52+
*Oct 31	02h30m	03h00m	2456 Palamedes	G 232 870	10.5	5.8	7	44			
Oct 31	03h15m	03h45m	3709 Polypoites	G 65 722	10.8	5.2	3	27			
*Nov 02	05h13m	05h43m	240 Vanadis	G 1393 707	9.6	3.9	6	58			
Nov 03	00h20m	00h50m	978 Aidamina	G 673 771	11.6	2.5	6	51	32	45	97+
Nov 06	18h15m	18h45m	489 Comacina	S 129951	9.1	4.0	11	20	6	45	90-
Nov 08	01h03m	01h33m	513 Centesima	S 112009	8.7	6.0	5	50	58	29	80-
Nov 09	16h13m	16h43m	216 Kleopatra	G 5701 1642	10.8	2.9	3	25			
Nov 11	23h40m	00h12m	2569 Madeline	P 096482	8.6	5.4	7	53	10	50	40-
*Nov 12	02h25m	02h55m	1264 Letaba	G 1280 185	10.5	3.6	5	47	35	79	39-
*Nov 17	22h12m	22h42m	373 Melusina	G 2334 232	10.7	2.7	8	76			
*Nov 21	00h30m	01h00m	45 Eugenia	S 94447	8.4	3.6	18	55			
Nov 21	00h13m	00h43m	269 Justitia	G 1312 1376	9.3	5.1	5	57			
*Nov 23	03h13m	03h27m	782 Schneller	P 119761	9.2	7.1	2	30			
Nov 25	03h44m	03h51m	78 Diana	P 705724	10.5	2.6	4	24			
*Nov 25	01h22m	01h52m	231 Vindobona	S 58035	9.0	6.0	6	65			
Nov 26	18h23m	18h35m	362 Havnia	S 165206	8.5	5.3	3	26	24	6	47+
*Nov 26	01h45m	02h15m	234 Barbara	G 173 1754	10.1	3.2	9	47			
*Nov 27	00h30m	01h00m	126 Velleda	S 77207	9.0	3.3	5	67			
*Nov 27	03h55m	04h25m	392 Wilhelmina	S 137634	7.2	8.3	4	35			
Nov 28	22h22m	22h42m	170 Maria	S 39261	9.0	3.7	4	82	16	68	70+
Nov 29	21h08m	21h38m	34 Circe	S 110234	9.2	3.4	17	46	36	14	80+
*Nov 29	04h00m	04h30m	790 Pretoria	G 758 784	9.3	4.6	13	38			

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.

dosahuje len 5 meteorov za hodinu. Oba roje súvisia s kométou 2P/Encke.

Orionidy sú v činnosti od 2. 10. do 7. 11. s maximom 22. 10. a ZHR 20. Súvisia s najznámejšou Halleyovou kométou.

Zo slabých rojov, ktoré sú v zozname IMO, sú v činnosti epsilon Geminidy (max. 18. 10.), ktoré však majú radiant v blízkosti radiantu Orioníd, a sú teda pri ZHR 2 len ťažko odlíšiteľné.

Alfa Monocerotidy (15.–25.11) s maximom 20. 11. však neprekvapia tak ako roku 1995, očakávaná je premenlivá frekvencia okolo 5 meteorov za hodinu.

Noční obloha 5/1998

V Lištičce, kousek od hranic se souhvězdím Šípu, najdete skupinku hvězd šesté velikosti, seskupené do tvaru věšáku či ramínka na šaty – oblíbený objekt mnoha pozorovatelů objektů vzdáleného vesmíru. V literatuře tuto nápadnou kupu najdete také pod názvem Bronchiho kupa či Collinder 399. Jako o malém oblaku severně od dvou hvězd na konci Šípu se ale o Věšáku zmiňuje v „Knize stálic" již starověký astronom Al-Súfi. Jedná se o blízkou a řídkou otevřenou hvězdokupu, či jenom o náhodné seskupení jasnějších hvězd? Po dlouhá léta se hvězdáři přikláněli k druhé z možností. Výsledky družice Hipparcos však leccos změnily.

Evropská kosmická agentura (zkr. ESA) poskytla minulý rok široké veřejnosti katalogy sestavené na základě pozorování sondy Hipparcos. Určitě jste o ní slyšeli – o převratných výsledcích, jež značně ovlivní budoucí rozvoj astronomie i astrofyziky, se psalo i na stránkách časopisu Kozmos. Přesná měření poloh hvězd, a především jejich změny s časem jsou pro hvězdáře nadmíru důležité: hlavním výsledkem Hipparcose jsou přitom právě paralaxy, polohy hvězd, jejich vlastní pohyby a fotometrické vlastnosti. To vše pro jeden milion hvězd do přibližně 12 a půl magnitudy. Tento báječný soubor je možné použít k ledasčemu. Například se můžeme podrobněji podívat na Věšák.

Bronchiho kupu tvoří deset hvězd s jasností mezi 5 a 7 mag, včetně trojice 4, 5 a 7 Vulpeculae. Skupina má úhlové rozměry 2×1 stupeň a je krásným objektem pro triedr či jiný obdobně malý přístroj.

Normálně takto řídké a rozsáhlé skupiny hvězd nejsou považovány za kandidáty na otevřené hvězdokupy (tj. hvězdy, jež vznikly prakticky současně z jednoho molekulového oblaku). Nicméně na začátku století Věšák formálně do svého katalogu zařadil švédský astronom P. Collinder jako 399. objekt. Zřejmě jedinou důkladnou studii kupy provedl téměř před třiceti roky Douglas Hall a Franklin van Landingham. V roce 1970 v „Publications of the Astronomical Society of Pacific" prezentovali tehdy nejlepší dostupná data jednotlivých jasných hvězd, jako je jasnost a spektrální typ. Práci uzavřeli s tím, že šest hvězd Věšáku jsou skutečnou kupou. Hall a van Landingham totiž nalezli u pěti jasných modrých hvězd (spektrální typ A a B) a HD 182955 (obr typu K) stejné radiální rychlosti. Jejich vlastní pohyby a fotometrické paralaxy pak nebyly v rozporu s případnou příslušností ke hvězdokupě. Její vzdálenost odhadli na 400 světelných let, tedy o něco dál než Plejády. Je však nutné poznamenat, že měření, která měli k dispozici, nebyla příliš věrohodná, a tak mohli ke kupě klidně přidat i množství dalších slabých hvězd – jednoduše proto, že data byla natolik nejistá, že jejich členství nevylučovala.

Nyní se ale situace změnila. Věšák totiž byl v dosahu sondy Hipparcos. Předně si musíme říci, že skutečné otevřené hvězdokupy mají většinou průměr menší než 30 světelných let. Plejády zabírají na nebi dva stupně, vzhledem k jejich vzdálenosti 390 světelných let, tudíž nejjasnější členky zabírají v prostoru 13 světelných let. Současně musí mít všechny hvězdy velmi podobné vlastní pohyby – musí se pohybovat stejným směrem.

U spousty hvězdokup, vzhledem k jejich příliš velkým vzdálenostem, nemůžeme tyto dvě vlastnosti posuzovat, nicméně u Věšáku to jde. Základní informace o desíti nejjasnějších hvězdách Cr 399 najdete v přiložené tabulce. Nejistota ve vlastních pohybech, tj. změny rektascenze a deklinace vlivem prostorového pohybu hvězdy, je uvedena s chybou menší než 1 na posledním platném místě. Paralaxy jsou pak uvedeny s chybou kolem 0,8 milivteřiny. Pro nejvzdálenější hvězdy je to tudíž chyba dvacet pět procent, naopak pro nejbližší pouze pět procent.

Jak je patrné, vzdálenost hvězd se pohybuje mezi 1 140 (u druhé HD 182422, avšak s nejistotou 300 sv. let) a 218 světelnými roky (pro šestou HD 182919). Ihned je tedy zřejmé, že původní Hallova a van Landinghamova kupa vzala za své.

Porovnáním seznamu se také ukazuje, že jen stěží mezi desítkou hvězd najdeme alespoň dvojici s podobnou vzdáleností i vlastním pohybem. Například HD 182620 a HD 182972 sice leží stejně daleko, nicméně evidentně se každá pohybuje jinam.

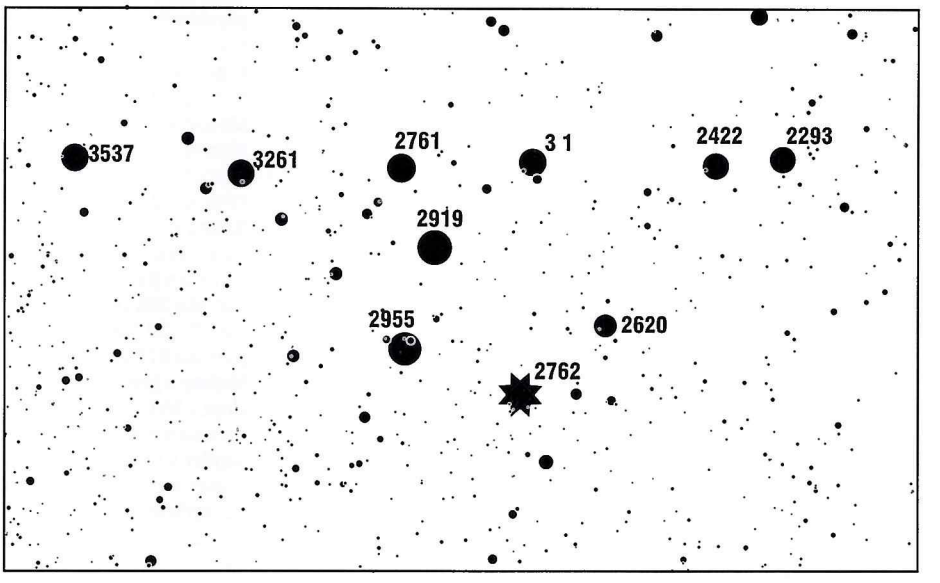
Žádná otevřená hvězdokupa Věšák tedy zcela jistě neexistuje. K tomuto závěru jsme dokonce ani nepotřebovali znát (tak jako Hall a van Landingham) radiální rychlosti jednotlivých hvězd. Stačilo jen použít přesná měření zprostředkovaná družicí Hipparcos.

Obloha začínajícího podzimu je především ve znamení takových souhvězdí jako Andromeda, Perseus či Kasiopeja. Pozorně se bez dalekohledu podívejte například přibližně doprostřed mezi delta Cephei a kappa Andromedae. Třeba se vám podaří – na západním okraji Mléčné dráhy – spatřit jasnou otevřenou hvězdokupu M 52 (NGC 7654). Jestliže to nevyjde, musíte si vzít alespoň triedr. Jelikož je ale tato hvězdokupa poměrně kompakt-

Fotometrický a astrometrický Věšák

HD	α	δ	Δα	Δδ	π	V	B–V	sp. typ	
182293	19h 03m 12s	+20 16,7'	-7	+99	9,1+-0,8	7,2	1,2	K3	III
182422*	19h 03m 47s	+20 15,9'	+3	+0	2,9+-0,7	6,4	0,0	B9.5	V
182620*	19h 04m 44s	+19 56,4'	+19	+9	6,0+-0,8	7,2	0,1	A2	V
182761*	19h 05m 22s	+20 16,3'	-6	-17	8,2+-0,7	6,3	--0,0	A0	V
182762	19h 05m 29s	+19 47,9'	+97	-71	13,8+-0,7	5,2	1,0	K0	III
182919*	19h 06m 13s	+20 05,9'	+3	-36	14,9+-0,7	5,6	0,0	A0	V
182955*	19h 06m 29s	+19 53,5'	+1	-48	7,2+-0,8	5,8	1,6	K5	III
182972*	19h 06m 31s	+20 15,5'	-1	-11	5,8+-0,8	6,6	0,0	A1	V
183261	19h 07m 54s	+20 14,8'	+4	-8	3,6+-0,8	6,7	-0,0	B3	II
183537	19h 09m 21s	+20 16,8'	+3	-17	4,3+-0,8	6,3	-0,1	B5	Vn

Polohy (ekv. 2000,0) jsou z PPM katalogu, vlastní pohyby, t.j. změny rektascenze Δ α a deklinace Δ δ jsou v úhlových milivteřinách za rok, paralaxy π v úhlových milivteřinách. Jasnost ve fotometrickém oboru V a barevný index B–V v magnitudách. Hvězdou jsou označeny hvězdy považované Douglasem Hallem a van Landighamem za členy kupy.



Věšák

ní, není lehké ji nalézt. Ve větších dalekohledech s ní už žádné problémy nebudou. V Sometu binaru 25×100 je velmi pěkná, s úhlovým průměrem menším než desetina zorného pole. Vypadá jako mlhavá skvrna, na jejímž západním okraji leží jasnější hvězda osmé velikosti. Je zcela nepřehlédnutelná a najdete ji i při „zametání", tedy když se náhodou ocitne v zorném poli. Na první kouknutí v ní jednotlivé hvězdy nerozlišíte, ale při pečlivém bočním pohledu si možná dvou-tří nejnápadnějších hvězd všimnete. Ve větších dalekohledech se ovšem M 52 promění v nepříliš hezkou, úhlově velkou kupu hvězd. V třiceticentimetrovém dobsonu při zvětšení 170× již zabírá celé zorné pole a není ničím zajímavá.

Vzdálenost hvězdokupy M 52 se odhaduje na necelých pět tisíc světelných let a její skutečný průměr je tedy 20 světelných let. V jejím středu připadá na jeden krychlový parsek 50 stálic! Ve sféře, jenž by sahala od středu do vzdálenosti 4,3 světelného roku (tedy tak daleko, jak je ke Slunci nejbližší Proxima Centauri), by jste tudíž mohli napočítat několik desítek hvězd! Za objevitele 52. objektu katalogu Charlese Messiera se považuje právě Ch. Messier. Všiml si ji 7. září 1774, když sledoval kometu, kterou téhož roku také sám nalezl.

Ve středu souhvězdí Kasiopeji také najdete gama Cassiopei, normálně stálici třetí velikosti. Roku 1937 se však tato žhavá hvězda obklopená rozsáhlou obálkou z ničeho nic zjasnila na 1,5 magnitudy. Poté začala opět slábnout a v roce 1941 již byla na své původní jasnosti. Před třiceti roky se zase zjasnila, tentokráte pouze o půl magnitudy. Od té doby se u ní pozorují mírné variace. Proto se na ni občas podívejte, třeba opět zazáří. Gama Kasiopeji je totiž rychle rotující hvězda, jenž při odchodu z hlavní posloupnosti ztrácí v rovníkové oblasti svoji látku.

Jiná významná proměnná hvězda byla v Kasiopeji poprvé spatřena v prvních listopadových dnech roku 1572, kdy v severní části souhvězdí vzplála jedna z mála pozorovaných supernov naší Galaxie. Jedenáctého listopadu 1572 byla poprvé pozorována Dánem Tychem Brahe: „Minulého roku v listopadu, jedenáctého, večer po západu Slunce, když jsem po svém zvyku obdivoval hvězdy na jasném nebi, postřehl jsem, že nová a neobvyklá hvězda, převyšující všechny ostatní jasností, svítí mi právě nad hlavou, a protože od dětství znám hvězdy dokonale (což není nijak zvláště obtížné), bylo mi zcela zřejmé, že žádná hvězda v těch místech dříve nebývala, tím spíše žádná tak jasná jako tato.

Byl jsem překvapen, že jsem se nestyděl nevěřit svým očím. Ale když jsem jiným ukázal místo a oni tam hvězdu také viděli, nebylo pochyb. Je to skutečně zázrak, buď největší od začátku světa v přírodě vůbec, nebo aspoň zázrak stejně veliký jako ony popsané v Písmu, totiž zastavení se Slunce na nebeské dráze na prosbu Jošuovu a zatmění Slunce při ukřižování. Neboť všichni filozofové se shodují a fakta to prokazují, že na nebi není žádných změn, vzniku ani zániku, ale že nebe a nebeská tělesa na něm se nemění ani co do počtu, rozměrů, světla, ani v žádném jiném ohledu..."

V době Tychonova objevu měla supernova jasnost rovnou Jupiteru. Do konce listopadu se zjasňovala, až byla rovna Venuši. Poté opět začala slábnout. Zároveň výrazně měnila barvu. Nejdříve byla bílá, později žlutá, potom oranžová a nakonec červená. Bez dalekohledu byla pozorovatelná až do března roku 1574.

Kalendár úkazov október–november (časy sú v SEČ) a výročí

Deň,	čas	Úkaz
1.10.		planétka **236 Honoria** v opozícii (10.5 mag)
1.10		**40. výročie** založenia NASA (1958)
2.10	22.4	minimum **ß Per** (A=2.1-3.4 mag, P=2.867d)
4.10.	10.4	**konjunkcia** Jupitera s Mesiacom (Jupiter 0.9° severne)
4.10.		planétka **185 Eunike** v opozícii (10.9 mag)
4.10.		planétka **532 Herculina** v opozícii (10.7 mag)
5.10.	21.2	**Mesiac** v splne
5.10.		planétka **14 Irene** v opozícii (10.6 mag)
6.10.	14.1	**Mesiac** v prízemí
7.10.	4.5	**konjunkcia** Saturna s Mesiacom (Saturn 2.2° severne)
8.10.		**125. výročie** narodenia E. Hertzsprunga (1873)
8.10.		maximum meteorického roja **Drakonidy** (možná vysoká aktivita)
9.10.	16.6	**konjunkcia** Aldebarana s Mesiacom (Aldebaran 0.5°severne)
11.10.	7	**Neptún** stacionárny
11.10.		**30. výročie** Apolla 7
11.10.		**240. výročie** narodenia W.Olbersa
12.10.	12.2	**Mesiac** v poslednej štvrti
16.10.	2.1	**konjunkcia** Marsu s Mesiacom (Mars 1.4°severne)
17.10.		planétka **44 Nysa** v opozícii (9.8 mag)
18.10.		maximum meteorického roja **epsilon Geminidy**
18.10.	21	**Urán** stacionárny
20.10.	3.3	minimum **ß Per** (A=2.1-3.4 mag, P=2.867d)
20.10.	11.1	**Mesiac** v nove
21.10.	6.2	**Mesiac** v odzemí
22.10.		maximum meteorického roja **Orionidy**
23.10.	0.1	minimum **ß Per** (A=2.1-3.4 mag, P=2.867d)
23.10.	19	**Saturn** v opozícii
25.10.		koniec používania letného času
25.10.	20.9	minimum **ß Per** (A=2.1-3.4 mag, P=2.867d)
25.10.		planétka **106 Dione** v opozícii (10.7 mag)
26.10.		planétka **20 Massalia** v opozícii (8.8 mag)
26.10.		planétka **674 Rachele** v opozícii (11.0 mag)
28.10.	12.7	**Mesiac** v prvej štvrti
28.10.	21.5	**Urán** v konjunkcii s Mesiacom (Urán 1.7°južne)
30.10.	5	**Venuša** v hornej konjunkcii
31.10.	17.2	**Jupiter** v konjunkcii s Mesiacom (Jupiter 1.1°severne)
3.11.		maximum meteorického roja **južné Tauridy**
3.11.		**25. výročie** Marineru 10
4.11.	1.7	**Mesiac** v prízemí
4.11.	6.3	**Mesiac** v splne
5.11.		planétka **15 Eunomia** v opozícii (7.9 mag)
6.11.		3.3 **zákryt** Aldebarana Mesiacom
8.11.		planétka **51 Nemausa** v opozícii (10.7 mag)
9.11.		planétka **69 Hesperia** v opozícii (10.8 mag)
10.11.		planétka **46 Hestia** v opozícii (10.7 mag)
11.11.	1.5	**Mesiac** v poslednej štvrti
11.11.	9.9	**Merkúr** v najväčšej východnej elongácii(23°))
11.11.	21.8	**konjunkcia** Regulusa s Mesiacom (Regulus 0.9°severne)
13.11.		maximum meteorického roja **severné Tauridy**
14.11.		0 **Jupiter** stacionárny
15.11.		**260. výročie** narodenia W.Herschella (1738)
16.11.		**25. výročie** Skylabu 4 (1973)
17.11.		maximum meteorického roja **Leonidy** (meteorický dážď)
17.11.	7.4	**Mesiac** v odzemí
18.11.		planétka **270 Anahita** v opozícii (10.7 mag)
19.11.	5.4	**Mesiac** v nove
20.11.		maximum meteorického roja **alfa Monocerotidy**
21.11.		**kométa** Giacobini-Zinner v perihéliu (1.034 AU)
21.11.	9	**Merkúr** stacionárny
26.11.		planétka **5 Astraea** v opozícii (9.8 mag)
27.11.	1.4	**Mesiac** v prvej štvrti
28.11.	13.1	denná **konjunkcia** Merkúra s Venušou (Merkúr 0.2° severne)
28.11.		planétka **42 Isis** v opozícii (10.6 mag)
29.11.		planétka **1 Ceres** v opozícii (7.0 mag)
30.11.	6	**Pluto** v konjunkcii so Slnkom
30.11.	18.7	**konjunkcia** Saturna s Mesiacom (Saturn 2.5° severne)

Slovenský zväz telesne postihnutých vykonáva prepravnú službu pre ťažko telesne postihnutých – vozíčkárov v Bratislave a Košiciach špeciálne upravenými Mercedesmi. Túto službu vykonávame v pracovné dni od 8.00 do 16.30 hod. Záujemci z radov telesne postihnutých sa môžu hlásiť o túto službu na tel. č.: 07/363285 u p. Holubovej, minimálne 3 dni dopredu a p. Výrosteka na tel. č. 095/6225819.

VOJTĚCH LETFUS /

Polárna žiara na Slovensku

Ak dnes niečo vieme o nejakej historickej udalosti, potom majmä vďaka tomu, že túto udalosť niekto písomne zaznamenal a tento záznam sa dochoval v nejakom archíve až podnes. Rovnako je to aj s polárnymi žiarami. V staroveku boli polárne žiary pre ľudí nevysvetliteľným, tajomným javom. V stredovekej Európe považovali ľudia polárnu žiaru za drakov, chrliacich oheň či za bitku medzi dvomi nebeskými armádami. Dokazujú to aj obrázky v stredovekých knihách, ilustrujúce opisy pozorovanej polárnej žiary. Až novovek priniesol obrat: polárne žiary dnes chápeme ako prírodný úkaz a ako taký ho aj skúmame.

Nástup novoveku charakterizuje okrem iného aj začiatok postupného zberu, zhromažďovania a vyhodnocovania najrozličnejších prírodných úkazov. Aj tých, ktoré sa zachovali z minulosti, vrátane polárnych žiar. Začali vznikať rozličné zoznamy a katalógy. Najrozsiahlejší a najznámejší katalóg polárnych žiar a údajov až do roku 1872 zostavil Fritz (1). Z najstaršieho obdobia sa zachovali iba pozorovania z oblasti Stredomoria a Blízkeho východu, až postupom času sa pozorovania rozšírili na celú Európu. Od roku 1640 zaradil Fritz do katalógu aj pozorovnia z južnej pologule a od roku 1716 aj z amerického kontinentu. Pri niektorých starých záznamoch sa objavujú problémy so správnym datovaním pozorovaní. Na základe revízie Fritzovho katalógu s použitím pôvodných prameňov, vznikol dvojdielny Linkov katalóg (2,3), ktorý obsahuje údaje o polárnych žiarach do roku 1700.

Na základe podnes zozbieraných historických údajov vieme, že prvý záznam o polárnej žiare pochádza z roku 2551 pred Kristom – z Číny. Prvé tri záznamy z oblasti Blízkeho východu a Európy nachádzame v Starom zákone: prvý v knihe Jeremiášovej z roku 627 pr. Kr., druhý v knihe Ezechielovej z roku 594 pr. Kr., tretí v knihe Zachariášovej z roku 519 pred Kr. Väčšina neskorších starovekých záznamov pochádza z Grécka, ale najmä zo starorímskeho Talianska. Odtiaľ sa dozvedáme aj to, že prvé pozorovanie polárnej žiary v „zemích koruny České" pochádza z roku 1013 nášho letopočtu. Ďalšie, z roku 1095, bolo zaznamenané v Kosmovej kronike.

Regionálne katalógy

Počas pátrania po historických záznamoch o polárnej žiare vznikali a boli uverejňované aj regionálne katalógy. Jedným z nich bol aj katalóg, ktorý publikovali Réthly a Berkes (4); obsahuje záznamy o polárnych žiarach, pozorovaných na území bývalej svätoštefanskej koruny, v Uhorsku. Do rozpadu habsburgskej ríše, na konci prvej svetovej vojny, patrilo do dnešného Maďarska aj Sedmohradsko, ktoré je dnes pod názvom Transylvánia súčasťou Rumunska a Horná zem (Felvidék), dnešné Slovensko. Použitie historického názvu pre Slovensko v titulku článku má vyjadriť fakt, že veľká väčšina polárnych žiar, pozrovaných na Slovensku, patrí do obdobia pred rokom 1918. Prvý záznam v katalógu Réthlyho a Berkesa zo Slovenska pochádza z roku 1604, zo Spiša, a posledný, z roku 1941, z Lučenca, Rožňavy a Smolníka. V druhom diele Linkovho katalógu (3) však nájdeme aj záznam o dvoch polárnych žiarach z roku 1601, pozorovaných v Svätom Jure. V tomto katalógu je 8 údajov o polárnych žiarach pozorovaných na Slovensku, z ktorých 5 pozorovaní sa v katalógu maďarských autorov nevyskytuje.

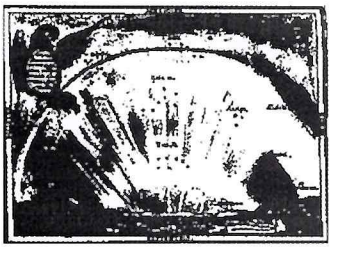
Abhandlung
vom
Nordlichte.
Verfasset von
Paul Makó, Lehrer der mathematischen Wissenschaften an dem k. k. Theresianum.

Vorrede.

Als ich in meiner letzten Abhandlung von der Natur des Donners, und den Mitteln wider denselben, die meisten Wirkungen, die die Electricität in der Luft erzeuget, untersuchte: kam ich unvermerkt auf die sogenannten Nordlichter oder Nordscheine, welche Herr Franklin mit seinen Anhängern eben von dieser Electricität herleiten. Allein da ich diese Luftersscheinung des Nordlichtes selbst, und die verschiedenen Meinungen der Naturkündigen darüber genau überlegte; fand ich nichts, was meine Mißbegierde befriedigen konnte. Allenthalben Ungewißheiten, und bilnche Muthmaßungen als Wahrscheinlichkeit. Ich entschloß mich dan

A 2 her,

Titulná strana práce o polárnych žiarach, ktorú napísal P. Makó (Viedeň, 1765).



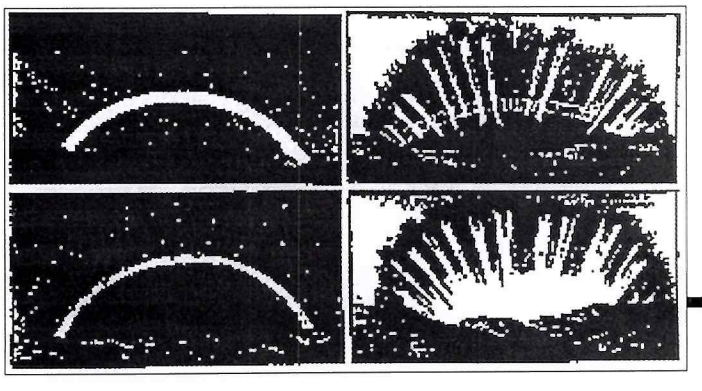
Túto akvarelovú kresbu polárnej žiary nad Trnavou nakreslil v decembri 1768 jezuita Johan Nepomuk Fierer.

Ďalšie záznamy zo Slovenska nájdeme v katalógu, ktorý vydal Seydl (5); ten zostavil katalóg polárnych žiar pozorovaných na území historických českých zemí od roku 1013. Záznamy z českých zemí síce končia už rokom 1926, ale Seydl pripojil aj 19 pozorovaní zo Slovenska, zaznamenaných v rokoch 1938 až 1951. Treba pripomenúť, že Seydl prisúdil 3 Bečvářove pozorovania z rokov 1938 a 1939 Astronomickému observatóriu na Skalnatom plese, hoci v tomto observatóriu sa začalo pracovať až v roku 1943. Spomenuté 3 pozorovania pochádzajú určite zo Štrbského plesa, kde v tom čase Bečvář, ako kúpeľný klimatológ, pôsobil. Dokazuje to Bečvářov článok opisujúci polárnu žiaru z roku 1939, ktorý priniesla Říše hvězd (ŘH 20(1939), 114). Dve z týchto polárnych žiar sa pozorovali aj v iných oblastiach Slovenska. Zvyšujúcich 16 pozorovaní pochádza naozaj zo Skalnatého plesa. Tým však výpočet polárnych žiar, pozorovaných na Slovensku, nekončí. Ďalšie záznamy o polárnych žiarach z tohto storočia, ktoré nie sú zanesené do katalógov, možno vyhľadať v časopise Říše hvězd. Ide o zprávy o polárnych žiarach z rokov 1926, 1941, 1947, 1948 a 1971. Keď ich spočítame, potom v období od 1601 do 1971, čiže počas 371 rokov, bolo na 50 rozličných miestach Slovenska pozorovaných celkom 107 polárnych žiar. V tabuľke *(na nasledujúcej strane)* sú uvedené súčty slovenských polárnych žiar iba v 20. storočí a to do roku 1971. Na pripojenom obrázku je vyjadrený priebeh jednotlivých súčtov.

Na čele Kežmarok, Trnava a Hurbanovo

Ak nezohľadníme 17 polárnych žiar pozorovaných zo Skalnatého plesa, potom najväčší počet – 16 polárnych žiar pozorovali v druhej štvrtine 18. storočia v Kežmarku. Z tretej štvrtiny 18. storočia pochádza 10 pozorovaní z Trnavskej univerzity, pri ktorých nájdeme aj krásne farebné, akvarelové kresby (4). V Hurbanove zaznamenali 12 polárnych žiar, v Bratislave 9. Prvé pozorovanie polárnej žiary previedol v Hurbanove Mikuláš Konkoly-Thege, vtedy ešte v Ó Gyale, v roku 1870. Druga (6) v publikácii k 150 vyýročiu narodenia zakladateľa hurbanovskej hvezdárne uvádza, že Konkolyho súkromné observatórium zahájilo činnosť v roku 1871. V publikácii, ktorú vydali Réthly a Berkes (4) sa uvádza, že po skúmaní jeho pozorovacích záznamov sa zisti-

Tvary polárnych žiarí, ktoré publikoval Maximilián Hell v roku 1777 v diele Theoria nova lucis borealis. Vľavo sú žiary oblúkovité, vpravo s lúčovými štruktúrami.



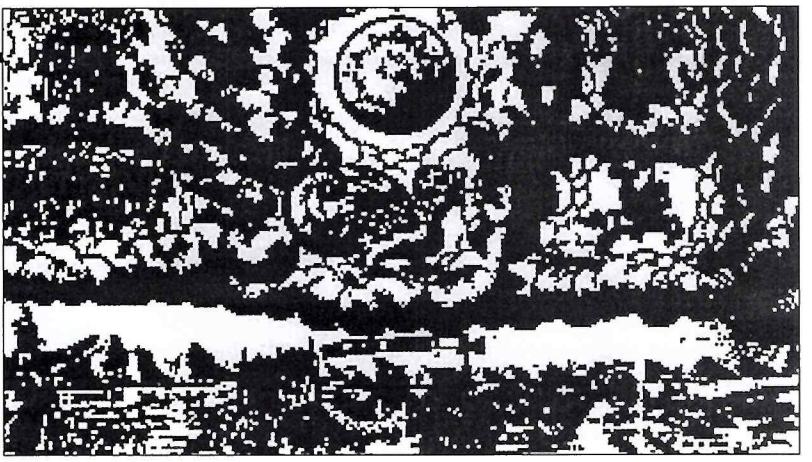
lo, že Konkoly nielen počas prvého pozorovania v roku 1870, ale aj pri ďalších dvoch, v rokoch 1971 a 1972, previedol aj spektroskopické pozorovania. Konkoly bol teda jeden z prvých astronómov, ktorí sa takýmto pozorovaním zaoberali. Vôbec prvé spektroskopické pozorovanie polárnej žiary previedol iba dva roky pred ním Angström. Iba raz za celé obdobie bola polárna žiara pozorovaná na 23 miestach Slovenska.

Početnosť polárnych žiar, zaznamenaných v dávnejšej minulosti, bola veľmi nízka. Až Guttenbergov vynález kníhtlače v roku 1448 spôsobil, že od 16. storočia začal počet európskych pozorovaní narastať. Na začiatku 18. storočia a s nástupom novoveku, počet záznamov o polárnach žiarach prudko vzrástol a zhruba na rovnakej úrovni sa udržal aj v priebehu 19. storočia. Množstvo pozorovaní v 20. storočí sa nedá zistiť, pretože dodnes nemáme úplný katalóg, podbný tomu, ktorý vydal Fritz. Množstvo záznamov v stredných a nižších zemepisných šírkach európskej oblasti v 18. a 19. storočí sa však približuje k skutočnému počtu polárnych žťiar, ktoré sa v tejto oblasti vyskytli.

Aurorálny ovál

Pomocou údajov z 18. a 19. storočia Fritz odvodil, že najčastejšie sa polárne žiary objavujú vo vysokýcch zemepisných šírkach, pričom okolo polárneho kruhu tvoria takzvaný aurorálny ovál. Pri postupe do nižších zemepisných šírok smerom k rovníku, množstvo záznamov o polárnych žiarach rýchle klesá. Fritz zároveň zistil, že izočiary provnakej početnosti polárnych žiar pri ich geografickom rozložení na povrchu severnej pologule, (nazval ich izochasmy), zodpovedajú šírkovým kružniciam siete geomagnetických súradníc! Zároveň overil, že časový priebeh početnosti polárnych žiar, zaznamenaný v severných zemepisných šírkach, menších ako 55 stupňov, veľmi pripomína priebeh cyklov slnečnej aktivity; pritom početnosť polárnych žiar v aurorálnom ovále je na slnečnom cykle závislá oveľa menej. Slabšie polárne žiary sú pozorovateľné iba vo vyšších zemepisných šírkach, ale mohutné polárne žiary dokážu preniknúť aj hlboko na juh. Výnimočne sa takéto polárne žiary zaznamenali dokonca v tropických oblastiach neďaleko rovníka (Malé Antily, Kuba, India, Singapúr a pod.). Každú polárnu žiaru sprevádza geomagnetická búrka, vyskytujú sa však

Obdobia	všetky polárne žiary	len na Slovensku	najjužnejšie
1601–1700	12	10	0
1701–1800	34	11	5
1801–1900	22	5	3
1901–1971	39	–	–



Rozsiahle zobrazenie polárnej žiary z 10. februára 1681 nad Bratislavou.

Mikulášovi Konkolymu-Thege sa už v roku 1870 podarilo spektroskopické pozorovanie polárnej žiary.

aj geomagnetické búrky bez aurorálnych efektov. V stredných a nižších zemepisných šírkach je polárna žiara sprievodným znakom iba istého počtu geomagnetických búrok. To všetko dokazuje úzku prepojenosť polárnych žiar so slnečnou aktivitou. Každý záznam o polárnej žiare je teda veľmi cenný, najmä tie zo vzdialenejšej minulosti, keď nám pomáhajú aspoň nepriamo zmapovať priebeh slnečnej aktivity podobne ako záznamy o teleskopickom pozorovaní slnečných škvŕn.

Ak porovnáme polárne žiary, pozorované na Slovensku, s tými, ktoré sú zahrnuté v komplexnom katalógu (pozorované na európskom kontinente a v Stredomorí), zistíme, že v 17. storočí bolo 10 polárnych žiar pozorovaných iba na Slovensku a iba 2 z nich na inom mieste. V 18. storočí bolo takýchto pozorovaní 11, v 19, storočí 5. Pre porovnanie s celkovými číslami sú tieto údaje uvedené v treťom stĺpci tabuľky. V 20. storočí nedokážeme takéto porovnanie urobiť, pretože nemáme súhrnný katalóg. Je zrejmé, že do katalógu najviac prispeli slovenské pozorovania zo 17. a 18. storočia. Ostatné polárne žiary boli pozorované zároveň aj na iných miestach Európy, zančná časť napríklad v Grécku, v Taliansku, južnom Francúzsku, alebo v Španielsku. Paralelné pozorovania z dvoch alebo viacerých miest, značne zvyšujú ich vieryhodnosť. Navyše: ak bola polárna žiara pozorovaná z viacerých miest, rozložených na veľkom území, možno z týchto pozorovaní odvodiť aj jej plošný rozsah. Z tohto hľadiska je najvýznamnejší odhad južnej hranice polárnej žiary. Pri väčšine polárnych žiarí, pozorovaných zároveň na Slovensku i inde, ležala táto hranica južnejšie ako rozmedzie zemepisných šírok Slovenska (48–50 stupňov severnej šírky). Iba v dvoch prípadoch v 18. storočí a v troch v 19. storočí vymedzovali slovenské pozorovania južnú hranicu týchto polárnych žiarí. Tieto údaje sú zároveň uvedené aj v štvrtom stĺpci tabuľky.

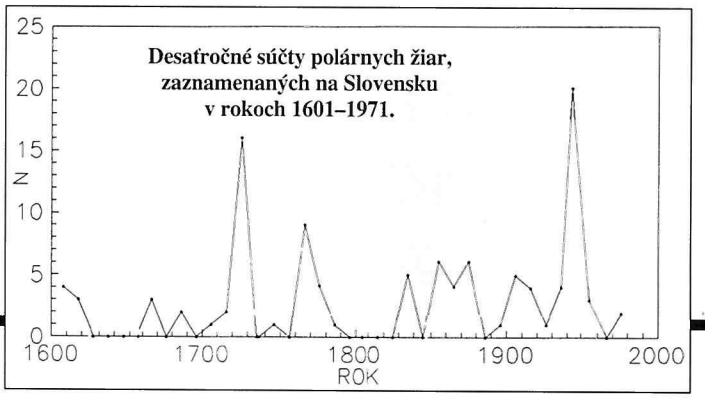
Polárna žiara v Maunderovom minime

Na obrázku je uvedený časový priebeh desaťročných súčtvo polárnych žiarí, zaznamenaných na Slovensku v rokoch 1601 až 1971. V druhej polovici 17. storočia sa nachádza sekulárne minimum s mimoriadne nízkou slnečnou aktivitou, známe ako Maunderovo minimum. Aj v tomto období sa však vyskytovali polárne žiary, o čom svedčia aj 4 pozorovania zo Slovenska. V prvej polovici 17. storočia však bola slnečná aktivita výrazne silnejšia. V dviadsiatych a päťdesiatych rokoch 17. storočia však záznamy o polárnych žiarach zo Slovenska celkom chýbajú. Je vemi nepravdepodobné, že by sa o tomto období na Slovesnku ešte nejaké, dosiaľ neznáme záznamy, našli. Prvé výrazné maximum v dvadsiatych rokoch 18. storočia tvoria, ako sme už uviedli, pozorovania z Kežmarku, druhé maximum, v šesťdesiatych rokoch, pozorovania z Trnavy. Štyridsaťročná medzera v záznamoch o polárnych žiarach zo Slovenska je jasne viditeľná na konci 18. a na začiatku 19. storočia. Ide o obdobie nižších slnečných cyklov, s menším počtom polárnych žiar. I v tomto prípade by boli nové záznamy neobyčajné cenné. Pre 80. roky 19. storočia nie je známy ani jediný záznam o polárnych žiarach a to platí aj pre obdobie 1927–1937. Posledné výrazné maximum v štyridsiatych rokoch 20. storočia je doložené najmä pozorovaniami zo Skalnatého plesa.

Nijaký zoznam polárnych žiar, ani súhrnný katalóg, nemôžeme pokladať za úplný. Príkladom môže byť už spomínaný Seydlov katalóg (4). Ten zhromaždil z rôznych prameňov 355 záznamov o polárnych žiarach pozorovaných v historických českých zemiach v rokoch 1013 až 1926 a ďalších 19 záznamov zo Slovenska z rokov 1938 až 1926. Křivský a Pejml (7) prezreli celý rad iných, menej známych regionálnych prameňov a našli v záznamoch z rokov 1416 až 1914 ďalších 86 polárnych žiar, pozorovaných v českých zemiach.

Nájde sa niekto, kto by bol ochotný kráčať po stopách svojich predchodcov a pátrať po doposiaľ neznámych záznamoch o polárnych žiarach na Slovensku?

Vojtěch Letfus



Literatúra:
(1) Fritz, H., Verzechniss beobachteter Polarlichter, C Gerold´s Sohn, Wien 1873
(2) Link, F., Geofysikální sborník 1962, No. 173, 197
(3) Link, F., Geofysikální sborník 1964, No. 212, 501
(4) Réthly, A. a Berkes, Z., Nordlichtbeobachtungen in Ungarn (1523–1960). Akadémiai Kiadó, Budapest 1963
(5) Seydl, O., Geofysikální sborník, No. 17, 159
(6) Druga, L., Hvezdáreň Hurbanovo, SÚH Hurbanovo 1992
(7) Křivský, L. a Pejml, K., Geofysikální sborník 1985, No. 606, 77

RNDr, Vojtěch Letfus CSc je pracovníkom Astronomického ústavu Akadémie vied ČR

Letné podujatia Zemplínskej hvezdárne Michalovce

LAT 98

Letný astronomický tábor (LAT 98) sa mal pôvodne konať v Škole v prírode vo Svetliciach v okrese Medzilaborce. Na poslednú chvíľu sme však museli zmeniť miesto konania, pretože zmienená škola v prírode už pol roka nefunguje a neoznámili nám to jej pracovníci včas. Dozvedeli sme sa to náhodou týždeň pred začiatkom LAT-u. Zostávalo nám už len jediné – uskutočniť toto podujatie na našej hvezdárni. V spolupráci so Zemplínskou hvezdárňou Trebišov sme teda v dňoch 20.–26.7 uskutočnili tento tábor pre 14 vybraných členov astronomických krúžkov – žiakov ZŠ z Michalovského a Trebišovského okresu, v budove našej hvezdárne. Po tri večery sme mali pozorovania ďalekohľadom v hlavnej kupole aj prenosnými ďalekohľadmi na terase hvezdárne. práve tu sa učili mladí astronómovia spoznávať oblohu – súhvezdia, jasné hviezdy a objekty na oblohe a učili sa ich samostatne vyhľadávať malými prenosnými ďalekohľadmi. Okrem mnohých objektov vzdialeného vesmíru (dvojhviezdy, hviezdokopy, hmloviny, galaxie) sme videli aj planétu Jupiter, meteory i družice. Každý deň sme mali prednášky, odzneli tu témy: Kozmonautika, Mesiac, UFO a iné „záhady prírody", Hrozí Zemi kozmická zrážka?, Súhvezdia. Večer sa konali súťaže zložené z kvízu, z hlavolamov a z astronomického kolesa šťastia.

Pozorovanie Perzeíd

Pretože naše astronomické praktikum sa tento rok s ohľadom na fázu Mesiaca a na organizačné problémy malo konať až po maxime meteorického roja Perzeidy, rozhodli sme sa skúsiť pozorovať meteory priamo u nás aj napriek nepriaznivej fáze Mesiaca. A tak sme sa po dve noci (11./12. a 12/13.) vybrali piati (štyria členovia astronomického krúžku pre stredoškolákov a jeden pracovník hvezdárne – Z. K.) do poľa, vlastne na lúku pri Petroviciach nad Laborcom, len pár kilometrov za Michalovcami. Obloha je tu len nízko nad južným obzorom presvetľovaná mestom a horizont je tu skoro ideálny. Miesto je dostupné po ceste a potom po poľnej ceste aj autom, len posledné stovky metrov na vlastné pozorovacie miesto treba prejsť aj s nákladom vecí na pozorovanie pešo. Obloha nebola taká jasná a čistá, ako sme zvyknutí z Roztokov, či Svetlíc, ale aj tak sme napozorovali 131 záznamov meteorov, z toho 87 Perzeíd. Fyzických meteorov bolo 71 a z toho 46 Perzeíd. Pozorovali sme tri intervaly, prvú noc dva a druhú len jeden, potom nám pozorovanie prekazili mraky. Čistý čas sme pozorovali 3 hodiny a 50 minút. Na to, že nastávalo maximum sa nám meteorov aj napriek intenzívnemu osvetleniu oblohy Mesiacom zdalo oproti minulých rokov strašne málo. Aj veľmi jasných meteorov bolo veľmi málo a bolid sme nevideli žiaden. Najjasnejší meteor sa dal zrovnať s Jupiterom, teda mal jasnosť okolo –2,5 mag. Okrem toho sme videli 3 záblesky družíc Irídium (najjasnejší asi –5 mag.) a veľké množstvo družíc meniacich pravidelne, či menej pravidelne svoju jasnosť vplyvom rotácie.

LAP 98

Letné astronomické praktikum (LAP 98) sa z tých istých dôvodov ako LAT muselo narýchlo preložiť do inej lokality. Našťastie nám v ústrety vyšla Poddukliansk hvezdáreň v Roztokoch (okr. Svidník), na ktorej sú najlepšie pozorovacie podmienky zo slovenských hvezdární a je tam aj výborné prístrojové vybavenie – 40 cm zrkadlový ďalekohľad, CCD-kamera a fotoelektrický fotometer. Obe tieto zariadenia v spojení s počítačmi a ďalekohľadom umožňujú dosiahnuť profesionálne výsledky v niektorých oblastiach astronomických pozorovaní. Praktikum pre 9 vybraných členov astronomického krúžku pri našej hvezdárni – študentov stredných škôl michalovského okresu – sa konalo na hvezdárni v Roztokoch v dňoch 17–23. 8. Na tomto podujatí nám počasie však príliš neprialo. Jasno bolo len jednu noc a asi tri noci sa na chvíľu vyjasnilo. Pomocou CCD kamery ST-8 sme na 40 cm reflektore získali snímky objektov: chí a h Per, M 27, M1, M 42, M 71, M 74, M 76, M 82, M 57 a planéty Jupiter. Okrem toho sme napozorovali 182 záznamov meteorov, z toho 109 fyzických. Perzeíd bolo 42, z toho 31 fyzických. Videli sme aj niekoľko zábleskov družíc irídium, na ktoré sme čakali podľa predpovede z Internetu. Pokúšali sme sa aj o klasickú fotografiu a pozorovalo sa aj binarom a refraktorom 100/1000 mm. Cez deň sme mali teoreticko-praktické úlohy – určovanie Hubbleovej konštanty, farebné diagramy pre otvorené hviezdokopy a určenie ich vzdialenosti a veku, Hertzprung-Russellov diagram v logaritmickej škále, do ktorého sme vyniesli okrem teoretických hodnôt aj blízke hviezdy a zostrojili sme čiary rovnakých polomerov hviezd. Ďalej, v rámci ukážkových príkladov, sme si odvodili vzorec pre výpočet dynamickej paralaxy dvojhviezd a ukázali sme si ako sa metódou iterácie počítajú hmotnosti dvojhviezd a dynamická paralaxa a vzdialenosti hviezd a medzihviezdna absorpcia.

RNDr. Zdeněk Komárek
Zemplínska hvezdáreň, Michalovce

Petržalská astronomická spoločnosť

Naša spoločnosť vznikla už v roku 1996, ale kvôli chýbajúcim priestorom a financiám sa naša činnosť rozbehla až začiatkom tohoto roku. Naším hlavným cieľom je popularizácia astronómie hlavne medzi petržalskou mládežou, ale aj obyvateľmi staršej generácie. práve preto sme začali s organizovaním verejných pozorovaní a prednášok, ktorými chceme vhodne dopĺňať činnosť AÚ PKO. Od septembra takisto chystáme krúžok pre mladých členov P.A.S. Pre starších členov sme zriadili niekoľko projektov , ako napríklad projekt pozorovateľov medziplanetárnej hmoty IPM-Wattch. Spoločnosť vydáva aj skromné publikácie, ako časopis aj internetovú stránku, ktorej adresu nájdete v spodnej časti listu.

Od budúceho roku by sme radi činnosť našej spoločnosti rozšírili. V lete by sme chceli zorganizovať astronomický tábor a expedíciu za zatmením Slnka. Počas roka by sme chceli rozšíriť predovšetkým prednáškovú a publikačnú činnosť. Práve preto teraz kontaktujeme mnohé osobnosti a organizácie zo Slovenska a Čiech.

Michal Novota – tajomník
Petržalská astronomická spoločnosť
Osuského 6.,
85103 Bratislava

tel. 811457
internet: http://www.gjh.schools.sk/-mentel/homepage.htm

MGS vyhotovil snímku Cydónie s 10-násobne vyšším rozlíšením ako sondy Viking.

Neveriaci Tomáš

Reagujem na článok *Cydónia stratila tvár*. V Kozmose 4/98 na poslednej strane čo ste to tam prosím Vás zverejnili za snímky? Však to vôbec nie je tá tvár, ale niečo celkom iného podľa mňa obyčajný falzifikát. Je tam na obrázku akýsi neurčitý útvar, akési pahorky. To chcete tvrdiť že je to tvár? Prosím Vás, nebuďte smiešni. Prečo klamete ľudí. Tisíce ľudí videli na obrázkoch najrôznejšieho druhu, že tá tvár vyzerá celkom na skutočné obrysy tváre a má určitú výšku, šírku a dĺžku. Každý, kto videl skutočné zábery tejto tváre, tak potvrdí, že je to skutoční tvár, nie len hra svetla a tieňa. Nech už ju vytvoril ktokoľvek, malo to svoj zmysel a rozhodne myslím si a nie som sám, že je to útvar umelý a nie prirodzený. Samozrejme oficiálna veda si bude tvrdiť svoje. Je to aj pochopiteľné. Ona nemôže pripustiť, že by vo vesmíre bol aj niekto iný mimo nás, Je to problém psychologický, filozofický, vedecký, politický, náboženský, kultúrny, spoločenský To sa týka aj fenoménu UFO. Samozrejme netvrdím, že každé UFO je mimozemská loď. Môže to byť objekt z inej dimenzie, reality, frekvencie, času, vesmíru. Môže to byť objekt z vyššieho rozmeru, stroj času, objekt z paralelného vesmíru. Raz pravda vyjde najavo. Ľudia nie sú sprostí. Aké veci skúmajú tajné archívy KGB, CIA a FBI. Prípadne iné, čo sa týka UFO nemáme ani poňatia. Všeličo už vyšlo najavo, ale myslím si, že to podstatné je stále utajované a sotva vyjde na svetlo. To sa týka aj tajných základní čo majú USA, Rusko, Británia... Tiež nikto nemá šajnu, na čom sa tam pracuje a aké pokusy sa tam prevádzajú. Myslím napr. Americkú AREA 51. Vraj tam skúšajú mimozemské technológie. To isté sa týka Britskej základne Rudloe Manor? prípadne ďalších.

Takže nemyslíte si, ľudia vedia všeličo. Darmo im budete ukazovať falzifikované zábery, čo sa týka oblasti Cydónia a tváre na Marse. Tá je reálny objekt a veľmi silno pochybujem, že by to bol prirodzený objekt.

J. H., Bratislava
(Plné meno autora máme v redakcii)

Kúpim ortoskopické alebo iné vhodné okuláre do ďalekohľadov, najlepšie / 23,2 (nie je podmienkou) s ohniskovými vzdialenosťami f=40 mm, 8–10 mm, 4–6 mm. Ďalej triéder >40 mm/f=20–50 mm, alebo hľadáčik s podobnými parametrami, alebo objektív />40 mm/f=20-50 mm a okulár, môže byť širokouhlý f% 10–20 mm. František Skoršepa, ml. 97673 Telgárt 322, tel.: 0867/ /6194206 od 16.00 h.

Predám Somet Monar 25×100 bez montáže (2500).

Predám Kozmos 80–95, Ríše hvězd 95–96 (à 5,–). Knihy: Encyklopédia astronómie (100,–), Vesmír-Meyer, Horský (80,–). J. Brašen, 020 61 Lednické Rovné 46.

Predám úplne nové elektronické stopky MODEL 693 M vhodné pre pozorovanie zákrytov. Stopky majú pamäť na sedem medzičasov a sú v originálnom balení so slovenským a anglickým návodom. Cena 750 Sk, dohoda možná. Július Koza, Jilemnického 645, 985 52 Divín, tel.: 0863/97921.

Kúpim ďalekohľad MDN 130(MDN 120) s montážou, okuláre Kellner, Plössl, Erfle s / 24,5, alebo 31,75 s ohniskom 8,10,15,20,32, Barlow nástavec alebo telekonvertor 42×1 2×(3×), teleobjektívy 100/100 a 5,6/500. Marián Cabuk, 956 31 Krušovce 392

Kúpim kvalitný astronomický okulár ohniskovej vzdialenosti f=3 mm, alebo f= 4 mm. Maximálna cena 600,– Sk. Jozef Polom, Na rybníkoch 14, 082 56 Pečovská Nová Ves, tel.: 0934/583384 (večer).

Prodám dalekohled Cassegrain 175/1800. Délka duralového tubusu 500 mm, průměr 220 mm. V tubusu je zabudován elektrický ohřev zabraňující orosení zrcadel. Na svůj výkon malý a lehký přístroj. Cena cca 5000,– Kč. Dohoda možná. Dále prodám optiku pro soustavu cassegrain 210/1250/3500 a různe objektivy, okuláry, odrazná zrcátka a hranoly vhodné pro hledáčky nebo menší dalekohledy. Jaroslav Kareš, Rožňavská 3, 77900 Olomouc, tel. 068 5435294.

Kúpim kvalitný astronomický ďalekohľad typu Newton 120–150/1200–1500, s paralaktickou montážou. Možnosť napojenia na fotoaparát so závitom M42 vítaná. Miroslav Bobrik, 032 42 Pribylina 273, tel.: 0844 293584.

Kúpim ďalekohľad Newton s priemerom zrkadla nad 20 cm v cene do 45000,– Sk. Kúpim alebo vymením astronomické programy. Andrej Pavlík, Liptovská 3, 911 01 Trenčín, tel: 0831/27244.

Predám ďalekohľad Cassegrain / 150/2250 mm bez okulárov, hľadáčika a montáže. cena 5500,– Sk Dohoda možná. Jozef Leško, Ružová 51, 08301 Sabinov

Ponúkam optické sústavy pre šošovkové a zrkadlové ďalekohľady v priemere od 100 mm do 400 mm. Martin Kavecký, 013 14 kamenná Poruba 31.

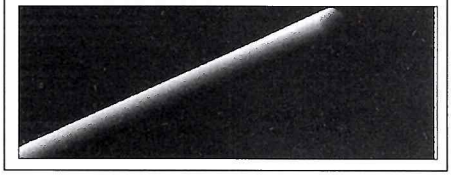
Predám: Kvalitnú paralaktickú montáž Pro-Line s jemnými posuvmi, stupnicami, na masívnej trojnožke. Nosnosť do 7 kg. Cena 9800 Sk. Maksutov Cassegrain / 96/1000 mm so širokouhlými okulármi Plossl 12,5 mm a 25 mm, slnečným chrómovým filtrom, redukciou pre fotoaparát a stabilnou stolnou azimutálnou montážou, cena 18 000 Sk (prepojiteľný aj na vyššie predávanú paralaktickú montáž). Profesionálny astronomický Atlas Sky Map Pro 4.0 CD Rom pre počítač pod Win 95 alebo Win NT, obsahujúci hviezdy do 16m, nestelárne objekty do 18m, databázu všetkých známych asteroidov a komét. Množstvo programových funkcií – 2100 Sk. RNDr. Dušan Brozman, Ďurčanského 4, 949 01 Nitra, tel.: 087/36795

Prodám astronomický dalekohled Maksutov-Cassegrain (ATC - Přerov) /136 mm f=2150 mm okuláry (/ 31,75 mm) f20, f13, hledáček 6×30 sluneční chromový filtr, stativ s paralaktickou montáží (ZEISS). Vše se vynikajícím stavu. Cena 25 000 Kč. Karel Botek, Jungmanova 9, 695 01 Hodonín, tel. 0628/341426.

Prodám zaregistrovaný original vynikajícího astronomického programu "SkyMap", autor C.Marritt, verze 3.0 pro Windows 95, resp. verze 2.2 Windows 3.1 (1500 Sk). Program je v angličtině. Jedná se o profesionální planetárium s intuitívnim ovládaním v prostředí Win 95 resp. Win.3.1, kvalitním grafickým mapovým výstupem a rozsáhlou databází hvězd, mlhovin, galaxií, hvězkokup, planetek a komét. Dále prodám original CD-ROM "The Best of Brtitish" – kolekce shareware, od firmy The Thompson Partnership (300 Sk). Ing. Ctirad Pochyla, Sasinkova 7, 036 01 Martin. Tel. 0842/288389

Vyhodnotenie fotozáhady z Kozmosu č.2/98

Správna odpoveď znie: Ide o Mesiac snímaný dlhou expozíciou. Z 35 správnych odpovedí sme vyžrebovali Róberta Necelu, Titogradská 9, 04001 Košice.



Pochvala zo Žiaru

Som vedúcou astronomického krúžku pre II. ZŠ v Žiari nad Hronom. Záujemcov o astronómiu je v našej škole veľa, ale tých „pravých astronómov" je práve toľko, koľko je členov v našom krúžku, teda osem. A jeden z nich, šiestak Tomáš Kohút je autorom tejto fotografie dúhy nad našim sídliskom Žiari nad Hronom. Presvedčil ma o tom, že aj takýto pekný záber sa dá nasnímať celkom obyčajným fotoaparátom (Kodak) na celkom obyčajný film (Polaroid). Snímka je z augusta 1996 a ja Vám ju posielam do súťaže Astrofoto.

Záverom Vám chcem poďakovať za to, že ste a že vydávate taký perfektný – podľa slov mojich žiakov – časopis. Takmer každý člen ho odoberá a stránku za stránkou v ňom listuje s hlasným „jé-é-éj, pozri sa, to je perfektné!". A hoci je to časopis písaný na veľmi vysokej odbornej úrovni, vždy tam nájdeme veľa zaujímavého aj pre žiakov základnej školy.

Jana Bystričanová

Ďakujeme za milé slová a súčasne upozorňujeme všetkých astronómov amatérov, aby fotografie do Astrofota posielali na adresu vydavateľa časopisu, Slovenskej ústrednej hvezdárne Hurbanovo, ktorá je uverejnená v tiráži na 1. strane. **Redakcia**

Databáza IMO 1997

Na International Meteor Conference (Stará Lesná 20.–23.8.) sa nám dostal do rúk WGN Report Series, Vol. 10, 1998, pp.1-222: 1997 Visual Meteor Data. Report obsahuje okrem sumárov aj zoznam všetkých pozorovateľov, pozorovaných rojov, pozorovacích miest, pozorovania v jednotlivých individuálnych intervaloch a magnitúdové rozdelenia podľa jednotlivých rojov. V roku 1997 bolo v rámci IMO napozorovaných 192 019 meteorov pri efektívnom čase 9570 hodín. Najviac pozorovacích hodín bolo v Poľsku (1985.8 hod./25743 meteorov/42 pozorovateľov), nasleduje Slovensko (1792.3/49005/145) a Japonsko (1137.9/21418/75).

Vynikajúci výsledok poľských pozorovateľov je dôsledkom celoročnej práce, teda nielen sústredenie sa na aktivitu hlavných rojov, tak ako je to v prevažnej väčšine u nás. 60 % celkového pozorovacieho času v celej databáze patrí Perzeidám.

Z hľadiska pozorovacieho času sú výsledky Poľska a Slovenska novými rekordami IMO, rovnako ako pozorované počty meteorov.

V úvode publikácie jej zostavovateľ Reiner Arlt vyslovuje poďakovanie obom národným zostavovateľom A.Olechovi z Observatória Varšavskej univerzity a J. Gerbošovi z hvezdárne Rimavská Sobota.

PREHĽAD CELKOVÉHO POZOROVACIEHO ČASU V JEDNOTLIVÝCH MESIACOCH

Mesiac	Pozorovací čas	Meteory
Január	246.14	4036
Február	205.39	1569
Marec	220.09	1359
Apríl	241.19	1747
Máj	350.52	3921
Jún	323.49	2455
Júl	793.47	9936
August	5501.85	145911
September	402.40	4611
Október	525.59	5898
November	522.74	7460
December	237.16	3116

Našich najaktívnejších meteorárov iste poteší, že sú v prvej stovke pozorovateľov (podľa efektívneho pozorovacieho času): O. Džafič, P. Habuda, J. Ambróz, P. Sedlák, S. Rapavá, L. Diko, P. Rapavý, P. Harmady, R. Mikušinec, M. Bronček, V. Čillik, J. Karabáš, J. Gerboš, L. Pekárik, E. Šušková, Š. Ružička, B. Ružičková, P. Onufrák, M. Diallová.

P. Rapavý, Rim.Sobota

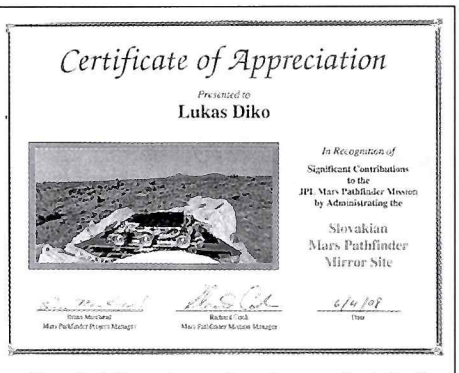
Certifikát pre Lukáša

Pred viac ako rokom 4. júla 1997 pristála na Marse sonda Mars Pathfinder, neskoršie premenovaná na Sagan Memorial Station. Osudy a výsledky výskumov sondy boli od prvého dňa k dispozícii na internete na adrese http://mpfwww.jpl.nasa.gov. Už týždeň po pristátí vznikol aj oficiálny slovenský server, ktorý denne poskytoval informácie o sonde počas jej trojmesačnej činnosti. Na adrese http://mars.isternet.sk/misie/mpf môžete nájsť všetky informácie o sonde. Za prevádzkovanie tohoto servera obdržal jeho webmaster a provider Lukáš Diko ďakovný certifikát od Jet Propulsion Laboratory. V súčasnosti dochádza k úplnej sumarizácii dát zverejnených na stránke a k vytvoreniu archívneho servera.

Na adrese http://mars.isternet.sk sa môžete dozvedieť množstvo noviniek z práve prebiehajúcich misií ako aj z astronómie.

Lukáš Diko (nar.1979) je astronóm amatér z Banskej Bystrice, s ktorým sa už niekoľko rokov stretávam predovšetkým na meteorických expedíciách. Som preto veľmi rád, že z toho malého chlapca sa stal nielen skúsený pozorovateľ, ale svoj voľný čas využíva aj na vytváranie kvalitných internetovských stránok z astronómie. Certifikát je teda v dobrých rukách a verím, že nie je posledný.

P. Rapavý



Certificate of Appreciation

Presented to

Lukas Diko

In Recognition of

Significant Contributions to the JPL Mars Pathfinder Mission by Administrating the

Slovakian Mars Pathfinder Mirror Site

Brian Muirhead
Mars Pathfinder Project Manager

Richard Cook
Mars Pathfinder Mission Manager

6/4/98
Date

Impaktné krátery s čiernym dnom na Memphis Pacula

Na prevažne tmavom teréne oblasti Galileo Regio na Ganymede je zreteľne viditeľný jasný okrúhly útvar Memphis Pacula: o to zreteľnejšie sa na nej vynímajú dva zaujímavé, nápadne tmavé impaktné krátery. Planetológovia sú si skoro istí, že ide naozaj o impakty, pretože ich tvar i štruktúra (strmé svahy, ploché dno i centrálna vyvýšenina) pripomínajú impakty na iných telesách slnečnej sústavy. Zaujímavé na týchto impaktoch je to, že zatiaľ čo steny krátera, jeho kraje i vrcholky centrálnej vyvýšeniny sú svetlé (ide najskôr o obnažený ľad), dno i spodnú časť stien pokrýva materiál tmavý. Planetológovia sa nazdávajú, že sa tam tento, čo do zloženia neznámy materiál, skoncentroval vo chvíli dopadu impaktujúceho telesa na povrch Ganymeda.

Tmavé horniny vo vnútri kráterov môžu byť časťou obnaženého zvrstveného podložia, ktoré dopad impaktujúceho telesa vyzdvihol z hĺbky. Ak by sa zistilo, že ide o vrstvy, ktoré vznikli geologickou evolúciou, bola by to planetologická senzácia.

Oba krátery sú podľa vedcov veľmi staré; svedčí o tom, že dopadom vymrštený materiál, ktorý by mal pokrývať ich okolie, nie je rozlíšiteľný. Kráter vľavo, Chrysor, má priemer 6 km, jeho väčší sused v pravo, Aleyn, je raz taký. Na dne kráterov i v ich okolí vidíme niekoľko drobných kráterov so svetlejším dnom. Hustota týchto menších kráterov umožnila vedcom odhadnúť vek povrchu i vek oboch veľkých kráterov: majú niekoľko stoviek miliónov rokov.

Memphis Pacula, okrúhly biely útvar uprostred pláne Galileo Regio má priemer 350 kilometrov. Ide podľa všetkého ľadom pokrytý povrch, ktorý obnažil dopad pradávneho impaktu. Sever je na snímke vľavo hore, Slnko osvetľuje terén odspodu. Snímka zobrazuje terén s plochou 23 krát 23 kilomterov.

Reťaz kráterov na Ganymede

Trinásť zreťazených impaktných kráterov na Ganymede nazvali vedci z príslušnej komisie riadiaceho tímu sondy Galileo **Enki Catena**. Je skoro isté, že krátery vznikli po dopade fragmentov kométy, ktorú gravitácia Jupitera rozbila podobne ako v prípade kométy Shoemaker-Levy. Rozpadnutá kométa však na svojej dráhe križovala dráhu Ganymeda v dosahu jeho gravitácie, takže napokon všetky, alebo väčšina jej fragmentov dopadla na povrch najväčšieho mesiaca v našej slnečnej sústave.

Reťaz impaktných kráterov Enki vznikol na rozhraní dvoch rozľahlých, farebne jasne sa líšiacich terénov. Vyvrhnutý materiál okolo kráterov je jasne rozoznateľný najmä na svetlom (na snímke bielom) teréne. Na tmavom teréne sa tamer nedá rozoznať. Vedci sa nazdávajú, že zmes vyvrhnutého svetlého i tmavého materiálu sa na tmavom pozadí ťažšie rozlišuje.

Snímka zobrazuje terén 214×217 kilometrov. Rozlíšenie je 545 metrov na pixel. Sonda exponovala snímku zo vzdialenosti 27 282 kilometrov.

Jet Propulsion Laboratory Press Release

Masívny zhluk hviezd umožnil pohľad na mladý vesmír

HST naexponoval skupinový portrét mladých, mimoriadne jasných hviezd, hniezdiacich v embryonálnom oblaku horúcich plynov. Nebeskou maternicou je N81, ktorá leží v Malom Magellanovom oblaku (MMO), vo vzdialenosti 200 000 svetlených rokov. Ide o malú, nepravidelnú satelitnú galaxiu našej Mliečnej cesty. Zhluk hviezd, objavený Hubblovým teleskopom, tvoria najmladšie masívne hviezdy, aké boli kedy v Malom Magellanovom oblaku pozorované.

Hmlovina N81 ponúka jedinečnú možnosť „celkom zblízka" pozorovať ohňostroj sprevádzajúci zrod extrémne masívnych hviezd, z ktorých každá žiari 300 000-krát jasnejšie ako naše Slnko. Podobné galaktické ohňostroje boli oveľa častejšie pre miliardami rokov v mladom vesmíre, kedy sa zrodila väčšina dodnes viditeľných hviezd.

– Rovno pred očami máme fyzikálny mechanizmus, ktorý usporadúva formácie hviezd v galaxiách mladého vesmíru, – vraví Mohammad Heydari-Malayeri, vedúci medzinárodného tímu hvezdárov, ktorý pomocou Wide Field and Planetary Camera na HST zaujímavé hniezdo hviezd objavili.

Hviezdy v MMO, ako je známe, nie sú príliš bohaté na ťažké kovy, vyvíjajú sa teda podobne ako najmladšia generácia hviezd v mladom vesmíre. Tvoria ich najmä primordiálne prvky – vodík a hélium, ktoré vznikli z Big Bangu. MMO je teda unikátnym laboratóriom, v ktorom sa dajú študovať hviezdne formácie, typické pre mladý vesmír, pretože je najbližšou a najlepšie pozorovateľnou galaxiou, ktorá obsahuje veľa na kovy chudobných hviezd, ale aj hviezdy druhej generácie.

Rozlíšenie, ktoré HST dosahuje, umožňuje astronómom preštudovať 50 rozličných hviezd, sústredených v jadre galaxie s priemerom 10 svetelných rokov, čo je iba o málo viac ako dvojnásobok vzdialenosti, ktorá delí naše Slnko od najbližšej zo susedných hviezd! Najtesnejší pár hviezd delí iba tretina svetelného roka.

Pozorovatelia študujú, ako sa masívne hviezdy zoskupujú. – Dôsledkom nahustenia toľkých hviezd v relatívne malom priestore je tvorenie mnohých binárnych, ale aj početnejších systémov, – vraví Heydari-Malayeri. – Vo viacnásobných systémoch však počas evolúcie dochádza k ejekcii obrovského množstva hmoty do okolitého priestoru.

Gigantické množstvo odvrhnutej hmoty, ktorú tieto hviezdy strácajú, je evidentná aj na snímke HST: rozlíšime na nej dramatické tvary, ktoré sa vytvárajú v obrovských krútňavách horúceho plynu po náraze šokových vĺn a mimoriadne silných hviezdnych vetrov. Ide naozaj o veľmi turbulentné prostredie, ktoré je však pre mladé hviezdne formácie typické.

Malayeri sa nazdáva, že jedna z hviezd v zhluku je extrémne zriedkavý exemplár z triedy superhorúcich hviezd (50 000 Kelvinov), ktoré majú mimoriadne krátky život. Nazývame ich Wolf-Rayetovými hviezdami. Tieto hviezdy sú reprezentantmi búrlivej, prechodnej fázy v záverečných rokoch existencie masívnych hviezd. Na konci tejto agónie vybuchnú ako supernovy.

– Ak sa v budúcnosti naše pozorovania potvrdia, náš objav ovplyvní doterajšie predstavy o evolučných modeloch hviezd, – vraví Malayeri. – Táto Wolf-Rayetova hviezda, či presnejšie kandidát na takúto hviezdu, je totiž oveľa slabšie ako iné hviezdy tejto triedy, čo je v rozpore s prijatým modelom.

Pred získaním snímok z HST bola N81 pre hvezdárov iba nezaujímavým obláčikom, ktorý dostal prezývku Bublina. S pozemskými ďalekohľadmi sme nedokázali rozlíšiť jej exotické hviezdne osadenstvo.

Podľa HST Press Release