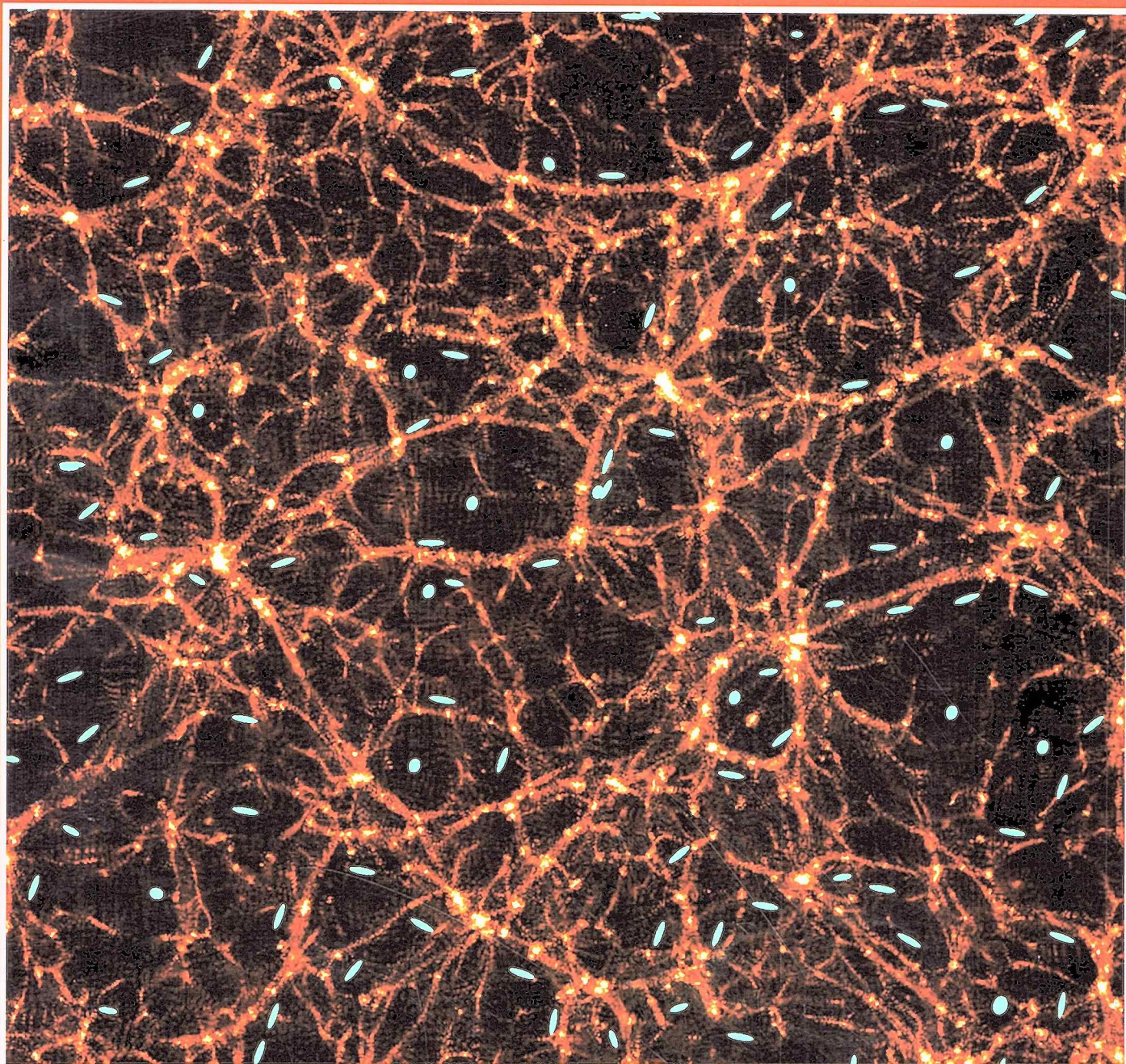


KOZMOS

2000
ROČNÍK XXXI.
Sk 30,-

3

Tajomstvo tmavej hmoty odhalené?



Dvakrát denný bolid

Môže výbuch supernovy ohroziť život na Zemi?

Zem – snehová guľa ● Astrofoto 1999 ●

Žeň objavů 1999 ● Rozhovor so S. Weinbergom

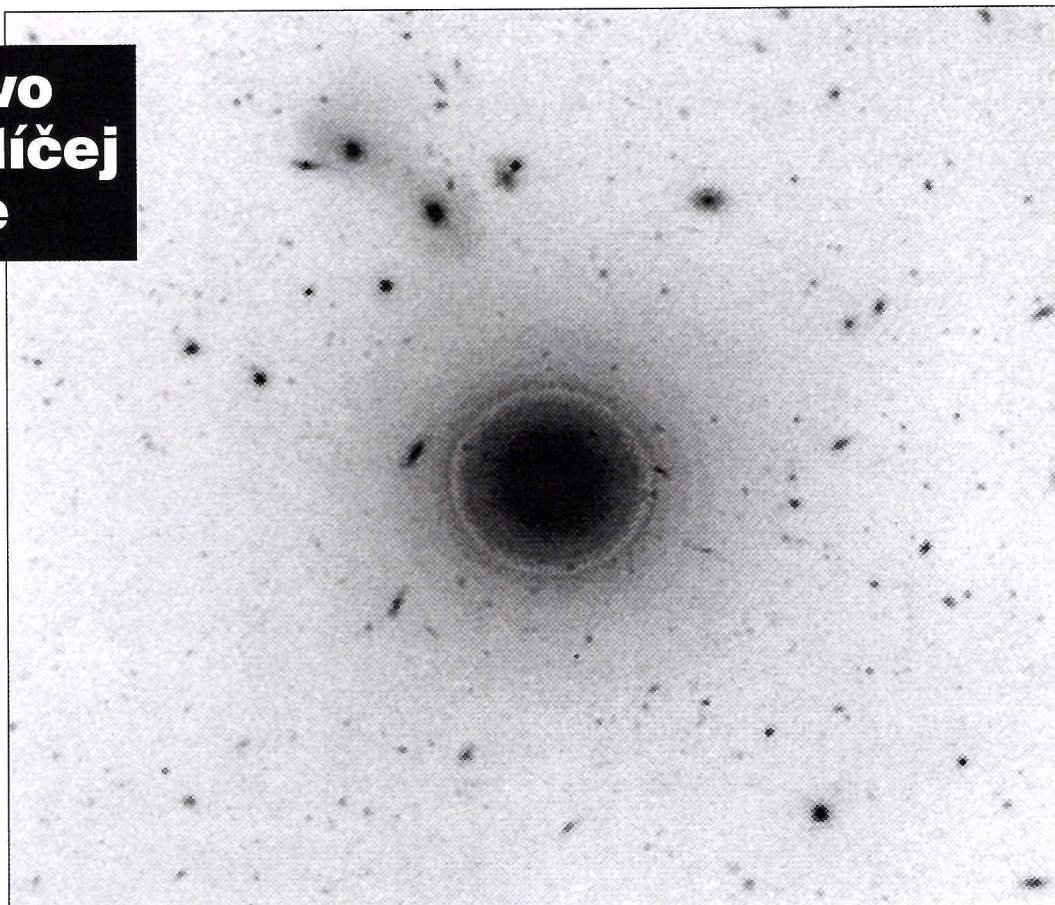
Tajomstvo istej trpasličej galaxie

Trpasličie galaxie sa vyskytujú v každej väčšej kope galaxií. Čo do počtu je ich zo všetkých typov galaxií najviac. Napriek tomu, že sú „trpasličie“, každá obsahuje desiatky miliónov hviezd. Jedna z trpasličích galaxií (v kope galaxií Virgo) začiatkom mája astronómov (ESO – Very Large Telescope) prekvapila: ukázalo sa, že IC 3328, vzdialená 50 svetelných rokov, má vyvinutú špirálovú štruktúru. Normálne trpasličie galaxie sú obyčajne elipsy bez výraznejších štruktúr. Objav je preto istou senzáciou.

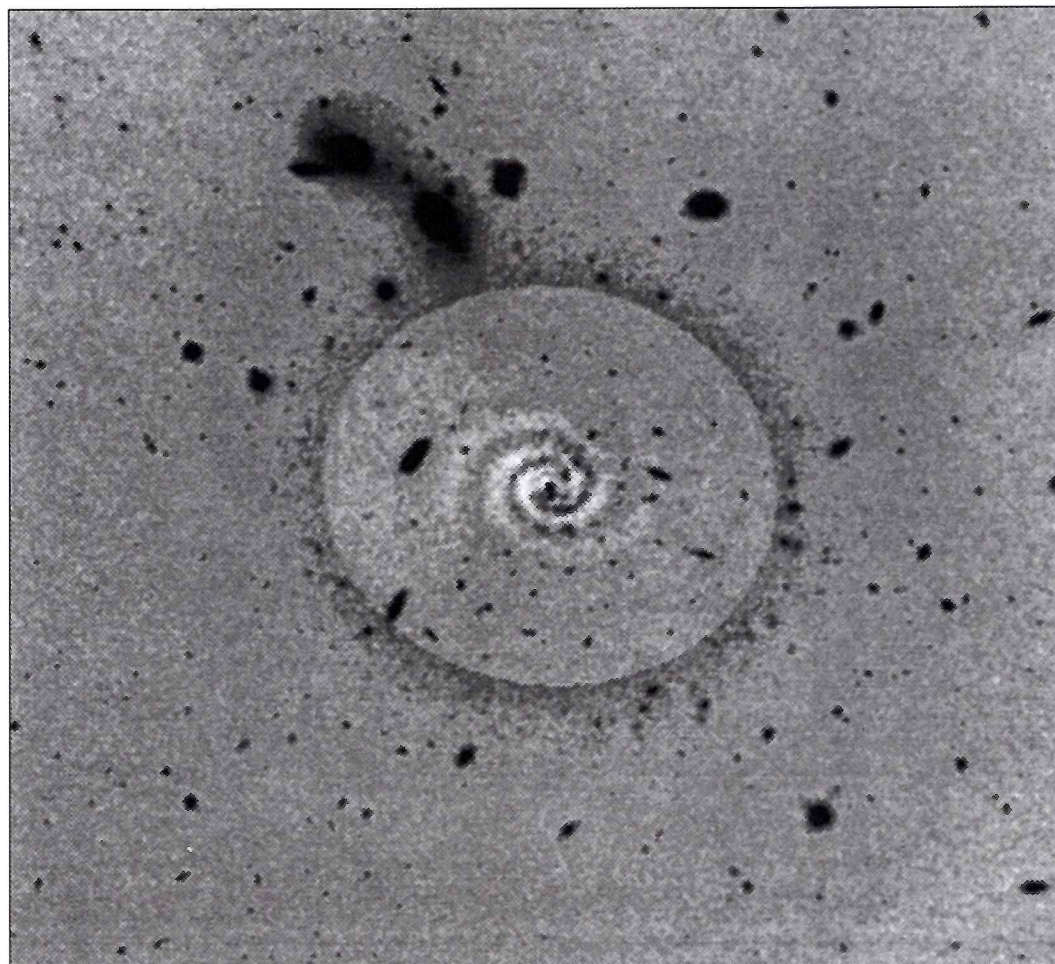
Z doterajších štúdií najbližších trpasličích galaxií (z Lokálnej skupiny, v oboch Magellanových oblakoch či v Andromede) vyplynulo, že tieto nejasné objekty sú zväčša trojosé elipsoidy, ktoré majú rôzne tvary: od sférického až po cigarovitý. Aj trpasličie galaxie sú kolískami hviezd. Prvý objav špirály v eliptickej (trpasličej) galaxii prezrádza, že ju obklopuje hustý prachoplynový disk. Zatiaľ sa nepodarilo rozlíšiť, či ide o thoroidný golier, alebo sférický obal.

Tento objav je „vedľajším produktom“ prehliadky, v rámci ktorej získavajú hviezdári starostlivo kalibrované snímky galaxií v rozličných farbách. Analýza snímok umožňuje študovať distribúciu svetla v galaxiách a odvodiť z nej počet „domorodých“ hviezd. Najcennejšími študijnými objektami sú galaxie so slabou distribúciou svetla, pretože umožňujú (pomocou metódy Fluktuácia svietivosti povrchu) odhadnúť vzdialenosť objektu od Zeme. Vzdialenosť kopy galaxií Virgo sa zatiaľ nepodarilo presne určiť, hoci predstavuje dôležitý potenciálny maják, pri odhade polohy vzdialenejších objektov.

Špirálové štruktúry v tomto objekte sú najskôr produktom slapových síl. Nie je však vylúčené, že špirály sú vlastne medzery v hustom disku. Špirálovité medzery, či skôr brázdy, mohli vytvoriť mladé hviezdy, či presnejšie ich gravitačne sa nabalujúce zárodky.



Na prvej CCD-snímke vidíte morfológiu trpasličej elipsovitej galaxie IC3328 v negatívne, ktorý zviditeľňuje radiálne zoslabovanie svetla smerom od jadra galaxie.



Po spracovaní prvej snímky na počítači získali hviezdári detailnejšiu snímku, v ktorej je jasne viditeľná dvojramenná špirálovitá štruktúra. Rozmery políčka: 4×4 oblúčkovej minúty.

TÉMY ČÍSLA

5 Zem – snehová guľa / Paul F. Hoffman
a Daniel P. Schrag



12 Môže výbuch supernovy ohroziť život na Zemi? / Thomas Buhrke

ROZHOVOR SO STEVENOM WEINBERGOM →

15 Vesmír je chladný a neosobný

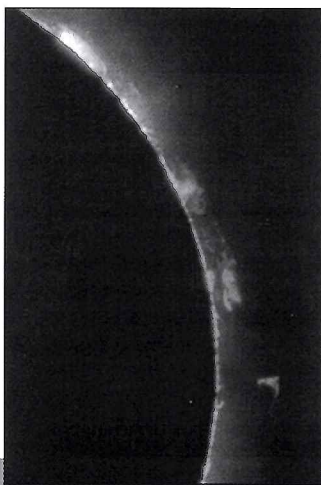
17 Žeň objavů 1998 (XXXIV.) / Jiří Grygar

22 Armagh observatory / M. Zboril

26 ASTROFOTO 1999

Výsledky Astrofota 1999 (str. 26)

Podmienky súťaže Astrofoto 2000 (str. 27)



RUBRIKY

24 Základy astrofotografie (3) / Milan Kamenický

26 ASTRONOMICKÉ OTÁZKY A ODPOVEDE

28 POZORUJTE S NAMI/ Obloha v kalendári (jún – júl 2000) / Pavol Rapavý, Michal Prorok, Rudolf Novák
Kalendár úkazov a výročí (jún – júl 2000) (str. 31)

32 NIELEN PRE ZAČIATOČNÍKOV/ Stránka pre začínajúcich astronómov (8) / Milan Rybanský

33 SLNEČNÁ AKTIVITA / Február – marec 2000 / Milan Rybanský

RÔZNE

33 RECENZIA / Matematici, fyzici a astronómia
na Slovensku II. / Ladislav Hric

PODUJATIE / Seminár o premenných hviezdach
ZIRO 2000 / Zdeněk Komárek

34 SAS má štyridsať rokov / Vojtech Rušin –
Pavol Rapavý

35 PODUJATIE / 15. medzinárodný slnečný seminár;
Titusov-Bodeho zákon / Jozef Klačka

36 Aké sú stonařovské meteority? / Gabriel Florian

AKTUALITY

2. ob. Tajomstvo istej trpasličej galaxie

2 Tajomstvo tmavej hmoty odhalené?

3 Hélioseizmografia boduje! / Marián Lorenc

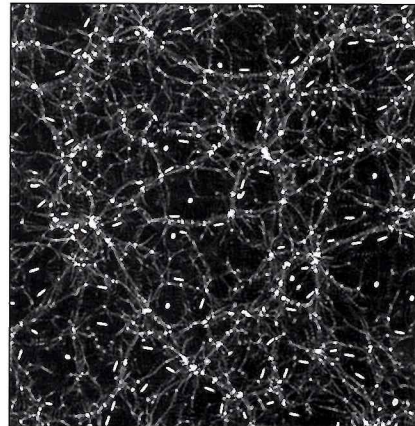
4 Kozmický biliard; Napokon predsa len „wimpy“?

10–11 GALILEO (Europa: Morská soľ, alebo kyselina

sírová?; Io: okolie Južného pólu; Io: prúd lávy
s najvyšším rozlíšením; Jupiterove minimesiace)

3. ob. Senzácia: Dva denné holidy za necelý týždeň

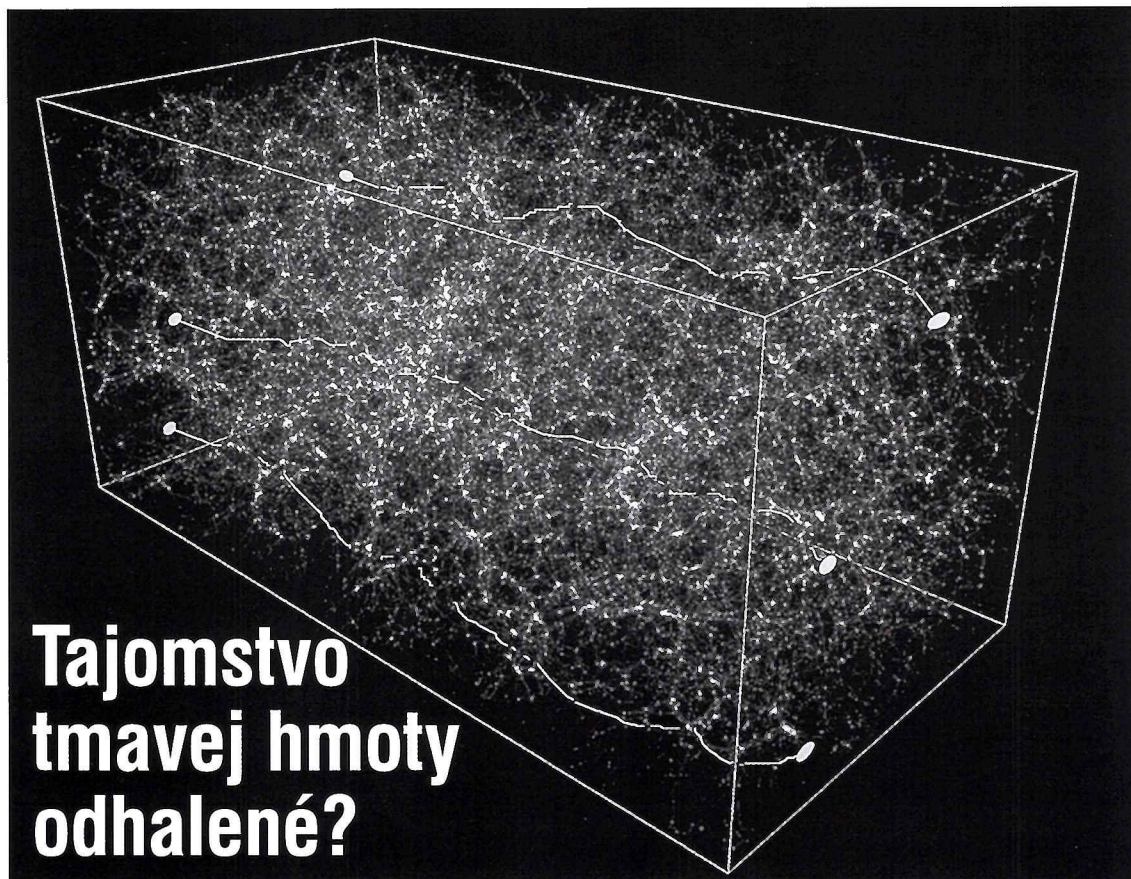
Obálka



Sieť tmavej hmoty

Hrdzavá farba na obrázku znázorňuje sieť tmavej hmoty. Analyzovaný priestor je kvadrantom, ktorého prednou stenou je výsek oblohy s 10-násobne väčšou plochou ako Mesiac v úplnku; kratšia stena má dĺžku 1 miliardy svetelných rokov. Jasnejšie zhusteniny označujú väčšie zoskupenia hmoty. Najhustejšie sú uzly siete a miesta, kde sa jednotlivé vlákna pretínajú. V týchto miestach sa k temnej hmote pridružuje aj hmota viditeľná, teda kopy galaxií. Tri svetlejšie, zelenkavé čiary, ťahajúce sa vnútro kvadrantu, predstavujú lúče svetla, ktoré sa šíria od vzdialených galaxií k Zemi. Pretínajúc priestor vyplnený tmavou hmotou sa zakrivujú, čoho dôsledkom je deformácia obrazu šošovkovaných galaxií; zakrivenie je zároveň indíciou existencie tmavej hmoty. Tento efekt objavil medzinárodný tím trinástich astronómov pod vedením Yannicka Melliera. Východiskom k objavu bola analýza deformovaných obrazov vyše 200 000 vzdialených galaxií, ktoré získal kanadsko-francúzsky teleskop na Havajských ostrovoch.

Vydáva: Slovenská ústredná hviezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hviezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 0818/760 24 84, fax 0818/760 24 87. Za vydavateľa zodpovedný: Ing. Teodor Pintr. ● Redakcia: Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – grafický redaktor, Tomáš Mikoviny – redaktor, Lýdia Priklarová – sekretár redakcie, Mária Štefánková – jazyková redaktorka. Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 07/544 141 33, e-mail kozmos@nextra.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: 6x do roka. Neobjednané rukopisy nevraciam. Cena jedného čísla 30,- Sk/Kč. Pre abonentov ročne 150,- Sk/Kč vrátane poštovného. Distribúcia: Ústredná expedícia a dovoz tlače, Pribinova 25, 813 81 Bratislava. Predplatelia: V Čechách A.L.L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1, tel. 663 114 38, na Slovensku L. K. Permanent, Hattalova 12, 831 03 Bratislava, tel. 44 453 711. Podávanie novinových zásielok povolené Riaditeľstvom poštovej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Čechách rozširuje A. L. L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1. Podávanie novinových zásielok v Čechách bolo povolené Českou poštou, s.p. OZSeč Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8. © Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1998. ISSN 0323 – 049X



Tajomstvo tmavej hmoty odhalené?

Vedcom sa pomocou superpočítačov podarilo poskladať doteraz objavené, viditeľné objekty nášho vesmíru do mapy, ktorá v troch dimenziách znázorňuje rozloženie ostrovov, ale aj obrovských súostroví tmavej hmoty, ponorenej do kozmického priestoru. Vieme už, kde ju treba hľadať, hoci ani približne nevieme, čím vlastne tmavá hmota je. Napriek tomu sa astronómovia a kozmológovia nazdávajú, že ľudstvo stojí na prahu objavy, ktorého význam a dôsledky prekonajú aj Kopernikov objav heliocentrickej sústavy.

Trojdimenzionálna mapa (*pozri obrázok*) znázorňuje predbežne iba malý výsek vesmíru s rozmerom približne miliardy svetelných rokov. Vyhotovil ju tím parížskeho observatória pod vedením profesora Yannicka Melliera. Ukazuje sa, že tmavá hmota sa zoskupuje do dlhých vlákien vyplňajúcich kozmický priestor ako ozrutná sieť, ktorú upriadol neporiadny pavúk; nedá sa v nej vystopovať ani náznak geometrickej symetrie.

Akým spôsobom sa dá zmapovať čosi, čo je neviditeľné? Ani najvýkonnejšie teleskopy nedokážu túto tkaninu rozlíšiť, pretože sama nesvieti, ani nezačláňa svetlo z pozadia. Prezrádza sa iba gravitačným pôsobením na všetko, čo je v jej dosahu. Gravitácia tmavej hmoty ohýba aj viditeľné svetlo. Astronómovia teda pozorovali odľahlé galaxie, ktorých svetlo, kým dospelo k Zemi, muselo prejsť aj priestormi vy-

plnenými tmavou hmotou. Podoba pozorovaných galaxií bola v dôsledku toho ľahko zdeformovaná; galaxie sa viac či menej roztiahli, akoby sme ich pozorovali cez sklo nerovnakej hrúbky. Zdeformované obrazy približne 200 000 galaxií prezradili astronómom rozmiestnenie zhustenín tmavej hmoty.

– Ide o ďalšie potvrdenie toho, že 90 % hmotnosti vesmíru nesvieti. Je to teda jednoznačne tmavá hmota, – vyhlásil profesor Bohdan Paczyński z Princetonskej univerzity. – Bez potvrdenia existencie tmavej hmoty by sme nedokázali porozumieť evolúcii kozmu, – dodáva profesor Mellier.

Astronómovia donedávna celú pozornosť zameriavali iba na viditeľnú hmotu: hviezdy, kvazary, galaxie... Získali pomerne presné predstavy o jej rozmiestnení vo vesmíre. Vedeli, že sa zoskupuje do galaxií, ba prišli aj na to, že galaxie sa zvyknú zoskupovať do galaktických súostroví, či presnejšie kôp. Nedávno sa však ukázalo, že kopy galaxií nie sú v priestore rozmiestnené rovnomerne (tak ako atómy v kryštále), ale tvoria veľké štruktúry nazývané superkopy, ktoré pripomínajú na 10 až 100 miliónov svetelných rokov roztiahnutú motanicu chlpatých nití.

Hviezdy a svetielkujúci prach a plyn v medihviezdnom priestore však tvoria sotva desatinu toho, čo vyplňa vesmír. Zvyšok hmoty je neviditeľný. O existencii tejto tmavej, neviditeľnej hmoty presvedčila astronómov iba ana-

lyza pohybu hviezd a galaxií v kópach. Ak by neexistovalo médium tmavej hmoty, galaxie by sa rozptýlili. Hviezdy by sa „rozpáchli“ na všetky strany, podobne ako zle upevnené sedačky na kolotoči.

Viditeľná hmota je však iba príslušným vrcholkom ľadovca. Nicholas Kaiser z Havajskej univerzity pripodobňuje viditeľnú hmotu k lampám, ktoré visia na tmavom plafone. Napríklad viditeľná časť našej Galaxie má priemer sotva 100 000 svetelných rokov, ale jej tmavá súčasť môže mať priemer aj 1,5 milióna svetelných rokov, ba môže sa dotýkať tmavej hmoty susednej galaxie Andromeda.

Ozajstným mystériom je podstata tmavej hmoty. Zdá sa, že ide o neznámu odrodu hmoty, ktorú ešte nepoznáme, pretože na Zemi sme ju zatiaľ neobjavili. Vo vedeckých kuloároch sa už začína hovoriť o prevratnom objave, ktorý svojím významom a dôsledkami prekoná aj Kopernikov dôkaz heliocentizmu. Dnes vieme, že Zem nie je centrom vesmíru, ani našej Galaxie. Obieha jej stred kdesi na periférii Mliečnej cesty. Vieme aj to, že naša Galaxia nie je medzi miliardami iných galaxií ničím výnimočná. Donedávna sme však ani netušili, že hmota, ktorá vo vesmíre dominuje, nie je tou hmotou, z ktorej sme sa vyvinuli.

Paczyński o Mellierovej mape

Je to mimoriadne významná práca, pretože predkladá nové dôkazy o tom, že 90 % všetkej hmoty vo vesmíre je hmota, ktorá nesvieti. Doteraz sme o tmavej hmoty vedeli iba vďaka jej gravitácii, ktorá vplývala na pohyb viditeľnej hmoty a lúče svetla. Predbežne sme objavili asi 100 prípadov, keď veľmi vzdialený masívny objekt, napríklad galaxia či kopa galaxií, fungovala ako gravitačná šošovka a zviditeľnila tak objekt (kvazar či galaxiu) ešte v hlbšom pozadí. Tento efekt bol objavený ešte roku 1979. Ide o pomerne zriedkavý úkaz, pretože šošovkujúca hmota musí byť dostatočne sústredená.

Väčšina hmoty vo vesmíre je však rozptýlená, pričom jej rozptyl je nerovnomerný – existujú kopy galaxií, superkopy, ba i oveľa väčšie zoskupenia, pričom s veľkosťou miera hustoty klesá. Veľmi veľké a veľmi rozriedené zoskupenia hmoty už nedokážu šošovkovať objekty v pozadí (neraz aj vytváraním viacerých virtuálnych obrazov), iba ich vzhľad do istej miery deformujú.

Najvzdialenejšie objekty vidíme ako pod nerovnako hrubým sklom. Yannick Mellier tento efekt využil. Slabé gravitačné šošovkovanie je mimoriadne subtilný efekt, ktorý sa dá vyhodnotiť iba pomocou štatistickej analýzy. Vedci sa ho pokúšajú zmerať už vyše 10 rokov. Mellierova práca patrí medzi najvierohodnejšie.

Spracoval –eg–

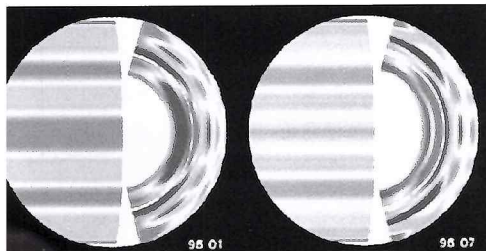
Hélioizmológia boduje!

Hélioizmológia patrí k najbúrlivejšie sa rozvíjajúcim vedným odborom fyziky Slnka. Zo štúdiá oscilácií pozorovaných na slnečnom povrchu, ktorých príčinou sú zvukové vlny šíriace sa cez teleso Slnka, je možné získať informácie o vnútornej stavbe Slnka, jeho chemickom a teplotnom rozvrstvení, ale aj o zmenách rotačných pohybov plazmy s časom a hĺbkou, (L. Neslušan, J. Rybák, Kozmos 1992, č. 1). Pozorovania oscilácií sa v súčasnosti vykonávajú kontinuálne dvoma pozorovacími skupinami a to prístrojmi na družici SOHO, ktorá je spoločným projektom ESA a NASA a prístrojmi celosvetovej siete GONG.

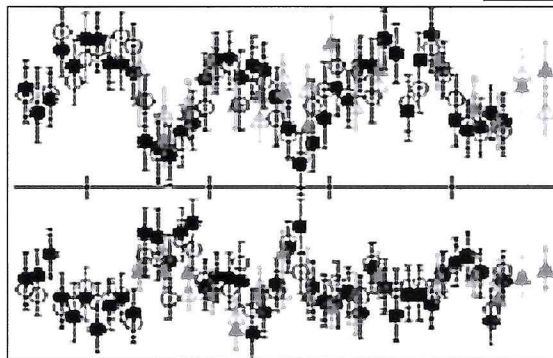
Predpokladá sa, že hnacím motorom pozorovanej slnečnej aktivity je slnečné dynamo, ktoré sa nachádza v slnečnom vnútri. Vzájomný relatívny pohyb susedných elektricky nabitých vrstiev plazmy by mohol pôvodne slabé magnetické pole zosilniť do takej miery, že toto pole by mohlo byť v tvare silotrubíc vynášané plazmou na slnečný povrch, kde sa následne pozorujú aktívne oblasti so slnečnými škvrnami. V dôsledku rekonnexie magnetických pólov, sa uvoľňuje v nich viazaná energia, čoho následkom sa pozorujú vysokoenergetické javy v atmosfére Slnka, ktoré môžu mať odozvu na Zemi a v jej okolí.

R. Howe a jej kolegovia informujú v marcovom čísle časopisu Science o tom, že zrejme objavili pomocou analýzy meraní uskutočnených na družici SOHO a nezávisle siete GONG prvý dôkaz existencie slnečného dynamo. Toky plazmy, ktoré sú podozrivé z účasti na dynamovom efekte, boli objavené v hĺbke asi 1/3 slnečného polomeru pod viditeľným povrchom Slnka t. j. v oblasti, kde sa nachádza rozhranie zóny žiarivej rovnováhy a konvektívnej zóny. Pozorovali sa periodické zmeny rotačných rýchlostí tokov plazmy umiestnených nad a pod myšlienou vrstvou, kde by sa malo nachádzať dynamo. Kým napr. vrstva umiestnená vyššie sa začala urýchľovať, tak vrstva umiestnená nižšie sa začala spomaľovať, pričom absolútne zmena rýchlostí bola až 20% za 6 mesiacov oproti priemernej rýchlosti v danej oblasti. Po čase bolo možné pozorovať opačný jav. Danú periodickú zmenu sa podarilo nájsť v pozorovaniach 3 krát za obdobie 4,5 roka, čo nasvedčuje tomu, že dĺžka jedného „pulzu Slnka“ trvá asi 15–16 mesiacov v rovníkových oblastiach, vo vyšších heliografických šírkach aj kratšie. Čo je prekvapujúce, dĺžky týchto pulzov sú neporovnateľne kratšie, ako je dĺžka slnečného cyklu.

Obr. 1. Rotačné rýchlosti na spodku konvektívnej zóny (biela kružnica), kde sa zrejme nachádza predpokladané dynamo, sa významne menia cca 6 mesiacov. Rýchlejšie toky plazmy boli na pôvodne farebnom grafe označené červenou farbou, pomalšie modrou.

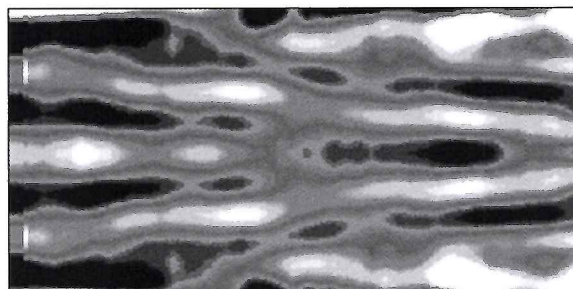


Je dôležité, že výsledky graficky znázornené na obr. 1 potvrdili dve nezávislé metódy použité pri spracovávaní údajov z GONG-u ako aj výsledky získané z MDI (The Michelson Doppler Imager), ktorý je umiestnený na družici SOHO.



Obr. 2. Časové variácie rotačných rýchlostí v hĺbkach 0,72 a 0,63 slnečného polomeru (horná časť grafu a spodná časť grafu). Údaje z GONG-u sú vyznačené čierne, z MDI sivo. Vodorovná hrubá čiara zodpovedá bielej polkružnici na obr. 1. Grafy vykazujú jednoznačnú antikoreláciu rýchlostí plazmových tokov.

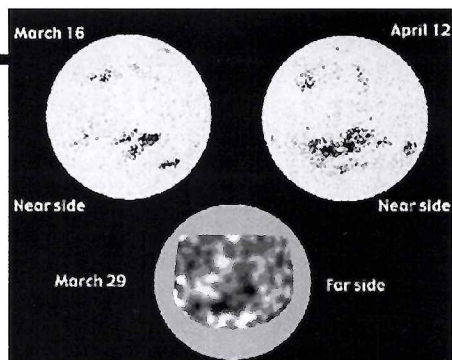
Ďalší významný fenomén, o ktorom informovala p. R. Howe súvisí s tým, že v hĺbke asi 60 000 km pod povrchom boli zistené toky plynu rovnobežné s rovníkom, ktoré sa pohybuje striedavo pomalšie alebo rýchlejšie ako je stredná rýchlosť zodpovedajúca ich heliografickej šírke (obr. 1.). Hoci je efekt sám o sebe nepatrný, je mimoriadne stabilý. Zdá sa, že tieto pásy sa pohybujú postupne smerom k slnečnému rovníku. Podobný pohyb smerom k rovníku je pozorovaný pre polohy slnečných škvŕn, ako sa slnečný cyklus blíži k svojmu maximumu.



Obr. 3. Blízko pod viditeľným povrchom Slnka boli objavené toky slnečnej plazmy pohybujúcej sa rýchlejšie (v pôvodne farebnom grafe žltoredené) alebo pomalšie (modro-zelené), ktoré migrujú smerom k slnečnému rovníku.

Vzniká otázka ako súvisia zmeny rýchlosti pohybu slnečných tokov v oblasti možného výskytu slnečného dynamo a so zmenami v podpovrchových tokoch slnečnej plazmy a v konečnom dôsledku sa tieto pozorované javy uplatňujú pri „dirigovaní“ slnečnej aktivity.

Veľmi zaujímavý výsledok oznámili tak isto v časopise Science Ch. Lindsey (Tucson, Arizona) a D. Braun (Boulder, Colorado). Aplikovaním rafinovaných analytických metód označovaných ako helioizmológia holografia dokázali detegovať slnečné škvrny na neviditeľnej polosfére Slnka.



Obr. 4. Horné dva magnetogramy zobrazujú aktívnu oblasť v čase, keď bola viditeľná zo Zeme. Spodný obrázok ukazuje tú istú aktívnu oblasť po jej holografickom zobrazení v čase, keď sa táto nachádzala na odvrátenej polosfére Slnka. Merania boli získané z prístroja MDI.

Ako schematicky naznačuje nasledujúci obrázok každá aktivita na povrchu Slnka môže byť zdrojom vlnenia, ktoré sa začne šíriť cez slnečnú sféru. V dôsledku narastajúcej teploty smerom dovnútra Slnka je vygenerované vlnenie v aktívnej oblasti na Slnku odrazené smerom k slnečnému povrchu a ďalej sa šíri tak, že sa môžu registrovať vzniknuté oscilácie na privrátenej strane Slnka napr. prístrojom MDI na družici SOHO.

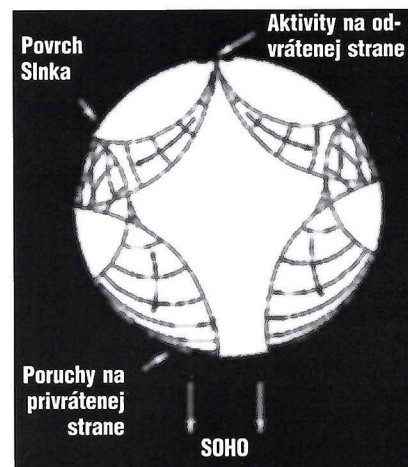
MARIÁN LORENC

Bližšie informácie:

http://sohowww.nascom.nasa.gov/hotshots/2000_03_30/

http://sohowww.nascom.nasa.gov/hotshots/1998_03_29/

Hélioizmológia holografia umožňuje takto predpovedať budúcu aktivitu Slnka na viditeľnej polosfére Slnka, čo môže mať v budúcnosti významný praktický úžitok.



Kozmický biliard

Astrofyzici dospeli k názoru, že vesmír je plochý. To znamená, že vo všetkých výpočtoch treba zohľadniť nielen existenciu takejto tmavej hmoty, ale aj ďalšiu neznámu formu energie, ktorá vyplňa kozmos.

Trojica astrofyzikov, Douglas Scott a Elena Pierpaoli z Kanadskej univerzity v Britskej Kolumbii a Martin White z Centra astrofyziky Harvard-Smithsonian v Cambridge, analyzovali všetky údaje z meraní mikrovlnného žiarenia kozmického pozadia a dospeli k poznaniu, ktoré si trúfli uverejniť v renomovanom časopise Science.

Ako je známe, toto žiarenie vzniklo 300 000 rokov po big bangu. Vesmír už stihol vychladnúť natoľko, že sa stal priepustným pre svetlo. Toto svetlo sa podnes šíri kozmickým priestorom, pričom iba nepatrná časť fotónov uviazla v gravitačných pascách, napríklad v čiernych dierach.

Vesmír sa však rozpína a s ním sa rozvíja svetlo, (ktoré sa prejavuje ako prúd fotónov, ale aj ako vlnenie). Inými slovami: svetelné vlny sa predĺžili. V prípade svetelnej vlny platí nepriama úmera: čím dlhšia vlna, tým menšia energia, teda teplota. Žiarenie kozmického pozadia teda v priebehu miliárd rokov postupne chladlo, podobne ako chladne aj rýchlo expandujúci plyn. Dnešná teplota kozmického pozadia (tmy medzi hviezdami), klesla na hodnotu 2,7 stupňa nad absolútnu nulu, čo je menej ako 270 stupňov Celzia.

Kozmické žiarenie pozadia je neviditeľné. Objavili ho začiatkom 60. rokov; jeho teplotu však dokázal presne zmerať až satelit COBE, ktorý bol dopravený na obežnú dráhu Zeme roku 1989. Ukázalo sa, že teplota mikrovlnného žiarenia kozmického pozadia sa nepatrne mení v závislosti od toho, z ktorej strany prichádza. Rozdiely boli naozaj minimálne, rádovo v rozmedzí tisíciny stupňa. Nuž a práve tento poznatok označil Steven Hawking za „najväčší objav storočia, ak nie všetkých čias“. Chladnejšie oblasti na mape mikrovlnného žiarenia kozmického pozadia, ktorú na základe údajov z COBE vyhotovili,

zviditeľnili zhusteniny hmoty v mladom vesmíre. Boli to zárodok obrovských štruktúr, väčších ako kopa galaxií. Teplejšie oblasti na tejto mape znázorňujú kozmické prázdno.

COBE však nedokázal zmerať teplotné rozdiely v blízkych oblastiach kozmu. A tak geometriu vesmíru mohli astrofyzici vyčítať iba iba z rozpadu hustotných vln. Ako to dokázali? Ak je priestor zakrivený, potom sa zakrivuje aj mikrovlnné žiarenie pozadia. Vesmír je vlastne ozrutnou šošovkou: buď šošovkou s dodatočným zakrivením, ktorá zmenšuje obraz zárodokových zhustenín, alebo šošovkou s menším zakrivením (ako majú okuliare pre krátkozrakých), ktorá zväčšuje obraz vzdialených objektov, sprostredkovaný mikrovlnným žiarením kozmického pozadia.

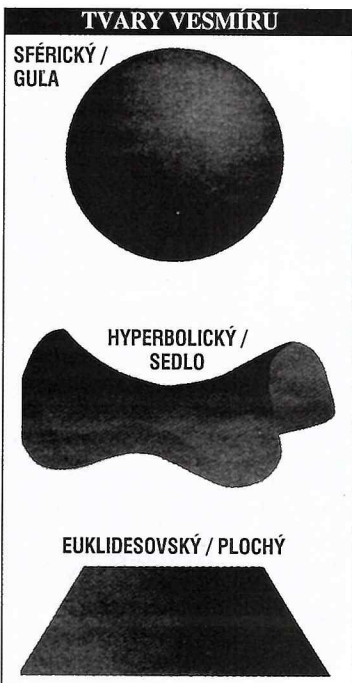
V 90. rokoch uskutočnili vedci vyše tucta experimentov, ktorých cieľom bolo presnejšie zmerať rozdielov v žiarení pozadia. – Po komplexnej analýze všetkých údajov sme zistili, že zviditeľnené objekty nie sú zdeformované zakrivením priestoru, čo je možné iba v plochom vesmíre, – vyhlásil Douglas Scott.

V najbližšom čase budú zverejnené oficiálne výsledky merania mikrovlnného žiarenia pozadia, ktoré sa získali koncom roku 1998 v rámci experimentu, pre ktorý poslal stratosferický balón Bumerang. Už dnes však prenikli na verejnosť chýry, že výsledky vylučujú iný ako plochý vesmír.

Tento objav je šokujúci, pretože bude mať ďalekosiahle dôsledky: z Einsteinoých gravitačných rovníc totiž vyplýva, že o geometrii vesmíru rozhoduje celkové množstvo hmoty a energie, ktorú obsahuje. Z doterajších pozorovaní vyplýva, že **hmoty je trikrát menej ako by v plochom vesmíre malo byť**. To dokazuje, že v priestore sa skrýva akási doteraz neznáma forma energie. Možno sa nám už podarilo zaznamenať efekty jej pôsobenia: už začiatkom roku 1998 astronómia pozorujúci výbuchy vzdialených supernov došli k záveru, že vesmír sa dnes rozpína rýchlejšie ako pred miliardami rokov. Tento záver bol šokujúci, pretože doteraz sa vo veľkých škálach zohľadňovala iba jediná sila-gravitácia, ktorá by podľa teórie mala rýchlosť rozpínania sa vesmíru postupne spomaľovať. Rozpínanie je však čoraz rýchlejšie. Tento jav možno vysvetliť iba existenciou neznámej (odstredivo pôsobiacej) energie, ktorá je silnejšia ako gravitácia všetkej hmoty vesmíru.

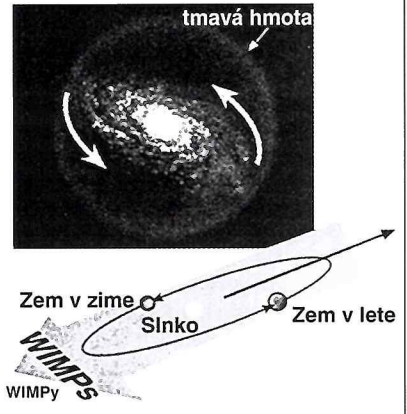
Douglas Scott z Univerity Britskej Kolumbie na margo objavu vyhlásil: – V zázname teplotných fluktuácií mikrovlnného žiarenia pozadia je jasne viditeľný charakteristický hrbolec, z ktorého vyplýva, že najväčšie rozdiely teploty sa vyskytujú medzi oblasťami, ktoré na oblohe delí 1 stupeň. To mimoriadne presne zapadá do najjednoduchšej teórie, ktorá opisuje evolúciu mladého vesmíru. (Ide o tzv. inflačný model.) Navyše: poloha hrboleca v zázname presvedčivo dokazuje, že geometria vesmíru je plochá.

Podľa Science spracoval –eg–



Napokon predsa len „wimpy“?

Ďalšia skupina astronómov zvestovala, že identifikovali mysterióznu tmavú hmotu, ktorá by mala tvoriť 90 percent vesmíru. Tím zoskupený okolo projektu DAMA (Dark Matter Experiment) v Národnom laboratóriu Gran Sasso (Taliansko) oznámili, že istý počet častíc, ktoré zachytávajú ich supercitlivé detektory v podzemí, kolíše v rytme sezón. Podľa nich to znamená, že naša Galaxia sa otáča uprostred gigantického oblaku slabých interagujúcich masívnych častíc, ktoré astrofyzici pomenovali WIMPS.



Proti vetru: množstvo interagujúcich častíc vzrastie, keď sa Zem pohybuje proti prúdu kozmických WIMPov.

Americký tím zo Stanford University v Palo Alto, (projekt CDMS/Cold Dark Matter Search) však oznámil, že o existencii týchto častíc neamajú zatiaľ nijaký dôkaz.

Astrofyzici sa už dávno domnievajú, že vo vesmíre musí existovať neviditeľná hmota, ktorá drží galaxie pohromade. Keby tohoto obalu nebolo, hviezdy zoskupené v galaxiách by sa rozptýlili v priestore rovnako ako slabo upevnené sedačky na kolotoči. Hviezdy sa totiž v galaxii pohybujú tak rýchle, že gravitácia viditeľnej hmoty by ich nedokázala udržať na hviezdnom ostrove. Hvezdári vypočítali, že v galaxiách musí existovať nejaký iný druh hmoty, neviditeľnej a nedetegovateľnej, bez ktorej túto gravitačnú záhadu nemožno vyriešiť. Pôvod a vlastnosti tejto mysterióznej, „chýbajúcej“ hmoty sú však záhadou.

– Ak sa Taliani nemýlia, potom ide o najväčší vedecký objav všetkých čias, – vyhlásil americký fyzik Frank Avignone. Dôkaz, na základe ktorého tím DAMA vyslovil svoju hypotézu, opiera sa o dlhodobé zaznamenávanie svetelných zábleskov, ktoré generuje anténa deviatich kryštálov jodidu sodného, uzavretá do medenej schránky 1000 metrov pod povrchom Zeme. Každý záblesk signalizuje prelet masívnej častice – WIMPU. Vedci analyzovali záznamy zábleskov, ktoré zhromažďovali vyše štyroch rokov. Dospeli k záveru, že mierny nárast počtu zábleskov vrcholí vždy v júni, zatiaľ čo pokles má maximum v decembri.

Naša Galaxia rotuje uprostred obrovského stacionárneho oblaku WIMPov; Zem sa pohybuje vo vetre WIMPov, ktorých priemerná rýchlosť dosahuje 220 km za sekundu. Rýchlosť tohto vetra sa však v počas roka, kým Zem obehne Slnko, mení: v júni sa zvýši o 15 km za sekundu; v decembri, keď sa Zem dostane do záveternej strany, zníži sa (oproti smeru) o rovnakú hodnotu. Vedci si toto kolísanie vysvetľujú tak, že na jar sa Zem na svojej dráhe okolo Slnka pohybuje proti prúdu WIMPov, zatiaľ čo v jeseni sa pohybuje s prúdom. (Pozri obrázok). V prvom prípade detegujúcich prístroje viac zrážok, ako v druhom. DAMA-tím je presvedčený, že jeho merania sú korektné. Prípadnú štatistickú chybu pripúšťa s pravdepodobnosťou 1:10 000.

Skeptici však upozorňujú na to, že kým sa neprevertia iné (bližšie a menej exotické) zdroje častíc, ktoré sa môžu manifestovať zábleskom, ostane tento objav iba hypotézou. Celá paleta častíc, napríklad aj neutróny, môžu takýto efekt vyvolať. Vedci z DAMA musia vylúčiť všetky možné zdroje kontaminácie, ktoré sa v priebehu roka môžu prejavovať. – Treba sa presvedčiť, či variácie kolíšu v rytme pozemských alebo galaktických sezón, – vyhlásil Turner.

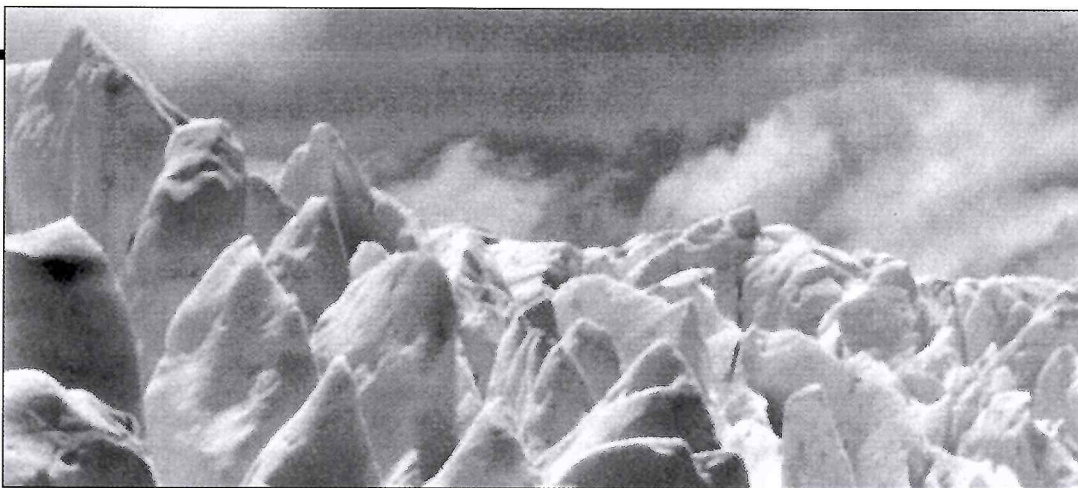
Vedci z CDMS sú presvedčení, že všetkých 13 zábleskov, ktoré zaznamenal ich (podstatne menší detektor), vyvolali neutróny. Detektor CDMS tvoria tri germániové disky s hmotnosťou 500 gramov, schladené na teplotu 10 stupňov nad absolútnou nulou. Ak nejaká častica narazí na ultrachladný semikonduktor, vedci zmerajú: 1) počet elektrických nábojov, ktoré stratí; 2) množstvo tepla, ktoré počas zrážky vznikne. Ak sa namerajú v oboch prípadoch nízke hodnoty, možno hovoriť, že na jadro germánia narazila neutrálna častica – WIMP alebo neutrón. Z charakteru zábleskov, či presnejšie z ich otlaku, ktorý zaznamená detektor vyplynulo, že vo všetkých trinástich prípadoch išlo o neutróny. Ak je tomu naozaj tak, podľa Turnera, šéfa CDMS, aj kolegovia z DAMA zaznamenali „iba“ neutróny.

Bez ohľadu, či sa objav WIMPov potvrdí, alebo nie, hľadanie tmavej hmoty bude pokračovať. V posledných rokoch sa zistilo, že ani neutrína, ani hneď trpaslíci, nemôžu tvoriť celú „chýbajúcu“ hmotu. Potvrdenie existencie WIMPov by tento problém vyriešilo.

Science, marec 2000

PAUL F. HOFFMAN
a DANIEL P. SCHARG

Desiatky miliónov rokov obaloval celú našu Zem hrubý pancier ľadu; krátko po skončení globálnej ľadovej doby nastala explózia živočíšnych druhov v globálnom meradle.



ZEM – snehová guľa

Naši predkovia to nemali ľahké. Museli sa brániť pred šablozubými tigrami, poľovať na ozrutných mamutov, ale to, s čím si vôbec nevedeli poradiť, boli dlhodobé klimatické zmeny. Počas posledného milióna rokov jedna ľadová doba striedala druhú. Na vrchole poslednej ľadovej doby pred 20 000 rokmi pokrývali 2 kilometre hrubé ľadovce väčšinu Severnej Ameriky a Európy. Čelo ľadovca sa nachádzalo na úrovni New Yorku.

Hocijako dramatické sa zdajú byť tieto zmeny v porovnaní s tými, ktorým museli čeliť a prispôbiť sa naši mikroskopickí predkovia pred 600 miliónmi rokmi, išlo iba o bezvýznamné klimatické výkyvy. Krátko predtým, ako sa na Zemi objavili živočchy, ktorých existencia sa dá na základe zachovaných depónií ich schránok či kostí rekonštruovať, v období, ktoré nazývame neoproterozoikum, vypukla taká intenzívna ľadová doba, že mrznúť začalo aj v trópoch.

Predstavme si Zem, ako celých 10 miliónov rokov obieha Slnko podobná ozrutnej snehovej guľi. Iba teplota tekutého jadra zohrievajúceho odspodu plášť znemožnila, aby oceány zamrzli

až do dna. Snehovo-ľadová pokrývka pri priemernej teplote mínus 50 stupňov Celzia z roka na rok hrubla. Všetko živé, okrem najprimitívnejších organizmov, vyhynulo. Jedinými oázami života na planéte pokrytej ľadom boli sopky, ktorých horúce hlavy vytŕčali z hrubého ľadového panciera. Keby nebolo sopiek, Zem by sa nikdy z tohto kryogenického spánku neprebrela: činné vulkány však pomaly a trpezlivo pumpovali do atmosféry plyn, ktorý vytvoril sférický skleníč. Pod ním planéta opäť rozmrzla a dovtedy slimačím tempom napredujúca evolúcia živých organizmov mohla pokračovať. Týmto plynom bol oxid uhličitý.

Na zamrznutej planéte prestali fungovať prirodzené chemické cykly, ktoré oxid uhličitý spotrebúvajú, a tak sa ho v atmosfére nahromadilo rekordné množstvo. Schopnosť tohto skleníkového plynu zadržiavať tepelné vyžarovanie do vesmíru spôsobila, že ľadový pancier sa priebehu niekoľkých storočí roztopil. Po relatívne krátkom a katastrofickom odmäku sa však Zem musela vysporiadať s pretrvávajúcimi dôsledkami brutálneho skleníkového efektu. Organizmy, ktoré

Kontinenty Zeme pokrývali kedysi obrovské ľadovce, podobné ľadovcu Moreno Glacier v Argentíne (na hornej snímke). Vedci sa o globálnom zaľadnení dozvedali iba nedávno, po rozlúštení geologických šifier, uložených vo vrstvách hornín v horách nad Pobrežím kostier v severozápadnej Namíbii.

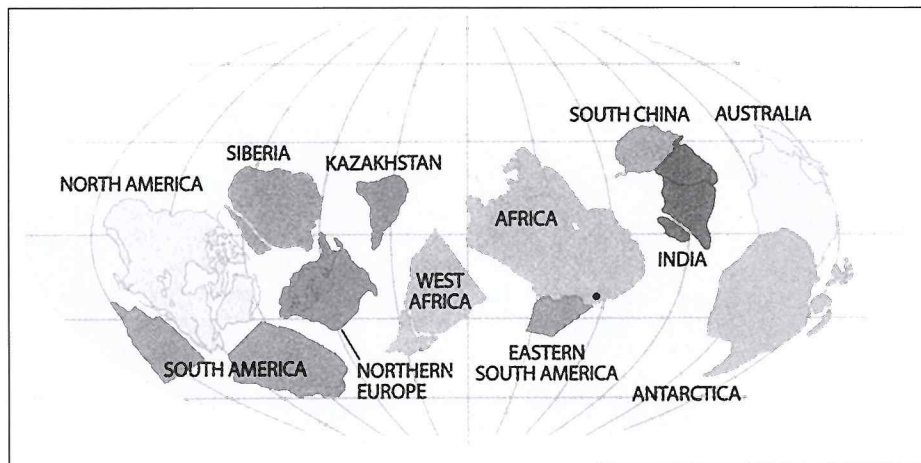


dokázali prežiť na studenej planéte, museli sa prispôbiť podmienkam na horúcej planéte.

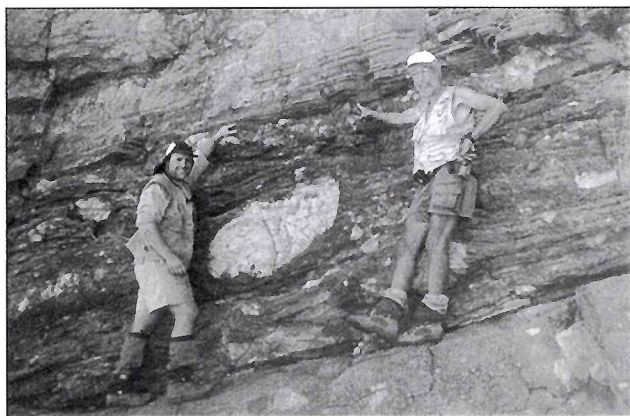
Dnes máme v rukách nezvratné dôkazy, že život na Zemi prekonal v rozmedzí 750 až 580 miliónov rokov štyri brutálne klimatické výkyvy. Vedci sa dlho domnievali, že pozemská klíma nebola nikdy taká nehostinná; extrémne klimatické zmeny sa predpokladali skôr na iných planétach, najmä na Venuši. Prvé dôkazy o týchto zmenách sa začali objavovať začiatkom 60. rokov, ale až poznatky, ktoré sme získali v poslednom desaťročí, sú natoľko presvedčivé, že zaujali aj geológov, biológov a klimatológov.

Jediným kľúčom k rekonštrukcii extrémnych zmien v období neoproterozoika sú stopy, ktoré možno nájsť v hrubých vrstvách prastarých hornín. Tieto stopy nás celé desaťročia miatli: nevysvetliteľným paradoxom sa nám dlho zdali byť ľadovcové morény na úrovni morskej hladiny v tropických oblastiach. V dnešnej klíme sa ľadovce v trópoch udržia iba vo výške 5000 metrov a vyššie; pod hladinou 4000 metrov sa začínajú topiť. Ďalšou záhadou bolo, že čelné morény tro-

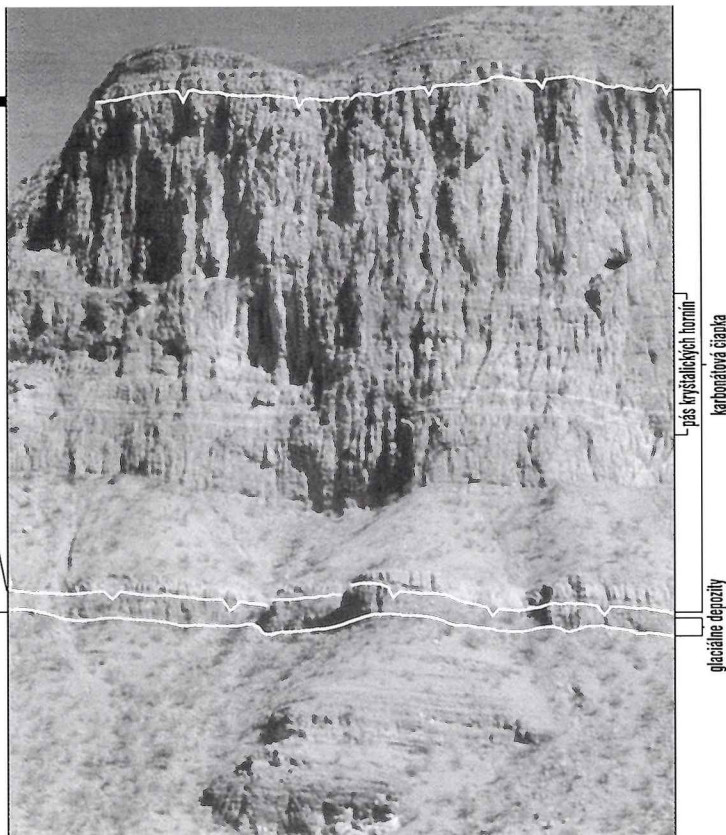
Počas globálnej ľadovej doby, ktorá vypukla pred 600 miliónmi rokov, väčšina kontinentov driftovala v rovníkovej oblasti, či presnejšie medzi obomi obratníkmi. Kontinenty sa medzičasom premiestnili, ale kamenné morény, ktoré tropické ľadovce transportovali a posúvali, nachádzame dodnes na viacerých miestach, napríklad v Namíbii. (Miesto je označené čiernym bodom.)



Tento útes na atlantickom pobreží v Namíbii, ktorý tvoria geologické vrstvy z rozličných období, je najpresvedčivejším dôkazom existencie globálnej ľadovej doby. Vrstva na samom spodku je rozhraním medzi ľadovou dobou a nasledujúcim horúcim obdobím. Nad glaciálnou vrstvou sa navrstvili karbonátové horniny, ktoré uprostred prerušuje pás kryštalických hornín.



glaciálna vrstva



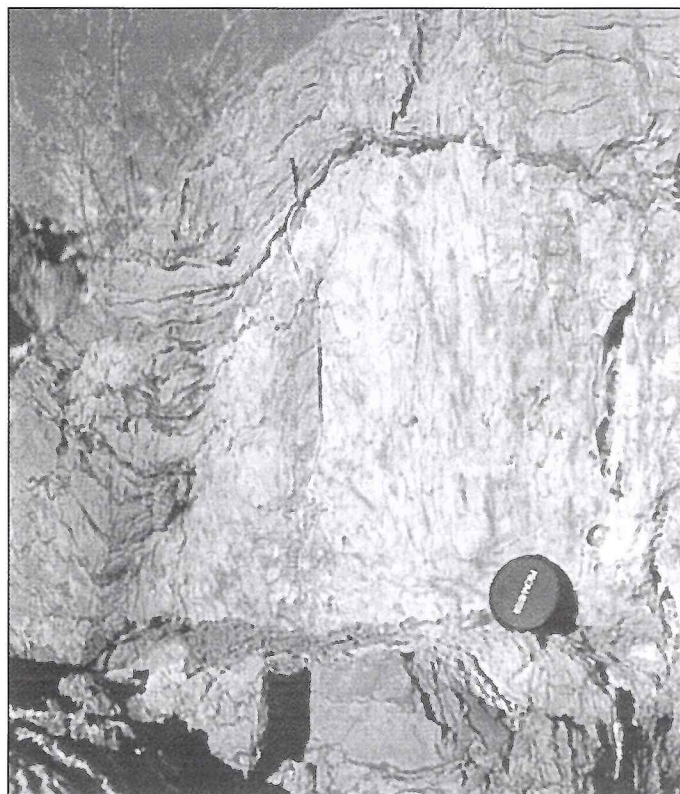
pás kryštalických hornín
karbonátová čiapa
glaciálne depozity

pických ľadovcov (ale aj mohutné obruby erodovaného materiálu, ktoré plaziace ľadovce strhávali a unášali), obsahovali neobyčajne depozity hornín bohatých na železo. Takéto depozity sa mohli vytvoriť v dobe, keď neoproterozoické oceány a atmosféra obsahovali iba málo alebo nijaký kyslík; v čase veľkých klimatických výkyvov však atmosféra mala takmer identické zloženie ako dnes. To znamenalo, že sa horniny, o ktorých vieme, že sa formujú iba v teplej vode, na-

akumulovali hneď potom, ako sa ľadovce stiahli. Ak by bola Zem úplne pokrytá ľadom, ako sa dokázala opäť zohriať? Navyše: stopy izotopov uhlíka v horninách naznačovali pretrvávajúci pokles biologickej aktivity. Čo mohlo spôsobiť také dramatické ochabnutie života?

plytkého kontinentálneho šelfu, ktorý sa vytvoril v nízkych južných zemepisných šírkach.

Tam sme objavili dôkazy činnosti ľadovcov; morény a depozitá hornín, ktoré sa usadili na postglaciálnom podloží, keď sa ľadovec, ktorý ich tlačil a transportoval, roztopil. Zarazilo nás, že na týchto morénach sa usadili horniny bohaté na minerály, obsahujúce vápnik a uhličitan horčatný. Tie sa však mohli vytvoriť iba v teplej klíme, ktorá vystriedala najväčšiu zo všetkých ľadových dôb. Keď sme tieto, stovky rokov pochované horniny obnažili, začali sme chápať príbeh, ktorý naši predchodcovia začali skladať už pred 35 rokmi.



Vrstva z obrazu 4 v detaile: balvany a kamene z ľadovcovej morény, ktoré ostali na Pobreží kostier po roztopení tropických ľadovcov pod príkrovom vrstiev usadených hornín z neskoršieho obdobia. Vertikálne obnažená vrstva je presvedčivým dôkazom prudkého zlomu globálnej klímy: najkrutejšiu a najdlhšiu ľadovú dobu vystriedali až 50-stupňové teploty a takmer neustávajúce dažde.

Všetky tieto záhady sa stanú pochopiteľnými, ak ich posúdime z odstupu v rámci hypotézy „Zem – snehová guľa“. Extrémne zaľadnenie nastalo tesne pred rýchlou diverzifikáciou mnohobunečného života, ktorá kulminovala v takzvanej kambrickej explózii medzi 575 až 525 miliónmi rokov. Ukazuje sa, že dlhá izolácia v roztratených oázach života a extrémne podmienky a snehovej guli Zem urýchlili genetické zmeny a generovali tento evolučný výbuch.

Dôkazy, podporujúce túto hypotézu, sme hľadali vo všetkých končínach sveta. Dnes skúmame neoproterozoické horniny v Austrálii, Číne, na západe Spojených štátov a na arktickom ostrove Svalbard. Začali sme však v Namíbii, na nehostinnom Pobreží kostier. Písal sa rok 1992.

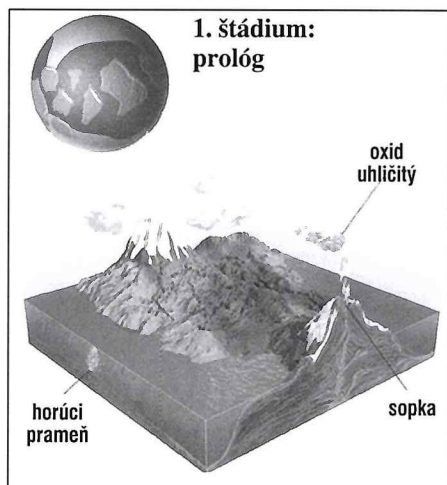
V neoproterozoiku bola juhozápadná Afrika súčasťou obrovského,

Už roku 1964 upozornil Brian Harland z University of Cambridge, že depozity glaciálnych usadenín z neoproterozoika možno nájsť na každom kontinente. Vzhľadom na to, že v šesťdesiatych rokoch sa začala uznávať teória kryhovej tektoniky, ktorá vysvetľuje, ako tenká kôra Zeme, rozpukaná na obrovské kryhy či platne, driftuje po plastických, natavených horninách pláštá. Harland sa nazdával, že driftujúce kontinenty sa v neoproterozoiku nakopili okolo rovníka; vychádzal z nameraných údajov magnetickej orientácie drobných zrníek v glaciálnych horninách. Kým horniny stuhli, zrníčka sa stihli zoradiť podľa siločiar magnetickeho poľa, a pretože boli blízko rovníka, usporiadali sa horizontálne. (Keby sa formovali blízko pólův, ich orientácia by bola takmer vertikálna).

Predpokladajúc, že ľadovce pokrývali aj trópy, Harland ako prvý vyrukoval s domnienkou, že Zem prekonala v neoproterozoiku gigantickú ľadovú dobu. Napriek tomu, že podaktorí skeptici Harlandovým magnetickým údajom neverili, väčšina ho už vtedy podporila. Nikto však nedokázal vysvetliť, ako sa mohli mohutné ľadovce vytvoriť aj v rovníkovej oblasti.

V rovnakom čase, keď Harland zverejnil svoju teóriu, začali fyzici pracovať na prvom matematickom modeli pozemskej klímy. Michail

Evolúcia globálnej ľadovej doby (tzv. Snowball Earth Event)



Pred 770 miliónmi rokov sa kontinenty (pôvodne zoskupené v prakontinente Gondwana) rozptýlili okolo rovníka. Na všetkých začalo prevážať oceánske podnebie: prívaly dažďa strhli z atmosféry CO₂, ktorý vytváral skleníkový efekt a vyvolávali gigantickú eróziu. Bez tepelného štítu CO₂ začala Zem chladnúť, z polárnych končín sa začali plaziť k rovníku gigantické ľadovce. Biely povrch ľadu odrážal viac solárnej energie ako tmavšia voda v oceánoch, čo spôsobilo ešte rýchlejšie ochladzovanie. Dôsledkom bol nezastaviteľný proces zaľadňovania. V priebehu jediného tisícročia pokryl ľad celú planétu!



Priemerná teplota klesla na mínus 50 stupňov Celzia už krátko po štarte ochladzovania. Oceány zamrzli do hĺbky 1 kilometer; tekutá voda v podloží sa udržala iba vďaka vyhrievaniu z vnútra planéty. Väčšina morských mikroorganizmov vyhynula, uchovali sa však početné oázy okolo horúcich, suboceánskych výverov. V chladnom, suchom vzduchu ľadovce nemohli ďalej mohutnieť, pretože bez vyparovania ani nepršalo, ani nesnežilo. Začali sa tvoriť púšte, plné obrovských, premiestňujúcich sa dún. V atmosfére sa opäť začal hromadiť CO₂ zo sopiek, pretože očistné dažde nadobro ustali. Tak sa postupne vytvoril skleníkový efekt, ktorý navodil oteplenie a hrúbka morského ľadu sa začala opäť stenčovať.

Budyko z Leningradského geofyzikálneho observatória dokázal pomocou svojich rovníc popísať ako slnečné žiarenie interaguje so zemským povrchom a atmosférou a kontroluje tak klímu. Každý geografický povrch reflektuje slnečné žiarenie inakšie; túto vlastnosť rôznych povrchov vyjadruje hodnota albeda. Biely sneh odráža viac slnečnej energie, má teda vysoké albedo; albedo obnaženého, nezasneženého povrchu sa mení v závislosti od druhu hornín a hustoty vegetácie.

Čím viac žiarenia planéta odráža, tým je chladnejšia. Vysoké albedo snehu a ľadu ochladzuje atmosféru a stabilizuje tak svoju existenciu. Budyko tento fenomén (spätného ľadového albeda) poznal; vedel, že ľadová pokrývka polárnych oblastí sa udržuje aj vďaka tomuto efektu. Z dynamických modelov pozemskej klímy však vyplynulo aj to, že táto spätná väzba sa môže dostať spod kontroly. Ak zaľadnenie prekročí hranicu okolo 30 stupňov zemepisnej šírky na oboch pologuliach, albedo planéty začne rýchlejšie rásť, pretože množstvo odrazeného slnečného žiarenia narastá každým stupňom zemepisnej šírky. Spätný efekt (podľa počítačových modelov) zosilnie natoľko, že teplota rádoovo klesá a celá planéta sa zaľadní.

Zamrznutá a vzápätí upečená

Budykove simulácie vzbudili veľký záujem o modelovanie klímy na počítačoch, ale ani on sám neveril, že Zem mohla tak rýchlo zamrznúť. Všetci vedci sa zhodli na tom, že počas takej gigantической ľadovej doby musel vyhasnúť život na celej planéte. (Až neskorší objav mikroskopických rias v horninách nie starších ako miliarda rokov, pripomínajúcich moderné formy, dovolil vedcom pripustiť, že práve ony zachovali pod ľadovým pancierom kontinuitu života.) Na to, aby sa život začal opäť rozvíjať, však muselo nastať oteplenie. Vedci sa však až do začiatku 70. rokov nazdávali, že úplné zaľadnenie planéty sprejádza také vysoké albedo, že tento proces musí byť nezvratný. Inými slovami, globálne zaľadnenie muselo byť permanentné. Ergo: modelovanie klímy na počítačoch sa zdiskreditovalo. Pre Hardingove objavy sa hľadali iné vysvetlenia.

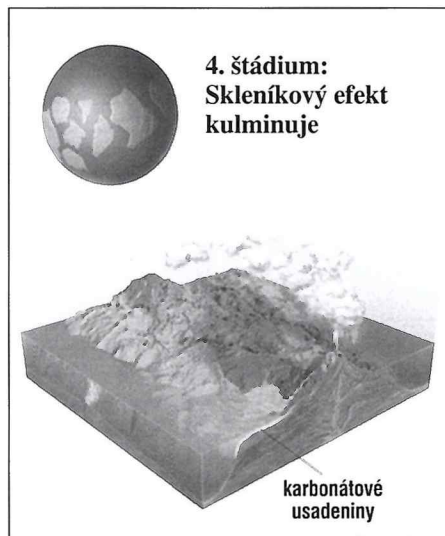
Tento postoj vedeckej komunity sa zmenil až v 70. rokoch, keď boli objavené prvé organizmy na miestach, o ktorých sa súdilo, že sú príliš drsné na to, aby sa v nich mohol udržať život. Na dne oceánov, pri horúcich sopúchoch, objavili vedci baktérie, ktoré sa zaobídu aj bez slnečného svetla. Takáto oáza života by spoľahlivo pretrvala aj počas superdlhej ľadovej doby, pravda, s podmienkou, že vulkanizmus neutíchne. Ešte optimistickejší bol objav psychrofilických, chladomilných organizmov v mimoriadne chladných a suchých údoliach Antarktídy. Cyanobaktérie a najrozličnejšie druhy rias radostne vegetujú v snehu, v ľade, v poréznych horninách, ba i hlboko v ľadovcoch, ak tie obsahujú dostatok živín, napríklad v podobe vmrznutých častíc prachu.

Vyriešil sa aj problém namodelovanej nevratnosti globálneho zaľadnenia: na Zemi každú ľadovú dobu spoľahlivo rozmrazil oxid uhličitý. Aj v priebehu ľudského života množstvo oxidu uhličitého v zemskej atmosfére merateľne kolíše, hoci kolobeh tohto plynu, vydycho-

Premena globálnej ľadovej doby na obdobie horúčav



Koncentrácia oxidu uhličitého sa v priebehu 10 miliónov rokov trvajúcej vulkanickej aktivity stisíc násobila. Na rovníku stúpala teplota tesne nad bod mrazu. S postupným otepľovaním planéty vlhkosť z roztápajúceho sa morského ľadu sublimovala vo väčších výškach a výdatne sneženie okolo rovníka vytvorilo mohutné pevninské ľadovce. Rozmrznutý oceán absorboval viac slnečnej energie a urýchlil globálne otepľovanie. V priebehu niekoľkých storočí vystriedala kruté mrazy brutálne horúca, vlhká klíma – od pólův až po rovník.



Keď sa ľad na tropickom oceáne roztopil, morská voda sa začala vyparovať a para spolu s CO₂ vytvorila čoraz silnejší skleníkový efekt. Teplota povrchu stúpala na 50 stupňov Celzia. Proces vyparovania sa zintenzívnil, dažde boli čoraz výdatnejšie. Prúdy kyslého dažďa, nasýteného kyselinou sírovou, urýchlili eróziu morén, ktoré po sebe zanechali ustupujúce ľadovce. Mohutné rieky splavili bikarbonáty a ďalšie ióny do oceánov, kde sa usadili a vytvorili karbonátové usadeniny. Nové formy života, vybudené veľmi dlhou genetickou izoláciou a tlakom selekcie, sa krátko potom, ako sa svet vrátil do normálneho stavu, rozšírili po celej planéte.

vaného živočíchmi a spotrebúvaného rastlinami v procese fotosyntézy je viac-menej stabilný. Ľudské aktivity, najmä spaľovanie fosílnych palív, však v posledných storočiach množstvo CO₂ v ovzduší rýchle zvyšujú. Z hľadiska života Zeme sú však tieto zdroje, vzostupy a poklesy množstva oxidu uhličitého vzhľadom na vplyv geologických procesov zanedbateľné.

Oxid uhličitý je iba jedným z plynov, ktoré pumpujú do atmosféry vulkány. Nepretržitým hlavným dodávateľom CO₂ je však najmä erózia kremičitých hornín: chemický rozklad hornín mení oxid uhličitý na bikarbonát, ktorý dážd a rieky splachujú do oceánov. Tam sa bikarbonát kombinuje s iónmi vápnika a magnézia a ukladá sa v podobe sedimentov, ktoré obsahujú veľké množstvo uhlíka.

Roku 1992 Joseph L. Kirschvink, geobiológ z Caltechu, upozornil na proces, ktorý mohol zvrátiť zdanlivo ireverzibilné zaľadnenie: podnes je pozdĺž zlomov kontinentálnych platní množstvo činných sopiek. Počas globálneho zaľadnenia ich však muselo byť oveľa viac, pretože pod obrovským tlakom kilometer hrubého ľadového panciera sa bloky pevniny s usadeninami na uhlík bohatých hornín zanorili tak hlboko do natavených, plastických hornín plášťa, že mohli vyvolať oveľa intenzívnejšiu sopečnú činnosť a urýchliť návrat uhlíka do atmosféry. Narastajúca sopečná činnosť vyvolala postupné otepľovanie. Po nekonečnej mrazivej zime nastal odmäk, okolo rovníka rozmrzol oceán, medzi obratníkmi začalo pršať. Tekutá voda oslobodila z erodovaných hornín a roztápajúceho sa ľadu uväznený uhlík. Vznikajúci oxid uhličitý sa začal veľmi rýchlo akumulovať v atmosfére, pretože prerušený kolobeh sa ešte neobnovil a mikroskopické riasy nestihli spotrebovať ani milióntinu vznikajúceho CO₂. Vznikol skleníkový efekt, ktorý zvrátil ľadovú dobu, a v neuveriteľne krátkom čase vytvoril na celej planéte pekelné globálne podnebie: v priebehu niekoľkých storočí stúpila priemerná globálna teplota o 100 stupňov Celzia!

Kirschvink je mimochodom aj autorom myšlienky, podľa ktorej najdlhšia a najkrutejšia ľadová doba bola počas neoproterozoika; postavil ju na mysterióznych depozitoch železa premiešaných glaciálnymi morénami. Tieto depozity museli vzniknúť v takom období vývoja Zeme, keď v oceánoch a v atmosfére bolo iba nepatrné množstvo kyslíka a železo sa mohlo rozpúšťať. (V atmosfére bohatej na kyslík sa železo rozpustiť nemôže). Kirschvink dokazuje, že milióny rokov trvajúce zaľadnenie pozbavilo oceány kyslíka (moría a oceány okysličuje vegetácia a periodické prílivy), takže rozpustené železo, produkované horúcimi vývermi na dne oceánov, sa vo vode mohlo naakumulovať. Keď skleníkový efekt rozpustil ľadový pancier, kyslík sa začal opäť miešať so stúpajúcou morskou vodou a spôsobil, že sa železo vyzrážalo na balvanoch, ktoré počas záverečnej fázy ľadovej doby uvoľnili a rozmiestnili ľadovce.

Skleníkový scenár inšpiroval dva tímy amerických vedcov (Lawrence Livermore National Laboratory a Pensylvánska univerzita); vedci pomocou simulácie na počítačoch dospeli roku 1992 k názoru, že rýchle oteplenie bolo možné

iba vtedy, ak koncentrácia CO₂ v atmosfére bola najmenej 350-krát väčšia ako dnes. Za predpokladu, že sopky v období neoproterozoika pumpovali do atmosféry iba toľko CO₂ ako dnes, planétu by globálny ľadovec pokrýval o desiatky miliónov rokov skôr, ako by sa stihlo naakumulovať také veľké množstvo oxidu uhličitého, aby sa začal roztápať ľad v oceánoch. V takom prípade by nešlo iba o najkrutejšiu, ale aj o najdlhšiu (ba možno aj nezvratnú) ľadovú dobu v dejinách Zeme. Vedci dnes predpokladajú, že skleníkový efekt na sklonku tohto obdobia vytvorilo 1000-násobne väčšie množstvo CO₂, ako obsahuje naša dnešná atmosféra.

Uhlíkový rébus

Kirschvink si neuvedomil dve línie dôkazov, ktoré by silne podporili jeho hypotézu Zeme ako snehovej gule. Nevšimol si, že všetky neoproterozoické glaciálne depozity sú pokryté, alebo obalené uhlíkatými horninami. Takéto horniny sa formujú najmä v teplých, plytkých moriach; typické sú Bahamské lavice, ktoré sú teraz súčasťou Atlantického oceánu. Proces, ktorý na balvany a drvinu rozdeľujúce ozrnutými ľadovcami nasadil karbonátové „čiapky“, bol neobyčajne rýchly; vedci však zatiaľ nenašli spôsob, ako určiť, kedy sa ľadovce roztopili, zbavili svojho nákladu a kedy sa začali tvoriť karbonáty. Geológovia predbežne odmietajú pripustiť, že zmena glaciálnej na tropickú klímu mohla prebehnúť tak rýchle.

V Namíbii sme zistili, že táto zmena bola prirodzená. Hrubé vrstvy karbonátov pokrývajúce na Pobreží kostier glaciálne morény svedčia o dlhotrvajúcom, extrémne silnom skleníkovom efekte, ktorý sa postupne (vďaka soptiacim vulkánom) vytvoril nad snehovou guľou Zem a globálnu (zdanlivo večnú) ľadovú dobu nezvyčajne rýchle „roztopil“. Ak Zem naozaj zamrzla až po rovník, vrstva CO₂ musela byť nezvyčajne hustá a vysoká; inakšie si nemožno predstaviť, že by čo len na rovníku vystúpila teplota nad bod mrazu. Len čo však k tomu došlo a ľadový pancier (s vysokým albedom) vystriedala morská voda, ktorá má nezvyčajne nízke albedo, rýchle zaľadňovanie sa zmenilo na mohutný odmäk. Skleníkový efekt vyhnal časom teploty až nad 50 stupňov Celzia; vyplýva to výpočtov, ktoré vlni previedol „modelár klímy“ Raymond Pierrehumbert z Chicagskej univerzity.

Silné vyparovanie zosilnilo skleníkový efekt, pretože aj vodná para je účinným skleníkovým plynom; medzi čoraz vlhkejšou atmosférou a rozmŕzajúcimi oceánmi a kontinentmi sa rozbehol gigantický kolobeh vody. Privaly dažďa vyplavili z atmosféry časť oxidu uhličitého vo forme kyseliny uhličitej, ktorá po ústupe ľadovcov brutálne erodovala obnažovaný povrch Zeme. Produkty chemickej erózie odplavovala voda do oceánov, kde sa z nich nezvyčajne rýchle vytvorili hrubé usadeniny, ktoré sa časom premenili na horniny. Namíbijské, na karbonáty bohaté horniny sa navrstvili v priebehu niekoľkých tisícok rokov!! Napríklad kryštály minerálu aragonit, ktoré dosahujú výškuospelého človeka, sa mohli vytvoriť iba v morskej vode – vysoko nasýtenej uhličitom vápenatým.

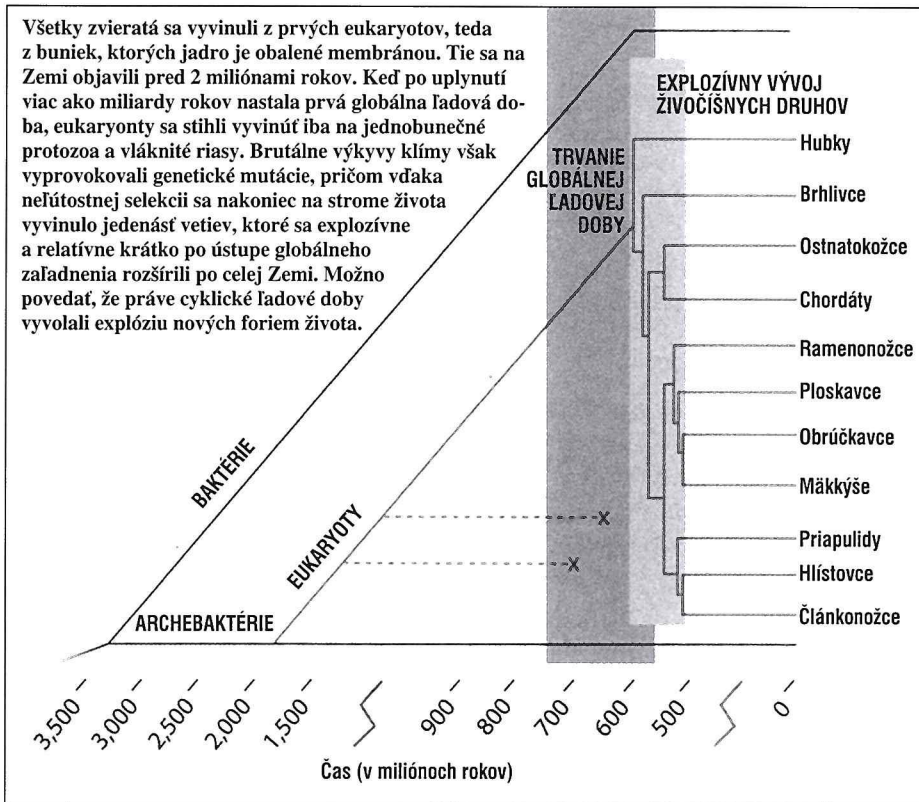
Čiapky na namíbijských skalách uchovali aj druhú reťaz dôkazov, ktoré podporujú Kirschvinkov scenár. Vedci v nich objavili neobyčajne vysoké zastúpenie dvoch izotopov uhlíka: obyčajného uhlíka 12 a mimoriadne vzácného uhlíka 13, ktorý má v jadre o neutrón viac. Rovnaké zastúpenie týchto izotopov sa objavilo aj v karbonátových čiapočkách na iných kontinentoch, ale nikomu nenapadlo, že práve ony dokazujú platnosť hypotézy Zeme – snehovej gule. Až Alan Jay Kaufman, geochemik špecializovaný na izotopy (University of Maryland) a Galen Pippa Halverson z Harvardu objavili, že rovnaké variácie izotopov sa objavujú na stovkách kilometrov obnažených hornín v severnej Namíbii.

Oxid uhličitý, ktorý sa dostal do oceánov zo sopiek, obsahuje 1 percento uhlíka 13; zvyšok tvorí uhlík 12. Ak by bolo formovanie karbonátových hornín jediným procesom, ktorý absorbuje uhlík z oceánu, horniny by museli obsahovať rovnaký podiel uhlíka 13 ako horniny, ktoré vznikli v dôsledku sopečnej činnosti. Ibaže uhlík sa stal základnou potravou rozsiahlych kolónií rias a baktérií, ktoré ho dokážu ťažiť z morskej vody, pričom mechanizmus fotosyntézy uprednostňuje najmä uhlík 12. Dôsledkom tejto stamilióny rokov trvajúcej hostiny je, že karbonátové horniny v životom kypiacich oceánoch vykazujú dnes vyšší pomer uhlíka 13 k uhlíku 12 ako čerstvé karbonáty, vyvrhnuté sokami.

Izotopy uhlíka v neoproterozoických horninách Namíbie svedčia o rozdielnej situácii. Ešte pred uložením glaciálnych depozitov sú namerné hodnoty uhlíka 13 na úrovni vulkanických zdrojov; pokles tejto hodnoty (ktorý vysvetľujeme ochabnutím biologickej produktivity potom, ako sa hladina oceánov vo vysokých zemepisných šírkach pokryla ľadom a začalo rýchle zaľadňovanie v globálnom merítku), keď oceány celkom zamrzli, biologická produktivita by mala vyhasnúť, lenže z tejto doby nemá nijaký uhlíkový záznam, pretože pod zaľadneným oceánom sa uhličitán vápenatý tvoriť nemôže. Na karbonátových čiapočkách, pokrývajúcich glaciálne depozity, sme na najnižšie uložených horninách zaznamenali výrazný pokles uhlíka 13, ale jeho výskyt na vyššie položenom teréne sa graduálne zvyšuje, čo je podstým dôkazom narastajúcej biologickej aktivity na konci horúceho obdobia.

Prudké variácie tohto izotopu uhlíka sa objavujú aj karbonátových horninách, ktoré sa vytvorili v inom období masového hynutia biologických druhov, ale ani jedna z nich nie je taká veľká a taká dlhodobá. Dokonca ani gigantický impakt, ktorý pred 65 miliónami rokov vykynožil disnosaurov, nespôsobil taký prudký pokles biologickej aktivity.

Hypotéza Zem – snehová guľa vysvetľuje aj iné mimoriadne objavy v geologických štruktúrach neoproterozoického sveta: vzťah variácií izotopov uhlíka a glaciálnych depozitov, paradox karbonátových čiapočiek, dôkazy dlhodobopretrvávajúcej ľadovcov na úrovni tropických morí i masívne depozity železa v tomto období. Čo je však najdôležitejšie, táto hypotéza nám pomohla hlbšie pochopiť evolúciu živočíšnej ríše v najranejšom období.



Záchrana života na Zemi

Martin Rudwick, ktorý spolupracoval s Hra-landom, ešte roku 1960 napísal, že gigantická zmena pozemskej klímy po doznení globálneho zaľadnenia v neoproterozoiku vytvorila podmienky na okamžitú a neobvyčajne vitálnu explóziu viacbunecných organizmov, najmä zložitejších živočíchov. Eukaryotické bunky, ktoré majú jadro zabalené do membrány, sa stali organizmami, z ktorých sa vyvinuli všetky rastliny a živočchy. Eukaryoty sa rozmnožili o miliardu rokov skôr ako ich početní a rôznorakí potomkovia; komplexnejšie organizmy sa však vyvinuli až po neoproterozoickej ľadovej dobe z primitívnych rias a jednobunecných protozoí. Pre vedcov bolo dlho záhadou, prečo trvalo tak dlho, kým sa tieto primitívne organizmy vyvinuli na jedenásť základných živočíšnych kmeňov, o ktorých existencii sme sa dozvedeli aj z fosílií v hrubých kambrických usadeninách. Bola to doslova mysteriózna explózia života.

Séria globálnych ľadových dôb, ako sa zdá, fungovala ako dômyselný environmentálny filter, ktorý usmernil a diferencoval evolúciu života. Všetky existujúce eukaryoty pochádzajú z organizmov, ktoré prežili neoproterozoickú katastrofu. Niektoré prepočty masového vyhynutia eukaryotov v minulosti sú zaznamenané v univerzálnych „stromoch života“. Fylogenetické stromy indikujú, koľko rozličných skupín organizmov sa vyvinulo z iných; vedci pri tomto rozlišovaní vychádzajú zo stupňa podobnosti. V posledných rokoch biológovia s rozličnou špecializáciou rekonštruujú tieto stromy na základe štúdia sekvencií nukleínových kyselín v živých organizmoch.

Väčšina týchto stromov potvrdzuje fylogénu eukaryotov ako oneskorené bujnenie vetiev, ktoré po neobvyčajne dlhom čase veľmi rýchlo pri-

zdobili dlhý, holý kmeň života. Fakt, že stá miliónoch rokov nevyrástli z kmeňa života nijaké bočné vetvy, svedčí o tom, že predpoklady na vznik a evolúciu mutantov, ktoré vzišli z eukaryotov, sa vytvorili počas periodických zaľadnení. Stvorenia, ktoré prežili ľadové doby, mohli vegetovať pri vulkanických výveroch na dne oceánov, okolo gejzírrov i nehlboko pod povrchom ľadu, všade, kde je možná fotosyntéza.

Vysoké i premenlivé teploty v rôznorodom chemickom prostredí vyseletovali organizmy, schopné prispôbiť sa horúcej klíme i mrazu; organizmy, stresované nestabilnými, nehostinnými podmienkami, boli prinútené brániť sa celou škálou genetických alternatív. Stresy si vynútili množstvo genetických zmien v priebehu veľmi krátkeho času; organizmy, ktoré dokázali najrýchlejšie zmeniť svoje gény, sa oveľa rýchlejšie prispôbili zmeneným podmienkam.

Komunity, sústredené okolo horúcich prameňov tvorili na zaľadnenej planéte akési oázy života, ktoré sa vzhľadom na veľký rozptyl nemohli navzájom nemohli ovplyvňovať; počas miliónov rokov na tomto archipelágu vytvoril mimoriadne pestrý genofond, podhubie neskoršej búrlivej explózie života po ústupe ľadovcov. Ak sa dve rovnaké skupiny vyvíjajú primerane dlhý čas v odlišných podmienkach, je veľmi pravdepodobné, že sa vytvoria genetické mutácie, ktoré sú podmienkou vzniku nových druhov. Znovurozšírenie života po ľadovej dobe potom prebiehalo pod nezvyčajným a rýchlo sa meniacim selektívnym tlakom, ktorý však mal zakaždým iné parametre ako evolučný výber pred zaľadnením. Takéto podmienky zvyhodňovali nové formy života.

Martina Rudwicka dlho pokladali niektorí kolegovia za fantasu a kacíra. Ukázalo sa však, že skutočnosť predstihla aj jeho najsmelšie vízie. Dnes už nikto nepochybuje o tom, že periodicky sa opakujúce, dramatické zmeny klímy zohrali

v procese rozšírenia života mimoriadne aktívnu úlohu.

Nikto dnes nepochybuje ani dôkazy, (glaciálne morény v trópech a ich karbonátové čiapočky), vďaka ktorým sa pracovitým a invenčným vedcom podarilo premeniť hypotézu o Zemi – snehovej guli na všeobecne akceptovanú teóriu. Dodnes však nikto ani len netuší, čo tieto gigantické klimatické zmeny vyvolalo; nevieme ani to, prečo v posledných tisícročiach výkyvy klímy náš svet neohrozili. Možným vysvetlením je to, že neoproterozoické Slnko produkovalo o 6 percent menej tepelného žiarenia ako dnes. Postupné zvyšovanie energetického výkonu nášho Slnka nás mohlo uchrániť od ničivých repríz globálneho zaľadnenia. Ibaže: geológovia nenašli zatiaľ ani len stopy pod ľadovými dobnami v priebehu miliardy rokov pred neoproterozoikom, keď bolo Slnko oveľa chladnejšou hviezdou ako dnes.

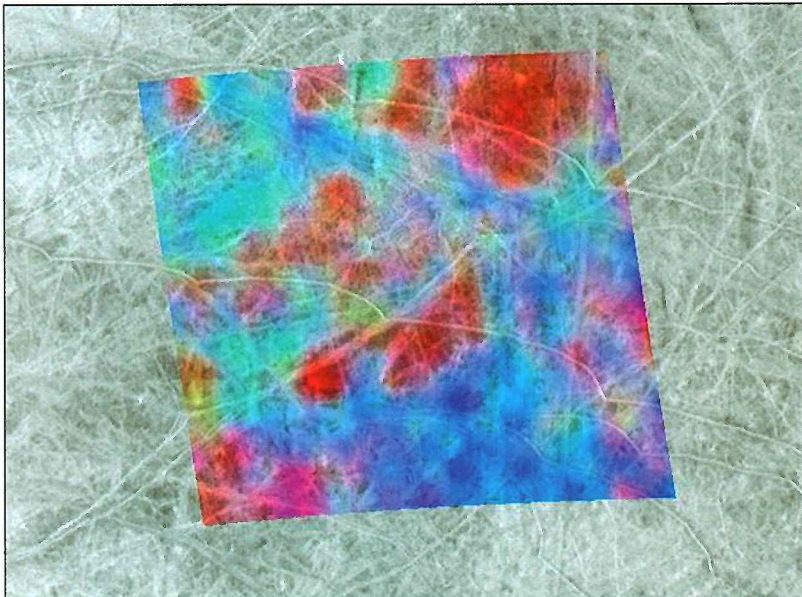
Bizarná konfigurácia kontinentov blízko rovníka počas neoproterozoika ponúka prijateľnejšie vysvetlenie: ak sa kontinenty, tak ako dnes, približia viac k pólom, oxid uhličitý v atmosfére si udržuje stabilne vysokú koncentráciu a udrží dostatočne teplú klímu. Ak globálna teplota poklesne tak, že kontinentálne ľadovce pokryjú súš vo vysokých zemepisných šírkach, tak ako Antarktídu a Grónsko, chemická erózia hornín pod ľadovým pancierom ustane. Viazaním časti uhlíka v ľadovcoch sa hladina oxidu uhličitého v atmosfére stabilizuje na takej úrovni, že ďalšie rozširovanie zaľadnenia je vylúčené. Ak sa v budúcnosti všetky kontinenty opäť zrazia v rovníkovej oblasti, ľadovce na ich povrchu sa roztopia aj v prípade, že by Zem bola chladnejšia a vznikli by na nej podmienky, ktoré by umožnili nástup nového globálneho zaľadnenia. V tomto prípade by prestal fungovať aj „bezpečnostný spínač“ v podobe oxidu uhličitého, pretože uhlík by sa nemal na čo viazať.

Možno sa nikdy nedozvieme, čo spôsobilo globálne zaľadnenie Zeme. Veď aj nedávne zmeny globálnej klímy (o tej prebiehajúcej ani nehovoriac) vysvetľujú iba jednoduché, nevelmi presvedčivé teórie. Mali by sme sa preto sústrediť na štúdium toho, čo je príčinou latentnej možnosti extrémnych zmien na našej planéte. V priebehu posledných miliónov rokov sa Zem dostala do najchladnejšieho štádia po objavení sa prvých živočíchov, ale ani v čase najväčšieho rozšírenia sa ľadovcov smerom k rovníku pred 20 000 rokmi sa ani zďaleka nevytvorili kritické podmienky umožňujúce nástup globálnej ľadovej doby. V najbližších storočiach budeme podľa všetkého svedkami istého oteplenia pozemskej klímy v dôsledku zvýšenia emisií oxidu uhličitého do atmosféry. Môže však Zem opäť zamrznúť?

Dnes ani len netušíme, ako sa klíma v priebehu nasledujúcich miliónov rokov bude meniť. Ak sa trend uplynulých miliónov rokov nezmení, ak sa polárny bezpečnostný spínač pokazí, potom budú naši potomkovia musieť čeliť ďalšej globálnej ľadovej katastrofe, ktorá usmerní život novým smerom.

PAUL F. HOFFMAN a DANIEL P. SCHARG
Scientific American
(Spracoval –eg–)

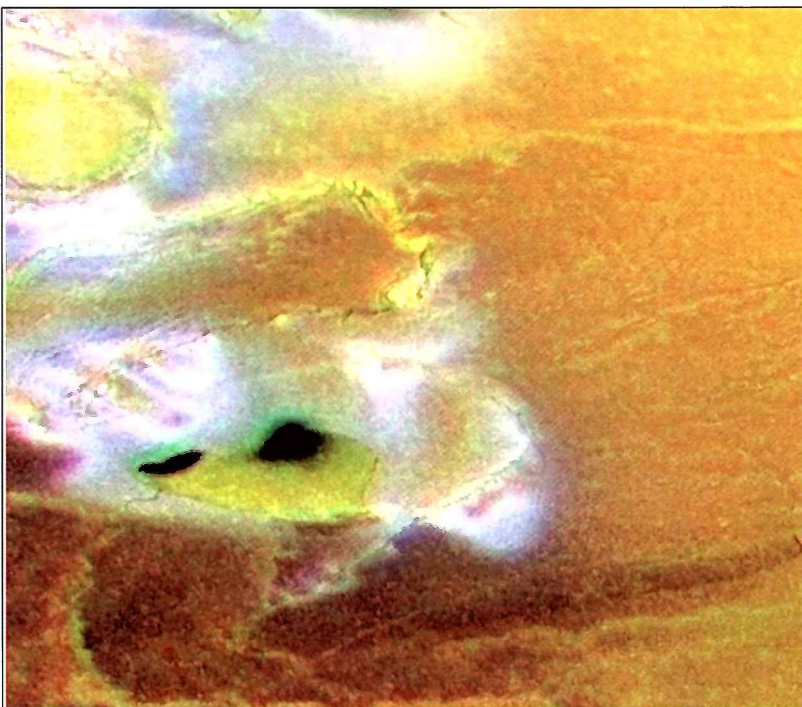
Europa: Morská soľ, alebo kyselina sírová?



Poskladanú snímku (k Jupiteru) privrátenej časti Európy získal Galileo koncom novembra 1999. Získali ju dva prístroje na jeho palube: celkový, čiernobiely pohľad, exponovala hlavná kamera. Je to snímka z doteraz najväčším rozlíšením tejto strany Európy. Druhá, preexponovaná snímka vo falošných farbách (získal ju spektrometer v blízkej infračervenej oblasti), odhalila doteraz najrôznorodšie zloženie povrchu tohto zaľadneného mesiaca. Modrasté snímky zviditeľňujú ľad, červenkasté povrch, v ktorom prevládajú tmavšie „neľadové“ materiály. Pestré farby znázorňujú zmiešaný povrch. Tmavý materiál podľa všetkého rýchle bledne.

Táto oblasť Európy planetológov zaujala, pretože práve na nej sa objavili najčerstvejšie, prevažne svetlé pukliny a ľadové hrebene. Tmavšie plochy v iných oblastiach mesiaca vznikli síce neskôr, lenže pukliny na snímke sú mladšie. Chemici sa ešte nezhodli na tom, aké zloženie má tmavý materiál: ide o kyselinu sírovú či minerály solí, ktoré vyvrelí (zmixované s tekutým ľadom) puklinami zamrznutého oceánu až na povrch? V oboch prípadoch však ide o látku, ktoré by mohli vytvárať v tekutej vode pod ľadovým pancierom vhodné podmienky pre vznik a evolúciu živých organizmov.

Farebná oblasť leží blízko priesečníka nultého poludníka a nulte (rovníkovej) rovnobežky. To je bod, z ktorého by pozorovateľ videl Jupiter vždy v rovnakej polohe. Europa sa totiž otočí okolo vlastnej osi v rovnakom čase ako obehne okolo Jupitera: raz za 3,55 dní.

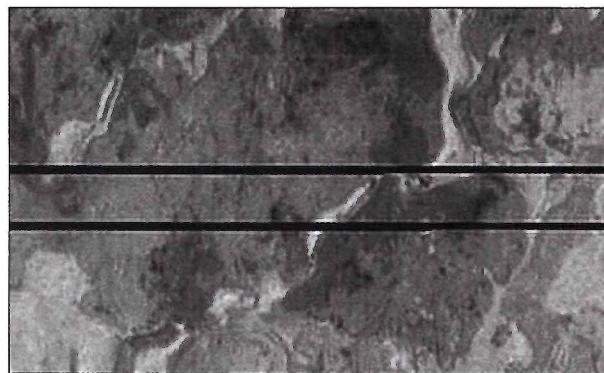


Io: okolie Južného pólu

Na snímke vidíte vulkanické kaldery, prúdy lávy a strmé svahy okolo Južného pólu. Snímka vznikla skombinovaním čiernobielej fotografie, ktorú sonda exponovala 22. februára 2000 s farebnou snímku, naexponovanou 3. júla 1999. Výrazné čierne škvrny sú malé vulkanické kaldery s priemerom 6 až 12 kilometrov. Čierne sú preto, lebo ich dno pokrýva čerstvá láva. Okolo kalder možno rozoznať difúzny materiál vyvrhnutý počas erupcií. Svetlý materiál tvorí srieň kyslíčnika siričitého, ktorý sa naakumuloval pozdĺž zlomov kaldery. Tieto goliere srieňa sa vytvorili po výleve tekutého kyslíčnika siričitého okolo sopúcha. Ten sa okamžite začal vyparovať a vytvoril nad kalderou charakteristický oblak plný plynu, drobných kvapôčiek i zrnok prachu. Po istom čase sa vyparený materiál skondenzoval na povrchu. Podobný proces sa vyskytuje aj na Zemi, najmä v suchých arktických oblastiach, keď z podzemia vytryskne voda a rozleje sa na dne kaldery. Na Io, pod vplyvom oveľa slabšej gravitácie, v podmienkach takmer nulového atmosferického tlaku, je vyparovanie a vytváranie oblaku oveľa mohutnejším procesom. Nie je vylúčené, že ide o najerozívnejší proces na tomto mesiaci. Na horskom masíve Telegonus Mensae (vpravo od stredu) možno rozoznať niekoľko paralelných hrebeňov. Podobné útvary boli pozorované aj na iných masívoch: ide o postupný rozpad nehomogénneho materiálu pod vplyvom gravitácie. Masív sa doslova rozsýpa. Žltý prúd lávy na spodnom okraji snímky je podľa všetkého prepojený s tmavým prúdom, ktorý vyteká z tmavej kaldery. Ide najskôr o sratú lávu.



Io: prúd lávy

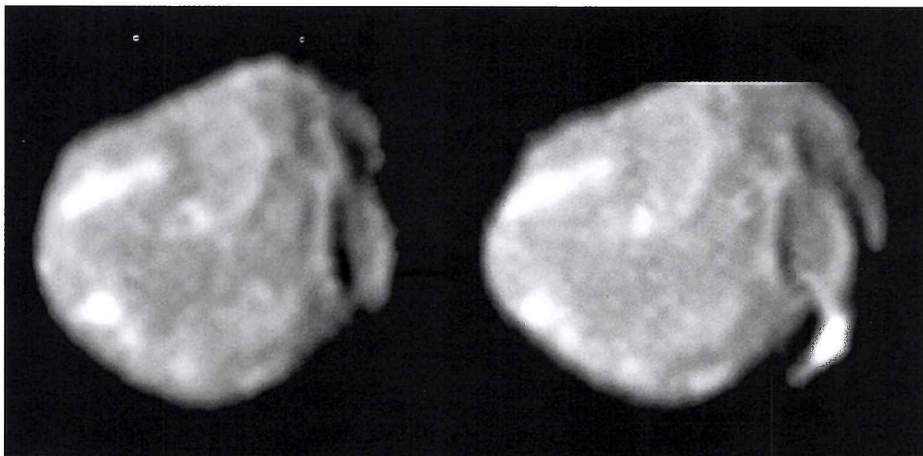


Jupiterove minimesiace

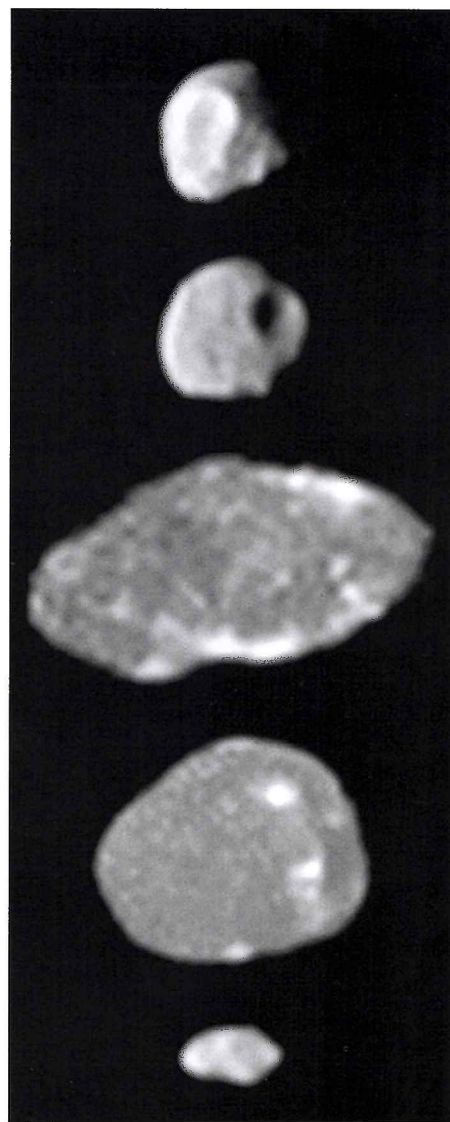
Vedľajším úväzkom sondy Galileo je aj snímkanie menších mesiacov Jupitera. Najčerstvejšie snímky Theby, Amalthey a Metisa, dodané so značným oneskorením, boli zverejnené iba pred niekoľkými týždňami.



Thebe, Amalthea, Metis (zľava doprava) na snímkach z doteraz najvyšším rozlíšením, ktoré sonda získala v januári 2000. Počas snímkovania sa Galileo dostal bližšie k Jupiterovi ako v roku 1995. Stalo sa tak počas blízkeho obehu Io. Na obrázku je zachovaný skutočný pomer veľkostí troch mesiačikov. Kráter Zethus na Thebe má priemer 40 km, biela škvrna záhadného materiálu na pravom hrote pripomína podobné ostrovčeky aj na zvyšných troch mesiačikoch. Na Amalthee, vľavo od dominantného krátera Gaea, si všimnite hornatú oblasť, ktorá sa ťahá až za terminátor, rozhranie svetla a tieňa.

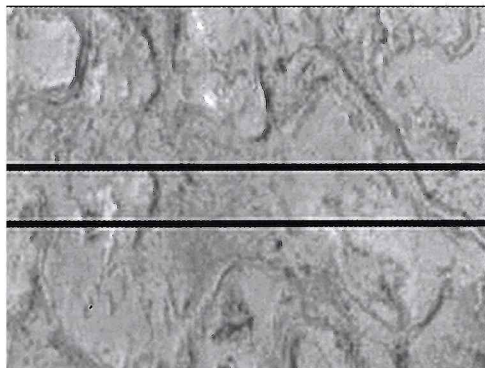


Na dvojici snímkov vidíte mesiačik Amalthea. Najväčší kráter má priemer 40 km. Všimnite si dva hrebene vybiehajúce z okraju krátera na severozápad (pripomínajú zajačie uši). Sú také vysoké, že vrhajú zreteľné tieň. Na vrchu Amalthey je tanier veľkého krátera; 51 km dlhý pás bieleho materiálu, ťahajúci sa k ľavému okraju, leží na strane, ktorá je obrátená v smere pohybu mesiačika okolo Jupitera. Tento útvar, nasnímaný už dávnejšie z inej perspektívy, pomenovali Ida.



Prvé dva objekty na vertikálnej skladačke predstavujú mesiačik Thebe: kráter Zethus, ktorý rotácia „vyniesla“ z tieňa, leží neďaleko oblasti, ktorá je (vzhľadom na Jupiter) permanentne na odvrátenej strane. Na ďalších dvoch snímkach je Amalthea; pôvod bielych škvŕn na tmavom povrchu je zatiaľ nejasný. Na hornej snímke vidíme „čelo“ mesiaca, teda časť, ktorá je obrátená v smere pohybu okolo Jupitera. Na druhej snímke (s dvomi svetlými bodmi) vidíme odvrátenú tvár Amalthey. Na samom spodku je snímka trpasličieho mesiaca Metis.

s najvyšším rozlíšením



19. apríla roku 2000 získala sonda niekoľko cenných snímkov Jupiterovho mesiaca Io. Na hornom čiernobielym obrázku vidíte stuhnuté prúdy ioanskej lávy s doteraz najvyšším rozlíšením. (7 metrov na pixel.) Dva tenké čierne pruhy vznikli preto, že sa počas prenosu stratili údaje.

Exponovaný terén leží na dne kaldery Chaac, ktorú vidíme na dolnej snímke s nižším rozlíšením. (Asi 180 metrov na pixel.) V kaldere je niekoľko depresí, spôsobených vulkanickými erupciami. Tá, ktorú vidíte, je dlhá 100 a široká 30 kilometrov. Planetológovia z tvaru a veľkosti tieňa pod zlomom (na obrázku vpravo hore) odhadli, že dno kaldery leží 2,8 kilometra pod jej okrajom. Textúra lávy pripomína prúdy lávy okolo havajskej sopky Kilauea. Zdá sa, že dno vyplňa niekoľko niekoľko lávových jazier a lávových tokov. Svetlé škvrny okolo kaldery vytvára srieň oxidu siričitého alebo iné, na síru bohaté materiály. Vulkanológovia sa nazdávajú, že zelené škvrny na dne kaldery vytvára kontaminovaná síra; takéto útvary vznikajú vtedy, keď materiál, bohatý na síru, ktorý uniká zo sopúchov, chemicky reaguje s prúdmi horúcej lávy. Na snímke s vysokým rozlíšením vidíme niekoľko lávových prúdov. Najtmavší je podľa všetkého najmladší, pretože ho ešte nestihli pokryť sírnaté materiály, ktoré obalujú väčšinu povrchu Io.

Galileo Press Release

Môže výbuch supernovy ohroziť život na Zemi?



Expedícia mníchovských fyzikov získala nedávno vzorky zo sedimentov uložených hlboko pod hladinou Tichého oceánu. Objavila v nich stopy, ktoré celkom jednoznačne dokazujú, že pred 5 miliónmi rokov vybuchla v susedstve našej Slnčnej sústavy supernova. Keby sa niečo podobné zopakovalo dnes, mohlo by to spôsobiť vyhynutie vyšších foriem života na Zemi.

Katastrofické udalosti vo vesmíre ovplyvňovali vývoj na Zemi oveľa významnejšie, ako to vedci ešte donedávna pripúšťali. Po zverejnení najnovších výskumov vieme, že nielen asteroidy a kométy, ale aj výbuchy blízkych supernov môžu vyvolať globálnu katastrofu.

Strach z asteroidov máta od roku 1980: v tomto roku publikovali Luis a Walter Alvarezovci (otec a syn) z Berkeley University v Kalifornii výsledky dlhoročného výskumu; vyplynulo z nich, že 65 miliónov staré usadeniny obsahujú nadpriemerné množstvo vzácného ťažkého prvku – irídiu. Irídium sa v zemskej kôre vyskytuje veľmi zriedkavo, pretože tento vzácny prvok sa počas formovania planéty usadil najmä v zemskom jadre. V asteroidoch je však rozptýlený rovnomerne. Alvarezovci preto zvýšený výskyt v spomínanej vrstve sedimentov pripísali na vrub ozrutného asteroidu s priemerom niekoľkých kilometrov, ktorý na sklonku kriedy explodoval po preniknutí do zemskej atmosféry, pričom sa uvoľnilo veľké množstvo irídiu. Výbuchom uvoľnené irídium sa postupne usadzovalo na súši i v sedimentoch morí a oceánov. Dôsledkom tejto gigantickej explózie, ktorú vedecká pospolitost pokladá za dokázanú, bolo masové vymieranie dinosuarov. Spolu s prajaštermi vymrelo 90 percent živočíšnych druhov. Objav Alvarezovcov vyvolal diskusie, do akej miery kozmické telesá ovplyvnili evolúciu a klímu na našej planéte.

Takto by vyzeralo nočné nebo nad Zemou, keby v našom susedstve, vo vzdialenosti do 100 svetelných rokov vybuchla supernova. Vidieť by ho však mohli iba tí smrteľníci, ktorí intenzívne bombardovanie tvrdými časticami prežili v bezpečných úkrytoch. Rozpínajúca sa, odvrhnutá obálka bývalej hviezdy by sa pred ich očami v majestátnom tichu viditeľne rozpínala.

Táto diskusia trvá dodnes, ale nikoho zatiaľ nenapadlo, že okrem asteroidov a komét môžu na pozemský život vplývať aj iné gigantické kozmické udalosti, napríklad explózie hviezd v poslednom štádiu ich života, ktoré vedci nazývajú supernovami. Hviezda sa premení na supernovu vo chvíli, keď sa v jej vnútri vypotrebuje jadrové palivo. V zlomku sekundy sa jadro prestarnej hviezdy zrúti do neutrónovej hviezdy či čiernej diery; vzápätí sa vonkajšia obálka rozptýli do okolitého priestoru rýchlosťou niekoľkých desiatich kilometrov za sekundu. V niektorých prípadoch zaznamenajú tieto explózie na rozličných vlnových dĺžkach aj čoraz citlivejšie detektory pozemských pozorovateľov, pravda, iba v dosahu súčasných prístrojov.

Pri výbuchu supernovy sa v zlomku sekundy uvoľní množstvo energie, ktoré sa vyrovná energii vyžiarenej Slnkom počas celého jeho života – desiatich miliárd rokov. Lenže pozor: táto hodnota vyjadruje iba energiu, ktorú dnešné prístroje pozemšťanov dokážu detegovať, a tá predstavuje sotva 1 percento celkovej vyžiarenej energie, veď energia plynu prúdiaceho z kolabujúcej hviezdy do vesmíru je prinajmenšom desaťkrát väčšia. Najviac energie zo supernovy sa však uvoľní v podobe neutrón, ktoré sa po explózii šíria do okolitého priestoru takmer rýchlosťou svetla.

Ak v minulosti vybuchla nejaká supernova aj v blízkosti Zeme, mali by sa stopy tejto explózie zachovať na našej planéte podnes.

Vesmír je našťastie usporiadaný tak, že takáto udalosť sa stane v blízkosti inej hviezdy (a jej prípadnej planetárnej sústavy) iba zriedkavo. Aj susedné hviezdy sú od seba veľmi vzdialené. Ak by sme si priemernú hviezdu predstavili vo veľkosti tenisovej loptičky, potom by sa na ploche strednej Európy vyskytli nanajvýš tri až štyri. Navyše: nie

každá hviezda končí svoju púť gigantickou explóziou. Osud supernovy čaká iba hviezdy, ktoré majú viac ako osemdásobok hmotnosti Slnka.

Takíto hviezdni obri sú však oveľa zriedkavejší ako „lahké váhy“ podobné nášmu Slnku. Astronómovia odhadujú, že v našej Galaxii vybuchne supernova raz za 30 až 100 rokov. Väčšina z nich exploduje v takej veľkej vzdialenosti, že ich ani neobjavíme. V našom susedstve, v okruhu niekoľkých desiatok svetelných rokov (čo sa považuje za kritickú vzdialenosť), vybuchne supernova nanajvýš raz za niekoľko sto miliónov rokov. Pravdepodobnosť takejto explózie je rovnaká ako v prípade impaktu asteroidu s priemerom 10 kilometrov.

Napriek tomu je prinajmenšom čudné, ako málo vedcov pripúšťa možnosť, že na evolúciu mohli vplývať aj supernovy. Keď Otto Schindewolf, paleontológ z Tübingenu roku 1962 uverejnil článok s titulom „Neokatastrofizmus?“, v ktorom vyslovil hypotézu, že príčinou masového vymierania živých organizmov na sklonku permu pred 250 miliónmi rokov mohol byť výbuch blízkej supernovy, ani jeden z renomovaných kolegov ho nepodporil. Vedci v tom čase ešte na kozmické katastrofy neverili.

Boom zaznávanej teórie

– Ako chceš svoju teóriu dokázať? – pýtali sa Schindewolfa kolegovia a odpovede sa nedočkali. Iba pred tromi rokmi John Ellis, teoretický fyzik z európskeho výskumného centra CERN nedávko Ženevy, Brian Fields s University of Urbana v Illinois a David Schramm z University of Chicago vyrukovali s domienkou, že aj po výbuchu blízkej supernovy museli ostať v pozemských usadeninách nejaké stopy, pravda, oveľa nezreteľnejšie ako po impakte ozrutného asteroidu.

Kozmické elementárne častice

V rozpínajúcej sa odvrhutej obálke supernovy panujú pekelné podmienky. Jadrá atómov sa zrážajú, pričom sa z nich uvoľňujú neutróny. Neutróny sa pohybujú v plyne a prenikajú do iných atómových jadier. V krátkom čase sa atómové jadra doslova preplnia neutrónmi, stávajú sa však nestabilnými. Niektoré neutróny sa pritom premenia na protóny, vznikajú nové prvky, s čoraz vyššími atómovými číslami: od železa (v Mendelejevovej tabuľke s číslom 56) až po urán-235, urán-238, (číslo 92), plutónium-244 (číslo 94) a californium-254 (číslo 98). Pri tomto „beta-rozpade“ sa však uvoľňujú z atómov jeden elektrón a jedno neutríno. Vedci odhadujú množstvo takto vznikajúcich prvkov pomocou komplikovaných počítačových modelov. Podľa doterajších poznatkov vyprodukuje hviezda s hmotnosťou 15 Slnk počas štádia supernovy množstvo železa-60, ktorého konečná hmotnosť sa vyrovná hmotnosti Zeme.

Izotopy na dne oceánov

Na prvý pohľad sa môže zdať, že 10 miliónov ton je poriadny balík exotického materiálu. V skutočnosti však ide sotva o desatisícinu hmoty, ktorú do pozemskej atmosféry dopravil asteroid s priemerom 5 km, ktorý „impaktoval“ Zem pred 65 miliónmi rokov. Navyše: vzhľadom na to, že sa materiál z rozpínajúcej obálky usadzuje rovnomerne po celom povrchu Zeme, jeho koncentrácia v sedimentoch je taká nízka, že donedávna bola prakticky nemerateľná (aspoň nie tou metódou a tými prístrojmi, ktoré použili Alvarezovi a ich kolegovia).

Vedci časom dospeli k názoru, že sa pri hľadaní zvyškov po supernove musia sústrediť na tie prvky a izotopy, ktoré v supernove vznikajú vo veľkých množstvách, ale na Zemi sú vyslovene zriedkavé. Tomuto kritériu zodpovedajú najmä rádioaktívne látky, ktoré majú polčas rozpadu niekoľko miliónov rokov, pretože:

1. ich životnosť zaručuje, že sa mohli dodnes zachovať v relatívne veľkom množstve;
2. na Zemi sa takmer nevyskytujú.

Zistilo sa, že týmito kritériám podľa dnešných podmienok vyhovujú iba izotopy železa-60 a plutónia-244.

Vo svete niet veľa laboratórií, ktoré dokázali stopové množstvá týchto látok spoľahlivo zmerať. Po mnohých pokusoch sa to napokon podarilo Güntherovi Korschinekovi z Mníchovskej tech-

nickej univerzity. V usadeninách, ktoré získal v Južnom Pacifiku, našiel predpovedaný izotop železa-60.

Vzorky, ktoré sa získali z hĺbky 1300 metrov, boli pôvodne určené na celkom iné účely. Pred desiatimi rokmi sa geológovia z Kielskej univerzity pokúsili zistiť, či ostrovy Pitcairn, ktoré sa preslávili tým, že na nich našli úkryt vzbúrenci z lode Bounty, tvorí reťaz sopiek, podobne ako v prípade Havajských ostrovov. Expedícia vyrážala do Južného Pacifiku na výskumnej lodi Sonne (Slnko) a okolo ostrovov zbierala vzorky – tzv. mangánovej kôrky. (Nejde o mangánové konkrécie.) Tieto na železo a mangán bohaté sedimenty sa tvoria na dne oceánov najmä okolo dlhodobocinných sopiek.

Potenciálne supernovy sú ďaleko

Mníchovskí fyzici sa pri hľadaní železa-60 zamerali na mangánovú kôrku najmä preto, lebo vedeli, že sa tvorí neuveriteľne pomaly: jeden až dva milimetre hrubá vrstva sa vytvorí za milión rokov. Nuž a práve preto obsahujú aj zriedkavé látky v nepatrných množstvách. O tento poznatok sa opierala aj metodika dôkazu.

Korschinekova metóda umožňuje zmerať aj stopové množstvo hľadanej látky. Vedci získajú substanciu najskôr premenia na plyn, potom pomocou špeciálnej metódy pozbavia atómy elektrónov, takže nakoniec získajú „nahé“, kladne

Zvyšky po dávnej explózii supernovy v súhvezdí Blížencov.



Eta Carinae, hviezdny obor, ktorý opakovane vyvrhne do kozmu nový a nový materiál. Roku 1843 žiarila táto hviezda na oblohe rovnako intenzívne ako Sírirus. Dodnes nevieme, či v tomto prípade ide o hviezdu alebo dvojhviezdu. Už zajtra by mohla medzi obomi lalokmi načechnutého plynu vybuchnúť supernova.

A predsa explodujú!

Masívna hviezda dokáže v záverečnej fáze svojho normálneho života produkovať prvky až po železo; podmienky v jadre takejto hviezdy (vysoká teplota a vysoký tlak) umožňujú fúziu ľahkých jadier. Pri tomto procese sa uvoľňuje teplota, ktorá zahrieva hviezdu. Horúca hmota, tak ako každý horúci plyn, sa rozpína, vyvíja odstredivý tlak, ktorý vyvažuje pôsobenie gravitácie. Preto je hviezda stabilná.

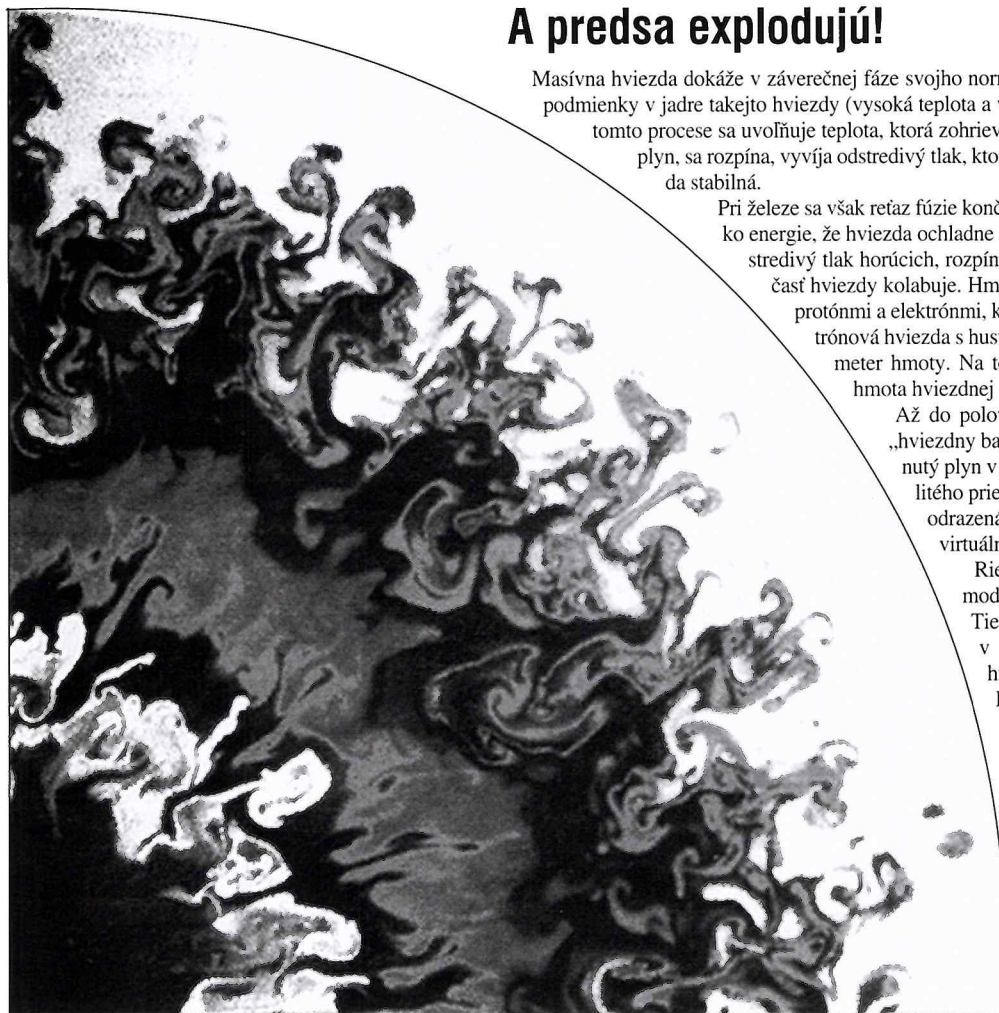
Pri železe sa však reťaz fúzie končí. Využitie železného paliva však spotrebuje toľko energie, že hviezda ochladne a dostredivá gravitácia je zrazu silnejšia ako odstredivý tlak horúcich, rozpínajúcich sa plynov. V zlomku sekundy centrálna časť hviezdy kolabuje. Hmota zhutne, rozpútajú sa jadrové reakcie medzi protónmi a elektrónmi, ktoré prebiehajú až dovedy, kým nevznikne neutrónová hviezda s hustotou niekoľkých miliónov ton na kubický centimeter hmoty. Na toto supertvrdé jadro sa rýchlosťou zvuku zrúti hmota hviezdnej obálky, narazí naň a odrazí sa opäť do výšky.

Až do polovice 80. rokov sa teoretici nazdávali, že tento „hviezdny backhand“ je dostatočne silný na to, aby sa odvrhnutý plyn v podobe explodujúcej bubliny rozširoval do okolitého priestoru. Počítačové modely však hovoria čosi iné: odrazená hmota obálky sa na obrazovke rýchle sploštila, virtuálne supernovy jednoducho nechceli explodovať.

Riešenie sa našlo až vtedy, keď vedci do scenára modelu vpusťli aj zabudnutých aktérov – neutrína. Tieto čiastočky sa z explodujúcej obálky uvoľňujú v obrovských množstvách. Objektom, ktorý má hustotu ako naša Zem, neutrína poľahky preniknú. Hmota vo vnútri supernovy je však taká hustá, že v nej dochádza k obrovskému množstvu kolízií neutrín s jadrami atómov. A práve tento proces nahreje vonkajšie vrstvy plynu do takej miery, že explodujú – aj v počítači.

(Spracoval –eg–)

Celé roky modelovali astronómovia na počítači scenár smrti hviezdnych obrov: od katastrofálneho, turbulentného kolapsu až po následnú explóziu. Na snímke vidíte počítačom namodelovanú časť prierezu obrej hviezdy krátko pred explóziou.



nabité atómy. Tieto potom „nabijú“ do urýchlovača častíc, na ktorého konci, v špeciálnom terči, je umiestnený nezvyčajne citlivý prístroj; tento prístroj dokáže vystreľované atómy triediť podľa ich hmotnosti.

Experimentátorom sa podarilo objaviť v mangánovej kôrke stopy izotopu železa-60. V najvrchnejšej, sotva 2 centimetre hrubej vrstve, ktorá sa vytvárala pred 13 miliónmi rokov, našli hľadanú látku v 1000-násobne vyššej koncentrácii ako v „normálnych usadeninách“. Vedci na základe poznatku, že počas rozpadu tohto izotopu je 1,5 milióna rokov, vyrátali, že exotické železo-60 sa muselo dostať do zemskej atmosféry a usadiť sa dne oceánov pred 5 miliónmi rokov.

Zdrojom železa-60 mohla byť iba supernova, ktorá vzplanula vo vzdialenosti 50 až 100 svetelných rokov. Vo chvíli, keď explózia kulminovala, na pozemskej oblohe sa objavila sférická, ružovkastá až červená bublina, ktorá žiarila tisíckrát jasnejšie ako Mesiac v splne. V snahe dokázať svoju teóriu sústredili sa vedci aj na hľadanie plutónia-244. Zároveň zamýšľajú analyzovať manganické usadeniny aj z iných končín Tichého oceánu. Ak sa ich hypotéza potvrdí, získajú prvý dôkaz o supernove, ktorá musela mať vplyv na zemskú biosféru.

Hľadať zvyšky rozptýlenej obálky po supernove na dnešnej oblohe je zbytočné. Iba o málo lepšie sú vyhliadky na objav neutrónovej hviezdy (zvyšku po supernove), pretože tá sa dnes nachá-

dza, vzhľadom na pomerne vysokú rýchlosť takýchto objektov, prinajmenšom vo vzdialenosti 1000 svetelných rokov od Slnka, takže sa dá iba ťažko detegovať. (Pravdepodobnosť, že je ešte stále v štádiu pulzaru, je relatívne nízka; ešte nepravdepodobnejšie je, že prípadný pulzar je k Zemi natočený tak, aby jeho žiarenie, emitované z jeho magnetických pólov, mohli prístroje pozemšťanov zaznamenať.)

O vplyve výbuchov blízkych supernov na biosféru sa doteraz nepublikovali nijaké štúdie. Scenár zhubného pôsobenia je však pomerne jednoduchý: Zem by bola spočiatku vystavená prúdu elektromagnetického, najmä tvrdého ultrafialového, röntgenového a gama žiarenia. Vzápätí by ju začali bombardovať rýchle častice uvoľnených jadier vodíka (protóny). Ellis a Schramm odhadujú, že výbuch supernovy, vzdalenej 50 až 100 svetelných rokov, by prirodzený tok žiarenia zdvoj- až späťnásobil.

Táto dodatočná dávka žiarenia by pre pozemské rastliny a živočchy nebola bezprostredne životu nebezpečná. Určite by však zmenila chémiu atmosféry, takže nepriamo by mohla biosféru vážne ohroziť.

Zánik ozónovej vrstvy

Keď do zemskej atmosféry preniknú rýchle častice, zrážajú sa s molekulami a podnecujú tvorbu oxidu dusíka, ktorý ničí ozón. Sto svetelných rokov vzdialená supernova by zredukovala

množstvo atmosférického ozónu na tretinu normálneho stavu. Explózia vo vzdialenosti 10 svetelných rokov by vyprodukovala až 100-násobne silnejší prúd častíc, čo by ozónovú vrstvu celkom zničilo. Bez ozónového krytu by potom až na povrch Zeme prenikalo aj krátkovlnné ultrafialové žiarenie, pričom tento ničivý dážď častíc by trval niekoľko stoviek rokov.

Takýto UV-šok by mal fatálne dôsledky na fytoplanktón v oceánoch. Výskumy v posledných rokoch dokázali, že zosilnený tok krátkovlnného UV-žiarenia, ktoré preniká ozónovou dierou nad Antarktídou, fytoplanktón poškodzuje, pretože mimoriadne obmedzuje fotosyntézu. Bezprostredným dôsledkom masívneho UV-žiarenia by bolo ochudobnenie potravinového reťazca. Navyše: fytoplanktón by v dôsledku ochabujúcej fotosyntézy spotrebúval podstatne menej atmosférického oxidu uhličitého. Objem CO₂ by začal rýchle narastať, čo by vyvolalo mimoriadne silný skleníkový efekt.

Prvé jednoduché organizmy vznikli na Zemi asi pred 3 miliardami rokov. Odvtedy v blízkosti Zeme muselo explodovať niekoľko supernov. Zdá sa, že vesmír na evolúciu života vplýva oveľa významnejšie, ako sme sa ešte donedávna nazdávali.

THOMAS BUHRKE

(Spracoval –eg–)

Vesmír je chladný a neosobný

– Pán profesor, celý život ste zasvätili hľadaniu teórie, ktorá by jednoducho, ale komplexne vysvetlila vznik, vývoj a vôbec existenciu vesmíru. Čo robíte celý deň?

Weinberg: Teoretickí fyzici ako ja strávia väčšinu svojho času tým, že ho premárnia. Preverujeme veľa, veľa ideí, z ktorých iba nepatrná časť má šancu, že bude fungovať. Občas a celkom nečakane čosi do čohosi zapadne. V takom prípade vieme: to by mohla byť čiastočná odpoveď na problém.

– Znamená to vari, že celý deň sedíte za písacím stolom a počítate?

Weinberg: Och, počítanie – to je to najjednoduchšie. Matematika príde na rad až vtedy, keď máme na stole teóriu. Pravdaže, niektoré výpočty sú ťažšie ako iné. Podaktoré sú dokonca také ťažké, že niektorí ľudia sa špecializujú iba na ne a celý život nič iného nerobia.

– Ak nepočítate, čo potom vlastne robíte?

Weinberg: Naozaj ťažkou časťou mojej práce je uvažovanie o tom, ako by sa fyzikálne princípy dali skombinovať tak, aby sa, vychádzajúc z takého experimentu, dali na ich základe vôbec nejaké výpočty robiť. Najdôležitejšia je idea.

– Život teoretického fyzika spočíva teda v produkcii ideí...

Weinberg: Ak ho za celý život napadnú tri či štyri, potom možno povedať, že bol veľmi úspešný. Pravdaže, musia to byť naozaj dobré idey. Také, čo nás posunú dopredu, ktoré nám umožnia hlbšie poznanie, a popritom majú tú zázračnú eleganciu a jednoduchosť, ktorú hľadáme.

– Ako by mala teória všetkého, ktorú hľadáte, vyzerat? Ako vzorec?

Weinberg: Ak by som to vedel, napísal by som ju na kúsok papiera.

– Ak by sme priniesli zázračnú skrinku s desiatimi vzorcami, z ktorých jeden by vyjadroval Teóriu všetkého, rozoznali by ste ho?

Weinberg: Predpokladám, že áno. Mimochodom, neverím, že by to bol vzorec. Musel by to byť fyzikálny zákon.

– Rozpoznali najfundamentálnejší zo všetkých zákonov už na prvý pohľad?

Weinberg: Až také jednoduché by to nebolo. Oboznámil by som sa s teóriou a položil by som si otázku: – Ide naozaj o takú teóriu, ktorú sme hľadali? Ak by išlo košatý vzorec, ktorý obsahuje stovky rovníc, potom by som autorovi povedal: – Zabal to a príď, keď budeš mať niečo lepšieho. Ale keby mala táto teória nevyhnutnú krásu, to znamená, keby nebola iba popisom, ale aj vysvetlením, potom by som vypočítal, čo z tejto teórie vyplýva. Či naozaj dobre popisuje hmotnosť a náboj elektrónov, či v rámci nej naozaj spoľahlivo fungujú všetky prírodné konštanty. Ak by všetky tieto hodnoty neboli v súlade s realitou, vedel by som, že teória je falošná.

Steven Weinberg, 66, je nositeľom Nobelovej ceny za teoretickú fyziku – zjednotenie slabých a silných interakcií, ktoré (popri gravitácii a elektromagnetizme) tvoria dve zo štyroch základných síl vesmíru. Je autorom viacerých kníh na poli popularizácie astronómie a teoretickej fyziky, z ktorých najslávnejšou bol donedávna svetový bestseller „Prvé tri minúty“, kde mimoriadne invenčne vysvetlil, ako jeho teória funguje v rámci big bangu. Jeho najnovšia kniha – „Sen o jednote vesmíru“ je mimoriadne pútavým rozprávaním o tom, ako fyzici hľadajú zjednocujúcu Teóriu všetkého. V minulom roku poskytol Weinberg nemeckým novinárom rozhovor, ktorý prebralo vyše 50 svetových periodík. V skrátenej podobe ho prinášame.



Steven Weinberg

– A vrátili by ste sa k údajom, ktoré poskytujú pozorovatelia.

Weinberg: Test, ktorý by overil, či je táto teória naozaj v súlade s našim svetom, je taký reštriktívny, že v ňom (o tom som presvedčený) môže obstať iba jedna jediná teória. Či existujú aj iné teórie, platné pre iné svety, to je jedna z otázok, ktoré nás znepokojujú. Vieme, že sa nachádzame v big bangu, či presnejšie v oblaku hmoty, ktorý sa rozpína. Netušíme však, či to, čo vidíme, je celým univerzom, alebo iba jednou z jeho častí. V iných vesmíroch by mohlo to, čo nazývame prírodnými konštantami či prírodnými zákonami, vyzerat celkom inakšie. Dnes nevieme ani len to, ako by sme na túto otázku

mohli odpovedať. Všetko, čo vidíme, je náš big bang.

– Ostane vari Einsteinova slávna otázka: – Mal Boh voľbu, keď stvoril svet? – navždy nezodpovedaná?

Weinberg: Odpoveď na túto otázku už v podstate poznáme: – Áno, mal voľbu. Naš svet nie je nijakovsky logicky nevyhnutný, pretože nepoznáme iné príklady. Predstavme si svet, v ktorom sú iba kvarky, ktoré navzájom interagujú. Takáto predstava je z hľadiska logiky prijateľná. Inakšie by v našom svete nevzniklo nič zložitejšie ako atómové jadrá. Nebolo by atómov, nebolo by hviezd ani galaxií. Nebolo by života, a teda ani vedcov, ktorí by taký svet mohli pozorovať.

– Je náš svet jediným svetom, v ktorom môže vzniknúť život?

Weinberg: To nevieme. Vylúčiť sa to nedá.

– Prečo ste presvedčený, že čosi také ako definitívna, všetko zjednocujúca Teória všetkého, vôbec existuje?

Weinberg: Som ochotný stavať sa o vysoký obnos, že existuje. Bola by to výhodná stávka, lebo prehrať by som nemohol. Pretože ak aj takýto vzorec neexistuje, nikto a nikdy to nebude môcť dokázať. Moja viera v existenciu Teórie všetkého stojí na niečom inom: naše predstavy o prírode sú čoraz jednoduchšie. Ako študent som sa ešte musel učiť bezpočet faktov o silách a časticiach, ktoré neboli ničím iným ako faktami. Ako botanik, ktorý sa musí naučiť rozlišovať a pomenovať rozličné druhy kvetov či bylín. V tom čase ešte nikto nedokázal vysvetliť, prečo také častice existujú. Medzičasom sme sa dozvedeli, ako všetko so všetkým súvisí. Naš obraz však ešte nie je úplný: chýba v ňom gravitácia.

– Tvrdenie, že dnešná fyzika je jednoduchá, je prinajmenšom diskutabilné...

Weinberg: Áno, matematika je čoraz komplikovanejšia, ťažšia, abstraktnejšia. Fyzikálne zákony sú však čoraz elegantnejšie, prirodzenejšie a predovšetkým, je ich čoraz menej. Tento pokrok je očividný. Vývoj smerom k zjednodušeniu však musí mať svoj koniec. My fyzici máme dnes pocit, že sa nezadržateľne blížíme ku konečnému bodu, ktorý sa už nebude dať ďalej zjednodušovať.

– Každá odpoveď, ktorú predostriete, môže vyvolať najmenej jednu novú otázku.

Weinberg: Súhlasím: naša skúsenosť to potvrdzuje. Najskôr sme objavili atómy. Potom

sme v ich vnútri odhalili bohatý svet atómových jadier, protónov a neutrónov. Potom sme si všimli, že aj tieto častice sa skladajú z iných, subtilnejších častíček, z kvarkov. Možno pripustiť, že to tak pôjde aj ďalej. Ibaže: ja si neviem predstaviť, že by to tak išlo donekonečna.

– Nie je taká predstava rovnako ťažká ako predstava teórie, ktorá by už bola definitívna a nenastolovala by ďalšie otázky?

Weinberg: Môj učiteľ John Wheeler svojho času povedal, že my si dnes také úplné vysvetlenie všetkého ani nedokážeme predstaviť. Ale keď ho jedného dňa objavíme, zistíme, že bolo od samého začiatku nesporné.

– Wheeler však povedal aj toto: – Čím väčší je ostrov nášho poznania, tým dlhšie sú aj brehy našej nevedomosti.

Weinberg: V tomto mu musím protirečiť. O svete sa dozvedáme čoraz viac a všeličo z toho je mysteriózne, záhadné. Napriek tomu sa všetky naozajstné mystériá zužujú.

– Zatiaľ nevieme ani to, ako vznikol na Zemi život, nevieme, ako funguje ľudské vedomie.

Weinberg: Pripúšťam, ibaže to nie sú naozaj fundamentálne mystériá, pretože už dnes vieme, akú formu bude mať vysvetlenie, na ktoré jedného dňa prideme: – Všetko, čo sa deje v mozgu, vyplýva zo zákonov chémie a fyziky. Konečné poznanie bude preto spočívať na faktoch, ktoré poznáme už dnes. V tomto zmysle ide o rébusy vo vnútri vedy, nie na jej hraniciach.

– Pripúšťate možnosť, že Teória všetkého existuje, ale my ju ešte nedokážeme pochopiť?

Weinberg: Biológia nám vytýčila isté hranice. Svojho času som tento problém v rámci jednej prednášky rozpracoval. Povedal som: – Existujú mimoriadne inteligentní psi, ale Newtonove gravitačné rovnice im nikdy nedokážeme vysvetliť. Medzi poslucháčmi sedel aj chýrny autor sci-fi Isaac Asimov, ktorý sa ma vzápätí spýtal: – Všimli ste si niekedy, ako pes chytá frisbee (tanier, ktorým sa hádže)? Odvtedy radšej hovorím: – Nikdy sa nám nepodarí naučiť psa kvantovú mechaniku.

– Náš i psi mozog sa v rámci evolúcie vyvinul tak, že dokáže pochopiť trojdimenzionálny svet. Fyzici, ktorí rozpracúvajú teóriu strún, počítajú s desiatimi či s jedenástimi dimenziami...

Weinberg: Najnovšie teórie vyzierajú tak, akoby v istých prípadoch museli byť formulované súčasne v desiatej i jedenástej dimenzii. To je naozaj ťažké a môže sa ukázať, že tento oriešok bude pre nás príliš tvrdý. Jedno však možno predpokladať: psi to nepochopia nikdy. Medzi človekom a psom je však podstatný rozdiel: človek má dar reči. Vďaka tejto schopnosti dokážeme poprepájať naše mozgy; a ako vieme, schopnostiam poprepájaných mozgov neodolala doteraz nijaká hranica.

– Ako dlho ešte budeme musieť na Teóriu všetkého čakať?

Weinberg: Netuším. Možno je, že už o mesiac nám ju v rámci diplomovky predostrie v internete nejaký geniálny študent. Možno je však aj to, že budeme musieť čakať až do roku 2150.

Teória všetkého pripomína ostrov, stratený v nekonečnom oceáne. Zahliadli sme ho iba na okamih a ešte nevieme, či je to naozaj ostrov, alebo iba náhodné nakopenie oblakov.

– Kedy sa dozvieme, že vidíme ostrov, a nie fatamorgánu?

Weinberg: Keď vystúpime na jeho breh a presvedčíme sa, že naozaj stojíme na súši a neponárame sa od oceánu.

– Dokáže teóriu, ktorá sa bude prezentovať ako Teória všetkého, spoľahlivo overiť?

Weinberg: Štruktúry, ktoré z Teórie všetkého vyplývajú, nebudeme môcť pravdepodobne skúmať priamo. Napríklad superstruny či iné objekty, ktoré vzorec takej teórie vyjadruje, majú vo väčšine prípadov tisícbiliónkrát vyššie energie než energie, ktoré dnes dokážeme uvoľniť v najväčších urýchľovačoch. Aj keby sa raz ľudstvo rozhodlo, že niet dôležitejšieho problému ako tento, nedokáže pri takýchto energiách uskutočniť príslušné experimenty.

– Teda na Ostrov pokladov nikdy nevystúpíte.

Weinberg: Našu Galaxiu neopustíme nikdy, ale prostriedky na výskum vesmíru za jej hranicami sme už vyvinuli. Som presvedčený, že raz sa podarí nájsť spôsob, ktorý umožní otestovať Teóriu všetkého nepriamo. Aby sme však ostali v obraze: nie je vylúčené, že listy a vetvičky, ktoré lovíme z mora, môžu pochádzať iba z nášho ostrova.

– Vy sa toho však už nedožijete.

Weinberg: Dnešná generácia fyzikov sa ocitla podľa všetkého v úlohe Mojžiša, ktorý uzrel za sľúbenú zem z vrchu Nebo, ale nevstúpil na ňu.

– Keď vy či iní fyzici hovoríte o Teórii všetkého, skoro vždy spomeniete slovo „krása“. Čo robí teóriu či vzorec krásnymi? Dajú sa vo fyzike uplatniť kritériá estetiky?

Weinberg: Možno to porovnať s krásou hudby. Keď počúvate Chopinovo prelúdium, máte pocit, že každá nota sedí. Nemôžete ju nahradiť inou, lebo harmónia by sa rozpadla.

– Opiera sa vari objektívna veda o subjektívne pocity?

Weinberg: Ak sa v niektorej z našich teórií objaví čo len jediná falošná nota, hneď to vycítim. Pravdaže, nie vždy máme na všetko rovnaký názor. Škriepime sa rovnako, ako by ste sa mohli škriepiť aj vy, či to alebo iné hudobné dielo mohlo byť skomponované aj inakšie. Tým, čo notu či rovnicu robí krásnou (dáva jej estetický rozmer), je nevyhnutnosť. Ak sa melódia vráti k pôvodnej fráze, k pôvodným tónom, máte jednoznačný pocit: – Toto sa už vylepšiť nedá.

– V hudbe neexistuje nijaká objektívna mierka, podľa ktorej by sa dalo rozhodnúť, či je Mozart krajší ako Chopin či Schönberg. Má takéto merítko veda?

Weinberg: Testujeme teórie, aby sme vedeli, či sú v zhode so zákonami. Tým preverujeme aj náš zmysel pre krásno; overujeme si, či sú naše teórie pravdivé. Pravda je čímsi, pre čo umenie nemá pendant, protajšok. V umení je otázka pravdy bezvýznamná.

– Je pravda krásna?

Weinberg: Áno.

– Prečo?

Weinberg: Pravdepodobne preto, lebo nás príroda naučila vnímať ju ako krásnu. Dovoľte mi, aby som sa prirovnal k trénerovi koní, ktorý o nejakom koňovi tvrdí, že je krásny. To, čo tým myslí, je výsledkom dlhodobej skúsenosti, neobjasniteľnej slovami, ktorá ho naučila, že tento koň bude vyhrávať prereky. Presne tak je to aj z fyzikálnou teóriou: ak ju vnímate ako

krásnu, potom je pravdepodobné, že je aj pravdivá.

– Úspešný pretekársky koň prináša majiteľovi úžitok. Bude mať Teória všetkého, posledná odpoveď na všetky otázky, nejaký praktický úžitok?

Weinberg: Ak máte na myslí nejaký technický úžitok, potom vás musím sklamať: – Nie, nedokážem si predstaviť, že sme ju dokázali nejakou zžiť. Pre mnohé teórie sa však neskôr využitie našlo. Také využitie, o ktorom sa ich autorom ani nesnívalo.

– Pre vašej teórie slabých interakcií, za ktorú ste dostali Nobelovu cenu, nemala technika predbežne nijaký úžitok.

Weinberg: Pomohla nám však lepšie pochopiť procesy, ktoré na sklonku života hviezdy vyvrcholia v explózii. Ale v podstate máte pravdu: praktický úžitok z nej nemáme. Zmyslom práce teoretických fyzikov však nie je praktický úžitok. Ibaže: aj keby sme si boli celkom istí, že z Teórie všetkého nebude mať ľudstvo nijaký úžitok, aj vtedy toto hľadanie museli doviesť do úspešného konca.

– Pre zdravý ľudský rozum je takýto projekt ezoterický...

Weinberg: ...Nuž veď hej, je to naozaj ezoterický projekt.

– Kolkí ľudia, podľa vás, Teóriu všetkého pochopia?

Weinberg: Spočiatku iba zopár. Inakšie to nebolo ani po Newtonovi. Vtedy, keď zverejnil svoju gravitačnú teóriu, chápali ju iba nemnohí. Dnes je spoločným majetkom celého ľudstva.

– Kvantová mechanika sa dodnes nestala spoločným majetkom.

Weinberg: V prípade Newtonovej teórie trvalo osvojovanie stáročia.

– Naozaj sa nazdávate, že kvantová teória bude o sto rokov pre všetkých rovnako zrozumiteľná ako je dnes gravitácia?

Weinberg: Nevieť. Možno sa nám bude zdať iba menej zvláštna. Musím však priznať, že istá bariéra existuje: je ňou matematika. Nevieť si veru predstaviť, že by kvantovú matematiku mohol pochopiť ktosi, kto nemá k matematike vzťah.

– Bude to platiť aj pre Teóriu všetkého?

Weinberg: Bezpochyby. Bez matematiky ju nikto nepochopí. A neviem veru, ako možno takúto bariéru prekonať.

– Akú hodnotu má teória, ktorej skoro nikto nerozumie?

Weinberg: Nie som si istý, akú hodnotu má kniha Joyceho literárny experiment Finneganovo prebudenie, k pochopeniu ktorej potrebujete inú knihu. Veda však nie je literatúra. Hodnotíme ju mierkou pravdy. Možno bude Teóriu všetkého chápať sprvoti naozaj iba zopár vyvolených; v prípade, že sa potvrdí jej platnosť, sa však naše poznanie podstatne rozšíri.

– Akú hodnotu bude mať toto poznanie?

Weinberg: Pre zdôvodnenie hľadania, poznania, bádania nenájdete logický argument. Ich hodnotu buď cítite, alebo necítite.

– Uvedomujete si, že vaše slová podchvíľou pripomínajú kazateľa?

Weinberg: Pre mňa má náboženstvo čosi spoločné s vierou vo vyššiu bytosť. V tomto zmysle nie som veriaci.

– Slová, ktoré používate, patria do slovníka náboženstva: „nádej“ i „viera“.

Weinberg: Ak vyhlásim, že verím v existenciu

Teória všetkého, potom to musíte chápať tak ako keby som povedal: verím, že v Texase bude horúce leto.

– Keby sa podarilo Teóriu všetkého objaviť, čo by to znamenalo pre náboženstvo? Nahradila by Boha?

Weinberg: Nie. My Boha nealternujeme, my ho iba vytesňujeme. Teória všetkého by sa stala posledným krokom na ceste, ktorú ako prví nastúpili Kopernik a Newton: vytvoriť taký obraz sveta, ktorý by sa zaobišiel bez Boha. Pravdaže, ani Teória všetkého Boha neodstráni; bude to však Boh, ktorý sa bude náramne odlišovať od Boha, mocného starca, ktorý metá hromy – blesky na všetky strany...

– Nebude sa náhodou podobať na fyzika, ktorý zostrojil najkrajší zo všetkých vzorcov?

Weinberg: Náboženstvo ma nevelmi zaujíma. Jedným z najväčších výdobytkov vedy je pre mňa to, že neznemožnila človeku byť veriacim, ale umožnila mu byť nevercom. Na to som naozaj pyšný.

– Zmenila by Teória všetkého zmysel sveta? Preformulovala by otázku, prečo sme tu? I odpoveď na ňu?

Weinberg: Na otázku, prečo tu sme, odpovedal presvedčivo už Darwin: sme dočasným plodom nekonečnej reťaze príčin a následkov. Aký zmysel má naša existencia, na to nenašiel odpoveď ani on. Táto otázka je nezmyselná, pretože naozaj nemá zmysel. Teória všetkého nemá s človekom nič spoločného. V jej svetle uzieme vesmír – chladný a neosobný. Zmysel našej existencie musíme hľadať predovšetkým v sebe. V prírode ho nenájdeme.

– Aký význam bude mať Teória všetkého pre vedu?

Weinberg: Vďaka nej pravdepodobne pochopíme podstatu tmavej hmoty, ktorá tvorí prinajmenšom deväť desatin hmoty vo vesmíre. Pochopíme vznik nášho vesmíru, čo sa vtedy naozaj stalo. Bol big bang jedinečnou udalosťou, alebo iba časťou väčšieho, večného celku? Nie je vylúčené, že raz, v nejakej oblasti vesmíru, v ktorej hustota hmoty dosiahne mimoriadne kritickú hodnotu, vzplanie kvet nového big bangu, podobného tomu, ktorého súčasťou sme.

– Teória všetkého by uzavrela stáročia trvajúce hľadanie. Znamenalo by to zánik vedy?

Weinberg: Istá časť fyziky by dospela k svojmu koncu. Ale ostala by celá kopa ďalších, nezodpovedaných otázok: – Ako fungujú turbulentné tekutiny? Ako fungujú superhorúce vodiče? Atakďalej...

– Vy by ste však stratili prácu.

Weinberg: Isté veci majú raz dospieť ku koncu. Na našej Zemi už niet bielych miest. Ešte pred 150 rokmi boli pramene Nílu mystériom. Dnes každý štvorcový meter Zeme fotografujú satelity. V istom zmysle je to skľučujúce. Čo však z toho vyplýva: – Nemáme sa vari pozerať na obrázky zo satelitov?

– Jeden z vašich kolegov vyhlásil: – Ak teóriu všetkého nenájdeme, budeme prekliatí. Prekliatí však budeme aj vtedy, ak ju nájdeme.

Weinberg: Na nové objavy máme celý vesmír. Svet je neobyčajne veľký a komplikovaný. Dovŕši sa iba evolúcia jednej vedy. Horúčkovo pracujeme na tom, aby sme sa stali zbytočnými, v každom prípade, aspoň doteraz, bez výraznejšieho úspechu.

TEÓRIA STRÚN
 sa dnes považuje za najperspektívnejšiu zo všetkých teórií, ktoré sa pokúšajú vytvoriť vzorec, ktorý by vyjadroval všetky štyri základné sily vesmíru a zároveň aj pôvodnú, zjednocujúcu prasiľu.



2000
1990
1980
1970
1960
1950
1940
1930
1920
1910
do 1900

GRAVITAČNÁ TEÓRIA



John Schwarz
 a Michael Green rozpútali v roku 1984 „prvú strunovú revolúciu“. Po prvýkrát sa vynorila možnosť zjednotiť kvantovú a gravitačnú teóriu.



Edward Witten
 rozpútal roku 1995 „druhú strunovú revolúciu“; naznačil, že všetky strunové teórie sa dajú zjednotiť pod jednou strechou



Steven Weinberg
 zostavil v roku 1967 rovnice, ktoré zjednotili elektromagnetizmus so slabými interakciami



Richard Feynman
 objavil roku 1948 formu maxwellovskej elektrodynamiky, ktorú možno zjednotiť s kvantovou mechanikou



Albert Einstein
 uverejnil roku 1916 Všeobecnú teóriu relativity, ktorá popisuje gravitáciu ako zakrivenie priestoru



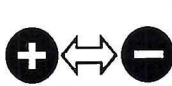
Isaac Newton
 jeho gravitačný zákon sa stal v roku 1687 základným kameňom teoretickej fyziky novoveku



James Clerk Maxwell
 zistil roku 1864, že všetky elektrické a magnetické fenomény sú dôsledkom jedinej elektromagnetickej sily

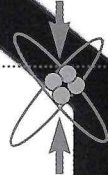


GRAVITÁCIA: je priťažlivá sila, ktorou na seba pôsobia všetky telesá a častice, ktoré majú nenulovú hmotnosť



ELEKTROMAGNETIZMUS: popisuje sila, ktorá pôsobí medzi elektricky nabitými časticami

KVANTOVÁ TEÓRIA



Murray Gell-Man
 roku 1964 objavil, že protóny a neutróny sa skladajú z kvarkov. Otvoril tak cestu k elegantnej teórii silných interakcií



Enrico Fermi
 uverejnil roku 1934 prvý matematický popis slabých interakcií



SLABÁ INTERAKCIA
 je veľmi slabá sila, ktorá vyvoláva rádioaktívny rozpad

SILNÁ INTERAKCIA: pôsobí iba vo veľmi malých vzdialenostiach, drží pohromade atómové jadrá



Steven Weinberg,
 nositeľ Nobelovej ceny za teoretickú fyziku, poskytol rozhovor nemeckým novinárom.

Spracoval –eg–

Jiří Grygar:

Žeň objevů 1999 (XXXIV.)

Věnováno památce vynikajícího pozorovatele Observatória na Skalnatom Plese Milana Antala (1935–1999) z Piešťan, zakladatele a prvního ředitele Hvězdárny v Úpici, čestného člena České astronomické společnosti Vladimíra Mlejníka (1920–1999) a dlouholetého pozorovatele Hvězdárny v Ondřejově Zdeňka Pěkného (1923–1999).

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

Z přehledů pokroku astronomie se už před několika lety stal průběžný seriál. Jeho tištěná verze je od minulého roku pro úsporu místa redakčně krácena, takže jedině ti čtenáři, kdo mají přístup na internet, si mohou přečíst plný text. Kromě toho jako novinku lze na WWW stránkách Instantních astronomických novin poprvé sledovat ve zvukové podobě, popřípadě prostřednictvím průsvitek, stejnojmennou přednášku, kterou jsem proslavil v Brně 28. března 2000. Srovnáním s následujícím textem ovšem ihned zjistíte, že přednáška vznikla drastickou redukcí písemné verze.

1. Sluneční soustava

1.1. Planety Sluneční soustavy

1.1.1. Merkur a Venuše

Jakkoliv se to zdá neuvěřitelné, planeta Merkur je obklopena velmi řídkou atmosférou vodíku, helia a kyslíku s hustotou řádu 10^{10} atomů/m³. Nejnověji zde byly objeveny i emise neutrálního sodíku a draslíku.

M. Slade aj. zkoumal radarem v Arecibu oblast severního pólu planety na vlnové délce 130 mm s rozlišením asi 3 km a objevili světlé skvrny uvnitř Merkurových impaktních kráterů v oblastech trvalého slunečního stínu. Skvrny se místy vyskytují i v nižších šířkách pod 72° a téměř určitě jde o **vodní led**, podobně jako v polárních čepičkách na Marsu.

Za zmínku stojí též pozorování **přechodu Merkuru** přes severní okraj slunečního kotouče, jenž byl pozorovatelný 15. listopadu 1999 v západních oblastech Severní a Jižní Ameriky a v přilehlé části Pacifiku. Šlo o 13. takový úkaz ve XX. století.

Podobně došlo loni 23. února ve 23 h UT k nezvykle těsné **konjunkci Venuše s Jupiterem**, kdy obě nejjasnější planety se navzájem přiblížily na úhlovou vzdálenost pouhých 9 obloukových minut. Tak těsné sblížení obou těles bylo naposledy pozorovatelné r. 1718. Úkaz vzbudil velkou pozornost i u nás, neboť ve střední Evropě bylo ten večer převážně jasno.

Podle F. Namouniho a C. Murraye přispívá ke **stabilitě dráhy** Merkuru dvojeplaneta Zem–Měsíc. Pokud by totiž dvojeplaneta neexistovala, začala by s časem nápadně kolísat výstřednost dráhy Merkuru. Kdyby neexistoval ani Merkur, projevil by se to velkými změnami výstřednosti dráhy planety Venuše.

1.1.2. Zem

Jak uvádí E. Parker, zesílilo v průběhu XX. století průměrné magnetické pole Slunce dvakrát, což pravděpodobně ovlivňuje **klima** na Zemi. Přesné družicové radiometry totiž za posledních 20 let zjistily, že během jedenáctiletého cyklu sluneční činnosti kolísá zářivý výkon Slunce o 0,15%; extrémně až o 0,5%. Přitom je známo, že v období maxim sluneční činnosti je na severní polokouli tepleji o 1–2 °C v porovnání s epochami dlouhodobého vymizení sluneční činnosti (např. Maunderovo minimum v letech 1645–1715). K tomu je třeba připočítat sekulární zvyšování zářivého výkonu Slunce o 0,1% během století ve shodě s vypočteným průběhem termonukleárních reakcí v jeho nitru. Parker proto usuzuje, že ke **globálnímu oteplování** Země musí dojít i tehdy, kdyby se na tom člověk přímo nepodílel. Zdá se však, že lidstvo se patrně díky osvětě i nátlaku ekologických organizací přece jen začíná snažit, neboť v r. 1998 poklesla emise oxidu uhličitého na Zemi o 0,5%, ačkoliv světová ekonomika ve stejném období vzrostla o 2,5%. Dokonce i v USA zaznamenali pokles průmyslové emise CO₂ o 1,2% a Čína ji snížila o plná 4%. Před 3,8 miliardy let byl tehdejší zářivý výkon Slunce o 30% nižší než nyní, takže zemská atmosféra nutně musela vykazovat podstatně vyšší skleníkový efekt než dnes, neboť ani tehdy oceány očividně nezamrzly. Podle F. Adamse aj. může však Země zmraznout v budoucnu, kdyby vinou dráhového chaosu byla nakonec vymrštěna do hlubin vesmíru ze své kvazistabilní dráhy, jelikož kvůli zřetelné dráhové výstřednosti je v oběžném pohybu značně rušena vnějšími planetami Sluneční soustavy. To by znamenalo přirozeně **zkázu biosféry**, s výjimkou pásem vídel horké vody, kte-

rá se ohřívá v zemských hlubinách teplem radioaktivního rozpadu. Země nyní ztrácí $4,2 \cdot 10^{13}$ W tepla z nitra a blízko povrchu činí teplotní spád 25 °C/1 km. Na dně zemského pláště se proto teplota pohybuje mezi 2,5–3 kK a na hranici vnitřního jádra již přesahuje teplotu povrchu Slunce, neboť činí (6670 – 600) K.

V hloubce kolem 30 km na rozhraní zemské kůry a vnějšího pláště vznikají nejničivější **zemětřesení**, měřená – jak známo – v Richterově otevřené stupnici (*R*). Přitom platí, že zvýšení *R* o jeden stupeň představuje zvětšení energie zemětřesení v poměru 32:1. Zemětřesné vlny se šíří v zemské kůře rychlostí 6 km/s, kdežto doprovodné vlny cunami postupují na oceánu rychlostí jen 0,2 km/s. Za ničivá se považují zemětřesení s *R* = 7,0, přičemž současný rekord *R* = 9,5 drží zemětřesení v Chile. V průměrném roce dochází k 18 takovým zemětřesením, zatímco nejkřídlejší ve XX. století bylo r. 1986 díky pouhým 6 ničivým zemětřesením, a naopak nejhuře r. 1943 se 41 velkými zemětřeseními. Historicky největší ztráty na životech způsobila zemětřesení v Číně; v r. 1556 tam zahynulo 830 tisíc a v r. 1976 nejméně 655 tisíc obyvatel. Navzdory velkému úsilí a vynaloženým prostředkům se japonští odborníci loni vzdali snahy předvídat aktuální zemětřesení a chtějí se napříště soustředít na lepší pochopení mechanismu vzniku a průběhu těchto ničivých úkazů.

K dosavadním pozemským rizikům pro člověka bychom měli však započítat i rizika kosmická, neboť podle nejnovějších údajů je nebezpečí úmrtí následkem pádu kosmického tělesa dokonce dvakrát větší než pro smrt následkem letecké havárie, šestkrát větší, než že vás usmrtí tornádo a dokonce stokrát větší než že se otrávíte jídlem! K popularizaci problému má přispět i tzv. **turínská stupnice** impaktního rizika, navržená R. Binzelem, která hodnotí nebezpečí srážky většího kosmického tělesa (planetky, jádra komety) se Zemí v desetidílné stupnici, kde hodnoty od 0 do 4 nepředstavují žádné nebezpečí v dohledné budoucnosti, kdežto stupně 5–7 již znamenají vážné riziko a 8–10 bezprostřední nebezpečí drtivého dopadu.

Posmrtně uveřejněná souborná práce E. Shoemakera posuzuje komplexně průběh **kosmického bombardování** Země za poslední více než 3 miliardy let. Autor přitom vycházel zejména z určení průběhu četnosti vzniku impaktních kráterů na Měsíci v závislosti na čase. Této statistice zvláště pomohla sonda Clementine, jež v r. 1994 pořídila tisíce velmi kvalitních snímků odvrácené strany Měsíce. Před 4 miliardami let byl Měsíc (a souběžně ovšem i Země, kde se však důkazy nedochovaly) vystaven několika epizodám těžkého bombardování, což skončilo v čase –3,85 miliardy let. Tehdy byly zvláště vysočiny na Měsíci vystaveny takovému útoku meteoritů, že mladší impakty ničily staré krátery, až došlo k nasycení, kdy dochovaný nejstarší povrch Měsíce je souvisle pokryt krátery. Naproti tomu měsíční pánve – zejména Moře dešťů a Ocean bouří – vznikly teprve před 3,2 miliardami let, takže jsou nápadně prosté impaktních kráterů. Tehdy se totiž tempo kosmického bombardování Měsíce i Země již podstatně snížilo. Zemský povrch se pro studium časového průběhu impaktů příliš nehodí vinou silné eroze a geologické aktivity Země. V průměru je totiž starý nanejvýš 500 milionů let.

Nicméně když začneme probírat rozpoznané velké **impaktní krátery** na Zemi, dostáváme poměrně pochmurný obraz. Nejstarší doklady z prekambrijské epochy před 540 miliony let se dochovaly v Austrálii, kde autor rozpoznal před svou tragickou smrtí 6 velkých impaktních kráterů. Z období posledních 220 milionů let je na celé Zemi známo 9 kráterů s průměry 52–170 km; mezi nimi proslulý kráter Chicxulub v Mexickém zálivu, starý jen 65 milionů let. Zkušenost s dopadem jadérek komety Shoemaker-Levy 9 na Jupiter naznačila, že hlavní devastaci působí až sekundární krupobití hornin, vyvržených zpět do atmosféry při impaktu, neboť množství vyvrženého materiálu značně přesahuje hmotnost dopadajícího tělesa. Z počítání kráterů na Zemi dle Shoemakera plyne, že se v posledních 200 milionech

let četnost dopadů velkých těles na Zemi opět zvýšila, a to na dvojnásobek pro krátery s průměrem nad 20 km a dokonce na desetinásobek pro krátery s průměrem nad 70 km, v porovnání s dlouhodobým nízkým normálem za poslední 3 miliardy let. Autor to přičítá zvyšujícímu se počtu dlouhoperiodických komet, zejména pak jakémusi roji komet před 35,5 milionem roku. Tyto údaje dobře souhlasí jednak s výsledky měření výskytu kosmického prachu na mořském dně na Zemi a jednak s průměrnou vzdáleností Slunce od centra Galaxie v důsledku jeho výstředně oběžné dráhy. Navíc Slunce osciluje kolem hlavní roviny souměrnosti Galaxie až do vzdálenosti 75 pc v průběhu pouhých 35 milionů let. To se projevuje kolísáním velikosti galaktického slapu pro komety v Oortově mračnu, což v kombinaci s těsnými průlety hvězd v blízkosti Slunce zvyšuje počty komet, jež se z mračna dostávají do vnitřních oblastí Sluneční soustavy, až v poměru 1:4.

V r. 1983 proletěla kometa IRAS-Araki-Alcock ve vzdálenosti jen 4,5 milionů km od Země. Přitom její jádro bylo asi stejně velké jako jádro komety Halleyovy. Podobně se k Zemi přibližuje na tutéž vzdálenost samotná Halleyova kometa v intervalech kolem tisíce roků; v průměru tedy dochází k **těsným přiblížením komet** tohoto rozměru jednou za 200 let. Odtud plyne, že nejpозději jednou za 100 milionů let se takto velká kometa musí do Země trefit. Výzkum četnosti kometárních impaktů se tak fakticky stává nepřímým studiem pohybu Slunce vůči středu Galaxie.

Kromě toho J. Ženg a M. Valtonen odhadli, že za poslední 4 miliardy let prodělala Země asi 100 srážek s interstelárními kometami (**nomády**). Odhadují totiž, že průměrná hustota nomádů se pohybuje mezi 1-10 biliony kusů v krychlovém parseku.

Proti rozšířeně předstávě, že voda na Zemi pochází z komet, svědčí měření zastoupení deutéria ve vodě z komety Hale-Bopp. Je totiž vyšší než v pozemských oceánech. Podle B. Fieldse a J. Ellise byl v sedimentech na dně oceánu objeven nuklid ^{60}Fe , který je údajně dokladem výbuchu blízké supernovy před 5 miliony lety. Jelikož množství nuklidu nasvědčuje tomu, že supernova vzplanula méně než 30 pc od Slunce, mělo to mít za následek „lehké vymírání“ života na Zemi. Soustavná měření z družic, sledujících Zemi, prokázala, že přes 2/3 atmosférických srážek spadne díky tropickým lijákům mezi 35° severní a jižní zeměpisné šířky. Na vydatnosti srážek se negativně podepisují lesní požáry, jejichž kouř množství srážek snižuje, a nebo jim i zcela zabrání.

Družice hrály rozhodující roli i při pochopení vzniku základního meteorologického fenoménu **El Niño** (Děťátko) a **La Niña** (Panenka). V zásadě znamená El Niño zvýšení teploty povrchu Pacifického oceánu o 1-3°C oproti normálu, kdežto La Niña pokles pod normál o 1-2°C. Při El Niño zeslábnou západní pasátové větry, které naopak zesílí při La Niñě. El Niño znamená oteplení v Japonsku, na Aljašce a v severních částech Kanady, dále v Brazílii, jihovýchodní Africe, na Madagaskaru a jihovýchodní Austrálii. Při La Niñě se mj. zvýší oblačnost nad Indonézií a vzrostou srážky v Indii, Austrálii a jižní Africe. Ve XX. století bylo zaznamenáno 23 úkazů El Niño a 15 případů La Niña, ale jen za posledních 13 let jsou k dispozici dostatečně podrobné údaje, zejména ze 70 bojů v centrálním Pacifiku a nejnověji též z družice TOPEX/Poseidon. Ta totiž dokáže mimo jiné i velmi přesně měřit výšku mořské hladiny vůči geoidu. Tak se zjistilo, že za normálních okolností má Pacifik spád od Indonézie k západnímu pobřeží Mexika o 0,45 m. Četnost velkých úkazů vzrostla po r. 1980 – z 10 největších fenoménů připadají 4 na poslední dvacetiletí. Při vůbec nejhorších epizodách století, tj. El Niño koncem r. 1997 a La Niña v období od ledna do října 1998, byly zaznamenány nejničivější a nejmohutnější hurikány až na atlantickém pobřeží Spojených států. Po celém světě zahynulo v důsledku kombinace El Niño–La Niña 23 tisíc lidí a materiální škody dosáhly výšky 33 miliard dolarů. Včasné předvídaní těchto doslova globálních efektů má proto klíčový význam pro zmírnění jejich následků.

V jihovýchodním Grónsku byla zaznamenána rychlá degradace **polárního ledovce** – jeho průměrná tloušťka se za posledních 5 let zmenšila o plných 10 metrů. Radar SeaWinds na družici QuikScat sledoval během loňského roku velký úlomek (39x77 km) ledovce B10, jenž se oddělil od Antarktidy v r. 1992 a rozpadl se na dva kusy (A a B) r. 1995. Ledovec A uvolnil nad hladinu oceánu do výšky 100 m, ale sahal do hloubky nejméně 300 m a loni se dostal do plavební dráhy zaoceánských plavidel na jižní polokouli. Proto mělo jeho monitorování mimořádný význam do doby, než se v teplejších vodách jižního Pacifiku koncem roku rozpustil.

Velký průlom v **mapování Antarktidy** znamená radiolokace kanadskou družicí Radarsat, jež na podzim 1997 dokázala za pouhých 18 dnů pořídit kvalitní mapu celého kontinentu, neboť na rozdíl od infračervených studií nebyla měření ovlivňována oblačností. Družice odhalila zkroucené ledové proudy ve východní Antarktidě, pohybující se tempem až 1 km/rok.

Podle měření R. McPeterse aj. z družice TOMS se loni počínaje 17. zářím rozevřela **ozonová díra** mezi Novým Zélandem a Antarktidou na ploše až 25 milionů km². Největší pokles zastoupení ozonu na pouhých 92 Dobsonových jednotek (DU) byl zaznamenán 1. října, což je ovšem o 2 DU lepší výsledek než r. 1998. J. Butler aj. zjistili, že látek antropogenního původu, rozbijících ozonovou vrstvu, začalo v polárním ledu přibývat již od dvacátých let našeho století – jde především o prosulé chlorofluorokarbony. Od listopadu 1999 do března 2000 probíhal komplexní výzkum zastoupení atmosférického ozonu v Arktidě. Zapojily se do něj družice, rakety, stratosférické balóny, letadla i pozemní stanice. I na severní polokouli dochází totiž v posledních letech k sezónním výkyvům v koncentraci ozonu. Jak ukázaly soustavné radiolokační sondáže, klesla za posledních 38 let vinou lidské průmyslo-

vé činnosti výška termosféry, sahající nad Antarktidou až do 300 km nad zemí, o plných 8 km.

Teplota vyšších vrstev termosféry silně kolísá. Ve dnech 10. až 12. května došlo podle měření z družice ACE a Wind k nečekanému padesátinásobnému (!) poklesu hustoty **slunečního větru** v okolí Země. Zastoupení jader hélia kleslo na 1 promile normálu. Rychlost slunečního větru klesla na polovinu standardní hodnoty, ale střední teplota elektronů se nezměnila. Na severní polokouli byly pozorovány naprosto neobvyklé polární záře, které družice Polar zaznamenala i v rentgenovém spektrálním pásmu. Následkem tohoto jedinečného úkazu se výrazně změnil tvar geomagnetického pole; magnetosféra Země se nafoukla na šestinásobek a oblouková rázová vlna se od Země vzdálila na čtyřnásobek standardní hodnoty; vnější radiální pás Země vymizel téměř dva měsíce. Úkaz nemá v relativně krátké historii pozorování slunečního větru obdoby a jeho příčina není známa.

1.1.3. Měsíc

Základní představa W. Hartmanna a D. Davise (1975) resp. A. Cameron a W. Warda (1976) o **vzniku Měsíce** nárazem Praměsíce na Prazemi vyžaduje podle R. Canupa aj. složitější scénář, kdy na Zemi spadnou dvě velká tělesa, popřípadě se nejprve navzájem srazí a pak spadnou na Zemi.

Podle A. Konopliwa aj. podporují uvedenou domněnku také nejnovější měření gravitačního pole Měsíce sondou Lunar Prospector, z nichž vychází, že poloměr jádra Měsíce činí pouze 350 km a hmotnost jádra představuje jen 2% hmotnosti Měsíce – daleko méně než u Země, kde je v jádře soustředěno 30% hmoty. Jádro Země se tedy utvořilo dříve, než došlo ke srážce s Praměsícem. Samotná 160 kg měsíční družice **Lunar Prospector** v ceně 65 milionů dolarů byla skutečně efektivní investicí, neboť kromě přesného měření gravitačního pole Měsíce z výšek od 100 km do pouhých 24 km pořídila i vynikající mapu minerálního složení měsíčního povrchu a dále odhalila slabá měsíční lokální magnetická pole a dokonce i koncentraci ledových krystalků, uvězněných v měsíčním regolitu v zastíněných oblastech kolem měsíčních pólů. Po skončení mise byla družice navedena zpět do výšky 200 km nad povrchem a zbrzděna tak, aby pod úhlem pouhých 7° k povrchu narazila na dno 50 km kráteru Shoemaker poblíž jižního pólu rychlostí 1,7 km/s. Uvolněná kinetická energie nárazu měla stačit na ohřátí 18 kg ledu na 127°C a příslušný oblak vodní páry by mohl být v principu pozorovatelný dalekohledy ze Země. To by byl přímý důkaz správnosti názoru, že v polárních oblastech Měsíce se nalézá na 6 Gt vodního ledu. Ani HST ani družice SWAS, ba ani dvacet dalekohledů připravených na Zemi, však v době dopadu žádné jevy na Měsíci neznamenal.

To ovšem zdaleka neznamená, že **voda na Měsíci** v podobě ledových krystalků není, ale i kdyby tam byla, tak podle G. Reeda by ji budoucí astronauti stěžii mohli pít, neboť vzorky měsíčních hornin z výprav Apollo 15 a 17 ukazují, že je patrně smíchána se rtutí a její separace je téměř určitě vyloučena.

Zato se J. Wilsonovi aj. podařilo ve dnech 18. až 20. listopadu 1998 zaznamenat trojnásobné zesílení **sodíkového chvostu** Měsíce, vyvolané nárazy meteoroidů z roje Leonid na měsíční povrch. J. Ortiz aj. se snažili odhalit potenciální záblesky, vznikající při nárazu meteoritů na temnou část měsíčního kotouče. Podle výpočtu by totiž měl 1 kg meteorit, dopadající rychlostí 20 km/s na Měsíc, uvolnit 2.10⁷ J energie ve formě viditelného světla, což by se i v menším dalekohledu mělo snadno pozorovat. Za něco přes 4 h pozorování 0,25 m zrcadlovým dalekohledem však nenašli ani jeden úkaz se světelnou energií vyšší než 5.10⁶ J.

Skvělý úspěch se však vzápětí zdařil B. Cudnikovovi aj. při návratu meteorického deště Leonid v r. 1999, kdy se jim podařilo 18. listopadu mezi 3.49 a 5.15 h UT pozorovat videokamerami v Houstonu a v Marylandu na temné části měsíčního kotouče přinejmenším 6 krátkých záblesků 3-7 mag, jež byly zcela nepochybně vyvolány **dopady meteoroidů** z roje Leonid na povrch Měsíce. Podle výpočtů D. Ashera se totiž střed vlákna Leonid přiblížil k centru Měsíce na vzdálenost pouhých 30 000 km ve 4.49 h UT, zatímco u Země byl nejbližší ve 3.05 h UT ve vzdálenosti 105 000 km – jde o historicky první pozorování meteorické roje na jiném tělese než na Zemi.

Měsíc však byl loňského roku ještě jednou proměřován mocným Hubblovým kosmickým teleskopem (HST). Nešlo však primárně o studium Měsíce, nýbrž o nepřímou kalibraci rozložení slunečního záření, neboť HST se přirozeně nemůže podívat přímo na Slunce. Unikátní záběr zaručeně nejbližšího objektu v archivu HST zobrazuje nejbližší okolí kráteru Copernicus.

Na samém konci roku pak vzuřila i laickou veřejnost zpráva, že 22. prosince večer jsme měli spatřit **nejjasnější úplněk** století díky souhře příznivých událostí, tj. Měsíc byl velmi blízko perigea a zimního slunovratu a navíc poblíž perihelu své dráhy kolem Slunce. Podle R. Sinnotta byl sice Měsíc 10 h před zmíněným prosincovým úplněkem vskutku nejbližší Zemi (356 654 km) za celý rok 1999, takže lunisolární slapy dosáhly ročního maxima téže výšky jako naposledy v prosinci 1991 a 1980. Ve 20. stol. však bylo perigeum Měsíce nejbližší Zemi již 4. ledna 1912 (356 375 km), tedy přesně v perihelu. Když prostě sečteme všechny příznivé vlivy na jasnost měsíčního úplňku, zjistíme, že poslední mimořádně jasné úplňky se odehrály v zimě r. 1893, 1912 a 1930. Rekord pak drží zmíněný úplněk z r. 1912, ale i tehdy činil zisk jasnosti proti průměru jen 0,24 mag, což je očima téměř nepostřehnutelná hodnota.

1.1.4. Mars

V dubnu 1999 zaznamenal HST na Marsu oválný **cyklón** o největších rozměrech až 14503×1770 km s „okem bouře“ o průměru 300 km v severní šířce 65° . Cyklón byl třikrát větší než všechny dosud na rudé planetě pozorované a trval několik týdnů, než se koncem května rozplynul. HST pořídil zejména kolem opozice 1. května 1999 vynikající celkové záběry planety, jež se staly ozdobou internetových stránek.

Studium Marsu bylo však loni zcela ve znamení vynikající funkce sondy **Mars Global Surveyor**, jež skončila 19. února aerodynamické brzdění při přechodu na kruhovou synchronní sluneční dráhu ve výšce 379 km nad povrchem. Sonda nyní přelétá Marsu rovněž na denní straně směrem od jihu na sever vždy ve 14 h místního času. Od počátku března se věnovala soustavnému mapování planety s maximálním rozlišením až 1,5 m. Díky dobré funkci laserového výškoměru MOLA (celkem 27 milionů měření v letech 1998–99) se D. Smithovi aj. podařilo sestřížiti trojrozměrnou mapu povrchu Marsu s chybou výšek od ± 2 m na severní polokouli do ± 13 m na polokouli jižní. Odtud vyplynulo, že severní polokoule je obecně hladší a o 5 km nižší než jižní, čili že právě tam se rozléval dávný marsovský oceán a řeka na Marsu tekla z jihu na sever.

Pánev **Hellas** na jihu pak představuje největší impaktní kráter Sluneční soustavy s průměrem 2100 km a hloubkou až 9 km; okrajový lem o šířce až 3000 km dosahuje výšky 2 km. Kdyby roztál vodní led v současných polárních čepičkách, byl by celý povrch Marsu pokryt mělkým oceánem o hloubce 30 m; ledu na Marsu je tudíž asi o polovinu více než v Grónsku.

M. Zunerová a M. Malin aj. soudí, že **geologická diferenciaci** v nitru planety proběhla ihned po jeho vzniku díky vnitřnímu teplu, podobně jako na Zemi. Na povrch Marsu se tak dostala tekutá voda, jež tekla v kanálech širokých až 1 km po dobu asi jedné miliardy roků. Na stěnách dlouhých křivolakých kaňonů jsou na starších snímcích z oběžných modulů sond Viking údajně patrné stopy po usazeninách, což se však kvalitnější sondě MGS podle T. Parkera aj. nepodařilo spolehlivě prokázat. Když se posléze vnitřní zdroj tepla vyčerpá, ustala nakonec i sopečná aktivita a voda se s výjimkou polárních čepiček z povrchu planety ztratila. Řečiště byla zavata pískem a povrch planety dnes z velké části pokrývají proměnlivé písečné duny. Ty se převálují až do pásma polárních čepiček.

Obecně lze dnešní povrch Marsu charakterizovat jako studenou suchou poušť. Jelikož se sonda při přechodu na definitivní dráhu dostávala vinou viklavého slunečního panelu blíže k povrchu Marsu, než se původně plánovalo, podařilo se M. Acunovi aj. odhalit slabé, leč měřitelné reziduální **magnetické pole** planety, svědčící o někdejší existenci magnetického dynamu v jejím nitru, a tedy i o pravděpodobné funkci deskové tektoniky v geologické minulosti Marsu. Tato epizoda však zřejmě skončila asi půl miliardy let po vzniku planety. Na jižní polokouli byly zjištěny ve směru východ-západ až 2000 km dlouhé a 150 km široké pruhy opačné magnetické polarit, svědčící o častém přepólování v geologické minulosti Marsu, a tudíž také o rozevirání oceánského dna a vytváření nové kůry, podobně jako tomu bylo na Zemi. Na severní polokouli vznikala kůra až po vypnutí magnetického dynamu v nitru planety, takže tam žádné magnetické pole není; o mládí severní polokoule svědčí též téměř naprostá absence impaktních kráterů.

Mezitím se celé číslo prestižního Journal of Geophysical Research soustředilo na výsledky především velmi zdařilé sondy **Mars Pathfinder**, uložené v 35 pracích z oboru geologie, geomorfologie, mineralogie, geochemie, geomagnetismu, meteorologie a kartografie. Celkem bylo na Zemi přeneseno 2,3 Gbitů informací, tj. zejména 17 tisíc snímků povrchu a atmosféry, 16 chemických analýz půdy a hornin a 8,5 milionů měření teploty, tlaku a rychlosti větru v atmosféře planety. Měření ukazují, že v ranních hodinách vznikají v atmosféře mračna ledových krystalků, která se při rychle zvyšující teplotě brzy rozplynou. V nízké atmosféře se neustále vznášejí jemný prach, dávající obloze hnědavé či růžové zabarvení. Zvýšená denní teplota vede ke vzniku rozsáhlých vertikálních vzdušných virů, sahajících do výšky až 8 km a nazývaných **tančící derviři**. Jediný derviš vyzvedne tuny prachu do výšky až 2 km nad povrch a přemísťuje je na velké vzdálenosti.

Porovnáním se snímky z Vikingu se podařilo zpřesnit precesní konstantu Marsu a odhadnout tak poloměr centrálního kovového jádra planety na 1400 ± 2200 km. Rovněž tak je nepochybné, že dřívější klima na Marsu bylo vlhčí a teplejší než je dnes.

A. Christou a K. Beurle se zabývali možností **pozorování meteorů** v atmosféře Marsu. Pro Zemi platí, že obvykle vidíme meteorické roje těch mateřských komet, jejichž dráhy se k Zemi přibližují na méně než 30 milionů km. Atmosféra Marsu je ovšem řidší a relativní rychlost meteoroidů při vstupu do Marsovy atmosféry obecně nižší než na Zemi. Na druhé straně hustoty atmosféry s výškou ubývá na Marsu pomaleji, takže ve výšce 120 km na povrchu se vyrovná hustotě zemské atmosféry v téže výšce. Autoři nakonec zjistili, že pro meteoroidy, vletající do ovzduší Marsu rychlostí vyšší než 30 km/s, dojde k zážehu ve výškách 90–50 km nad povrchem planety, a že potenciálními zdroji marsovských meteorických rojů může být jednak sama Halleyova kometa a také planetka (5335) Damocles.

K. Thomasová-Keprtová aj. studovali tři **meteority** různého stáří, pocházející z Marsu, tj. Shergotty (vznik před 165 miliony let), Nakhla (1,3 miliardy let) a ALHA84001 (4 miliardy let). Ve všech našli mikrokrystaly magnetitu, jež nevznikají anorganicky, nýbrž jen za přítomnosti bakterií. Z toho usuzují, že na Marsu byl život odjakživa a dosud se tam vyskytuje.

1.1.5. Jupiter

R. Ouyed aj. ukázali, že vnitřním zdrojem energie Jupiteru nemůže být pouze gravitační smršťování planety, neboť existence silného magnetického pole se pak dá vysvětlit jedině absurdním předpokladem, že Jupiter je starší než 5 miliard roků a vznikl dříve než sluneční soustava. Autoři proto soudí, že v nitru planety probíhá „**termonukleární**“ **slučování** dvou jader deuteria na lehké hélium (tralphium) při teplotě kolem pouhých 20 kK a tlaku 4 TPa, které uvolňuje energii stálým tempem 400 PW prakticky po neomezenou dobu řádu 100 gigalet. Problémem je, zda se v nitru Jupiteru nalézá dostatečné množství deuteria, které tam muselo být rychle uloženo v době jeho vzniku. Autoři tvrdí, že to je možné, pokud Jupiter nevznikl – jak se dosud soudí – přímo zahuštěním části původní sluneční pramlhoviny, ale až **soustředěním planetesimál**. Pakliže mají autoři pravdu, znamená to ovšem, že podobná nízkoteplotní termonukleární reakce probíhá i v nitru ostatních velkých vnějších planet Sluneční soustavy. Vznik Jupiteru z ledových planetesimál o původní teplotě pouhých 30 K podporují též T. Owen aj. na základě silného výskytu vzácných plynů Ar, Kr a Xe v jeho atmosféře. Jejich zastoupení převyšuje výskyt v atmosféře Slunce 2,1–2,7krát, takže se shoduje s výskytem v atmosférách menších planet. Odtud je zřejmé, že mechanismus vzniku všech planet byl v podstatě stejný.

A. Friedson aj. využili tmavých skvrn po dopadu **komety Shoemaker-Levy 9** na Jupiter v červenci 1994 jako indikátoru vzdušných proudů v jeho atmosféře. Jelikož stopy dopadů bylo možné pozorovat v daleké ultrafialové oblasti spektra na 230 nm až do listopadu 1997, objevili tak, že se zplodiny impaktů dostaly ze 45° jižní joviografické šířky až do „tropů“ na 20° jižní šířky. Podle nejnovejších odhadů měla jednotlivá jádra komet před dopadem průměry od 150 do 600 m, hmotnosti řádu 10^{10} kg a při dopadu se uvolnila energie kolem $3 \cdot 10^{20}$ J. Ohnivá koule, vzniklá výbuchem úlomků v atmosféře na tlakové hladině 100 kPa, dosáhla teploty přes 10 kK, ale již za 15 s se stačila ochladit na 2 kK. Sloučeniny z výbuchu, zejména vodu, kyanovodík, CS, CS₂ a OCS, bylo možné pozorovat v atmosféře celý následující rok.

D. Rego aj. pozorovali v srpnu 1997 pomocí teleskopu IRTF na Havaji **polární záře** na Jupiteru v infračerveném pásmu 3,95 μm a zjistili, že díky iontovému větru se vnější atmosféra planety silně ohřívá. Větr dosahuje supersonické rychlosti $1,04 \pm 1,4$ Machu.

B. Little aj. využili v říjnu a listopadu 1997 sondy Galileo k pozorování noční strany planety s cílem odhalit optické **záření blesků** v atmosféře. Rozlišení kamery dosahovalo hodnot od 23 do 134 km a registrace blesků byla poměrně snadná, neboť – jak se ukázalo – jejich energie je mnohem vyšší než na Zemi a dosahuje pro jeden blesk hodnot až $1,6 \cdot 10^{10}$ J. Bouřkové oblasti měly průměr až 1500 km a v každé bylo pozorováno několik blesků za minutu. Bouřky se koncentrovaly do mírných joviografických šířek 50° a jsou dukazem vlhké konvekce v atmosféře planety.

M. Ockertová-Beková aj. zkoumali rozsah **prstenců** kolem Jupiteru pomocí sondy Galileo. Zjistili, že ve vzdálenostech $92 \pm 122,5$ tis. km od centra planety se nalézá toroidální halo o tloušťce 12,5 tis. km, a že hlavní prsten sahá do vzdálenosti 128 940 km, tj. až za dráhu družice Adrastea (128 980 km). V jednotkách poloměru Jupiteru R_J dosahuje hlavní prsten do vzdálenosti $1,81 R_J$ a pavučinový prsten má dvě složky s poloměry 2,25 a $3,15 R_J$. Každá složka je „pasena“ družicemi: Amaltheou ($2,54 R_J$) a Thebe ($3,11 R_J$). **Galileovy družice** mají podle infračervených měření R. Carlsona aj. vesměs vlastní atmosféry; Ió obepíná oblak oxidu siřičitého, Europa a Ganymed atomární kyslík a Kallistó dokonce zředěný oxid uhličitý. Na povrchu Europy objevili autoři kyselinu sírovou, což poněkud překvapivě zvyšuje vyhlídky na existenci života na této pozoruhodné Jupiterově družici, neboť kyselina může sloužit jako oxidant a zdroj energie pro živé organismy. G. Hoppa aj. soudí, že cykloidální trhliny na snímcích povrchu Europy jsou odpovědí ledové kůry drážděné slapy Jupiteru. Podle výpočtů činí slapy vzdutí na družici až 30 m, ale jelikož je její dráha eliptická, posouvá se poloha maximálního vzduť během 85 h cyklu po povrchu tělesa. Tak se otevírají trhliny v ledové kůře, šířící se na povrchu rychlostí až 3 km/h; jinými slovy pod ledovými krami musí být tekutá voda. V trhlinách se tlačí na povrch voda, která však vzápětí zmrzne a tvoří vystouplé hřbety mezi hladkými ledovými krami. H. Krüger aj. zjistili navíc, že Europa, Ganymed i Kallistó jsou obklopeny prachovými mračky, které jsou pozůstatkem po dopadech meteoritů na jejich povrch. Pomocí aparatury STIS HST našli M. McGrathová aj. polární záře u obou pólů Ganymedu, jenž má měřitelné vlastní magnetické pole a tudíž i van Alenovy pásy nízkoeenergetických elektronů. Podle autorů kloužou elektrony vysílané Jupiterem podél magnetických siločar Ganymedu, rozbíjejí molekuly kyslíku na atomy a září v daleké ultrafialové oblasti spektra na vlnových délkách kolem 130 nm; případně lze pozorovat i optické záření na 630 nm, když se Ganymed nachází v Jupiterově stínu.

Snímky HST z července 1997 pak odhalily námrazu SO₂ v okolí vulkánu Pillan na družici Ió. Loni v březnu jsme si připomněli již 20. výročí objevu sopek na Ió L. Morabitovou.

Koncem ledna 1999 navštívila neúnavná sonda Galileo naposledy Europu a po čtáctem května proletěla 1315 km nad Kallistó, čímž se pomocí gravitačního praku dostala na novou dráhu s nižším perijovem (z 643 tis. km od centra Jupiteru kleslo na pouhých 393 tis. km), umožňujícím čtyři riskantní blízké průlety nad Ió. První dva z nich se pak vcelku velmi úspěšně odehrály v polovině října a koncem listopadu 1999. Předtím se 12. srpna 1999 dostala do vzdálenosti necelého půl milionu

kilometrů od vrcholů oblačného příkrovu Jupiteru, kde naměřila 3,5krát vyšší radiaci, než se čekalo. Vzápětí pak sonda Galileo naposledy navštívila Kallistó ve vzdálenosti 2300 km.

Při průletu Galilea ve výši 611 km nad **Ió** v říjnu naměřila sonda teplotu 900 K pro lávu, vytékající z vulkánu Loki, jenž je podle těchto měření nejmocnější činnou sopkou ve Sluneční soustavě – uvolňuje více tepla, než všechny aktivní pozemské sopky dohromady! Také sopky Pele a Prometheus byly v době průletu velmi aktivní. Sonda Galileo zaznamenala při prvním průletu více než 100 činných sopek na tomto miniaturním kosmickém tělese. Na divukrásných snímcích jsou patrné obří lávové proudy a jezera, jakož i vztyčující se vlastní gravitací opět se hroutící hory s relativním převýšením až 16 km! Řídící centrum v Pasadeně dostalo v té době vskutku zabrat, neboť podobně jako při následujícím setkání koncem listopadu ve výši 300 km nad jižním pólem **Ió** se sonda kvůli radiční zátěži těsně před největším přiblížením automaticky vypnula, ale technici byli připraveni a v obou případech se jim podařilo sondu znovu ručně nastartovat, navzdory zpoždění světelného času plných 35 minut. Zprvu se navíc zdálo, že data se vůbec nepodaří očistit od silného rušivého šumu, ale nakonec slavily úspěch speciální „čistič“ počítačové programy. Při listopadovém průletu zase horká láva přexponovala část snímků, ale přesto se podařilo zachytit obří kalderu **Loki** o průměru plných 193 km, a také fontány lávy, tryskající až do výšky 1,5 km nad povrchem mírně protáhlé družice.

1.1.6. Saturn

Podle B. Bézarda aj. byl v atmosféře Saturnu objeven infračervenou družicí ISO na vlnové délce 16,5 μm radikál **metyl** (CH₃), vznikající nepochybně fotolýzou metanu. S. Gibbard aj. využili v létě 1996 metody skvrnkové interferometrie u Keckova desetimetru k pozorování družice **Titan** v pásmu 1,5÷2,3 μm. Složením několika set 0,2 s expozič tak docílili úhlového rozlišení 0,04" – nejméně dvakrát lepšího než by v červeném pásmu dokázal HST! To umožnilo rozeznat na povrchu Titanu podrobnosti o průměru nad 600 km a odhalit tak četné povrchové útvary s odlišným albedem. Především se potvrdilo, že Titan, který je v blízké infračervené oblasti 8 mag, rotuje kolem své osy synchronně s oběhem kolem Saturnu. Dále se ukázalo, že nejsvětlejší oblasti jsou skoro určitě pevniny pokryté ledem, zatímco tmavé skvrny s albedem nižším než 0,02 představují buď ztuhlé organické látky nebo jezera kapalných uhlovodíků při průměrné teplotě 93 K. Atmosférický tlak na povrchu družice je o 50% vyšší než na Zemi.

G. Dourneau a S. Narachart určili hmotnosti (v jednotkách hmotnosti Saturnu M_S = 5,71.10²⁶ kg) a střední hustoty pro čtyři vnitřní velké družice planety:

	Parametr	Mimas	Enceladus	Tethys	Dione
hmotnost	(10 ⁻⁷ M _S)	0,65	2,02	1,09	1,92
hustota	(voda = 1)	1,12	1,77	1,03	1,49

1.1.7. Uran

Pomocí snímků HST lze sledovat, jak končí dlouhá dvacetiletá zima na severní polokouli Uranu a poprvé v astronomické historii zde můžeme pozorovat **nástup jara**. V atmosféře planety jsou pozorovatelná velmi světlá mračna, tvořená patrně krystalky metanu. Jelikož metan absorbuje červenou barvu, má Uran nafialovělý nádech. V r. 2007 bude při „jarní rovnodennosti“ dopadat sluneční světlo kolmo na rovník, takže lze očekávat, že se na planetě objeví rovnoběžné pásy, jaké známe na Jupiteru a Saturnu.

HST také odhalil kolísání rovin prstenců, vyvolané pastýřskými družicemi a zploštěním samotné planety. Družice Uranu, objevené r. 1997 s provizorními označeními S/1997 U1 a U2, dostaly na základě spolehlivě určených drah jména a definitivní označení: **Kaliban** (U XVI) a **Sycorax** (U XVII).

E. Karkoschkovi se však loni podařilo objevit 18. družici Uranu **S/1986 U10** na snímcích sondy Voyager 2, pořízených ve dnech 18.–23. ledna 1986. Nová družice měla na těchto snímcích 6,5÷9,5 mag, což odpovídá magnitudě V = 23,6 při opozici se Zemí, tj. pravděpodobnému průměru tělesa 40 km. Kolem Uranu obíhá po kruhové dráze s poloměrem 76 416 km (51 tis. km nad oblačným příkrovem planety) v periodě 15 h 18 min a její existence byla potvrzena na snímcích HST.

Další dvě družice Uranu objevili J. Kavelaars aj. pomocí 3,5 m reflektoru CFHT v polovině července 1999. Objekty **S/1999 U1** a **U2** dosáhly na snímcích jasnosti R 23 resp. 24 mag a pohybují se v přímých drahách s velkou výstředností ve vzdálenostech 0,15 resp. 0,06 AU od Uranu. Havajský objev potvrdili B. Gladman aj. pomocí palomarského pětimetru. Kde navíc našli ještě objekt **S/1999 U3** ve vzdálenosti menší než 0,02 AU od Uranu. Tento objekt byl vzápětí potvrzen skupinou J. Kavelaarse, podle jejich měření je 23 mag, nachází se ve vzdálenosti 0,07 AU od Uranu a obíhá jej v době delší než 1,5 roku. Vlivem pomalého oběžného pohybu nešlo totiž z prvních měření stanovit dráhy nově nalezených družic příliš spolehlivě. V každém případě se tak překvapivě na základě pozemních pozorování stal v loňském roce Uran s 21 prokázanými družicemi rekordmanem Sluneční soustavy.

A. Brunini a J. Fernández simulovali vznik Uranu a Neptunu akrecí planetesimál. Ze 30 simulací se 21krát stalo, že jim vznikly dvě velké planety za Saturnem, v 8 případech vznikla jen jedna planeta a naopak v jednom případě 3 velká tělesa během pouhých 10 milionů let. Ke stavbě planet se však vždy využilo nanejvýš po-

lovina hmotnosti rozestých planetesimál; druhou polovinu odstranili Jupiter a Saturn vyvržením tělísek ze Sluneční soustavy. Naproti tomu přemístování těles z pásma Uran–Neptun do terestrického pásma Sluneční soustavy probíhalo po dobu asi 40 milionů let a zahrnuje asi patnáctinásobek hmotnosti Země. Uran a Neptun po svém vzniku pomalu migrovaly do větších dálek v planetárním systému.

1.1.8. Neptun

Podobně jako předtím u Uranu našli loni B. Bézard aj. v infračerveném spektru Neptunu, pořízeném družicí ISO pásy radikálu metylu, vznikající rovněž fotolýzou metanu. S. Gibbard aj. soudí, že díky mračnům metanu, sirovořivku, čpavku, vody aj. může v atmosféře Neptunu docházet k výbojům blesků, ale zatím se je nezdařilo na dálku pozorovat. B. Sicardy aj. odhalili díky havajskému třiapůlmetru CFHT, vybavenému systémem adaptivní optiky, **nový prstenec**, uvnitř již známého Neptunova prstence Le Verrier. Z prstence je patrný jen západní oblouk, který je však dvakrát jasnější než oblouky vnějšího prstence Adams. Stabilitu **oblouků** Fraternité, Egalité, Liberté a Courage v Neptunových prstencích potvrdili též C. Dumas aj. na snímcích, pořízených v průběhu r. 1998 pomocí aparatury NICMOS HST. Podle M. Showaltera lze stabilitu oblouků, potvrzenou nyní na časové stupnici alespoň 15 let, vysvětlit jedině přítomností neznámých pastýřských družic v blízkosti prstenců. E. Quirico aj. studovali největší družici Neptunu **Triton** pomocí teleskopu UKIRT a našli ve spektrech v blízké infračervené oblasti ze září 1995 pásy tuhého metanu, molekulárního dusíku, oxidu uhelnatého a oxidu uhličitého. Odvodili také, že teplota povrchu družice přesahuje 35,6 K.

M. Woolfson se zabýval vývojem soustavy **Neptun – Pluto – Triton** v počítačové simulaci, kde na počátku byl Pluto průvodcem Neptunu a Triton samostatným tělesem sluneční soustavy na velmi protáhlé dráze s výstředností 0,91 a velkou poloosou 29,1 AU, když patrně unikl z gravitačního pole neznámé planety, která podlehla jiné srážce ve vzdálenosti asi 2,5 AU (v dnešním pásmu planetek). Hmotnost Tritonu byla asi o polovinu vyšší než původního celistvého Pluta, takže po nárazu se Triton zachytil na dráze u Neptunu, kdežto Pluto se rozpadl na dvě nestejně části, které se obě dostaly od Neptunu na samostatnou dráhu ve Sluneční soustavě.

1.1.9. Pluto a Charon

Dne 11. února 1999 si Pluto s Neptunem vyměnily po dvacetileté epizodě pořadí odstupu od Slunce, takže po následujících 230 let bude Pluto s Charonem zásluhou své velmi protáhlé oběžné dráhy od Slunce dále než Neptun. Souběžně s tím a také s faktem, že se blížilo očíslování jubilejní 10000. planety, přišel B. Marsden s návrhem udělit Pluto právě toto jubilejní číslo a fakticky ho tak **degradovat z planety na planetku**. Podobně R. Binzel navrhl, aby Pluto obdržel číslo 0 či 1 v nově založeném katalogu transneptunských těles, jichž už je známo na 200, a mezi nimiž jsou Pluto s Charonem suverénně největší i nehmotnější. Tak se rozhořela docela vzrušená a ostrá elektronická debata mezi nějakými 500 členy sekce pro Sluneční soustavu Mezinárodní astronomické unie, kde ovšem zvláště američtí astronomové vehementně obhajovali dosavadní statut planety resp. dvojplanety pro pár Pluto–Charon, takže nakonec k žádné nomenklатурní revoluci formálně nedošlo. Z astrofyzikálního hlediska je však zřejmé, že jak Marsden tak Binzel uhodili hřebík na hlavičku: podivná dvojice Pluto–Charon s hmotností pouze pětiny hmotnosti našeho Měsíce zajisté mezi řádné planety nepatří, ale to nikterak nesnižuje význam Tombaughova objevu v r. 1930; právě naopak.

E. Young aj. zpracovali obsáhlá fotometrická měření 18 přechodů Charonu před Plutem v letech 1985–1990 s cílem sestavit **albedovou mapu** povrchu Pluta s rozlišením zhruba 200 km. Z měření též určili přesnější hodnoty poloměru obou těles na 1183 km resp. 620 km. Zjistili též, že jižní pól Pluta je světlejší než severní, takže je zřejmě pokryt jínovatou. Také v souřadnicích 17° severní šířky a 33° východní délky se na Pluto nachází světlá skvrnka o průměru 250 km, což by mohl být buď gejzír nebo naopak nový kráter. Na povrchu Pluta se dále podařilo rozlišit několik tmavých skvrn o rozměrech až 300×500 km.

Překvapivě dobré snímky a **spektra** Pluta i Charonu pořídil brzy po své inauguraci 8,3 m japonský reflektor Subaru na Havaji. Podle vzhledu spekter je povrch Pluta pokryt ledem molekulárního dusíku a etanu, zatímco na povrchu Charonu se nachází vodní led.

(Pokračování)

1. Sluneční soustava	18 (1)
1.1. Planety sluneční soustavy	18 (1)
1.1.1. Merkur a Venuše	18 (1)
1.1.2. Země	18 (1)
1.1.3. Měsíc	19 (2)
1.1.4. Mars	20 (3)
1.1.5. Jupiter	20 (3)
1.1.6. Saturn	21 (4)
1.1.7. Uran	21 (4)
1.1.8. Neptun	21 (4)
1.1.9. Pluto a Charon	21 (4)

Armagh observatory

Oblasť, kde leží mesto Armagh, obývali už ľudia z doby kamennej. V okolí mesta sa našlo niekoľko ich sídiel. Najvýznamnejšie sídlo vykopal na nevysokom, ale rozľahlom kopci, ktorý je dodnes dominantou Armaghu. V nasledujúcich storočiach sa centrom osídlenia stal kopec Navan, ktorý leží dve míle na západ. Jedna z keltských kráľovien vybudovala na Navane unikátny palác. Po príchode kresťanstva palác zanikol, a obyvateľstvo sa (niekedy v 5. storočí nášho letopočtu) premiestnilo späť do Armaghu.

Svätý Patrick, patrón írskoho kresťanstva, postavil v Armaghu prvú kresťanskú svätyňu. Ďalšie štyri storočia bol potom Armagh metropolou Írska. V tunajších kresťanských školách študovali tisíce študentov. Z tohto obdobia sa zachovali aj prvé astronomické záznamy, prevažne o kométach a zatmeniach. V nasledujúcich storočiach ohrozovali Armagh invázie divokých Vikingov a Normanov; takmer všetky aktivity sa preto presunuli na juh – najmä do Dublinu a Droghedy. Začiatkom 17. storočia sa v Armaghu a jeho okolí bojovalo: urputné boje dvoch súperiacich náboženských strán premenili mesto na ruiny. Odvtedy arcibiskupi z Armaghu sídlili radšej v Droghede. Jeden z nich, James Usher, sa preslávil tým, že vypočítal vek sveta.

Vznik astronómie v 18. storočí

Osvietenstvo, ktoré vyvrcholilo v 18. storočí, sa prejavilo aj množstvom vedeckých štúdií. Alchymistické pokusy, spolu s dedičstvom po Galileovi a Newtonovi, položili základy experimentálnej vedy: bokom neostala ani astronómia. Jej význam po objavení a podmanení námorných území neobvyčajne stúpol: kapitáni čoraz väčšej obchodnej flotily sa bez presnej navigácie nezaobišli. Prestíž astronómie neobvyčajne zvýšil aj úspech Newtonovej teórie, presné predpovede pohybu planét a komét v Slnecnej sústave, Herschelov objav planéty Urán, transit planéty Venuša roku 1769 a objaviteľské cesty kapitána Cooka. Navigácia sa stala „výrobnou silou“. Roku 1675 bolo založené Royal Greenwich Observatory, ktorého hlavnou vedec-kou úlohou bolo spresnenie polôh hviezd kvôli potrebnej orientácii námorných lodí na oceánoch. Kráľovská spoločnosť poverila Cooka, aby na južnej pologuli zabezpečil pozorovanie transitu Venuše.

Armagh observatory

Arcibiskup Armaghu R. Robinson bol jedným z najosvietenejších mužov svojej doby. Zakladal a udržoval charitatívne a vzdelávacie inštitúcie, najmä v meste Armagh. Reverend J. A. Hamilton, ktorý pozoroval tranzit Merkúra, biskupa presvedčil, aby založil observatórium, druhé na Írskom

ostrove (prvým bolo Dunsink Observatory pri Dublini) ako vedeckú inštitúciu. Obe observatória (Dunsink 1785, Armagh 1790) sú naozaj revolučné astronomické stavby: okrem iného sa podarilo dosiahnuť mimoriadnu stabilitu vedeckých prístrojov. Prvý riaditeľ J. A. Hamilton vďaka osobným kontaktom s kráľovským astronómom pre Anglicko N. Meskyllenom, získal solídne prístrojové vybavenie na určovanie presných polôh hviezd: získal na tú dobu mimoriadne presné hodiny, ale meridiánny kruh sa mu vybaviť nepodarilo.

Ďalšie prístrojové vybavenie

Hamilton predčasne umrel roku 1794, a tak observatórium prišlo o niekoľko zaujímavých prístrojov ktoré objednal. Stihol však vytvoriť podmienky na hodnotné meteorologické pozorovania, pozorovanie hviezd a založil spoluprácu s Dunsink Observatory, ktorá trvá dodnes.

Prvým významnejším prístrojom observatória v Armaghu sa stal rovníkový ďalekohľad, ktorý vyrobila skupina Troughton v Londýne. Zdá sa, že to boli výrobcovia ďalekohľadov, ktorí zavrhlí montáž typickú pre meridiánny kruh a vyvinuli montáž paralaktickú, ktorá umožňuje pozorovať hviezdu nielen počas prechodu meridiánom. V tomto období sa začali vyrábať aj presné nekyvadlové hodiny, ktoré vyvinuli Earnshaw a Harrison. Earnshaw zostrojil hodiny, ktoré až po dlhom čase vystriedali hodiny s kremenným kryštálom. Troughtonovský rovníkový ďalekohľad nesplnil očakávanie, nebol dostatočne presný; preto bol skonštruovaný nový špeciálny ďalekohľad. Astronómovia v 19. storočí vypočítavali presné pozície na papieri, čím strácali veľa času. Túto nevdačnú úlohu im ulahčil až prvý katalóg hviezd, ktorý bol vydaný roku 1859.

Roku 1834 zhotovili pre Armagh observatórium nový ďalekohľad, tentokrát z dublinskej dielne: 15-palcový reflektor, typ Cassegrain. Tento ďalekohľad prispel k tomu, že Cassegrainy zo súťaže s ďalekohľadmi typu Newton vyšli víťazne. Svoju prevahu si udržali podnes. Navyše: tento ďalekohľad bol údajne prvým reflektorom, ktorý poháňal hodinový stroj. Stojí za zmienku, že spoločnosť Grubb Parsons, ktorá nesie meno pána Grubba,

tvorcu 15-palcového reflektora, vyrobila 2,5 m INT a 4,2 m WHT ďalekohľady, ktoré sú v súčasnosti na Kanárskych ostrovoch. Medzi vtedajších konštruktérov ďalekohľadov patrí aj lord Ross, ktorý postavil 1,8 m ďalekohľad v sídle Birr (súčasný Írsko). Sedemdesiat rokov väčší ďalekohľad na svete nepostavili. Čo do veľkosti ho prekonal až 2,5 m ďalekohľad na Mount Wilson. Tak či onak: konštruktéri Rosse, Grubb a v poradí tretí riaditeľ Armagh Observatory – T. R. Robinson sú podpísaní aj na vývoji „Veľkého južného ďalekohľadu“, ktorý postavili neďaleko Melbourne v Austrálii.

Meteorológia

Meteorologické záznamy sa začali v Armaghu zapisovať roku 1784 (ešte pred založením observatória) a robia sa podnes. Predstavujú teda významný študijný materiál. Na tomto observatóriu vyvinuli aj prakticky anemometer, ktorý sa rýchlo rozšíril do celého sveta. Observatórium vybrali aj za jednu zo siedmich staníc, ktoré automaticky zaznamenávajú stav počasia okolo Britských ostrovov.

John Luis Emil Dreyer

Po smrti T. R. Robinsona (1882) sa stal riaditeľom J. L. E. Dreyer, ktorý predtým pracoval v Dunsink observatóriu a na zámku v Birr, kde začal svoj výskum hmlovín. V tom čase sa ešte nevedelo, či sú hmloviny súčasťou našej Galaxie alebo nie. Dreyerov NGC katalóg hmlovín a galaxií používajú astronómovia až do dnešných čias. (Dreyer vytvoril zoznam a klasifikoval všetky dovtedy pozorované hmloviny a hviezdokopy.

V tomto období sa začínajú prejavovať ekonomické problémy krajiny aj na observatóriu. Dreyer musel prerušiť pozorovanie a začal pracovať na publikovaní prác svojho rodáka Tycha de Brahe. Je zaujímavé, že tieto práce, ktoré pomohli Keplerovi sformulovať zákony pohybu planét, uložili nepublikované v Kráľovskej knižnici v Kodani. Observatórium v Armaghu si tieto práce z Kodane vyžiadalo a pripravilo na publikovanie. Dreyer zostavil prácu „História planetárnej sústavy od čias Thalesa po Keplera“. Problémy observatória vyvrcholili roku 1914 (roku 1930 sa položil aj Dunsink); Dreyer sa presťahoval do Oxfordu, kde roku 1916 dokončil historickú štúdiu o Tychovi de Brahe.

Finančné problémy postihli aj iné observatória a pokračovali i v období medzi oboma svetovými vojnami. V tomto období bol riaditeľom observatória F. A. Ellison, špecialista na astronomické ďalekohľady. Do dejín astronómie sa zapísal publiko-

vaním knihy „Amatérsky ďalekohľad“, v ktorej sa po prvýkrát zverejnila technika zhotovovania astronomických ďalekohľadov. Táto kniha mala zásadný význam; v tom čase sa výroba zrkadiel pre astronomické ďalekohľady utajovala. Sir W. Herschel i ďalší významní konštruktéri ďalekohľadov svoje vynálezy a vylepšenia nepublikovali. Monopol na know-how bol zdrojom nemalých ziskov: Herschel vyrobil zrkadlo aj pre kráľa Juraja III. a zinkasoval za to na tú dobu neslýchanú sumu – 200 anglických libier. Ellison pochopil, že utajovanie rozvoj vedy brzdí. Preto sa rozhodol sa zosťaviť a publikovať svoju knihu.

Južná hemisféra a ADH ďalekohľad

Po skončení Druhej svetovej vojny sa astronomická veda do oboch írskych observatórií vrátila. Šikovná diplomacia ďalšieho riaditeľa Armagh observatória E. Lindsaya vyvrcholila začlenením Armaghu do programu vývoja ďalekohľadu pre južnú pologuľu (spolu Dunsinkom a Harvard University). Veľké ďalekohľady boli v tom čase len na severnej pologuli, najmä v USA a Európe. Armagh-Dunsink-Harvard ďalekohľad bola inovovaná „schmidtká“. Postavili ho v Južnej Afrike. Dodávky ďalších európskych štátov umožnili skompletizovať Južné observatórium v Južnej Afrike. Ďalekohľad fotografoval najmä hviezdy a galaktické hmloviny. Na základe týchto snímok vznikli štúdie južnej časti Mliečnej cesty a Magellanových mrakov.

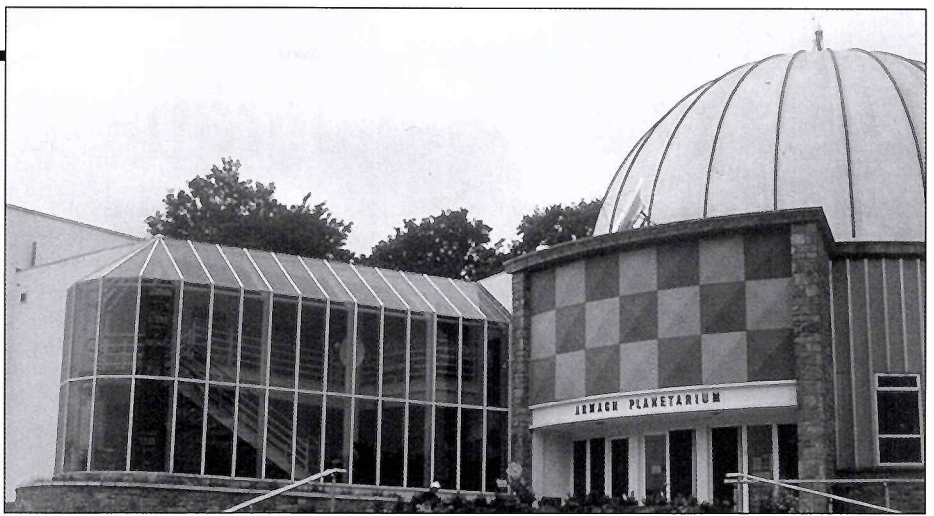
Profesor Opik a nové planetárium

E. J. Opik prišiel do Armagh observatória roku 1948 s nálepkou „nežiaduci“, ktorú mu vystavila vtedajšia východná Európa. Opik počas sedemdesiatich rokov neúnavnej práce objavil degenerujúce hviezdy, (napríklad bieli trpaslíci), publikoval prvý dôkaz o extragalaktickej povahe M31, založený na dynamických úvahách roku 1922, predpovedal hustotu kráterov na povrchu Marsu, čo o 15 rokov neskôr potvrdili planetárne sondy, vypracoval teóriu ľadových dôb, ktorú odvodil z činnosti (najmä centrálnej časti) Slnka. Roku 1938 publikoval Opik prácu o dôsledkoch vývoja Slnka a hviezd.

Výstavba planetária v tesnej blízkosti observatória zasa súvisí s 50. a 60. rokmi, keď záujem verejnosti o astronómiu (po vypustení prvých družíc a sond) enormne vzrástol. Prvým riaditeľom planetária sa stal dodnes významný popularizátor astronómie a veľmi známa televízna osobnosť P. Moore.

Obdobie kozmického veku

Armagh observatory vyše 150 rokov publikovalo svoje práce iba na základe údajov, ktoré získali domáci pozorovatelia na ostrove, ktorý má pre astronomické pozorovania vari najhoršie podmienky na svete. (Častá oblačnosť, neustále sa meniace



priepustnosť atmosféry.) Relatívne lacná letecká preprava (pre UK a Írsko) umožnili však astronómom cestovať za lepším počasím na Kanárske a Havajské ostrovy, do Južnej Afriky, Austrálie a Chile. Armagh observatórium participuje aj na niektorých kozmických programoch spojených so satelitmi: IUE, EXOSAT, GINGA a SMM. Observatórium získalo svetový primát prvým pozorovaním vzplanutí v UV oblasti pri hviezde Gliese 867A.

Súčasný vedecký výskum

Astronomický výskum na observatóriu sa dnes zameriava najmä na Slnčnú sústavu, Slnka, životné cykly hviezd a klimatológiu.

V oblasti fyziky Slnka sa viaceré vedecké projekty zameriávajú na: polárne koronálne diery prostredníctvom pozorovaní družice SOHO s cieľom určiť vlastnosti koróny a slnečného vetra; chromosféru a prechodovú vrstvu – slnečné oscilácie v extrémne UV emisných čiarach; konkrétne prechodovú vrstvu – explozívne javy; zvýraznený kontrast medzi pokojným a aktívnym Slnkom; magnetohydrodynamické procesy – vlnové javy a zahrievanie atmosféry.

Programy zamerané na štúdium planetárnej sústavy sa zameriávajú na to, ako bola sformovaná naša Slnčná sústava; koľko a akých planét môže podporiť (nám podobné) formy života; či sú planetárne sústavy stabilné a pod. Vzhľadom na to, že boli objavené viaceré extrasolárne planéty (ba aj jedna planetárna sústava), výskum vzťahu medzi dráhami jednotlivých planét i príčin ich možnej nestability, je mimoriadne atraktívny.

Ďalšie vedecké témy sa zameriávajú na hlavný pás asteroidov medzi Marsom a Jupiterom, na Edgeworth-Kuiperov pás/disk veľkých kometárnych objektov, prevažne za dráhou Neptúna; na Oortov oblak a telesá križujúce dráhy planét a Zeme (komety, asteroidy, meteoroidy Slnčnej sústavy; na prachové zložky Slnčnej sústavy atď.).

Skúmanie vzťahov Slnko/Zem hľadá odpovede na otázky či meniace sa počasie a alarmujúci stav ekosystému sú ovplyvňujú ľudská civilizácia, Slnko alebo iné príčiny (kozmičné žiarenie, magnetické polia a pod.)

Výskum hviezd sa zameriava prevažne na: úzke výtrysky plynnej hmoty v jednom smere (jets), počítačové simulácie, proces kolapsu molekulárneho oblaku, rázové vlny, výtrysky hmoty ako také, úlohu magnetických polí, to všetko pri zárodočnom štádiu vzniku hviezd.

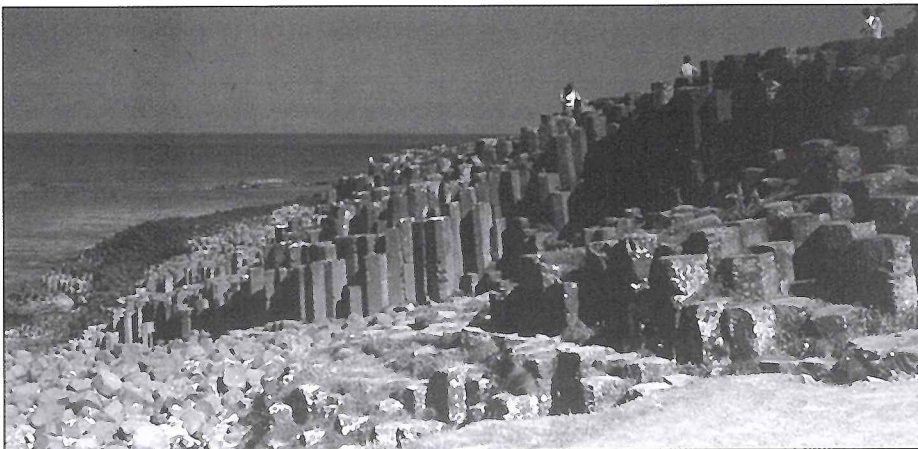
Vek jednotlivých hviezd je mimoriadne rozdielny, odlišné sú aj záverečné štádiá hviezdneho vývoja. Tento viac-menej štandardný scenár však pri niektorých hviezdach či skupinách hviezd neplatí. V observatóriu sa študujú práve záverečné štádiá vývoja hviezd a vývojovo zvláštne skupiny hviezd: hviezdy extrémne bohaté na hélium B a A, horúci podobri typu O a B, dvojhviezdy spektrálneho typu A so značným úbytkom vodíka a orbitálnymi periódami 1–12 mesiacov, hviezdy typu R Coronae Borealis meniace nepredvídateľne svoju jasnosť a majúce okolohviezdne prachové útvary. Fyzikálne vlastnosti hviezd sa získavajú štúdiom hviezdnych atmosfér a oscilácií, ktoré sa pozorujú pri všetkých vyššie spomínaných typov hviezd.

Definícia hviezdnej aktivity je nefahká. Výrazná aktivita chromosféry je však s istotou pozorovaná pri trpaslíkoch typu M a dvojhviezd typu RS CVn. Podobne jednoznačná aktivita v podobe jasných zábleskov (flares) u trpaslíkov neskorého spektrálneho typu M (rovnako ako ich aktivita) môže súvisieť s prostredím okolo vyvinutých hviezd, napríklad s prachovými obálkami okolo hviezd bohatých na uhlík a kyslík. Aktivita hviezd môže súvisieť aj s rotáciou hviezd a jej časovej závislosti, presnejšie vývojom uhlového momentu hviezd pozdneho spektrálneho typu.

Astronómiu v Armaghu stimulovali praktické potreby, zanietenie významných duchovných a šľachty v ranom období, podpora podnikateľských a výrobných zoskupení. Poučná je i adaptácia na súčasnosť, najmä cestovanie za lepším počasím a presun aktivít na južnú pologuľu. To platí aj o súčasnom riešení finančného zabezpečenia observatória z viacerých zdrojov či o manažmente zostavenom z renomovaných odborníkov rôznych sfér, teda i prírodných vied. To všetko pomáha overiť a presadiť každú dobrú myšlienku...

Nabudúce si priblížime observatórium v Južnej Afrike.

Dr. M. ZBORIL



Základy astrofotografie (3)

Ak chceme vytvoriť náročnejšiu astronomickú fotografiu, v prvom rade potrebujeme paralaktickú montáž vybavenú hodinovým strojom. Takáto montáž je nevyhnutná pri dlhých expozíciách (desiatky minút), ale aj pri krátkych expozíciách (niekoľko sekúnd) s veľmi dlhou ohniskovou vzdialenosťou optickej sústavy (napr. pri okulárovej projekcii). Teda základom úspechu je dostatočne pevná a správne zorientovaná paralaktická montáž (polárna os smeruje k svetovému pólu), buď nemecká s protizávažím alebo vidlicová. Výhodnejšia je prvá zo spomenutých montáží, pretože tu je ľahšie možné dosiahnuť presné vyváženie, aby sme zbytočne nepreťažovali hodinový stroj. Nemenej dôležitý je aj objektiv (dalekohľad), cez ktorý budeme objekty snímať.

Mierka zobrazenia objektívu

Vhodnú ohniskovú vzdialenosť objektívu musíme zvoliť podľa uhlového rozmeru objektu, ktorý budeme snímať. Ohnisková vzdialenosť pre daný uhol záberu závisí aj od použitého formátu negatívu. Najpoužívanejší je tzv. kinofilm s rozmerom záberu 24×36 mm (uhlopriečka 43 mm). Väčšie formáty sú 6×4,5 cm, 6×6 cm, 6×9 cm atď., fotoaparáty na tento formát sú však pre amatérov pomerne drahé. Taktiež sú drahé aj objektivy schopné kvalitne vykresliť také veľké formáty.

F objektívu v mm	Zobrazený uhol v stupňoch	Druh snímaného objektu
8-50	180-47	Mliečna dráha, súhvezdia, polárna žiara, stopy meteorov, veľké kométy
100-500	25-5	konjunkcie planét, väčšie hmloviny, hviezdokopy a galaxie
600-1200	4-2	uhlovo menšie hmloviny a hviezdokopy, zatmenia Slnka a Mesiaca
1500-3000	1,6-0,8	snímky Slnka a Mesiaca, veľké planéty s mesiacmi
3000 a viac	<0,8	detailné snímky Slnka a Mesiaca, snímky planét Slnčnej sústavy

Tab. 1.: Prehľad vhodných ohniskových vzdialeností objektívov pre formát 24×36 mm podľa druhu snímaného objektu.

Presnú ohniskovú vzdialenosť objektívu pre formát 24×36 (uhlopriečka 43 mm) pre požadované zorné pole môžeme určiť podľa tohto vzorca:

$$F = 43 / (2 \cdot \text{tg} [(/2)]) \quad (1)$$

kde F je ohnisková vzdialenosť v milimetroch a je zorné pole v uhlopriečke formátu 24×36.

Vidíme, že ak chceme zobraziť uholo malý objekt na celý rozmer formátu filmu, dostaneme extrémne dlhé ohniskové vzdialenosti objektívov, ktoré sa vo fotografickom priemysle ani navyrábajú. Ak však máme kvalitný objektiv dalekohľadu, môžeme pomerne lacnou úpravou dosiahnuť ohniskové vzdialenosti až niekoľko desiatok metrov. To však bude za cenu straty svetelnosti a následného predĺženia expozície.

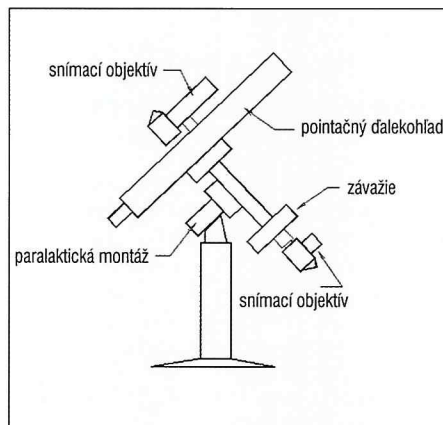
Spôsoby fotografovania na paralaktickej montáži

Existuje niekoľko spôsobov fotografovania, ktoré si podrobne opíšeme. Sú to:

- paralelné fotografovanie (v angl. literatúre označované ako „piggyback photography“),
- fotoaparát (jeho telo bez objektívu) v ohnisku dalekohľadu,
- afokálne fotografovanie,
- pozitívna projekcia (okulárová),
- negatívna projekcia (pomocou Barlowovej šošky),
- kompresia (optický kompresor).

a) Paralelné fotografovanie

Ak máme k dispozícii objektív vhodnej ohniskovej vzdialenosti pre dané zorné pole, môžeme ho namontovať paralelne s hlavným dalekohľadom. Upevnenie objektívu s telom fotoaparátu môžeme realizovať priamo na tubus hlavného dalekohľadu, alebo v prípade nemeckej montáže namiesto jedného z protizávaží. V druhom prípade nebude montáž nadmerne preťažená. Taktiež pri veľkom zornom poli snímacieho objektívu je tu menšia možnosť zachytenia tubusu pointačného dalekohľadu do záberu (hlavne ak je ním refraktor s dlhým tubusom).

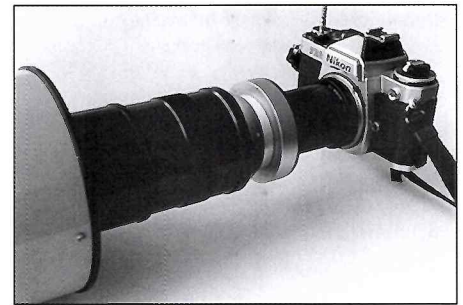
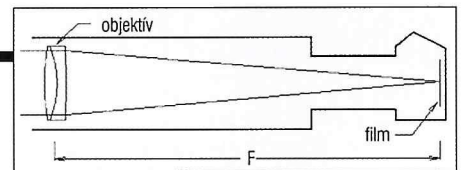


Obr. 1. Paralelné fotografovanie.

b) Fotoaparát v ohnisku dalekohľadu

Do ohniska dalekohľadu môžeme namontovať len fotoaparát s odobratým objektívom, teda najlepšie telo jednookej zrkadlovky. Okrem toho nám jednooká zrkadlovka umožňuje „vidieť“ snímaný obraz a jeho kompozíciu priamo na matnici. Obraz môžeme na matnici aj presne zaostriť pomocou okulárového výťahu. Taktúto zostavu môžeme s úspechom použiť ako superteleobjektív s ohniskovou vzdialenosťou rovnajúcou sa ohniskovej vzdialenosti nášho dalekohľadu. Keďže ohnisková vzdialenosť bežných dalekohľadov je priemerne 500 mm a väčšia, môžeme dosiahnuť značné zväčšenie obrazu objektov oproti základnému objektívu.

Vzhľadom na to, že väčšina dalekohľadov má oveľa nižšiu svetelnosť (1:5 až 1:15) ako pôvodné fotografické objektivy, možno budete prekvapení pomerne tmavým obrazom na matnici, ktorý bude problém zaostriť. Tomu sa dá pomôcť hlavne tak, že použijeme fotoaparát s čo najmenejšou matnicou. Súčasné moderné zrkadlovky (aj autofokosové) sú vybavené mimoriadne jemnými, tzv. laserovými matnicami, na ktorých nie je problém zaostriť ani pri svetelnosti menšej než 1:10. Na niektorých zrkadlovkách (napr. Nikon F801AF a ďalších) je dokonca možné využiť indikátor presného zaostrenia, aj keď nemáme namontovaný originálny objektív.



Obr. 2. Fotografovanie v ohnisku dalekohľadu a fotografia zostavy.

Pripojenie fotoaparátu závisí od konkrétneho typu. Pri starších zrkadlovkách sa používal závit M42×1 mm. Výstupný závit na dalekohľade (hlavne fy Zeiss) je M44×1 (vnútorný). Stačí teda použiť redukciu M44×1/M42×1 (obidva závity na redukcii sú vonkajšie). Novšie typy okulárových výťahov (dovážané hlavne z USA) majú okulárový výťah zakončený hladkou dierou s priemerom 2" (2 palce = 50,8 mm), 1,25" (31,75 mm) alebo vonkajším závitom M42×0,75 mm. Na všetky uvedené výstupy okulárových výťahov sú dostupné príslušné adaptéry. Na vonkajší závit M42×0,75 mm sa montuje tzv. T2-adaptér s výstupným bajonetom alebo závitom pre príslušný typ zrkadlovky. Je ho možné zohnať u väčšiny dodávateľov fotografickej techniky asi za 500,- Sk.

Pre snímánie pomocou tela zrkadlovky na kinofilm je menej vhodný výstupný otvor výťahu s priemerom 31,75 mm, keďže dochádza k orezaniu rohov záberu i čiastočnej vignetačii.

Na dalekohľadoch typu Newton môžu nastať problémy so zaostrením, ak je príslušný dalekohľad konštruovaný na vizuálne pozorovanie, má teda čo najmenej vysunutú ohnisko z tubusu, aby bolo centrálné tienenie sekundárnym zrkadlom čo najmenejšie.

c) Pozitívna projekcia

Pozitívna projekcia je metóda predĺženia ohniskovej vzdialenosti objektívu pomocou optickej sústavy s kladnou ohniskovou vzdialenosťou. Najjednoduchšie a najlacnejšie to môžeme realizovať, ak použijeme okulár, ktorý už máme k dalekohľadu. Je však treba, aby tento okulár bol kvalitnej konštrukcie (Plössl, ortoskopický, Erfle a pod.). Neodporúčam používať jednoduché dvojšoškové okuláre (hlavne pri objektívoch o vyššej svetelnosti).

Telo jednookej zrkadlovky upevníme pomocou nástavca za okulár dalekohľadu a obraz zaostříme na matnici pomocou okulárového výťahu. Výsledná ohnisková vzdialenosť takejto sústavy bude závisieť od ohniskovej vzdialenosti objektívu, okulára a vzdialenosti ohniskovej roviny za okulárom.

Pomocou tejto metódy môžeme dosiahnuť ohniskovú vzdialenosť až niekoľkých desiatok metrov avšak za cenu zníženej svetelnosti. Na fotografovanie detailov na Slnku, Mesiaci a jasných planétach, ktoré patria medzi najjasnejšie astronomické objekty, je táto metóda najvhodnejšia. Pri fotografovaní môžu nastať problémy s chvením dalekohľadu a montáže, a to aj pri náraze zrkadla v našej zrkadlovke po stlačení spúšte. Vhodné sú zrkadlovky s možnosťou sklopenia zrkadla pred samotným otvorením uzáverky, tie však patria skôr medzi drahé profesionálne prístroje (Pentax LX, Nikon F3 apod.).

Čo je to pointácia ?

Je to činnosť, pri ktorej sledujeme a udržujeme hviezdu nachádzajúcu sa v blízkosti snímaného objektu v priesečníku vlákien zámerného kríža. Tento zámerný kríž je namontovaný do okulára tzv. pointačného ďalekohľadu alebo iného pomocného pointačného systému. Kvalita astronomickej fotografie snímanej objektívom s dlhou ohniskovou vzdialenosťou pri dlhej expozícii značne závisí od presnosti pointácie.

Úspech pointácie závisí ešte od ďalších faktorov, a to:

- presnosť nastavenia polárnej osi montáže,
- rovnomernosť chodu hodinového stroja (presnosť frekvencie oscilátora, periodická chyba slimáka),

priehyb tubusu ďalekohľadu pri zmene jeho polohy počas dlhej expozície, turbulencia vzduchu.

Dovolená tolerancia samotnej pointácie závisí hlavne od ohniskovej vzdialenosti objektívu, ktorým snímame objekt, a od ostroti, ktorú chceme dosiahnuť (veľkosti rozptyľového krúžka bodového zdroja v ohnisku).

Pointačnú toleranciu pre rozptyľový krúžok s priemerom 0,025 mm môžeme určiť podľa nasledujúceho vzorca:

$$Z = 2 \arctg [1/(40.F)] \quad (2)$$

kde F je ohnisková vzdialenosť objektívu v milimetroch a výsledná tolerancia je v oblúkových stupňoch. Pre lepšiu predstavu si vypočítanú hodnotu môžeme previesť na oblúkové minúty prípadne sekundy.

F objektívu	20 mm	35 mm	50 mm	100 mm	200 mm	500 mm	1000 mm	2000 mm	3000 mm
Presnosť Pointácie	5'	2,5'	1,8'	50"	25"	10"	5"	2,6"	2"

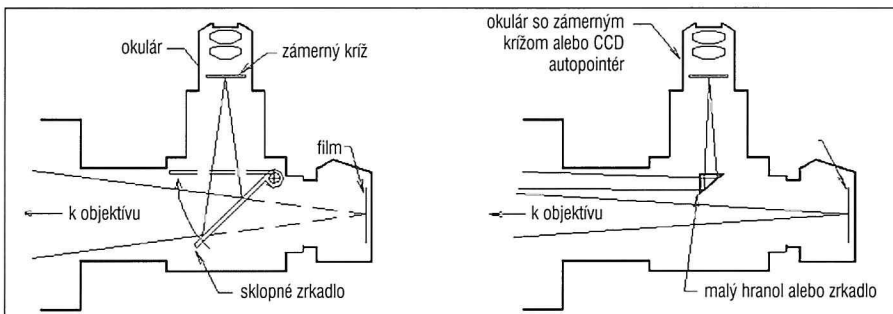
Tab. 2: Hodnoty pointačných tolerancií v oblúkových minútach (sekundách) pre rôzne ohniskové vzdialenosti objektívov.

Vzhľadom na turbulenciu vzduchu v praxi pri dlhých expozíciách nemá pointácia presnejšia ako 5 oblúkových sekúnd zmysel. Pri efektívnej ohniskovej vzdialenosti niekoľko metrov (ak používame okulárovú projekciu) je možné zachytiť ostrý obraz iba pri pokojnom ovzduší, preto treba exponovať niekoľko záberov a vybrať najostrejší.

Pri paralelnom fotografovaní použijeme ako pointér hlavný ďalekohľad, na ktorý namontujeme okulár s osvetleným pointačným krížom. Ak chceme fotografovať cez hlavný ďalekohľad, nároky na presnosť pointácie sa zväčšia. Pointačný ďalekohľad by mal mať takmer rovnaké parametre ako snímajúci ďalekohľad.

Zväčšenie pointačného ďalekohľadu by malo byť aspoň také (ale radšej väčšie), aká je ohnisková vzdialenosť snímacieho objektívu v centimetroch (napr. pre objektív s F = 500 mm (50 cm) – 50-krát).

Aby sme ušetrili náklady na ďalší výkonný ďalekohľad, môžeme priamo na snímacom ďalekohľade použiť buď tzv. mimoosý pointačný nástavec, alebo nástavec so sklopným zrkadlom, ktorý nám umožňuje pravidelnú kontrolu chodu montáže po sklopení zrkadla.



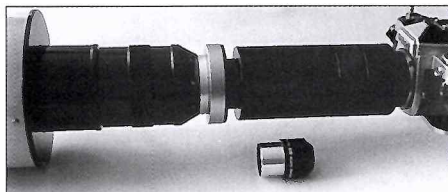
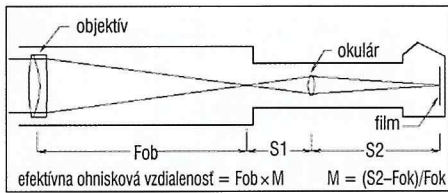
Typy pointačných nástavcov využívajúcich optiku snímacieho objektívu

Dnes sú už dostupné pre amatérov aj elektronické autopointéry využívajúce CCD-snímače, ktorými môžeme nahradiť okulár so zámerným krížom. Pomocou nich je pointácia prakticky bezproblémová (sú schopné nepretržite udržiavať objekt s presnosťou, ktorú dovoľuje turbulencia vzduchu). Medzi najznámejšie patrí kamera SBIG ST-4 a Meade Pictor 201. Montáž však musí mať jemné motorové pohyby v oboch osiach.

d) Afokálna metóda

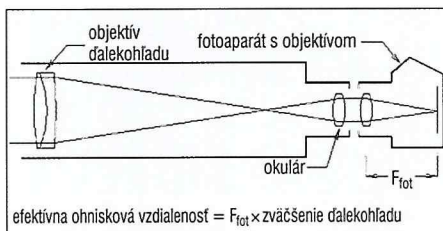
Táto metóda je podobná predchádzajúcej, ide teda o druh pozitívnej projekcie s tým rozdielom, že objektív nesnímate z fotoaparátu. Môžeme použiť obyčajný fotoaparát, aj keď zrkadlovka je výhodnejšia. K okuláru zaostreného ďalekohľadu priložíme fotoaparát s objektívom zaostreným na nekonečno. Metóda sa nazýva afokálna preto, lebo lúče, ktoré vystupujú z okulára ďalekohľadu, sú rovnobežné. Okulár ďalekohľadu spolu s objektívom fotoaparátu tvoria projekčnú sústavu.

Aby sme obmedzili chvenie, môžeme mať upevnený ďalekohľad a fotoaparát na samostatných státi-



Obr. 3. Pozitívna (okulárová) projekcia a fotografia zostavy.

Vzdialenosť S2 meriame približne od stredu sústavy šošoviek v okulári po rovinu filmu. Hĺbka tela kinofilmových zrkadloviek je 45–50 mm. Čím bude vzdialenosť S2 väčšia (čo môžeme dosiahnuť aj vymeniteľnými medzikrúžkami), tým bude väčší aj faktor zväčšenia obrazu M.

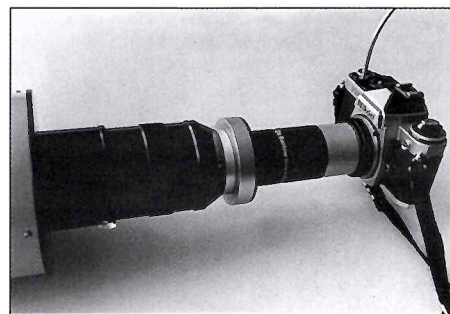
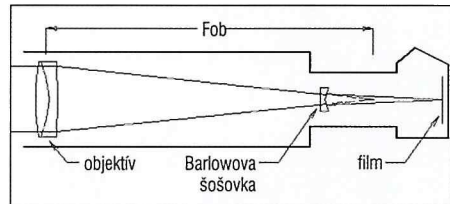


Obr. 4. Afokálna metóda

voch. To má však nevýhodu v tom, že statickým fotoaparátom nemôžeme dlho exponovať pri veľkej ohniskovej vzdialenosti. Pri fotografovaní jasných objektov, ako sú Slnko a Mesiac, sa dá táto metóda s úspechom použiť. Musíme však dbať aj na centrovanie tejto zostavy (zhodnosť optických osí ďalekohľadu a fotoaparátu) a zamedziť vnikaniu parazitného svetla medzi okulárom a objektívom fotoaparátu.

e) Negatívna projekcia

Je to spôsob projekcie pomocou optickej sústavy so zápornou ohniskovou vzdialenosťou, najčastejšie Barlowovou šošovkou. Pri fotografovaní cez ďalekohľad o nízkej svetelnosti na čiernobiely materiál je možné použiť aj jednoduchú ploskdotú šošovku so žltým filtrom, ináč sa odporúča achromatická Barlowova šošovka. Možnosť predĺženia ohniskovej vzdialenosti je 1,5- až 5-krát. Pri väčšom predĺžení značne narastá vzdialenosť ohniskovej roviny od šošovky a tiež aberácie sústavy.



Obr. 5: Negatívna projekcia pomocou Barlowovej šošovky a fotografia zostavy.

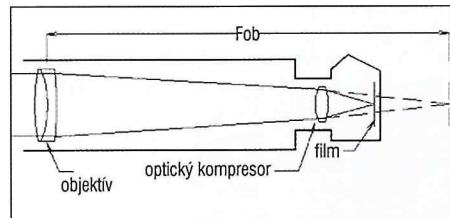
Na fotografovanie cez refraktor alebo Cassegrain je vhodné použiť Barlowovu šošovku s montážnym závitom M44x1. Barlowove šošovky používané na ďalekohľady Newton treba doplniť vhodným nástavcom.

f) Kompresia

Ide tu o skrátenie ohniskovej vzdialenosti objektívu optickej sústavy s kladnou ohniskovou vzdialenosťou. V astrofotografii sa táto metóda používa najmä vtedy, ak máme ďalekohľad s dlhou ohniskovou vzdialenosťou (napr. Cassegrain) a chceme snímať objekty väčších uhlových rozmerov.

O použití Barlowovej šošovky a optického kompresora bolo podrobnejšie písané v *Kozmose 1/2000* s. 25.

MILAN KAMENICKÝ



Obr. 6. Skrátenie ohniskovej vzdialenosti optickým kompresorom.

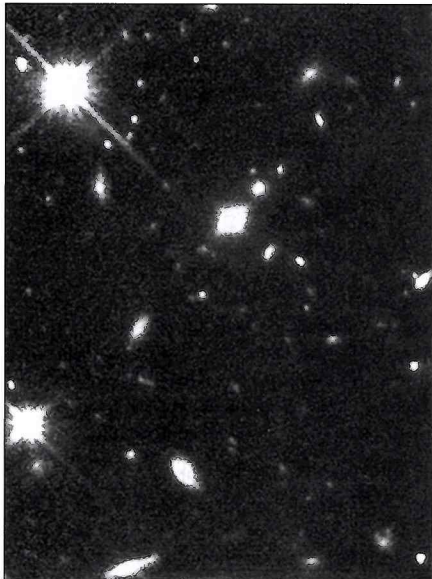
Astronomické otázky a odpovede

Otázka: Ak má vesmír 12 miliárd rokov, jeho polomer by mal mať 12 miliárd svetelných rokov? Je to pravda?

Odpoveď: Nie je to pravda. Keby mal polomer 12 miliárd svetelných rokov (vo vesmíre, ktorého vek je 12 miliárd rokov), potom by sa vesmír musel rozptýliť od začiatku rýchlosťou svetla. V skutočnosti hodnota rýchlostí rozpínania vesmíru kolíše. Spôsobuje to gravitácia a podľa všetkého aj kozmologická konštanta, ktorá môže rozpínanie urýchľovať.

Navyše: viacerí astrofyzici sa nazdávajú, že vesmír po big bangu prešiel obdobím, keď sa rozptýlil rýchlejšie ako svetlo. Počas tohto inflačného obdobia sa mohol vesmír rozptýliť tak rýchle, že dnešný vesmír môže mať polomer niekoľko sto miliárd svetelných rokov, ba aj viac! Po skončení inflačného obdobia rozpínanie vesmíru ani zďaleka nedosahuje rýchlosť svetla. Vzhľadom na celý rad neurčitostí a nedostatok overených údajov, veľkosť fyzikálneho polomeru vesmíru nepoznáme.

Napriek všetkému však možno povedať, že pozorovaný polomer vesmíru je zhruba 12 miliárd svetelných rokov, ak má vesmír 12 miliárd rokov a naozaj prešiel inflačným štádiom. Tento odhad považujeme za prijateľný, lebo doteraz sa nám nepodarilo objaviť objekt, ktorý by mal viac ako 12 miliárd rokov. Ale pozor: aj tento údaj treba brať s rezervou, pretože objekt, ktorého svetlo putovalo k nám 12 miliárd svetelných rokov bol vo chvíli vyžiarenia detegovaného svetla oveľa bližšie a dnes je teda oveľa ďalej. **Robert Neaye**



Najmatnejšie škvrnky na tejto snímke Hubblovho vesmírneho teleskopu sú galaxie, ktoré patria k najvzdialenejším z doteraz objavených objektov.

Otázka: Keď sa raz naše Slnko stane červeným obrom, možno predpokladať, že niektoré vonkajšie planéty či mesiace našej slnečnej sústavy sa zahrejú natolko, že na nich vytvorí vhodné podmienky prežiť?

Odpoveď: Je to možné. Keď sa Slnko o 6 miliárd rokov premení na červeného obra, Merkur sa skoro určite vyparí. Život na Zemi sa môže ucho-

vať iba v prípade, ak sa splnia kalkulácie planetológov, ktorí vyrátali, že sa Zem môže pod tlakom slnečnej atmosféry premiestniť po špirálovitej dráhe do bezpečnejších končín slnečnej sústavy. Ak Slnko odvrhne ešte viac atmosféry, uniknúť by mohla aj Venuša. Vonkajšie planéty však naozaj môžu ožiť.

Nedávno trojica planetológov uverejnila štúdiu, podľa ktorej na Saturnovom veľkom mesiaci Titane, ktorý má hrubú atmosféru, vznikne pomerne teplý oceán ľpavkovej vody, ktorý sa udrží tak dlho, že by sa v ňom mohol vyvinúť život.

James Kaler, University of Illinois

Otázka: Možno z povrchu Marsu pozorovať jeho mesačičky, Phobos a Deimos, voľným okom.

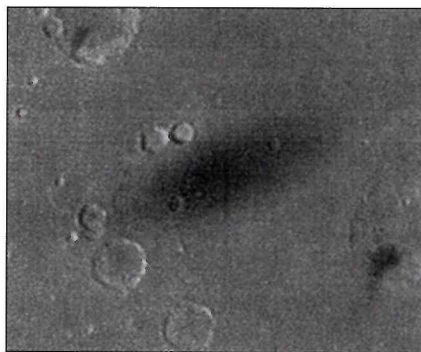
Odpoveď: Vzhľad oboch mesiacov na marťanskom nebi sa veľmi líši od vzhľadu Mesiaca na našej oblohe. Na niektorých obrazoch umelcov vyzerajú ako veľký, okrúhly disk. Lenže vzdialenejší z oboch marťanských mesiacov – Deimos, je taký malý a pohybuje sa po takej vzdialenej obežnej dráhe, že pozorovateľ na povrchu ho vníma ako jasnú hviezdu, ktorá sa veľmi pomaly pohybuje medzi hviezdami v pozadí.

Vnútrotný mesiac Phobos je väčší, ale aj tak je to veľmi malé teleso. Jeho priemer je 26,5 km. Pohybuje sa však po oveľa bližšej obežnej dráhe. Z povrchu Marsu by sme ho videli ako disk, ktorého uhlová veľkosť by dosahovala tretinu Mesiaca na našej oblohe. Nakoľko nie je ideálne guľatý, rozlíšili by sme aj jeho nepravidelný tvar. Vzhľadom na to, že jeho tmavý povrch má mimoriadne nízke albedo, (zohľadniť treba aj nižšiu intenzitu slnečného žiarenia), Phobos by bol oveľa tmavší ako Mesiac.

Phobos sa pohybuje priamo nad marťanským rovníkom. Tak ako umelý satelit, ktorý na nízkej obežnej dráhe rýchle obehne Zem, aj Phobos by sme videli ako rýchle stúpa nie nad východným, ale západným obzorom, niekoľko minút križuje oblohu nad nami, aby vzápätí rýchle zapadol za východným obzorom. Vzhľadom na jeho nízku, rovníkovú obežnú dráhu, nemožno ho nikdy pozorovať zo severného a južného pólu.

Budúci výskumníci Marsu budú sklamaní, že ani jeden mesačik Marsu nedokáže prekryť slnečný kotúč tak, ako Mesiac počas úplného zatmenia Slnka. Na Marse sa úplné zatmenia nekoniajú.

William K. Hartmann, Planetary Science Institute



Na snímke sondy Mars Global Surveyor vidíte tieň mesačička Phobos na povrchu Marsu.

Astrofoto 1999

Celý ročník súťaže Astrofoto v znamení Slnka. Tak by sa dal v stručnosti zhodnotiť uplynulý ročník našej fotografickej súťaže. Niet sa čo diviť – taký úkaz, akým bolo minuloročné úplné zatmenie Slnka, je skutočne úkazom storočia. A túto príležitosť využilo takmer 98 percent autorov, ktorí nám poslali svoje súťažné práce.

Hodnotenie ostatného ročníka prebehlo 6. apríla 2000 v Bratislave, v redakcii časopisu Kozmos. Porote predsedal pán Dušan Kalmančok a radili mu šéfredaktor Eugen Gindl, mgr. Peter Dolinský, RNDr. Marek Bujdoš a amatérsku astronómiu zastupoval redaktor Fun rádia Braňo Bezák. Hodnotenie bolo v tomto prípade naozaj mimoriadne náročné, hlavne kategória Astronomické snímky dala porotcom zabráť. Vybrať to „najlepšie Slnko“ z takého veľkého počtu kvalitných záberov nebolo vôbec jednoduché. Porotcovia to však zvládli podľa nášho názoru veľmi dobre, a tak boli ocenené tie najlepšie práce.

Spolu sa súťaže zúčastnilo 36 autorov, z toho 22 zo Slovenska a 14 z Českej republiky. Je to oproti minulému ročníku (20 autorov) pekný nárast, ale je to stále žalostne málo oproti stavu pred 10 rokmi. Preto sme sa rozhodli viac motivovať nielen „starých harcovníkov“, ale najmä nových autorov. Prvú cenu sme zvýšili na 1500,- Sk, druhú na 1000,- a tretiu sme ponechali v hodnote 500,- korún slovenských. V budúcnosti sa budeme snažiť nájsť sponzorov, ktorí by spestrili hodnotené miesta, a tak sa nám iste podarí rozdeliť viac cien viacerým autorom. Dúfame, že i to možno privedie nových záujemcov k astronómii, ktorá im poskytne veľa radosti, ale aj poznania.

Výsledky Astrofota '99

ASTRONOMICKÉ SNÍMKY – mladšia kategória:

1. Marián Mičúch ml. – „Najkrajšia“ a „Prsteneček“
2. Tomáš Zajíc – súbor
3. Lukáš Loužecký – súbor

VARIÁCIE NA TÉMU OBLOHA – mladšia kategória:

1. neudelená
2. Tomáš Zajíc – súbor
3. Martin Janata – súbor

ASTRONOMICKÉ SNÍMKY – staršia kategória:

1. Jiří Kubánek – súbor
2. Marián Mičúch – súbor
3. Jiří Srba – Zatmění a Saturn Libor Šmíd – Zatmění Slunce ve Francii

SNÍMKA ROKA

- Libor Šmíd – Zatmění Slunce ve Francii – detail

Podmienky súťaže Astrofoto 2000

Slovenská ústredná hviezdáreň v Hurbánove vyhlasuje 23. ročník súťaže Astrofoto. Súťaž je určená všetkým amatérom a profesionálom v oblasti astronómie. Je rozdelená do dvoch vekových kategórií: autori mladší ako 18 rokov a autori 18 a viac-roční. Fotografie a diapozitívy budú hodnotené spoločne. Súťažné práce budú rozdelené do dvoch tematických kategórií:

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

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

Upozornenie. Do súťaže sa prijímajú snímky, ktoré sa zatiaľ nezúčastnili na žiadnej fotografickej súťaži. Každá snímka musí byť označená nasledovnými údajmi: názov snímky, meno a rodné číslo autora, dátum a čas expozície, parametre použitého prístroja a materiál. Pri fotografiách napíšte všetky potrebné údaje ceruzkou, resp. fixkou na zadnú stranu fotografie. Každý zarámovaný diapozitív označte v ľavom dolnom rohu (pri prehlíadaní voľným okom) čiernou bodkou a vložte do osobitného vrecúška alebo obálky, na ktorú napíšete všetky potrebné údaje. Každá súťažná práca musí byť označená tematickou kategóriou, ktorej sa autor s prácou zúčastňuje.

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

Počet prác. Každý autor môže do súťaže poslať neobmedzený počet súťažných prác.

Ceny. Víťazné práce budú ocenené finančnými alebo vecnými cenami, a to za 1. miesto v hodnote 1500,- Sk, za 2. miesto v hodnote 1000,- Sk a za 3. miesto v hodnote 500,- Sk. Snímka roka, v prípade, že bude udelená, bude navyše ohodnotená prémie vo výške 3000,- Sk.

Výsledky. Vyhodnotenie súťaže bude uverejnené v časopise Kozmos 3/2001. Ocenené fotografie sa stávajú majetkom vyhlasovateľa. Diapozitívy (aj ocenené) autorom vrátíme po vyžiadaní. Vyhlasovateľ si vyhradzuje právo zhotoviť si kópie ocenených prác pre archív súťaže.

Pre zaradenie do súťaže je rozhodujúci dátum podania zásielky, najneskôr 31. 1. 2001. Práce označené heslom ASTROFOTO posielajte na adresu Slovenská ústredná hviezdáreň, 947 01 Hurbánovo, SR.

1. Martin Jonata: I stíny jsou jiné. Fotografované 11.8.1999 o 12:41 LSEČ, Yashica EZS zom 70 na Agfa200. (Do 18 rokov, 3. miesto v kategórii Variácie na tému obloha.)

2. Jiří Kubánek: Leonida – jasný bolid. Expozované 18.11.1999 o 3:50 SEČ, expozícia 1 min, použitý objektiv f=58 mm, Kodak 400. (Nad 18 rokov, 1. miesto v kategórii Astronomické snímky.)

3. Marián Mičúch: M33 naozaj riedka. Nasnímané 11. 9. 1999, expozícia 25 min cey Newton 240/1500, Fujicolor 800. (Nad 18 rokov, 2. miesto v kategórii Astronomické snímky.)



1



2



3

Obloha v kalendári jún – júl 2000

Pripravili: P. RAPA VÝ, R. NOVÁK a M. PROROK

Všetky časové údaje sú v SEČ

Veľkú „skazonosnú“ konjunkciu planét začiatkom mája sme prežili napriek predpovediam astrologov, a tak sa budeme môcť zase potešiť aspoň niektorými z nich. Voľnými očami môžeme vidieť planétku Vesta a pre meteorárov začne „žatva“. Skutočným bombónikom však bude kométa Linear S4, ktorá síce zaostáva za skvelou Hale-Bopp, no za dobrých pozorovacích podmienok bude viditeľná voľným okom. Túto príležitosť by sme nemali prepašť...

Planéty

Merkúr začiatkom júna (0 mag) zapadá takmer dve hodiny po Slnku a na konci občianskeho súmraku je vo výške 9°. Nakoľko 9. 6. je v najväčšej východnej elongácii (24°), bude pozorovateľný prvé dve dekády júna. 22. 6. a 17. 7. je v zastávke, 4. 7. sa najviac priblíži k Zemi (84,4 mil. km) a 6. 7. bude v dolnej konjunkcii so Slnkom. 27. 7. bude v najväčšej západnej elongácii (20°), a tak ho nájdeme na rannej oblohe. Z hľadiska pozorovateľnosti je júnová elongácia výhodnejšia.

3. 6. po západe Slnka sa k nemu priblíži Mesiac, ku konjunkcii však dôjde už pod obzorom. 30. 7. sa situácia zopakuje na rannej oblohe za prítomnosti Marsu nízko nad obzorom.

Venuša bude prakticky nepozorovateľná, 11. 6. bude v hornej konjunkcii so Slnkom a súčasne najďalej od Zeme (259,7 mil. km).

V posledný júlový deň krátko po západe Slnka ju môžeme zazrieť nízko nad obzorom (-3,9 mag) spolu s úzkym kosáčikom Mesiaca.

Mars bude 1. júla v konjunkcii so Slnkom, a tak je nepozorovateľný. Malá šanca je začiatkom júna večer a koncom júla ráno, no výška nad obzorom je malá a jeho jasnosť bude len 1,6 mag. Malá jasnosť planéty súvisí so vzdialenosťou od Zeme, ktorá bude najväčšia 21. 7. (379,7 mil. km).

Jupiter po májovej konjunkcii so Slnkom sa od neho uhlovo vzdaluje, a tým sa zlepšujú aj podmienky jeho viditeľnosti. Začiatkom júna vychádza len na začiatku občianskeho súmraku, no koncom júla (-2,2 mag) už vychádza v Bykovi pred polnocou.

29. 6. vytvorí spolu s Mesiacom a Saturnom pekné zostupenie na rannej oblohe. Podobná situácia sa zopakuje 27. 7. s tým rozdielom, že bude na peknom pozadí hlavy Byka s Hyádami a oranžovým Aldebaranom.

Prechody Veľkej červenej škvrny (SEČ)

9. 6. 3:08	26. 6. 2:16	8. 7. 2:13	15. 7. 3:01	25. 7. 1:20
21. 6. 3:06	3. 7. 3:04	13. 7. 1:23	20. 7. 2:11	27. 7. 2:59

Saturn (0,2 mag) má podobné podmienky viditeľnosti ako Jupiter, pretože aj pri ich vzdalovaní budú od seba koncom júla len 7°. Začiatkom júla skúsme vyfotografovať Saturn spolu s Jupiterom a Plejádami. Objektívom s ohniskom 100–150 mm a pointovanou expozíciou až niekoľko minút môžeme získať zaujímavú fotografiu.

Urán (5,7 mag) je po oba mesiace v Kozorožcovi. Začiatkom júna vychádza pred polnocou, no obdobie jeho viditeľnosti sa predlžuje, nakoľko sa blíži do augustovej opozície so Slnkom. Dobré ho môžeme pozorovať už triédrom ako zelenkastý, pokojne svietiaci objekt s priemerom necelé 4".

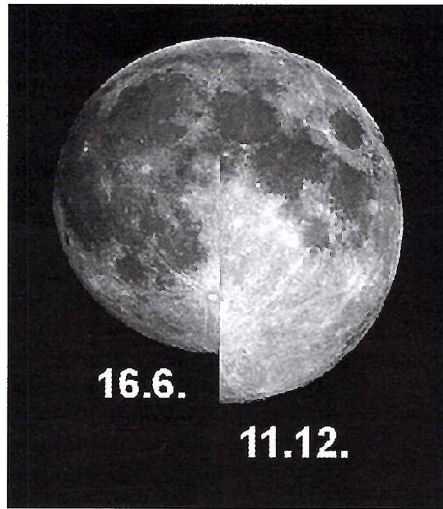
Neptún (7,8 mag) je viditeľný podobne ako Urán. V opozícii so Slnkom a najbližšie k Zemi (29,098 AU, 2,4") je 27. júla, a teda viditeľný po celú noc. Vlastný pohyb Neptúna budeme môcť veľmi dobre pozorovať pri jeho pohybe okolo hviezdy omi Cap. V tesnej konjunkcii (11") s touto dvojhviezdou (5,9+6,7 mag) bude 26. 7.

Pluto (13,7 mag) má v tomto období najpriateľnejšie podmienky viditeľnosti, pretože 1. 6. je v opozícii so Slnkom a súčasne najbližšie k Zemi 29,274 AU. Podmienky jeho viditeľnosti sa však postupne budú zhoršovať, pretože planéta sa vzdaluje od Zeme a zároveň klesá jej deklinácia. Až do roku 2003 je v Hadonosovi.

Mesiac

Pri júnovom splne si urobme fotografiu Mesiaca a negatív si odložíme. Po polroku (11. 12.) urobíme ďalšiu a ich zložením dostaneme peknú fotografiu porovnania veľkosti nášho súputníka v odzemi a prízemí.

Mesiac krátko po nove (30,2 hod.) môžeme vidieť 3. júna, keď pri západe Slnka (azimut 306°) je vo výške 8° a azimute 291°. Mesiac je súčasne v prízemí a z jeho povrchu budú osvetlené 2 %.



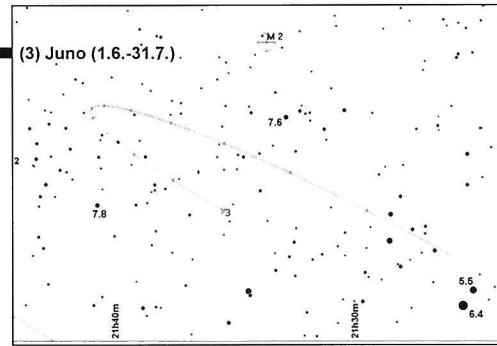
Porovnanie veľkosti Mesiaca v prízemí a odzemi.

Planéty

Z planétiiek, ktoré v opozícii dosiahnu aspoň 11 mag, budú pozorovateľné:

(17) Thetis	(1. 6. 10,1 mag)
(39) Laetitia	(12. 6. 10,1 mag)
(704) Interamnia	(24. 6. 10,2 mag)
(11) Parthenope	(14. 6. 9,2 mag)
(344) Desiderata	(26. 6. 9,8 mag)
(40) Harmonia	(4. 7. 9,3 mag)
(80) Sappho	(12. 7. 10,2 mag)
(4) Vesta	(17. 7. 5,4 mag)
(8) Flora	(31.7. 8,6 mag)

Najjasnejšou planétkou bude Vesta, ktorú sa môžeme pokúsiť nájsť voľným okom. Koncom júla prejde medzi hviezdami 52 Sgr (4,6 mag) a 51 Sgr (5,6 mag), ktorých uhlová vzdialenosť nedosahuje ani štvrt stupňa.



Dráha planétky (3) Juno v okolí M 2.

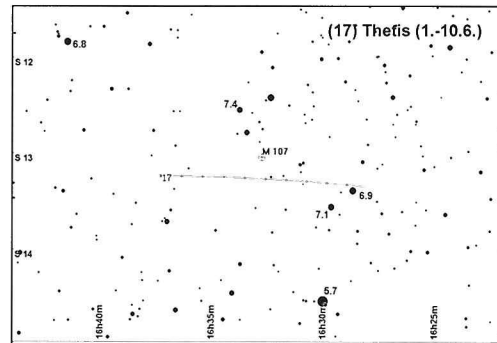
Efemerida planétky (4) Vesta

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1. 6.	20 ^h 13.0 ^m	-19°08.9'	6.4
6. 6.	20 ^h 13.2 ^m	-19°26.8'	6.3
11. 6.	20 ^h 12.5 ^m	-19°48.4'	6.2
16. 6.	20 ^h 11.0 ^m	-20°13.7'	6.1
21. 6.	20 ^h 08.8 ^m	-20°42.4'	6.0
26. 6.	20 ^h 05.7 ^m	-21°13.8'	5.9
1. 7.	20 ^h 02.0 ^m	-21°47.5'	5.8
6. 7.	19 ^h 57.8 ^m	-22°22.5'	5.6
11. 7.	19 ^h 53.1 ^m	-22°57.8'	5.5
16. 7.	19 ^h 48.2 ^m	-23°32.6'	5.4
21. 7.	19 ^h 43.3 ^m	-24°05.9'	5.5
26. 7.	19 ^h 38.5 ^m	-24°37.1'	5.6
31. 7.	19 ^h 34.0 ^m	-25°05.3'	5.8

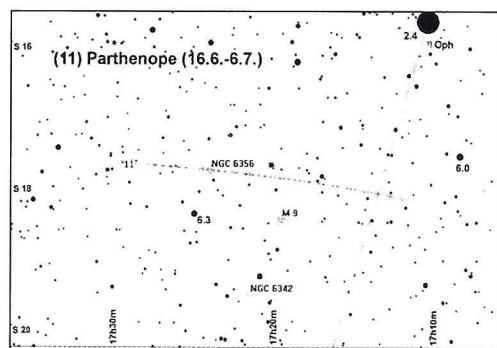
Efemerida planétky (3) Juno

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1. 6.	21 ^h 35.3 ^m	-02°34.5'	10.2
6. 6.	21 ^h 37.4 ^m	-02°15.6'	10.1
11. 6.	21 ^h 39.0 ^m	-01°59.4'	10.0
16. 6.	21 ^h 40.1 ^m	-01°46.3'	9.9
21. 6.	21 ^h 40.7 ^m	-01°36.6'	9.8
26. 6.	21 ^h 40.7 ^m	-01°30.7'	9.7
1. 7.	21 ^h 40.2 ^m	-01°29.0'	9.6
6. 7.	21 ^h 39.1 ^m	-01°32.0'	9.5
11. 7.	21 ^h 37.5 ^m	-01°39.8'	9.4
16. 7.	21 ^h 35.3 ^m	-01°52.8'	9.3
21. 7.	21 ^h 32.5 ^m	-02°11.0'	9.2
26. 7.	21 ^h 29.3 ^m	-02°34.4'	9.0
31. 7.	21 ^h 25.7 ^m	-03°03.0'	8.9

Predpovedané sú 3 zákryty hviezd planétkami.



Konjunkcia planétky Thetis s guľovou hviezdokopou M 107.



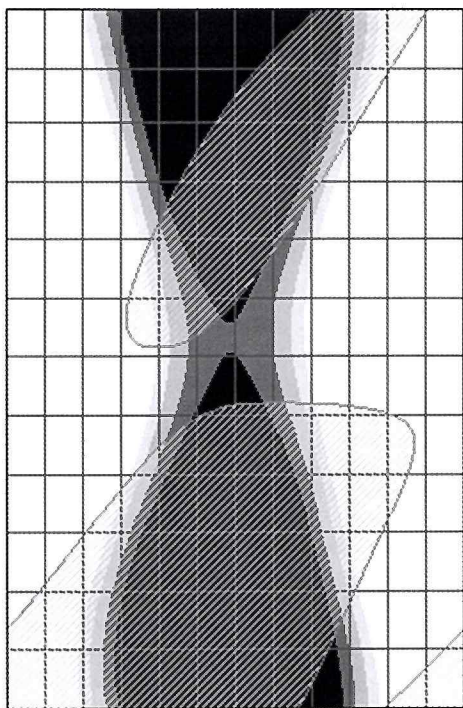
Konjunkcia planétky Parthenope guľovými hviezdokopami.

Kométy

Je začiatok júna a my sme sa konečne dočkali! Kométa C/1999 S4 (LINEAR) sa uhlovo dostatočne vzdialila od Slnka a za dobrých pozorovacích podmienok bude v druhej polovici júla viditeľná aj voľným okom. Optimistické predpovede udávajú, že bude jasnejšia ako 4 mag, pesimisti síce trochu „uberajú“, no v každom prípade bude skvelým objektom už pre triédre. Našinka v našich zemepisných šírkach iste poteší aj fakt, že od 28. 6. do 24. 7. bude cirkumpolárna. Podmienky jej viditeľnosti sú znázornené na grafe, ktorého autorom je P. Zimnikoval. V dobe jej najväčšieho priblíženia k Zemi (22. júla – 0.37 AU) bude mať na oblohe veľmi rýchly vlastný pohyb a za hodinu sa posunie o vyše pol stupňa! Tento pohyb môžeme dobre sledovať 21. 7. po západe Slnka, keď sa bude presúvať tesne okolo hviezdy SAO 27311 (7.1 mag) vo Veľkom voze. Na svoje si prídu aj majitelia fotografickej techniky, ktorí môžu exponovať kométu v blízkosti niektorých zaujímavých objektov. Mapa na obdobia do 15. 6. bola uverejnená v predchádzajúcom čísle Kozmosu. Podrobnejšie mapky s jasnosťami porovnávacích hviezd, ako aj návody na pozorovanie nájdete na stránke SZAA (<http://www.szaa.sk/>).

Podmienky viditeľnosti kométy C/1999 S4 (LINEAR)

12 14 16 18 20 22 00 02 04 06 08 10 12



Prehľad rojov, ktoré sú v činnosti

Roj	Aktivita	Maximum	Radiant		Pohyb		v	ZHR	zdroj
			RA	D	RA	D			
SAG	15.4.–15.7.	(19.5.)	16:28	-22	0.8	-0.1	30	5	IMO
OSC	23.5.–15.6.	2.6.	15:56	-20	1	-0.1	21	5	DMS
JBO	26.6.– 2.7.	27.6.	14:56	+48			18	VAR	IMO
TAQ	19.6.– 5.7.	28.6.	22:48	-12		1 +0.4	63	7	DMS
TOP	4.6.–15.7.	29.6.	16:36	-15		1.1 +0.1	29	2	DMS
JPE	7.7.–13.7.	10.7.	22:40	+15		0.8 +0.2	70	3	IMO
ACG	11.7.–30.7.	18.7.	20:20	+47		0.6 +0.2	37	2	DMS
SCP	15.7.–11.8.	20.7.	20:28	-15		1 +0.2	30	5	ALPO
PAU	15.7.–10.8.	27.7.	22:44	-30		1 +0.2	35	5	IMO
SDA	12.7.–19.8.	27.7.	22:36	-16		0.8 +0.2	42	20	IMO
CAP	3.7.–15.8.	29.7.	20:28	-10		0.9 +0.3	25	4	IMO
SIA	25.7.–15.8.	4.8.	22:16	-15		1.1 +0.2	34	2	IMO
NDA	15.7.–25.8.	8.8.	22:20	-05		0.8 +0.2	42	4	IMO
PER	17.7.–24.8.	12.8.	03:04	+58		1.4 +0.2	59	140	IMO

SAG – Sagitaridy, OSC – Omega Škorpionidy, JBO – júnové Bootidy, TAQ – tau Akvaridy, TOP – theta Ophiuchidy, JPE – júl-ové Pegasidy, ACG – α Cygnidy, SCP – sigma Kaprikornidy, PAU – južné Piscidy, SDA – južné δ Akvaridy, CAP – α Kaprikornidy, SIA – južné iota Akvaridy, NDA – severné δ Akvaridy, PER – Perzeidy

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

Zákryty hviezd Mesiacom (jún – júl 2000)

(J. Gerboš)

Dátum	UT			D/R	Mg	PA	CA	h	fáza	Hviezda	a	b	hs
	h	m	s										
00/ 6/ 6	20	39	22	D	79	142	54S	15	0.16	14078	0.25	-2.03	
00/ 6/11	20	13	10	D	58	156	48S	33	0.33	19518	-0.86	-2.06	-10
00/ 6/12	23	39	17	D	67	48	26N	12	0.37	20322	-0.88	-0.42	
00/ 6/13	21	51	1	D	79	126	75S	25	0.40	21075	-1.44	-1.36	
00/ 6/13	22	34	3	D	71	161	41S	21	0.40	21087	-1.07	-2.37	
00/ 6/16	21	51	28	D	49	91	20N	19	0.50	23863	-1.80	0.43	
00/ 6/19	23	5	45	R	68	244	76S	16	0.61	47994	-1.62	1.40	
00/ 6/20	0	28	22	R	66	321	27N	20	0.61	28233	-2.23	-1.19	
00/ 6/20	23	20	1	R	68	282	63N	15	0.64	29312	-1.38	1.00	
00/ 7/ 8	21	15	56	D	71	151	50S	13	0.25	19358	-0.46	-2.36	
00/ 7/21	22	7	28	R	47	221	62S	9	0.69	51	-0.47	2.22	
00/ 7/22	1	0	34	R	60	189	30S	31	0.69	150	-0.48	2.70	

Zoznam niektorých objektov, ku ktorým sa kométa C/1999 S4 (Linear) približí:

- 26. 5. 0.5° od galaxie NGC 777 (12.4 mag) a 6 stupňov od galaxie M 33 (5.7 mag)
- 11. 6. 0.5° od b Tri (3.0 mag)
- 28. 6. 1.6° od galaxie NGC 891 (10.7 mag)
- 1. 7. 1.2° od otvorenej hviezdokopy M 34 (5.2 mag)
- 1. 7. 1.2° od nevýraznej otvorenej hviezdokopy NGC 956 (8.9 mag)
- 8. 7. 1.0° od iota Per (4.0 mag)
- 9. 7. 2.7° od a Per (1.8 mag)
- 9. 7. 9° od chí a h Per
- 11. 7. 3.5° od otvorenej hviezdokopy NGC 1444 (6.6 mag)
- 14. 7. 2.6° od otvorenej hviezdokopy NGC 1502 (6.9 mag)
- 19. 7. 1.1° od galaxie NGC 2403 (8.8 mag)
- 21. 7. 11° od galaxii M 81, M 82 (6.9, 8.4 mag)
- 21. 7. 0.5° od galaxie NGC 2768 (10.8 mag)
- 22. 7. 6° od galaxie NGC 2841 (9.2 mag)
- 24. 7. 6° od galaxie NGC 3184 (9.8 mag)
- 30. 7. 11° od galaxii M 65, M 66 (9.3, 8.9 mag)
- 30. 7. 3° od guľovej hviezdokopy NGC 4147 (10.3 mag)
- 30. 7. až 3. 8. 6° od kopy galaxii vo Vlasoch Bereniky
- 30. 7. 3° od beta Leo (2.1 mag)
- 4. 8. 0.5° od galaxie M 61 (10.0 mag) (pozorovateľné po západe Slnka nízko nad obzorom)

Efemerida kométy C/1999 S3 (LINEAR)

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
26.5.	2h02.7m	+31°13.1'	10.0
31.5.	2h05.4m	+32°07.0'	9.6
5.6.	2h08.3m	+33°09.1'	9.2
10.6.	2h11.4m	+34°21.8'	8.8
15.6.	2h15.0m	+35°48.8'	8.3
20.6.	2h19.5m	+37°35.8'	7.8
25.6.	2h25.4m	+39°52.0'	7.3
30.6.	2h34.4m	+42°53.2'	6.7
5.7.	2h49.7m	+47°06.6'	6.0
10.7.	3h20.7m	+53°17.0'	5.3
15.7.	4h41.5m	+61°44.0'	4.5
20.7.	8h16.1m	+63°07.7'	3.9
25.7.	11h01.0m	+41°05.1'	3.8
30.7.	11h56.4m	+18°36.1'	4.3
4.8.	12h18.8m	+05°13.1'	5.0

Ďalšia kométa v dosahu menších ďalekohľadov (C 1999 T1 McNaugh-Hartley) sa síce koncom júla dostane pod 11 mag, no pohybuje sa v južných deklináciách. Nemusíme však zúfať, pretože v polovici januára 2001 sa dostane na severnú pologuľu, a keďže jej jasnosť prevyší 7 mag, máme sa na čo tešiť.

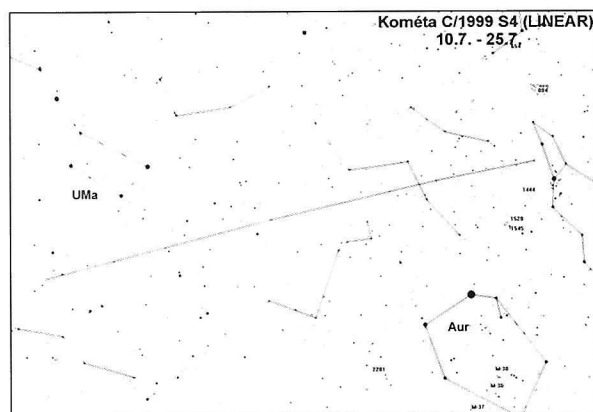
Pavol Rapavý, Rimavská Sobota

Zákryty hviezd planétkami (jún – júl 2000)

dátum	poz.intervall [UT]	planétka	mp	trv [s]	hviezda	m*	h*	el	%
Jún 06	21:30–21:50	287 Nephthys	12.3	13 G	304 965	10.4	35	56	26+
Jún 20	23:40–24:00	1605 Milankovič	15.2	4 S	144 162	9.0	33	19	86–
Júl 03	20:25–20:35	142 Polana	12.7	7 S	186 499	9.3	14		

Tabuľka je zostavená podľa predpovedí IOTA, EAON a programu Occult. Z predpovedí boli vylúčené hviezdy slabšie ako 10.5 mag. Vzhľadom na dostupnosť máp, katalógov, resp. softwaru boli uprednostňované označenia z katalógov SAO (S), PPM (P) a GSC (G). Jasnosť hviezdy sa vzťahuje na uvedený katalóg. V tabuľke sú len úkazy, u ktorých je pokles jasnosti väčší ako 1 mag. Výber úkazov je za podmienky, že Slnko je pod obzorom viac ako 12 stupňov a hviezda minimálne 10 stupňov nad obzorom (pre polohu Rimavskej Soboty).

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



Meteory

Júnové Bootidy majú predpovedané maximum na 27. júna asi dve hodiny po polnoci. Odlíšenie meteorov od sporadického pozadia aj pri nižšej aktivite roja by nemalo byť problémom, pretože meteorov sú veľmi pomalé. Frekvencia tohto roja je však značne premenlivá, a tak pozorovania sú veľmi cenné. Naposledy roj prekvapil svojou vysokou aktivitou (ZHR 50–100) roku 1998. Pozorovanie bude rušiť Mesiac po poslednej štvrti len nadránom.

Z hlavných rojov budú mať maximum 27. 7. južné delta Akvaridy, ktoré sú z južných rojov najaktívnejšie. Pri pozorovaní však odlíšenie jednotlivých južných rojov nie je jednoduché, preto musíme vhodne zvoliť stred pozorovacieho miesta na oblohe. Pozorovateľ, ktorý má radianty „za chrbtom“, nedokáže spofahlivo určiť príslušnosť k roju. Pri skupinovom pozorovaní je vhodnejšie rozdeliť pozorovateľov na „severných a južných“.

V druhej polovici júla začínajú svoju činnosť Perzeidy. Nástupu ich aktivity venujeme pozornosť, pretože tohtoročné maximum bude rušené svetlom Mesiaca krátko pred splnom.

Za veľmi pomalé meteory by začiatočníkmi mohli byť považované aj záblesky družíc Iridium. Ak si nie ste istí čo ste vlastne videli, obráťte sa na najbližšiu hviezdáreň, kde vám iste poradia.

Nedaleko nažloutlé β Ophiuchi-Celbalrai se nachází výrazná skupinka hvězd 66, 67, 68, 70 a 73 Oph, která svým trojúhelníkovým tvarem připomíná otevřenou hvězdokupu Hyády v souhvězdí Býka. Nápadného tvaru si v 18. století povšiml polský kněz abbé Poczobut a zavedl v těchto místech souhvězdí Býka Poniatowského. Stanislav II. Poniatowský byl tehdejší polský král. Souhvězdí bylo malé, ale bohaté na zajímavé deep-sky objekty.

Stupeň na severovýchod od beta Ophiuchi najdete otevřenou hvězdokupu IC 4665. K jejímu pozorování je vhodné použít přístroj s větším zorným polem, neboť jinak můžete nápadné seskupení hvězd na ploše měsíčního úplňku lehce přehlédnout. Podle posledních měření je od nás vzdálena asi 350 parseků, což je u hvězdokup jejího typu průměr. Leží však dost daleko od roviny Galaxie – ve vzdálenosti 100 pc a v galaktické šířce +17 stupňů. Kupa prostrádá zřetelnou centrální kondenzací. Stáří se odhaduje na 30 až 40 milionů let. Je to tedy „střední generace“ mladší než Plejády, Jesličky a Hyády, ale starší než velmi mladé hvězdné asociace.

O nic lepší není situace při pozorování IC 4756, kterou naleznete v ocase hada, necelých 5 stupňů západoseverozápadně od théty Serpentis, velmi pěkné vizuální dvojhvězdy s dvěma žlutými složkami 4,6 a 5,0 magnitudy. Hvězdokupa má průměr asi 1 stupeň a je složena z hvězd 8–9 magnitudy.

Díky skutečnosti, že obě výše jmenované hvězdokupy jsou málo početné a poměrně řídké, zůstali dlouhou dobu nezařazeny do žádného katalogu.

Lepší je případ NGC 6633 – otevřená hvězdokupa, která leží další 4 stupně na severovýchod. Je sice o něco slabší než předchozí dvě hvězdokupy, má však zároveň i menší úhlový průměr, což umožňuje pozorování většími přístroji. V sometu napočítáte asi 30 hvězd.

Všechny výše uvedené kupy naleznete za dostatečně tmavé noci i bez dalekohledu.

Další zajímavostí, která by se nacházela poblíž souhvězdí Býka Poniatowského, je nenápadná hvězdička 9,4 magnitudy nacházející se nedaleko 66 Oph. Na výjimečnost této na první pohled obyčejné hvězdy přišel americký astronom Edward Barnard. Na jeho počest nese stálice jméno Barnadova hvězda. Je to červený trpaslík s hmotností 10× menší než Slunce. Jedná se po Slunci a Tolimanu o nejbližší hvězdu a také o hvězdu s největším vlastním pohybem. Změnu polohy lze s použitím moderních metod pozorovat již po několika dnech (!!!). Za rok se na obloze přesune o celých 10 obloukových vteřin. Za století tedy urazí dráhu rovnající se ploše měsíčního úplňku. Blíží se k nám rychlostí 108 km/s. Díky svému rychlému „běhu“ je v literatuře někdy nazývána Barnadova šipka.

Vlastní pohyby hvězd objevil v roce 1718 Halley, když porovnával 150 let staré údaje o polohách Síría, Aldebarana a Arktura, které získal Tycho Brahe z měření Hipparcha před dvěma tisíci let.

Od Barnadovy hvězdy nás momentálně dělí 5,41 světelných let.

Uvnitř obrazce Hadonoše naleznete 3 kulové hvězdokupy zahrnuté v Messierově katalogu – M14 (NGC 6402), M12 (NGC 6218) a M10 (NGC 6254).

M14 (NGC 6402) je z trojlístku hvězdokup nej slabší. Je to také proto, že je téměř 2x dále než M12 (NGC 6218). K jejímu nalezení budete potřebovat minimálně triedr. Má podobu oválné mlhavé skvrnky o průměru přibližně osmi obloukových vteřin. V M14 vzplanula v roce 1938 nova. Je to druhý v páru případů nov, ze dvou případů, které vzplanu-

ly v kulových hvězdokupách. V maximu dosáhla 11 magnitudy.

M12 (NGC 6218) je poměrně nápadná. V Sometu spatříte výrazný slabě eliptický obláček s výraznou centrální kondenzací a zrnitým okrajem. Světlo od ní potřebuje celých 20000 let, aby dorazilo k oku pozorovatele. Spatříte ji už v malém triedru.

Vzhled M10 (NGC 6254) je podobný M12 (NGC 6218). Hledejte ji 3,5 stupně jihovýchodně od M12.

Na jižním okraji souhvězdí se ukrývá další kulová hvězdokupa – M9 (NGC 6333). Je symetrická, mírně se zjasňující do středu. Charles Messier o ní napsal: „Mlhovina bez hvězd, v pravé noze Hadonoše, kruhová, slabého světla“. Najdete ji tři a půl stupně na jihovýchod od eta Ophiuchi a je pozorovatelná triedrem.

V těsné blízkosti eta Oph se nachází dlouhoperiodická proměnná hvězda R Ophiuchi, jejíž jasnost kolísá mezi 7–13 magnitudou v periodě 300 dní. V době maxima je v dosahu triedrů, v minimu budete k jejímu spatření potřebovat minimálně 15 cm dalekohled.

Nedaleko M9 vzplanula v roce 1604 jasná supernova. O jejím pozorování existuje celá řada písemných záznamů. Nejpodrobnější studii však provedl Johannes Kepler – odtud také supernova nese název Keplerova supernova.

Další zajímavostí je okolí hvězdy ró Ophiuchi. V této oblasti se v Mléčné dráze nachází rozsáhlá temná oblast nazvaná Williamem Herschelem Díra v obloze. Ze střední Evropy je však Díra v obloze velmi obtížně pozorovatelná vinou velkého počtu jasných hvězd v blízkosti. Zkuste se do těchto míst podívat dalekohledem většího průměru a uvidíte... Rozsáhlá temná mlhovina, která leží mezi námi a hvězdami, v tomto směru intenzivně zeslabuje světlo, a tak je ve viditelném oboru spektra jednoduše „smaže“ z oblohy.

Samotná ró Ophiuchi je pozoruhodným objektem – jedná se o vícenásobný hvězdný systém. Nejjasnější složka má 5 magnitud. Její průvodce, vzdálený 3 úhlové vteřiny severně, má hvězdnou velikost šest magnitud. O dvě a půl vteřiny dál naleznete hvězdičku 7 hvězdné velikosti. Kousek od nejjasnější hvězdy leží čtvrtá složka jasná 6,5 mag. Posledním členem systému je hvězda 8 velikosti, vzdálená 6 desetin obloukové sekundy.

Na snímcích z fotografických desek či CCD kamer spatříte rozsáhlou, slabě zářící mlhovinu, ve které se hvězdy nachází.

Obloha je v tuto část roku doslova poseta zajímavými objekty. Proto se nechte lákat a udělejte si procházku po blízkých i vzdálených koutech vesmíru. Přejí vám šťastnou cestu.

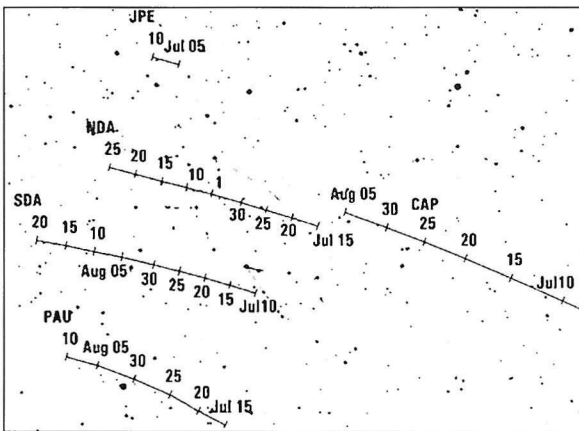
Souhvězdí Hadonoše na vyobrazení z figurálního atlasu Uranographia Britannica (Bevis John, London 1750). V atlase je kromě hvězd zachycena také poloha 9 messierových objektů včetně Krabí mlhoviny M1 v souhvězdí Býka.

Michal Prorok

Proměnlivo v Hadonoši

Je jasné, že souhvězdí zabírající poměrně velkou plochu na obloze a z části zasahující Mléčnou dráhu, musí být velmi bohaté na proměnné hvězdy. Podle posledního vydání generálního katalogu (GCVS) napočítáte v Hadonoši téměř dva a půl tisíce nejrůznějších objektů, které mění svoji jasnost podle známých elementů. Podívejme se na některé z nich.

Prvním, který dnes podrobněji prozkoumáme, bude klasická zákrťová proměnná **U Ophiuchi**. Tento systém se nachází téměř v srdci souhvězdí



Pohyb radiantov meteorických rojov podľa IMO.

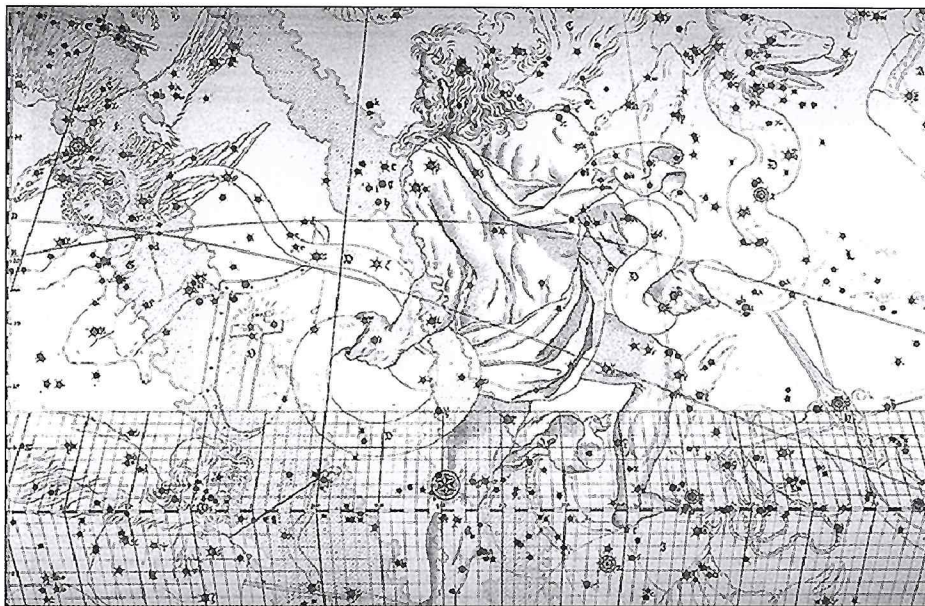
Noční obloha

Stále teplejší noci zvou k procházkám hvězdnou oblohou. Pro amatérské astronomy, kteří se přes zimu věnovali svému koníčku spíše v knihách a na internetu, paradoxně začíná hlavní pozorovací sezóna právě v období nejkratších nocí v roce.

Noční obloze v tomto období vévodí rozsáhlé souhvězdí Hadonoše. Jeho obrazec je spojován s bohem lékařství Asklepiem, který díky svým znalostem dokázal oživovat mrtvé. Svým počínáním si ale znepřátelil Háda, vládce podsvětní říše, a tak jej Zeus usmrtil bleskem. Na figurálních mapách je zobrazován s hadem, kterého svírá v obou rukách.

Hadonoš je jedním z málo přehledných letních souhvězdí. Slunce jím prochází v první polovině prosince, takže jej můžeme bez nadsázky označit za 13. souhvězdí zvfetníku, ač astrologové tuto skutečnost stále odmítají přijmout.

Hlavní hvězdou Hadonoše je Ras Alhague. Název pochází ze staroarabského a znamená „hlava Hadonoše“ či „hlava Hada“. Od Ras Alhague nás dělí vzdálenost necelých 60 světelných let. Na obloze ji spatříte poblíž severní hranice souhvězdí jako nepříliš výraznou hvězdu 2,1 mag.



Hadonos

a máte-li nad hlavou jen trochu tmavou oblohu, uvidíte jej i pouhým okom. Jasnosť dvojhviezdy sa mení medzi 5,8 a 6,6 magnitudami s periodou delší než jeden a půl dne. Jedná se o velmi pěknou ukázkou dvojhviezdy, kde se kolem společného těžiště pohybují přibližně stejně hmotné hvězdy hlavní posloupnosti, které pozorujeme téměř „z boku“. Díky tomu vypadá světelná křivka tak, že sekundární minimum, jež leží víceméně přesně uprostřed fázové křivky, je podobně hluboké jako primární.

Světelných změn si poprvé všiml Gould, který při práci na atlasu *Uranometria Argentina* popisoval změny jako nahodilé a nepravidelné. Toho, že hvězda se chová podobně jako Algol, zjistil v roce 1881 Sawyer, ale určil nepřesnou hodnotu periody systému asi na pět dní. Co víme o dvojhvězdě dnes?

Primární složka je hvězdou spektrální třídy B5V s povrchovou teplotou asi 17 000 Kelvinů. Tato namodralá obří hvězda „váží“ téměř pět Sluncí a její poloměr přesahuje tři sluneční. Druhá hvězda sys-

tému je o něco lehčí. Na pomyslných vahách by ji vyvážilo asi čtyři a půl Slunce a i její povrchová teplota je o tisíc Kelvinů menší, než je tomu u primární složky. Přesto lze říct, že pozorujeme-li dvojhvězdu U Oph, díváme se na dvě téměř stejné hvězdy, modré obry, jež se nám vzájemně zakrývají každého jeden a půl dne. Chcete-li si okamžik minima sami spočítat, použijte následující světelné elementy:

$$M = 2\ 444\ 416.3856 + 1.6773466x E$$

Co s případnými pozorováními? Pošlete je na brněnskou hvězdárnu, kde se pozorování zákrytých dvojhvězd sbírají. V případě zájmu se můžete podívat na stránku ian.cz, odkud se k dalším informacím určitě doklikáte.

O něco východněji naleznete zajímavou miridu X Oph. Jedná se o hvězdu, v jejíž atmosféře převažuje kyslík nad uhlíkem, a můžete si tak na vlastní oči prohlédnout kyslíkovou uhlíkovou hvězdu. Ve velkém dalekohledu (30 cm a více) si navíc můžete

prohlédnout slabého průvodce, jehož hvězdná velikost je asi devět magnitud. Nejedná se o náhodu – hvězdy obíhají kolem společného těžiště s periodou asi 310 let ve vzdálenosti větší než šedesát astronomických jednotek. Celý systém se nachází asi tři stovky parseků daleko. Ozbrojíte-li se trpělivostí, bude vaše snaha odměněna světelnou křivkou, jejíž amplituda je asi rovna asi třem magnitudám a perioda světelných změn větší než tři sta třicet dní.

Poslední hvězdičkou rozsáhlého Hadonoše je tentokrát rekurentní nova RS Oph. Tato hvězda patří do skupiny ne příliš početných párů, které se čas od času (rekurence znamená opakování) zjasní natolik, že jsou snadno pozorovatelné okem nebo malým dalekohledem. Poprvé si všimli pozorovatelé změny její jasnosti na začátku dvacátého století. Zpětným prohlednutím archivu Harvardských desek bylo objeveno zjasnění RS Oph v roce 1898 kdy měla hvězda ve fotografickém systému asi 7,7 magnitud. Bohužel se zřejmě nepodařilo vyfotografovat oblast ve chvíli, kdy nastalo skutečné maximum. To přišlo s největší pravděpodobností o několik dní dříve a maximální hvězdná velikost byla asi pět magnitud. Dalším, tentokrát přímo pozorovaným, bylo zjasnění v srpnu 1933. Proměnná se vyšplhala během dvou dnů k 4,3 magnitudy, a pak postupně, ale celkem rychle slábla. Naposledy bylo pozorováno zjasnění v roce 1985 a stalo se vůbec nejlépe studovaným v historii systému. Víme proto, že RS Oph je symbiotická rekurentní nova, kde primární složkou je bílý trpaslík a sekundární pak rudý obr. Kolem společného těžiště oběhnou za více než čtyři sta dní. Rádiová pozorování v roce 1985 odhalila rozpínající se obálku – ta se utvořila v průběhu let mezi zjasněními a při překotné termojaderné reakci byla při zjasnění odvržena pryč.

Přestože jsme si neukázali ani zlomek zajímavých proměnných hvězd Hadonoše, musíme vyprávění ukončit. Věřím ale, že případní zájemci si cestu k informacím najdou a ostatní zajímavosti tohoto souhvězdí už odhalí sami.

Rudolf Novák, Hvězdárna Brno

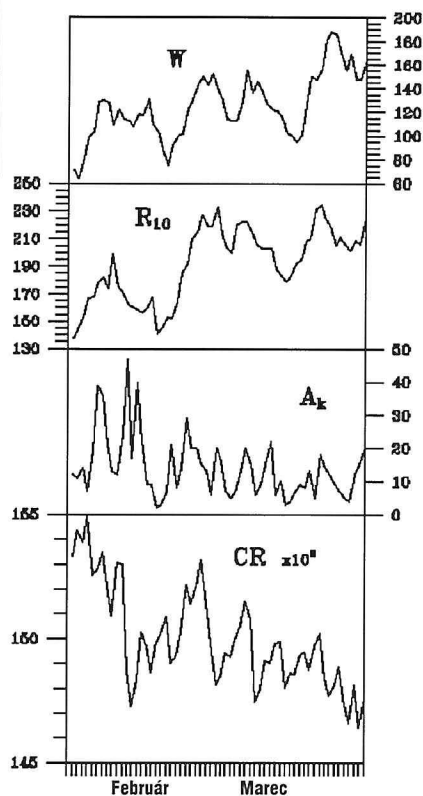
Kalendář úkazů a výročí (jún – júl 2000)

(v SEČ)

1.6.	planétka (17) Thetis v opozícii (10.1 mag)	23.6.	planétka (3) Juno v zastávke	16.7.	14.9	Mesiac v splne
1.6.	19	24.6.	planétka (704) Interamnia v opozícii (10.2 mag)	16.7.		úplné zatmenie Mesiaca (od nás nepozorovateľné)
2.6.	13.2	25.6.	2.0	17.7.		planétka (4) Vesta v opozícii (5.4 mag)
3.6.	14.3	26.6.	270. výrocie (1730) narodenia Ch. Messiera	17.7.		25. výrocie (1975) spojenia Apollo-Soyuz
3.6.		26.6.	26.6.	17.7.	11.0	Merkúr v zastávke
4.6.		26.6.	26.6.	21.7.		120. výrocie (1880) narodenia M. R. Štefánika
6.6.	22.6	27.6.	maximum meteorického roja júnové Bootidy	24.7.	12.0	Mesiac v poslednej štvrti
8.6.		28.6.	22.1 konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 3.4° severne)	25.7.		425. výrocie (1575) Ch. Scheinera
8.6.		29.6.	2.7	26.7.		konjunkcia Neptúna (11°) s dvojhviezdou omi Cap (5.9+6.7 mag)
9.6.	4.5	1.7.	16.8	26.7.	12.7	konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 2.8° severne)
9.6.	14.4	1.7.	20.3	26.7.	21.3	konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 4.1° severne)
11.6.	12	1.7.		27.7.	4.8	konjunkcia Mesiaca s Aldebaranom (Aldebaran 1.1° južne)
11.6.		1.7.		27.7.	10.1	Merkúr v najväčšej západnej elongácii (20°)
11.6.		2.7.		27.7.		maximum meteorického roja južné Piscidy
14.6.		3.7.	21.5	27.7.	23.8	maximum meteorického roja južné δ Akvidy
15.6.		4.7.		29.7.	3.6	minimum β Per (A=2.1–3.4 mag, P=2.867 d)
16.6.	3.4	4.7.	0.6	27.7.		maximum meteorického roja α Kaprikornidy
16.6.	23.4	8.7.	13.9	30.7.	8.7	Mesiac v prízemí (358378 km)
17.6.		9.7.		31.7.	3.4	Mesiac v nove
18.6.	14.0	12.7.		31.7.		čiasťoné zatmenie Slnka (od nás nepozorovateľné)
21.6.	0.8	12.7.		31.7.		planétka (8) Flora v opozícii (8.6 mag)
21.6.	2.8	15.7.	16.5			
22.6.	21.1					
22.6.						

Slnčná aktivita

(február – marec 2000)



Slnčná aktivita naďalej dosahuje úroveň, ktorá je charakteristická pre obdobie okolo maxima cyklu slnčnej aktivity. Zaujímavý je však pohľad na obrázok. Je na ňom vidieť nejednoznačný vzťah medzi slnčnou a geomagnetickou aktivitou. Zatiaľ čo Wolfovo číslo a rádiové žiarenie na 2800 Mhz synchronne stúpajú a údaje z neutrónového monitoru klesajú, A_k index vôbec nekoreluje s týmto priebehom. Táto skutočnosť je viac-menej známa už 100 rokov. Vzťah medzi slnčnou a geomagnetickou aktivitou nie je priamy, ale sprostredkovaný cez slnečný vietor a koronálne tranziency. Táto oblasť je predmetom intenzívneho výskumu, od výsledkov ktorého si sľubujeme napr. zvládnutie dlhodobej predpovede počasia.

V minulom roku publikovali nový zaujímavý objav, spojený s pozorovaním na SOHO. Prístroj SWAN (Solal Wind Anisotropies) umožňuje sledovanie úrovne slnčnej aktivity na odvrátenej strane Slnka. Silný lúč ultrafialového žiarenia, ktoré je spojené s aktívnou oblasťou, pôsobí na medziplanetárnu hmotu podobne ako svetlomet na zemskú atmosféru. Sledovanie intenzity tohto pozadového žiarenia umožňuje nepriamo sledovať vývoj aj na odvrátenej strane Slnka. Otvára sa tu nová možnosť na predpovedanie úrovne slnčnej aktivity, a teda aj na predpoveď „kozmickeho počasia“, výkyvy ktorého sú schopné poškodiť aparatúru družíc na obežnej dráhe aj elektroniku pozemských zariadení.

SWAN mapuje oblohu v ultrafialovom svetle a občas sa na tejto mape objavujú tieň, ktoré spôsobujú kométy, prechádzajúce okolo Slnka. Tieto sú obklopené rozsiahlym vodíkovým oblakom. Tak pri kométe Hale-Bopp, ktorá prechádzala okolo Slnka roku 1997, spôsobil jej chvost tie v rozsahu 150 miliónov km. Analýza pozorovania umožnila určiť množstvo vodíka a vody, ktoré tryská z kométy. Podľa J. L. Bertauxa to bolo okolo 300 ton za sekundu.

Milan Rybanský

Matematici, fyzici a astronómovia na Slovensku II.

Vydala Jednota slovenských matematikov a fyzikov ako svoje druhé rozšírené vydanie nákladom 757 kusov. Redakčná rada: doc. RNDr. Ján Čižmár, CSc., RNDr. Elena Ferencová, CSc., RNDr. Albert Hlaváč, RNDr. Miroslav Tibor Morovics, CSc. a doc. RNDr. Juraj Šebesta, PhD. Kniha má v jednoduchej mäkkej väzbe 216 strán, ktoré sú venované stručným životopisným údajom už nežijúcich pedagógov a vedcov, ktorí v daných odboroch pôsobili na území Slovenska. Celkovo je v zdanlivo útlej a cenovo veľmi prístupnej knižke až 255 osudov vzdelancov, ktorí od stredoveku až po dnešok významnou mierou ovplyvnili rozvoj uvedených vedných disciplín, ich výučbu a vychovali ďalších pokračovateľov. Určite nebolo ľahké zhromaždiť bohatý faktografický materiál, a preto autorskému kolektívu patrí vďaka za cenné dielo. Človek je tvor zábudlivý a pri troche nepozornosti zapadnú do zabudnutia mnohé dobré myšlienky, preto je záslužné pripomenúť si ich nositeľov aj takouto životopisnou formou. Mnohé z uvedených osobností vedy učili aj nás, s niektorými sme mali tú česť sa osobne poznať, prípadne aj spolupracovať, preto je veľmi cenné poučiť sa z ich

životných ciest. Osobne som veľmi uvítal takúto malú encyklopédiu, po ktorej je možné siahať aj v krátkych pracovných prestávkach. Podobné potešenie odporúčam aj našim verným čitateľom Kozmosu.

Určite ľahkým nebol ani výber jednotlivých osobností. Rímska dvojka v názve znamená, že ide o druhé doplnené vydanie, nakoľko prvé vydanie z roku 1995 sa stretlo s ohlasom na doplnenie o ďalšie mená a ich osudy. Aj keď sa to autorom podarilo, ich práca sa neskončila, lebo časom neúprosny budú do zoznamu pribúdať ďalšie osudy, prípadne sa nájdu aj nové informácie, ktoré by bolo dobré doplniť. Ja by som do zoznamu doplnil osobnosť Jakuba Pribicera, ktorý sa narodil v októbri 1539 v Banskej Bystrici a zomrel roku 1582 v Košiciach. Do histórie sa zapísal ako astronóm a autor diela *Tractatus de Cometa, qui sub finem anni a nato Christo 1577*, ktoré je najstaršou astronomickou pamiatkou na území Slovenska.

Autori uvádzanej knihy určite privítajú aj ďalšie podnety na doplnenie, nakoľko ich záslužná práca stále pokračuje spoločne s časom.

Dr. L. HRIC, CSc.

Seminár o premenných hviezdach ZIRO 2000

Už po siedmy raz sa stretli pozorovatelia premenných hviezd, pracovníci hviezdárni a Astronomického ústavu SAV na celoštátnom odbornom seminári o premenných hviezdach s názvom „ZIRO 2000“, ktorý sa tradične koná na Hviezdárni v Roztokoch. Tento rok sa stretlo viac než 30 účastníkov v dňoch 26. až 28. 4., aby si vypočulo 11 príspevkov prednášateľov z rôznych oblastí výskumu a pozorovaní premenných hviezd, ale okrajovo aj z iných oblastí astronómie. Organizátormi seminára boli: Vihorlatská hviezdáreň v Humennom, Hviezdáreň v Michalovciach, Hviezdáreň Roztoky, MO SZAA Snina za pomoci Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV. „ZIRO“ bol tak trochu aj medzinárodným seminárom, lebo okrem slovenských účastníkov prišli aj 2 kolegovia z ČR (Brno).

V prvý deň seminára (štvrtok) po úvode a privítaní účastníkov bol na programe len jeden príspevok, v ktorom RNDr. L. Hric, CSc., (AÚ SAV, Tatry) rozprával o evolúcii a premennosti hviezd. V piatok dopoludnia potom prednášal Mgr. Š. Parimucha (AsÚ SAV, Tatry) o fotometrii a prebral všetky techniky pozorovania - od vizuálnej až po CCD. Potom Mgr. R. Galis (PrF UPJŠ Košice) prednášal o dôležitých mílnikoch v astronómii v už končiacom sa 20. storočí so zameraním na kozmológiu. I. Kudzej, CSc. (Hviezdáreň Humenné) referoval o analýze anomálií na svetelných krivkách zákrytových planetária M. Kopernika v Brne. J. Šafař rozprával o skúsenostiach z pozorovaní so systémom ďalekohľad + kamera CCD.

Poobede druhý brnenský hosť RNDr. M. Zejda rozprával o výsledkoch brnenských pozorovaní premenných hviezd pomocou ich 40 cm reflektoru so CCD kamerou. S druhým svojím príspevkom potom vystúpil I. Kudzej, CSc., a informoval nás o Astronomickom observatóriu na Kolonickom sedle, kde má byť 1-metrový reflektor, teda najväčší slovenský ďalekohľad. RNDr. Z. Komárek (Hviezdáreň v Michalovciach) prednášal na tému „Planéty okolo cudzích hviezd objavené“. Študent P. Horanič rozprával o svojej práci SOČ: „Analýza fotometrického pozorovania zákrytu hviezdy 28 Sgr Titánom“. Program v piatok uzavrel M. Bilanský informáciou o expedícii na pozorovanie premenných hviezd na Kolonici v minulom roku s názvom Variable '99.

V sobotu dopoludnia sa seminár skončil príspevkom RNDr. Z. Komárka na tému „Gama zábleskové zdroje – najenergetickejšie premenné hviezdy“.

Samozrejme, dlho pokračovali aj konzultácie a výmena skúseností medzi účastníkmi, či už do neskorej noci, alebo cez každú prestávku.

V záverečnom zhodnotení seminára sme konštatovali, že napriek veľmi zlej finančnej situácii sa tu stretol značný počet účastníkov a že úroveň seminára bola opäť veľmi dobrá. Naša srdečná vďaka patrí domácim pracovníkom Hviezdárne Roztoky, ktorí sa o nás všetkých príkladne postarali a umožnili konanie seminára vo svojich priestoroch.

RNDr. ZDENĚK KOMÁREK
Hviezdáreň v Michalovciach

SAS má štyridsať rokov

Slovenská astronomická spoločnosť pri SAV, ako zložka Českej astronomickej spoločnosti (ČAS) pri Československej akadémii vied (ČSAV), mala svoj ustanovujúci zjazd 16. decembra 1959 v Bratislave. Zakladajúcimi členmi SAS boli: M. Antal, doc. RNDr. Z. Bochníček, CSc., doc. RNDr. M. Hajduková, CSc., prof. ing. J. Krajčí, člen kor. L. Kresák, RNDr. M. Kresáková, CSc., RNDr. J. Lexa, RNDr. L. Pajdušáková, CSc., RNDr. J. Štohl, DrSc. a RNDr. J. Tremko, CSc. Prvý slovenský výbor ČAS pri SAV pracoval v zložení: člen korešpondent V. Guth – predseda, dr. L. Pajdušáková – podpredseda, dr. J. Tremko – tajomník, dr. E. Csere – predseda revíznej komisie.

Spoločnosť sa od svojho vzniku až do roku 1966 vo riadila stanovami ČSAV. S platnosťou od 1. apríla 1966 bola Spoločnosť premenovaná na Slovenskú astronomickú spoločnosť pri SAV s tým, že zostáva integračnou súčasťou ČAS pri ČSAV. Toto platilo až do zániku Českej a Slovenskej federatívnej republiky. Po vzniku samostatnej Slovenskej republiky 1. 1. 1993 sa SAS osamostatnila; dnes je priradeným členom Európskej astronomickej spoločnosti (EAS). (Za predchodkyňu Spoločnosti považujeme Štefánikovu astronomickú spoločnosť, ktorá založili nadšenci okolo dr. Jozefa Papánka roku 1936. Jej posledné valné zhromaždenie sa konalo 2. februára 1952. Spolupráca s Českou astronomickou spoločnosťou od rozdelenia federácie naďalej pokračuje na báze úzkych osobných aj „inštitucionálnych“ kontaktov.)

Poslanie SAS

1. Šíriť vedecké poznatky z oblasti astronómie a príbuzných vedných odborov. 2. Prispievať k rozvoju astronómie na Slovensku. 3. Prispievať k odbornej úrovni svojich členov. 4. Poskytovať svojim členom pomoc v ich vedeckej a odbornej práci. 5. Usporiadávať národné a medzinárodné podujatia. 6. Rozvíjať vlastnú edičnú činnosť. 7. Spolupracovať pri plnení svojich úloh s pracoviskami SAV, vysokými školami, výskumnými a inými pracoviskami. 8. Spolupracovať s podobnými organizáciami v Slovenskej a Českej republike.

Spomenuté ciele sa plnia prostredníctvom poľčiek, odborných sekcií (medziplanetárnej hmoty, slnečná, stelárna, zákrytov a zatmení) a komisii (pedagogická a terminologická).

V minulosti pracovali aj ďalšie sekcie a komisie (historická, fotografická a pristrojová technika, výpočtovej techniky, kozmonautiky, kozmológie a kozmogónie, edičná).

Práca sekcií je úzko previazaná s vedecko-výskumnou činnosťou Astronomického ústavu SAV a s odbornopozorovateľskými programami hviezdárni.

Činnosť sekcií a komisii

Sekcia medziplanetárnej hmoty vykonáva pravidelné pozorovanie objektov MPH, organizuje meteorické expedície, semináre a praktiká. Členovia sekcie sa zapájajú do vlastných aj medzinárodných pozorovacích programov a kampaní (IHW, ILW, IMO a pod.). Sekcia pravidelne vydáva Meteorické správy a podieľa sa na organizovaní medzinárodných vedeckých konferencií (napr. Meteoroids 1998), ktoré urbili dobré meno slovenskej profesionálnej a amatérskej astronómii na celom svete.

Slnečná sekcia bola spolorganizátorom celoslovenských, celoštátnych (dnes už aj medzinárodných konferencií), odborným garantom zborníkov z referátov, ktoré na seminároch odzneli. V posledných rokoch členovia organizovali (s Astronomickým ústa-

vom SAV) aj expedície za úplnými zatmeniami Slnka.

Stelárna sekcia organizuje odborné a vedecké semináre, pripravuje programy na samostatné alebo koordinované pozorovania premenných hviezd. Najunikátnejšou akciou je „Bezovec“, ktorý má dlhoročnú tradíciu. Z novších akcií ZIRO (Zimné Roztoky).

Sekcia zákrytov a zatmení sa v poslednom období zaktivizovala. Zameriava sa najmä na pozorovanie atraktívnych dotyčnicových zákrytov. Pravidelné semináre kvalifikáciu pozorovateľov z roka na rok zvyšujú.

Pedagogická komisia monitoruje zaradenie výučby astronómie do pedagogických osnov a prispieva k skvalitneniu jej výučby na školách všetkých typov.

Terminologická komisia sa zameriava na výber, odborné a jazykové spracovanie astronomických názvov a termínov. Úzko spolupracuje s Jazykovedným ústavom Ludovíta Štúra. Posúdilo sa viac ako 2550 hesiel, ktoré sme v knižnej forme, s pomocou sponzorov, vydali v roku 1998.

Sekcie, ktoré zanikli

Historická sekcia sústreďovala poznatky o histórii astronómie na Slovensku. V spolupráci s Technickým múzeom v Košiciach vyšiel knižný súpis slnečných hodín na Slovensku. Do tejto kategórie môžeme zaradiť aj knihy a články venované M. R. Štefánikovi či publikáciu o živote a diele astronóma Daniela Kmeta. (Tento rukopis zatiaľ nenašiel vydavateľa!)

Sekcia fotografickej a pristrojovej techniky mapovala astronomickú techniku na Slovensku a možnosti jej využitia. Zároveň poskytovala poradenskú službu záujemcom o stavbu astronomických ďalekohľadov. Obnovenie tejto sekcie by bolo žiaduce.

Sekcia výpočtovej techniky koordinovala búrlivý rozvoj výpočtovej techniky. Po vzniku veľmi úzko spolupracovala s hviezdárňou v Hlohovci a odborne zabezpečovala prípravu Astronomickej ročenky, ktorá po prvýkrát vyšla roku 1981 s finančnou podporou Hvezdárne v Hlohovci. Členovia zaniknutej sekcie sa podieľali a podieľajú na príprave ročenky (ktorú dnes vydáva SÚH v Hurbanove).

Sekcia kozmogónie a kozmológie veľmi úzko spolupracovala so Slovenskou filozofickou spoločnosťou. Zo spoločných podujatí vznikli neraz hodnotné publikácie.

Sekcia kozmonautiky mala šíriť poznatky z kozmonautiky. Je škoda, že krátko po založení zanikla.

Edičná činnosť

Edičná komisia koordinovala vydavateľskú činnosť SAS. Podieľala sa aj na skvalitnení odbornej spolupráce SAS pri tvorbe časopisu KOZMOS. Úlohu komisie prevzali neskôr jednotlivé odborné sekcie, resp. PHV a HV. Roku 1963 vyšlo prvé číslo Astronomického spravodaja (AS), ktorý nadväzoval na dovtedajší bulletin Astronomický pozorovateľ, vydávaný astronomickou radou pri Osvetovom ústredí v Bratislave. Posledné číslo AS vyšlo roku 1970. Vzápätí začala Slovenská ústredná hviezdáreň Hurbanove vydávať KOZMOS, na ktorého založení sa podieľali aj viacerí členovia SAS. Niektorí podnes pracujú v redakčnom kruhu.

Spoločnosť vo vlastnej réžii pravidelne vydáva Astronomický cirkulár a Meteorické správy. Od roku 1997 sa SAS podieľa aj na vydávaní Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso. Z neperiodických publikácií posledného obdobia hodno spomenutý zborník Physical Processes in Interacting

Binaries a Astronomickú terminológiu. Z dávnejších zborníkov referátov Relativita a kozmológia (1970), Filozofické a metodologické problémy súčasnej astronómie (1982) a pod. Roku 1998 SAS v spolupráci so Slovenským zväzom astronómov-amatérov vydali sme pohľadnice s astronomickou tematikou.

Bohatá edičná činnosť sa realizuje v spolupráci (finančnej i odbornej) s hviezdárňami a inými organizáciami na Slovensku i v zahraničí. Náklady na vydávanie sa v posledných rokoch natoľko zvýšili, že astronomické publikácie sa na malom slovenskom trhu budú objavovať iba vtedy, keď sa sústredia všetky „voľné“ finančné prostriedky astronomickej obce i nezištných sponzorov.

Spolupráca s médiami nie je najhoršia, lenže redakcie elektronických i printových médií uprednostňujú v posledných rokoch najmä pavedu.

Organizácia Spoločnosti

Najvyšším orgánom SAS je zjazd, ktorý konal v rokoch 1959, 1962, 1966, 1971, 1977, 1980, 1983, 1986, 1989, 1992, 1995 a 1999. Riadiacim orgánom je desaťročný Hlavný výbor. Medzi zasadaniami HV riadi činnosť SAS štvorčlenné predsedníctvo. Počet členov SAS je premenlivý; v súčasnosti je registrovaných 255 riadnych a 10 čestných členov (J. Ambruš, J. Bardy, Z. Bochníček, A. Hajduk, V. Hajko, J. Koprdá, O. Kopanec, J. Sýkora, J. Tremko, I. Zajonc.) Na XII. zjazde (1995) bolo zrušené mimoriadne členstvo a bola zavedená možnosť členstva kolektívneho.

Základnými organizáciami SAS sú pobočky v Banskej Bystrici, Bratislave, Hlohovci, Hurbanove, Piešťanoch, Prešove, Tatranskej Lomnici a Žiline, ktoré pracujú na regionálnom princípe. Stanovy umožňujú aj členstvo bez vzťahu k odbočkám. Bola vytvorená databáza členov, SAS má vlastnú www stránku (<http://www.ta3.sk/SAS/>) a e-mailovú adresu (sas@ta3.sk).

Spolupráca s inými organizáciami

SAS veľmi úzko spolupracuje s Astronomickým ústavom SAV v Starej Lesnej, ktorý jej bezplatne poskytuje priestory na činnosť sekretariátu. Tradičná je i spolupráca s SÚH a ďalšími slovenskými hviezdárňami, s Českou astronomickou spoločnosťou, Slovenským zväzom astronómov amatérov, s vysokými školami a pod.

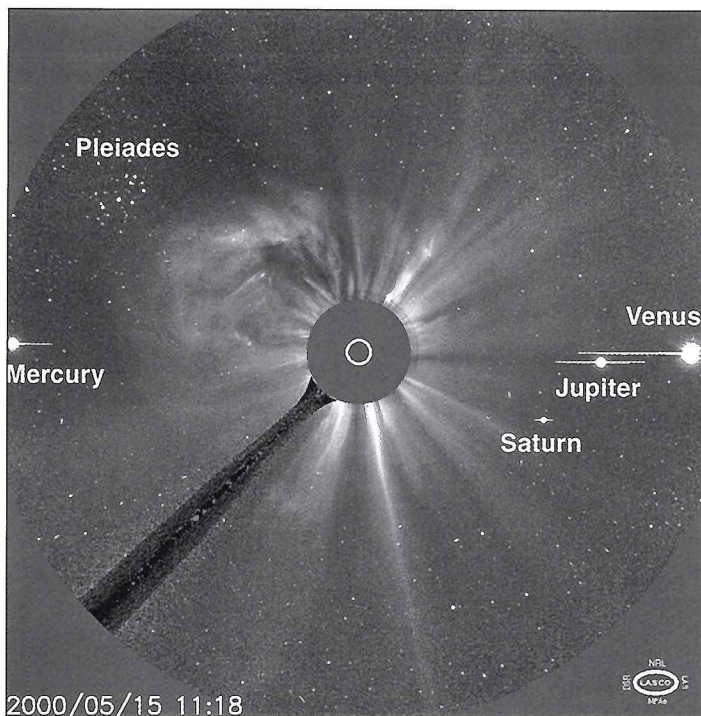
Bez úzkej spolupráce so spomenutými organizáciami by naša činnosť bola oveľa chudobnejšia. V minulosti mala SAS aj platenú administratívnu silu, ktorá však bola z finančných dôvodov zrušená. Všetkým za dlhoročnú nezištnú spoluprácu pre rozvoj SAS i slovenskej astronómie patrí uznanie a vďaka.

Záver

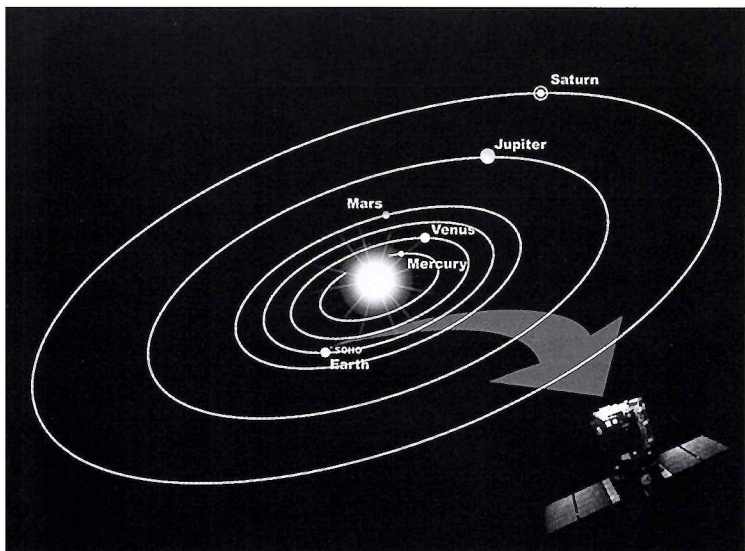
Neuskutočneným cieľom SAS je zriadenie hviezdárne a planetária v Bratislave. Vynaložili sme veľa úsilia, spoločne i jednotlivito, predbežne bez úspechu. V tomto úsilí však musíme pokračovať aj naďalej.

Stratégia financovania vedeckých spoločností sa zmenila. Ich užitočnosť už nikto nespochybnuje, finančných prostriedkov je však z roka na rok menej. Rada vedeckých spoločností (RVS) SAV, ktorá zastrešuje 45 vedeckých spoločností, je dotovaná cez kapitulu rozpočtu SAV priamo z Ministerstva financií. RVS prideluje finančné prostriedky na základe predložených projektov. Prostriedkov je však málo, a tak mnohé akcie musia byť samofinancované z vlastných prostriedkov či s pomocou sponzorov. Tento trend potrvá aj v najbližších rokoch.

Podľa prejavu predsedu SAS pri SAV
RNDr. Vojtecha Rušina, DrSc.,
ktorý predniesol na XIII. zjazde SAS,
spracoval P. Rapavý



Unikátna snímka sondy SOHO



Desať dní po konjunkcii planét, (15. mája) získala sonda SOHO snímku, na ktorej sa okolo koronografom zaočneného Slnka dajú rozlíšiť planéty Merkur, Venuša, Jupiter, Saturn. (Pozor, nejde o montáž!) Zo Zeme sa takáto snímka nedá exponovať. Prístroj LASCO C3 na SOHO však pomocou špeciálnej masky dokáže odblokovať priame slnečné žiarenie a naexponovať, (vďaka širokému objektívu) všetky planéty naraz.

SOHO je umiestnené vo vzdialenosti 1,5 milióna km od Zeme, 150 miliónov km od Slnka. Najbližšiu z exponovaných planét je Merkúr (60 mil. km od Slnka), najvzdialenejšou Saturn (viac ako 1400 miliónov km od Slnka).

Všetky planéty sú denne pod kontrolou prístroja LASCO, ktorý priebežne zaznamenáva ich aktuálnu polohu na obežnej dráhe okolo Slnka proti smeru hodinových ručičiek. Merkúr a Venuša sa pohybujú prirodzene sprava doľava, Jupiter so Saturnom sa však (zdanlivo) posúvajú zľava doprava, čo spôsobuje väčšia orbitálna rýchlosť systému Zem-SOHO.

Pätnásty medzinárodný slnečný seminár

Hurbanovo – Patince 19.–23. júna 2000

Roku 2000 uskutoční Slovenská ústredná hviezdáreň v Hurbanove jubilejný **15. medzinárodný slnečný seminár**, ktorým vyvrcholia všetky celoštátne aktivity SÚH a astronomických zariadení na Slovensku pri príležitosti Roku M. R. Štefánika (120. výročie narodenia) vyhláseného pánom prezidentom SR.

Tematickým ťažiskom medzinárodného slnečného seminára budú okrem prednášok o M. R. Štefánikovi prezentované najnovšie poznatky zo slnečnej fyziky v nasledovných oblastiach: **Fyzika Slnka, Javy v slnečnej atmosfére, Slnečná aktivita, Úplne zatmenia Slnka, Slnko a geoktivita.**

PROGRAM SEMINÁRA:

Pondelok, 19. júna

13.00 hod. – prezentácia účastníkov seminára v SÚH Hurbanovo

13.30 hod. – hudobné intermezzo – SF

13.50 hod. – otvorenie sminára, riaditeľ SÚH

14.00 hod. – slávnostné príhovory pána prezidenta SR, ministra kultúry SR, veľvyslanca Francúzska v SR, zástupcov spolkov a nadácií M. R. Štefánika na Slovensku, primátorov družobných miest z Meudonu, Brezna a iných hostí

15.00 hod. – otvorenie výstavy Život a dielo M. R. Štefánika, riaditeľ SNG – prehliadka výstavy a areálu SÚH

16.00 hod. – Život a dielo M. R. Štefánika, Rostislav Rajchl, Uherský Brod

16.45 hod. – M. R.Štefánik v Meudone, Suzanne Debarbat, Observatoire de Paris

17.30 hod. – Astronóm M. R. Štefánik, Vojtech Rušin, Astronomický ústav SAV v Tatranskej Lomnici

18.15 hod. – Osobnosť M. R. Štefánika, Dušan Kováč, riaditeľ Historického ústavu SAV v Bratislave

19.00 hod. – slávnostná recepcia

20.00 hod. – panelová diskusia, premietanie filmov o M. R. Štefánikovi a videofilmu z expedície pracovníkov SÚH po jeho stopách v Brazílii.

Seminár bude pokračovať až do piatku 23. júna. Bližšie informácie nájdete na adrese:

<http://www.suh.sk/slsem2.htm>

Titiusov-Bodeho zákon

V Kozmose 2/2000 je na strane 32, v predposlednom odseku, napísané:

„... vzdialenosti planét od Slnka tvoria geometrický rad:

$$a^* = 0,4 + 0,3 \times k^2$$

kde k (0, 1, 2, ...).

Rovnaký vzťah je uvedený aj v Encyklopédii astronómie (kolektív autorov, Obzor, Bratislava, 1987) na strane 621.

Po prvé, definícia daná vyššie uvedeným vzťahom nie je žiaden geometrický rad, ide o definíciu konečnej postupnosti – reálnu funkciu definovanú na množine niekoľkých prirodzených čísel a nule.

Po druhé, nejde ani o geometrickú postupnosť, lebo nespĺňa požiadavku

$$a_{k+1}^*/a_k^* = q$$

kde q (kvocient) je jedno a to isté číslo pre rôzne k (prirodzené číslo).

Po tretie, dosadenie dáva:

$$k = 0 \dots a^* = 0,4 \text{ [AU]}$$

$$k = 1 \dots a^* = 0,7 \text{ [AU]}$$

$$k = 2 \dots a^* = 1,6 \text{ [AU]}$$

$$k = 3 \dots a^* = 3,1 \text{ [AU]}$$

$$k = 4 \dots a^* = 5,2 \text{ [AU]}$$

$$k = 5 \dots a^* = 7,9 \text{ [AU]}, \text{ atď.}$$

Toto nie sú hodnoty, ktoré zodpovedajú Titiusovmu-Bodeho zákonu. Napríklad vyššie uvedený vzťah neumožňuje existenciu Zeme – vzťah pre žiadne prirodzené k nedáva $a^* = 1,0$ [AU].

Hodnoty zodpovedajúce Titiusovmu-Bodeho zákonu dostaneme zo vzťahu

$$a^*[\text{AU}] = 0,4 + 0,3 \times 2^k,$$

kde $k = -$ nekonečno pre Merkúr ($a^* = 0,4$ [AU]),

$k = 0$ pre Venušu ($a^* = 0,7$ [AU]),

$k = 1$ pre Zem ($a^* = 1,0$ [AU]),

$k = 2$ pre Mars ($a^* = 1,6$ [AU]),

$k = 3$ pre pásmo planétok ($a^* = 2,8$ [AU]), atď.

Tu už môžeme povedať, že

$$\{a^*[\text{AU}] - 0,4\}_{k=1}^N = \{0,3 \times 2^k\}_{k=1}^N$$

tvorí konečnú geometrickú postupnosť pre trajektórie niektorých telies slnečnej sústavy.

Jozef Klačka

Predám refraktor super achromát, anastigmat 80x 750 Zeiss Tesar na azimutálnej montáži so stojanom. Bireš Branislav, Malachovská cesta 101, 974 05 Banská Bystrica, tel.: 088 4231880

Predám kvalitný achromatický objektív, priemer 70 mm, $f = 777$ mm, dublet so vzduchovou medzeou, vrstvy MgF2, cena 5500,- SK, achromatická Barlowova šošovka fakt predĺženia 2x; tmelený dublet + vrstvy MG2 bez objímky za 1 000,- Sk. Milan Kamenický, Hlinisko 319, 034 83 Liptovská Teplá, tel. 0905 461 932.

Aké sú stonaňovské meteority?

(nájdené po 175 rokoch)

V roku 1983 som našiel niekoľko zvetralých stonaňovských meteoritov v južnej časti spádového poľa. Moju pozornosť vzbudil takzvaný ablačný lem v podobe prstenca, ktorý je pre stonaňovské meteority typický. (snímka 1). Niekoľko kusov som daroval pražskému Národnému múzeu. Na jednom z nich bola zvláštna stružkovitá štruktúra. Vedúca oddelenia minerálov – RNDr. M. Bukovanská ma upozornila, že táto štruktúra je pre stonaňovské meteority typická.

Vo viedenskom Prírodovedeckom múzeu potvrdili, že vzhľad i optická štruktúra zodpovedá meteoritom zo Stonaňova. Vo Viedni urobili aj analýzu zvetralej časti, z ktorej vyplynulo, že pôvodné minerály – pyroxén a anorit sa premenili na minerál clorit. V roku 1999 som získal aj analýzu vnútornej časti: urobili ju v Prírodovedeckom múzeu v Berlíne. Analýza dokázala, že naozaj ide o stonaňovský meteorit. Stačí, keď porovnáme berlínsku analýzu s analýzou, ktorú urobil v roku 1926 P. Čirvinský.

Podľa Čirvinského má stonaňovský meteorit toto zloženie: $\text{SiO}_2 - 48,3$, $\text{Al}_2\text{O}_3 - 12,6$, $\text{FeO} - 19,3$, $\text{MgO} - 6,8$, $\text{CaO} - 11,2$, $\text{Na}_2\text{O} - 0,5$, $\text{K}_2\text{O} - 0,2$.

Chemické zloženie nezvetralej časti môjho nálezu je podľa analytikov z Berlína takéto: $\text{SiO}_2 - 51,6$, $\text{Al}_2\text{O}_3 - 17,0$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 8,9$, $\text{MgO} - 5,4$, $\text{CaO} - 9,0$, $\text{Na}_2\text{O} - 3,1$, $\text{K}_2\text{O} - 1,4$, $\text{TiO}_2 - 1,6$, $\text{MnO} - 0,1$, $\text{P}_2\text{O}_5 - 0,5$, $\text{SO}_3 - 0,5$.

Malé odchýlky spôsobila okolnosť, že sa analyzovalo rozhranie zvetralej a nezvetralej časti s vyšším obsahom Al_2O_3 . Vyšší obsah rudy vo zvetralej časti, na ktorý upozornil Dr. G. Kurat z Prírodovedeckého múzea vo Viedni, možno vysvetliť tým, že FeO vnikal do zvetralej časti z pôdy, na ktorej meteorit dlho ležal, čo ho kontaminovalo časticami rudy, napríklad magnetitom.

Za jeden z dôkazov, že ide naozaj o stonaňovský meteorit považujem fakt, že sa dosiaľ medzi Stonaňovom a Starou Říší nenašli čadiče, ktoré sa štruktúrou a chemickým zložením stonaňovským meteoritom podobajú. Stonaňovské meteority si s čadičom či bazaltom pomyliť nemožno.

(Konzultant: geológ M. Malý z Muzea Vysočiny, Jihlava).

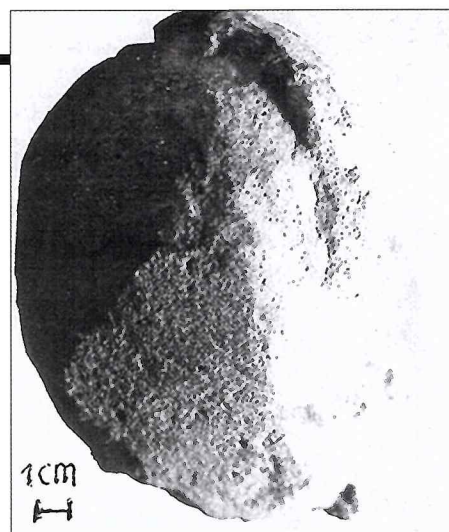
V južnej časti spádového poľa možno nájsť stonaňovské meteority ešte aj dnes. Ide o najväčšie a najmenej zvetralé kusy. Najväčšie meteority majú 1,5 cm hrubú, zvetralú vrstvu, na malých kusoch je hrúbka zvetraliny až 3 cm hrubá.

Stonaňovské meteority, nájdené po 175 rokoch, možno rozdeliť na dva druhy: hrubozrné a jemnozrné, až celistvé. Hrubozrné sú spravidla väčšie a obsahujú viac rudy ako jemnozrné. Povrchová vrstva je svetlošedá, z hrdzavým odtieňom, nezvetralá vnútorná vrstva má modrastý odtieň. Je ostro ohraničená a jasne oddelená od povrchovej vrstvy. Pôvodná optická štruktúra sa zachovala na oboch častiach. Zistilo sa, že zvetralý povrch sa premenil na minerál chlorid a obsahuje viac Mg, Al, Fe a menej Ca a Si, ako vnútorná, neerodovaná časť, ktorá je, čo do zloženia, totožná s pôvodným stonaňovským meteoritom, ktorý bol nájdený hneď po páde.

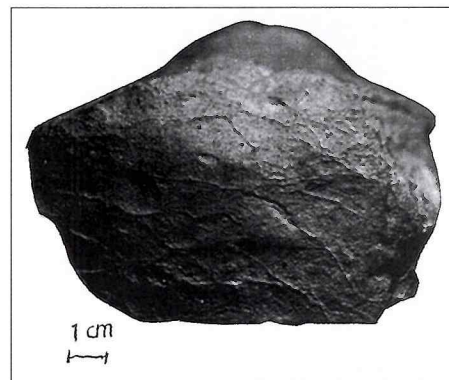
Analýzu povrchovej zvetralej vrstvy urobil Doc.Dr. G. Kurat z Naturhistorisches Museum Wien v roku 1984. Vnútornú nezvetralú časť analyzoval Dr. A. Greshake z Museum für Naturkunde, Berlín, v roku 1999.

GABRIEL FLORIAN

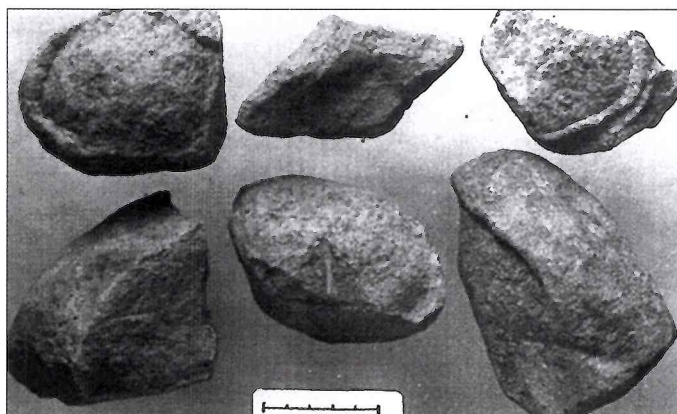
Snímky: autor



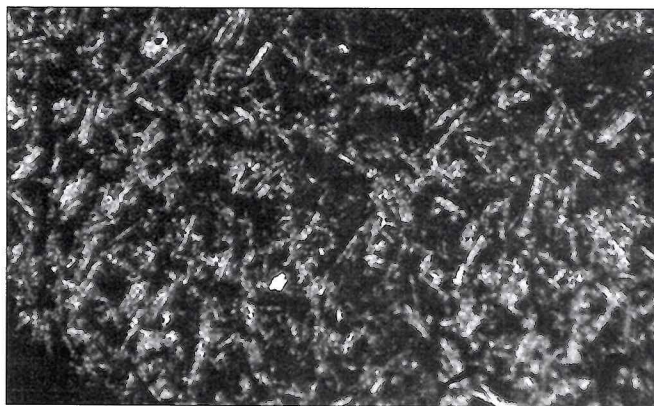
Prvý nález. Ablačný lem stonaňovského meteoritu ho odlišuje od iných kameňov.



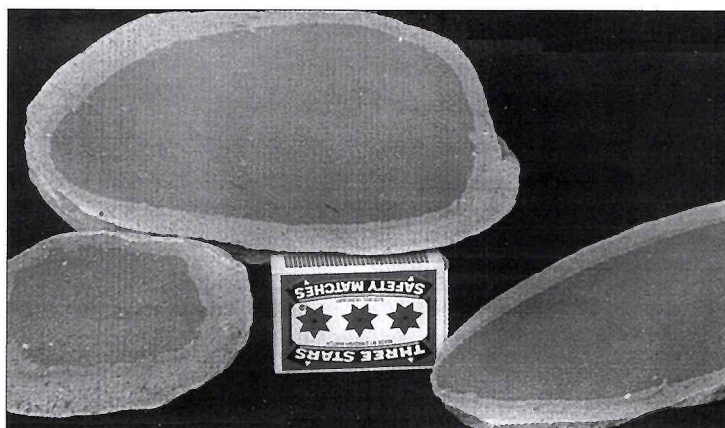
Stružkovitá štruktúra je pre stonaňovské meteority typická. Tento nález venoval autor Národnému múzeu v Prahe.



Prstence a faldy popísal už v roku 1809 Schreibers.



Takzvaná optická štruktúra vo výbruse stonaňovského meteoritu v šesťnásobnom zväčšení.



Rozrezané stonaňovské meteority.



Detail rozpadajúceho sabolidu (zo 6. mája) na videosnímke Jiřího Mišáka.

Senzácia: Dva denné bolidy za necelý týždeň

V Českej republike bol za bieleho dňa (6. mája 2000 o 13^h51^m20^s SEČ) pozorovaný neobyčajne jasný bolid! Posledný bolid tohto kalibru bol v ČR pozorovaný 22. septembra 1991. Jeho prelet a rozpad pozorovali stovky svedkov. Dvomi pohotovými majiteľmi videokamery (ďalší sa hľadajú) sa podarilo získať pomerne kvalitný videozáznam: prvý získal Jiří Fabig zo Sliezka, druhý Josef Mišák z Uherského Hradišťa. Päť seizmografov rozmiestnených na Ostravsku detegovalo rázovú vlnu po explózii bolidu v atmosfére. Po spracovaní týchto údajov a ďalších vizuálnych pozorovaní sa možno podarí presnejšie zrekonštruovať dráhu bolidu tak v Slnovej sústave ako aj v atmosfére Zeme.

V obci Morávka, krátko po prelete bolidu, sledoval istý občan pád meteoritu (hmotnosť 214 gramov), ktorý vzápätí našiel. Odovzdal ho na vedecké skúmanie. Dr. Jiří Borovička z Ondřejovského observatória po jeho preskúmaní prehlásil, že na 80 percent ide o meteorit. Talianski odborníci ho v najbližších týždňoch budú v špeciálnom laboratóriu študovať. Zamerajú sa najmä na hľadanie izotopov s krátkym polčasom rozpadu. Z meteoritu bol oddelený nepatrný kúsok (menej ako 1 gram), ktorý bude na Prírodovedeckej fakulte v Prahe analyzovať Dr. Petr Jakeš. Po mineralogickom rozbere sa určí jeho typ. Je pravdepodobé, že ďalšie meteority z rozpadnutého bolidu dopadli na povrch v pohraničnej oblasti Moravskosliezskych Beskyd. Hľadať ich treba okolo vodnej nádrže Morávka, kde našli aj prvý úlomok.

Idete iba o piaty prípad v histórii, keď sa podarilo získať foto- či videozáznam z bolidu, z ktorého sa našiel meteorit!!!

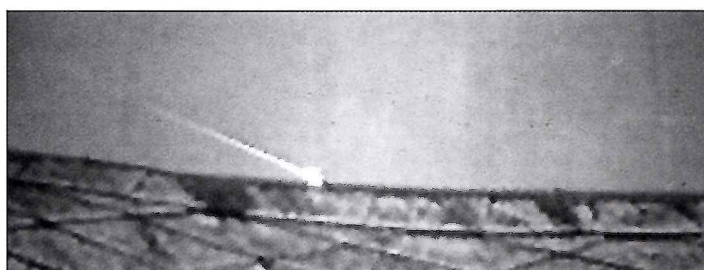
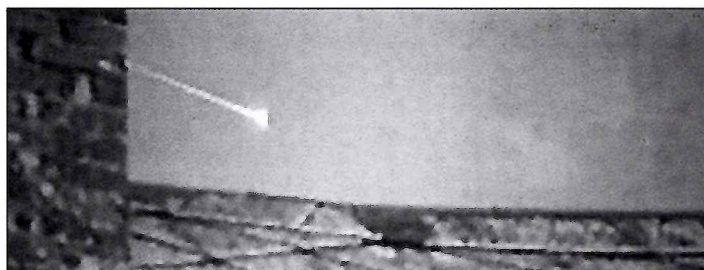
Za neuveriteľnú náhodu sa pokladá fakt, že o štyri dni neskoršie, (10. mája 2000, o 19,15) sa nad ČR objavil ďalší bolid, ktorý, čo do jasnosti, za svojim predchodcom v ničom nezaostával. Je možné, že aj z tohto bolidu sa nájdu meteority, podľa všetkého, na rakúskom území. Preletel na Ivančicami (Južná Morava) a smeroval nad západné Slovensko. Po bolidu ostala v atmosfére stopa, ktorá sa rozplynula až po niekoľkých minútach. Svedkovia preletu jeho farbu popisujú od oslnivo bielej, cez modrú až po červenú. Počas letu vybuchol a rozpadol sa na niekoľko častí.

Prvý bolid pozorovala posádka hviezdárne v Rimavskej Sobotě 6. mája 2000 o 12,51,25 SEČ. Bolid pripomínal svetlicu. Hvezdári pozorovali jasnú bielu stopu, na konci ktorej došlo v výraznému zjasneniu (výbuch) a krátku dymovú stopu. Toto pozorovanie zatiaľ potvrdil aj Dušan Kalmančok z observatória v Modre. Podľa Pavla Rapavého radiant tohto bolidu je niekde v Drakovi. Zdá sa, že slovenskí pozorovatelia ho videli v čase, keď letel vo veľkej výške nad Poľskom, kde musel byť pohľad naň aj vo dne fascinujúci. Koniec bolidu nastal vo výške 30 km nad centrálnou časťou Moravsko-slovenských Beskyd. Na Ostravsku zaregistrovali aj zvukové efekty.

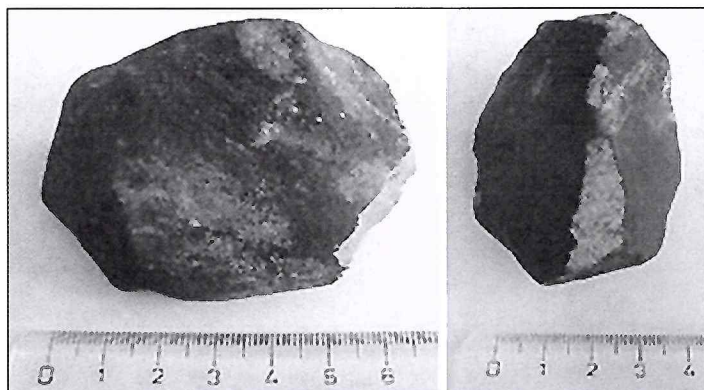
Bolid z 10. mája pozorovali aj občania zo Sobotištia na Záhori. Luboš Slezák referoval o prelete takto: „Bolid sa objavil na oblohe krátko po 19. hodine, asi 50 stupňov nad severozápadným obzorom. Pohyboval sa na juhovýchod. Jeho dráhu zviditeľňovala ohnivá čiara, aká ostáva po prelete prúdového lietadla. Po 2 až 3 minútach bolo počuť detonáciu, podobnú duneniu hromu za búrky.“

Spracované podľa internetovských stránok a Instantných novín
www.ian.cz
www.asu.cas.cz/~borovic/bolid.htm
www.szaa.sk

Snímky meteoritu, ktorý údajne dopadol (6. mája) neďaleko vodnej nádrže Morávka v Beskydách.

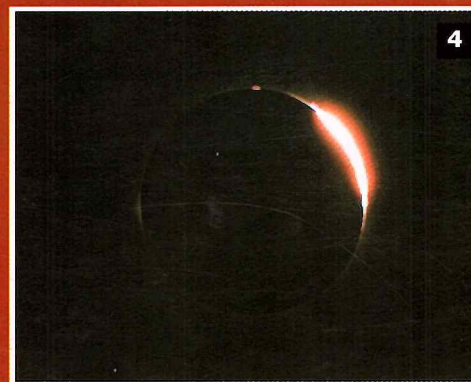
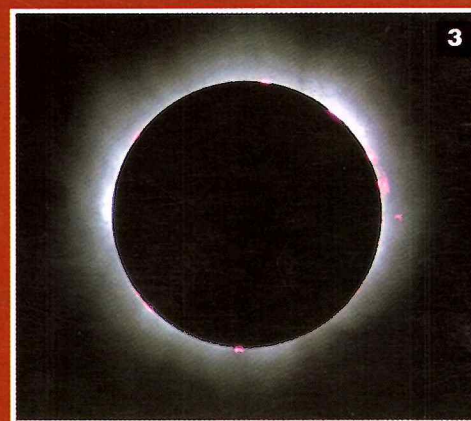
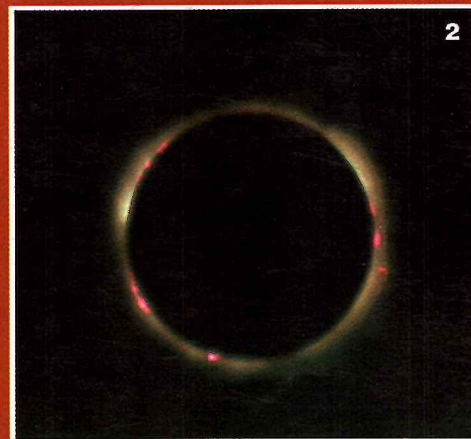


Prepis videozáznamu Jiřího Fabiga z Ostravy, ktorý natočil prelet bolidu (zo 6. mája) na Janove, pri Zlatých Horách v Jeseníkoch. Obrázky sa získali pretočením Hi9 na VHS a vzápätí prefotené digitálnym fotoaparátom priamo z premietacieho plátna.





1. SNÍMKA ROKA - Libor Šmíd: Zatmění Slunce ve Francii – detail. Fotografované 11. 8. 1999, 10:23:36 UTC, exp. 1/250s, objektiv 100/1500 na Pentax M2-5N, Kodak Elite chrome 200. (Nad 18 rokov, 3.miesto v kategórii Astronomické snímky [AS].)
2. Marián Mičúch: Protuberancie. Exponované 1/60s 11.8.1999, refraktor 48/1650, Konica 200 (Nad 18 rokov, 2.miesto v kategórii AS.)



ASTROFOTO 1999

3. Libor Šmíd: Zatmění slunce ve Francii. Fotografované 11. 8. 1999, 10:23:22 UTC, exp. 1/60s, objektiv 100/1500 na Pentax M2-5N, Kodak Elite chrome 200. (Nad 18 rokov, 3.miesto v kategórii AS.)
4. Jiří Kubánek: Diamantový prsten. Nasnímané 11. 8. 1999, Aszofö (Maďarsko), 10:51 UT, 1/1000s, refraktor 93/1000, Kodak 400. (Nad 18 rokov, 1. miesto v kategórii AS.)

5. Marián Mičúch ml.: Najkrajšia. Exponované 2 min 12. 3. 1999, Newton 203/900, Konica 400. (Do 18 rokov, 1. miesto v kategórii AS.)
6. Tomáš Zajíc: Měsíc. Fotografované 13.10.1999, 19:04 -20:02 SEČ, Zenit E + Helios 2/58, clona 16 Polaroid 200. (Do 18 rokov, 2. miesto v kategórii AS. i v kategórii Variácie na tému obloha.)

