KOZMOS

1996
ROČNÍK XXVII. 5
Sk 20,–

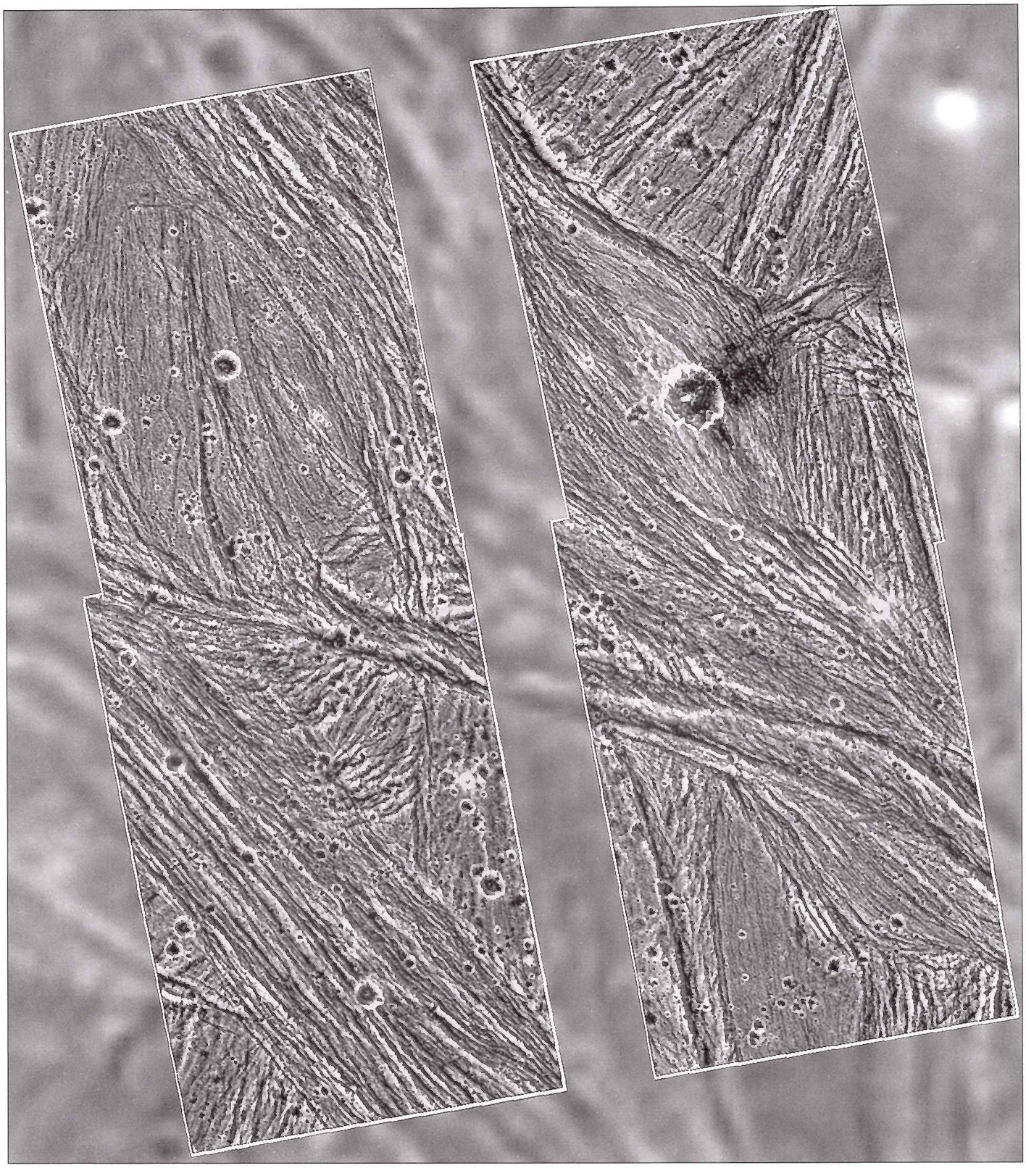
ŽIVOT na Marse?

SRDCE TEMNOTY

Pred nami POTOPA

GALILEO pri Jupiteri

150 rokov NEPTÚNA



SUPERSONDA GALILEO pokračuje v krasojazde

Pre planetológov nastal deň D 11. júla. Vtedy na tlačovej konferencii prezentovali pracovníci NASA a JPL prvé detailné snímky mesiaca Ganymedes, ktoré preniesla na Zem záložná anténa sondy Galileo od Jupitera. Projekt Galileo tak po siedmich rokoch (štart sondy bol v októbri 1989) dospel k svojmu cieľu. Od zahájenia misie po prvý oblet okolo Jupitera však sonda úspešne absolvovala na svojej kľukatej dráhe po celej slnečnej sústave niekoľko ďalších (takpovediac zahrievacích) experimentov: fotografovala Venušu, Zem, odvrátenú stranu Mesiaca, planétky Gaspra a Ida (tu objavila aj jej maličký satelit Dactyl). Napokon (vlani v novembri) vypustila projektil, ktorý 7. decembra 1995 dlhých 53 minút vydržal vnikať do atmosféry samotného Jupitera. Nakoniec teda prišiel na rad hlavný vedecký program, operácie pri Jupiteri a výskum planéty a jej mesiacov. Počas 11 obletov sonda niekoľkokrát preletí v tesnej blízkosti niektorého zo štyroch veľkých mesiacov. Presný harmonogram nájdete vo vnútri čísla.

Na snímke, ktorá je kompozíciou záberov zo sondy Voyager a z paluby sondy Galileo, možno dobre porovnať rozdiel v rozlišovacej schopnosti kamier oboch kozmických pútnikov. Na snímkach z roku 1979 vedci mohli rozoznať detaily s veľkosťou nanajvýš 1,3 kilometra, kamera na Galileo dokázala zachytiť tú istú oblasť (Uruk Sulcus) s rozlíšením 74 metrov. Zobrazená oblasť má veľkosť asi 120×110 kilometrov a Galileo ju fotografoval 27. júna 1996 zo vzdialenosti 7448 kilometrov. Vedci sa nádejajú, že jemná topografia ľadového povrchu mesiaca im umožní detailne pochopiť procesy, ktoré poznamenali tvár Ganymeda.

– rp –

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

POPULÁRNO-VEDECKÝ **KOZMOS** ASTRONOMICKÝ ČASOPIS

TÉMY ČÍSLA

2 FOSÍLIE V MARŤANSKOM METEORITE?
Bomba storočia / *Eugen Gindl*
Marťanské meteority / *Eugen Gindl* (4. str.)
Antarktický meteorický program (5. str.)

6 **Pred nami potopa (?) – 2. časť** / / *Milan Rybanský*

8 GALILEO PRI JUPITERI
Jedenásť obletov sondy Galileo okolo Jupitera
Galileo objavuje Ganymedes (9. str.)
Magnetosféra v magnetosfére (9. str.)
Dramatické zmeny na Io (10. str.)
Veľká červená škvrna (11. str.)
Teplý ľad na Európe (11. str.)
Supersonda Galileo pokračuje v krasojazde – foto Ganymeda (2. str. ob.) **– foto Európy** (3. str. ob.) **– foto Červenej škvrny** (1. str. ob.) **– foto sopiek na Io** (4. str. ob.)

12 **Srdce temnoty** / *Jan Novotný*

15 **Žeň objevů 1995 (XXX.)**
3. Pulsary, neutronové hvězdy, zábleskové zdroje záření gama; 4. Mezihvězdná látka / *Jiří Grygar*

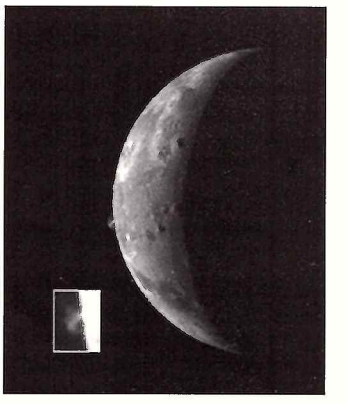
20 KOMÉTY
Po stopách velkých vlasatic – pokračování / *Jan Kyselý*
Hale-Bopp přichází – III. / *Kamil Hornoch, Jiří Dušek* (22. str.)

35 JUBILEUM SLOVENSKEJ ÚSTREDNEJ HVEZDÁRNE V HURBANOVE
125 rokov pozorovania Slnka na hvezdárni v Hurbanove / *Ladislav Pastorek*
Meteorická a stelárna astronómia v Hurbanove od roku 1871 – / *Ivan Dorotovič* (36. str.)

RÔZNE

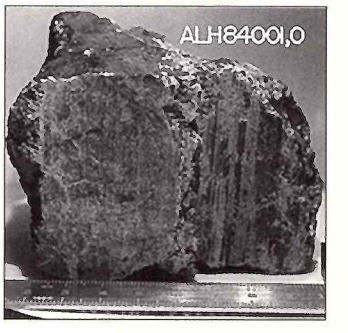
Vzdialenosť Novy V 1974 potvrdzuje svetelné echo: 1,8 kpc; Pozorovací program NEAT (14. str.); **Jak byl objevený Neptun** / *Záviš Bochníček* (24. str.); **Amatérska astronómia vo Veľkej Británii** / *Milan Kamenický* (26. str.)

obálka



Na snímke Galilea je modravý vulkanický oblak, ktorý vyvrhla sopka Ra Patera do výšky 100 kilometrov. Modrá farba prezrádza oxid siričitý v plynnom a „snežnom" skupenstve vo chvíli keď v dôsledku chladu postupne kondenzuje. Keď je príslušná časť mesiaca Io v tieni, vulkanický obláčik svetielkuje. Podľa vedcov ide v prípade Ra Patery o doteraz neznámu, gejzírovitú vulkanickú aktivitu.

Foto: NASA/JPL



ALH84001, marťanský meteorit, ktorý obsahuje skameneliny marťanských baktérií, primitívnych organizov, ktoré žili na červenej planéte pred 3,6 miliardami rokov. Meteorit bol vymrštený z Marsu pred 16 miliónami rokov po dopade veľkého asteroidu alebo kométy. Na Antarktídu dopadol pred 13 000 rokmi. Našli ho v antarktickom pohorí Allan Hills, počas jednej z pravidelných meteorických expedícií.

RUBRIKY

25 Z CIRKULÁROV IAU
51 Pegasi; GRO J1744-28; Červený obor HD 3346; Scorpius X-1, 4U 1728-34, 4U 1608-52; Premenná v súhvezdí Strelca; GK Persei; Proxima Centauri; NGC 2363; Markarian 421; GRS 1915+105 / *Juraj Zverko*

28 POZORUJTE S NAMI
Obloha v kalendári (október – november 1996) / *Roman Piffl, Jiří Dušek*

32 SLNEČNÁ AKTIVITA
Jún – júl 1996 / *Milan Rybanský*
ASTRONOMIE V EXPERIMENTECH
Reflexní mlhovina ve vašem pokoji / *Jiří Dušek*
ZAJÍMAVÁ MÍSTA NA INTERNETU
NASA Astrophysics Data System / *Jiří Dušek*

33 ALBUM POZOROVATEĽA
Kométa Brewington / *Leonard Kordoš;* **Venuše 96** / *Zdeněk Brichta;* **Objekty na dennej oblohe** / *Martin Kavecký;* **Prechádzka letnou oblohou** / *Jozef Kováč*

34 ASTRONOMICKÉ PODUJATIA
Čo vieš o hviezdach? / *Jozef Csipes*
Celosvetový seminár o nasledujúcich úplných zatmeniach Slnka / / *Ivan Dorotovič*
13. celoštátny slnečný seminár / *Ivan Dorotovič*

Vydáva: Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 0818/24 84, fax 0818/24 87. Za vydavateľa zodpovedný: Ing. Teodor Pintér. ● **Redakcia:** Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – grafický redaktor, Roman Piffl – redaktor, Eva Vörösová – sekretár redakcie. Adresa redakcie:Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 07/5314 133, v Čechách: Türkova 1, 140 00 Praha 4, e-mail kozmos@netlab.sk. ● **Redakčný kruh:** doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, CSc; doc. RNDr. Ladislav Kulčár, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, RNDr. Pavol Rapavý, RNDr. Ján Svoreň, DrSc; RNDr. Juraj Zverko, DrSc. Predseda redakčného kruhu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc. ● **Tlač:** SGT PLUS, spol. s r. o., Bratislava, tlačiareň Partizánske, ul. gen. Svobodu 1099/58, 958 30 Partizánske, tel. 08154/931 11. ● **Vychádza:** 6x do roka. Neobjednané rukopisy nevraciame. Cena jedného čísla 20,– Sk/Kč. Pre abonentov ročne 100,– Sk/Kč vrátane poštovného. Rozširuje Poštová novinová služba – voľný predaj, Ústredná expedícia a dovoz tlače, Pribinova 25, 813 81 Bratislava, a L. K. Permanent, Pekná cesta 2, 831 05 Bratislava – predplatitelia. Podávanie novinových zásielok povolené Riaditeľstvom poštovej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. Zadané do tlače 6. 9. 1996. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8 © Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1996. **ISSN 0323 - 049X**

51 PEGASI

O 51 Pegasi sa predpokladá, že je to dvojhviezda. Na 14. októbra 1995 bol predpovedaný prechod domnelého sprievodcu popred disk jasnejšej zložky. Napriek veľmi presným fotoelektrickým pozorovaniam sa očakávané zmeny jasnosti nezistili. Toto však nestačí ako dôkaz neexistencie sprievodcu. Podľa pozorovaní z IUE 25. novembra sa dá aspoň odhadnúť jeho teplota a hmotnosť. Povrchová teplota nebude vyššia ako 10 000 K a hmotnosť nepresiahne hodnotu 0,6 hmotnosti Slnka, čo by znamenalo, že by to mohol byť biely trpaslík.

Optické pozorovania však neboli zbytočné. Dva tímy pozorovateľov nezávisle na sebe zistili, že hviezda, ktorú doteraz používali ako porovanávaciu, HD 217 813, vykazuje variácie jasnosti o perióde 8,5 dňa s amplitúdou až 0,02 mag! Ďalšia hviezda, ktorá sa núka ako porovnávacia, HD 218 396, je tiež premenná, a tak, ak sa 51 Pegasi chystáte pozorovať, použite ako porovnávaciu radšej HD 217 924.

GRO J1744-28

Viac ako stovke cirkulárov IAU, od decembra minulého roka, dominovali správy o novom druhu zdroja gama a röntgenového žiarenia v smere ku galaktickému centru (Kozmos 2/96, „Z cirkulárov IAU"). Počiatočná frekvencia opakovania výbuchov, až 200 za deň, i vysoká úroveň toku energie sa doteraz pri žiadnom z tisícov gama ani röntgenových zdrojov nepozorovali. Objav pulzara a modulácie jeho pulzov dráhovou periódou umožnili vytvoriť aspoň schematický model zdroja. Zdroj je dvojhviezdou, v ktorej masívnejšia zložka je neutrónová hviezda – pulzar. Druhá zložka má asi iba desatinu hmotnosti prvej. Pulzar jej „kradne" hmotu, ktorá takmer polovičnou rýchlosťou svetla dopadá na jeho povrch. Jej nesmierna kinetická energia sa pri dopade mení na tepelnú. Pri teplote skoro miliardy kelvinov sa uvoľňuje takmer výhradne röntgenové a gama žiarenie. Celkový výkon tohto neobyčajného zdroja prevyšuje výkon Slnka miliónnásobne, ale ani tak sa doteraz nepodarilo nájsť jeho optický či rádiový náprotivok. Očakávanie, že pri takejto vysokej aktivite môže zdroj vydržať najviac niekoľko mesiacov, sa splnilo. Niekoľko dní po objave poklesla denná frekvencia výbuchov na hodnotu okolo 20, a udržiavala sa tak 150 dní. Začiatkom mája 1996 sa intenzita výbuchov i stálej, pulzujúcej zložky žiarenia zdroja znížila natoľko, že zmizla z dohľadu detektorov experimentu BATSE (Burst And Transient Source Experiment).

ČERVENÝ OBOR HD 3346

Tím amerických astronómov oznámil objav veľkých krátkoperiodických variácií radiálnej rýchlosti hviezdy HD 3346, obra spektrálnej triedy K5 III. Dlhoperiodické zmeny radiálnej rýchlosti tejto hviezdy, ktoré dosahujú amplitúdu 500 m/s a periódu 650 dní, sú už dávnejšie známe. Súvisia s existenciou sprievodcu o hmotnosti asi 60-násobku Jupitera vo vzdialenosti 2,5 AU od obra. Novoobjavené krátkoperiodické variácie, ktoré sa skladajú s dlhodobými, majú amplitúdu 150 – 300 m/s a možnú periódu od 14 do 40 dní. Jej presnejšie určenie bude možné po získaní ďalších pozorovaní. Tieto zmeny by mohli byť vyvolané ďalším telesom, ktoré obieha okolo sprievodcu obra vo vzdialenosti asi 0,3 AU a jeho hmotnosť je asi 10-násobkom hmotnosti Jupitera. Takéto krátkoperiodické zmeny radiálnej rýchlosti obra by mohli byť aj prejavom zvukových vĺn na jeho povrchu (neradiálnymi osciláciami), tie by však nemohli mať periódu dlhšiu ako niekoľko dní. Je teda pravdepodobné, že HD 3346 je trojnásobnou sústavou, aj keď je ťažké povedať, že je to trojhviezda. Totiž hmotnosti sprievodcu a jeho sprievodcu sa skôr podobajú hmotnostiam veľkých planét našej slnečnej sústavy.

SCORPIUS X-1, 4U 1728-34, 4U 1608-52

Astronómovia okolo novej družice XTE (X-ray Timing Explorer) objavili mikrosekundové kvaziperiodické oscilácie röntgenových zdrojov. Scorpius X-1 je po Slnku najjasnejší röntgenový zdroj. Je to interagujúca a zákrytová dvojhviezda (V818 Sco) obsahujúca kompaktný objekt (neutrónovú hviezdu alebo bieleho trpaslíka). V troch pozorovacích blokoch sa frekvencia oscilácií mierne menila, čo súvisí so zmenou intenzity procesu akrécie. Podobné zmeny sa pozorovali aj pri zdroji 4U 1728-34, ktorý je tiež dvojhviezdou s málohmotnými zložkami. Milisekundové pulzácie s periódou 2,75 ms zodpovedajú rotačnej perióde neutrónovej hviezdy. Posledný z trojice, 4U 1608-52, je tiež dvojhviezdou a je známy ako röntgenový burster. Kompaktným objektom v tejto sústave by mohla byť čierna diera, pretože pulzácie, ktoré sú charakteristické pre neutrónovú hviezdu, sa tu nepozorujú. Popri zdroji Cygnus X-1 je to teda ďalší vážny kandidát na čiernu dieru. Rýchle kvaziperiodické oscilácie sú častým sprievodným javom kompaktných objektov akreujúcich hmotu zo svojho okolia. Takéto vysoké frekvencie sa však pozorovali po prvý raz. V tomto prípade môžu tieto oscilácie súvisieť s keplerovskou frekvenciou na vnútornom okraji akrečného disku, alebo to môže byť záznejová frekvencia vznikajúca skladaním sa s frekvenciou 10 milisekundového pulzara. Nie je vylúčené, že ide o kombináciu oboch javov. Trojnásobný objav mikrosekundových kvaziperiodických oscilácií naznačuje, že takéto prejavy sú bežnou vlastnosťou interagujúcich dvojhviezd s málohmotnými zložkami.

PREMENNÁ V SÚHVEZDÍ STRELCA

Objekt v súhvezdí Strelca, ktorý Japonci objavili vo februári a označili za možnú novu, je podľa pozorovaní 0,91 m ďalekohľadom z ESO obklopený takmer kruhovou hmlovinou o piemere 30". Najjasnešia emisia vychádza z jej severozápadného kvadrantu. Spektrum získané 4,2 m teleskopom „Wiliam Herschel" ukázalo typickú starú planetárnu hmlovinu, veľmi podobnú hmlovine obklopujúcej premennú V605 Aql. Obálka bola odvrhnutá pri podpovrchovom vzplanutí, čo je veľmi vzácny úkaz. Plyn v hmlovine je len mierne excitovaný a môže byť premiešaný s prachom.

GK PERSEI

Rekurentná nova v súhvezdí Perzea prekonala 4. marca erupciu pozorovanú v röntgenovom pásme. Jej optická magnitúda bola v rozmedzí 11,8–12,1. Intenzita žiarenia bola modulovaná sínusoidou o perióde 351 s. Popri tom sa pozorovala aj periodická variabilita na milisekundovej škále. V spektre sa prejavujú silné absorpcie, v ktorých sa dajú rozpoznať tri systémy vznikajúce v rôznych vzdialenostiach od novy. Röntgenová svietivosť počas výbuchu sa odhaduje na 6×10^{26}J/s (1,5-násobok svietivosti Slnka v celom rozsahu vlnových dĺžok), bolometrická na 3×10^{27} J/s.

PROXIMA CENTAURI

Po 3,5 mesačnom monitorovaní đ Centauri C (Proxima Centauri) zo satelitu IUE v máji až auguste 1995, sa podarilo zistiť dobu rotácie tejto hviezdy. Hviezda spektrálnej tried dM4, akou Proxima je, má na povrchu veľké aktívne oblasti, ktoré sú zdrojom emisie v čiarach ionizovaného horčíka Mg II h+k. Doba rotácie je 31,5 dňa, amplitúda zmien intenzity spomenutých spektrálnych čiar až 25 %. Proxima rotuje o niečo rýchlejšie ako α Cen B, ktorej dobu rotácie, 36,8 dňa, zistili rovnakou metódou už skôr.

NGC 2363

Nezvyčajne jasný modrý objekt v obrej HII oblasti NGC 2363 si podľa pozorovaní kanadsko-francúzsko-havajským teleskopom z februára udržuje stále vysokú svietivosť. Jeho spektru dominuje veľmi široká emisia v H-alfa čiare, ktorá je dokonca širšia ako je emisia obklopujúcej HII-oblasti. Čiary neutrálneho hélia majú úzky P-Cygni profil. Všetky tieto rysy spolu s veľkou fotometrickou premennosťou potvrdzujú, že pozorujeme veľmi svietivú modrú hviezdu počas výbuchu.

MARKARIAN 421

Pozorovania tohto „BL-Lacertae" objektu 10 m optickým teleskopom zo 7. mája ukazujú vysokú aktivitu tohto zdroja. V pásme TeV (vysokoenergetické gama žiarenia) je to doteraz najjasnejší pozorovaný zdroj. Šesťnásobne prevyšuje úroveň emisie Krabej hmloviny, je aktívny aj v röntgenovom pásme a v optickom R pásme sa jeho jasnosť zvýšila o 0,25 magnitúdy. Podľa pozorovaní z 8. a 9. mája sa jasnosť zdroja priblížila k dlhodobému priemeru.

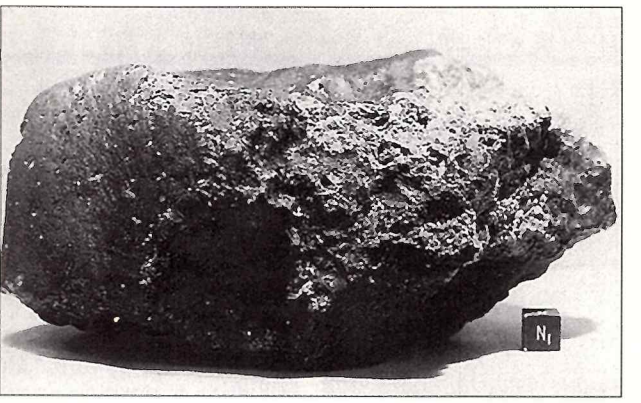
GRS 1915+105

GRS 1915+105 je galaktický röntgenový zdroj, ktorý má relativistické výtrysky pozorované na rádiových vlnách. V rámci programu XTE sa na ňom zistili kvaziperiodické oscilácie intenzity s periodicitou 30–40 s o amplitúdach 0,2 až 2 Crab. Frekvenčné spektrum kvaziperiodických oscilácií je však zložité a objavujú sa v ňom aj frekvencie okolo 67 Hz. Aby táto hodnota zodpovedala keplerovskej perióde akrečného disku okolo čiernej diery, jej hmotnosť musí byť okolo 33 hmotností Slnka.

J. Zverko,
AsÚ SAV Tatranská Lomnica

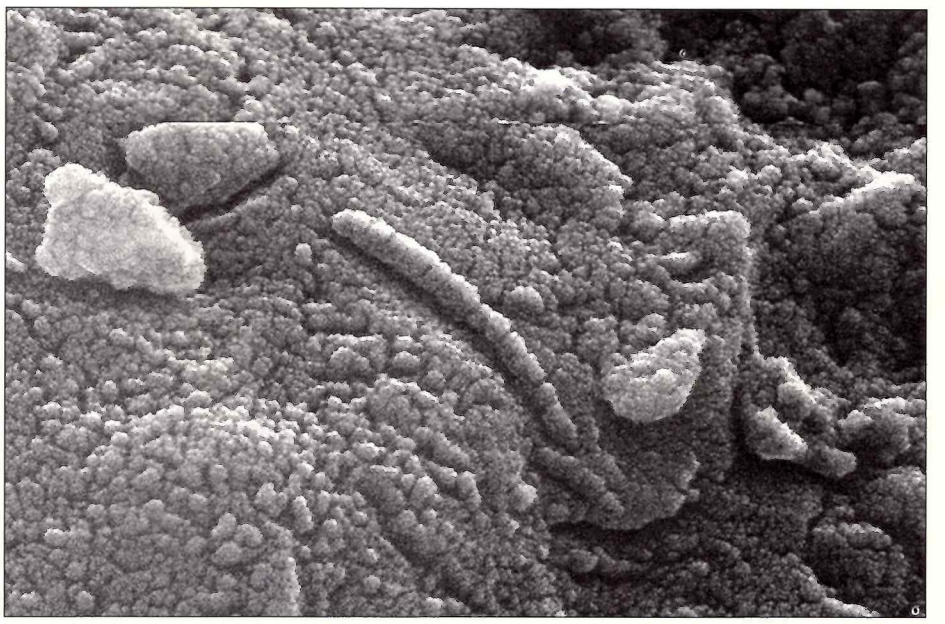
V marťanskom meteorite sa (asi) našli primitívne baktérie

BOMBA storočia



Meteorit nájdený v Antarktíde a pomenovaný ALH 84001, ešte pred rozrezaním.

Vedecký výskumný tím NASA v Johnsonovom vesmírnom centre (Johnson Space Center) spolu s učencami Stanford University sú presvedčení, že majú v rukách dôkaz, že už pred 3,6 miliardami rokov existoval na Marse primitívny život. Vedci našli prvé organické molekuly, o ktorých sú presvedčení, že vznikli na Marse. Našli niekoľko nerastných štruktúr, ktoré svedčia o biologickej aktivite: mikroskopické skameneliny primitívnych, baktériám podobných organizmov, v úlomku prastarých marťanských hornín, ktorý priputoval na Zem ako meteorit.



„Húsenica" uprostred snímky je kratšia ako stotina ľudského vlasu. Objavili ju na snímke elektrónového mikroskopu, ktorý snímal jemné rezy marťanského meteoritu ALH 84001, nájdeného v Antarktíde.

Hovorca NASA vyhlásil na tlačovke 7. augusta, že na potvrdení senzačného objavu pracoval zmiešaný tím vyše dva roky. Boli v ňom planetológovia Dr. David McKay, Dr. Everett Gibson a Kathie Thomas-Keprta, všetci z Johnonovho vesmírneho centra, s veľkým tímom Standford University, ktorý viedol profesor chémie Dr. Richard Zare.

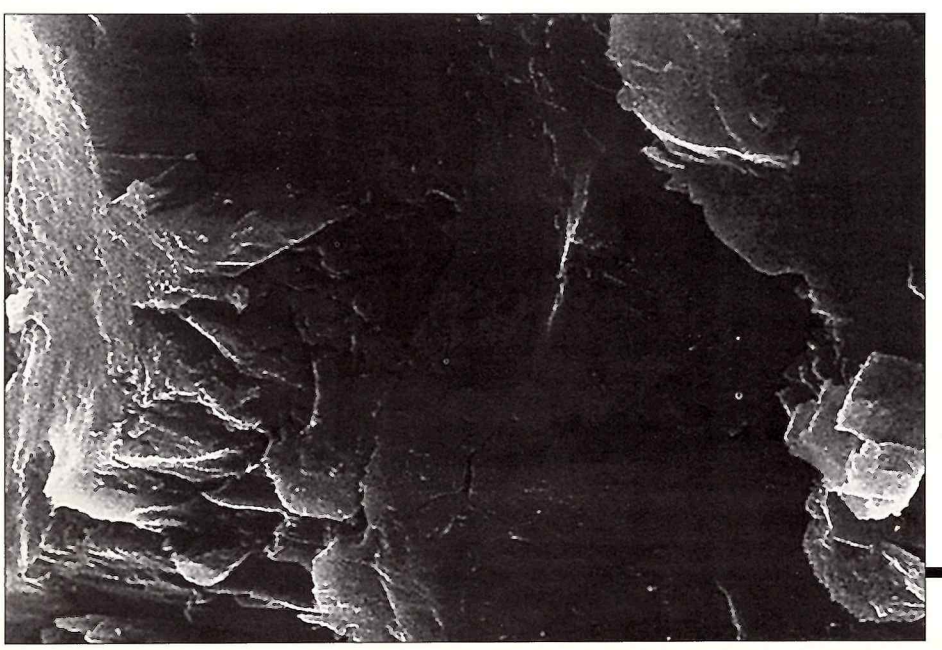
Na Marse bol život – vyhlásil McKay – naše tvrdenie však neopierame o nález v jedinom meteorite. S touto správou sme sa odvážili vyrukovať až potom, keď sme zhodnotili viacero dôkazov biologickej aktivity. Napríklad: v Stanforde identifikovali unikátny typ organickej molekuly na uhlíkovej báze, ktorá je najpríhodnejšia pre život. Objavili sme i niekoľko neobyčajných štruktúr v hornine meteoritu, ktoré niesli zreteľné stopy činnosti primitívnych mikroskopických organizmov. Také, aké sa našli aj na Zemi. Útvary, ktoré by mohli byť skamenelinami marťanských baktérií, spomínané objavy zaokrúhľujú do istoty. Vzťah všetkých týchto vecí v kocke horniny o strane približne 5 centimetrov (je ich tam niekoľko stotisíc), je tým najpresvedčivejším dôkazom.

– Dokázať život, ktorý sa rozvíjal pred 3,6 miliardami rokov by bolo veľmi ťažké aj na Marse – povedal chemik Zare. – Metodika dokazovania, ktorú sme si zvolili, predpokladá presne datovaný súbor vzoriek, obsahujúcich nativ mikrofosílie, mineralogické štruktúry príznačné pre život a záznam komplexnej organickej chémie.

– Celé dva roky sme analyzovali tieto vzorky a sme presvedčení, že sme získali dobré dôkazy o minulom živote na Marse – dodáva Gibson. – Teraz naše výsledky poskytneme ďalším výskumníkom, nech ich skúmajú, overujú ako súčasť vedeckého procesu.

– Výsledky, s ktorými sme vyrukovali – vraví McKay – sú najpravdepodobnejšou interpretáciou. Kolegovia ju môžu potvrdiť, alebo vyvrátiť.

Kameň, v ktorom sa zachovali marťanské baktérie, bol súčasťou vyvrelej horniny. Váži necelé 2 kilogramy, je veľký ako väčší zemiak. Vznikol pred 4,5 miliardami rokov, v dobe, keď sa Mars formoval. Bol súčasťou spodných vrstiev marťanského povrchu, ktorý bol vo vtedy ešte mladej slnečnej sústave intenzívne bombardovaný meteoritmi a asteroidmi. V období medzi 3,6–4 miliardami rokov, v období, keď bol Mars podstatne teplejší a vlhší, prenikla voda puklinami pod impaktmi narušený povrch. Tam sa vytvorili obrovské „podzemné" re-



Uprostred tejto snímky, ktorú exponoval elektrónový mikroskop, na malom kúsku marťanského meteoritu vidíte niekoľko nejasných štruktúr. Podľa vedcov to môžu byť mikroskopické skameneliny primitívnych, baktériám podobných organizmov, ktoré žili na Marse pred 3,6 miliardami rokov. Najväčšia z fosílií má veľkosť jednej stotiny ľudského vlasu.

Marťanské meteority

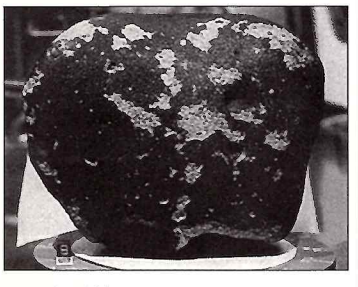
Veľa z našich informácií o geológii a klíme na Marse vieme vďaka americkým misiám Viking z roku 1970. Dve družice – orbitery už vtedy podrobne zmapovali povrch Marsu z obežnej dráhy, dva pristávacie moduly analyzovali priamo na povrchu okolité kamene a pôdu. Na Zem sa však dostali iba získané údaje, nie horniny. Takýto variant by bol misiu predražil. Navyše, v rámci vtedajších možností kozmonautiky bol úspech „návratnej misie" veľmi nepravdepodobný. Ďalšie informácie o Červenej planéte sme získali nečakane a zadarmo: v osemdesiatych rokoch sa našli na Zemi prvé meteority z Marsu a dodnes sa ich zbierka zvýšila na dvanásť menších objektov. S výnimkou jedného, austrálskeho, všetky ostatné našli zberači meteoritov na ľadovcoch Antarktídy. Ako vieme, že sú z Marsu?

Všetkých dvanásť meteoritov patrí k meteorickým raritám. Ide o tzv. SNC achondrity typu Shergotty, Nakhla, Chassigny. Väčšina z nich je stará 1,3 miliardy rokov, alebo o niečo menej. Sú teda oveľa mladšie ako typické meteority z asteroidov, ktoré sú staré 4,5 miliardy rokov. Obsahujú oveľa viac prchavých látok ako staré meteority. Najpresvedčivejší dôkaz toho, že SNC meteority sú marťanského pôvodu, sa získali meraním plynov uväznených vo vnútri meteoritu. Výsledky meraní ukázali, že plyny z meteoritov sú čo do výskytu i zloženia takmer totožné s plynmi marťanskej atmosféry. Pokiaľ, pravdaže, pokladáme namerané údaje sondy Viking za relevantné. Antarktický meteorit EETA 79001, čadičový shergottit, obsahuje slabo kolorované xenolity a tmavé sklá, obsahujúce molekuly uväznenej marťanskej atmosféry. ALHA 77005, lherzolitický shergottit, má škvrnitú, svetlotmavú štruktúru. ALH 84001, ktorý vojde do dejín bioastronómie, je ortopyroxenit, v ktorom sa uchovala celistvá, nepopraskaná zóna, obsahujúca oveľa väčšie množstvo uhlíkatých súčastí marťanskej atmosféry. QUE 94201, čadičový shergottit: tento najnovší meteorit z Marsu je však príliš maličký, takže sa v ňom veľa plynu nezachovalo.

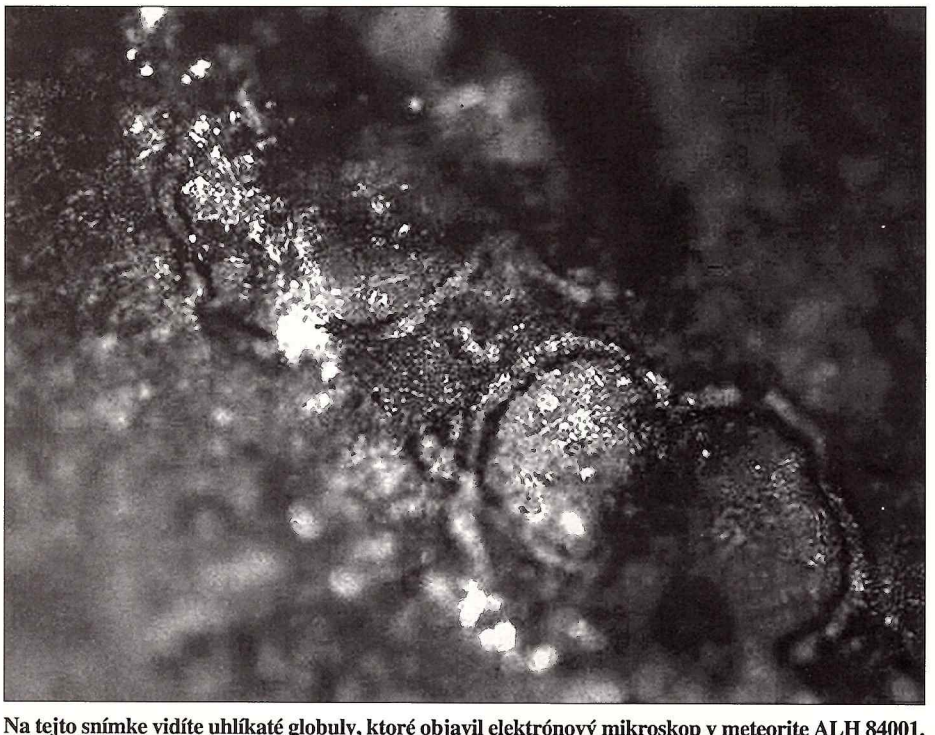
Ani jeden z nich však nie je červený. Prečo?

Červené sfarbenie povrchových hornín na Marse spôsobuje oxidácia železa. Sondy Viking však zistili, že horniny už pár decimetrov pod povrchom, menej vystavené pôsobeniu atmosféry, sú sivé až čierne. Ani jeden z dvanástich marťanských meteoritov nepochádza priamo z povrchu červenej planéty: vytvorili sa nehlboko pod povrchom Marsu z vyvretej marťanskej lávy. Možno ich rozdeliť podľa typu do piatich skupín, ktoré nie sú geologicky spríbuznené.

Názov	Klasifikácia	Hmotnosť v kg	Rok dopadu na Zem
Shergotty	S-čadič(pyx-plag.)	4,00	1865
Zagami	S-čadič	18,00	1962
EETA 79001	S-čadič	7,90	1980
QUE 9401	S-čadič	0,012	1995
ALHA 77005	S-lherzolit(ol-pyx)	0,48	1978
LEW 88516	S-lherzolit	0,013	1991
Y 793605	S-lherzolit	0,018	1995
Nakhla	N-clinopytoxenit	40,00	1911
Lafayette	N-clinopyroxenit	0,80	1931
Gov. Valadares	N-clinopyroxenit	1,90	1958
Chassigny	C-dunit(olivín)	4,00	1815
ALH 84001	orthopyroxenit	1,90	1993



EETA 79001



Na tejto snímke vidíte uhlíkaté globuly, ktoré objavil elektrónový mikroskop v meteorite ALH 84001. Štruktúra chemického zloženia týchto globulí prezrádza, že ich mohli vytvoriť primitívne, baktériám podobné organizmy.

zervoáre vody. Voda bola bohato nasýtená oxidom uhličitým z marťanskej atmosféry. uhlíkaté minerály sa usadzovali na fragmentoch roztrieštených hornín.

Vedci predpokladali, že na procese karbonizácie sa mohli podieľať aj mikroskopické organizmy, preto ich začali v meteorite hľadať. Fosílie dávnych baktérií sa našli v mnohých vápencových vrstvách na Zemi.

Ako sa dostal meteorit na Zem?

Pred 15 miliónmi rokov dopadla šikmo na povrch Marsu veľká kométa alebo asteroid. Obrovský náraz katapultoval milióny ton marťanskej horniny do okolitého priestoru. Časť roztriešeného a vymrštené ho materiálu sa vyslobodila z gravitačnej pasce Marsu. Milióny rokov kúsky marťanského povrchu krúžili okolo Slnka. Pred 13 000 rokmi dopadli niektoré na povrch Antarktídy. V tenkej škrupine karbonátov našli vedci štruktúry, ktoré veľmi pripomínajú fosílie mikroorganizmov.

Senzačný bol už objav organických molekúl – polycyklických aromatických hydrokarbonátov (PAH). Detegovať sa dali veľmi ľahko, pričom v každom prípade sa nachádzali v tesnej blízkosti tenkej, uhlíkatej vrstvy. Vzápätí vedci z JSC našli minerály, ktoré sú obyčajne iba v blízkosti mikroskopických organizmov, a medzi nimi objavili to, čo hľadali: mikroskopické fosílie, alebo niečo, čo ich náramne pripomínalo. Najväčšia z týchto „skamenelín" nie je väčšia ako stotina priemeru ľudského vlasu, väčšina z nich je však ešte desaťkrát menšia. Do bodky, nakonci tejto vety, by sa ich, zoradených tesne za sebou, spratalo tisíc.

Podaktoré z týchto fosílií majú tvar vajca, iné pripomínajú skôr tuby. Ich vzhľad a veľkosť i štruktúra nápadne pripomína najmenšie pozemské baktérie.

ALH 84001

Meteorit, trezor primitívneho marťanského života, našli zberači ešte roku 1984 počas jednej z expedícií Antarctic Meteorite program, ktoré financuje Národný vedecký fond USA. Ležal na ľadových pláňach Allan Hill. Dopravili ich do Meteorite Processing Laboratory, ktoré sú súčasťou JSC. Už vtedy sa nálezcovia domnievali, že ide o marťanský meteorit, ale až do roku 1993 nikto hlbšie jeho pôvod neskúmal. Doteraz poznáme iba 12 meteoritov, ktorých zloženie je takmer totožné s unikátnou chémiou vzoriek marťanskej pôdy, ktoré roku 1976 analyzovala sonda Viking, priamo na marťanskom povrchu. ALH 84001 je prinajmenšom trikrát taký starý ako ostatné objekty marťanskej dvanástky.

Tím, ktorý ALH 84001 analyzoval, mal k dispozícii unikátnu technológiu: elektrónový mikroskop so scanerom a laserový spektrograf hmoty sú prístroje s doteraz neslýchanou rozlišovacou schopnosťou. Pred niekoľkými rokmi by sa ešte väčšina mikroštruktúr v meteorite nedala detegovať. predchádzajúce štúdie tohto i ďalších marťanských meteoritov sa o marťanských fosíliach nezmieňujú. To je pravda: lenže ani jeden z týchto tímov nemal také citlivé prístroje.

Až nedávny objav extrémne malých baktérií na Zemi (nazvali ich nanobaktérie), primäl vedcov zmeniť metódu a preskúmať meteority v oveľa jemnejšej škále. Ambiciózny tím zložili z deviatich expertov: McKay, Gibson a Thomas-Keprtová sú z JSC, Christopher Romanek pracuje na University Georgia v Laboratóriu riečnej ekológie, Hajatolláh Vali je výskumníkom z McGill University v Montreale. Zareho tím zo Stanford University tvorili čerství absolventi Simon J. Clemett, Claude R. Meachling

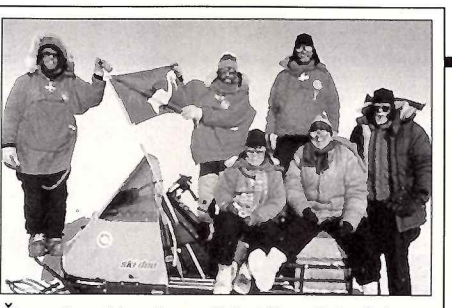
Antarktický meteorický program

Zber a výskum meteoritov z Antarktídy je spoločným podujatím NASA, Národného fondu vedy a Smithsonianského inštitútu. Meteority zbierajú členovia každoročných expedícií, ktoré táboria na ľadovcoch.

Mimoriadnu koncentráciu meteoritov v Antarktíde zistili japonskí vedci už roku 1969. Väčšina meteoritov, ktoré dopadli na Antarktídu počas posledných miliónov rokov, sa uchovala v oblastiach pokrytých stabilným „modrým ľadom", z ktorého vetry vymetajú všetok sneh. Meteority sa nachádzajú priamo na povrchu, väčšinou v podobe malých skaliek s priemerom 1 cm. Mechanizmus, ktorý ich tu v takom množstve skoncentroval, nie je celkom objasnený. Najprijateľnejšou teóriou je domnienka, že dopadli na snehové polia, ktoré sa menia na ľad a tečú smerom k moru. Meteority sa obnažujú, keď sa ľadovec po narazení na prekážku vzduje alebo ich z ľadu oslobodí veterná erózi, či topenie. V mieste najväčšieho výskytu meteoritov sa z povrchu každoročne odtopí 10 centimetrov. Antarktické meteority sú iba nepatrne vystavené pôsobeniu vody, a tak sú oveľa menej zvetralé, ako meteority nájdené v oblastiach s teplejšou a vlhšou klímou. Vďaka tomu, že priemyselné znečistenie Antarktídy je zatiaľ zanedbateľné, meteority neleptajú ani exhaláty.

Každý nález sa starostlivo preskúma a zdokumentuje priamo na mieste. Na transport vzácnych nálezov boli vyhotovené zvláštne kontejnery, v ktorých sa meteority uchovávajú spolu so snežnou a ľadovou obálkou. V takomto stave ich po prvýkrát podrobnejšie preskúmajú až v laboratóriách.

Od roku 1969 sa v Antarktíde našlo vyše 10 000 meteoritov, čo je dvojnásobok počtu všetkých meteoritov, ktoré sú dostupné špecializovaným výskumníkom. Od roku 1977 prichádzajú zmrazené meteority do amerického Houstonu, kde ich v Johnson Space Center ošetria a distribuujú. Vybrané kúsky posielajú do Smithsonianskych inštitúcií, ale zvyšných 10 000 kusov rozoslali zberatelia 250 učencom do celého sveta.



Členovia polárnej expedície (zľava John Schutt, Carl Thompson, Roberta Scoreová, Scott Sandford, Frazierová a Robert Walker), ktorí roku 1984 priviezli z Antarktídy meteorit ALH 84001. Meteorit našla geologička R. Scoreová.

Každoročne pribudne do zbierky niekoľko stoviek nových meteoritov. V Meteorite Processing Laboratory (JSC) robia výskumy v kabinetoch s kontrolovanou atmosférou, v ktorých kedysi skúmali vzorky lunárnych hornín. V dusíkatej atmosfére, zbavenej vody a kyslíka, odstraňujú z meteoritov oxidácie (hrdze) i kontaminácie z prírodného prostredia, najmä organických zlúčenín, ťažkých kovov a solí. V dusíkatej atmosfére ich potom kúskujú, pília, vážia a fotografujú.

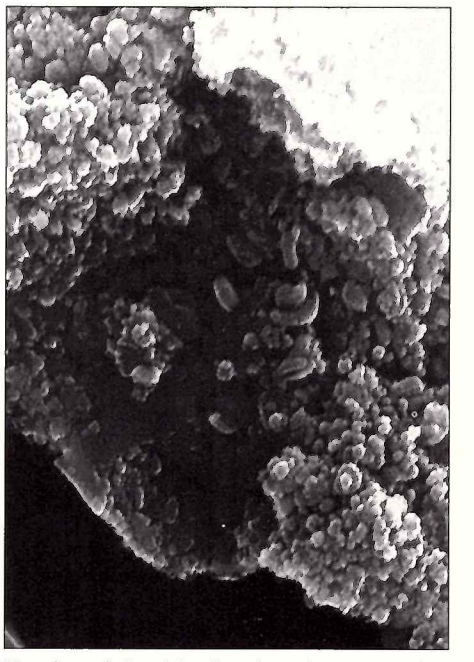
V tejto zbierke meteoritov sa nachádzajú aj exempláre z Mesiaca a Marsu, ktoré boli do medziplanetárneho priestoru vymrštené dopadmi mohutných komét a asteroidov. Počas miliónov rokov v kozmickom priestore absorbovali kozmické žiarenie, takže v laboratóriu sa dá pomerne ľahko odčítať, kedy dopadli na Zem. Výskum meteoritov prináša čoraz viac poznatkov o vývoji slnečnej sústavy, ba z niektorých najstarších sa dajú odčítať informácie i o stave hmoty v predsolárnom období. Dôležitou súčasťou výskumu meteoritov je aj získavanie poznatkov o fyzikálnom a chemickom mejkape jednotlivých telies slnečnej sústavy.

JSC Press Releas

a doktorand Xavier Chillier, všetci z Departmentu chémie SU.

Výskumný tím dopĺňali autori početných expertíz z oblasti mikrobiológie, mineralógie, analytických techník, geochémie a organickej chémie.

Výskumníci zo Stanford University hľadali pomocou laserového spektrometra hmoty (laser mass spectrometer), ktorý je najcitlivejším prístrojom tohto typu na svete, bežnú rodinu organických molekúl, nazývaných PAH. Keď mikroorganizmy umrú, komplex organických molekúl, ktoré ich tvorili, degraduje do podoby PAH. PAH často nachádzame v starých usadených horninách, najmä v uhlí a nafte, pričom sa do istej miery podieľajú aj na znečisťovaní atmosféry. Výskumníci detegovali v ALH 84001 istý podiel PAH, pričom si všimli, že detegovateľné množstvá sa koncentrujú najmä v blízkosti uhlíkatých globulí. Tak im napadlo, že výskyt PAH môže súvisieť s prítomnosťou fosílií. Navyše: unikátne zloženie PAH v marťanskom meteorite je totožné s modelom fosilizácie veľmi primitívnych organizmov. Na Zemi sa PAH vyskytujú v tisícorakých formách, v meteorite sa ich však našlo iba šesť. Jednoduchosť tejto zmesi, rovnako ako nedostatok ľahkých PAH, napríklad naftalénu, podstatne odlišuje ALH 84001 od iných, nemarťanských meteoritov.



Na tejto snímke elektrónového mikroskopu vidíte zväčšeninu centrálnej časti predchádzajúcej snímky. Vedcov vzrušili najmä nepravidelné, valcovité štruktúry, ktorí by mohli byť skamenelinami marťanských baktérií.

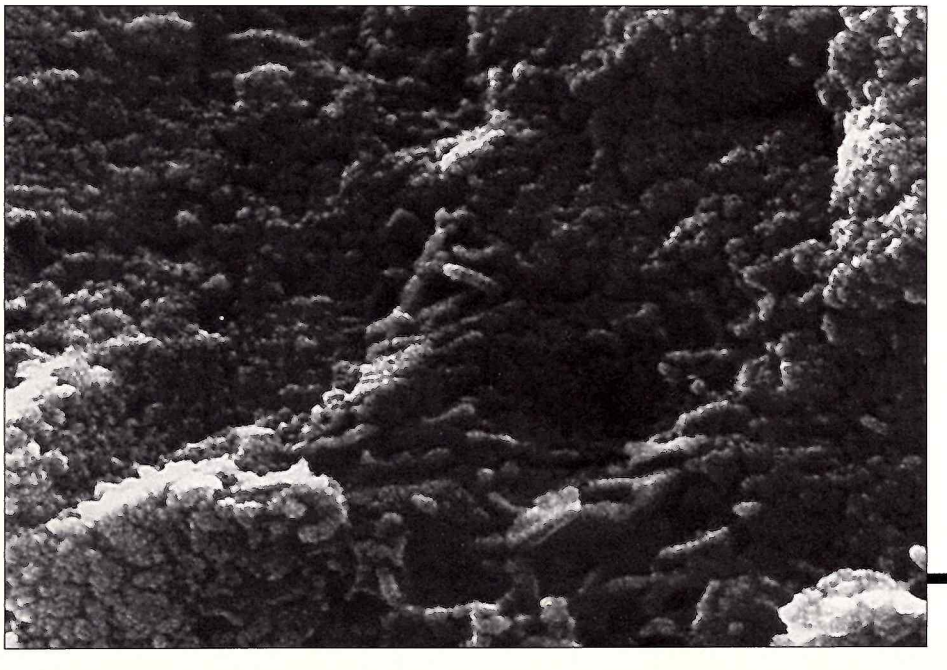
Tím však našiel i nezvyčajné zložky, sulfidy železa a magnetitu, ktoré obvykle produkujú anaeróbne baktérie, ale i ďalšie pozemské mikroorganizmy. Tieto zložky obaľovali fosíliám podobné štruktúry, uhlíkaté globule, vo vnútri meteoritu. Iba v extrémnych podmienkach, ktoré pri meteorite do úvahy neprichádzajú, mohli by podobné procesy prebehnúť aj bez vplyvu živých organizmov.

Karbonáty obsahujú i drobné zrnká magnetitu, temer identické s tými, ktoré nachádzame v pozemských fosíliách. V marťanských fosíliách sa však našli aj zvyšky ďalších minerálov – produktov biologickej aktivity na Zemi.

Možnosť, že by meteorit infiltrovali živé organizmy počas 13 000-ročného pobytu na Zemi, je vylúčená z viacerých dôvodov. Vek marťanských karbonátov bol zmeraný pomocou metódy izotopu rodič – dcéra: má 3,6 miliardy rokov. Navyše: tím preveril reprezentatívne vzorky ďalších antarktických meteoritov a nenašiel ani náznak možných, biologicky vyprodukovaných minerálov, podobných tým, ktoré sa našli v ALH 84001.

Zloženie a poloha organických molekúl PAH v marťanskom meteorite potvrdzuje, že pôvod mikrofosílií je mimozemský. Vo vonkajšej kôre meteoritu sa nenašla ani jedna molekula PAH, ale smerom dovnútra rástol podiel PAH tak intenzívne, že to nemá obdobu v nijakom inom antarktickom meteorite. Keby bol ALH 84001 pozemského pôvodu, najvyššie koncentrácie PAH by sa našli na povrchu a ich podiel dovnútra by prudko klesal. Rovnaký efekt by sa objavil, keby organické molekuly infikovali ALH 84001 až na Zemi.

Podľa Johnson Space Center Press Releas
spracoval Eugen Gindl



Tieto marťanské, valcovité fosílie, sú na nerozoznanie podobné skamenelinám, ktoré vedci objavili v najstarších pozemských kameňoch.

Pred nami POTOPA (?)

alebo nikdy nebolo na Zemi tak zle, aby nemohlo byť lepšie (2. časť)

V minulom čísle sme sľúbili, že sa budeme zaoberať možnými príčinami klimatických zmien. Najprv sa však vrátime k projektom GRIP a GISP z minulého čísla, aby sme videli, čo má správna teória vysvetliť.

Geológovia, čo rekonštruujú dejiny klímy, vedia získané vzorky analyzovať na sto spôsobov; niektoré sú naozaj neobyčajne originálne. Rekonštruujú a analyzujú aj dejiny teplotných zmien. Ukázalo sa, že medzi pomerným zastúpením izotopov kyslíka, ktorý je obsiahnutý v ľade, a priemernou ročnou teplotou v danom mieste je jednoznačný, lineárny vzťah. Za normálnych podmienok (20 °C) obsahuje vzorka vody 99,7575 % izotopu kyslíka ^{16}O a 0,2033 % izotopu kyslíka ^{18}O. Pri zmene teploty sa mení podiel izotopu ^{18}O, $\delta^{18}O$:

$$\delta^{18}O = (n^{18}O/n^{16}O)vzorky/(n^{18}O/n^{16}O)normálu - 1,$$

n – označuje počet atómov.

Túto vlastnosť využili na rekonštrukciu dejín teploty v projekte GRIP (1990–92) a GISP (1989–93). Ide o dva vrty v grónskom ľadovci. Prvý urobili na jeho vrchole (72,58° N, 37,64° W, h = 3238 m), druhý 28 km západne od tohoto miesta. Priemerná ročná teplota na mieste vrtu je –32 °C. Datovanie do minulosti bolo robené podľa ročných prírastkov ľadu, podobne, ako je pri letokruhoch stromov. Takýmto spôsobom sa dá postupovať až do roku –14 500 (čas je všade počítaný od súčasnosti, t.j. od roku 1992), ďalej bol využitý extrapolovaný vzťah medzi hĺbkou, ročným prírastkom a časom.

Priebeh $\delta^{18}O$ (‰) je znázornený *na obrázku*. Na pravej strane je hĺbka vrtu, na ľavej čas. V dolnej časti obrázku je teplotná škála. Vidíme, že podobná klíma, ako je dnes, panuje na Zemi už 10 000 rokov. Má charakter medziľadovej doby. Predchádzajúca medziľadová doba (ém) trvala cca 25 000 rokov (medzi –140 000 a –115 000). Zo záznamu vyplýva aj to, že počas poslednej ľadovej doby (würm) bolo mnoho oteplení s rôznou dĺžkou trvania. Geológia rozoznáva v tom období 24 výrazných oteplení a má pre každé z nich aj pomenovanie.

Po tejto prehliadke „novoveku" klímy sa obrátime k našej téme: príčinám možných klimatických zmien. Ako sme už spomínali v minulom čísle, poznáme niekoľko tuctov viac-menej prijateľných vysvetlení. Hodnoverná teória však musí vysvetliť všetky dokumentované výkyvy klímy, či už pomocou jednej hypotéz, alebo, čo je pravdepodobnejšie, zohľadnením celého komplexu možných príčin (hypotéz).

Je úroveň vyžarovania Slnka stabilná?

Hlavným dodávateľom pozemského tepla je Slnko. Príčiny klimatických zmien musíme teda odvodzovať najmä z tohto zdroja.

Astrofyzika nás učí, že Slnko je bežná stabilná hviezda hlavnej postupnosti spektrálneho typu G2. Zdroj energie je v jeho jadre, kde pri teplote niekoľko desiatok miliónov stupňov prebieha termonukleárna reakcia. Vodík sa mení na hélium a úbytok hmoty je zdrojom žiarivej energie Slnka. Táto reakcia prebieha už 5 miliárd rokov a paliva má Slnko na ďalších 10 miliárd rokov.

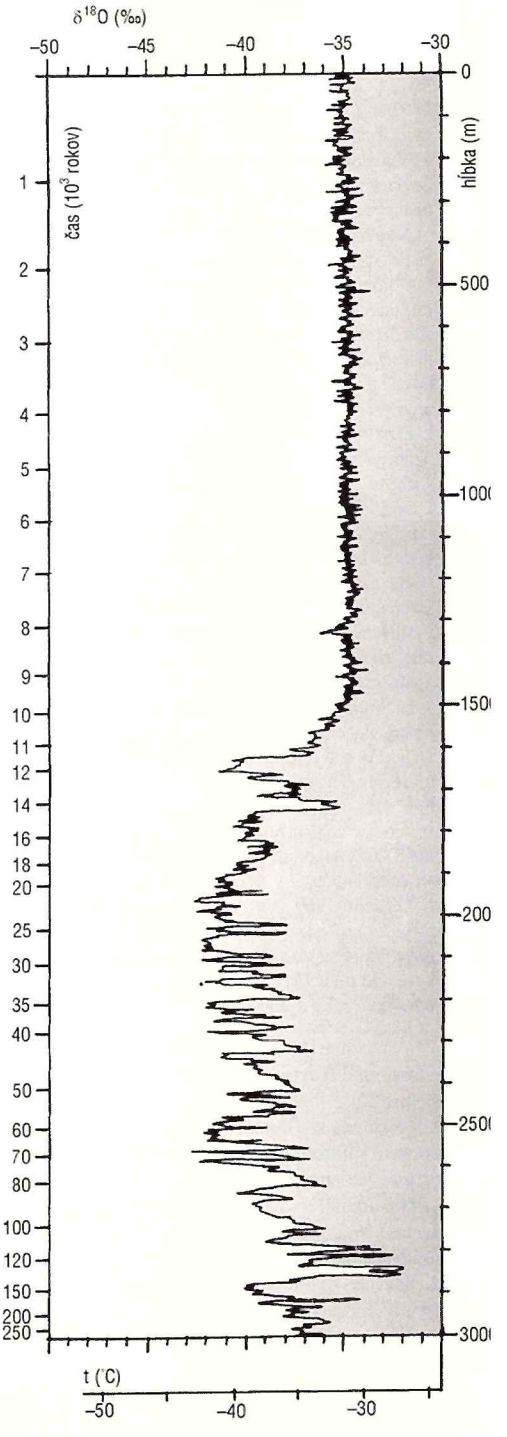
Hoci sa o tom v astrofyzike nehovorí, bolo by naivné si myslieť, že uvoľňovanie prebieha hladko, spojite, v okolí stredu Slnka. V tomto procese určite existujú fluktuácie, ktoré môžu viesť k zmenám žiarivosti Slnka (tzv. slnečnej konštanty). To sú však zatiaľ iba špekulácie. Pozemské merania žiarivosti Slnka vykonané v rokoch 1920–1952 ukázali, že zmeny sú na úrovni 0,3% a v najlepšom prípade je rovnaká aj neistota merania spôsobená fluktuáciami v priepustnosti atmosféry.

Merania z družíc sa vykonávajú od roku 1978. Presnosť týchto meraní je na úrovni 0,1 %. Niektorí odborníci na základe získaných údajov usudzujú, že žiarivosť Slnka je v korelácii s priebehom slnečnej aktivity s amplitúdou 0,1 %, t.j. počas maxima slnečnej aktivity dopadá kolmo na 1 m^2, vo vzdialenosti Zeme, o 3 W viac žiarivého výkonu ako v minime. Tento údaj je však veľmi nevieryhodný. Zdá sa teda, že v období našich meraní je Slnko veľmi stabilnou hviezdou.

Iný pohľad získame pri sledovaní slnečnej aktivity: škvŕn, erupcií, protuberancií, koróny a pod. Tam vidíme množstvo dynamických úkazov: ich početnosť a intenzita cyklicky kolíše v rytme 11 rokov a 22 rokov. O škvrnách vieme, že v ich výskyte existuje aj 80÷90 ročný cyklus. Správy o existencii dlhších cyklov nemôžu byť seriózne vzhľadom na krátku dobu pozorovania. Výnimkou je približne 10 000 ročný cyklus, určený z obsahu rádioaktívneho uhlíka v letokruhoch stromov.

Súvislosť zmien klímy s fluktuáciami vyžarovania Slnka, respektíve so slnečnou aktivitou, je dodnes veľkou neznámou, hoci tušíme, že práve tu je kľúč k problému.

Je preukázaný veľký vplyv krátkovlnových (X a UV) žiarení Slnka na hornú atmosféru Zeme. Energeticky sú však tieto zmeny nepatrné a nie je dobre známy ani spôsob prenosu týchto zmien do troposféry.



Zmeny medziplanetárneho prostredia?

Slnečná sústava obieha okolo stredu Galaxie s periódou okolo 200 miliónov rokov. Je možné, že pritom prechádza prachovými alebo plynovými pásmi, ktoré absorbujú časť slnečného žiarenia. Na overenie takejto hypotézy je potrebné vykonávať merania z obežnej dráhy, nad atmosférou, lebo zmeny v absorpcii v zemskej atmosfére ďaleko prekryjú zmeny spôsobené medziplanetárnou absorpciou.

Na indikáciu zmien v medziplanetárnom prostredí by bolo možné využiť absolútne merania magnitúd vybraných stabilných hviezd.

Zmeny parametrov dráhy Zeme ?

Medzi klimatológmi sa veľkej popularite teší Milankovičova teória striedania ľadových dôb. Milan-

kovič (1879–1958, srbský geofyzik, astronóm a matematik) vypracoval teóriu, podľa ktorej príčinu striedania ľadových dôb možno nájsť v periodických zmenách prvkov dráhy Zeme. Následkom porúch vyvolaných planétami mení sa excentricita dráhy Zeme od 0 do 0,053 s periódou 97 000 rokov, čo spôsobuje, že rozdiel v insolácii (žiarivý výkon pripadajúci na jednotku plochy) medzi perihéliom a aféliom kolíše v rozmedzí 0 až 11 % (v súčasnosti je e = 0,0165 a rozdiel je 3,4 %).

Sploštenie Zeme zasa spôsobuje variácie dĺžky perihélia s periódou 26 000 rokov a zmeny sklonu zemskej osy k ekliptike od 21,8° do 24,4° s periódou 41 000 rokov (súčasná hodnota je 23,5°).

Kombináciou týchto variácií sa dá vysvetliť koniec poslednej ľadovej doby. Napríklad pred 9000 rokmi pripadal dátum perihélia na 30. júl, sklon zemskej osy k ekliptike bol 24,23°, e = 0,0193. Insolácia v období jún–august bola vyššia o 6 %, pričom približne platí, že vzrast úrovne žiarenia o 1 % spôsobí zmenu priemernej teploty o 1 %.

Milankovičova teória však nedokáže vysvetliť kratšie variácie klímy, nerovnakú dĺžku trvania ľadových (medziľadových) dôb či absenciu striedania klímy v treťohorách. Niektoré z týchto nedostatkov by sa dali vysvetliť ľahko. Kratšie variácie spôsobené inými vplyvmi, nerovnakú dĺžku trvania neistotou v geologickom datovaní, prípadne aj sekulárnym vývojom dráh planét, ktorý súčasná nebeská mechanika nedokáže dosť presne určiť.

Pozemský pôvod klimatických zmien?

Existuje veľa hypotéz, ktoré vysvetľujú striedanie klimatických období pozemskými príčinami. Pokúsime sa ich rozčleniť do charakteristických skupín:

1) Zmeny v geologických časových obdobiach:

a) Teplo zemského vnútra vedením neustále preniká na povrch. Podmienky tohto prenosu určite nie sú stabilné, ale vykazujú fluktuácie, čo sa môže prejaviť v tepelnej bilancii Zeme.

b) Rozdelenie povrchu Zeme medzi oceány a pevniny je nerovnomerné a premenlivé. Oceány majú väčšiu tepelnú kapacitu ako pevniny. Pri väčšom pomernom zastúpení pevnín bude klíma suchšia a chladnejšia. Súvisí s tým aj putovanie pevninských blokov. Napríklad zmena pôvodnej pevniny Gondwana, ktorá sa v prvohorách rozprestierala na južnej pologuli a rozpadla sa počas druhohôr na dnešnú Južnú Ameriku, Antarktídu, Afriku, Austráliu a Indiu, určite spôsobila zmeny v tepelnej bilancii Zeme.

c) Horotvorné procesy menia podmienky cirkulácie atmosféry. Spôsobujú zvýšenie zrážkovej činnosti, napomáhajú vzniku ľadovcov, ktoré následne ochladzujú okolité územie. Vznik podmorských hrebeňov môže meniť trasy morských prúdov, ktoré vyrovnávajú kontrast teplôt medzi tropickými a polárnymi oblasťami.

d) Pri erupciách sopiek sa dostáva do atmosféry obrovské množstvo pevných čiastočiek v podobe dymu a prachu, ktoré znižujú priepustnosť atmosféry pre slnečné žiarenie. Prípad z dejín klímy, ktorý sme spomínali v minulom čísle, bol zrejme spôsobený preniknutím prachu do atmosféry. V zázname $\delta^{18}O$ je okolo roku –115 000 prudká zmena cca o –10 ‰, ktorá prebehla za obdobie kratšie ako 10 rokov a trvala 70 rokov. Súbežne s tým bol zaregistrovaný vzrast prachu vo vzorke ľadu z 0 na 6 mg/l. Z opisu v odbornom článku nie je jasné, či ide o sopečný prach, alebo o prach kozmického pôvodu.

2) Zmeny cirkulačných pomerov.

Cirkulácia vzduchu a vody, horizontálna aj vertikálna, spôsobuje zmeny počasia a budeme sa ňou zaoberať vo zvláštnej časti tejto série článkov (o „stroji" počasia). Motorom cirkulácie je slnečné žiarenie a jej priebeh môžeme vysvetliť pomocou niekoľkých fyzikálnych zákonov: stavovej rovnice plynov, pohybových rovníc kvapalín a plynov a pôsobením Coriolisovej sily. Následkom nerovnomerného ohrevu vzniká na niektorých miestach pretlak, vzduchové hmoty sa dajú do pohybu a pohybujú sa tak, aby rozdiel tlaku vyrovnali. Pri pohybe ich od priamky odkláňa Coriolisova sila (na severnej pologuli doprava).

Cirkulačné hypotézy zmien klímy sú založené na zohľadnení príčin, ktoré spôsobia dlhotrvajúce zmeny v cirkulačných pomeroch.

Ako príklad môžeme uviesť hypotézu, ktorá vysvetľuje zmeny klímy zmenami slanosti morskej vody. Nech sú príčiny zmeny slanosti akékoľvek (napr. zvýšená erózia pri horotvorných procesoch), spôsobia vzrast vertikálnej cirkulácie v oceánoch, lebo slaná voda je ťažšia a klesá ku dnu. V konečnom dôsledku to vyvolá ochladenie povrchových vrstiev oceánu.

3) Zmeny chemického zloženia atmosféry.

V pôvodnej atmosfére Zeme počas prvohôr bol zastúpený najmä oxid uhličitý. Neskoršie sa dostal do atmosféry voľný kyslík, v malej miere vďaka fotodisociácii vodnej pary, ale najmä následkom fotosyntézy uhlovodíkov v rastlinách. Z kyslíka sa vo väčších výškach pri pôsobení ionizujúceho žiarenia tvorí ozón, ktorý absorbuje žiarenie v ultrafialovej oblasti. Vrstva vzduchu sa absorpciou ohreje, výškový gradient teploty sa zmení a tým sa zmení aj prúdenie. Podobných možných mechanizmov zmeny tepelných pomerov je nespočetné množstvo. V súčasnosti sa hovorí najmä o tzv. skleníkovom efekte, ktorý by mal byť spôsobený najmä zvyšovaním podielu oxidu uhličitého v atmosfére. Skleníkovému efektu sa budeme venovať vo zvláštnom článku.

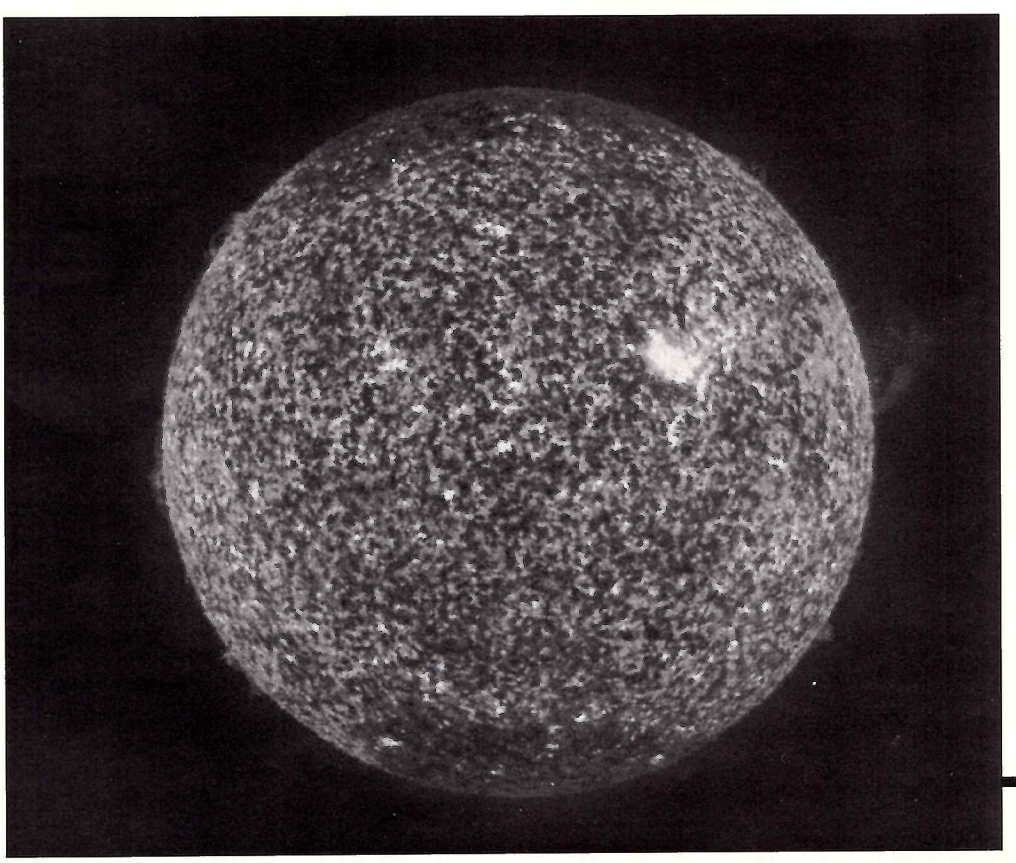
4) Pôsobenie ľudskej činnosti na klímu.

Tu sa spomína najmä zvyšovanie oxidu uhličitého v atmosfére spaľovaním fosílnych palív, ničenie lesných porastov a ich premena na mestské konglomeráty, umelé vytváranie veľkých vodných plôch a zvyšujúca sa výroba energie. V súčasnosti ľudstvo vyrába stotinu energie, ktorá k nám prichádza zo Slnka. Spotreba však narastá 5% ročne, takže v dohľadnej dobe i tento faktor môže vývoj klímy destabilizovať!

Je nanajvýš pravdepodobné, že na zmeny klímy pôsobí celý komplex príčin a úlohou vedy bude ich odhaliť a správne interpretovať. Bez výpredaja senzácii a čiastočných výsledkov.

(pokračovanie)

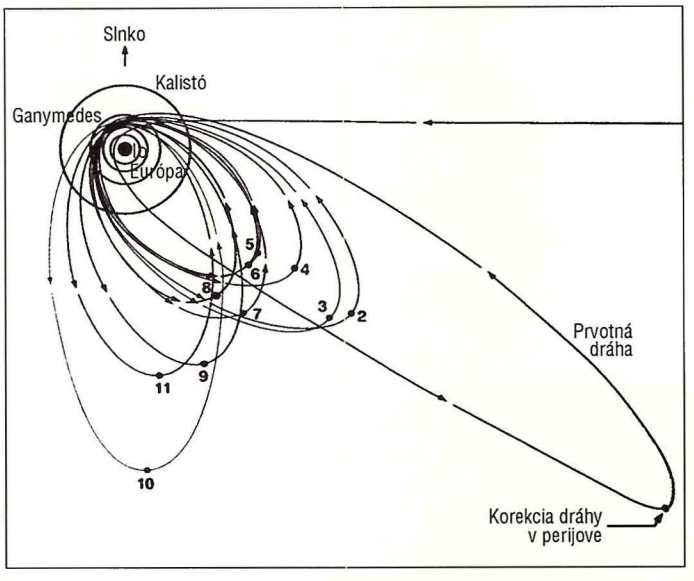
Milan Rybanský



Dávno vieme, že hlavným režisérom pozemskej klímy je Slnko, či presnejšie, jeho tepelné žiarenie, ktoré ohrieva atmosféru, povrch morí i oceánov, ako aj súš. Už malé výkyvy intenzity slnečného žiarenia môžu pozemskú klímu výrazne ovplyniť. Príčiny týchto výkyvov hľadáme vo vnútorných mechanizmoch slnečného teplostroja, v meniacej sa dráhe Zeme okolo neho i vo „filtroch" medzihviezdnych oblakov plynu a prachu, ktoré Slnko na svojej dráhe okolo Galaxie križuje. Dôsledky ľudskej činnosti na klímu sú čoraz väčšie, ale tak, ako v ďalekej minulosti, ani po posledných industriálnych storočiach nie sú zatiaľ z hľadiska globálnych zmien klímy príliš významné. Na snímke satelitu SOHO (v ďalekej ultrafialovej oblasti) vidíte slnečnú atmosféru s doteraz najlepším rozlíšením.

Jedenásť obletov sondy Galileo okolo Jupitera

Už vyše desať mesiacov krúži okolo Jupitera sonda Galileo. Jedenásť prístrojov na jej palube vysiela od júla tohto roku na Zem hotovú lavínu snímok a údajov. Už po prvom z plánovaných jedenástich obletov je jasné, že vďaka Galileu budeme o najväčšej planéte našej slnečnej sústavy a jej štyroch najväčších (a možno aj ďalších menších) satelitoch vedieť viac, ako sme sa dozvedeli od počiatkov pozemskej astronómie. Získané údaje pomôžu vedcom zrevidovať i naše vedomosti o vzniku a vývoji našej slnečnej sústavy a pochopiť lepšie povahu Jupitera a ďalších planetárnych obrov. – Každý deň, keď dostaneme z Galilea nový balík údajov a fotografií, prežívame v tíme ako Štedrý večer, – vyhlásil jeden z členov tímu vyhodnocujúceho fotografie James W. Head. Sme presvedčení, že i pre vás bude blok materiálov z Galilea, ktorý sme získali prostredníctvom Internetu priamo z NASA, vzrušujúcim dobrodružstvom.



Galileo obletí Jupiter jedenásťkrát: zakaždým po inej eliptickej dráhe. Každý oblet využíva gravitáciu mesiacov Ganymedes, Kalistó a Európa počas tesných priblížení neďaleko perijova (bodu, v ktorom sa počas každého obletu najviac priblíži k Jupiteru). Najvzdialenejší bod jednotlivých „obletových elíps" kolíše od 5 po 20 miliónov kilometrov. Prenos dát z priblíženia k niektorému z mesiacov sa neuskutoční iba pri piatom oblete Jupitera, pretože vtedy bude Slnko medzi Jupiterom a Zemou, čo znemožní komunikáciu. Pri každom oblete sa bude pozorovať aj mesiac Io.

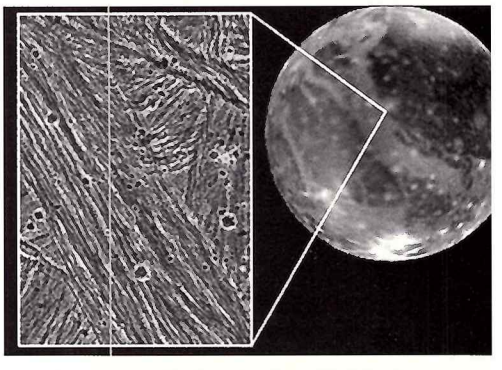
Na obrázku vidíte počítačom nakreslený „kvet" jedenástich obletov Galilea. Už počas prvého obletu Ganymeda, 26. júna 1996, zmenila/skrátila príťažlivosť mesiaca dráhu nasledujúceho obletu. Ganymedes, ako hlavný korektor obletov, zmení dráhu Galilea štyrikrát, Kalistó trikrát, Európa tiež trikrát. K mesiacu Io sa priblíži sonda iba raz (to sa už stalo pri prvom oblete), pretože viacnásobný prelet v tesnej blízkosti Jupitera (Io obieha po najbližšej obežnej dráhe) by prístroje na palube sondy vystavil riziku, že ich intenzívne žiarenie poškodí, alebo vyradí z prevádzky.

Galileo sa pri každom oblete priblíži ku dráhu korigujúcemu mesiacu približne na vzdialenosť 300 km, čo je 100 až 300-krát bližšie ako v prípade oboch sond Voyager. Postupne zmapuje chemické zloženie povrchu, geologické útvary a geofyzikálnu históriu štyroch najväčších mesiacov. Snímače postupne s vysokým rozlíšením zmapujú celý ich povrch. Počas každého vzdialenia bude sonda vysielať nazbierané údaje na Zem, ale zároveň ďalšie prístroje budú neprestajne zbierať údaje o joviánskej magnetosfére a o hustote v gravitácii Jupitera sa pohybujúcich čiastočiek prachu.

Plán jednotlivých priblížení:

G1	27. 6. 1996	Ganymedes	In	844
G2	5. 9. 1996	Ganymedes	In	255
C3	4. 11. 1996	Kalistó	In	1 100
E3A	6. 11. 1996	Európa	Out	31 947
E4	19. 12. 1996	Európa	Out	695
E5A	20. 1. 1997	Európa	Out	27 419
E6	20. 2. 1997	Európa	In	588
E7A	4. 4. 1997	Európa	In	23 244
G7	5. 4. 1997	Ganymedes	Out	3 065
C8A	6. 5. 1997	Kalistó	In	33 499
G8	7. 5. 1997	Ganymedes	In	1 584
C9	25. 6. 1996	Kalistó	In	416
G9A	26. 6. 1997	Ganymedes	In	79 961
C10	17. 9. 1997	Kalistó	In	524
E11	6. 11. 1997	Európa	In	1 119

Prvý údaj označuje začiatočné písmeno mesiaca/korektora, po ňom ide dátum obletu, In/Out označujú, či sonda preletela okolo mesiaca z vnútornej/vonkajšej strany vzhľadom na Jupiter, posledný údaj je výška najväčšieho priblíženia v km.



Na snímke vidíte časť „pohrabanej" oblasti Uruk Sulcus na Ganymede. Podobný charakter povrchu majú všetky svetlejšie oblasti na tomto mesiaci. Slnko svieti zozadu, teda spoza sondy. Globálny pohľad na Ganymedes urobila ešte sonda Voyager 1 roku 1979.

Na tejto snímke vidíte jemné detaily na jednej z tmavších oblastí Ganymeda, ktoré pokrývajú polovicu povrchu mesiaca. Vľavo v strede vidíte jeden z početných impaktných kráterov. Kráter pretínajú početné zlomy, čo svedčí o búrlivých geologických procesoch na mladom Ganymede. Tmavé oblasti tvorí najskôr vyvrhnutý materiál z impaktov, ktorých sú na tomto mesiaci doslova tisíce.

Galileo objavuje Ganymedes

Ganymedova tvár je poďobaná nespočetnými krátermi po dopadoch komét a asteroidov, ale geológovia rozoznali na jeho povrchu i útvary, ktoré mohli sformovať iba sily, ktoré vytvorili pohoria a kontinenty na Zemi. – To, čo vidíme na Ganymede – komentuje Michael Belton – prekonalo aj naše najsmelšie očakávania.

V oblastiach Galileo Regio a Uruk Sulcus sú obrovské pláne starého, krátermi posiateho ľadu čiastočne prekryté sklovitými príkrovmi mladšieho ľadového vulkanizmu. Krížom cez ľadové pláne sa tiahnu ľadové pohoria, členené hlbokými brázdami, a medzi nimi hladké, zanorené bazény, neklamné znaky pôsobenia tektonických síl. Geológov doslova fascinuje najmä porovnávanie najnovších snímok s fotografiami Voyagera, pretože najmä zo zmien povrchu môžu odčítať geologickú vitalitu mesiaca.

– Ganymedes vyzerá tak – vyhlásil manager projektu Bill O'Neil – akoby ho ktosi ani nie tak dávno pohrabal ozrutnými hrabľami. Jim Head, jeden z členov tímu ho doplnil: Podľa mňa povrch Ganymeda, prinajmenšom jeho najrozpukanejších častí, spôsobujú pomerne časté ľadotrasenia (icequakes). Niektoré časti vyzerajú, akoby sa tam niekto hral s ľadovými kockami domino.

Nadšenie vedcov vzbudili aj detaily povrchu z oblasti Galieleo Regio, ktorá patrí k najtmavším na celom povrchu mesiaca. Početné hrbole a pahorky sú roztrúsené pozdĺž krivolakých, dlhých poklesov, pripomínajúcich priekopové prepadliny na Zemi. Jedna z tektonických trhlín pripomína priekopu San Andreas v Kalifornii. Analýza a zmeny na tomto útvare môžu vedcom pomôcť lepšie pochopiť a predvídať zemetrasenia v tejto časti Spojených štátov. Vedci s napätím očakávajú snímky, ktoré Galileo získal počas najväčšieho priblíženia v septembri tohto roku, keď sa k povrchu Ganymeda priblíži na 835 km.

Na záver tlačovky o Ganymede Dr. Hull vyjadril presvedčenie, že v budúcom storočí sa na strmých, zaľadnených svahoch pohorí Ganymeda objavia pozemskí lyžiari. Vo svete večnej zimy si však prídu na svoje iba dokonalí skiakrobati, pretože ľad zamrznutý pri teplote 100 K je tvrdší ako skalnatý povrch.

NASA Press Releas z 9. júla 1996

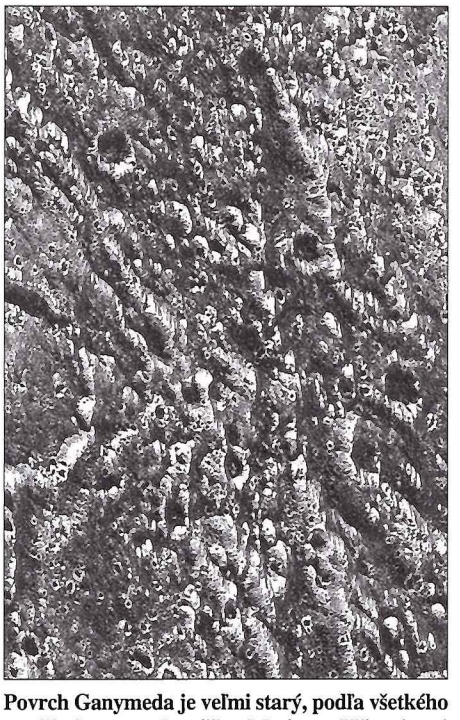
Magnetosféra v magnetosfére

Galileo nie je iba planetárny fotorobot. Na jeho palube pracuje celý rad citlivých prístrojov. Jeden z nich, plazmový spektrometer, meria zmeny elektromagnetických vĺn v Jupiterovom okolí, druhý, magnetometer, meria silu a smerovanie magnetického poľa. Prvý prístroj, navyše, zaznamenáva aj hustotu nabitých čiastočiek v okolí Ganymeda. A práve tento prístroj dodal údaje, z ktorých vyplynulo, že v okamihu najväčšieho priblíženia sa sondy ku Ganymedu (výška 835 km) dosiahla hustota týchto čiastočiek až stonásobnú hodnotu v porovnaní s prvými záznamami na periférii potenciálneho magnetického poľa mesiaca.

– Ukázalo sa – interpretuje tieto údaje Dr. Donald Gurnett, patrón plazmového spektrometra – že Ganymedes má podľa všetkého ionosféru, takže sa dá predpokladať, že má aj riedku atmosféru!

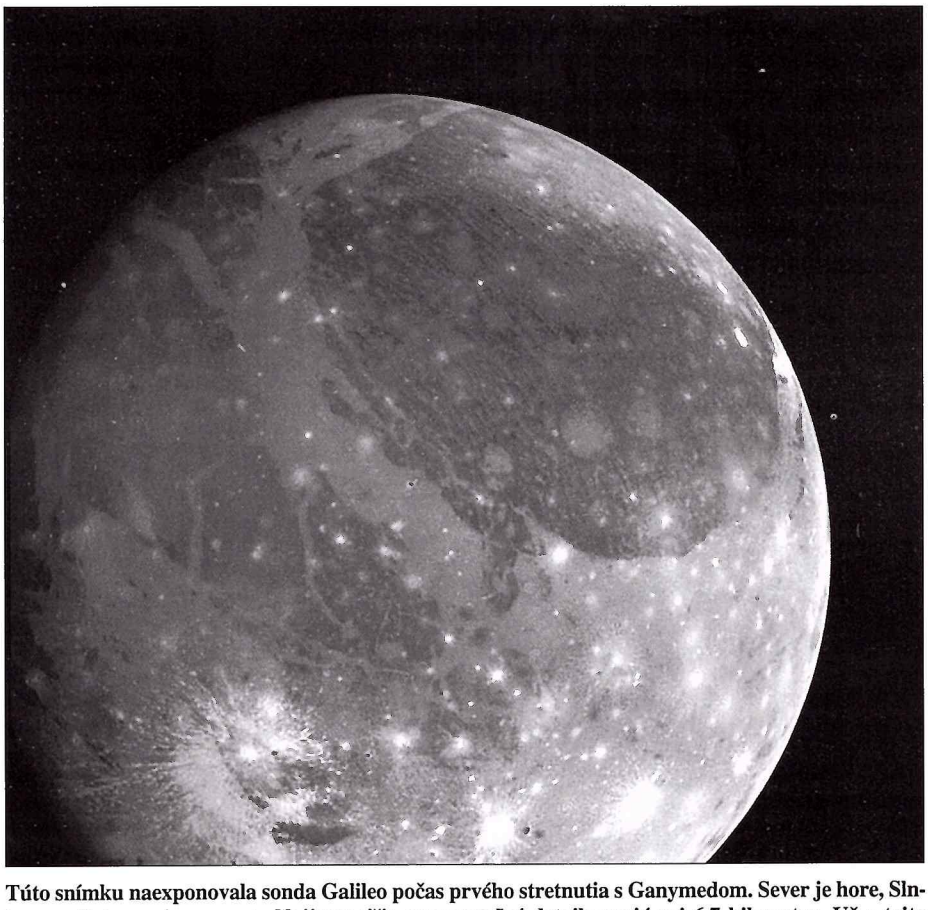
Keď sa sonda priblížila ku Ganymedu, magnetometer nameral, že skúmané pole bolo v mocnom magnetickom poli Jupitera rovnorodé a pretiahnuté smerom na juh. Vo chvíli, keď sonda križovala oblasť, kde vlnový spektrometer plazmy zaznamenal signály typické pre magnetosféru, pole zosilnelo až päťnásobne a bleskove sa presmerovalo na Ganymedes. Keď vedci zhodnotili údaje z oboch prístrojov, dospeli k presvedčeniu, že Ganymedes je prvým známym mesiacom s magnetosférou! Najväčšou senzáciou je však zistenie, že môže existovať magnetosféra v magnetosfére, magnetosféra Ganymeda v ozrutnej magnetosfére Jupitera.

Počas nasledujúcich 18 mesiacov priblíži sa sonda ku Ganymedu ešte trikrát. Sonda sa zameria na rozličné oblasti Ganymedovej magnetosféry, vďaka čomu vedci lepšie pochopia zvláštne prostredie okolo tohto, čoraz exotickejšieho mesiaca.

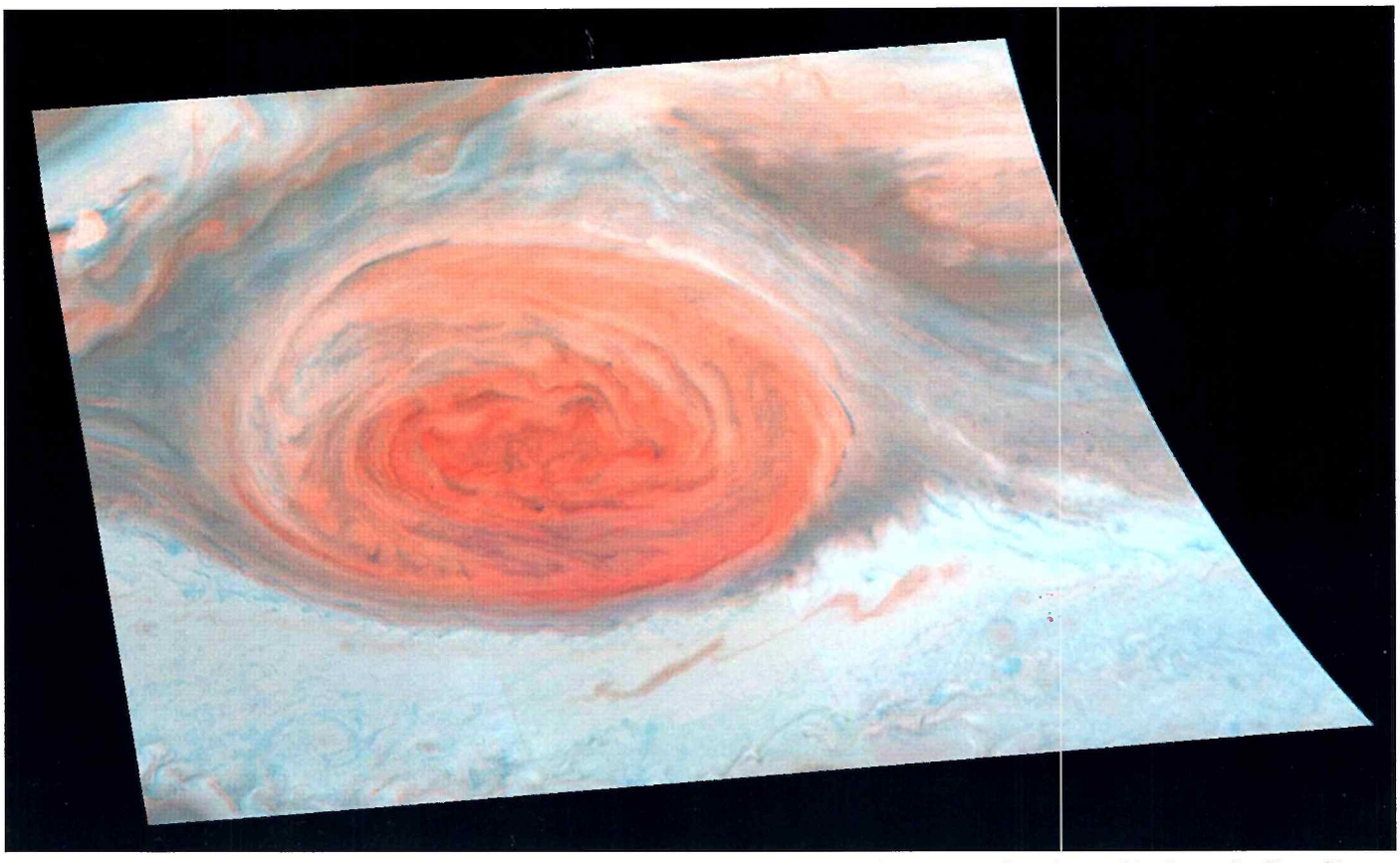


Povrch Ganymeda je veľmi starý, podľa všetkého starší ako povrch nášho Mesiaca. Všimnite si „polmesiac" okrúhleho impaktu na ľavej strane snímky, ktorý sa nachádza na tmavej pláni Galileo Regio, pokrytej vrstvou tmavých, impaktami vyvrhnutých hornín. „Škrabance" z pravého dolného rohu po diagonále a zhora nadol sú hlboké pukliny v starom, špinavom vodnom ľade.

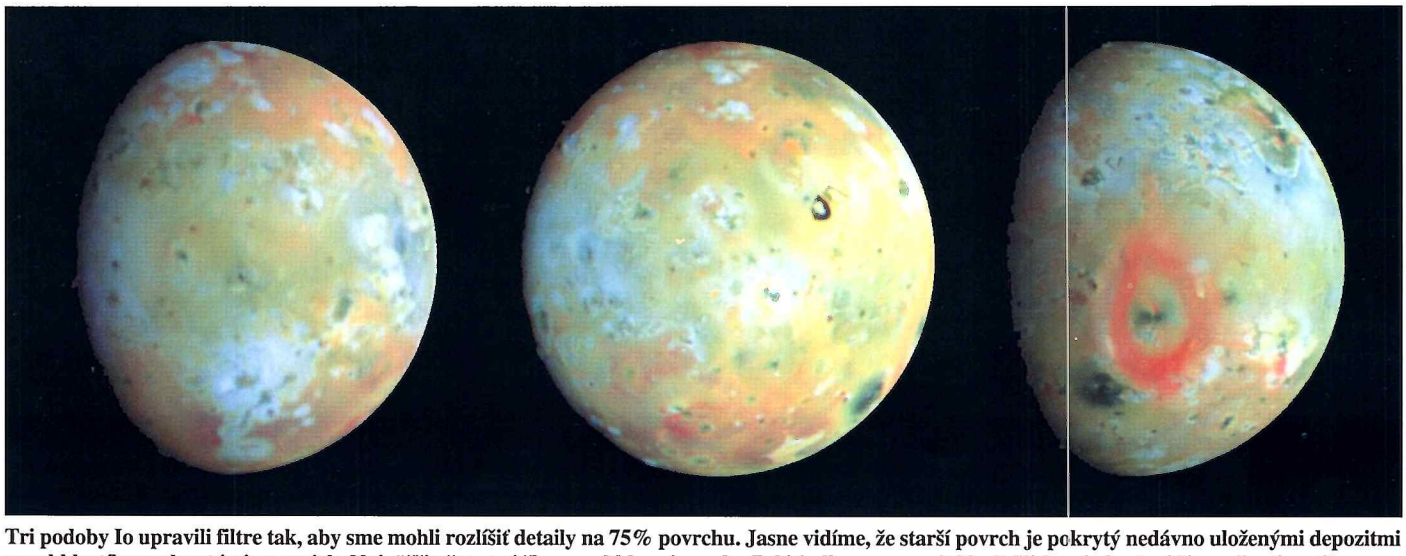
Pohľad na kopce a údolia v zatiaľ nepomenovanej oblasti Ganymeda. Slnko, ako vidíte, žiari zľava. Najjemnejšie detaily na tejto snímke majú v priemere sotva 11 m! Svetlé oblasti sú osvetlené Slnkom, tmavé vytvárajú tieň. Pravú, matnejšiu snímku, spracovali počítače tak, aby zviditeľnili detaily v tieňoch. Možno práve v tejto oblasti bude lyžiarske stretnutie pozemšťanov v 22. storočí.



Túto snímku naexponovala sonda Galileo počas prvého stretnutia s Ganymedom. Sever je hore, Slnko osvetľuje mesiac sprava. Najjemnejšie rozoznateľné detaily majú asi 6,7 kilometra. Už z tejto vzdialenosti sú viditeľné početné impakty, viac alebo menej vyhojené vodným ľadom a „zásypmi" vyvrhnutých hornín neskorších impaktov.



Túto snímku Veľkej červenej škvrny na Jupiteri zostavil počítač z dvoch snímok Galilea, získaných pomocou fialového a blízko-červeného filtra. Obe, pre lepšie rozlíšenie, snímala kamera z dvoch rôznych pozícií. Veľká červená škvrna je prinajmenšom 300 rokov stará. Ide o ozrutný atmosferický vír, ktorý sa krúti rýchlosťou 400 km za hodinu proti smeru hodinových ručičiek. Jej tvar je vajcovitý. Juhozápadný priemer je o niečo dlhší ako priemer Zeme, západovýchodný je dvojnásobne dlhý ako priemer Zeme. Galileo snímku naexponoval 26. júna 1996. Foto: NASA/JPL



Tri podoby Io upravili filtre tak, aby sme mohli rozlíšiť detaily na 75% povrchu. Jasne vidíme, že starší povrch je pokrytý nedávno uloženými depozitmi pyrokklastík vyvrhnutými zo sopiek. Najväčšia červená škvrna obklopuje sopku Pelé (celkom vpravo). Na ďalších snímkach vidíme už známe útvary zo snímok Voyagerov, takmer všetky však so zmeneným okolím. Jasne viditeľné sú momentálne neaktívne sopky Loki a Amirani, Volund sa práve prebudil, Pelé ospalo fajčí, zatiaľ čo Marduk vyvrhuje materiál, ktorý sa okolo neho ukladá. Foto: NASA/JPL

Dramatické zmeny na Io

Mesiac Io pred Galileom naposledy zblízka fotografovali americké sondy Voyager 1 a 2. To bolo pred sedemnástimi rokmi. Od tých čias sa povrch Io neuveriteľne zmenil. Podľa riaditeľa tzv. „kameratímu" Dr. Michaela Beltona, povrch na Io sa pod vplyvom vulkanickej činnosti neprestajne mení. Staré i nové vulkány chŕlia síru v rôznych skupenstvách.

– Zmenil sa nielen povrch, ale aj jeho sfarbenie – dodáva Belton. – Zmenila sa i distribúcia tohto materiálu.

Vedcov najviac zaujali fotografie nových obrovských depozitov síry a oxidu siričitého okolo sopky Masuby v južnej hemisfére Io.

Podľa Beltona oxid siričitý, ktorý poháňa tento vulkán, po explóziach rýchlo kondenzuje a ukladá sa okolo sopky v podobe belavého poprašku. Sopku Masubi, ako aktívny vulkán, objavila už sonda Voyager 1.

Na najnovších snímkach Io z Galilea objavili vedci modrastý oblak, ktorý sa ťahá až do výšky 100 kilometrov. Oblak vyfúkla sopka Ra Patera a tvorí ho tiež oxid siričitý. Z oblaku už povypadávali ťažšie čiastočky a zniesli sa naspäť na povrch. Ľahšie čiastočky kondenzovaného plynu sa v priestore naďalej rozpínajú a chladnú.

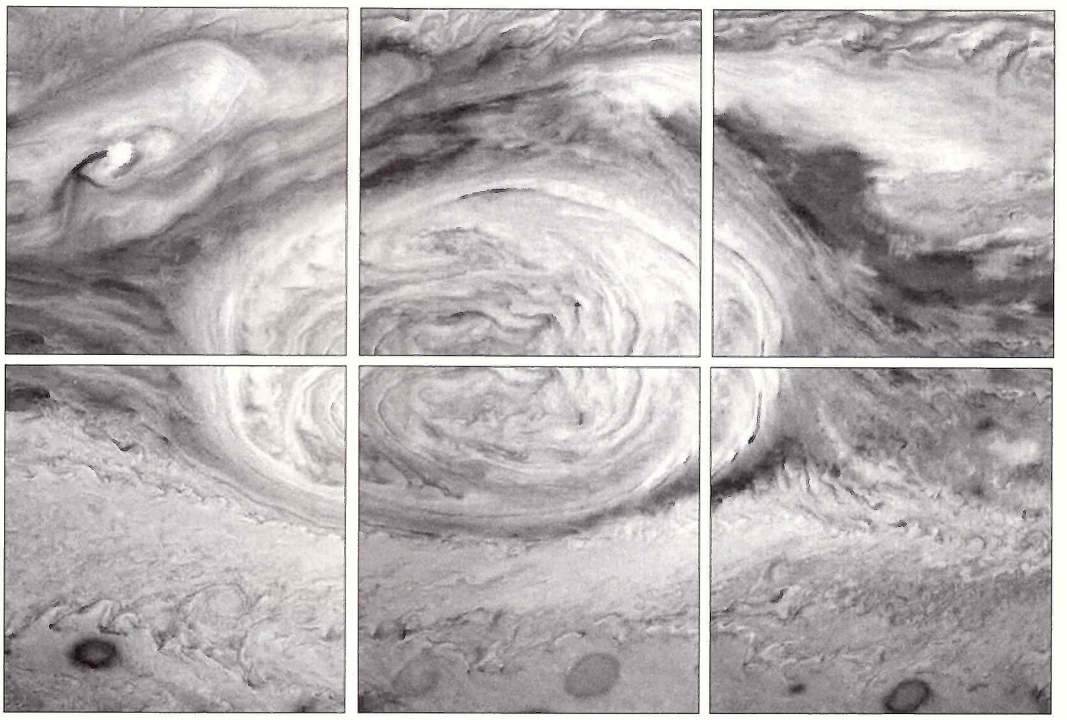
– Ioanský vulkanizmus je celkom odlišný od pozemského – zdôrazňuje Torrence Johnson, expert z JPL. – V pozemských podmienkach by nijaká sopka nedokázala vymrštiť materiál až do takej výšky. Vedci sa nazdávajú, že sopky na Io sú skôr ozrutnými gejzírmi, ktoré poháňa oxid siričitý a iné sírnaté plyny, ktoré unikajú a zamŕzajú v extrémne riedkej atmosfére Io.

Za mimoriadne zaujímavý úkaz pokladajú vulkanológovia to, že oblak z Ra Patera v tme svetielkuje. Tento úkaz spôsobuje podľa všetkého fluorescencia iónov síry a kyslíka, ktoré „vytĺkli" z molekúl oxidu siričitého nárazy energetických čiastočiek jovianskej magnetosféry. Po porovnaní najnovších snímok Ra Patery so snímkami Voyagerov zistili vedci aj na tomto vulkáne a v jeho okolí dramatické zmeny. Okolie sopky, veľké ako Slovensko, pokryli počas uplynulých sedemnástich rokov nové depozity sopečného materiálu.

NASA PR 96-164, 13. 8. 1996

Veľká červená škvrna

Galileo získal z mysterióznej Veľkej červenej škvrny snímky s doteraz najväčším rozlíšením: jeden pixel zobrazuje štvorec o hrane 35,7 km. Zo šiestich snímok, ktoré prinášame, si môžete Veľkú červenú škvrnu zostaviť. Vedci dúfajú, že snímky, ktoré odošle Galileo na Zem, pomôžu objasniť mechanizmus Veľkej červenej škvrny, príčiny jej relatívnej stability (na ostatných veľkých planétach podobné víry trvajú pomerne krátko) i jej vplyv na celkovú dynamiku atmosféry. Na snímke vedci dokážu rozlíšiť štruktúru viditeľných častí ozrutného hurikánu: výšku jednotlivých oblakov okolo krútňavy i nové detaily v jeho lieviku.



Na Jupiterovom mesiaci Európa je

Teplý ľad či tečúca voda

Najnovšie snímky Galilea priniesli silné dôkazy o tom, že na Európe, jednom zo štyroch veľkých mesiacov Jupitera sa vyskytoval, a podľa všetkého sa dodnes vyskytuje „teplý ľad" alebo dokonca voda v tekutom skupenstve. Podrobným skúmaním rozpukanej ľadovej kôry obaľujúcej Európu našli vedci oblasti, na ktorých identifikovali ľadové toky pripomínajúce útvary z polárnych oblastí Zeme, ba dokonca štruktúry, pripomínajúce stopy po zamrznutých erupciách početných vodných gejzírov. Detailné snímky zviditeľnili tieto útvary pozdĺž dlhých tmavých pásov, ktoré sa ťahajú, nie nepodobné diaľnicami, krížom cez povrch popraskaného mesiaca.

– Európa je nádherný svet – vyhlásil Ronald Greeley, geológ tímu vyhodnocujúceho snímky z Galilea. – Našli sme stopy po nespočetných geologických aktivitách. Na viacerých miestach povrchový ľad popukal do obrovských krýh, ktoré sa však dajú iba ťažko rozlíšiť, pretože sa držia pohromade podobne ako kúsky kartónu v populárnych skladačkách. To dokazuje, že celú túto ľadovú mozaiku formoval (a pravdepodobne dodnes formuje) tlak teplého ľadu, alebo dokonca tekutej vody v podloží. Tento poznatok je naozaj senzačný: vedci sú už takmer presvedčení, že Európa môže byť prostredím, v ktorom mohol vzniknúť alebo sa uchytiť primitívny život.

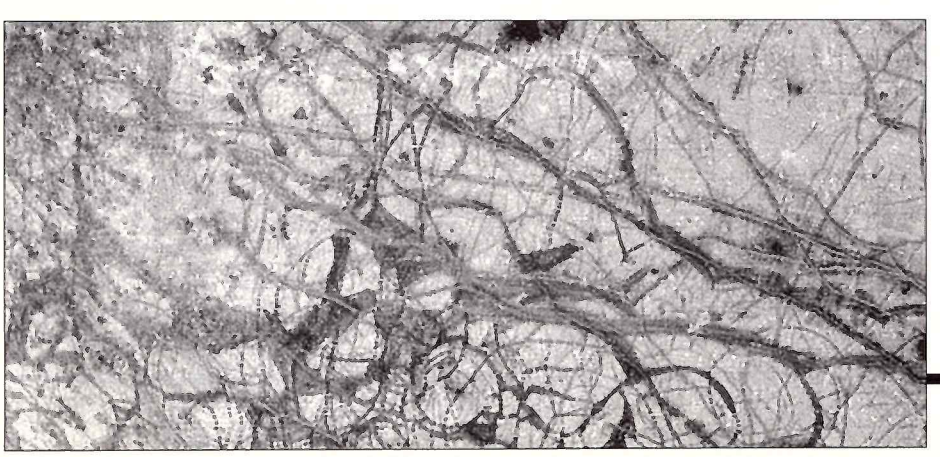
Európa je približne taká veľká ako náš Mesiac. Pokrýva ju šedobiely alebo hnedastý ľad, ktorý podľa všetkého vyhojil všetky stopy po menších i veľkých impaktoch, ktoré pozorujeme na povrchu všetkých terestických telies našej slnečnej sústavy. Vedci nepochybujú, že spleť dlhých trhlín je výsledkom gravitačného hnetenia mocnou príťažlivosťou Jupitera. Rovnako teplo, nahrievajúce spodné vrstvy ľadovej kôry, produkuje gravitačné hnietenie, spôsobujúce mocné trenie podložných vrstiev. Aj v tomto prípade sa ukázalo, že logická fantázia autorov sci-fi, ktorí už dávnejšie zhodnotili doteraz známe vlastnosti Európy a vyhliadli si ju ako jedno z možných miest našej slnečnej sústavy, kde by mohli existovať primitívne formy života, sa aj v tomto prípade priblížila ku skutočnosti.

– V najbližších mesiacoch – vraví Greeley – sa sústredíme na to, aby sme zistili, či sa na základe viditeľných znakov dá spoľahlivo zistiť existencia kvapalnej zóny na povrchu Európy. Inými slovami: na povrchu tohto fascinujúceho mesiaca hľadáme voľakedajší, dnes zamrznutý oceán alebo dodnes tekuté more. Chceme identifikovať nielen miesto, ale dobu, počas ktorej toto more existovalo, či existuje.

Posledné snímky naexponovala sonda zo vzdialenosti 155 000 km s rozlíšením 1,6 km na pixel. Pri ďalších obletoch sa však priblíži až na vzdialenosť 600 km od povrchu Európy. Na snímkach sa budú dať v priemere rozlíšiť útvary o veľkosti 22–30 metrov na pixel! Na snímkach s najväčším rozlíšením sa však budú dať identifikovať dokonca objekty s veľkosťou 11 metrov na pixel, teda veľké ako bežný dedinský dom na Zemi. Tri najtesnejšie oblety sa uskutočnia 19. decembra 1996, 20. februára 1997 a 6. novembra 1997. Dodatočné pozorovania z väčších vzdialeností prevedie sonda v septembri a novembri tohto roku.

Detailné snímky Galilea priniesli nové poznatky o dlhánskych, možno povedať globálnych pásoch, pripomínajúcich diaľnice, ktoré predbežne nazvali „trojpásmi". Každý z nich sa totiž skladá z troch paralelne sa vinúcich stúh: pozdĺž svetlej, vnútornej stuhy sa ťahajú z oboch strán tmavé stuhy. Rozmery týchto pásov sú udivujúce: priekopa San Andreas, ktorá prelína západnú časť Kalifornie od San Francisca až po mexické hranice, je v porovnaní s pásmi Európy hotovým trpaslíkom. Planetárni geológovia ešte presne nevedia, ako tieto „trojpásy" vznikli, navrhli však už niekoľko možných modelov. Jedna skupina modelov kombinuje vzájomné pôsobenie tektonických síl a vyvierajúcej vody z podložia, ktorá zaplavuje trhliny, zamŕza v nich, pričom podstatne väčší objem ľadu trhliny pomaly roztláča na obe strany. Tmavé pásy tvoria asi zrniečka silikátových hornín, ktoré vyvierajúca voda vynáša z podložných vrstiev kôry do puklín, kde spolu s vodou, čo ich vyplavuje, okamžite zamŕzajú. Ďalší vedci sa nazdávajú, že pozdĺž týchto puklín objavíme spustu kalných gejzírov, ktoré podchvíľou vyrážajú na povrch a rozptyľujú do okolitého priestoru zmes vody a silikátov. Povrch okolo „trojpásov" môže byť teda poriadne hrboľatý. Čistejšia voda by mala vyvierať pokojnejšie, kontinuálne uprostred pása a zamŕzať do podoby svetlej, podľa všetkého čoraz hrubšej centrálnej stuhy, ktorá okolité kruhy roztláča. Výsledkom by mohli byť pohyby povrchových vrstiev kôry: tlaky pohybujúcej sa masy ľadu môžu vytláčať nepríliš strmé, ľadové pahorky, ale vo väčšine prípadov i bariéry navŕšených ľadových krýn, sformovaných do nepravidelných, kľukatých útvarov. Tak, alebo onak, máme sa na čo tešiť. Najsmelší vedci nevylučujú, že na Európe objavíme prinajmenšom primitívne baktérie. Na rozdiel od fosílií v marťanskom meteorite – živé.

NASA PR 96–164



Fragment rovníkovej oblasti mesiaca Európa: ľadový obal mesiaca, hrubý asi 100 km, je rozpraskaný na kryhy s priemerom až 30 km. Pukliny sú vyplnené zamrznutou triešťou ľadu a kúskami spod ľadu vyplavených hornín. Väčšina krýh rotuje na podloží mäkšieho ľadu alebo vodnej vrstvy. Foto: NASA/JPL

Srdce temnoty

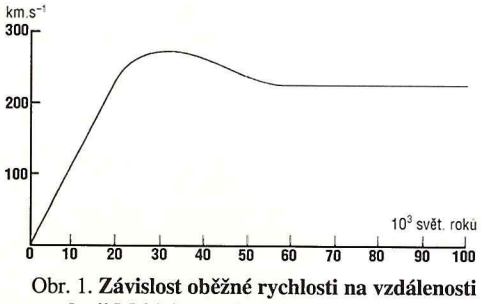
Zářivé noční nebe budí představu, že hvězdy jsou ostrůvky hmoty v naprosté prázdnotě. Tuto představu dlouho sdíleli s neučenými pozorovateli nebes i astronomové. Již prostá úvaha je měla vést k opatrnosti: jestliže něco nevidíme, neznamená to ještě, že to není. Neviditelná hmota prostírající se mezi hvězdami či mezi galaxiemi nemusí být nijak nápadná, aby přesto tvořila hlavní náplň vesmíru. Udělejme si názorný obrázek o jeho rozměrech: kdyby se Slunce zmenšilo na velikost míče, vešla by se celá sluneční soustava do sálu planetária, zatímco další podobný zářivý míč bychom museli hledat až za hranicemi České republiky. Zmenšeme míče na mikroskopické rozměry tak, abychom vzdálenost mezi nimi překlenuli rozpjatýma rukama: galaxie pak vyplní větší město a další obdobné hvězdné ostrovy budou opět až za českými hranicemi. I nepatrná hustota temné hmoty může proto převážit nad hustotou hmoty svítící.

Naštěstí, pro hledače temné hmoty nemusí temnota ještě znamenat naprostou nepozorovatelnost. Tato hmota se může projevovat vlastním zářením mimo obor viditelného světla či může se stavět světlu hvězd do cesty. V každém případě se pak musí projevit svým gravitačním působením na hmotu, kterou je vidět. A právě to ji prozradilo v době, kdy o její existenci ještě nebylo jiných dokladů.

Neměli bychom se však nejpve zeptat, co to vůbec hmota je? Již starořečtí filozofové Leukippos a Demokritos zdůraznili protiklad mezi „jsoucím" – atomy a „nejsoucím" – prázdnem, v němž se atomy pohybují. Newtonovská fyzika přiřadila hmotě dvě univerzální vlastnosti: setrvačnost a gravitaci. Obojí je podle Newtona určeno jedinou veličinou – hustotou hmotnosti, která má kladnou hodnotu všude tam, kde se nachází hmota. Obecná teorie relativity nahrazuje tuto jedinou veličinu souborem deseti veličin tvořících tenzor energie – hybnosti hmoty. Hustota hmotnosti či energie (což je podle teorie relativity vpodstatě totéž), je pouze jednou z jeho složek, stejně základní vlastností hmoty je i tok energie a tlaky či napětí, které v ní panují. Všechny tyto veličiny rozhodují podle relativistické fyziky o setrvačnosti i o gravitačním působení hmoty. V dnešním vesmíru zředěném dlouhodobým rozpínáním je však už mezi nimi nezanedbatelná pouze hustota hmotnosti-energie. Prvním úkolem zájemců o temnou hmotu je proto odhadnout její velikost.

Skrytá hmota

V r. 1933 F. Zwicky upozornil, že pohyby galaxií v našem okolí svědčí o silnějším gravitačním působení, než k jakému by vedla pouze svítící hmota. Začalo se mluvit o „chybějící hmotě", i když přesně vzato tu nechyběla hmota, ale světlo, které by ji zviditelnilo. V posledních desetiletích byla vykonána rozsáhlá pozorování oběžných rychlostí objektů v galaxiích a v jejich okolí. Jak si čtenář snadno ověří, pokud by se tyto rychlosti řídily Newtonovým gravitačním zákonem a množství hmoty za hranicemi viditelných galaktických disků by bylo zanedbatelné, ubývala by rychlost dostatečně dalekých objektů úměrně odmocnině ze vzdálenosti od středu galaxie. Jak ukazuje *obr. 1*, skutečnost je podstatně odlišná. Oběžné rychlosti se spíše blíží konstantní hodnotě. Žádný z významnějších vědců nepomýšlí na to, že bychom se měli vzdát Newtonova zákona, a tím vlastně i obecné teorie relativity, z níž přibližně vyplývá. Vykládáme si tento fakt jako projev přítomnosti temné hmoty, která obklopuje svítící galaktické disky a nejméně desetkrát převyšuje svým množstvím hmotu svítící. Podrobnější rozbor navíc ukazuje, že taková hmota je potřebná k uchování stability viditelného rotujícího disku, který by se jinak rozpadl.



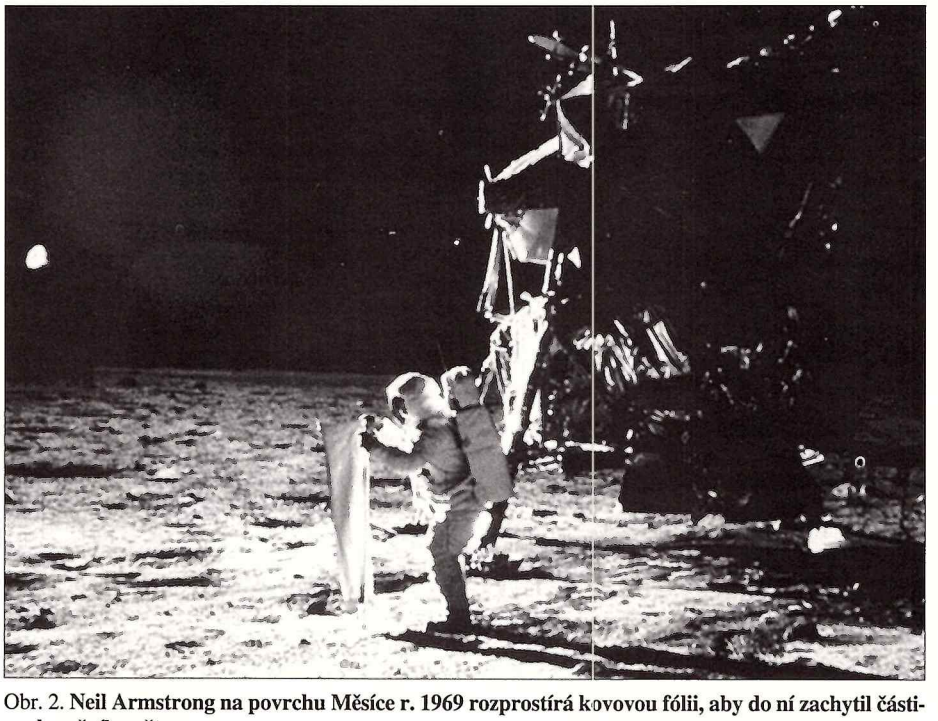
Obr. 1. **Závislost oběžné rychlosti na vzdálenosti v galaxii M 31 (Mlhovině Andromedy).**

Podobná pozorování lze provádět i pro menší a větší kupy galaxií a porovnávat jejich rychlosti s množstvím svítící hmoty. Tato pozorování vedou k závěru o existenci velkého množství temné hmoty v mezigalaktickém prostoru. Odhad její hustoty je tím vyšší, čím větší rozlohy prostoru zkoumáme. Jak se zdá, musíme původní hustotu svítící hmoty vynásobit nejméně padesáti, abychom dostali hustotu skutečnou. Ani to však některým kosmologům nestačí.

Co si žádá vesmír?

Sledování rudého posuvu spekter vzdálených galaxií nám umožňuje zjistit nejen tempo, s nímž se dnes vesmír rozpíná, ale i zpomalování tohoto tempa, způsobené gravitací. Z těchto údajů můžeme hustotu hmoty ve vesmíru vypočítat na základě Einsteinových rovnic obecné teorie relativity. Přesnost údajů, bohužel, nestačí zatím na to, abychom rozřešili základní otázku o osudu vesmíru. Bude se rozpínat věčně a upadne do stavu „velkého chladu" anebo se smrští a zakončí svou existenci „velkým krachem"?

O tomto osudu rozhoduje bezrozměrná veličina $\Omega = \pi k \mu / 3 H^2$, kde k je gravitační konstanta, μ střední hustota hmotnosti ve vesmíru a H Hubblova konstanta úměrnosti mezi rychlostí růstu vzdálenosti galaxií a těmito vzdálenostmi samotnými. Dočasnému rozpínání odpovídá $\Omega > 1$, věčnému rozpínání $\Omega < 1$. Kosmologické odhady připouštějí $\Omega = 1$ jako horní hranici. Tento hraniční vesmír má řadu zajímavých vlastností. Prostorová geometrie je v něm eukleidovská a hodnota Ω se nemění s časem, zatímco v jiných vesmírech se od hraniční hodnoty 1 vzdaluje. Že je vesmír po asi 15 miliardách let rozpínání ještě tak blízko hraniční hodnotě, mohli by prognostikové jeho osudu považovat za nepříjemnou schválnost, pokud by si neuvědomili, že právě tato okolnost jim dovoluje ve vesmíru žít a dělat prognózy. Podstatněji odlišné vesmíry by se, jak asi čtenář ví z článků o tzv. antropickém principu, zhroutily nebo rozplynuly příliš rychle, než aby v nich mohly vzniknout vhodné podmínky pro existenci myslících bytostí.



Obr. 2. **Neil Armstrong na povrchu Měsíce r. 1969 rozprostírá kovovou fólii, aby do ní zachytil částice slunečního větru.**

Už to jako by napovídalo, že přesná rovnost Ω jedničce bude mít zákonitý důvod. Ze spolupráce fyziky elementárních částic a kosmologie takový důvod vyplynul. Vesmír snad nastavila na příslušnou hodnotu zrychlená, tzv. inflační fáze jeho rozpínání, k níž došlo během závratně krátké chvíle v jeho nejranějším věku, v čase 10^{-34} až 10^{-32} sekundy po hypotetickém počátku. Jakkoliv tato čísla působí neuvěřitelným dojmem, fyzikové a kosmologové je berou vážně, protože jsou podporována jak sjednocujícími teoriemi ve fyzice, tak schopností rozumně vysvětlit některé, na první pohled nadpřirozené, vlastnosti vesmíru. O tom už čtenář asi slyšel.

Vrátíme-li se k našim počátečním úvahám o svítící a temné hmotě, můžeme říci, že svítící hmota by

nám poskytla pouze $\Omega = 0{,}005$. Nekosmologické údaje o gravitačním působení zvedají tuto hodnotu až na 0,3 a slibují ještě více po zvětšení rozsahu pozorování, takže by nakonec mohly dát za pravdu stoupencům vesmírné inflace. Stojí za to zdůraznit, jak je jimi požadovaná kritická hustota hmotnosti malá: činí asi 5.10^{-30} g/cm^3, což je hodnota, kterou bychom dostali rozptýlením jednoho gramu hmoty v krychli, jejíž hrana je třetinou vzdálenosti od Země k Měsíci. Ani této hodnoty jsme se však zatím nedohledali a hlavně netušíme, jaká to hmota se před námi vlastně skrývá. Zatím jsme totiž uvažovali jen o jejím gravitačním působení, a to závisí jen na nejuniverzálnějších vlastnostech hmoty, takže nám o svém zdroji nesdělí nic bližšího.

U kolébky hmoty

V běžném životě rozumíme hmotou pouze tu její formu, která se skládá z atomů. Podstatnou část hmoty atomů tvoří jejich jádra složená z protonů a neutronů. Ty jsou zároveň příkladem silně interagujících částic – hadronů a částic splňujících Pauliho vylučovací princip a tedy neschopných koexistence v témže stavu – fermionů. Částice, které jsou zároveň hadrony i fermiony, nazýváme baryony a hmotě, jejíž podstatnou složkou jsou baryony, říkáme baryonová hmota.

Kosmologové se shodují s částicovými fyziky v tom, jak se baryonová hmota vyvíjela od doby, kdy byl vesmír asi setinu sekundy starý. Od té doby již panovaly ve vesmíru podobné podmínky, jaké dovedeme vytvořit i v laboratořích a můžeme se proto opírat o experimentální potvrzení našich teorií. Baryonová hmota vstupovala do tohoto období v podobě volných protonů a neutronů, mezi nimiž se udržovala termodynamická rovnováha. Rozpínání a s ním spojené chladnutí vesmíru umožnilo syntézu nejjednodušších atomových jader. Během asi sta sekund se kromě volných protonů – jader vodíku ^{1}H – objevila ve vesmíru heliová jádra ^{4}He a také malé podíly deuteria ^{2}H, tritia ^{3}H, isotopu helia ^{3}He a lithia ^{7}Li. Pak snížení teploty pokračování jaderných reakcí znemožnilo a na vznik dalších prvků bylo nutno čekat až do doby, kdy začaly probíhat jaderné reakce v hvězdách.

Přesné poměry původních – tzv. primordiálních množství prvků (popř. izotopů) ve vesmíru podávají důležité svědectví o detailech procesu prvotní nukleosyntézy. S přihlédnutím k základním kosmologickým datům by z nich bylo možno určit i současnou hustotu baryonové hmoty ve vesmíru. Jaderné reakce ve hvězdách ovšem původní bilanci narušily a jiné fyzikální a chemické procesy mohly vést k tomu, že lokálně zjištěný poměr se podstatně liší od podílu průměrného. Tak podíl deuteria byl nejprve zjišťován z mořské vody a jeho velikost činila kosmologům potíže. Když N. Armstrong *(obr. 2)* odebral na Měsíci vzorek slunečního větru, dospělo se jeho analýzou k mnohem přijatelnější desetkrát menší hodnotě.

Užití deuteria k přepodvědím je výhodné proto, že podle zjištění astrofyziků může být ve hvězdách pouze ničeno, takže primordiálního deuteria nemohlo být ve vesmíru méně, než je ho tam dnes. Naproti tomu ^{3}He může ve hvězdách pouze vznikat a nemohlo ho tedy být po skončení prvotní syntézy více než nyní. Vyšší hustoty baryonové hmoty by zvýšily pravděpodobnost přeměny deuteria i ^{3}He na obyčejné helium. Uvedených faktů můžeme proto užít ke stanovení horního a dolního odhadu na současnou hustotu baryonové hmoty. Podle těchto odhadů je baryonové hmoty ve vesmíru tolik, že sama o sobě dává parametru Ω hodnotu mezi 0,05 a 0,1. Z toho vidíme, že je sice mnohem více temné než svítící baryonové hmoty, na vysvětlení veškeré skryté hmoty to však se vší pravděpodobností nestačí.

Co všechno to může být

Proberme stručně různé možnosti, které jsou pro složení temné hmoty ve vesmíru nabízeny. Všimněme si nejprve baryonové hmoty. Zde přicházejí do úvahy plynová a prachová mračna v galaktickém i v mezigalaktickém prostoru, obří planety podobné našemu Jupiteru, hnědí trpaslíci (přechodné objekty mezi hvězdami a planetami, jejichž hmotnost nestačila na zapálení jaderných reakcí) a konečná stadia vývoje hvězd jako jsou neutronové hvězdy a černé díry. Je jisté či aspoň velmi pravděpodobné, že všechny tyto objekty se ve vesmíru vyskytují. Mnohem méně jisté je jejich množství a tedy i to, které z nich a nakolik dokáží zaplnit mezeru mezi teoreticky předvídaným a přímo zjištěným množstvím baryonové hmoty.

Nebaryonovou hmotu dělí kosmologové na horkou a studenou v závislosti na tom, jak se chovala v době formování galaxií, které podle jejich názoru významně ovlivňovala. Horkou nazývají hmotu, jejíž částice měly rychlosti blízké rychlosti světla, hmotě s pomalými částicemi říkají studená. Představiteli horké hmoty by mohla být neutrina, elementární částice patříci do rodiny slabě interagujících částic – leptonů. Neutrina několika typů patrně vyplňují vesmír jako památka na jeho rané fáze, obdobně jako to činí fotony známého reliktního záření. Pouze jejich zjištění bude mnohem obtížnějším úkolem. Roli hledané temné hmoty však mohou splnit jen tehdy, mají-li nenulovou klidovou hmotnost, což nebylo dosud potvrzeno. Uvažuje se i o dosud neobjevených a běžnými teoriemi nepředvídaných těžkých neutrinech, která by se chovala jako studená hmota.

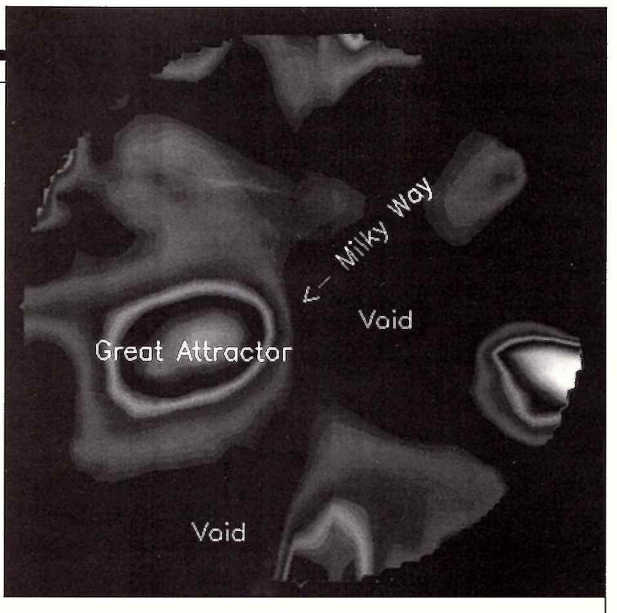
Sjednocující teorie interakcí, založené na vkládání symetrií dílčích teorií do širšího vzoru, vedou zpravidla k předpovědi existence nových elementárních částic. Tyto hypotetické částice, např. mimořádně lehké ale početné axiony, by mohly podstatně přispět temné hmotě.

Dnes již není pochyby o tom, že hadrony se skládají z kvarků. K uvolnění těchto kvarků nestačí ani největší v laboratořích dosažitelné energie. Někteří vědci však připouštějí, že kvarkové balvany, srovnatelné svými rozměry s balvany skutečnými, jsou stabilní formou hmoty a mohly v raných fázích vesmíru vzniknout a přetrvat.

Vesmír může také obsahovat primordiální černé díry, které na rozdíl od běžných černých děr nejsou výsledkem vývoje hvězd čili baryonové hmoty. Odlišný původ se neprojeví na jejich základních vlastnostech, budou však pravděpodobně mnohem menší než černé díry vzniklé z hvězd.

Jako památka na stav vesmíru před inflační fází se v něm mohly uchovat exotické objekty jako jsou magnetické monopóly či kosmické struny. Povahu

Blízka prázdnota vesmíru



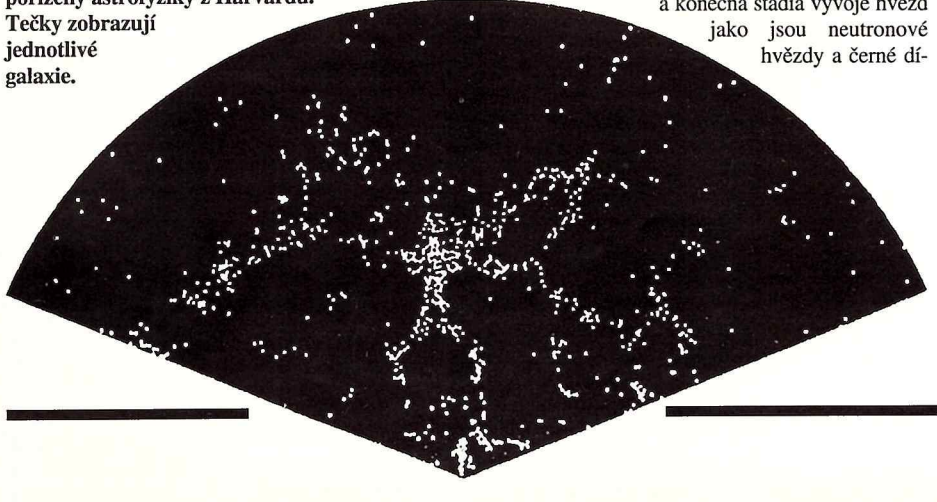
Tento obrázok vznikol v počítači. Ukazuje distribúciu hmoty v blízkom vesmíre, odvodenú z pohybov galaxií v tejto oblasti.

Hvezdári vložili do počítača namerané rýchlosti viac ako 2000 galaxií, z ktorých sa odvodila stredná hustota priestoru.

Temné oblasti znázorňujú priestor, v ktorom je málo alebo vôbec nijaká hmota, jasnejšie oblasti sú hustejšie. Najhustejšou oblasťou podľa tejto metódy je dobre známy Veľký Atraktor, ktorý bol objavený roku 1980.

Mliečna cesta sa nachádza uprostred obrázku. V mierke fotografie má naša Galaxia (s priemerom 100 000 svetelných rokov) sotva 0,01 milimetra. Polomer celej znázornenej oblasti je 300 miliónov svetelných rokov. Svetelný lúč by preťal toto pole za 600 000 miliónov rokov. „Prázdnoty" (voids) majú priemer 100 až 200 miliónov svetelných rokov. Snímka je rezom pozdĺž „supergalaktickej" roviny.

ESO PR 10/96



Obr. 3. **Řez vesmírem v okolí naší galaxie pořízený astrofyziky z Harvardu. Tečky zobrazují jednotlivé galaxie.**

těchto objektů poněkud naznačuje název – pokud to čtenáři nestačí, ať sáhne k speciálnější literatuře.

Konečně některé sjednocovací teorie předpokládají existenci stínové hmoty, která s námi sdílí týž prostor, ale je schopna interagovat s naší hmotou pouze gravitačně, takže ji – pokud vskutku existuje – bude velmi obtížné prokázat.

Stíny stvoření

Tak nazvali svou knihu o temné hmotě američtí fyzikové M. Riordan a D. Schramm. Jejím hlavním cílem je ukázat, že bez porozumění temné hmoty neporozumíme ani stavbě a původu viditelného vesmíru. Kosmologie se dlouho spokojovala s předpokladem, že ve velkém měřítku je rozložení vesmírné hmoty homogenní a izotropní (při pohledu z každého místa libovolným směrem vypadá vesmír stejně). Teprve v posledních desetiletích začalo být podrobněji studováno detailní rozložení galaxií a jejich rychlostí v prostoru. Vzhledem k nesmírnému počtu galaxií to nebyl úkol snadný, výsledky však vrhly na stavbu vesmíru a na jeho historii zcela nové světlo.

Galaxie zřejmě nejsou ve vesmíru nahodile rozhozeny, ale jejich polohy i rychlosti spolu i přes velké vzdálenosti souvisí. Vesmír jako by měl buněčnou strukturu, galaxie se seskupují do stěn s prázdnými oblastmi mezi stěnami a s dalším řetězcovitým zhuštěním v průsečících stěn *(obr. 3, 4)*. Souvislost je patrná na tak velkých vzdálenostech, že to nelze vysvětlit gravitačním působením a musí to být připsáno interakcím, které vládly vesmíru v době, kdy se galaxie tvořily.

Kdy a proč se začala kosmická hmota seskupovat? V jakém pořadí toto seskupování probíhalo – vznikly nejprve kupy, které se rozpadly do galaxií, anebo galaxie, které se složily do kup? Jak se zdá, nelze na tyto otázky odpovědět, pokud uvažujeme pouze o viditelné hmotě, a odpověď podstatně závisí na tom, jaký druh temné hmoty přibíráme do úvahy. Tato hmota byla patrně „osivem", z něhož vzklíčily viditelné galaxie. A mezi nimi mohou být rozházena semena, která se neujala a tvoří podstatnou část hledané skryté hmoty.

Hledání pokračuje

Z předešlých odstavců mohl čtenář nabýt dojmu, že hledání temné hmoty dává příležitost nevázané fantazii teoretiků. Takový dojem by byl velmi jednostranný. Jejich fantazie je podepřena matematickými konstrukcemi a aby došla uznání, je konfrontována se stále rostoucím množstvím pozorovacích dat a počítačových simulací. Že všechna tato práce vedla dosud jen k velmi opatrným a dílčím závěrům, svědčí o její obtížnosti a serióznosti.

O jejím širokém spektru si snad čtenář udělá představu prolétnutím několika nejnovějších článků, které mám právě na stole. M. West v stati Paprsky X odhalují srdce temnoty (poslední dvě slova jsou názvem slavného románu Josepha Conrada, který nedávno vyšel i u nás) komentuje zprávu velké skupiny japonských astrofyziků o pozorování rentgenového záření z kupy galaxií v souhvězdí Pece. Toto záření odráží rozložení horkého plynu, které je dáno gravitačním polem vyvolaným převážně temnou hmotou. Výsledky svědčí o tom, že temná hmota má podobně jako hmota svítící hierarchickou strukturu, což podporuje názor o její klíčové roli při vzniku galaxií a jejich kup.

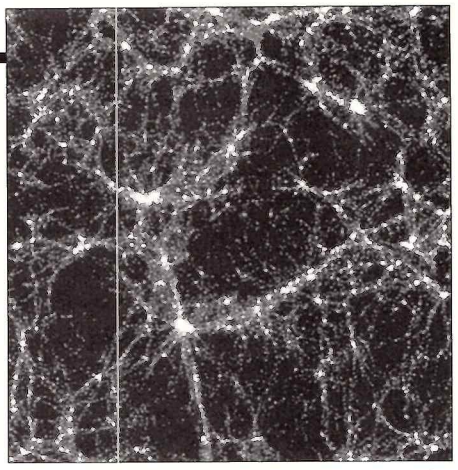
O. Gron a H. Soleng se zabývají experimentálním ohraničením hustoty temné hmoty ve Sluneční soustavě, jež vyplývají z toho, že nepozorujeme jí vyvolané posuvy perihelů planet. Dospívají k tomu, že tato hustota musí být menší než $1{,}8.10^{-16}$ g/cm^3.

N. Ewans hodnotí výsledky dlouhodobého monitorování hvězd Velkého Magellanova mračna. Objekty z temné hmoty, které se stavějí světlu hvězd do cesty, ovlivňují svým gravitačním polem dráhu jeho paprsků a působí tak podobně jako nehomogenity v ovzduší – rozblikávají hvězdy. Mluvíme o mikročočkovém jevu. Aby mohl být takový jev zaznamenán, je třeba pozorování úctyhodného rozsahu. Na miliony pozorovaných hvězd během jednoho roku připadá jen několik takovýchto jevů. Podle autora tato pozorování vylučují, že by halo (zhruba sférické hmotou zaplněné okolí) naší galaxie a Velkého Magellanova mračna bylo složeno převážně z objektů jako jsou obří planety či hnědí trpaslíci, mohlo by se však skládat z masivních kompaktních objektů desettisíckrát hmotnějších než Slunce.

M. Hawkins podává zprávu o podobném dlouhodobém monitorování kvazarů. Proměnnost jejich záření byla sledována po 17 let. Výsledky svědčí o tom, že je způsobena mikročočkovým jevem, jehož zdrojem jsou objekty o hmotnostech podobných hmotnosti Jupitera, jimiž jsou nejpravděpodobněji primordiální černé díry. I při této hmotnosti by se nám vešly do pokoje a připomínají tak fantastickou povídku Černá koule pražského spisovatele F. Meyrinka ze začátku století. Jejich příspěvek hustotě hmotnosti vychází tak, že parametr Ω se blíží k jedné, což je vytoužená hodnota mnohých kosmologů.

Znepokojivé a vzrušující otázky, které nám temná hmota klade, nezůstávají tedy bez dílčích odpovědí, úplná a definitivní odpověď je však stále zahalena tmou.

Prof. RNDr. Jan Novotný, CSc.



Obr. 4. **Potvrzení, že galaxie jsou ve vesmíru uspořádány do buněčných struktur, přineslo i nové modelování rozložení objektů v místní superkopě, které udělali v dubnu astronomové z britského Manchestru.**

Literatura:

Riordan M., Schramm D. N.: **Shadows of Creation**, Freeman and Comp., New York 1990.

West M.: **X-rays reveal heart of darkness**, Nature 379, 1996, str.401.

Ikebe I. a spoluautoři: **Discovery of a hierarchical distribution of dark matter in the Fornax cluster of galaxies**, Nature 379, 1996, str.427.

Gron O., Soleng H. H.: **Experimental limits on the density of dark matter in the solar system**, Astroph. Journ. 456, 1996, str. 445.

Evans N. W.: **The nature of the Galactic dark matter**, Mon. Not. R. Astr. Soc. 278, 1996, I.5.

Vzdialenosť Novy V 1974 potvrdzuje svetelné echo: 1,8 kpc

V Kozmose č. 4 sme vás informovali o tom, ako slovenskí astronómovia z absolútnej hviezdnej veľkosti v maxime jej jasnosti a z expanzie obálky odvrhnutej pri vzplanutí určili vzdialenosť Novy V 1974 Cygni (d = 1,77 ± 0,11 kpc).

S. Balmanová, J. Gallagher a M. Orio z Univerzity Wisconsin v Madisone (USA) pomocou 3,5 m ďalekohľadu na Kitt-Peaku detegovali 27. mája 1996 v čiare H_α reflexnú hmlovinu okolo novy V 1974 Cygni. O svojom objave informovali astronomickú verejnosť 2. 7. 1996 v IAU cirkulári č. 6441. Slabá emisia okolo novy mala v čase pozorovania, uskutočneného 1560 dní po vzplanutí, uhlové rozmery: 125" severne, 190" južne, 140" západne a 42" východne. Reflexná hmlovina vznikla odrazom svetla vyžiareného pri vzplanutí novy vo februári 1992 na okolitej medzihviezdnej hmote. Z uhlového polomeru svetelného echa (149"±12") a vzdialenosti 40 biliónov km, ktorú svetlo prekonalo od vzplanutia novy, môžeme už ľahko určiť jej vzdialenosť d = 1,81±0,15 kpc.

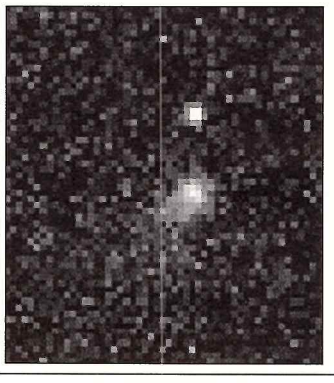
Táto nezávislá metóda určenia vzdialenosti definitívne ukončil spor medzi zástancami vzdialenosti novy d = 3,2 kpc, určenej pracovníkmi HST inštitútu, a vzdialenosti novy d = 1,8 kpc, ktorú určili slovenskí astronómovia.

RNDr. Drahomír Chochol, CSc.
Astronomický ústav SAV

Pozorovací program N E A T

V decembri 1995 bol uvedený do prevádzky nový elektronický systém vyhľadávania asteroidov a komét pod názvom NEAT (Near-Earth Asteroid Tracking, t. j. doslova Vystopovanie k Zemi sa blížiacich asteroidov). Systém je spoločným programom NASA, Jet Propulsion Laboratory a vojenského letectva Spojených štátov. Pozorovacie zariadenie sa volá GEODSS (Ground-based Electro-Optical Deep Space Surveillance, teda Elektro-optická hĺbková prehliadka priestoru z povrchu Zeme) a skladá sa z dvoch 1-m ďalekohľadov a pomocného 0,4-m ďalekohľadu. GEODSS je súčasťou Optickej stanice amerického letectva, umiestnenej na vrchole sopky Mt. Haleakala vo výške 3000 metrov na ostrove Maui v Havajskom súostroví. Stanica je moderne vybavená a keďže mimo aktivít Pentagonu tam bežia aj astronomické programy, prinesieme o nej podrobnejšiu informáciu v niektorom z ďalších čísel Kozmosu.

Hlavným cieľom programu NEAT je vyhľadávanie k Zemi sa blížiacich asteroidov a komét a dosiahnutie 70–80 % kompletnosti priblížení sa k Zemi pre 1-kilometrové a väčšie objekty v najbližších desiatich rokoch. CCD kamera sníma oblohu vždy v 12-dňových obdobiach okolo novu Mesiaca. Získané údaje sú prenesené nasledujúce ráno do JPL na počítačové vyhľadanie potenciálnych asteroidov. Po identifikácii v Minor Planet Center v Cambridge sú pre sledovanie v nasledujúcich nociach vytriedené zaujímavé objekty. Za vyše pol roka fungovania systému bolo najúspešnejšie marcové obdobie, počas ktorého sa podarilo získať 1300 záznamov. Výsledkom je 100 novooznačených asteroidov, kométa C/1996 E1 a dva asteroidy križujúce zemskú dráhu, 1996 EN a 1996 EO.



C/1996 E1

RNDr. Ján Svoreň, DrSc.
Astronomický ústav SAV

Jiří Grygar:

Žeň objevů 1995 (XXX.)

Věnováno památce Adolfa Neckaře (1907–1995), zakladatele a prvního ředitele Lidové hvězdárny v Prostějově

3. Pulsary, neutronové hvězdy, zábleskové zdroje záření gama

3.1. Radiové pulsary

Radiové pulsary jsou všeobecně považovány za pozůstatky po supernovách II. typu, tedy za rychle rotující neutronové hvězdy se silným magnetickým polem. Podle A. Desphaudeho aj. vzniká v Galaxii jeden pulsar **výbuchem supernovy** každých 75 let. Osmina pulsarů se rodí v těsné dvojhvězdě s velmi hmotnými složkami poblíž galaktické roviny. V takovém případě způsobí první výbuch supernovy, že se dvojhvězda začne rychle vzdalovat od galaktické roviny, aniž by se rozpadla. Teprve při výbuchu druhé složky se dvojhvězda rozpadne a vytvoří se dva pádící osamělé pulsary s vysokou prostorovou rychlostí. Ta činí dle A. Lyneho a D. Lorimera v průměru 450 km.s^{-1}. Někdy však dojde naopak ke splynutí obou složek, což vytvoří jediný **recyklovaný pulsar** s milisekundovou periodou. Četnost vzniku recyklovaných pulsarů činí jeden případ za tisíc let.

Zajímavou podskupinu tvoří široké páry, v nichž jednou složkou je pulsar a druhou hmotná hvězda B resp. Be.

Autoři odhadují, že jich v Galaxii může být i několik set. Jejich učebnicovým představitelem je **pulsar B1259-63** s periodou impulsů 0,048 s, vzdálený od nás 4 kpc. Jeho hmotným průvodcem je hvězda Be SS 2883, dosahující vizuálně 10 mag. Podle R. Manchestera aj. obíhá pulsar kolem hvězdy Be v periodě 3,5 roku po velmi výstředné dráze (e = 0,87) s průmětem velké poloosy 2,6 AU a sklonem 35°. Hvězda Be o poloměru 6 $R_\odot$ má hmotnost 10 $M_\odot$. V periastru je pulsar vzdálen od hvězdy Be jen 150 $R_\odot$ a tak není divu, že dochází k výrazné interakci s rozsáhlým plynným závojem kolem hvězdy.

Poslední průchod periastrem nastal 9. ledna 1994 a byl studován podrobně ve všech spektrálních oborech. Podle S. Johnstona aj. byly projevy interakce s plynným diskem hvězdy Be patrné již od srpna 1993 a až do října 1994. Od října 1993 do poloviny dubna 1994 se projevila depolarizace signálů na frekvenci 1,5 GHz, která postupně zasahovala stále vyšší frekvence. Po dobu pěti týdnů kolem periastra radiové impulsy zcela vymizely. Naproti tomu v období dvou týdnů kolem průchodu periastrem přibylo intenzívní vysokoenergetické záření s energiemi až do 200 keV, pozorované družicemi Compton a ASCA. Podle J. Groveho aj. šlo o synchrotronové záření relativistických částic ve hvězdném větru, urychleném rázovou vlnou. Přestože relativní hodnota brzdění rotace pulsaru je nepatrná (dp/p = 2,3.10^{-15}), zářivý výkon pulsaru 9.10^{28} W je úctyhodný (225 $L_\odot$). Indukce magnetického pole na povrchu pulsaru dosahuje 33 MT.

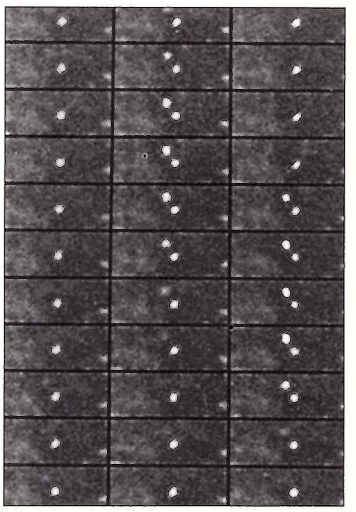
Podle P. Goldoniho aj. lze již dobře modelovat, jak se ztráta rotační energie osamělé neutronové hvězdy mění na radiové, optické, rentgenové i gama záření. Z 588 dosud známých pulsarů jich 15 můžeme pozorovat v měkkém rentgenovém oboru, z nich pak 6 září také opticky, 3 v tvrdém rentgenovém oboru a 5 v pásmu záření gama. V loňském roce však P. Ramanamurthy aj. ohlásili objev šestého vysokoenergetického pulsaru PSR 1951+32, jehož emise v pásmu nad 100 MeV má touž periodu 0,04 s jako je perioda radiová. T. Kifune aj. nalezli pomocí aparatury EGRET na družici Compton dokonce teraelektronvoltové impulsy u vysokoenergetického **pulsaru PSR 1706-44** s periodou 0,1s; navzdory tomu, že na teraelektronvoltové pásmo připadá stokrát méně energie, než vyplývá z extrapolace gigaelektronvoltové emise. V tomto oboru se tedy uvolňuje jen tisícina energie, zmařené zpomalením neutronové hvězdy. Tento nepoměr je ostatně pro pulsary typický.

C. Markwardt a H. Ögelman však pomocí měření z družice ROSAT objevili u známého **pulsaru PSR 0833-45** v Plachtách, že podél jeho rotační osy vyvěrá jednostranný rentgenový výtrysk o délce 7 pc, jenž odnáší velkou část zmařené rotační energie neutronové hvězdy a navíc raketovým efektem zvyšuje prostorovou rychlost pulsaru na současných 570 km.s^{-1}. Autoři odhadují, že za dobu existence pulsaru řádově 10^4 let se tak prostorová rychlost pulsaru zvýšila již o 90 km.s^{-1}. Tento pulsar je rovněž proslulý svými početnými skoky (náhlými zkráceními) pozvolna se prodlužující periody rotace neutronové hvězdy. Podle A. Lyneho aj. jich měl až dosud vůbec nejvíce, následován pulsarem 1737-30. Skoky v periodě byly již objeveny u 20 pulsarů; nejčastěji se vyskytují u pulsarů starých 10÷30 tisíc let.

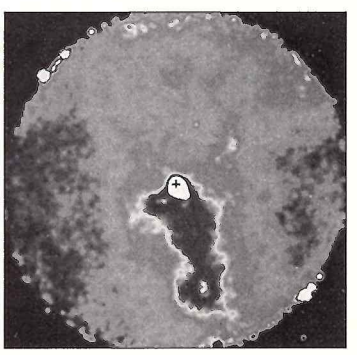
J. Bell aj. studovali první radiový pulsar, objevený v Malém Magellanově mračnu **PSR J0045-7319 (=B0042-73)**. Jde o binární pulsar s impulsní periodou 1,0 s, kde hlavní složkou je hmotná (8,8 $M_\odot$) hvězda třídy B1 ς, kolem níž obíhá neutronová hvězda v periodě 51 dnů po výstředné (e = 0,8) dráze se sklonem 44°. Podle V. Lipunova aj. činí radiový výkon pulsaru 10^{23} W, zatímco brzdění rotace představuje zmařený výkon 10^{25} W.

P. Ray aj. zveřejnili výsledky **homogenní přehlídky pulsarů** pomocí 305 m radioteleskopu v Arecibu v pásmu 430 MHz, která probíhala v letech 1988–1993 na ploše 515 čtverečních stupňů do meze 1 mJy. Našli všechny dosud katalogizované pulsary, ale ani jeden další! To znamená, že existuje spodní hranice zářivého výkonu pulsarů – při určitém výkonu se prostě pulsary „vypnou". Přitom též zjistili, jak vzácné jsou osamělé milisekundové pulsary – v disku Galaxie se nalézají všeho všudy dva. Naprostá většina milisekundových pulsarů je členem těsné dvojhvězdy s výrazným rozptylem vůči galaktickému disku, takže tzv. škálová výška činí více než 600 pc kolmo ke galaktické rovině.

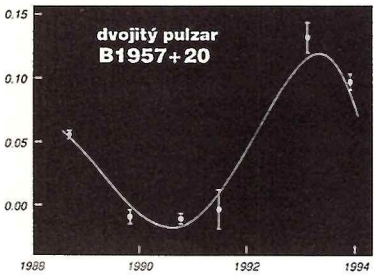
Milisekundovým pulsarům se ostatně věnuje stále velká pozornost, neboť některé jejich vlastnosti jsou překvapující. D. Lorimer aj. studovali **binární milisekundový pulsar PSR J1012+5307** s impulsní periodou 5,3 ms a oběžnou dobou 14,5 h a průmětem poloměru kruhové dráhy 174 000 km. Sekundární složka má hmotnost 0,15 $M_\odot$; je to bílý trpaslík 19 mag, vzdálený od nás 520 pc, o zářivém výkonu 0,004 $L_\odot$ a teplotě 9,4 kK. Právě tato nízká teplota je příčinou rozporu, neboť z ní vyplývá stáří soustavy pouze 300 milionů let. Naproti tomu naprosto



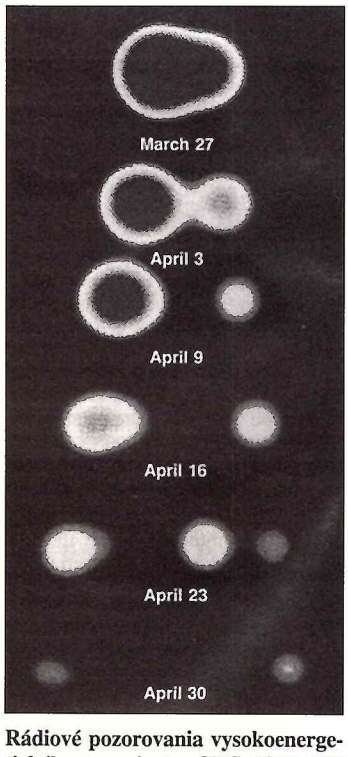
Pomocou novej zobrazovacej techniky sa astronómom podarilo zachytiť blikanie pulzara v Krabej hmlovine. Na 33 jednotlivých snímkach, urobených v intervale 1 milisekundy (!), vidno celú periódu svetelných zmien.



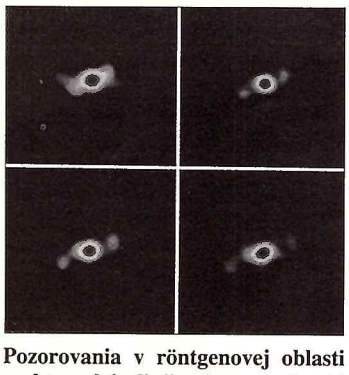
Röntgenový výtrysk v dĺžke 2° odhalila pri pulzare v Plachtách družica ROSAT. Hmota z neutrónovej hviezdy označenie +) sa dostala až do vzdialenosti 7 parsekov. Výtrysk pohlcuje veľkú časť rotačnej energie degenerovanej hviezdy, aj preto bolo pri tomto pulzare zaznamenaných najviac skokov v rotačnej perióde.



Orbitálna perióda 9,17 h sa v prípade „čiernej vdovy" (pulzara B1957+20) v priebehu niekoľkých rokov skracuje a opätovne predlžuje. Príčinou tohto javu sú vysokoenergetické zmeny v sústave pulzara a následná synchronizácia rotácie.



Rádiové pozorovania vysokoenergetického tranzientu GRS 1915+105 ukazujú, že vzájomná rýchlosť opačných výtryskov plynu je až 92 % rýchlosti svetla. V Mliečnej ceste je to rekordná rýchlosť pohybu hmoty.



Pozorovania v röntgenovej oblasti spektra ukázali, že plyn, vyvrhnutý zo sústavy SS 433, dosiahol vzdialenosť vyše 100 svetelných rokov od hviezdy. Na rádiových snímkach vidno rozpínanie plynu v priebehu štyroch rokov.

nepatrné brzdění rotační periody pulsaru $dp/p = 1{,}5.10^{-20}$ dává stáří pulsaru okrouhle 5 miliard let! Podle C. Bailyna je skutečné stáří soustavy krátké, tj. původně šlo o soustavu dvou bílých trpaslíků, z nichž jeden získal akrecí tolik hmoty, že se zhroutil na neutronovou hvězdu, jež dostala do vínku vysokou rotační rychlost právě ze zmíněné akrece před explozí supernovy.

A. Fruchter aj. studovali **zákrytový binární milisekundový pulsar B1957+20** („černá vdova") pomocí fotometru na HST. Průvodce o hmotnosti 0,025 $M_\odot$ je zčásti již odpařený bílý trpaslík, jehož polokoule odvrácená od pulsaru má teplotu nižší než 2,8 kK, zatímco přivrácená polokoule je dvakrát teplejší vlivem ozáření neutronovou hvězdou. Bílý trpaslík obíhá kolem neutronové hvězdy v periodě 9,2 h a po 10% té doby pulsar zakrývá, neboť je nafouklý na poloměr 0,24 $R_\odot$ a bezmála vyplňuje svůj Rocheův lalok. Kolem bílého trpaslíku je patrná mlhovina kometárního vzhledu, jež při vzdálenosti pulsaru 1,6 kpc má rozměr asi 1 pc. Není však jasné, jakým mechanismem se bílý trpaslík odpařuje, neboť ztráta hmoty indukovaným hvězdným větrem je zcela nepatrná.

3.2. Rentgenové dvojhvězdy

Všeobecně se soudí, že předchůdci milisekundových pulsarů jsou **rentgenové dvojhvězdy s nízkou hmotností složek** (angl. LMXB). Proto studium rentgenových dvojhvězd bezprostředně navazuje na výzkum radiových pulsarů, zejména též proto, že mnoho rentgenových dvojhvězd vykazuje značnou aktivitu v podobě rentgenových impulsů, přechodného zvýšení rentgenového toku, anebo dokonce náhlých vzplanutí (rentgenové novy). Společným jmenovatelem rentgenových dvojhvězd je jednak existence vysoce degenerované složky (neutronové hvězdy nebo černé díry) a jednak výskyt mocných akrečních disků v jejich okolí. Interakcí se druhou, obvykle nedegenerovanou složkou pak vznikají pozorované rentgenové emise.

Unikátní postavení mezi rentgenovými dvojhvězdami si stále udržuje soustava **Cygnus X-3**, jež se proslavila radiovým supervzplanutím v září 1972, kdy se po krátkou dobu někteří radioastronomové domnívali, že v naší Galaxii vybuchla supernova. Podle C. Schalinského aj. se podobný velevýbuch zopakoval v říjnu 1985, kdy v pásmu vlnových délek 111 mm dvojhvězda dosáhla 18 Jy. Pomocí radiointerferometrických měření se podařilo ukázat, že hmota v té době tryskala z dvojhvězdy rychlostí 0,3 c, za předpokladu, že vzdálenost zdroje byla okrouhle 10 kpc. Podle S. Kitamota aj. se rotační perioda rentgenové složky dvojhvězdy před výbuchem v r. 1985 prodlužovala, kdežto poté se začala zkracovat. Soustava ročně ztrácí hmotu $0{,}6.10^{-6}$ M, kde M je celková hmota soustavy.

Výbuchy v periodě 5,8 let byly odhaleny družicí ROSAT u **rentgenové dvojhvězdy 4U 0115+634.** která je zároveň přechodným zdrojem i rentgenovým pulsarem. Poslední výbuch nastal koncem listopadu 1995, kdy se jasnost zdroje zvýšila o řád, podobně jako předtím počátkem r. 1990. Tatáž družice odhalila v letech 1991–1994 v pásmu 20÷100 keV šest výbuchů v periodě 241 dnů u dosud neidentifikovaného zdroje **GRO J1849-03**. Konečně P. Schmidtkemu aj. se zdařilo pomocí ROSAT odhalit první rentgenový pulsar ve Velkém Magellanově mračnu. Má impulsní periodu 4,1 s a obíhá kolem hvězdy Be v periodě zhruba 1 měsíc.

G. Bignami aj. využili komplexních údajů o objektu **Geminga** v pásmech EUV, UV a optickém k určení povrchové teploty této zatím nejbližší známé (160 pc) osamělé neutronové hvězdy na 250 kK. Indukce magnetického pole relativně mladé (340 000 let) neutronové hvězdy činí 150 MT.

Velkou aktivitu v průběhu celého loňského roku vykazovala **rentgenová nova Scorpii 1994 (J1655-40)**, která se poprvé rentgenově zjasnila koncem července 1994 a opticky v srpnu r. 1994. Od té doby jeví nepřetržitou aktivitu ve všech sledovaných spektrálních oborech. Podle B. Harmona aj. lze vysledovat korelaci mezi rentgenovými výbuchy a následnými radiovými vzplanutími, zpožděnými o dny až týdny. Podle S. Tingaye aj. je nova vzdálena 3,5 kpc a v radiovém oboru vykazuje nadsvětelné rychlosti vzdalování složek až 1,5 c – je to teprve druhý nadsvětelný zdroj v naší Galaxii. Interferometrické sledování novy v radiovém oboru je komplikováno rychlým vlastním pohybem novy 0,05"/den. Epizody rentgenových, optických a radiových výbuchů se od prvního vzplanutí mnohokrát opakovaly; v únoru a srpnu 1995 byla nova v rentgenovém pásmu 2÷10 keV o 60÷70% jasnější než známý zdroj v Krabí mlhovině. C. Bailyn aj. vysvětlují tuto aktivitu jako přerušovanou masivní akreci plynu z druhé složky dvojhvězdy na neutronovou hvězdu nebo černou díru. Vzhledem k tomu, že pravděpodobná hmotnost zhroucené složky dosahuje 3,2 $M_\odot$, lze objekt přiřadit k novým kandidátům na hvězdnou černou díru.

Druhý nadsvětelný rentgenový zdroj v Galaxii se nachází v souhvězdí Orla s označením **1915+105**. Byl objeven v srpnu 1992 jako přechodný objekt v pásmu tvrdého rentgenového záření a do konce r. 1994 jeho rentgenová emise kolísala od 26% do 60% záření Krabí mlhoviny. M. Boer aj. nalezli na místě zdroje optický protějšek 23,4 magnitudy v oboru I, jehož vzdálenost odhadli na 12,5 kpc. V r. 1995 zdroj prodělal řadu výbuchů v rentgenovém i radiovém pásmu, jež byly opět časově korelovány. K největším výbuchům došlo v dubnu, červenci a listopadu. Podle G. Boda a G. Ghiselliniho vycházejí ze zdroje dva protiběžné radiové výtrysky s rychlostmi 0,92÷1,25 c, což nezávisle potvrdili L. Rodríguez aj.

Konečně třetí „trvalkou" mezi přechodnými rentgenovými zdroji se stala **rentgenová nova V518 Persei (GRO J0422+32)**, objevená družicí ROSAT počátkem srpna r. 1992. Stala se tehdy vůbec nejjasnějším tvrdým rentgenovým zdrojem na obloze, když dosáhla trojnásobku jasnosti Krabí mlhoviny, ač její vzdálenost od nás se odhaduje na 2,5 kpc. Projevila se posléze i opticky jako hvězda B = 13,5 mag. Ze světelné křivky a spekter určili J. Orosz a C. Bailyn oběžnou dobu dvojhvězdy 0,21 dne a spektrální třídu sekundární složky M2 V. Kolem zhroucené složky je patrný mocný akreční disk, jehož vnější okraj rotuje rychlostí 455 $km.s^{-1}$. Poněvadž sekundární trpaslík má hmotnost jistě nižší než 0,5 $M_\odot$, musí být primární složka hmotnější než 3 $M_\odot$ a stává se tak dalším kandidátem na černou díru. Tyto údaje nezávisle potvrdili J. Casares aj. Od výbuchu v r. 1992 se dle P. Callanana aj. rentgenová jasnost novy velmi zvolna snižuje, s četnými sekundárními zjasněními. Také rentgenová **nova Ophiuchi (GRS 1716-249)**, jež poprvé vzplanula v září 1993, se v průběhu roku 1995 opět zjasnila v únoru a dubnu, a to jak v tvrdém rentgenovém záření tak i opticky.

Pomocí Keckova teleskopu se zdařilo získat spektra dalšího **přechodného rentgenového objektu GS 2000+25 (QZ Vul)**, jenž poprvé vzplanul v měkkém rentgenovém oboru v dubnu r. 1988. A. Filippenko aj. zjistili, že sekundární složka dvojhvězdy je trpasličí hvězda třídy K5 s hmotností nanejvýš 0,6 $M_\odot$, což při f(M) = 5,0 $M_\odot$ dává pro primární složky hmotnost vyšší než 6 $M_\odot$. Oběžná doba soustavy činí 8,3 h a oběžná rychlost sekundární složky dosahuje 518 $km.s^{-1}$. Tyto údaje nezávisle potvrdili J. Casares aj., takže právě tento objekt se stal dalším velmi nadějným kandidátem na hvězdnou černou díru. To se ostatně zdá být pro rentgenové novy spíše pravidlem. Jak uvádějí P. Callanan aj., obsahuje patrně 9 z dosud zjištěných 13 rentgenových nov černé díry.

Podle W. Roseho lze mezi kandidáty na hvězdné černé díry přiřadit i slavný **objekt SS 433**, jehož zhroucená složka má hmotnost v rozmezí 4,3÷10 $M_\odot$ a přibírá hmotu nadkritickým tempem, takže v optickém oboru je její zářivý výkon 4.10^{32} W a v rentgenovém 3.10^{28} W; pokud jde vskutku o černou díru, tak toto záření vydává přirozeně okolní akreční disk.

F. Cheng aj. se zabývali spektrální analýzou již klasické **rentgenové dvojhvězdy Her X-1 = HZ Her**, jejíž neutronová hvězda má rotační periodu 1,24 s, zatímco oběžná doba soustavy činí 1,7 dne. Neutronová hvězda přibírá hmotu od svého chladného průvodce spektrální třídy A7 tempem $6{,}5.10^{-9}$ $M_\odot$/rok. Odvrácená polokoule hvězdy A má teplotu 8,1 kK, ale spektrální typ průvodce se mění v závislosti na ohřátí neutronovou hvězdou od B do F. Vnější okraj akrečního disku kolem neutronové hvězdy má teplotu 10 kK, která však směrem dovnitř stoupá až na solidních 10 MK.

Zcela unikátní objev učinili G. Fishman aj. pomocí aparatury BATSE na družici Compton, když počátkem prosince 1995 objevili v oblasti galaktického centra silně **proměnný zdroj J1744-28** v pásmu tvrdého rentgenového záření 10÷50 keV. Zdroj doslova blýskal zprvu až 18krát za hodinu, když jednotlivá vzplanutí trvala od 8 do více než 30 s. Postupně se četnost blýsknutí snižovala zhruba na dva úkazy za hodinu, ale současně stoupala intenzita zdroje na maximum v polovině ledna 1996, kdy dosáhla 4,4násobku tvrdého rentgenového záření Krabí mlhoviny. Při poloze zdroje poblíž centra Galaxie to odpovídá rentgenovému výkonu 4.10^{31} W. Zdroj navíc jeví pulsní složku s periodou 0,48 s. Přesná poloha zdroje byla určena pomocí družice XTE, ale v takto vymezené chybové plošce se nepodařilo nalézt žádný optický nebo infračervený protějšek. Podle všeho jde o silně magnetický rentgenový pulsar, jenž v epizodách přibírá hmotu z akrečního disku kolem neutronové hvězdy.

3.3. Multispektrální pozorování

Jistou obdobu předchozího případu je dle M. Briggse aj. **přechodný zdroj 1H 1822-371** v pásmu měkkého záření gama, objevený v centru Galaxie družicí HEAO-1 v září 1977, jenž však vymizel o rok později. Podle autorů šlo o rentgenovou dvojhvězdu typu LMXB, vzdálenou 8 kpc se zářivým výkonem v pásmu gama 4.10^{30} W a oběžnou periodou 5,6 h. Objekt září v oboru gama pětkrát intenzívněji než v pásmu rentgenovém.

Dalším zajímavým přechodným objektem v pásmu tvrdého záření gama se stal **zdroj J1629-49**, který podle G. Kanbacha aj. vzplanul koncem června 1995 a patřil v pásmu nad 100 MeV k nejjasnějším objektům na obloze. Počátkem července nalezl R. McNaught v chybové plošce tohoto zdroje, zjištěné aparaturou EGRET, optický protějšek 18 mag, ale předběžná sdělení o radiové identifikaci zdroje se nepotvrdily. Zdroj však ani výrazněji nezářil v pásmu tvrdého rentgenového záření pod 100 keV – aparatura BATSE ho marně hledala mezi 29. červnem a 7. červencem 1995. Proto jeho povaha zůstává záhadou. R. Mukherjee aj. soudí, že takových případů, odhalených aparaturou EGRET, je povícero: podél galaktické roviny již bylo zjištěno přes 30 zdrojů záření gama, jejichž pravděpodobné vzdálenosti činí 1,2÷6 kpc od nás; mají tedy zářivé výkony v oboru gama v rozsahu $0{,}7 \div 16{,}7.10^{28}$ W, a nepodobají se rentgenovým pulsarům jako je známá Geminga, takže jejich fyzikální podstata je naprosto nejasná.

Na opačném konci vysokoenergetického spektra, totiž v pásmu extrémního ultrafialového záření (EUV) objevila družice ALEXIS přechodné zdroje **J1139-685** (pásmo 70 eV; březen 1995) a **J1644-032** (pásmo 66 eV; květen 1995). Protože se nezdařila identifikace v jiném spektrálním oboru, je i povaha těchto zdrojů naprosto neznámá.

Družice ROSAT se v červenci 1990 zaměřila na podrobné rentgenové mapování obří spirální **galaxie M31 v Andromedě**. Podle G. Israele aj. se podařilo rozlišit 13 bodových zdrojů s rentgenovým zářivým výkonem řádu 10^{31} W. Jeden z nich jeví sinusové kolísání jasnosti v periodě 76,9 s. Patrně tedy jde o první rentgenový pulsar za hranicí Velkého Magellanova mračna.

T. Fleming aj. porovnali **přehlídky hvězdných rentgenových zdrojů**, vykonaných v intervalu deseti let družicemi Einstein a ROSAT. Ukázalo se, že rentgenové záření hvězd třídy F se v mezidobí většinou nezměnilo, zatímco hvězdy tříd G a M v průměru rentgenově zeslábly. Naproti tomu těsné dvojhvězdy typu RS CVn mají nyní vyšší rentgenové intenzity než před desetiletím.

D. Thompson aj. uveřejnili **II. katalog zdrojů záření gama** v pásmu 30 MeV÷20 GeV podle měření aparatury EGRET na družici Compton za období duben 1991 až září 1993. Katalog obsahuje celkem 129 diskrétních zdrojů, z nichž se podařilo identifikovat v jiných spektrálních oborech necelou polovinu. Zhruba 50 zdrojů bylo ztotožněno s aktivními jádry galaxií, 5 s radiovými pulsary a celkem 71 zdrojů se zatím vůbec nepodařilo identifikovat.

R. Ramaty aj. objevili díky aparatuře COMPTEL na družici Compton **jaderné čáry uhlíku a kyslíku v oboru měkkého záření gama** o energiích 4,44 (C) a 6,13 (O) MeV, jejichž zářivý výkon dosahuje 4.10^{31} W. Podle A. Camerona je to důkaz, že v mlhovině vzniká kosmické záření o nízké energii. Podle autora je zdrojem čárové emise dávná supernova s původní hmotností nad 40 $M_\odot$, která skončila jako černá díra, ale ještě předtím stačila urychlit jádra uhlíku, kyslíku i radionuklidu ^{26}Al a vstříknout je do blízkého obřího molekulového mračna. Pokud je vzdálenost supernovy a mračna řádu parseků, dojde pak v mračnu ke vzniku planetární soustavy. Cameron též soudí, že právě takto kdysi povstala též sluneční soustava, přičemž „naše" mateřská supernova vybuchla ve vzdálenosti menší než 10 pc od zárodečného molekulového mračna.

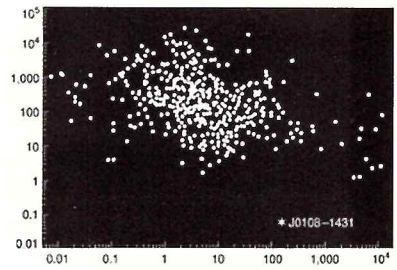
3.4. Neutronové hvězdy

D. Hartmann odhaduje, že se v Galaxii nalézá řádově miliarda neutronových hvězd, takže nejbližší by mohla být snad jen 10 pc od Slunce. Podle S. Currana a D. Lorimera vyplývá ze statistických údajů pro pulsary, že bychom měli vidět asi 240 těsných dvojhvězd, kde obě složky jsou neutronové hvězdy – zatím však známe jen tři takové binární pulsary: **1534+12, 1913+16** a **2303+46**. První dva postupně splynou díky ztrátě energie gravitačním vyzařováním. Splynutí vede k **záblesku gravitačního záření**, jenže k těmto úkazům dochází v Galaxii jen jednou za několik milionů let (to se tedy naše budoucí gravitační detektory načekají!). V současné době se konstruuje první detektor II. generace (LIGO), ale autoři soudí, že citlivější detektory III. generace by byly s to zaznamenat všechna splynutí binární pulsarů až do vzdálenosti 1 Gpc – pak by takových úkazů bylo registrováno několik do roka. To by bylo obrovské vítězství obecné teorie relativity, ale tu lze pomocí pulsarů ověřovat i jinak.

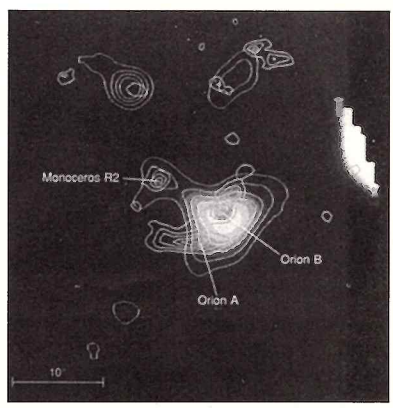
Gravitační energie Země totiž představuje jen desetimiliardtinu její klidové energie, takže v zemském gravitačním poli je prakticky vyloučeno ověřit experimentálně **platnost silného principu ekvivalence**, jenž je úhelným kamenem teorie relativity. Princip říká, že gravitační působení nemá vliv na rovnost setrvačné a tíhové hmotnosti tělesa. Naproti tomu gravitační energie neutronové hvězdy představuje asi 20% její klidové energie, takže v soustavách typu pulsar-bílý trpaslík by se případné odchylky od principu ekvivalence daly nalézt nesrovnatelně snadněji. Pro dosud známé binární pulsary však v mezích nepříliš velké přesnosti (±6%) žádné takové odchylky nalezeny nebyly.

M. Liberman a B. Johansson se zabývali vlastnostmi atomů, molekul a tuhých látek v extrémně **silných magnetických polích** řádu 10^5 T, jaké panují v magnetosférách neutronových hvězd. Ukázali, že elektronové obaly jsou silně protaženy podél siločar magnetického pole a mění se i charakter meziatomových interakcí. Roste vazební a ionizační energie atomů a tyto změny určují stav látky v magnetosféře pulsaru. Vznikají tam polymerové řetězce, v nichž se střídají lehké a těžké atomy. Důsledkem je akrece lehkých atomů na povrch neutronové hvězdy.

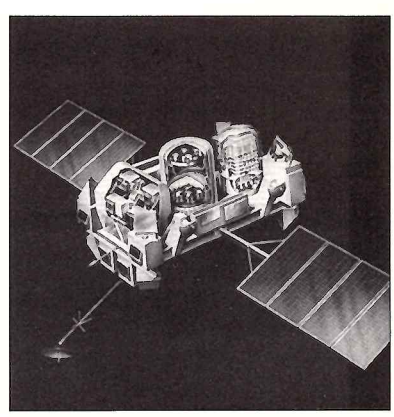
P. Haensel aj. studovali vztah mezi zvolenou stavovou



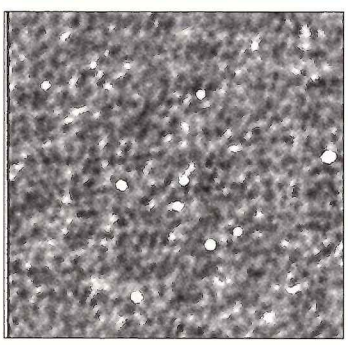
Vo vzdialenosti púhych 280 svetelných rokov by-sa mal nachádzať najbližší pulzar J0108-1431. Táto neutrónová hviezda má mimoriadne nízku úroveň rádiového žiarenia a zrejme patrí do samostatnej triedy objektov.



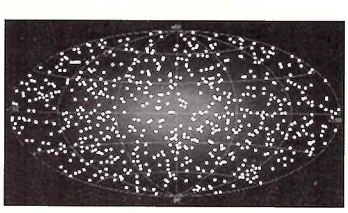
Prístroj COMPTEL na palube GRO objavil v hmlovine Orióna v mäkkom röntgenovom žiarení čiary uhlíka a kyslíka, generované v hmlovine kozmickým žiarením s nízkou energiou. Tento jav je zrejme reliktom výbuchu dávnej supernovy v blízkosti hmloviny.



Na palube družice GRO sú umiestnené prístroje COMPTEL a BATSE, ktoré astronómom slúžia na sledovanie kozmických zdrojov mäkkého a tvrdého röntgenového žiarenia a registráciu tajomných gama-záblesk ov.



Prostredie okolo objektu J0422+32, kandidáta na čiernu dieru v súhvezdí Perzea, v troch rôznych vlnových dĺžkach. Na hornom zábere vo viditeľnej oblasti spektra objekt nevidno, leží zhruba v strede snímky. Uprostred je rovnaká oblasť oblohy v rtg. svetle. Tu je zachytený objekt (v strede obrázka) počas výbuchu v auguste 1993. Dolný záber ukazuje rovnakú oblasť na rádiovej vlnovej dĺžke 20 cm.



Prístroj BATSE na Comptonovom observatóriu – družici GRO – zaznamenal za prvý rok svojej činnosti 743 gama-zábleskov. Ich rozloženie po oblohe je veľmi rovnomerné a nemožno v ňom vybadať žiadne smerové preferencie, z ktorých by sa dal odhadnúť pôvod úkazov.

rovnicí husté látky a nejvyšší možnou **rotační frekvencí neutronové hvězdy**. Pokud hmotnost neutronové hvězdy M vyjádříme v jednotkách $M_\odot$ a poloměr R v násobcích 10 km, pak je maximální rotační frekvence

$$F = 0{,}77.10^4.M^{1/2}.R^{-3/2},$$

což prakticky znamená, že jsou „povoleny" rotační periody pulsarů až do 0,2 ms. (Nejkratší zjištěnou periodu 1,56 ms má milisekundový pulsar 1937+21).

N. Glendenning upozornil na možnost „změkčení" stavové rovnice neutronové hvězdy v průběhu gravitačního hroucení. Protoneutronová hvězda je totiž směsí neutronů, protonů, elektronů, mionů a uvězněných neutrin v nejnižším možném energetickém stavu, jenže uvězněná neutrina se během několika sekund „osvobodí" a hroutící se hvězdu opustí. To však dá hvězdě možnost zaujmout ještě nižší energetický stav buď tím, že se většina baryonů změní na hyperony, anebo se hadronová látka změní na kvarkovou právě „změknutím" stavové rovnice. To má dramatický důsledek, neboť tak se může neutronová hvězda vzápětí dále **zhroutit na černou díru**.

Existuje zřejmě určitá kritická hmotnost hvězdy, nad níž dochází k tomuto nepatrně zpožděnému zhroucení na černou díru. To se patrně stalo se supernovou 1987A, kde – jak známo – nebyly dosud objeveny žádné důkazy o existenci rotující neutronové hvězdy, a podobně by se dal objasnit nápadný nedostatek koincidencí mezi známými pozůstatky po supernovách a výskytem neutronových hvězd v nich. V souladu s tímto názorem se I. Bombaci domnívá, že celá koncepce maximální hmotnosti neutronové hvězdy (Landauova-Oppenheimerova-Volkoffova mez) je nesprávná. Patrně spíše existuje určitý překryv pásma hmotností, v němž mohou existovat jak neutronové hvězdy, tak černé díry. K tomu poznamenali H. Bethe a G. Brown, že pokud se vskutku neutronová hvězda po supernově 1987A následně zhroutila na černou díru, je to důkazem, že horní **mez hmotnosti stabilní neutronové hvězdy** činí nanejvýš 1,56 $M_\odot$, takže je jen nepatrně vyšší než spodní (Chandrasekharova) mez 1,4 $M_\odot$. V prvním přiblížení mají tudíž všechny neutronové hvězdy prakticky touž hmotnost.

3.5. Zábleskové zdroje záření gama

První zpráva o zábleskových zdrojích záření gama (GRB – z angl. Gamma-Ray Bursters) pochází z r. 1973. Zasloužily se o to americké vojenské družice VELA, obíhající kolem Země v párech po kruhové dráze o poloměru 250 000 km v periodě 4 dnů. Poněvadž čidla záření gama jsou prakticky všesměrová, byly přibližné polohy zdrojů určovány ze zpoždění signálů mezi vzdálenými družicemi, takže tím se dařilo vymezit jen určité protáhlé pásy na obloze, popřípadě značně velké chybové plošky, a to neobyčejně komplikovalo případnou identifikaci záblesků s nějakými astronomickými objekty. Od té doby byly zábleskové zdroje sledovány celými bateriemi družic i kosmických sond, což občas přinášelo i dosti přesné určení polohy záblesku na obloze. Od r. 1991 je však v provozu **aparatura BATSE** na družici Compton, jež umožňuje určit přibližnou polohu (chybový kroužek s průměrem do 13°) záblesku přímo, bez souběžného pozorování dalšími družicemi. Tak postupně vzniká rozsáhlá a homogenní statistika, která koncem r. 1995 čítala již 1121 GRB v trvání od 0,03 s do 1000 s.

Navzdory tomu až do dnešního dne neexistuje fakticky jediná **spolehlivá identifikace záblesku** v jiném spektrálním oboru, ať už v reálném čase, nebo z archivních údajů. Setkáváme se tedy s jedinečným úkazem v celých dějinách astronomie, kdy existují objekty, které krátkodobě zazáří v jediném spektrálním oboru, a o jejichž povaze nemáme tušení. Neexistují-li totiž identifikace, nelze určit ani přibližně vzdálenost zdrojů od nás, takže pozorované veličiny nelze převést na údaje o zářivém výkonu. Z tohoto hlediska představují zábleskové zdroje záření gama jakýsi protějšek populárnějších – leč pochybných – jevů UFO; na rozdíl od UFO určitě existují, ale jejich identifikace se navzdory více než 2000 vědeckým pracím na toto téma již publikovaným vůbec nedaří.

Není divu, že k vysvětlení povahy zábleskových zdrojů bylo dle D. Hartmanna a S. Woosleyho navrženo již 135 nejrůznějších mechanismů, které se mohou uskutečňovat kdekoliv mezi periferií sluneční soustavy (v Oortově kometárním oblaku) a periferií pozorované části vesmíru! Ve dvou třetinách navržených mechanismů však hrají významnou úlohu neutronové hvězdy.

Možným vodítkem pro objasnění povahy těchto tajemných zdrojů by se mohlo stát pozorování nemnoha **rekurentních zdrojů měkkého záření gama** (SGR, z angl. Soft-Gamma Repeaters). M. van Kerkwijkovi aj. se zdařilo pořídit infračervené spektrum průvodce zdroje **SGR 1806-20**, v němž se nalézají silné emisní čáry podobně jako u svítivých modrých proměnných hvězd, což jsou spektrálně typy O9÷B2 a hmotnostně výjimečně nadprůměrné objekty, takže jich v celé Galaxii existuje jen několik set. Zmíněný objekt je od nás dále než 6 kpc, takže jde vskutku o jednu z nejsvítivějších hvězd v Galaxii.

J. Shull a S. Stern však soudí, že zábleskový mechanismus ve zdrojích SGR není totožný s tím, který funguje v klasických zábleskových zdrojích. SGR by mohly vznikat dopady komet z extrasolárních Oortových mračen na mateřské neutronové hvězdy. Jelikož však dosud známe jen čtyři SGR, je i tato možnost málo pravděpodobná, pokud ovšem nejsou záblesky po dopadu komet usměrněny do úzkých svazků, které by většinou Zemi minuly.

L. Hanlon dokonce uvažoval o tom, že by rekurentní zábleskové zdroje mohly být vyvolány efektem gravitační čočky, což by však vyžadovalo, aby se na stejném místě oblohy opakoval týž profil záblesku a totéž energetické spektrum, což však zatím nebylo nikdy pozorováno. C. Meegan aj. hledali rekurence v II. katalogu BATSE, jenž obsahuje 585 záblesků od dubna 1991 do března 1993, a nenalezli ani jedinou. Naproti tomu V. Wang a R. Lingenfelter si povšimli, že v témže katalogu se vyskytují páry záblesků v intervalu několika dnů přibližně na témže místě oblohy. Statistika z katalogu 2B však není dostatečná pro jednoznačný závěr, takže chtějí analýzu zopakovat po zveřejnění katalogu 3B, jenž bude obsahovat přes 850 zdrojů. J. Dickel aj. hledali protějšek pro nejznámější **rekurentní zdroj GBS 0525-66** v optickém, infračerveném i rádiovém spektrálním pásmu v okolí pozůstatku supernovy N49 ve Velkém Magellanově mračnu, ale žádný vhodný objekt nenašli a soudí, že polohová koincidence s pozůstatkem supernovy je jen náhodná.

F. Vrba aj. konstatovali, že ani **hledání optických protějšků** pro zábleskové zdroje v katalogu BATSE citlivými kamerami s maticemi CCD nedalo po pěti letech žádný kladný výsledek, přestože dosáhli mezné hvězdné velikosti 24 mag. R. Becker-Szendy aj. ověřovali na měřeních z amerického podzemního detektoru IMB v letech 1986–1991, zda v době záblesků gama nevzrostl tok kosmických neutrin o energiích od 60 MeV do 2 GeV. Nenašli však ani jedinou korelaci pro 53 různých GRB. Podobně negativní byl však i pokus W. Webbera aj. nalézt korelace mezi polohami vybraných zdrojů GRB a hlavními třídami extragalaktických objektů jako jsou galaxie, kvasary atd. Pro 60 GRB s dostatečně malými chybovými ploškami (pod 1/4 čtverečního stupně) nenalezli žádné odpovídající extragalaktické objekty.

N. Shaviv a A. Dar si povšimli podobností mezi GRB a výtrysky v oboru gama z aktivních jader galaxií. Tvrdí, že podobnost je následkem společné příčiny, jíž je inverzní Comptonův rozptyl fotonů na relativistických elektronech. Autoři uvádějí, že takové výtrysky vznikají při **splynutí dvou neutronových hvězd** resp. páru hvězdná černá díra-neutronová hvězda. Tak lze vysvětlit zejména

vzplanutí gama, která trvají déle než 1 sekundu. Naproti tomu krátkotrvající záblesky mají odlišný původ a vznikají uvnitř Galaxie.

Podle D. Hartmanna aj. dosavadní **statistika rozložení zdrojů GRB** z 3. katalogu BATSE poukazuje jednak na naprosto bezvadnou izotropii poloh objektů na obloze a jednak na zřetelný nedostatek slabých zdrojů. To znamená, že již lze vyloučit populace GRB v disku Galaxie, ale stále ještě zbývá možnost, že GRB náležejí do rozsáhlého kulového hala Galaxie. Nicméně pravděpodobnost, že zdroje GRB se nacházejí za hranicemi Galaxie, je čím dál vyšší.

R. Rutledge aj. odvodili z počtu GRB různých intenzit, že nejslabší pozorované zábleskové zdroje se nacházejí v kosmologické vzdálenosti, odpovídající červeným posuvům z v rozmezí hodnot 0,8÷3,0, resp. s poněkud nižší pravděpodobností v rozmezí 1,0÷2,2. Ještě odvážnější jsou E. Fenimore a J. Bloom, kteří vyšli z pravděpodobné dilatace času u slabých zdrojů GRB a odvodili tak jejich vzdálenost na ekvivalent červeného posuvu většího než 6, tj. dále než dosud známé galaxie a kvasary. Pak by činil zářivý výkon GRB v oboru gama plných 10^{45} W.

Tím více překvapuje, když C. Winkler aj. nalezli pro **dlouhotrvající vzplanutí GRB 940217**, kdy po 162 s hlavním záblesku v pásmu MeV se po plných 90 minutách objevily vysokoenergetické fotony v pásmu GeV, rozmezí vzdáleností od 145 AU (!) do 11,7 kpc. Přitom šlo o nejintenzívnější vzplanutí za celou dobu činnosti družice Compton. Pro relativně blízký galaktický původ zdrojů GRB se na základě statistických i fyzikálních argumentů vyslovil také G. Bisnovatyj-Kogan, jenž hledá souvislost mezi GRB a osamělými blízkými neutronovými hvězdami jako je Geminga. I. Mitrofanov poznamenal, že zatímco do r. 1977 neexistovala vůbec žádná solidní představa o povaze GRB, v následující epoše až do r. 1991 převládalo všeobecné mínění, že GRB jsou nějakými projevy aktivity neutronových hvězd v naší Galaxii. Po vypuštění družice Compton se však začaly váhy naklánět ve prospěch extragalaktického původu zdrojů GRB.

O tom, že problém povahy zábleskových zdrojů záření gama nabyl na důležitosti, svědčí nepřímo i zcela ojedinělá **„velká debata“**, uspořádaná v sobotu 22. dubna 1995 v Smithsonově přírodovědeckém museu ve Washingtonu, D.C. Šlo teprve o druhou velkou debatu v historii americké astronomie, když ta první se konala před 75 lety v témže sále – tehdy na téma, jaká je povaha spirálních mlhovin. Tentokrát tedy šlo o povahu zábleskových zdrojů záření gama, čili v podstatě o hledání jasné odpovědi na otázku, jak daleko jsou zmíněné zdroje od Země. Hlavními protagonisty nynější debaty se stali americký astronom Donald Lamb z Chicaga a polský astronom Bohdan Paczynski z Princetonu, jejichž duel moderovala prof. Virginia Trimblová.

D. Lamb hájil názor, že GRB tvoří populaci v halu Galaxie, kam se dostaly neutronové hvězdy, vymrštěné z dvojhvězd při výbuchu supernovy. Naproti tomu B. Paczynski obhajoval představu o extragalaktické vzdálenosti GRB, zejména na základě zřetelné izotropie v rozložení více než tisíce GRB, zaznamenaných aparaturou BATSE. Paczynski sice připustil, že fyzikální podstata GRB není známa, ale podtrhl, že proti kosmologickým vzdálenostem zdrojů nejsou žádné principiální námitky, a že neexistuje žádný pádný důkaz pro jinou (kratší) stupnici jejich vzdálenosti.

Jak se dalo očekávat, spor nebyl ani touto debatou ukončen. V jejím závěru shrnul britský královský astronom Sir Martin Rees situaci konstatováním, že důležitá budou další pozorování, případně i identifikace GRB s objekty v jiném spektrálním pásmu, nebo alespoň určení polohy některých GRB s přesností ±0,5". Podotkl, že otázku povahy GRB nelze rozhodnout hlasováním, nýbrž jedině vahou dostatečně jednoznačných argumentů.

I. Smith připomněl, že velkým pokrokem při testování domněnky o GRB v galaktickém halu by bylo objevení GRB v halu galaxie M 31 v Andromedě, ale není jisté, zda jsou v tom případě naše aparatury již dostatečně citlivé. Naopak S. Thorsett použil **antropického argumentu** proti kosmologické vzdálenosti GRB. Pokud totiž je většina GRB opravdu tak daleko, jsou zářivé výkony v záblescích nesmírně vysoké a dříve či později se takový úkaz odehraje uvnitř naší Galaxie. Produkty takového lokálního úkazu GRB pak zasáhnou Zemi s intenzitou výrazně vyšší, než kterou vyvolá nejmohutnější erupce na Slunci. Takový zásah lokálním GRB by pak vyvolal podstatné snížení tloušťky ozonové vrstvy nad Zemí a ionizaci oxidů dusíku v zemské atmosféře. Autor odhaduje intenzitu záblesku na Zemi na ekvivalent 10 Gt TNT a soudí, že by se měl opakovat v průměru po stovkách milionů let. To by se projevilo nápadnou ekologickou katastrofou v geologické minulosti Země a výskytem rozpadových řad radionuklidů v polárním ledu. Jelikož ani jeden z těchto efektů nebyl pozorován, autor tvrdí, že zdroje GRB nemohou být kosmologické.

Pro srovnání připomeňme organisaci a vyznění historicky **první velké debaty**, jež se uskutečnila zásluhou G. Hala v pondělí 20. dubna 1920 mezi Harlowem Shapleyem – tehdy z Mt. Wilsonu – a Heberem Curtisem z Lickovy observatoře. Tajemníkem tehdejší debaty byl C. Abbot (1872–1973). Mladší Shapley (34 let) hájil názor, že existuje jen jediná velká hvězdná soustava – Galaxie, zatímco spirální mlhoviny jsou drobnějšími útvary na její periférii. Věděl však, na rozdíl od tehdejšího koryfeje C. Kapteyna, že Slunce určitě není uprostřed Galaxie. Naproti tomu starší H. Curtis (47 let) soudil, že spirální mlhoviny jsou hvězdnými ostrovy rovnocennými s Galaxií. Argumentoval čerstvým Hubblovým objevem cefeid v okolních spirálních mlhovinách. Shapley však určil správně rozměry Galaxie, a jelikož Curtisovi na základě Hubblovy chybné kalibrace cefeid vycházely okolní hvězdné ostrovy příliš malé, Curtis chybně napadal Shapleyovy výpočty. Stručně řečeno, oba autoři hájili jak správné tak chybné názory, přičemž fakticky užívali i chybných argumentů pro podporu správných tvrzení, ale zároveň i správných argumentů pro podporu chybných tvrzení. Není tedy nijak nepravděpodobné, že podobně tomu bylo i v loňské velké debatě...

Tri hypotetické možnosti vzniku tajomných gama-zábleskov. Hore: Záblesky produkujú kométy v Oortovom mračne na periférii slnečnej sústavy. V strede: Výtrysky pochádzajú z neutrónových hviezd, ktoré sa veľkými rýchlosťami pohybujú v halo, obklopujúcom Miečnu cestu. Dolu: Gama-vzplanutia vznikajú na samom okraji vesmíru a vyrábajú ich prehistorické zdroje, ktoré vznikli krátko po big bangu. Väčšina astronómov sa prikláňa k tretiemu scenáru.

4. Mezihvězdná látka

Hlavní hvězdy známé otevřené hvězdokupy **Plejády** jsou obklopeny proslulými reflekčními mlhovinami, z nichž nejjasnější IC 349 kolem hvězdy Merope pozoroval již E. Barnard v r. 1890. Podle G. Herbiga má mlhovina průměr 30" a pohybuje se vůči hvězdokupě průmětnou rychlostí 15 $km.s^{-1}$. To znamená, že v rozporu s obecným míněním nesouvisí tyto reflekční mlhoviny geneticky s hvězdami Plejád, ale jsou dokladem náhodného setkání hvězdokupy s obřím molekulovým mračnem. Molekulové jádro může mít dle J. Trapera aj. také **chladné mezihvězdné mračno**, vzdálené jen 120 pc od Slunce směrem k souhvězdí Persea. Na základě optických pozorování v čáře KI (770 nm) a radiových pozorování v čáře HI jim vyšel průměr mračna 15 pc, hustota 70 částic/cm^3, teplota 30 K a úhrnná hmotnost 1300 $M_\odot$.

M. Hollis aj. odhalili čáry **methylénu** (CH 2) v mlhovině v Orionu a v pozůstatku supernovy W51. R. Glinski a J. Nuth zjistili, že molekuly typu CH 2X (např. thioformaldehyd) jsou odpovědné za mnoho pozorovaných interstelárních difuzních pásů.

Podle S. Bowyera aj. lze mezihvězdné prostředí tepelně charakterizovat třemi složkami, totiž chladným molekulovým plynem o teplotě 10 K, teplou plynnou složkou o teplotě 10 kK a horkou plazmatickou složkou o teplotě řádu megakelvinů. Astrofyzikové dosud soudili, že teplá a horká složka interstelárního prostředí jsou v termodynamické rovnováze, ale **měření v pásmu EUV** to nepotvrdila. Autoři ukázali, že v nejbližším mezihvězdném okolí Slunce do vzdálenosti 40 pc je tlak horké složky dvacetkrát vyšší než tlak teplé složky.

V loňském roce skončila svou aktivní činnost proslulá Kuiperova létající observatoř KAO, umožňující měření ve střední i daleké infračervené oblasti spektra. NASA totiž chce ušetřených provozních peněz využít k výstavbě dokonalejší létající observatoře SOFIA, jež by měla být nasazena od r. 2000. KAO se rozloučila skutečně důstojně, když dle V. Strelnitského aj. odhalila při svém posledním letu silnou emisi u hvězdy MWC 349 na vlnové délce 169 μm. Jelikož intenzita čáry je šestkrát vyšší než standardní hodnota, je prakticky jisté, že jde o **přírodní vodíkový laser**, buzený ultrafialovým zářením hvězdy, v prachoplynovém cirkumstelárním disku. Taková měření jsou velmi cenná při studiu raných fází zrodu hvězd.

Následuje kapitola 5. Galaxie a kvasary

Po stopách velkých VLASATIC

3. Století komet *(pokračování)*

S jasnými kometami se okolo roku 1860 doslova roztrhl pytel. Sedm vlasatic dosáhlo v letech 1858–65 jasnosti 2,5 mag nebo vyšší a mezi ně patří i kometa, která se oblohou pohybovala jen tři roky po kometě Donati. Objevil ji 13. května **1861** v australském Windsoru amatérský astronom **J. Tebbutt** [čti tebat], jindy se však o ní píše také jako o **„Great Comet"**. Už při objevu byla viditelná pouhým okem (4 mag) a rychle se zjasňovala, takže zkraje června už byla sledována na mnoha místech jižní polokoule. 11. června měla jasnost asi 1 mag a délka chvostu přesahovala 40°, kometa se pohybovala z jižní oblohy téměř přímo k severu, zároveň však také do blízkosti slunečních paprsků, kde zakrátko zmizela. V té době neexistovalo mezi jednotlivými státy, natož mezi kontinenty a astronomy je obývajícími téměř žádné spojení, takže o kometě pochopitelně na severní polokouli nikdo nic nevěděl. Když se 29. června neočekávaně vynořila ze slunečních paprsků na večerním nebi v plném lesku, s hlavou velkou jako Měsíc v úplňku a jasnou jako Jupiter a velmi dlouhým chvostem, vyvolala velikou senzaci. Mnozí ji považovali dokonce v první chvíli za vycházející Měsíc – na západě... Byla pozorována po celé Evropě, na obloze se pohybovala k severu přes souhvězdí Vozky, Rysa a Velké medvědice. Jádro komety bylo jasné jako Saturn (0 mag), ovšem celková jasnost byla nepochybně vyšší (–3 mag?). Hlava měla údajně žluto-červenou barvu a průměr 30', délka přímého chvostu dosahovala koncem června a začátkem července po mnoho dní až 120° a maximální šířka 6°. Žádná kometa zřejmě nikdy neměla tak dlouhý a přitom jasný ohon. Jeho skutečná délka však nebyla nijak výjimečná; dlouhým se stal díky těsnému přiblížení komety k Zemi a vhodným geometrickým podmínkám. Když se kometa nacházela ve Vozkovi, sahal tenký chvost přímo přes Polárku (!) a přes souhvězdí Lyry až ke hvězdám v Orlu na druhé straně oblohy (!!). Ohon sestával ze dvou částí, z dlouhého tenkého paprsku a širokého kratšího chvostu – oba byly jen málo zakřivené a úhel sevřený mezi nimi se měnil. Po 5. červenci se ohon začal zkracovat a slábnul. Kromě toho se v komě podobně jako u komety Donati vytvořilo od 2. do 19. července mnoho obálek přibližně parabolického tvaru (až 11), každé dva dny se oddělila jedna. Jejich vývoj probíhal mnohem rychleji než u komety Donati. Na některých obrázcích z hlavy komety vystupuje celý vějíř různě jasných a dlouhých paprsků. Kometa tak vyhlížela velmi podivuhodně; jeden ohon měla dlouhý, přímý a tenký, druhý široký a slabší a v blízkosti hlavy mnoho dalších struktur nejrozličnějších tvarů a povahy.

30. června prošla Země chvostem komety, ve dvou třetinách jeho délky (měřeno od jádra). Řada nezávislých pozorovatelů se shodla v tom, že nebe bylo té noci obzvlášť světlé, jako by se všude po obloze rozložila žlutavá polární záře. Zdá se tedy, že se chvost sice slabě, ale přece jen projevil. Jasností kometa Tebbutt rozhodně předčila Donati, která ještě byla v čerstvé paměti. Délka chvostu se v první dekádě července zmenšovala, stejně jako jasnost komety. Přímý chvost měl 8. července délku 60°, široký byl o mnoho slabší a kratší. 12. července měřily ohony 30°, resp. 20°, celková jasnost komety byla okolo 2 mag. Do poloviny srpna zeslábla kometa na 5 mag a chvost se zkrátil na 3°. Ještě dlouho zůstala viditelná v dalekohledech, až do května následujícího roku, kdy zeslábla na 11 mag.

Vlasatice se stala živým dokladem, že víra v nepříznivé účinky komet ještě zdaleka nezmizela: byla jí připsána odpovědnost za začátek občanské války v USA. Tato víra ostatně nepadla ani tehdy, když se žádná velká vlasatice neobjevila na začátku první ani druhé světové války. Na další velké představení komety Tebbutt se můžeme těšit vskutku zanedlouho – zhruba za 410 let.

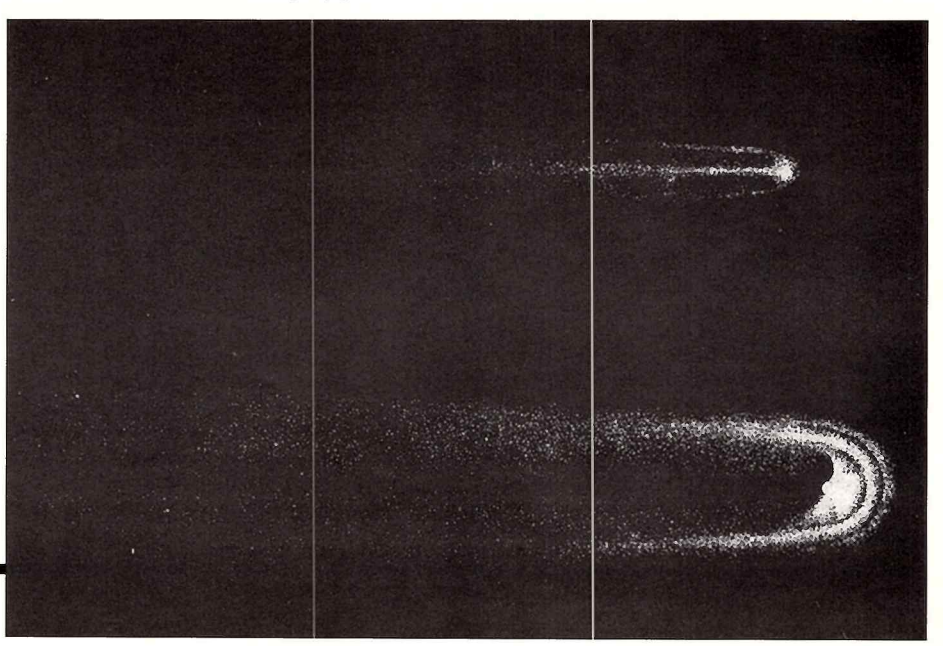
* * *

V srpnu **1864** pořídil Donati u komety **Tempel** první kometární spektrum. V něm byly objeveny tři emisní pásy – hlavní složkou komy tedy jsou svítící plyny, kterým pásy příslušely. Huggins v roce 1868 rozeznal, že se jednalo o pásy patřící uhlovodíkům. Teprve u velké komety **Coggia** z roku **1874**, jejíž ohon měřil přes 60° a jasnost dosáhla asi –1 mag, bylo nalezeno jasné pozadí spojitého spektra, na které se promítaly emisní pásy metanu. Bylo tedy zjištěno, že v kometách září plyny excitované slunečním zářením a pevné částice, které světlo odrážejí. Poměr zastoupení obou složek u různých komet zřejmě kolísá.

Další pozoruhodná kometa připravila tentokráte podívanou jen pro obyvatele jižní polokoule. Mnoho lidí v Jižní Americe, jižní Africe a Austrálii si večer 31. ledna **1880** nebo o den později povšimlo chvostu, který vystupoval od obzoru – samotná hlava komety nebyla viditelná. Kometa je většinou nazývána **„Great Southern Comet"**, někdy je s ní spojováno jméno jednoho z prvních astronomů, který ji pozoroval (Benjamin **Gould**). Ten si na observatoři v Cordobě (Argentina) všiml chvostu 2. února; měřil 30° v délce a 3° v šířce, ovšem hlava stále nebyla viditelná. 3. února byl chvost ještě delší (40°), téměř rovnoměrně jasný po celé délce. Gould také poprvé uviděl za soumraku hlavu komety – matnou maličkou skvrnku v mlze u horizontu... Měla úhlový průměr jen asi 2 až 3' a byla zcela bez jádra nebo náznaku kondenzace, stejně jako v dalších dnech. Ani její jasnost nebyla nijak obzvlášť vysoká – pouze 3 mag. 5. února měřil ohon dokonce více než 50°, byl však velmi úzký (1 až 2°) a poměrně slabý – slabší než Mléčná dráha. Chvost se v dalších dnech zkracoval, ještě v polovině února však měřil 35°. Pak se ale kometa nezvykle rychle vytratila – po 20. únoru nebyla nikde nalezena, zejména kvůli nepříznivé poloze na nebi. Skutečná délka jejího chvostu byla asi 1,0 AU, což ji řadí k „nejvlasatějším" kometám všech dob. Perihelem prošla 3 dny před objevem a patří do Kreutzovy skupiny.

Pytel s velkými kometami se začátkem 80. let minulého století roztrhl podruhé – a zatím naposledy. Už o rok později se na jižním nebi objevila další **„Great Comet"**. První ji zpozoroval 22. května **1881** v Austrálii **Tebbutt** [čti tebat] – ten samý Tebbutt, který si právě před dvaceti lety, rovněž v květnu, přivlastnil onu krásnou vlasatici z roku 1861. Jeho nová kometa byla při objevu vidět na večerní obloze okem, s jasností asi 3 mag, která se zvyšovala, a chvostem 2° dlouhým. V dalších dnech byla nezávisle nalezena na mnoha místech, mj. také Gouldem v Cordobě. Začátkem června měla jasnost 1–2 mag a přímý ohon o délce 10°, stávala se však obtížně viditelnou; mířila totiž přímo na sever, 16. června prošla přísluním a po krátkém pobytu v blízkosti Slunce se vynořila z jeho dosahu na severní obloze. Od 22. června byla pozorována v Evropě, měla jasnost 0 mag a chvost 10° dlouhý, o tři dny později jeho délka vzrostla na 20°. Kometa však už zvolna slábla. Po celý červenec se její jasnost pohybovala kolem 3–4 mag (prošla jen 8° od severního pólu), v srpnu jasnost poklesla na 5–6 mag, kometa však stále byla dobře vidět pouhým okem. V dosahu dalekohledů zůstala až do února 1882. Henry Draper získal po bezmála tříhodinové expozici první zdařilý snímek komety, na němž je ohon zakreslen do vzdálenosti 10° od hlavy, která je ostrá a s výrazným jasným jádrem.

Rok **1882** přinesl dokonce dvě velmi jasné komety. První z nich objevil **Wells** v USA 18. března jako objekt 8. velikosti. Začátkem 80. let 19. století byla díky veřejné sbírce přebudována observatoř v Albany ve státě New York. Delegace občanů byla při slavnostním otevření na návštěvě u ředitele hvězdárny Lewise Bosse, když někdo poznamenal, že na jiných observatořích jsou objevovány komety a hvězdárna v Albany že by neměla zůstat pozadu. Boss to přijal jako žert, s úsměvem se obrátil ke svému asistentovi a prohodil: *„Tak vidíte, pane Wells, musíte objevit kometu."* Wells splnil přání svého šéfa během týdne a objevil kometu, která zůstala viditelná po dobu pěti měsíců a dokonale nově otevřenou hvězdárnu proslavila.



Hlava velké komety Coggia v červenci 1874 prodělala několik zajímavých změn. Jejím studiem se podařilo určit, že v kometách září plyny excitované slunečním zářením a pevné částice, které světlo odrážejí.

Kresba: archiv redakce

V květnu jasnost komety výrazně vzrostla, koncem měsíce měla 3 mag a 6. června 0–1 mag; v té době se už nacházela na soumrakové obloze a v dalších dnech byla na mnoha observatořích sledována ve dne (pomocí speciálně upravených dalekohledů) v blízkosti slunečního kotouče jako neostrá drobná skvrnka (–5 mag?). Když procházela v těsné blízkosti slunečního povrchu, značně se změnil vzhled jejího spektra: zeslábly obvyklé pásy uhlovodíků, ale zesílilo spojité spektrum a objevil se výrazný žlutý dublet sodíku. Vysoká teplota tedy měla za následek jednak rozklad molekul uhlovodíků, jednak vypařování sodíku z jádra. Kometa proto také měla nápadně žluté zabarvení. Po průchodu přísluním 11. června ve vzdálenosti 0,06 AU od Slunce byla koncem června a v červenci kometa viditelná jen několik stupňů nad obzorem, s velmi dlouhým slabým chvostem (45°). Přecházela už na jižní oblohu, slábla a zakrátko se ztratila z dohledu. Ovšem ke Slunci se v té době řítila jiná velká vlasatice, aby za pár týdnů rozehrála své velkolepé představení. Ve všech ohledech předčila kometu Wells a byla posledním opravdu mimořádným zjevem mezi vlasaticemi, srovnatelná jen s těmi nejnádhernějšími v historii.

Stala se třetí kometou během tří let, která se mohla pyšnit titulem „Great Comet"; známa je jako **„Great September Comet"**. Zpozorována byla poprvé na jižní obloze ráno 1. září **1882** námořníky na italské lodi; 3. září kometu viděli na Novém Zélandu, 7. září námořníci v Austrálii a 8. září ji objevil první astronom – Finlay v Kapském městě. Od 8. září už byla pozorována na mnoha místech po celé jižní polokouli. V Argentině ji objevili 3. září železniční dělníci, když se vraceli domů z noční směny. 5. září se nacházela 27° od Slunce, 14. září už jen 12°. Už okolo 7. září byla jasná jako Venuše a později byla sledována i ve dne bez dalekohledu. Od 16. září kometu pozoroval Tebbutt ve dne pouhým okem jako jasný světlý objekt, s chvostem dlouhým 20'. 17. září kometa přešla přes sluneční disk; Finlay ji sledoval až do okamžiku, kdy vstoupila před sluneční kotouč a náhle zmizela, podobně jako hvězda při zákrytu Měsícem. Žádný náznak tmavého jádra, které by se promítalo na sluneční disk, nebyl pozorován. Ten den byla poprvé sledována v blízkosti Slunce i v Evropě. Jasnost takovéto komety by bylo obtížné určit dnes, natož ji rekonstruovat z tehdejších pozorování. Jistě však nebyla slabší než –10 mag; snad –13 mag není příliš daleko od skutečnosti. Podle odhadu z Kapského města mělo samotné jádro jasnost –10 mag. 18. září při východu Slunce měla krásnou čistě žlutou barvu; když Slunce stoupalo na obloze výš nad obzor, kometa vůbec neslábla a spíš byla ještě výraznější. Ještě začátkem října, když už se kometa značně vzdálila od Slunce jak na nebi, tak v prostoru, měla jasnost okolo –2 mag. Mnoho měsíců pak zůstala nejpozoruhodnějším objektem na obloze a neozbrojeným okem byla viditelná až do března následujícího roku. Byla sledována z jižní i severní polokoule, i když se nacházela stále jižně od rovníku; v prosinci 1882 byla v opozici se Sluncem, promítala se přitom do souhvězdí Velkého psa. Skutečná délka chvostu přesahovala 1 AU, vzhledem k nevhodné vzájemné poloze Země a komety však na obloze měřil maximálně 35°. Na konci byl zajímavě rozštěpen – rozštěpení připomínalo řecké písmeno gama nebo spíše ocasní ploutev nějaké ryby. Od 16. října byl vidět pouhým okem také slabý protichvost, namířený ke Slunci. Ještě koncem ledna 1883 měřil ohon bez dalekohledu 8°; kometa se už nacházela téměř 3 AU od Země.

30. září 1882 bylo poprvé zaznamenáno rozdělení jádra komety, nejprve na 2 části, v říjnu uvádějí všichni pozorovatelé 4 nebo 5 jader, seřazených v přímce a postupně se od sebe vzdalujících. Oběžné doby jednotlivých hlavních složek byly určeny na 664, 769, 875 a 959 let. *„Když byla kometa poprvé pozorována dalekohledem na ranní obloze, měla normální vzhled. Jádro bylo kruhové a v komě bylo vidět mnoho zřetelně vyvinutých koncentrických obálek; tmavý pruh „za" jádrem byl také dobře patrný. Za několik dní se jádro začalo protahovat, až se konečně roztáhlo do podlouhlého zářivého pruhu o délce nějakých 50 000 mil, na němž se nacházelo 6 nebo 8 jasných bodů podobných hvězdám. Největší a nejjasnější z nich byl třetí v pořadí od předního okraje, který měřil zhruba 5 000 mil v průměru. Tento „řetízek perel"* (v originále „string of pearls" – nepřipomíná vám to něco?) *se postupně stále prodlužoval po celou dobu kdy kometa zůstala viditelná, a jeho délka nakonec přesáhla 100 000 mil,"* popisuje rozdělení Young.

9. října byla zjištěna další pozoruhodná skutečnost – kometa byla doprovázena jakýmsi menším „bratříčkem", který se nacházel JZ od hlavní komety a vzdaloval se od ní rychlostí asi 1° za den. Byl zaznamenán Schmidtem v Aténách a pozorován několik následujících nocí. Jeho velmi přibližně určená dráha je podobná dráze hlavní komety. Okolo 14. října Barnard a nezávisle další astronomové spatřili dokonce 6 až 8 objektů (!), podobných slabým kometám, 6° jižně a západně od hlavního tělesa. Pravděpodobně se jedná o objekty, které se již dříve od hlavní komety oddělily. Proces postupného dělení původní jediné komety dokládá také vypočtený rozpad: komety Ikeya-Seki z roku 1965, o níž bude také řeč, a Great September Comet 1882 se od sebe oddělily ve 12. století a velmi pravděpodobně jejich mateřským tělesem byla kometa pozorovaná v roce 1106. Všechny zmíněné komety patří do Kreutzovy skupiny.

V blízkosti Slunce byly ve spektru „zářijové komety" pozorovány velmi jasné čáry sodíku a železa. Bylo také zřejmé, že když kometa vydržela (navzdory rozpadu do několika částí) průchod oblastí, kde se teplota pohybuje okolo 3000 °C, musí její jádro obsahovat těleso (nebo tělesa) značné velikosti. Minnaert ukázal, že kometa, která prochází v perihelu v těsné blízkosti Slunce (jako třeba právě kometa z roku 1882), by se úplně vypařila, pokud by neměla jádro o rozměru alespoň několik set metrů. Jádro tedy nemohlo být shlukem drobných částic, který by byl v tomto případě navíc rychle rozptýlen slapovými silami.

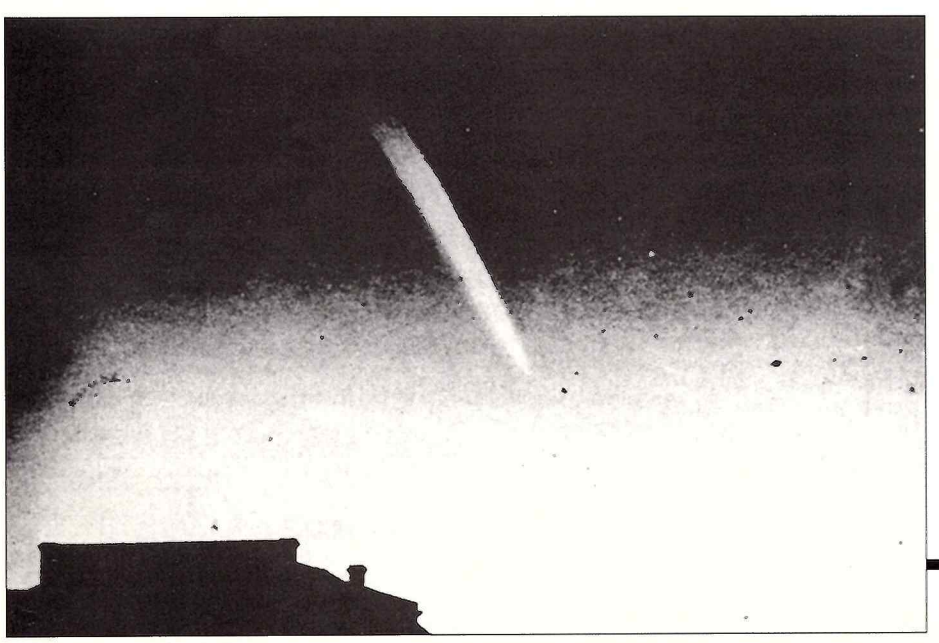
Také „zářijová" kometa patří k těm největším – její absolutní jasnost je asi –0,5 mag. Ještě ve vzdálenosti přes 3 AU od Slunce i od Země byla v březnu 1883 viditelná volným okem. Žádná kometa už od té doby „zářijovou" z roku 1882 nepředčila; pro pozorovatele na severní polokouli to byla zatím poslední kometa z těch vskutku nejvelkolepějších.

Přestože tedy od té doby žádná kometa „Velkou zářijovou" nepřekonala, rozhodně tím zásoba jasných vlasatic není vyčerpána. Připomeňme alespoň **„Great Southern Comet"**, kterou zpozorovali poprvé večer 18. ledna **1887**, týden po průchodu perihelem, Thome v Cordobě (Argentina) a Fermer blízko Kapského města. Kometa měla při objevu jasný dlouhý přímý a úzký chvost, přes 40° dlouhý; nebylo patrné žádné jádro v „hlavě" komety, která se nacházela nízko nad obzorem a nebyla nijak odlišitelná od chvostu. Večer 22. ledna *„chvost vypadal jako bledá úzká světelná stuha, dokonale přímá a téměř stejnoměrně jasná po celé své délce. Žádná hlava, žádná kondenzace není tu ke spatření a 40° dlouhý chvost jednoduše přechází v nic,"* jak výstižně zaznamenal William Finlay na Kapské observatoři. Tato vzhledem zcela výjimečná a velmi podivná kometa byla zprvu jasná jako Magellanova oblaka, v dalších dnech však rychle slábla a 1. února už po ní za svitu Měsíce pátrali astronomové marně – všeho všudy byla viditelná pouhých 12 dní. Protože u ní nikdy nebyla spatřena ani ta nejjemnější kondenzace v komě, byla dráha počítána na základě nejistých pozorování. I ona však patří nepochybně do Kreutzovy skupiny. Na rozdíl od „zářijové" komety z roku 1882 se však v tomto případě zřejmě jedná o velmi drobné těleso a je otázkou, zda bychom vůbec takovou kometu zpozorovali, kdyby se ke Slunci nepřiblížila na vzdálenost menší než 0,5 AU.

Charles **Perrine** objevil ráno 17. listopadu **1895** na Lickově observatoři poslední velkou kometu 19. století; měla zprvu jasnost kolem 6 mag. Koncem listopadu ji fotografovali bratři Fričovi v Praze, chvost měl na snímku dvě větve; delší sahala do vzdálenosti 50° od hlavy, kratší měřila 7°. Dlouhý chvost byl přitom na konci široký jen 10'. Oba ohony však byly velmi slabé a v dalekohledu byla vidět jen malá část z delšího (do vzdálenosti 1° od hlavy). Když okolo 20. prosince kometa procházela perihelem, stoupla její jasnost asi na –1 mag. Byla v té době sledována nízko u obzoru krátce po západu Slunce z jižní polokoule, krátký chvost byl také viditelný okem. V únoru 1896 byla znovunalezena, už jen jako slabá skvrnka 8–9 mag, pozorována zůstala ještě půl roku až do srpna 1896.

Opusťme závěrem seriózní tón vědeckého světa, vždyť komety jsou také nedílnou součástí našeho kulturního dědictví, v němž nalézáme mnoho úsměvných historek. Ještě ve druhé polovině 19. století zaujalo vzezření vlasatic písničkáře Josefa Téra natolik, že sáhl po 130 let staré jarmareční písni, nechal si vymalovat obraz komety a složil hrůzyplný recitativ. Mezi lidmi vzbudil takovou paniku, že musel přijít četník, obraz zabavit a písničkáře posadit na 3 dny do chládku. I takové bylo 19. století, století nádherných vlasatic.

(pokračování příště)



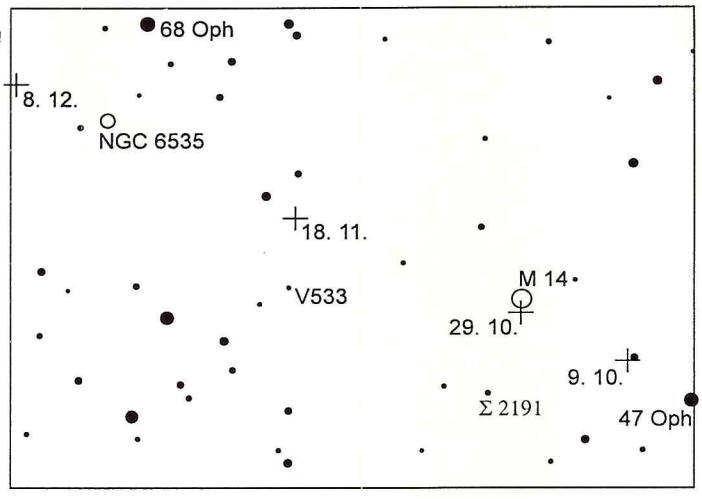
Vůbec první vyfotografovanou kometou byla slavná kometa Tebbutt v roce 1881. I když se na tříhodinové expozici smazaly všechny detaily v kometárním ohonu, byl to další krok ve výskumu těchto těles.

Foto: archiv redakce

KAMIL HORNOCH, JIŘÍ DUŠEK /

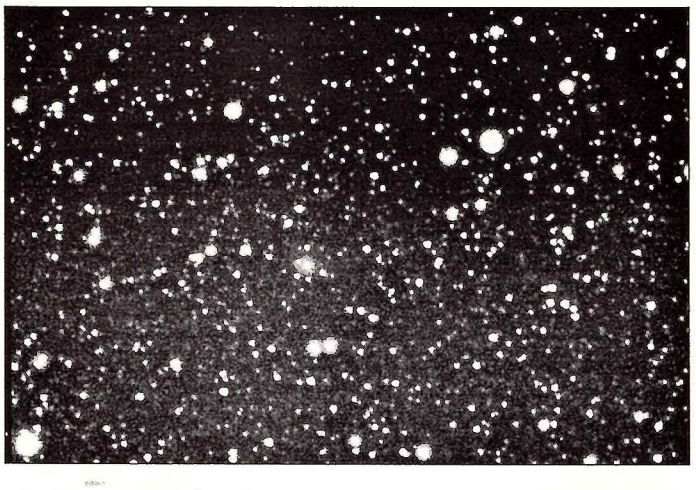
HALE-BOPP přichází III.

Možná si vzpomínáte, že jsme v prvním díle našeho seriálu psali o zajímavém úkazu: přiblížení komety 22P/Kopff k naší hlavní „hrdince" kometě Hale-Bopp. Pozorovali jste? Pokud ano, můžete si svoje zážitky porovnat s našimi. Pokud ne, alespoň si přečtěte, jaké to bylo.



Ohlédnutí zpět

V prvních třech červnových týdnech se obě komety nacházely v jednom zorném poli běžných triedrů. Jejich vzájemná úhlová vzdálenost byla menší než pět stupňů. Kometu Hale-Bopp jste zajisté díky vysoké jasnosti nalezli snadno. Byla nápadným objektem se stelárním jádrem, rozlehlou vějířovitou komou výrazně se zjasňující směrem ke středu s náznakem ohonu. Jak jsme již uvedli minule, je stále jasnější než udává předpověď. Rozdíl v tomto období činil asi půl magnitudy. Horší to bylo s kometou Kopff. Dle předpovědi měla dosahovat 7 až 7,5 mag, na rozdíl od své konkurentky ale byla o půl magnitudy slabší. Tento fakt by sám o sobě nemusel být rozhodující v případě, že by měla podobný vzhled jako Hale-Bopp. Jenže kometa nám chtěla ukázat rozdíl mezi mladou kometou plnou sil (nebo spíše oxidu uhelnatého) a příslušnicí skupiny starších periodických komet, která již strávila dlouhou dobu ve vnitřních oblastech sluneční soustavy. Kometa Kopff se tak díky častému ohřevu značně vyčerpala a těkavé látky se z ní uvolňují stále neochotněji. Důsledkem je vzhled takový, jaký nám předvedla: nenápadná, poměrně rozlehlá skvrna s minimálním zjasněním v okolí jádra. V kombinaci s horšími pozorovacími podmínkami se potom stala značně nenápadnou. Při méně průzračném vzduchu se jevila jen jako slabá skvrnka o průměru šest až osm úhlových minut. Nejlépe bylo možné kometu Koppf pozorovat na průzračné obloze po průchodu studené fronty. Teprve tehdy se stala poměrně nápadným objektem o průměru až 12' se slabým zjasněním uprostřed. Údaje o její jasnosti získané mnoha pozorovateli ve světě se značně lišily – od 7,5 mag po 9 mag. Vysvětlení je prosté. Ti, kteří ji udávali slabší, viděli jen část její komy. Proto se jim jevila slabá. Podobná situace, kdy byl rozdíl mezi odhady hvězdné velikosti od různých pozorovatelů větší než dvě magnitudy, nastala v nedávné době např. u komet C/1996 B1 Szczepanski či 6P/d'Arrest. Všechny měly podobný vzhled jako kometa 22P/Kopff.



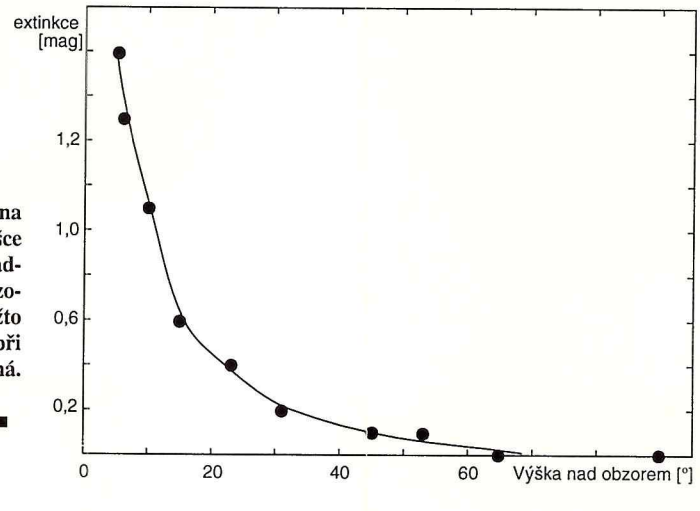
Kometa Kopff na CCD snímku, který exponoval kamerou ST-7 v ohnisku 300 mm objektivu Sonar Ján Mäsiar na Kysuckej hvezdárni 21. července o 23:42:50 UT. Snímek je složen ze dvou 60-, tří 120- a jedné 240-sekundové expozice.

Bude ještě jasnější?

Podle dosavadních pozorování získaných za jedenáct měsíců od objevu je kometa Hale-Bopp opravdu jasnější než udává předpověď. V červnu se tento rozdíl zvýšil až na půl magnitudy. To vedlo k určení nových fotometrických parametrů, ze kterých vyplývá, že by měla být v únoru až květnu příštího roku jasnější než Capella s maximem až –3 magnitudy! Zajímavý je i způsob jejího zjasňování, který se nezdá být lineární, nýbrž probíhá po malých skocích s amplitudou okolo 0,3 mag. Kometa se nejdříve zjasní o několik desetin magnitudy, poté několik dní její jasnost prakticky stagnuje, pak se opět zvýší. Toto chování je pravděpodobně způsobeno rotací jádra, na kterém jsou nerovnoměrně rozloženy aktivní oblasti. V okamžiku natočení většího množství aktivních oblastí ke Slunci se uvolňování těkavých látek a prachu podstatně zvýší (kometa se zjasní). Časem se tato oblast otočí na stranu, kde již není zahřívána Sluncem a ke Slunci se naopak natočí méně aktivní oblast. Ta ale neuvolňuje dostatečně velké množství hmoty na to, aby jasnost komety rostla stejným tempem. Co se týče odhadů rozměru jádra, nedošlo k žádným podstatným změnám. Spodní mez průměru lze poměrně přesně stanovit za pomoci radioastronomických měření, která nám podají informaci o množství uvolňovaného oxidu uhelnatého. Za předpokladu tepelné rovnováhy jádra lze vypočítat pro danou vzdálenost komety od Slunce nejmenší plochu, která je schopna zachytit dostatek sluneční energie k uvolnění oxidu uhličitého. Z této plochy lze potom snadno určit minimální možný průměr. Pro kometu Hale-Bopp vychází spodní hranice deset kilometrů. Uvědomíme-li si, že v těchto úvahách vycházíme z předpokladu, že proces sublimace probíhá po celé ploše jádra, je reálný průměr kolem třiceti kilometrů. Maximální odhady se pohybují okolo 50 km.

Vlasatice za soumraku

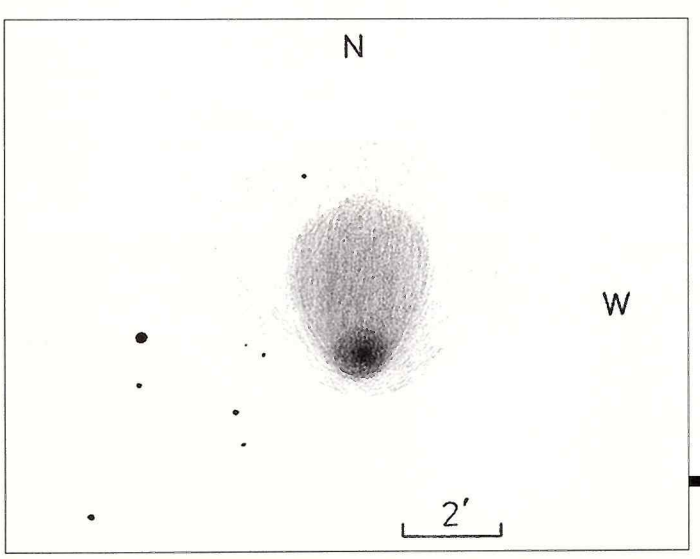
Pokud je začátek října, venku je výjimečně jasno a vy máte chuť podívat se na kometu, je nejvhodnější čas ihned po setmění. Kometa sice zapadá až dvě hodiny před půlnocí, ale i ve večerních hodinách je ve výšce maximálně třicet stupňů nad jihozápadním obzorem. Navíc se vyhnete rušení Měsícem, který zanedlouho vychází a je krátce po úplňku. Vzhledem k tomu, že se její hvězdná velikost pohybuje kolem 4,5 magnitudy, měli byste ji na čisté obloze snadno vyhledat pouhým okem. I když se bude nadále poměrně rychle zjasňovat a koncem listopadu bude ještě asi o jednu a půl magnitudy jasnější, na její nápadnosti se to v dalších dnech příliš neprojeví. Ve večerních hodinách se bude nacházet ve výšce maximálně patnáct stupňů nad západo-jihozápadem. Největší vliv na její nápadnost tedy bude mít čistota ovzduší a přítomnost či nepřítomnost Měsíce. Pro triedry však bude Hale-Bopp objekt velice nápadný, srovnatelný s galaxií M 31. Pokud jste si podle návodu z minulého čísla Kozmosu zkusili sami určovat její jasnost, budeme se vám v dalších řádcích snažit poradit, jak získat co možná nejkvalitnější výsledky. Právě toto období totiž přináší dva velké problémy. Prvním může být poměrně velký rozměr komy. Pokud použijete Morrisovu metodu (nyní jedinou vhodnou), tak vám nemusí stačit rozostření binaru na získání rovnoměrně jasného obrazu komety a už vůbec ne na rozostření hvězd. Co s tím? Stačí použít pří-



Příklad grafu, ve kterém je vynesena závislost atmosférické extinkce na výšce nad obzorem. Je vidět, že v okolí nadhlavníku je extinkce pro vizuální pozorování zcela zanedbatelná, kdežto v malých výškách nad obzorem i při změně o několik stupňů značná.

Snímek komety Hale-Bopp, který exponoval CCD kamerou ST-7 v ohnisku 300 mm objektivu Sonar 240 sekund Ján Mäsiar na Kysuckej hvezdárni 21. července o 22:09:51 UT.

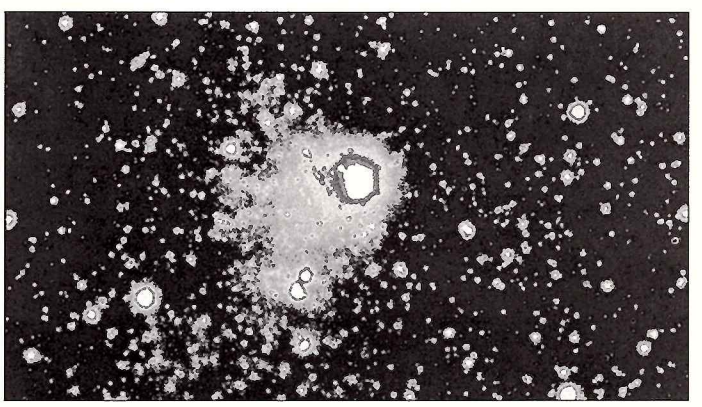
davné čočky, které se vloží za okuláry, nebo upravit zaostřovací systém tak, aby vám dostatečné rozostření umožnil. Samozřejmě je vhodné použít co nejmenšího triedru s co největším zorným polem a malým zvětšením (např. 7×35). Druhý problém souvisí se zvyšující se jasností komety a tím i s nutností používat stále vzdálenější hvězdy jako srovnávací a současně se snižující výšku komety nad obzorem. Jak asi někteří z vás tuší, problém se jmenuje atmosférická extinkce. Světlo hvězd je zeslabeno atmosférou Země tím víc, čím delší dráhu atmosférou proletí. V malých výškách nad obzorem (řekněme od dvaceti stupňů níž) se tento jev projevuje v nezanedbatelné míře i pro vizuální pozorování. Vliv různě velkého zeslabení světla srovnávacích hvězd a komety lze snížit tím, že se budete snažit používat srovnávací hvězdy ve stejné výšce nad obzorem jako je kometa. Ani takových hvězd ale nemusí být dostatek. Potom nezbývá nic jiného než hvězdné velikosti srovnávacích hvězd i komety opravit o vliv extinkce. Postupovat lze následovně. Nejdříve určíte výšku použitých srovnávacích hvězd a komety nad obzorem (např. pomocí známé velikosti zorného pole). Poté si vyberete buď některé z použitých srovnávacích hvězd (pokud jsou vidět pouhým okem), nebo jiné okem viditelné hvězdy nacházející se v podobné výšce nad obzorem jako srovnávací hvězdy a kometa. Nejlepší je použít hvězdy, které jsou výrazně výš a pokud možno i níž než hvězdy srovnávací. I u těchto hvězd určíte jejich výšku nad obzorem. V dalším kroku postupně srovnáte jasnost vybraných hvězd s hvězdami v okolí nadhlavníku (stačí do dvaceti stupňů od něj). Určíte tak pro všechny vybrané hvězdy *pozorovanou* hvězdnou velikost. V další fázi si najdete hvězdné velikosti použitých hvězd v katalogu (nejlépe katalog Skalnaté Pleso nebo SAO) a určíte *rozdíl* pozorované hvězdné velikosti a údaje v katalogu. Až tento rozdíl zjistíte u všech hvězd, vyneste si závislost zeslabení světla hvězd na jejich výšce nad obzorem. Po proložení vynesených bodů křivkou zjistíte pomocí známých výšek srovnávacích hvězd a komety vliv extinkce na jejich jasnost. Pokud jste pro určení extinkční křivky nepoužili všechny srovnávací hvězdy, musíte určit jejich jasnosti. Ze známé úhlové výšky určíte velikost zeslabení hvězdy, které přičtete ke katalogové hvězdné velikosti. Tak zjistíte, jak jasné se vám ve skutečnosti srovnávací hvězdy jevily. Právě tyto jasnosti použijete pro určení jasnosti komety. Hvězdnou velikost komety, kterou by měla bez vlivu extinkce, určíte odečtením vlivu extinkce na její jasnost. Tím jste dosáhli výsledku vhodného k publikaci. Tento postup je vhodný použít několikrát v různých podmínkách (při různě zaprášené atmosféře). Tím získáte několik průběhů extinkce v různých podmínkách. Později bude stačit již jen určit výšky srovnávacích hvězd a komety nad obzorem a provést kompletní postup jen pro řekněme dvě, tři hvězdy. Podle nich si potom vyberete vhodnou extinkční křivku. Pokud se vám zdá tento postup příliš pracný, budiž vám povzbuzením to, že získáte velice spolehlivé údaje o jasnosti komety v době, kdy jich bude pro pohodlnost většiny pozorovatelů velice málo. Při pozorování komety Hyakutake se právě o této problematice vedla celosvětová diskuze. Výsledkem je doporučení opravovat pozorování o vliv extinkce vždy, když se vyskytnou vzájemné rozdíly vlivu extinkce větší než 0,2 mag. K tomu v praxi dochází u jasné komety ve výšce menší než dvacet stupňů. Stále je ale dobré mít na paměti to, že nejvhodnější je pokud možno použít srovnávací hvězdy ve stejné výšce nad obzorem jako je kometa nebo alespoň některé nad kometou a některé pod ní.



Jak vypadala kometa Hale-Bopp v červnu při pohledu větším přístrojem si můžete prohlédnout na kresbě, jejímž autorem je Kamil Hornoch. Pozoroval 13. 6. 1996 mezi 23:35 a 23:50 UT pomocí dalekohledu o průměru 35 cm při 104násobném zvětšení. Asi o měsíc později měla kometa za výborných pozorovacích podmínek již podobný vzhled i v binaru 10×80, kde byl navíc viditelný slabý ohon o délce přibližně 0,4°, táhnoucí se v pozičním úhlu okolo 300 stupňů.

V sousedství kulové hvězdokupy

Kometa Hale-Bopp se v současnosti pohybuje v oblastech, kde nemá konkurenci. Během října a listopadu se přiblíží pouze k jediné nápadnější kulové hvězdokupě M 14 (NGC 6402), která však bude mnohem slabší než kometa. Tuto kulovou hvězdokupu objevil koncem jara 1764 Charles Messier: *Mlhovina bez hvězd, objevená v suknu přehozeném přes pravé rameno Hadonoše, a umístěná na rovnoběžce dzeta Hada; tato mlhovina není velká, její světlo je slabé, je však vidět obyčejným dalekohledem tři a půl stopy [dlouhým]; je kruhová, blízko ní je malá hvězda deváté velikosti.* Anglický astronom William Herschel ji ve svém dvacetistopém refraktoru shledal lehce rozložitelnou na jednotlivé hvězdy, jeho syn John ji dokonce označil za „delikatesní kousek". To ovšem pro majitele menších přístrojů platit nebude. Hvězdná velikost M 14 se totiž pohybuje kolem 7,8 mag při úhlovém průměru osm minut. Kulová hvězdokupa je zajímavá vysokým počtem proměnných hvězd, kterých je dnes známo více než sedm desítek. Za zmínku stojí především ta, která zde zasvítila ve třicátých letech. Roku 1963 si Amelia Wehlau všimla na deskách pořízených H. S. Hoggovou v červenci 1938(!) 74palcovým reflektorem David Dunlap Observatory hvězdy – novy asi šestnácté velikosti, která se nacházela poblíž středu kup. Žádné dřívější snímky už nebyly dodatečně získány, je proto docela dobře možné, že měla v maximu hvězdnou velikost ještě větší. O mnoho let později byla opticky identifikována se slabou (v oboru B 20,2 mag) modrou (B–V=–0,3 mag) hvězdou. Po nově z roku 1860 v M 80 se tak stala druhým případem novy pozorované v kulové hvězdokupě. Nejblíže se bude kometa u M 14 nacházet na přelomu října a listopadu. Tehdy se dokonce hvězdokupa stane „součástí" komety. Bude je totiž dělit jen minimální vzdálenost několik desetin stupně. Ještě předtím se ale kometa přiblíží k pěkné dvojhvězdě Σ 2191. Tuto dvojhvězdu tvoří hvězdy spektrální třídy F2 slabé 7,8 a 8,8 magnitudy. Jejich vzájemná poloha se příliš nemění. Jsou od sebe 26,5 úhlové vteřiny daleko, slabší leží v pozičním úhlu 270 stupňů (počítáno od severu přes východ). Koncem listopadu kometa vstoupí do atraktivnějších oblastí, které kdysi tvořily souhvězdí Býka Poniatowského. Současně, s klesající vzdáleností od nás, se bude také zrychlovat její pohyb po obloze. O tom všem ale až příště.



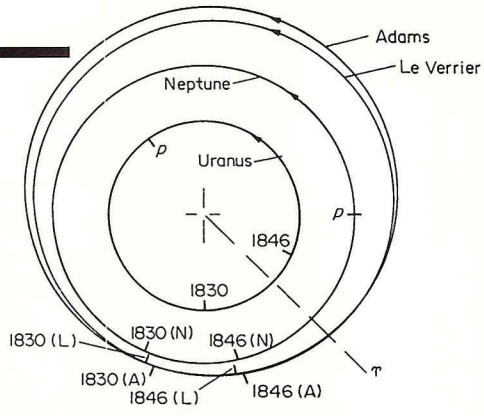
Počítačem zpracovaný horní snímek komety Hale-Bopp. Zřetelně je vidět koma, která se pomaly vyvíjí kolem jádra. Autor: Ján Mäsiar

Kamil Hornoch, Jiří Dušek

ZÁVIŠ BOCHNÍČEK /

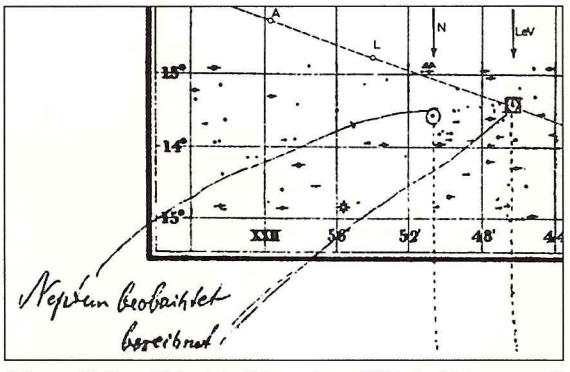
Jak byl objevený NEPTUN

(k 150. výročí planety, která byla dříve spočítaná na papíru, než nalezená na obloze)



Skutečná dráha Neptuna okolo Slunce a dráhy vypočtené Adamsem a Le Verrierem. Místa označená jako 1846(A) a 1846(L) jsou polohy předpovězené Adamsem a Le Verrierem. Skutečná poloha Neptuna v tu dobu je 1846(N). Všechny tři polohy se od sebe mnoho neliší. Na obrázku je též dráha Urana, který před rokem 1830 byl blízko u Neptuna, takže jeho rušivý vliv byl nejsilnější.

Zatím co dráhy pěti planet viditelných volným okem byly v 18. století už známé s dostatečnou přesností, dráha Urana, první teleskopické planety, kterou při prohlížení hvězdné oblohy v r. 1781 nečekaně a náhodou objevil W. Herschel, čekala teprve na své zpřesnění. Tohoto úkolu se ujal zkušený čtyřicetiletý francouzský astronom J. Delambre. Měl k dispozici nejen všechna měření polohy Uranu po jeho objevení, ale měl též dvě polohy Uranu z doby před objevením, kdy dva hvězdáři považujíce Urana za obyčejnou hvězdu, zanesli ho do svých katalogů. První takový záznam je z r. 1690 a pochází od J. Flamsteeda, prvého královského astronoma v Greenwich, druhé z r. 1756 pochází od německého hvězdáře T. Mayera.



Johann Galle a Heinrich d'Arrest použili tuto část mapy při svém objevu Neptuna 23. září 1846. Pozorovaná pozice je označená N, Le Verrierem vypočtená poloha LeV.

Dráha tělesa obíhajícího okolo Slunce je určená v prostoru i čase šesti konstantami, tzv. dráhovým elementy. K jejich určení je zapotřebí aspoň tří úplných pozorování v třech různých dobách. Delambre takových pozorování měl dost. Kombinoval je mezi sebou a odvodil z nich elementy, z kterých pak vybral ty, které dávaly výpočet takových poloh, že v rozmezí pozorovacích nejistot se nejlépe shodovaly s polohami pozorovanými. Když toto bylo hotové, Delambre vypočítal a v r. 1790 vydal tabulky poloh Urana na příští roky. Zprvu se vypočítané polohy shodovaly s pozorovanými, pak se začaly rozcházet a v r. 1820 nepřesnost byla až 50 obl. sekund. A to je mnoho.

V tutéž dobu jiný francouzský astronom A. Bouvard se pokoušel opravit svoje vlastní tabulky poloh Jupitera, Saturna a Urana. Ale přes veškerou snahu se mu nedařilo nalézt takovou skupinu elementů, které by vyhovovaly všem pozorováním Urana. Bouvard se rozhodl starší pozorování jako méně přesná vypustit a spolehnut se jen na pozorování nová. Na jejich základě vydal v r. 1821 nové opravené tabulky poloh Urana na příští roky. Jenomže za pár roků znovu se začal objevovat rozdíl mezi polohou Urana pozorovanou a vypočtenou, který pak narůstal a v r. 1825 dosáhl téměř půl obl. minuty, co bylo více než u kterékoliv jiné planety.

Proč se Uran pohybuje tak podivně a co je toho příčinou? Navrhla se různá vysvětlení. Jedno z nich dokonce tvrdilo, že v tak velké vzdálenosti od Slunce, v jaké je Uran – a ten je 19krát dále od Slunce než Země – Newtonův gravitační zákon už neplatí. Objevila se také myšlenka, že podivné chování Urana by mohlo být vyvolané rušivým vlivem jiné a dosud neznámé planety někde za Uranem. Tuto představu poprvé vyslovil anglický reverend Thomas J. Hussey, astronom-amater, a sdělil ji v dopise z r. 1834 Georg B. Airymu, profesoru astronomie na universitě v Cambridge. Dokonce se nabídl, že bude dalekohledem po této planetě pátrat. Ale Airy ho od toho odradil. Airy se totiž domníval, že celou situaci s pohybem Urana vyřeší nějaká úprava Newtonova zákona.

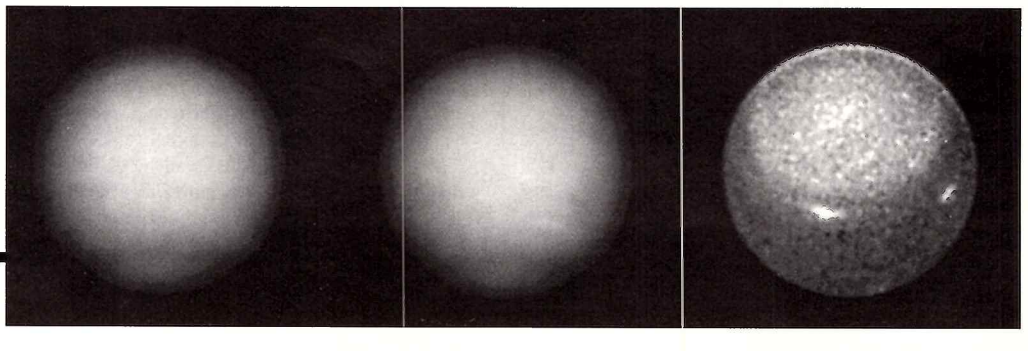
Když o rok později byl Airy jmenován královským astronomem a ředitelem hvězdárny Greenwich, na jeho místo na universitě v Cambridge nastoupil 32letý James Challis jako další profesor astronomie. Jeden z jeho prvních posluchačů byl John Couch Adams, syn cornského farmáře. Už jako mladý chlapec projevil nadání pro matematiku a ve dvaceti letech byl přijat na studium matematiky na cambridské universitě. Studium úspěšně zakončil v r. 1843 jako 24letý. V tu dobu ho zaujal problém Urana. Přiklonil se k názoru, že příčinou podivného chování Urana je přítomnost nějaké planety za Uranem. Svěřil se s tím Challisovi a ten ho v té představě povzbudil a vybídl k podrobnějšímu rozboru. V září 1845 vypočítal Adams potřebnou hmotnost a dráhové elementy pro takovou planetu, která by mohla být zodpovědná za všechny známé odchylky Urana od vypočtené polohy. Jediné předpoklady, které musel Adams učinit, byly, že velká poloosa dráhy planety je 38,4 astronomických jednotek (astronomická jednotky je střední vzdálenost Země od Slunce), co bylo v souladě s Titius-Bodeovým zákonem, a že sklon roviny oběžné dráhy této planety k ekliptice je malý.

Titius-Bodeho zákon z r. 1766 a 1772 je empirický vzorec pro vzdálenost planet od Slunce. Osvědčil se s přijatelnou tolerancí pro všech pět tehdy známých planet včetně Země a hypotetické planety mezi Marsem a Jupiterem, ale selhal – jak se mnohem později ukázalo – právě u Neptuna a také u Pluta.

Adams vypočetl polohu předpokládané planety pro datum 30. září 1845 a před odjezdem domů do Cornwallu dal své výpočty Challisovi. Řekl mu, že planeta by mohla být natolik velká, že by se dala pozorovat a od hvězd odlišit Nordhumberovským dalekohledem, co byl v tu dobu největší dalekohled v Cambridge a měl průměr objektivu 298 mm. Challis ho sice vyslechl, ale žádné pozorování neprovedl.

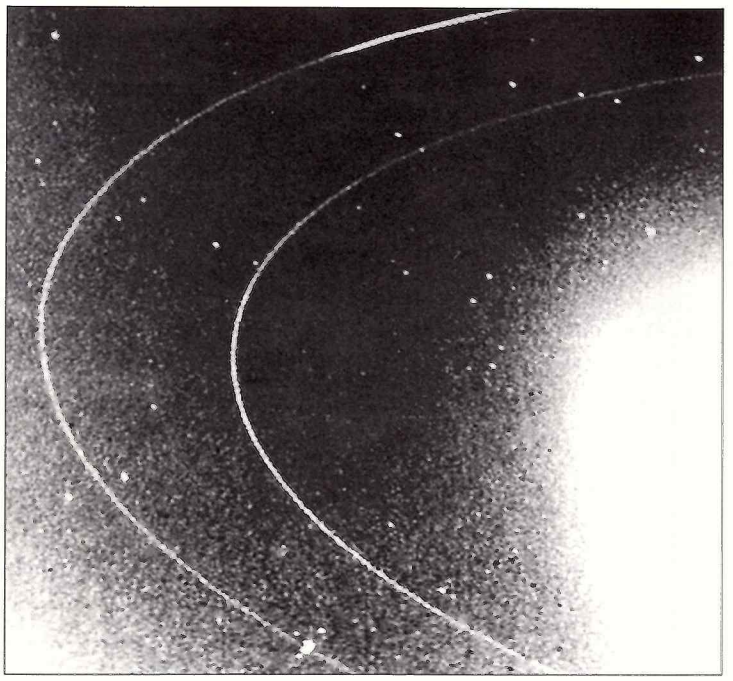
Počas cesty do Cornwallu Adams se zastavil v Greenwich, aby souhrn svých výpočtů dal Airymu, ten ale v tu dobu byl v Paříži. Zanechal mu proto opis své práce. Když se potom Adams vracel z Corwallu zpět do Carnbridge, znovu se zastavil v Greenwich, ale Airy nebyl na hvězdárně. Adamsovi zřejmě záleželo na setkání s Airym, a proto ještě večer téhož dne přišel přímo do Airyho domu, ale hlavní sluha ho ani nevpustil dovnitř. Adams to pociťoval jako odmítnutí, ponížení a urážku. Později potom se ještě dozvěděl, že Airy o jeho práci a výsledky, které mu zanechal, neprojevil vůbec žádný zájem.

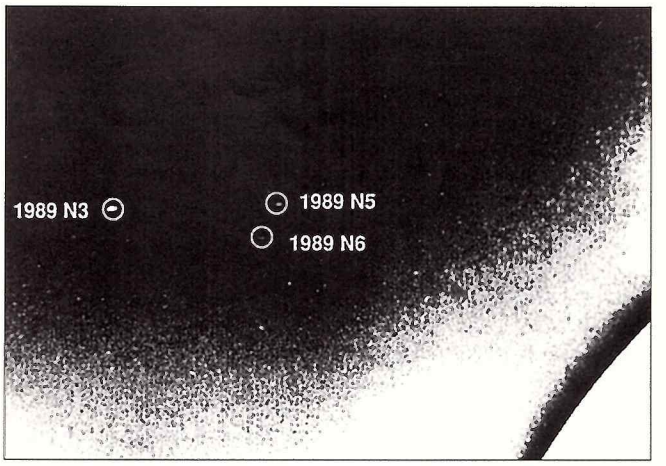
V prosinci 1845 dostal Airy opis pojednání, které bylo přednesené 10. listopadu 1845 ve Francouzské akademii věd. Obsahovalo dlouhou analýzu Urana a nesoulad pohybu Urana s teorií přičetlo vnějším vlivům. Když Airy pojednání prostudoval, prohlásil o něm, že je to „nové a nanejvýš důležité pojednání", a „teprve nyní teorie pohybu Urana byla založena na uspokojivých základech". Autorem práce



Snímky Neptunu, které z bezprostřední blízkosti planety pořídila v srpnu 1989 americká sonda Voyager 2 v různých oblastech spektra ukázaly, že atmosféra planety není zdaleka tak zajímavá jako při Jupiteru či Saturnu. Podobně málo detailů lze vidět pouze v atmosféře Uranu (úplně vpravo).

Foto: NASA





Na snímcích z Voyageru 2, který proletěl kolem osmé planety v srpnu 1989, se vědcům potvrdily pozemská pozorování z roku 1980, která ukazovala, že planetu obklopují prstence. Kamery Voyageru objevily celkem pět hlavních prstenů, největší o šířce asi 10 kilometrů. Na fotografiích se podařilo najít i několik nových malých měsíčků, které podobně jako u tří předešlých velkých planet obíhají Neptun v hojném počtu.

Foto: NASA/JPL

byl 34letý Francouz Urbain Joseph Le Verrier, syn civilního úředníka z Normandie. Už jako mladý měl sklon k bádání a v r. 1831 byl přijat na Ecolé Polytechnique v Paříži. Měl být chemikem, ale pak náhle na téže škole přijal místo astronoma. Zabýval se zprvu studiem drah komet, ale v r. 1845 se soustředil na Urana a pojednání z 10. listopadu 1845 bylo prvním výsledkem.

Dne 1. června 1846 Le Verrier předložil Akademii druhou práci o Uranu. V ní vypočítal hmotnost a dráhové elementy planety předpokládané za Uranem a udal i její polohu na obloze. Předpoklady, které přitom učinil, byly tytéž jako u Adamse. když Airy obdržel opis tohoto druhého pojednání, napsal 26. června Le Verrierovi dopis, ve kterém „nenachází ani dosti slov, aby vyjádřil radost a uspokojení z takové práce". Ale o Adamsovi a výsledku jeho práce se ani slovem nezmínil. Doopravdy o ní nevěděl anebo sledoval jiné záměry?

Hned nato Airy začal naléhat na Challise, aby zahájil pátrání po planetě za Uranem. Challis tím nijak nadšený nebyl. Příčinou toho mohly být osobní a profesionální konflikty s Airym a Challisův skepticismus ohledně transuranské planety, i když ještě před rokem Adamse v představě existence takové planety pozoroval. Challis zahájil hledání planety až 29. července 1846. Postupoval tak, že porovnal polohu každé v dalekohledu pozorované hvězdy s mapou oblohy. Hvězda, která by nebyla na mapě, mohla být hledanou planetou.

V srpnu Adams ještě zdokonalil výpočty a obdržel zpřesněnou hmotnost a elementy hledané planety. Challis zatím prohlédl oblast, kde předtím Adams předpověděl planetu, ale ne všechna svá pozorování hned zpracoval.

30. srpna 1846 Le Verrier uveřejnil třetí pojednání o předpokládané planetě se zlepšenými dráhovými elementy a s nově vypočtenou polohou na obloze. Předpověděl, že planeta by se mohla v dalekohledu jevit jako kotouček o úhlovém průměru 3,3 obl. sekundy.

Ani Le Verrier při snaze získat francouzské hvězdáře, aby hledali předpokládanou planetu, neměl více štěstí než Adams. Proto nakonec Le Verrier se obrátil dopisem na 34-ročního německého hvězdáře Johann Gottfried Galleho, asistenta berlínské hvězdárny, aby větším dalekohledem prozkoumal místo, kde očekávaná transuranská planeta by se měla nacházet. Galle obdržel dopis 23. září a ihned dostal od J. F. Enckeho, ředitele berlínské hvězdárny, souhlas k pátraní. Zahájil ho ještě v noci téhož dne za asistence Louis d'Arresta, mladého 24letého studenta astronomie. Postupoval tak, že Galle hlásil každou hvězdu, kterou viděl v dalekohledu, a d'Arrest ji porovnal s mapou. Prohlédli jen pár hvězd, když tu d'Arrest zvolal, že Gallem právě pozorovaní hvězda na mapě není. Byla jen 0,9 obl. stupně od Le Verrierem předpovězené polohy. Oba hvězdáři pak sledovali objekt až do jeho západu o 2.30. Ale byla to doopravdy hledaná planeta? Museli vyčkat až na další noc. Planetu znovu nalezli, posunula se trochu oproti hvězdnému pozadí, ale ve správném směru a o správnou hodnotu. Při 320-násobném zvětšení se jevila jako kotouček o úhlovém průměru 3 obl. sekund. Teď už nemohlo být pochybností: nová planeta byla nalezena!

Jméno Neptun dostala tato planeta až po uplynutí několika měsíců. Podle řecké mytologie Neptun je syn Saturna a vládce mořských hlubin.

V době objevu nové planety byl Airy právě v Německu, takže se o tom dozvěděl o několik dní dříve než zpráva došla do Anglie. Dne 1. října The Times otiskly dopis John Russel Hinda, ředitele Bishopovy hvězdárny v Londýně, o objevu nové planety. Těžko si můžeme představit zoufalství Challise v ten den. Dva dny předtím Challis po přečtení třetího pojednání Le Verriera se rozhodl pokračovat v přerušeném hledání nové planety, a to pátráním po viditelném kotoučku. V tu noc skutečně uviděl takový objekt. Ověřit toto pozorování však odložil až na příští noc. To bylo 1. října a ráno se dozvěděl z novin o objevu nové planety a v noci nato se přesvědčil, že minulou noc tuto planetu doopravdy viděl. Ale už bylo příliš pozdě, než aby si mohl nárokovat nezávislost objevu. Aby jeho neštěstí nezůstalo osamocené, Challis dodatečně zjistil, že tuto planetu zaregistroval dne 30. července, ale neporovnal zjištěnou polohou s mapou. Znovu zaznamenal Neptuna 4. srpna, ale ani tehdy neporovnal záznam s mapou. Osudové a už nenapravitelné opomenutí!

Začátkem října Challis uveřejnil své pátrání po Neptunu, ale ani slovem se nezmínil o tom, že to byl Adams, který už před rokem polohu planety vypočítal a dal Challisovi k dispozici. Hned nato J. Herschel, slavný britský astronom a syn W. Herschela, který 85 roků předtím objevil Urana, veřejně vyzdvihl Adamse jako prvního, kdo polohu planety vypočítal. To dalo vzplanout francouzskému podezření, že britští astronomové se pokoušejí přivlastnit si tento francouzský objev. Proč, říkalo se, proč Airy, když v červnu psal dopis Le Verrierovi, nevzpomenul Adamse? Francouzský tisk propadl úplné histerii a politické napětí, které v tu dobu existovalo mezi Anglií a Francií, bylo plně zatažené do tohoto případu.

Podsouvat Airymu úmyslné zamlčení práce Adamse není opodstatněné. Airy prostě o Adamsově práci nevěděl. I když mu byla doručena, on, Airy, královský astronom, si nenašel ani chvilku času, aby si práci jemu neznámého studenta prohlédl. A tak o ní doopravdy nevěděl. Jiná situace byla s Challisem. Ten o práci věděl a dokonce zavčas dostal polohu na obloze, kde předpokládaná planeta se měla nacházet. Podceňoval Challis Adamse? Anebo byl tak pohodlný a ani se neobtěžoval podívat se dalekohledem na udané místo? To, že zamlčel Adamse v publikaci o hledání transuranské planety, bylo vskutku nepěkné a Challis snad to udělal z obavy před kritikou, jaká by se v tu dobu byla snesla na jeho hlavu. Nechť je tomu jakkoliv, Airy a Challis jsou hlavní viníci, kteří připravili Adamse o jasnou prioritu při výpočtu Neptuna.

Adams pro objev Neptuna učinil všechno, co on jako mladý student udělat mohl: obrátil se na dva nejvýznamnější a jemu dostupné hvězdáře. Ti neudělali nic. Naproti tomu Le Verrier, o osm roků starší, zkušenější a i průbojnější, svou práci předložil veřejně na zasedání Akademie před početnou vědeckou komunitou, takže se už nedala zapřít a byla na světě, zatímco práce Adamse odpočívala založená v zásuvce direktorského stolu.

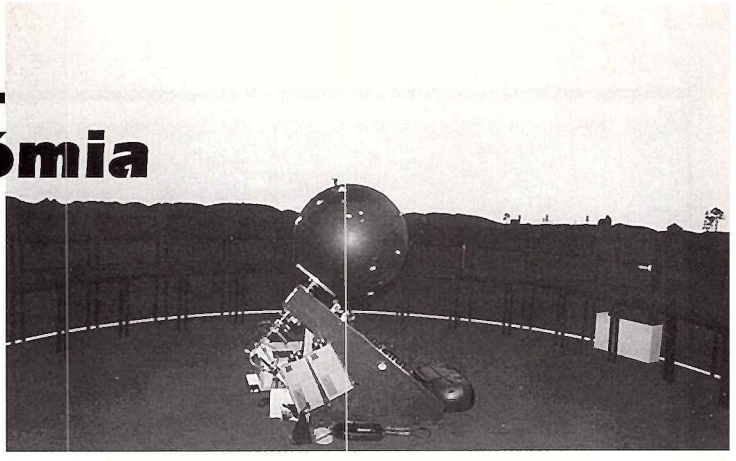
Jak zprvu vášnivý rozruch se postupně uklidňoval, Adams a Le Verrier se setkali, stále se přáteli a zůstali jimi až do Le Verrierovy smrti v r. 1877, právě v den 31. výročí nalezení Neptuna. Mezitím pár roků po objevení Neptuna se obecně přijalo, že Adams i Le Verrier, oba nezávisle předpověděli a výpočtem dokázali existenci Neptuna a Galle spolu s d'Arrestem byly první, kdo tuto planetu na obloze nalezli.

Doc. Dr. Záviš Bochníček

MILAN KAMENICKÝ /

Amatérska astronómia vo Veľkej Británii

V decembri minulého roka som mal možnosť navštíviť niekoľko amatérskych astronomických zariadení vo Veľkej Británii, a to v štátoch Anglicko, Wales a na Ostrove Man (Isle of Man). Za túto možnosť vyjadrujem srdečnú vďaku pánu A. Kordovi, ktorý žije v južnom Anglicku od roku 1970. Pán Korda je tiež ochotný spolupracovať v prípade záujmu slovenských amatérov o autokarový zájazd do Veľkej Británie po rôznych astronomických zariadeniach a pamätihodnostiach.



Amatérsky vyrobené planetárium (priemer kupoly cca. 5 m).
Snímka: M. Kamenický

Londýn

Po prílete na letisko Gatwick ma už p. Korda čakal so svojím Favoritom Estate a zaviezol ma k sebe do Tunbridge Wells. Na druhý deň (v sobotu) sme navštívili Londýn. Ťažiskom nášho výletu bolo planetárium, ktoré je po nedávnej rekonštrukcii (stála 4,5 milióna libier). Je v ňom nainštalovaný nový projektor Digistar II, ktorý nahradil projektor Zeiss Universal Star, slúžiaci 36 rokov.

Možnosti tohto projektora sú naozaj neobmedzené. Od základnej demonštrácie hviezdnej oblohy, pohyb planét atd. až po trojdimenzionálne projekcie pohybu vo vesmíre, simuláciu big bangu a iných javov. Program pre verejnosť trvá 30 minút. Žiaľ, samotný program, ktorý sme videli, bol koncipovaný tak, že demonštroval viac možnosti projektora ako sprostredkovanie čo najviac informácii o vesmíre pre laika. V tomto smere naše planetária môžu londýnskemu naozaj konkurovať.

James W. Martin a jeho 10-palcový Dobson.
Snímka: M. Kamenický

Mimochodom, planetárium sa nachádza hneď vedľa múzea Madamme Tussaud (u nás známe ako múzeum voskových figurín) a dokonca sa dá kúpiť aj spoločná vstupenka do planetária a múzea so zľavou.

V Londýne som ešte navštívil špecializovanú predajňu (Broadhurst Clarkson and Fuller) s astronomickou technikou a literatúrou pre amatérov. Bola to skutočná pastva pre oči, ale ceny pre našinca boli taktiež astronomické.

Wales

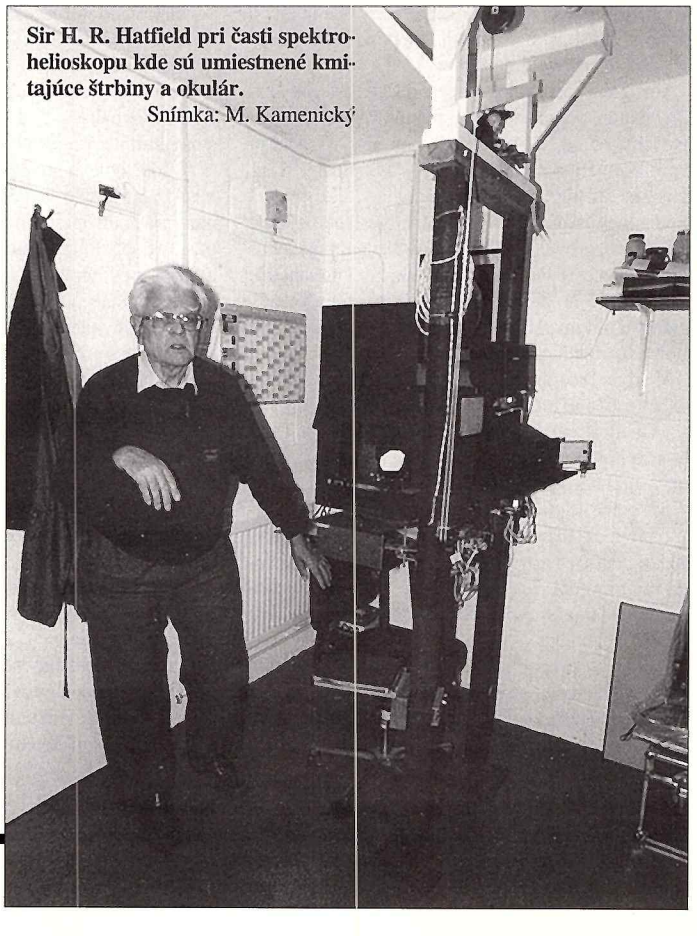
Nasledujúci deň v nedeľu sme sa vybrali autom do Walesu. Cesta z Tunbridge Wells do mesta Knighton (oblasť Powys) trvala 4,5 hodiny. Na malom kopci neďaleko mestečka Knighton bola nedávno dokončená súkromná hvezdáreň, hlavne pre účely popularizácie astronómie. Hvezdáreň založil sir Brian Williams spolu so svojou manželkou a za pomoci sponzorov ju za štyri roky aj postavili. Je to dielo naozaj pozoruhodné. V samotnej hvezdárni sa nachádza aj niekoľko neastronomických prístrojov ako napríklad stanica na príjem snímok zo štyroch svetových meteorologických satelitov, vysokocitlivý seizmograf a tzv. kamera obscura.

Hlavným prístrojom hvezdárne je refraktor s apochromatickým trojšošovkovým objektívom o priemere 13 palcov (asi 330 mm) a ohniskovou vzdialenosťou 3300 mm. Objektív vybrúsil sám sir Williams! Samotné brúsenie šošoviek trvalo 1 rok. Myslím, že tento objektív patrí k najväčším apochromatickým objektívom na svete. Ďalej na spoločnej montáži nemeckého typu je umiestnených niekoľko pomocných ďalekohľadov, medzi nimi aj 100 mm refraktor s filtrom DayStar T-Scanner. Tubus hlavného ďalekohľadu je skrátený tak, že vo vnútri sú umiestnené pomocné zrkadlá.

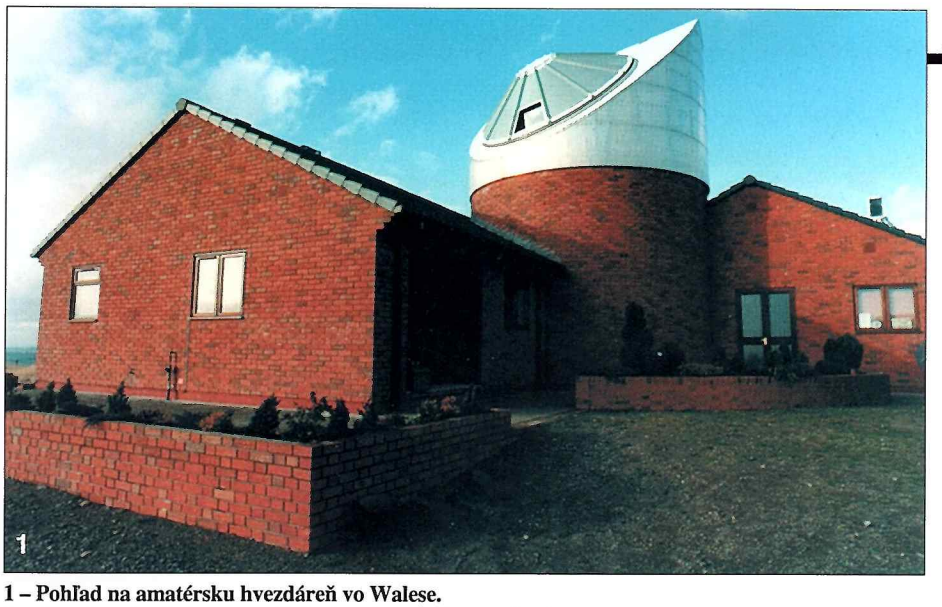
Kupola pozorovateľne má zvláštny tvar (podobná je na Pic du Midi), je vybavená brúseným planparalelným priezorom, ktorý sa odsúva iba pri náročných pozorovaniach. Pri bežnom pozorovaní je kvalita obrazu veľmi dobrá a rozptyl svetla zanedbateľný. Okrem toho pri uzatvorenej kupole nedochádza k zbytočnej turbulencii vzduchu v štrbine.

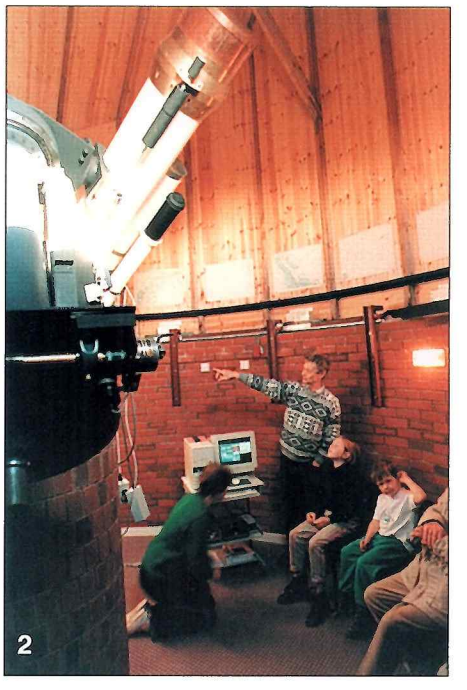
Ďalším prístrojom na hvezdárni, ktorý ma doslova šokoval, je amatérsky zhotovené planetárium. Projekčná hlava z plastového krytu na svietidlo má vyvŕtané dierky, pri jasných hviezdach sú do dierok vložené malé šošovky a farebný celofán, takže najjasnejšie hviezdy vidíme farebne. Celá konštrukcia je z preglejky a obsahuje jednoduché mechanizmy na otáčanie projekčnej hlavy. Možnosti tohto projektora sú neveľké, avšak imitácia oblohy a súhvezdí je podstatne lepšia ako napr. u projektora ZKP-2. Hlavne je dobre vidieť odstupňovanie hviezdnych veľkostí. Ďalej sú tam pomocné projektory na premietanie Mesiaca (fáza je nemenná), hmloviny a galaxie. Pre laika, ktorý sa začína oboznamovať s oblohou, to úplne stačí. Priebeh samotného programu bol tiež trocha iný, ako som bol zvyknutý z iných planetárií. Sir Williams si kľakol ku projektoru, aby ho mohol zároveň ovládať, rozprávať o hviezdach a odpovedať na otázky poslucháčov. Teda žiadny neosobný hlas z magnetofónového pásu.

Za zmienku stojí aj tzv. „Camera Obscura", je to malá veža s kužeľovou strechou, na vrchole ktorej je otvor a v ňom sú umiestnené rovinné zrkadlo sklonené pod uhlom 45 stupňov, ktorý sa dá ešte jemne nastavovať, a pod ním objektív premietajúci obraz krajiny na dutú projekčnú plochu v dolnej časti veže. Diváci si posadajú do kruhu okolo tejto plochy a môžu pozorovať okolitú prírodu.



Sir H. R. Hatfield pri časti spektrohelioskopu kde sú umiestnené kmitajúce štrbiny a okulár.
Snímka: M. Kamenický





1 – Pohľad na amatérsku hvezdáreň vo Walese.
2 – 13-palcový refraktor s trojšošovkovým apochromatickým objektívom.
3 – Pohľad na dvojzrkadlový heliostat, ktorý je spolu s objektívom umiestnený vonku. Slnečné lúče prechádzajú na štrbinu cez otvor v stene budovy, ktorý je uzavretý planparalelným priezorom.
Snímky: M. Kamenický
4 – Polárna žiara 25. 3. 1991 (Mesiac krátko po prvej štvrti!). Expozícia 20 s na film 24 Din.
Snímka: James W. Martin

Ostrov Man (Isle of Man)

Ostrov Man sa nachádza v Írskom mori medzi Anglickom a Írskom. Žije na ňom okolo 75 tisíc obyvateľov. Ostrov, aj keď formálne patrí k Spojenému Kráľovstvu, má vlastný parlament, legislatívu a vlajku. Okrem toho dane na ostrove sú oveľa nižšie ako v Anglicku. Preto nás nesmie prekvapiť, že je tam vyše 80 bánk a napr. dve firmy na výrobu laserovej optiky. Rozmery ostrova sú približne 15×40 km a najvyšší kopec meria asi 700 metrov. Môžete sa na jeho vrchol vyviezť aj električkou.

Môj priateľ Garry Kewin, ktorý žije na ostrove v meste Onchan, bol jedným zo zakladajúcich členov miestnej astronomickej spoločnosti, ktorá tu vznikla v roku 1990 a dnes má okolo 50 členov. Ďalším amatérom astronómom je farmár James W. Martin z mesta Peel, ktorý po celodennej práci na farme pozoruje oblohu svojím 10-palcovým Dobsonom a prípadne, ak je tam nejaký úkaz, tak ho odfotografuje. Nezriedkavým úkazom na ostrove je aj polárna žiara. James mi poskytol niekoľko záberov jasných polárnych žiar.

V prípade priaznivého počasia organizuje miestna astronomická spoločnosť aj verejné pozorovania. Taktiež sa usilujú o vybudovanie vlastnej pozorovateľne na mieste pôvodnej pozorovateľne Dr. H. Sopera, ktorá bola zničená pri silnej búrke.

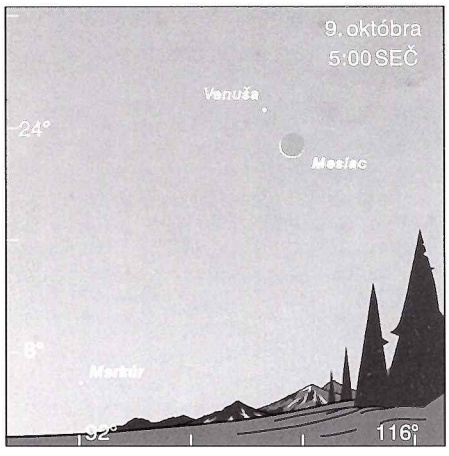
Južné Anglicko

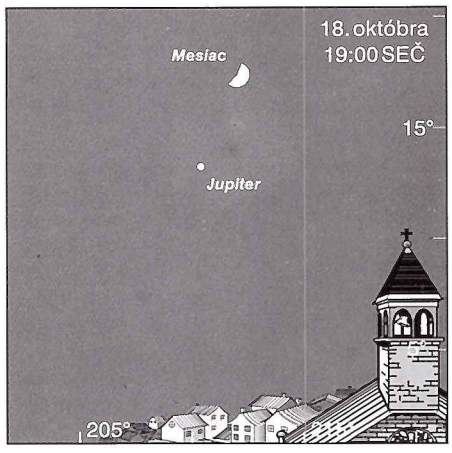
V Južnom Anglicku som v meste Sevenoaks navštívil sira Hatfielda, ktorý má postavený amatérsky spektrohelioskop. Mimochodom, je to naozaj rarita vidieť takýto prístroj. Spektrohelioskop v Sevenoaks bol pôvodne skonštruovaný profesorom Ellisonom a bol zapožičaný od Britskej astronomickej asociácie. Po nevyhnutných úpravách začal prevádzku v roku 1975 a slúži dodnes.

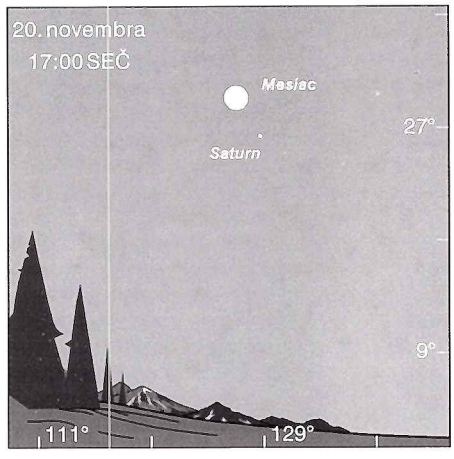
V princípe sa spektrohelioskop skladá z heliostatu, ktorý sústavne odráža slnečné lúče do jednošošovkového objektívu nízkej svetelnosti (asi 1:54), v ktorého ohnisku je kmitajúca štrbina. Obraz Slnka skenovaný touto štrbinou potom prechádza na kolimátor a difrakčnú mriežku, od ktorej sa odráža späť na kolimátor a druhú kmitajúcu štrbinu, ktorá sa pohybuje súčasne s prvou. Štrbiny a vrypy difrakčnej mriežky sú presne rovnobežné. Na druhej štrbine pozorujeme obraz Slnka len vo veľmi úzkom spektrálnom pásme. Pomocou sklonu mriežky si môžeme zvoliť vlnovú dĺžku, na ktorej chceme pozorovať. Spektrohelioskop funguje ako preladiteľný úzkopásmový filter s polšírkou asi 0,06 nm. Jeho cena je mnohonásobne nižšia ako cena napr. sady filtrov DayStar. Nevýhodou je neprenosná (zato však mimoriadne stabilná) konštrukcia a trocha nižšia kvalita obrazu ako pri filtroch. Vzhľadom na rýchlu preladiteľnosť tohto prístroja je možné pozorovať úkazy na Slnku (erupcie, filamenty a pod.) na rôznych vlnových dĺžkach vo veľmi krátkych intervaloch.

Podrobnú schému spektrohelioskopu pre prípadných záujemcov o stavbu uverejníme v niektorom z budúcich čísel.

Milan Kamenický







Obloha v kalendári

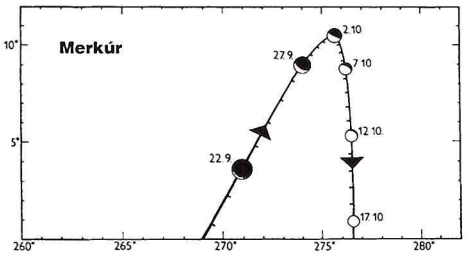
október
november

Všetky časové údaje sú v SEČ

Ak babie leto aspoň čiastočne napraví reputáciu tohtoročného leta, máme sa na čo tešiť. Dostatočne dlhé noci prvých dvoch jesenných mesiacov majú pre nás pripravené niekoľko zaujímavých prekvapení v podobe zákrytov, komét či zaujímavých nebeských objektov. Vrcholom, najmä pre laickú verejnosť, však istotne bude čiastočné zatmenie Slnka.

Planéty

Merkúr sa po niekoľkých mesiacoch schovávačky konečne objaví na oblohe v plnej paráde. Najväčšia západná elongácia, ktorá vyvrcholí už 3. 10., patrí totiž medzi najlepšie v posledných rokoch. Na tmavej rannej oblohe vystúpi planéta o pol šiestej ráno do výšky až 11° nad obzor. Jasnosť planéty dosiahne záporné hodnoty, takže Merkúr bude druhým najvýraznejším objektom rannej oblohy.



Venuša ako Zornička síce pomaly klesá k obzoru, jej veľká jasnosť však nikoho nenechá na pochybách, o aký objekt sa jedná. V nasledujúcich dvoch mesiacoch absolvuje planéta dve zaujímavé konjunkcie, najprv 8. novembra s Mesiacom (uhlová vzdialenosť telies 4°), o osem dní neskôr so Spikou (4°).

Mars má na severnej pologuli jar, sledovať jej vplyv na planetárnu atmosféru však ešte nie je dosť dobre možné, pretože kotúčik planéty má na oblohe priemer hlboko pod 10'. Všetko však speje k lepšiemu. Mars sa od 8. októbra nachádza v súhvezdí Leva, kde sa jeho jasnosť počas októbra a novembra zvýši na +1,0 mag. S najjasnejšou hviezdou súhvezdia bude planéta v konjunkcii 29. októbra.

Jupiter je v strede pozornosti hádam všetkých planetológov, sonda Galileo odtiaľ posiela utešené obrázky. Na oblohe sa Jupiter pomaly posúva k západnému obzoru a koncom novembra už bude typickým Večerníčkom. Keďže po celý rok sa planéta pohybuje v súhvezdí Strelca, nájdeme ju len nízko nad obzorom. I tam však možno dobre sledovať nielen zaujímavé úkazy v rodine mesiačikov (pozri pripojenú tabuľku), ale aj zaujímavú konjunkciu s Mesiacom, ktorá nastane 18. októbra (uhlová vzdialenosť telies 4,6°). Blízko (1,1°) hviezdy o Sgr (3,8 mag) prejde Jupiter 12. novembra o 21h SEČ.

Saturn po opozícii a s pomaly sa roztvárajúcim prstencom je v súhvezdí Rýb stále zaujímavým objektom. Jasnosť najkrajšej planéty sa pohybuje okolo +0,5 mag.

Urán a **Neptún** sú tiež po opozícii a stávajú sa málo zaujímavými. Zelený Urán nájdete v súhvezdí Kozorožca ako hviezdu +5,8 mag, modrý Neptún je kúsok západnejšie, už v Strelcovi, kde svieti ako hviezda +8,0 mag. V blízkosti planét dvakrát prefrčí Mesiac, konjunkcie tohto druhu sú však nepozorovateľné.

Pluto je ako po celý rok v súhvezdí Hadonosa. V deň jeho konjunkcie so Slnkom, 25. novembra, bude najďalej od Zeme, necelých 31 astronomických jednotiek.

Planétky

Táto jeseň pre menšie telesá v slnečnej sústave príliš výhodná nie je. Do zaujímavých opozícií sa dostanú len tri asteroidy, najjasnejšia bude opozícia planétky **(3) Juno**, ktorá nastane už 5. októbra. Jasnosť telesa sa bude v tom čase pohybovať okolo +7,5 mag. V novembri potom krátko po sebe vstúpia do opozície so Slnkom dve slabé telesá, najskôr 20. 11. planétka **(704) Interamnia** (maximálna jasnosť +9,9 mag), tri dni po nej bude v opozícii **(511) Davida** (najviac +10,0 mag). Efemeridy spomínaných telies nájdete v pripojenej tabuľke.

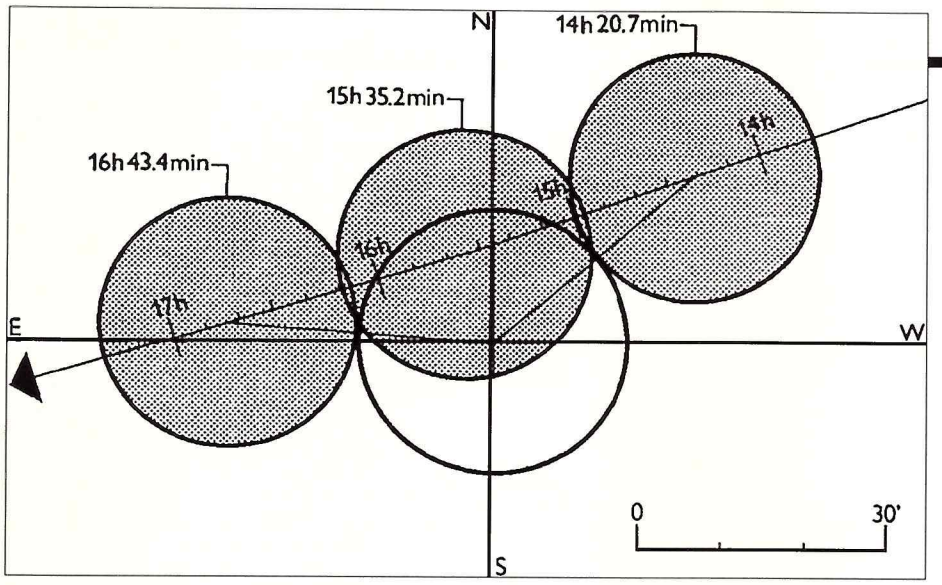
Oveľa veselší je pohľad na predpoveď zákrytov hviezd planétkami. V ústredí E.A.O.N. vygeneroval počítač sedem nádejných prípadov priblížení sa planétok k jasnejším hviezdam oblohy. Už 2. októbra okolo 22:15 SEČ by planétka **(382) Dodona** (priemer 60 km, +14,1 mag) mala prejsť popred hviezdu PPM 117315 (+9,3 mag). Prípadný zákryt bude trvať najviac 4,1 sekundy a v menších ďalekohľadoch sa prejaví ako pokles jasnosti hviezdy o 5,7 magnitúdy. Ďalším (málo pravdepodobným) úkazom je zákryt hviezdy PPM 235167 (+8,3 mag) planétkou **(654) Zelinda** (132 km, +14,1 mag). Mal by nastať 21. 10. o 18:18 SEČ, jeho trvanie je najviac 5,8 s. Zaujímavejším bude prípadný zákryt hviezdy PPM 70306 (+6,4 mag) planétkou **(1780) Kippes** (31 km, +15,9 mag), ktorý predpovedá počítač na 29. 10. o 2:50 SEČ. Pokles jasnosti je obrovský, celých 9,5 mag, a mal by trvať necelých 6 sekúnd. O necelú sekundu dlhšie potrvá maximálny zákryt hviezdy PPM 206601 (+9,8 mag) planétkou **(136) Austria** (41 km, +13,3 mag) dňa 30. 10. o 21:16 SEČ. Najkratším z predpovedaných zákrytov bude úkaz 9. 11. o 17:47 SEČ, keď na 4,4 sekundy zoslabí svetlo hviezdy PPM 236882 (+,91 mag) o 4,4 magnitúdy planétka **(74) Galatea** (123 km, +13,4 mag). Tento úkaz je však aj tak málo pravdepodobný. Oveľa väčšie šance na úspech budú o deň neskôr: 10. novembra o 18:47 SEČ

Úkazy mesiačikov Jupitera v októbri a v novembri

Okt. 1 – 20:00 I.Tr.I., 21:18 I.Sh.I., 22:15 I.Tr.E.; **Okt. 2** – 20:50 I.Ec.R.; **Okt. 4** – 20:28 II.Tr.I.; **Okt. 5** – 19:54 III.Sh.I.; **Okt. 6** – 20:39 II.Ec.R.; **Okt. 8** – 21:52 I.Tr.I.; **Okt. 9** – 19:09 I.Oc.D.; **Okt. 10** – 17:45 I.Sh.I., 18:41 I.Tr.E., 20:00 I.Sh.E.; **Okt. 12** – 18:41 III.Tr.I., 21:46 IV.Oc.D., 21:58 III.Tr.E.; **Okt. 13** – 17:50 II.Oc.D.; **Okt. 15** – 17:56 II.Sh.E.; **Okt. 16** – 21:01 I.Oc.D.; **Okt. 17** – 18:18 I.Tr.I., 19:43 I.Sh.I., 20:39 I.Tr.E., 21:52 I.Sh.E.; **Okt. 18** – 19:09 I.Ec.R.; **Okt. 20** – 20:28 II.Oc.D.; **Okt. 21** – 19:43 IV.Sh.I.; **Okt. 22** – 17:50 II.Sh.I., 17:56 II.Tr.E., 20:33 II.Sh.E.; **Okt. 23** – 18:13 III.Ec.D., 21:30 III.Ec.R.; **Okt. 24** – 20:16 I.Tr.I., 21:35 I.Sh.I.; **Okt. 25** – 21:07 I.Ec.R.; **Okt. 26** – 18:18 I.Sh.E.; **Okt. 29** – 17:50 II.Tr.I., 20:00 IV.Oc.R., 20:28 II.Sh.I., 20:39 II.Tr.E.; **Okt. 30** – 20:22 III.Oc.R.; **Okt. 31** – 17:56 II.Ec.R.; **Nov. 1** – 19:26 I.Oc.D.; **Nov. 2** – 17:56 I.Sh.I., 19:03 I.Tr.E., 20:11 I.Sh.E.; **Nov. 3** – 17:28 I.Ec.R.; **Nov. 5** – 20:33 II.Tr.I.; **Nov. 7** – 17:00 IV.Sh.E., 20:22 II.Ec.R.; **Nov. 9** – 18:41 I.Tr.I., 19:54 I.Sh.I.; **Nov. 10** – 19:26 I.Ec.R., 19:31 III.Sh.E.; **Nov. 14** – 18:07 II.Oc.D.; **Nov. 16** – 17:56 II.Sh.E.; **Nov. 17** – 18:01 I.Oc.D., 19:09 III.Tr.E.; **Nov. 18** – 17:33 I.Tr.E., 18:46 I.Sh.E.; **Nov. 23** – 17:56 II.Sh.I., 18:18 II.Tr.E.; **Nov. 25** – 17:16 I.Tr.I., 18:30 I.Sh.I.; **Nov. 26** – 18:01 I.Ec.R.; **Nov. 28** – 18:35 III.Ec.R.; **Nov. 30** – 18:18 II.Tr.I.

Skratky znamenajú: I., II., III., IV. sú označenia mesiacov (v poradí Io, Europa, Ganymedes, Kallistó), za bodkou je označenie úkazu (Tr=prechod, Sh=tieň, Ec=zatmenie, Oc=zákryt) a za ďalšou bodkou je skratka pre typ úkazu (D=zmiznutie, vstup, R=objavenie, výstup, I=vchod, vstup, E=východ, koniec zatmenia). Časy sú v SEČ.

(2) Pallas			
7.10.	15 44,4	+ 8 16	9,7
17.10.	15 58,3	+ 7 09	9,8
27.10.	16 12,6	+ 6 09	9,9
6.11.	16 27,2	+ 5 19	9,9
(3) Juno			
7.10.	0 57,4	− 4 15	7,4
17.10.	0 50,9	− 6 19	7,4
27.10.	0 45,4	− 7 58	7,5
6.11.	0 41,9	− 9 04	7,5
16.11.	0 41,1	− 9 35	7,6
26.11.	0 43,3	− 9 33	7,7
(511) Davida			
18.11.	4 02,5	+ 0 45	10,0
23.11.	3 58,1	+ 0 52	10,0
28.11.	3 53,7	+ 1 04	10,0
(704) Interamnia			
18.11.	3 48,2	+38 07	10,0
23.11.	3 43,3	+37 29	9,9
28.11.	3 38,5	+36 46	9,9



Schematicky znázornený pohyb Mesiaca (šedý kotúč) popred Slnko (biely kruh) počas čiastočného zatmenia Slnka 12. októbra. Šípka určuje smer pohybu Mesiaca. Časy sú pre 15° východnej dĺžky. V Bratislave nastane začiatok zatmenia (prvý kontakt) o 14h 27min 05s, najväčšia fáza (u nás maximálne 0,758) o 15h 40min 21s, zatmenie skončí o 16h 47min 08s SEČ. Schéma: HR 1996, s. 109

by popred hviezdu PPM 207237 (+9,7 mag) mala prejsť planétka **(3596) Meriones** (44 km, +16,8 mag). Pokles jasnosti o 7,0 mag by mal v prípade centrálneho zákrytu trvať 7,7 sekundy. Posledným z predpovedaných úkazov je hneď po polnoci nasledujúceho dňa zákryt hviezdy PPM 98075 (+9,3 mag) planétkou **(112) Iphigenia** (75 km, +14,4 mag). Nastane 11. 11. o 0:43 SEČ a pokles jasnosti hviezdy o 6,0 mag potrvá až 18,8 sekundy.

Kométy

Nadchádzajúcemu šlágru nočnej oblohy, kométe **Hale-Bopp**, venujeme v čísle dostatočný priestor (pozri s. 22–23), tu si povedzme niečo o iných zaujímavých objektoch tohto druhu. V októbri a v novembri prejde perihéliom šesť komét, 5 očakávaných periodických a jedna novoobjavená na (zatiaľ) parabolickej dráhe. Chronologicky sa k Slnku priblížia v tomto poradí: 15. 10. **96P/Machholz 1** (maximálna jasnosť +2,0 mag), 31. 10. **126P/IRAS** (+12,4 mag), 1. 11. **C/1996 Q1 Tabur** (+5,4 mag) a **111P/Helin-Roman-Crockett** (+18 mag), 4. 11. **P/Tritton** (+18 mag) a nakoniec 8. 11. **P/Mrkos** (+13,2 mag). Navyše, vrece sa roztrhlo aj s novými, hoci menšími objektami. Po oblohe putujú novoobjavené kométy **C/1996 E1 NEAT** (+12 mag, pozri s. 14), **C/1996 J1 Evans-Drinkwater** (+11,5 mag), **C/1996 N1 Brewington** (+9,5 mag, pozri s. 33) a **C/1996 P2 Russell-Watson** (+13 mag, zrejme nová periodická kométa).

Množstvo komét, ktoré majú (najmä pre majiteľov CCD kamier) pomerne priaznivé magnitúdy, je skutočne zarážajúce. Pri čítaní predchádzajúcich riadkov však istotne udreli do očí údaje o jasnosti kométy Machholz a Tabur. Pri tej prvej je údaj síce správny, má však jeden háčik – kométa bude v čase maximálnej jasnosti tak blízko pri Slnku, že bude prakticky nepozorovateľná. Odvážlivcom môžeme len odporučiť, aby si pri blúdení triédrom v blízkosti zapadajúceho Slnka (od 18. do 26. októbra) nepoškodili zrak. Naopak, údaj pri novoobjavenej kométe Tabur (13. augusta v Austrálii ako difúzny objekt zhruba 6. magnitúdy) je správny. Kométa sa bude pohybovať v pomerne malej vzdialenosti od Zeme, takže jej zdanlivá jasnosť môže dosiahnuť hranicu viditeľnosti voľným okom. Navyše, bude sa pohybovať v pre nás mimoriadne výhodných oblastiach, istý čas bude dokonca cirkumpolárna. Potrebné údaje pre pozorovanie tejto i ostatných jasnejších komét nájdete v tabuľke.

Meteory

Pozorovatelia meteorov už s napätím očakávajú, či sa tento rok výrazne zvýši aktivita najslávnejšieho z dažďových rojov, **Leoníd**. Podľa predpokladov odborníkov by sa v nasledujúcich rokoch mala aktivita roja pomaly zvyšovať a celé by to malo vyvrcholiť v podobe dažďa Leoníd v roku 1999. Tento rok sú podmienky na sledovanie maxima veľmi výhodné, nastane 17. novembra okolo piatej ráno, Mesiac bude v tom čase dva dni pred prvou štvrťou, takže dávno pod obzorom. Predpokladané frekvencie okolo špičky vrcholu sú zhruba 120–200 meteorov za hodinu (prepočítané na radiant v zenite). Máme sa teda na čo tešiť.

Ešte predtým, v októbri, však prídu na rad maximá iných zaujímavých rojov; týka sa to najmä **Orioníd**, ktoré sú pozostatkom po Halleyovej kométe. Ich maximum však nastáva ráno po úsvite, takže to najlepšie 22. októbra pozorovať nebudeme. Napriek tomu sa v období od 20. do 23. októbra oddá hľadieť na oblohu, pretože okrem Orioníd majú maximum aj slabšie ε **Geminidy**. V novembri sú potom v činnosti aj rozplizlé roje komplexu **Tauríd**, ktoré geneticky súvisia napríklad so známou kométou Encke.

Nočná obloha

Hneď po zotmení nájdete priamo v zenite, na južnom okraji Mliečnej cesty, Jaštericu. Toto pomerne nenápadné súhvezdie zaviedol v 17. storočí v atlase Firmamentun Sobiescianum Johann Hevelius. Zrejme iba preto, že medzi Labuťou a Andromedou, kde sa Jašterica rozprestiera a kde v tom čase nebolo zakresľované žiadne iné súhvezdie, nebolo miesto na nič iné.

Pre majiteľov triédrov má Jašterica dve zaujímavé zákutia. Prvé sa nachádza v južnej polovici súhvezdia, kde môžete zbadať množstvo hviezd piatej a šiestej veľkosti, v týchto miestach sa totiž pozeráme na menšiu asociáciu **Lacerta OB1**, ku ktorej patria okrem iného aj hviezdy 8, 10, 12 a 16 Lacertae. Oblasť obzvlášť pekne vyzerá v triédri 7×50 a v divadelných kukátkach.

Na severe sa Jašterica vnára do Mliečnej cesty. Dva a pol stupňa západne od hviezdy 2 Lacertae nájdete otvorenú hviezdokopu **NGC 7209**. V triédri má podobu hmlistej zrnitej škvrnky. Vo väčšom prístroji sa rozpadne na niekoľko desiatok hviezd jedenástej veľkosti, ktoré vypĺňajú kruh s priemerom asi 20 uhlových minút.

Na juhozápadnom okraji kopy môžete zbadať hviezdu jasnú 10,1 magnitúdy, ktorá je aj v poslednom vydaní Všeobecného katalógu premenných hviezd (GCVS) uvedená pod označením **SS Lacertae**. Ako zákrytová dvojhviezda bola objavená v roku 1921 významným nemeckým astronómom Cuno Hoffmeisterom. Na základe jeho upozornenia prezreli o niekoľko rokov neskôr Američania Raymond Dugan a Frances Wright fotografické platne spravené na harvardskom observatóriu v rokoch 1890 až 1935 a zistili, že sa naozaj jedná o zákrytovú dvojhviezdu s periódou 14 dní 9 hodín 59 minút a 27 sekúnd. V maxime mala hviezda vždy 10,1 mag, v primárnom a sekundárnom minime sa zoslabovala o 0,4 mag.

C/1995 O1 (Hale-Bopp)			
1.10.	17 29 41,1	– 4 59 09	5,5
6.10.	17 30 05,9	– 4 44 41	5,5
11.10.	17 31 00,8	– 4 29 54	5,4
16.10.	17 32 24,4	– 4 14 33	5,4
21.10.	17 34 15,1	– 3 58 20	5,3
26.10.	17 36 31,6	– 3 40 59	5,3
31.10.	17 39 12,6	– 3 22 13	5,2
5.11.	17 42 17,2	– 3 01 45	5,2
10.11.	17 45 44,5	– 2 39 17	5,1
15.11.	17 49 33,7	– 2 14 28	5,1
20.11.	17 53 44,1	– 1 46 59	5,0
25.11.	17 58 14,9	– 1 16 26	5,0
30.11.	18 03 06,0	– 0 42 29	4,9
C/1996 Q1 (Tabur)			
1.10.	7 57 47,0	+40 20 49	5,9
6.10.	9 51 19,0	+51 28 54	
11.10.	12 03 02,7	+53 12 44	
16.10.	13 32 09,1	+48 31 26	
21.10.	14 21 24,5	+42 51 45	
26.10.	14 49 43,1	+37 52 28	
31.10.	15 07 19,9	+33 39 18	
5.11.	15 19 06,8	+30 01 54	
10.11.	15 27 31,4	+26 50 58	
15.11.	15 33 53,7	+24 00 19	
20.11.	15 38 59,4	+21 26 05	
25.11.	15 43 15,6	+19 05 45	
30.11.	15 46 58,4	+16 57 40	
C/1996 N1 (Brewington)			
1.10.	17 38 04,0	+58 09 52	9,9
6.10.	18 14 30,5	+57 54 10	
11.10.	18 50 36,6	+57 03 20	
16.10.	19 25 07,6	+55 40 09	
21.10.	19 57 09,6	+53 50 03	
26.10.	20 26 14,8	+51 39 58	
31.10.	20 52 18,9	+49 17 10	
5.11.	21 15 33,3	+46 48 26	
10.11.	21 36 17,0	+44 19 32	
15.11.	21 54 51,0	+41 55 02	
20.11.	22 11 35,1	+39 38 11	
25.11.	22 26 46,6	+37 30 59	
30.11.	22 40 40,6	+35 34 31	12,8
C/1996 E1 (NEAT)			
1.10.	19 10 58,1	+52 52 07	11,5
6.10.	19 24 09,4	+45 18 25	
11.10.	19 34 55,4	+38 10 46	
16.10.	19 44 10,8	+31 41 03	
21.10.	19 52 26,5	+25 54 47	
26.10.	20 00 00,9	+20 52 24	
31.10.	20 07 05,8	+16 31 08	
5.11.	20 13 49,3	+12 46 40	
10.11.	20 20 17,2	+ 9 34 20	
15.11.	20 26 33,1	+ 6 49 36	
20.11.	20 32 39,5	+ 4 28 24	
25.11.	20 38 38,0	+ 2 27 08	
30.11.	20 44 30,0	+ 0 42 46	
126P/IRAS			
31.10.	21 38 36,3	–16 53 01	12,8
5.11.	21 40 52,7	–13 31 10	
10.11.	21 43 56,0	–10 20 50	
15.11.	21 47 40,0	– 7 21 23	
20.11.	21 51 59,4	– 4 32 00	
25.11.	21 56 49,7	– 1 51 46	
30.11.	22 02 07,1	+ 0 40 16	13,3

Rovnaký pokles jasnosti v primárnom i sekundárnom minime naznačoval, že sústava je dvojicou veľmi podobných hviezd. To potvrdilo aj spektroskopické pozorovanie. SS Lac tvorili dve hviezdy hlavnej postupnosti spektrálneho typu B9 s hmotnosťou asi troch slnk a povrchovou teplotou okolo 11 tisíc kelvinov.

V polovici tohto storočia sa však SS Lac zrazu prestala zakrývať. Podrobné spektroskopické pozorovania dokonca ukázali, že ju už netvoria dve hviezdy. Táto dramatická zmena sa dnes vysvetľuje dvoma rôznymi spô-

sobmi. Súčasťou SS Lac mohla byť ešte tretia zložka. Taká sústava je však veľmi nestabilná a mohlo teda dôjsť k jej rozpadu. K zákrytovej dvojhviezde sa ale mohol náhodou priblížiť aj iný člen **NGC 7209** a pôsobením jeho gravitácie následne nastal rozpad dvojice.

Pretože v spektre SS Lac pozorujeme iba jednu hviezdu, je zrejmé, že odtrhnutá hviezda sa pohybuje kolmo k zornému lúču. V súčasnosti ju síce zbadať nemôžeme, vzhľadom na vzdialenosť hviezdokopy asi 2000 svetelných rokov by ju ale mohol o takých 50 rokov rozlíšiť Hubbleov kozmický teleskop.

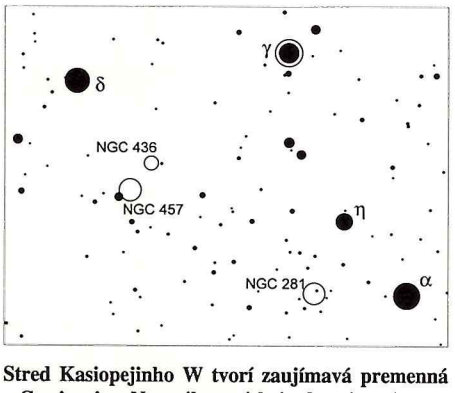
Na východe susedí Jašterica s kráľovnou Kasiopejou. Charakteristický tvar písmena W, ktorý vytvárajú najjasnejšie hviezdy súhvezdia, je ozaj neprehliadnuteľný. Zatiaľ čo tieto hviezdy ležia iba niekoľko sto svetelných rokov od nás, hviezdokopy a hmloviny medzi nimi patria väčšinou do galaktického ramena Perzea, ktoré je vzdialené vyše 6 tisíc svetelných rokov.

Rameno Perzea bolo prvým objaveným špirálovým ramenom Galaxie. Za svoj objav vďačí dvojici hviezdokôp **chi a h Persei**. V roku 1951 si totiž W. Morgan všimol, že majú, podobne ako veľký počet hviezd v súhvezdiach Perzeus, Kasiopeja a Cefeus, podobný modul vzdialenosti 11 až 12 mag. Musia sa teda nachádzať vo vzdialenosti 5 až 8 tisíc svetelných rokov. Dnes ale vieme, že rameno Perzea nepatrí medzi výrazné špirálové ramená. Na vzhľad Galaxie nemá takmer žiadny vplyv. Ten určujú dve hlavné ramená: Strelca a Pravítka.

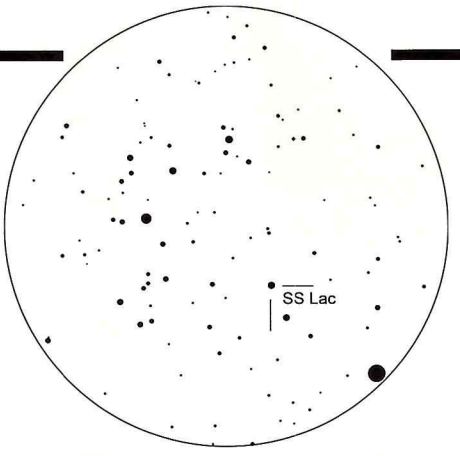
Štyri stupne juhovýchodne od prostrednej hviezdy Kasiopejinho W nájdete hviezdu ϕ **Cas** (4,6 mag) a v jej tesnej blízkosti otvorenú hviezdokopu **NGC 457**. Ľahko ju vidieť už v triédri, jej krása však vynikne až pri väčšom zväčšení. Je zložená z jasných hviezd a tvarom pripomína mnohým pozorovateľom E.T. či tiež baletku. Na juhovýchodnom okraji sú dve oči (ϕ Cas a vo vzdialenosti 2' **HD 7902**), nad nimi zreteľne roztiahnuté ruky a na severozápade kopy nohy. V rovnakom zornom poli si môžete všimnúť aj **NGC 436**, ktorá má podobu hmlistej škvrnky. Nachádza sa asi pol stupňa severozápadným smerom.

Zaujímavé je, že ϕ Cassiopeiae je jedným z najžiarivejších žltých nadobrov. Iba preto je taká jasná. Hviezdokopa **NGC 457**, ktorej je súčasťou, leží vyše 8000 svetelných rokov ďaleko. Povrchová teplota hviezdy sa odhaduje „len" na 7200 kelvinov. Vďaka svojej veľkosti (asi 260 polomerov Slnka) má však žiarivý výkon asi 200 tisíckrát väčší než Slnko. Jej hmotnosť je potom medzi 3,5 až 9,5 Slnka. S veľkou pravdepodobnosťou teda v krátkom čase skončí svoju existenciu ako supernova typu II.

Rameno Perzea je bohaté na rozsiahle molekulové mračná, v ktorých prebieha tvorba nových hviezd. Najväčší oblak nájdete vo východnej časti súhvezdia Kasiopeja. Na jeho okraji ležia extrémne mladé otvorené



Stred Kasiopejinho W tvorí zaujímavá premenná γ Cassiopeiae. Normálne má hviezda asi tretiu veľkosť. V roku 1937 sa však táto horúca hviezda obklopená rozsiahlou obálkou z ničoho nič zjasnila na 1,5 mag. Potom začala slabnúť a v roku 1941 už mala svoju pôvodnú jasnosť. Pred tridsiatimi rokmi sa ale opäť zjasnila, tentoraz iba o pol magnitúdy. Od tej doby sa na nej pozorujú mierne zmeny.



SS Lacertae, zákrytová dvojhviezda, ktorá dvojhviezdou byť prestala, leží na juhozápadnom okraji otvorenej hviezdokopy NGC 7209. Mapka má priemer asi 50' a obsahuje hviezdy do 11,5 mag. Sever je hore, západ vpravo.

hviezdokopy **IC 1805** a **IC 1848**, ktorých vek sa odhaduje na púhy milión rokov. Na fotografiách s dlhou expozíciou sú obklopené slabou hmlovinou (zrejme zvyškom po zárodočnej hmlovine), preto sú vo hviezdnych atlasoch často zakreslené iba ako hmloviny. Hviezdokopa IC 1805 má aj označenie Melotte 15.

IC 1848 leží iba 4 a pol stupňa severovýchodne od chi a h Persei. Nepatrí však medzi nápadné objekty. Na tmavej oblohe je v triédri pozorovateľná slabá hmlovina s rozmerom asi 1,5×1°, v okolí je niekoľko hviezd siedmej veľkosti. O niečo nápadnejšia by mohla byť podobná IC 1805. Väčšie množstvo hviezd zbadáte v oboch prípadoch až vo veľkých ďalekohľadoch.

V blízkosti IC 1805 nájdete veľmi slabú hmlovinu **IC 1795**. Rádiové a infračervené pozorovania však ukazujú, že obsahuje niekoľko hviezd svietivejších viac ako sto tisíc slnk. Vo viditeľnom svetle sú však zakryté molekulovým oblakom. V krátkom čase však vplyvom tlaku žiarenia nastane pretrhnutie tohto nepriehľadného závoja a nám sa na týchto miestach objaví niekoľko jasných hviezd. Súhvezdie Kasiopeje potom zreteľne zmení svoju podobu.

Oveľa nápadnejšiu, napriek tomu však obchádzanú hmlovinu **NGC 281** nájdete juhovýchodne od NGC 457, jeden a pol stupňa východne od α Cas. Rozprestiera sa v okolí peknej štvorhviezdy **ADS 719** (β 1). Tú tvorí hviezda 7,8 mag, ktorú sprevádza sprievodca 10. veľkosti vo vzdialenosti 1,4", hviezda 8,8 mag 4" ďaleko a hviezda 9,3 mag 9" ďaleko.

Primárna zložka tejto sústavy, hviezda spektrálneho typu O6, je hlavným zdrojom ultrafialových fotónov, ktoré excitujú okolitý vodík. Emisná hmlovina NGC 281 totiž tvorí okraj molekulového mračna.

NGC 281 možno pozorovať aj pri priemerných podmienkach. V triédri má podobu podlhovastej, bočným videním nápadnej škvrnky, z ktorej vystupuje jedna hviezda šiestej veľkosti a niekoľko slabších hviezd. V Somete binare 25×100 je hmlovina vidno predovšetkým okolo štvorhviezdy. Smerom na severovýchod z nej vybieha slabší, asi pol stupňa dlhý a 15' široký výbežok.

Krásna hmlovina je aj **NGC 7023** v tesnej blízkosti miridy **T Cephei**. Obklopuje hviezdu asi 7. veľkosti. V Somete binare 25×100 uvidíme hmlistú hviezdu, pri bočnom pohľade s nápadne pretiahnutým halo. To, že nemáte zarosené objektívy, zistíte pri pohľade na okolité, podobne jasné hviezdy.

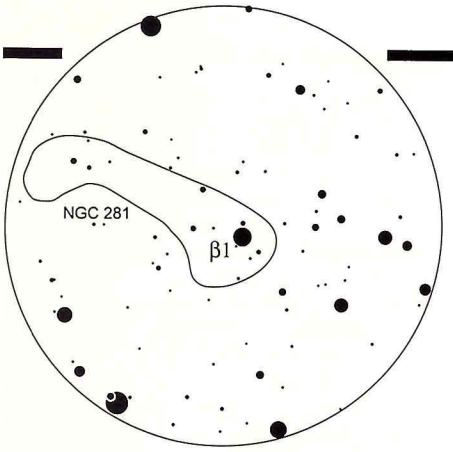
T Cephei má periódu svetelných zmien 388 dní. V maxime jasnosti dosahuje 5. veľkosť, v minime klesá až na 11 mag. Posledné maximum nastalo tento rok vo februári.

Zákryty hviezd Mesiacom

Dátum	UT	D/R	Mg	Pos	h	fáza	hviezda	a	b	hs
1.10.	20 29,1	R	65	212	12	0,65	94004	0,44	2,54	
1.10.	21 42,6	R	11	233	24	0,65	94027	−0,12	2,22	
2.10.	21 20,3	R	60	209	13	0,68	94573	0,56	2,94	
3.10.	21 22,6	R	62	250	6	0,72	95519	0,36	1,68	
3.10.	23 09,6	R	68	297	23	0,72	95602	−0,58	0,78	
5.10.	1 57,5	R	36	286	41	0,76	96746	−1,22	0,78	
18.10.	16 17,2	D	65	89	22	0,22	161848	−1,62	−0,28	−5
18.10.	16 19,3	D	70	96	22	0,22	161850	−1,66	−0,43	−5
18.10.	18 43,4	D	70	49	12	0,22	161929	−0,65	−0,25	
18.10.	18 55,0	D	69	145	11	0,22	161935	−2,01	−3,67	
24.10.	21 39,0	D	66	78	44	0,43	109315	−1,57	0,08	
25.10.	20 08,6	D	67	25	43	0,46	109916	−0,68	2,53	
26.10.	0 06,7	D	69	103	41	0,47	110001	−1,47	−1,54	
26.10.	0 30,6	D	67	76	38	0,47	110011	−1,18	−0,62	
27.10.	3 19,0	R	70	237	24	0,51	93006	−0,61	−0,42	
28.10.	23 18,7	R	68	238	55	0,57	93838	−1,39	1,69	
29.10.	1 21,9	R	69	277	56	0,57	93870	−1,70	−0,71	
29.10.	3 14,6	R	57	321	44	0,57	93900	−0,92	−3,90	
6.11.	2 47,8	R	50	280	24	0,84	118610	−0,83	1,17	
7.11.	3 48,9	R	62	294	23	0,88	138420	−0,83	0,64	
8.11.	4 53,2	R	69	308	22	0,91	138885	−0,76	0,12	−7
14.11.	15 41,3	D	65	126	17	0,13	161571	−1,68	−1,80	−6
16.11.	15 55,8	D	62	53	26	0,20	163645	−1,32	0,49	−8
17.11.	16 01,6	D	68	3	30	0,24	164405	−0,30	3,02	−9
18.11.	18 16,2	D	69	351	33	0,27	146087	1,09	5,29	
20.11.	20 14,5	D	64	24	40	0,34	109119	−0,83	1,66	
21.11.	16 52,8	D	68	142	34	0,37	109666	−3,02	−2,35	
21.11.	18 31,9	D	57	30	45	0,37	109697	−0,88	2,22	
26.11.	3 30,3	R	57	210	30	052	94227	−1,29	1,32	
27.11.	1 36,1	R	55	220	54	0,55	94858	−1,92	1,93	
28.11.	3 09,2	R	51	311	49	0,59	96015	−0,99	−2,51	
29.11.	19 44,9	R	61	241	6	0,65	97628	0,35	2,15	

V tabuľke sú po stĺpcoch uvedené: dátum, čas (UT), úkaz (D=vstup, R=výstup), jasnosť hviezdy v decimagnitúdach, pozičný uhol (sever=0°, východ=90°, atď.), výška Mesiaca nad obzorom v stupňoch, fáza Mesiaca, označenie hviezdy (podľa SAO katalógu), koeficienty na opravu v zemepisnej dĺžke a šírke (pozri KOZMOS č. 2, s. 34) a výška Slnka (v prípade, že je v intervale −5 až −12° pod obzorom).

– boš –



V mapke s priemerom asi 45 oblúkových minút sú schematicky vyznačené okraje emisnej hmloviny NGC 281, ktorá obklopuje viacnásobnú sústavu ADS 719. Obsahuje hviezdy do 11,5 mag, sever je hore, západ vpravo.

Hmloviny, o ktorých bola reč v predchádzajúcich odsekoch, nepatria medzi tie najľahšie objekty na nočnej oblohe. Najlepšie sú pozorovateľné na tmavej, ničím nerušenej oblohe, ďaleko od miest s predimenzovaným pouličným osvetlením. Opakom môžu byť jasné dvojhviezdy a viacnásobné sústavy.

Jednu z krásnych dvojhviezd nájdete v Kasiopeji, blízo stredu W. **Etu Cassiopeiae** tvoria hviezdy jasné 3,4 a 7,35 mag. Okolo spoločného ťažiska obehnú raz za 480 rokov, v súčasnosti sú od seba vzdialené asi 12,5". Ostatné hviezdy v jej okolí sú iba optickí sprievodcovia.

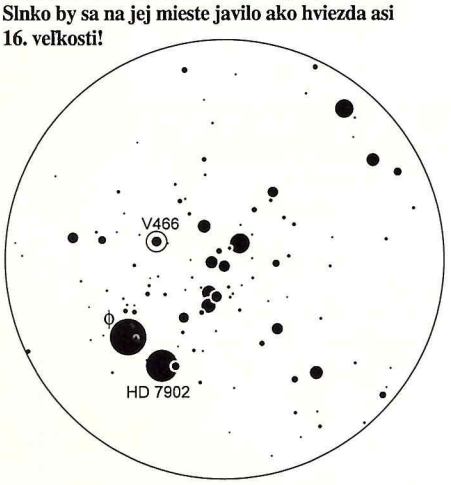
Dvojhviezda má obzvlášť výrazný farebný kontrast. Odtieň hlavnej zložky (sp. typ G3V) sa uvádza ako zlatý, žltý, odtieň slabšej zložky (K4V) ako purpurový, červený či granátový. Zaujímavé je aj to, že v Katalógu Skalnaté Pleso od Antonína Bečvářa je pri η Cas uvedené pomenovanie Achird. Toto meno, ani žiadne iné, sa však nikde nevyskytuje ani nepoužíva.

Pekne farebná je aj **OΣΣ 254**. Jednou zložkou je uhlíková, teda zreteľne červená, polopravidelná premenná hviezda **WZ Cas**. Vo vzdialenosti necelej oblúkovej minúty ju sprevádza modrastý sprievodca 8,7 mag. Hviezdna veľkosť primárnej zložky sa pohybuje okolo 7 mag. V infračervenom obore spektra má však WZ Cas dve magnitúdy! Patrí tak medzi najjasnejšie uhlíkové hviezdy na oblohe.

Roman Piffl, Jiří Dušek

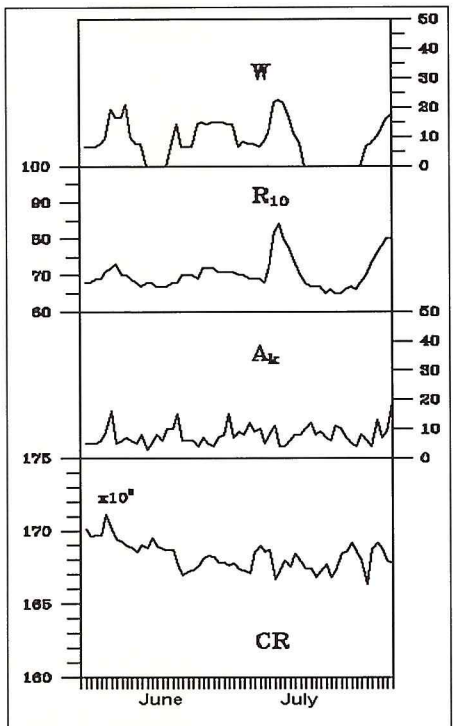
(Nočná obloha vzniká za spolupráce s APO)

Okolie otvorenej hviezdokopy NGC 457, prezývanej E.T. či Baletka. Priemer poľa je asi 20 oblúkových minút, sever je hore, západ vpravo. Vyznačené sú všetky hviezdy do 11,5 mag. Súčasťou hviezdokopy je polopravidelná premenná hviezda V466 Cas, ktorá sa mení v rozpätí 9,8 až 10,7 mag. φ Cas na jej juhovýchodnom okraji je jednou z najsvietivejších známych hviezd. Podobne žiarivá je aj HD 7902. Slnko by sa na jej mieste javilo ako hviezda asi 16. veľkosti!



Kalendár úkazov

deň	čas	úkaz
1.10.	22:42	výstup **Aldebarana** (α Tau) spoza neosvetlenej strany Mesiaca
2.10.	22:15	**zákryt hviezdy** PPM 117315 planétkou (382) Dodona
3.10.	6:36	**Merkúr** v najväčšej západnej elongácii (18° od Slnka)
4.10.	4:28	minimum δ **Cep** (A=3,48–4,37 mag, P=5,366341^d)
5.10.		planétka **(3) Juno** v opozícii so Slnkom (max. jasnosť +7.4 mag)
6.10.		maximum **R Leo** (A=4,4–11,3 mag, P=310^d)
9.10.	5:06	**Venuša** v konjunkcii s Mesiacom, Venuša 4° S
10.10.	0	maximum aktivity meteorického roja **Drakonidy**
11.10.		maximum **S CrB** (A=5,8–14,1 mag, P=360^d)
12.10.	15:03	**čiastočné zatmenie Slnka** (u nás pozorovateľné)
12.10.	15:15	**nov** Mesiaca
13.10.	5:46	minimum β **Per** (A=2,12–3,39 mag, P=2,8673043^d)
14.10.	22:03	minimum δ **Cep**
15.10.		kométa **96P/Machholz 1** v perihéliu (max. jasnosť +2 mag)
16.10.	2:34	minimum β **Per**
16.10.	21:21	minimum η **Aql** (A=3,48–4,39 mag, P=7,176641^d)
18.10.	17:06	**Jupiter** v konjunkcii s Mesiacom, Jupiter 6° J
18.10.	23:23	minimum β **Per**
19.10.	17:54	**Neptún** v konjunkcii s Mesiacom, Neptún 5° J
21.10.	9	maximum aktivity meteorického roja **Orionidy**
21.10.	18:18	**zákryt hviezdy** PPM 235167 planétkou (654) Zelinda
21.10.	20:12	minimum β **Per**
21.10.		maximum **R Cnc** (A=6,1–11,8 mag, P=362^d)
26.10.	15:12	**spln** Mesiaca
26.10.		planétka **(4197) 1982 TA** v minimálnej vzdialenosti od Zeme (0,085 AU, +11;4 mag)
27.10.	3:24	minimum ζ **Gem** (A=3,62–4,18 mag, P=10,15073^d)
27.10.		maximum **R Peg** (A=6,9–13,8 mag, P=378^d)
28.10.		planétka **(3908) 1980 PA** v minimálnej vzdialenosti od Zeme (0,061 AU, +12,7 mag)
29.10.	2:50	**zákryt hviezdy** PPM 70306 planétkou (1780) Kippes
30.10.	21:16	**zákryt hviezdy** PPM 206601 planétkou (136) Austria
31.10.	0:26	minimum δ **Cep**
31.10.		maximum **T Cas** (A=6,9–13,0 mag, P=445^d)
31.10.		kométa **P/IRAS** v perihéliu (max. jasnosť +12,4 mag)
1.11.		kométa **C/1996 Q1 Tabur** v perihéliu (max. jasnosť +5,2 mag)
1.11.		kométa **111P/Helin-Roman-Crockett** v perihéliu (max. jasnosť +18 mag)
2.11.	1	**Merkúr** v hornej konjunkcii so Slnkom
2.11.		maximum **R Crv** (A=6,7–14,4 mag, P=317^d)
3.11.		maximum aktivity meteorického roja **Tauridy J**
4.11.		kométa **P/Tritton** v perihéliu (max. jasnosť +18 mag)
5.11.	4:17	minimum β **Per**
8.11.	1:06	minimum β **Per**
8.11.		kométa **P/Mrkos** v perihéliu (max. jasnosť +13,2 mag)
9.11.	17:47	**zákryt hviezdy** PPM 236882 planétkou (74) Galatea
10.11.	18:47	**zákryt hviezdy** PPM 207237 planétkou (3596) Meriones
10.11.	21:55	minimum β **Per**
11.11.	0:43	**zákryt hviezdy** PPM 98075 planétkou (112) Iphigenia
11.11.	5:17	**nov** Mesiaca
13.11.	18:44	minimum β **Per**
13.11.		maximum aktivity meteorického roja **Tauridy S**
16.11.	2:49	minimum δ **Cep**
17.11.	5	maximum aktivity meteorického roja **Leonidy**
20.11.	16:06	**Saturn** v konjunkcii s Mesiacom, Saturn 3° J
20.11.		planétka **(704) Interamnia** v opozícii so slnkom (max. jasnosť +9,9 mag)
21.11.	18:33	minimum η **Aql**
21.11.		maximum **R Aur** (A=6,7–13,9 mag, P=458^d)
22.11.		maximum **U Ori** (A=4,8–13,0 mag, P=368^d)
23.11.		planétka **(511) Davida** v opozícii so Slnkom (max. jasnosť +10,0 mag)
25.11.	5:11	**spln** Mesiaca
25.11.	1	**Pluto** v konjunkcii so Slnkom
26.11.	20:24	minimum δ **Cep**
28.11.	2:48	minimum β **Per**
30.11.	23:37	minimum β **Per**
30.11.		planétka **(4179) Toutatis** v minimálnej vzdialenosti od Zeme (0,035 AU, +10,5 mag)



Slnečná aktivita

(jún – júl 1996)

Slnečná aktivita je naďalej na nízkej úrovni, hoci sa už objavujú škvrny nového cyklu. Napr. 15. 8. vyšla skupina na 29 °N.

Dnes si vysvetlíme pôvod a význam geomagnetického indexu A_k, ktorý uverejňujeme podľa údajov nameraných na Geofyzikálnom ústave SAV v Hurbanove.

Naša Zem predstavuje magnet s pólmi, ktoré nie sú totožné s geografickými. Magnetické pole tohoto magnetu je rušené vnútornými aj vonkajšími príčinami, pôvod ktorých nie je celkom jasný. Štatistické porovnania ukazujú, že hlavným zdrojom porúch sú prejavy slnečnej aktivity, preto nás tento jav zaujíma.

Pri meraniach na magnetických observatóriach registrujeme tieto poruchy a údaje slúžia na ďalšie teoretické práce. Na každom magnetickom observatóriu sa určuje veľkosť a smer vektoru magnetickej intenzity. Spravidla sa registrujú tri veličiny: H – horizontálna zložka, Z – vertikálna zložka a D – deklinácia (odchýľka magnetického poludníka od astronomického). V období magnetických porúch sa hodnoty meraných veličín viac alebo menej odchyľujú od strednej hodnoty. Odchýľky sa v trojhodinových intervaloch oceňujú tzv. K indexom, ktorý má rozsah od 0 do 9. Z ôsmich trojhodinových K indexov sa určuje denný K index. A_k index, ktorý publikujeme, súvisí s týmto K indexom podľa nasledujúcej tabuľky :

K	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A_k	0	4	7	15	27	48	80	132	207	400

Takýto index charakterizuje amplitúdu variácie magnetického poľa v okolí meracej stanice. V našom prípade si pod okolím môžeme predstavovať územie celého Slovenska.

Ak chceme opísať porušenosť magnetického poľa v celoplanetárnom merítku, používame index K_p, alebo A_p. Index K_p je priemerom z meraní K indexu na vybraných 12 observatóriach. Publikuje sa v rôznych odborných časopisoch.

Milan Rybanský
Schéma: Karol Maník

Reflexní mlhovina ve vašem pokoji

Prach v mezihvězdném prostoru rozptyluje dopadající světlo. Intenzita rozptylu ovšem závisí na vlnové délce, mluvíme proto o tzv. selektivním rozptylu. Na shlucích molekul a velmi malých prachových částicích je intenzita rozptylu nepřímo úměrná čtvrté mocnině vlnové délky $1/\lambda^4$ (tzv. Rayleighův rozptyl). Na větších prachových částicích pak intenzita rozptylu závisí jen na převrácené hodnotě vlnové délky $1/\lambda$ (tzv. Mieův rozptyl). V obou případech se ale více rozptyluje světlo kratších vlnových délek, tedy modré, než světlo delších vlnových délek, tedy červené.

Na prachových částicích v kosmickém prostoru se uplatňuje především Mieův selektivní rozptyl. Proto jsou prachové mlhoviny osvětlené blízkými hvězdami modré a proto jsou vzdálenější objekty červenější než jsou ve skutečnosti. Na cestě mezihvězdných prostorem je totiž jejich světlo více či méně odmodráno.

V pozemské atmosféře se naopak setkáme s Rayleighovým rozptylem. Proto je naše obloha modrá a proto je zapadající Slunce, stejně jako všechny ostatní objekty, výrazně oranžové.

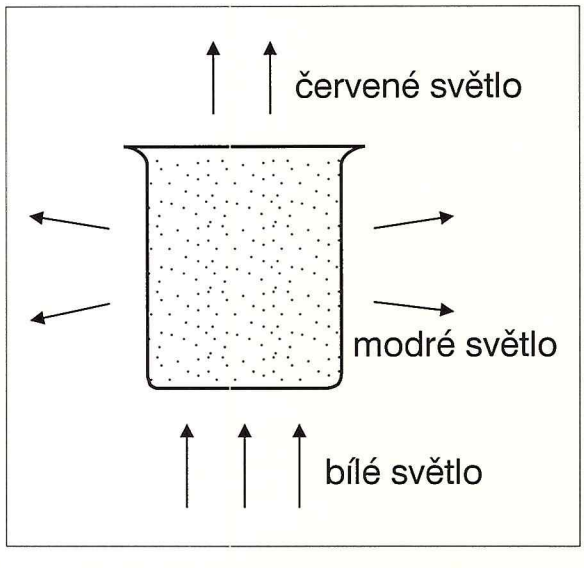
Schopnost selektivního rozptylu na malých částicích si můžete demonstrovat pokusem popsaným ve *Feynmanových přednáškách z fyziky*. Musíte si pořídit kádinku, akumulátorovou kyselinu sírovou (H_2SO_4) a roztok thiosíranu sodného ($Na_2S_2O_3$), který je běžnou součástí ustalovačů (koupíte ho tedy ve fotografických potřebách). Při smíchání vhodně koncentrovaných roztoků obou látek dojde k vysrážení krystalků síry. Ty budou nejdříve velmi malé, postupně se ale budou zvětšovat. Když budete roztokem propouštět světlo, můžete si všimnout, jak se mění jeho rozptylové vlastnosti.

Nejdříve ale musíte získat vhodnou koncentraci roztoků, aby se vám síra nevysrážela příliš rychle. Pak ihned vznikne mléčný, neprůhledný roztok. Nejlépe bude, když budete chvíli experimentovat. Zhruba lze říci, že byste měli asi deset mililitrů akumulátorové kyseliny smíchat s jedním až jedním a půl litrem vody. Do stejného množství vody pak dejte asi dvě polévkové lžíce thiosíranu sodného. (Při pokusu pracujte opatrně!) Oba roztoky smíchejte až těsně před začátkem experimentu.

Nejvhodnější bude, když kádinku se smíchaným roztokem (přibližně jeden díl kyseliny, dva díly thiosíranu sodného) umístíte na zpětný projektor (Meotar) a pomocí papíru s vystřihnutým otvorem zabezpečíte, aby světlo procházelo pouze kádinkou. Pozorujte přitom jak kádinku, tak i kruhový obraz na promítacím plátně. Budete-li mít vhodně namíchané koncentrace obou roztoku, nemělo by se z počátku několik vteřin nic měnit. Po chvíli by měl ale roztok v kádince získat intenzivně modré zabarvení (pořád však bude průhledný), které se bude s časem zmenšovat až roztok zbělá. Obraz na plátně bude také krátký okamžik modrý, brzo se ale stane oranžový, červený a pak zmizí úplně.

V kádince se totiž nejdříve objevily jen velmi malé krystalky síry, které rozptylovaly procházející světlo úměrně s převrácenou hodnotou čtvrté mocniny vlnové délky. Proto byl roztok při pohledu z boku modrý. Krystalky se ale rychle zvětšovaly a jejich počet rostl. Brzo rozptylovaly jen úměrně převrácené hodnotě vlnové délky světla. Proto bylo prošlé světlo oranžové až červené. Po krátké chvíli se ale velikost krystalků zvětšila natolik, že přestaly světlo rozptylovat selektivně a rozptylovaly všechny vlnové délky stejně (obdobně jako kapičky vody v mracích). Proto získal roztok mléčně bílé zabarvení.

Jiří Dušek



Schematický popis „pokojové" reflexní mlhoviny. V roztoku se nacházejí malé krystalky síry. Skrz dno je roztok osvětlován bílým světlem. Na krystalcích se selektivně rozptyluje do všech směrů světlo všech vlnových délek. Více se ale rozptyluje světlo modré. Proto má roztok při pohledu z boku modré zabarvení. Naopak, při pohledu z vrchu má roztok zabarvení červené. Kapalinou totiž prošlo více červeného světla.

Zajímavá místa na Internetu

NASA Astrophysics Data System

Fascinující službou, kterou Internet poskytuje, je neomezený přístup k rozsáhlým databázím. Obzvlášť astronomové si mají z čeho vybírat. Na adrese

http://adswww.harvard.edu/index.html

je k dispozici kolem 240 000 abstraktů článků z předních světových časopisů a také asi dvacet tisíc celých článků z časopisů ApJL, AJ, PASP. (S potešením môžeme oznámiť, že čitateľ v tejto elitnej spoločnosti nájde aj celé články časopisu Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso – *pozn. red.*) Další se chystají. Vyhledávat v této rozsáhlé databázi můžete podle autorů, jména objektu, titulu článku či klíčových slov v jednotlivých abstraktech. Na stejné adrese jsou obdobně k dispozici přehledy z kosmonautiky, fyziky a geofyziky.

dusek@physics.muni.cz

C/1996 N1 na CCD snímke, ktorú pomocou kamery SBIG ST-7 urobili na AGO MFF UK v Modre-Pieskoch. Foto: Alexander Pravda

Kométa Brewington

Do tohoročnej úrody pribudla ďalšia kométa. H. J. Brewington z Nového Mexika objavil 4. júla 20 cm reflektorom novú kométu v súhvezdí Leva ako difúzny objekt približne 10 mag.

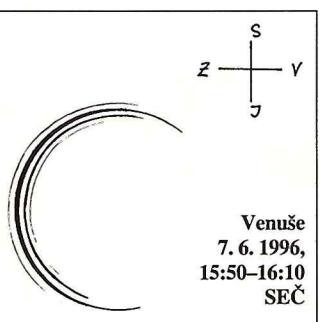
V ten deň podvečer sme sa s Petrom Kolénym chystali na nočné pozorovanie. Efemeridy, mapky, súradnice pomocných hviezd, ... veď to poznáte. Do zotmenia zostávalo pár desiatok minút, keď sme na Internete zachytili správu o novom objave. Zabehaný rytmus prípravy sa razom zmenil na čulý ruch. Pohľad do hviezdnej mapy a na oblohu nám napovedal, že sa musíme poponáhľať a začať pozorovať ešte za súmraku. Kupola sa už vetrala, CCD kamera bola vychladená, a tak krásny difúzny obláčik sa o chvíľu objavil na obrazovke počítača. Ešte jemne pohnúť ďalekohľadom, aby v zornom poli bol dostatok hviezd z katalógu ...a posledná snímka sa robila pomedzi stromy.

Kým Peter chystal ďalekohľad na ďalšie pozorovanie, premeral som práve získané snímky a presné pozície kométy vzápätí leteli e-mailom do Ústredia malých planét IAU v Cambridge, USA. Ako sme sa neskôr dozvedeli, vďaka šťastnej zhode okolností sa nám podarilo pozorovať kométu ako prvým po objaviteľoch a Garradovi z Austrálie.

Po mesiaci pozorovaní je stále známa len približná parabolická dráha. Zatiaľ však podľa nej nie je problém kométu nájsť. Od svojho objavu postupne prešla súhvezdiami Leva, Poľovných psov, ďalej prejde cez Veľký voz do súhvezdia Draka. Najbližšie popri Zemi preletela práve v čase objavu a príslním prešla začiatkom augusta. V tomto čase bola aj najjasnejšia, okolo 8 mag, a predpokladá sa, že bude postupne slabnúť. Ale keďže kométy sú často svojou aktivitou nevyspytateľné, možno sa dočkáme aj nejakého prekvapenia.

Leonard Kornoš, AGO MFF UK

Venuše 96



Venuše 7. 6. 1996, 15:50–16:10 SEČ

Planeta Venuše byla během letošního jara hlavním reprezentantem planet na naší obloze. 5. května dosáhla maximální deklinace ve 20. století. Pozorovací podmínky byly tedy příznivé, nicméně se zmenšující se vzdáleností od Slunce se podmínky večerního pozorování rychle zhoršovaly. Začal jsem pozorovat Venuši ve dne se snahou pozorovat co nejblíže okamžiku dolní konjunkce se Sluncem, která nastala 10. června v 17. hod. SEČ. Počasí bylo v tomto období většinou příznivé, takže se mi podařilo pozorovat Venuši 2 dny (54 hodin) před konjunkcí tj. v těsné blízkosti (cca 3°) u Slunce a 4 dny po konjunkci. Nejzajímavější obraz Venuše se mi ukázal 3 dny před konjunkcí. Srpeček Venuše byl výrazně větší než 180°, chvilkami až 270° vlivem prozáření atmosféry planety Sluncem. Z vnitřní strany probíhal paralelně první ohybový proužek a chvílemi se objevoval druhý ohybový proužek, z vnější strany se chvílemi objevoval první ohybový proužek (viz náčrtek, který však těžko nahradí přímé pozorování). Pozoroval jsem refraktorem d=100 mm, f=1 m při různých zvětšeních, optimální zvětšení bylo většinou 75×. Obraz trochu zlepšil žlutý filtr G3.

Moje zkušenosti s pozorováním dalekohledem v těsné blízkosti Slunce: při opatrné manipulaci s dalekohledem je riziko poškození zraku minimální. Oko je akomodováno na velký jas zorného pole a při přiblížení okraje slunečního kotouče k zornému poli to zřetelně poznáme a můžeme pohyb dalekohledu včas zastavit nebo změnit. Jestliže přesto okraj slunečního kotouče vnikne do zorného pole, oko dostatečně rychle reaguje – zavře se. Pokud jsem nastavil část slunečního kotouče (5 až 10 % plochy) do zorného pole a vědomě se podíval, pak se mi sluneční kotouč jevil tmavý až zcela černý, intenzivní žlutá záře byla vně kotouče. Pocit oslnění nebyl příliš silný. Finále letošního představení Venuše – zákryt Měsícem dne 12.7. – proběhl bez účasti publika za silnou vrstvou mraků.

Z. Brichta, Druztová

Objekty na dennej oblohe

Pozorovať planéty a iné hviezdne objekty na večernej oblohe je celkom bežná záležitosť. Zložitejšie je to však cez deň, keď sa musíme orientovať podľa presných súradníc daného objektu a predovšetkým kvality stupníc samotného ďalekohľadu. Potom stačí len trochu trpezlivosti, chuť pozorovať a budeme môcť vidieť na oblohe nielen Slnko, Mesiac a Venušu, ale aj niekoľko ďalších jasnejších hviezd a planét.

K myšlienke pokúsiť sa nájsť ďalšie objekty na dennej oblohe ma priviedol kolega Ján Mäsiar, keď po úspešne strávenej noci 21./22. 7. s kométami C/1995 O1 Hale-Bopp a 22P/Kopff pozoroval v rámci regenerácie síl okrem Venuše ešte ďalšie tri planéty. Bol to Merkúr, ktorý je vzhľadom na pomerne blízku uhlovú vzdialenosť od Slnka ťažšie pozorovateľný; Mars, ktorý bol skutočne prekvapením dennej oblohy, vynikajúc svojím červeným sfarbením; a nakoniec Saturn, ktorý bol po veľkej námahe a vypätí síl niekoľkonásobným hľadaním v zornom poli ďalekohľadu viditeľný ako malý do šeda sfarbený disk, ktorý však skúsenému pozorovateľovi nemohol uniknúť. Jupiter, posledná na dennej oblohe pozorovateľná planéta, v tom období dominoval oblohe nočnej.

Hľadanie objektov na dennej oblohe ma tak fascinovalo, že ešte v ten deň som pokračoval v pátraní po ďalších objektoch. Hľadanie bolo únavné a namáhavé, i preto, že sme predošlú noc strávili za CCD kamerou. Výsledok však stál za to.

V programe *The Sky Astronomy Software*, kde sú dostatočné presné súradnice, som si vyhľadal hviezdy takej magnitúdy, ktoré by mohli byť viditeľné. V poradí piatym objektom, ktorý som pozoroval, bola spektroskopická dvojhviezda *Capella* zdanlivej jasnosti 0,1 v súhvezdí Povozníka, šiesty *Aldebaran* 0,9 mag v súhvezdí Býk, siedmy *Rigel* 0,1 mag v súhvezdí Orión a ôsmy *Sírius* 0,1 mag v súhvezdí Veľký Pes.

Vďaka dobrému technickému stavu a kvalite ďalekohľadu je možné skutočne pokúsiť sa o šťastie, ktoré na prvý pohľad zdá sa byť nedosiahnuteľné. Ďalekohľad u nás v Kysuckej hvezdárni s parametrami 200/3000 mm určite na to má. A na záver by som chcel zdôrazniť, že okrem potešenia toto pozorovanie prinieslo ešte jednu využiteľnosť v praxi – poznatok, že okrem Slnka a Venuše môžeme návštevníkom ukázať na dennej oblohe ostatné planéty a mnohé ďalšie zaujímavé hviezdy. Takto sa denné pozorovania stanú pre nich určite nezabudnuteľným zážitkom. Čo vy na to?

Martin Kavecký, Kysucká hvezdáreň

Prechádzka letnou oblohou

Dovolenkári si toto leto veľmi neužili, s počasím to inak nebolo ani 9. júla 1996. Celý deň bolo zamračené, fúkal silný studený vietor, občas na zem dopadlo niekoľko kvapiek dažďa. Podvečer ale vietor prestal fúkať a oblačnosť sa začala rozpadávať. V kútiku duše som dúfal, že sa konečne po dlhšom čase pozriem ďalekohľadom na krásnu hviezdnu oblohu. Moje prianie sa splnilo. Keď som o 22.30 LSEČ vyšiel von, čakala ma prekrásne jasná hviezdna obloha. Aj napriek presvetlenej mestskej oblohe sa dalo vidieť množstvo nádherných objektov. Zobral som si refraktor 50/540 a prehliadku oblohy som začal najjasnejším objektom oblohy, Jupiterom. Na kotúčiku planéty sa dali pozorovať tmavé čiary, rovnobežné s rovníkom planéty. Jupiter sprevádzali Galileiho mesiace Io, Ganymedes a Kallisto. Mesiac Io sa nachádzal tesne pri okraji kotúčika planéty, Europa bola za planétou. Potom som ďalekohľad zamieril na hviezdokopy. Bol som prekvapený, koľko ich bolo vidieť aj napriek presvetlenej oblohe. Je samozrejmé, že väčšina objektov bola z Messierovho katalógu.

Ako prvú hviezdokopu som si pozrel veľmi známu M 13 v súhvezdí Herkules. Potom som zamieril ďalekohľad na M 92 z toho istého súhvezdia. Neskôr som sa presunul do súhvezdia Škorpióna, kde som vyhľadal guľovú hviezdokopu M 80 a dokonca aj M 4, ktorú som sa pokúšal už predtým niekoľkokrát nájsť, ale vždy bezúspešne. Väčšinou sa totiž nachádzala veľmi nízko nad obrazom, kde je mestská atmosféra presvetlená a plná prachu a smogu. Ďalej som ďalekohľad zamieril do súhvezdia Strelca, ktoré práve kulminovalo. Bez problémov som našiel guľovú hviezdokopu M 22 a M 28. Viac hviezdokôp sa mi tu ale nájsť nepodarilo. Mesto je predsa len mesto, aj keď sú podmienky výborné. Zo Strelca som sa presunul do Hadonosa, kde som pozoroval guľové hviezdokopy M 10, M 12 a M 14 a otvorenú hviezdokopu NGC 6633. Od Hadonosa je len na skok do súhvezdia Hada, preto som si pozrel aj guľovú hviezdokopu M 5. Potom som prešiel do vyšších oblastí, do súhvezdia Labute. Tam sa nachádzala otvorená hviezdokopa M 39. Počas týchto pozorovaní sa súhvezdia vplyvom rotácie Zeme o niečo posunuli a ukázali sa aj jesenné súhvezdia. Najprv som sa pozrel do súhvezdia Pegasa a na jeho guľovú hviezdokopu M 15. Odtiaľ som prešiel do Kasiopeje, kde som našiel otvorené hviezdokopy M 52, M 103 a NGC 457. Na záver som si nechal už takmer notoricky známe h Per a chí Per, ale aj M 34.

Prehliadku oblohy som ukončil približne o 1:15 LSEČ namierením ďalekohľadu na Saturn. Okolo Saturna sa rozprestieral prstenec, ktorý je ešte stále pomerne úzky. A nakoniec ma čakalo ešte jedno prekvapenie. Neďaleko Saturna v rovine jeho rovníka som zbadal jeho najjasnejší mesiac, Titan.

Bola to krásna noc, na ktorú budem určite dlho spomínať. Taká prajem každému astronómovi žijúcemu v meste. To množstvo objektov, ktoré som pozoroval v priebehu jednej noci, už asi tak skoro neuvidím.

Jozef Kováč, Levice

Čo vieš o hviezdach

Súťaž „Čo vieš o hviezdach" má už za roky svojej existencie vybudovanú v povedomí mladých astronómov pevnú pozíciu. Každoročne sa jej zúčastňujú desiatky nádejných astronómov, ktorých snaha vrcholí na celoslovenskom finále. Tohtoročné sa konalo tradične v SÚH Hurbanovo v dňoch 18.–20. júna. Finále bolo rozdelené podľa vekových kategórií – mladší žiaci, starší žiaci a študenti stredných škôl. Úlohou poroty, ktorej predsedal RNDr. Ivan Dorotovič, bolo posúdiť široké, až encyklopedické vedomosti súťažiacich v jednotlivých kolách. Rozhodovanie nebolo jednoduché. Objektívne zhodnotiť vedomosti súťažiacich pomohla forma súťaže – písomné, ústne kolo a diapozitívy. Ceny, ktoré boli tento rok bohatšie o glóbus od sponzora, firmy DIDAKTIK Skalica, nakoniec našli svojich nových majiteľov.

Jozef Csipes

VÝSLEDKY:

1. kategória
1. miesto: Adam ŠIROKÝ
2. miesto: Róbert ŠUHADA
3. miesto: Peter GEBURA

2. kategória
1. miesto: Michal HOCKO
2. miesto: David HARAGA
3. miesto: Radoslav FULEK

3. kategória
1. miesto: Michal MAGALA
2. miesto: Tomáš ŠINGLIAR
3. miesto: Pavol HABUDA

Víťazi 1. kategórie súťaže Čo vieš o hviezdach.

Celosvetový seminár o nasledujúcich úplných zatmeniach Slnka

Rumunské horské mestečko Sinaia (asi 60 km severne od Bukurešti) vybrali organizátori za miesto rokovania o pozorovacích programoch pre nasledujúce úplné zatmenia Slnka do roku 1999. Podujatie s názvom „Theoretical and Observational Problems Related to Solar Eclipses" (Teoretické a pozorovateľské problémy týkajúce sa slnečných zatmení) organizovali spoločne Astronomické observatórium v Meudone pri Paríži, Francúzsko a Astronomický ústav Rumunskej akadémie vied. Seminár sa uskutočnil v rámci jedného z vedeckých programov NATO, tzv. Advanced Research Workshop – ARW (voľne by sa to dalo preložiť asi ako – pracovný seminár pokročilého výskumu). Cieľom takýchto ARW je významným spôsobom prispieť k existujúcim poznatkom z určitého dôležitého vedného odboru, vytýčiť smery budúceho výskumu a umožniť bezprostredné pracovné kontakty medzi vedcami z rôznych krajín a väčšinou na rôznej úrovni profesionálnych skúseností.

Nebolo to inak ani v tomto prípade. Do Sinaie sa v dňoch 2.–6. júna 1996 zišli odborníci na pozorovanie úplného zatmenia Slnka z celého sveta, konkrétne 51 účastníkov z 22 krajín (z toho zo Slovenska 6, 4 pracovníci SÚH v Hurbanove a 2 pracovníci AsÚ SAV v Tatranskej Lomnici). Hlavný dôraz bol kladený na zatmenie v roku 1999. Práca seminára bola realizovaná formou plenárnych zasadnutí v nasledovných tematických oblastiach: Základné vedecké výsledky z predošlých pozorovaní zatmenia Slnka, Modely malo- a veľkorozmerových koronálnych štruktúr, Nízkoteplotné štruktúry v koronálnom prostredí, Špecifické problémy pozorovaní slnečných zatmení, Pozorovateľské úlohy pri úplnom zatmení Slnka 11. augusta 1999, Prístrojové vylepšenie budúcich pozorovaní, Oboznámenie verejnosti so zatmením a ochranou očí. V rámci špeciálneho zasadnutia boli diskutované pozorovateľské programy, problémy a informácie týkajúce sa najbližších troch zatmení v rokoch 1997–1999. Najviac a najintenzívnejšie sa, pochopiteľne, prezentovali účastníci z hostiteľskej krajiny, kde astronómia tiež má istú tradíciu.

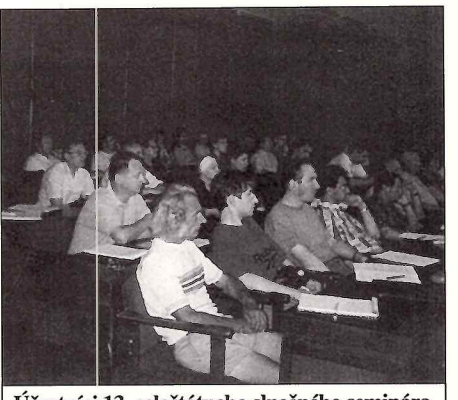
Prvé astronomické observatórium bolo na území dnešného Rumunska vybudované okolo roku 1450. Prvé záznamy o teoretickom astronomickom výskume pochádzajú z konca 19. storočia. Od roku 1928 je Rumunsko členom IAU (Medzinárodná astronomická únia). Astronomický ústav Rumunskej akadémie vied vznikol 1. apríla 1990 spojením astronomických observatórií Bucharest, Cluj Napoca a Timisoara. Hlavné oblasti výskumných aktivít sú: slnečná fyzika, premenné hviezdy, nebeská mechanika, extargalaktická astronómia a kozmológia.

Slovenskí účastníci formou ústnych referátov i posterov prezentovali výsledky pozorovaní počas posledných zatmení. Seminár poskytol možnosť získať prehľad o nových prístrojoch, pozorovacích programoch a o súčasnom stave výskumu koróny vo svete, ako aj diskutovať so známymi kolegami a nadviazať nové kontakty. Všetci účastníci seminára sa zhodli najmä na tom, že sa treba dôkladne pripraviť na úplné zatmenie Slnka v roku 1999, ktorého pás totality bude prechádzať aj Strednou Európou. Škoda však, že podujatia sa nezúčasnili kolegovia z niektorých krajín, cez ktoré tento pás bude prechádzať.

Napriek tomu, že rumunskí kolegovia nemali doteraz skúsenosti s prípravou podujatia takéhoto charakteru, zorganizovali seminár na dobrej úrovni.

RNDr. Ivan Dorotovič

Účastníci celosvetového slnečného seminára „Teoretické a pozorovateľské problémy týkajúce sa slnečných zatmení", ktorý sa konal v Rumunsku.



Účastníci 13. celoštátneho slnečného seminára pri prednáške.

Snímky: I. D.

13. celoštátny slnečný seminár

Po dvoch rokoch sa znova zišli odborníci na fyziku Slnka, geofyziku a fyziku vzťahov Slnko–Zem. V poradí už 13. celoštátny slnečný seminár zorganizovala v dňoch 10.–14. júna 1996 Slovenská ústredná hvezdáreň za odbornej spolupráce Slnečnej sekcie SAS pri SAV. Hotel Upohlav, ktorý sa nachádza pri Nosickej priehrade (medzi Púchovom a Považskou Bystricou), poskytol pre účastníkov seminára výborné podmienky pre prezentovanie výsledkov práce v spomenutých vedných odboroch.

Znova to bol vlastne medzinárodný seminár, pretože kolegovia z Českej republiky radi prišli medzi nás. Seminára sa zúčastnilo 62 pracovníkov astronomických a geofyzikálnych ústavov SAV i ČAV, pracovníkov hvezdární zo Slovenskej republiky a z Českej republiky. Odborný program seminára bol rozdelený do 6 tematických celkov, v rámci ktorých odznelo 50 príspevkov. Tematika referátov bola rozmanitá: fyzika slnečných škvŕn, prístrojová technika a nové pozorovateľské postupy, chromosférické erupcie, protuberancie, spektrografia, slnečná koróna, výsledky experimentov počas úplných zatmení Slnka, geomagnetická aktivita, cykličnosť slnečnej i geomagnetickej aktivity, spracovanie údajov, atď. Nechýbalo ani premietanie videozáznamov a diapozitívov zo zahraničných ciest a expedícií za úplnými zatmeniami Slnka jednotlivých účastníkov seminára, ako aj tematická exkurzia do obnoveného hradu na Strečne. Škoda však, že niektorí kolegovia (najmä geofyzici) sa nemohli zúčastniť nášho seminára kvôli časovej kolízii s inými seminármi vo svete.

Bol to aj spomienkový seminár. Referátmi „Pozorovanie Slnka vo Hvezdárni v Hurbanove od jej založenia" a „História geomagnetických pozorovaní na Slovensku" sme si pripomenuli 125. výročie vzniku observatórií v Hurbanove, ktoré založil Dr. Mikuláš Konkoly-Thege. Referát „Vedecké práce Štefana Pintéra" bol spomienkou na bývalého kolegu a uctením jeho práce pri smutnej príležitosti 10. výročia tragickej smrti.

Seminár mal už tradične vysokú vedeckú a spoločenskú úroveň, čo potvrdzujú hodnotenia mnohých účastníkov v kuloároch i na záver podujatia. Riaditeľ SÚH Ing. Teodor Pintér si nostalgicky spomenul aj na prvé stretnutia (prvýkrát bol slnečný seminár organizovaný SAS pri SAV a KH Prešov v r. 1972, rovnako v roku 1973 a odvtedy ho každé dva roky neúnavne organizuje SÚH). Pokojne možno konštatovať, že výsledky vedeckej a pozorovateľskej činnosti vo výskume Slnka a vzťahov Slnko–Zem sú v Slovenskej republike i v Českej republike na vysokej medzinárodnej úrovni. Dúfajme, že sa stretneme aj na 14. slnečnom seminári, takže dovidenia o dva roky!

RNDr. Ivan Dorotovič
SÚH Hurbanovo

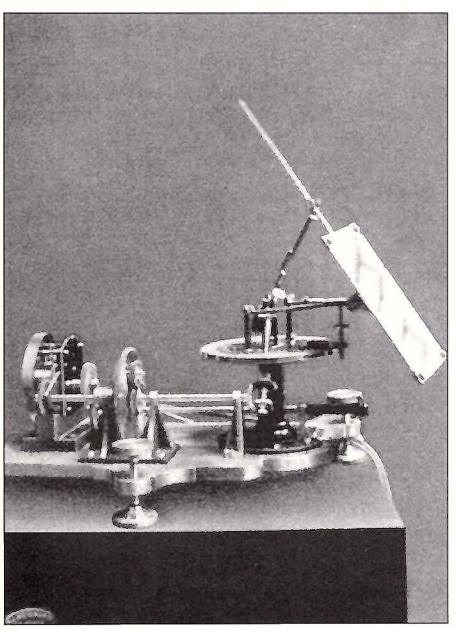
125 rokov pozorovania Slnka na hvezdárni v Hurbanove

Zakladateľ hurbanovskej hvezdárne Dr. Mikuláš Konkoly-Thege začínal s pravidelným pozorovaním Slnka v čase, keď po objavení cyklu slnečných škvŕn (Schabe 1843) a vykázaní prejavu cykličnosti slnečnej činnosti (Wolf a Sabine v 50-tich rokoch) v rôznych pozemských úkazoch (polárna žiara, geomagnetické búrky a pod.) sa stalo pozorovanie Slnka celosvetovo dôležitou úlohou.

Od 16. mája 1872, kedy sa vo voľakedajšej Ó-Gyale začalo s pravidelným zakresľovaním slnečných škvŕn, pokračujú systematické pozorovania Slnka (dvakrát prerušené vojnou) na hurbanovskej hvezdárni dodnes.

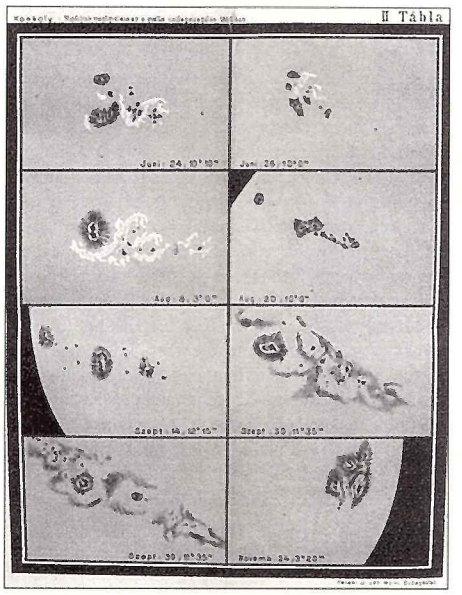
Svoje prvé pozorovania slnečných škvŕn, fakuľových polí a protuberancií zaznamenáva Konkoly do dodnes zachovalého Denníka observatória. Neskôr pravidelne publikuje svoje pozorovania v Pojednávaniach z okruhu vied matematických, v časopise Maďarskej akadémie vied. V prvej sérii z roku 1874 krátko popisuje svoju hvezdáreň a uverejňuje pozorovania z rokov 1872–73, doplnené obrázkami slnečných škvŕn a protuberancií. Prvé kresby slnečných škvŕn robil Konkoly pomocou 10 cm Steinhellovho refraktora a kyvadlových hodín. V r. 1877 inštaluje nový 16,2 cm Steinhell-Cooke refraktor špeciálne konštruovaný na zakresľovanie slnečných škvŕn. Tento prístroj bol dlhé roky najviac používaným prístrojom hvezdárne. Od r. 1879 vydáva hvezdáreň svoje vlastné ročenky, najprv v nemčine v Halle, neskôr dvojjazyčne v Budapešti. Z týchto XXI zväzkov Beobachtungen, angestellt am Astrophysikalischen und Meteorologischen Observatorium in Ó-Gyala sa stala činnosť observatória známou na celom svete.

Konkoly venoval veľkú pozornosť presnému určovaniu polohy slnečných škvŕn. Spočiatku určoval ich geocentrické súradnice ako rozdiel v rektascenzii a deklinácii medzi stredom skupiny a stredom slnečného disku. Deklinácia sa pritom pri každom pozorovaní viackrát odčítovala a znovu nastavovala. Dopisoval si s viacerými vedúcimi astronómami tej doby, o slnečných pozorovaniach, najmä so Spörerom, ktorý v tom čase v Nemecku (Potsdam 1860–81) určoval z pozorovaní pohybov jednotlivých skupín škvŕn elementy rotácie Slnka a zavádzal heliocentrické súradnice na určenie polohy slnečných škvŕn. Konkoly prechádzal na nové súradnice (r. 1880), prepočítaval aj svoje pedchádzajúce pozorovania na heliocentrické súradnice, a s uspokojením konštatoval, že vo svete sa iba v Potsdame a v Ógyale pozorujú slnečné škvrny takýmto spôsobom a iba na týchto dvoch observatóriách sa robia ich mikrometrické merania. V r. 1880 sa na hvezdárni urobilo 252 kresieb Slnka a mikrometrické merania 1382 slnečných škvŕn.



Johnson-Konkolyho heliostat.

Snímky: archív SÚH



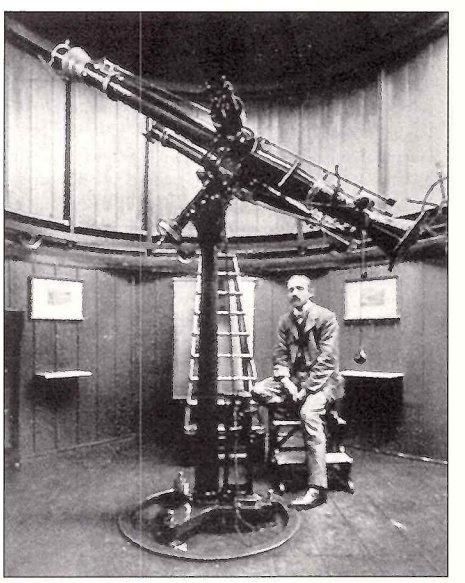
Slnečné škvrny pozorované na Konkolyho hvezdárni v roku 1880.

V tom čase zavádzal Wolf v Zürichu svoje, dnes zaužívané, relatívne číslo slnečných škvŕn (Rz). Konkoly v r. 1884 redukoval svoje predošlé pozorovania na Wolfovu metódu a od r. 1885 pravidelne zasielal svoje pozorovania do Zürichu Wolfovi. Ten s nimi dopĺňal Zürišské pozorovania pri určovaní ročného relatívneho čísla. Táto výpomoc bola veľmi dôležitá, pretože v tom čase bolo málo spoľahlivých pozorovaní. Napríklad v r. 1894 až 1/4 všetkých použitých údajov tvorili pozorovania z Konkolyho hvezdárne. Tento dlhý rad slnečných pozorovaní, siahajúca až do r. 1918, má aj dodnes z medzinárodného hľadiska značnú hodnotu. Aj preto bol na začiatku storočia zvolený Konkoly za člena Medzinárodného slnečného výboru (International Solar Comitee.)

Od r. 1908 prešiel Konkoly na fotografickú registráciu slnečných škvŕn pomocou 135 mm fotoheliografu vyrobeného na tieto účely vo vlastnej dielni hvezdárne. Nový prístroj podrobne popísal v 14. čísle tzv. Malých vydaní observatória, ktoré pravidelne informovali o odbornom programe hvezdárne a o konštrukčnom zdokonaľovaní a výrobe rôznych astronomických prístrojov. Najviac sa zaoberal konštrukciou rôznych spektroskopov a spektrografov, od širokouhlého meteorspektroskopu a veľkodisperzného protuberančného spektrografu cez ultrafialový spektrograf až po najrôznejšie analyzátory spektra. Jeden jeho ľahký pristroj na pozorovanie protuberancií odkopírovala aj firma Zeiss Jena a dokonca ho vyrábala ešte aj v šesťdesiatych rokoch dvadsiateho storočia.

V medzivojnovom období síce pokračovali pravidelné pozorovannia Slnka po niekoľkomesačnom prerušení ďalej, avšak kádrové obsadenie hvezdárne nebolo z hľadiska praktickej astronómie priaznivé. Obdobný vedecký výskum ako za čias Konkolyho sa začal až potom, keď do Starej Ďaly prišiel mladý český astrofyzik Dr. Bohumil Šternberk v r. 1927. Po príchode Dr. B. Novákovej, slnečnej fyzičke so skúsenosťami so spektroskopickým pozorovaním chromosféry (pracovala v Taliansku u profesora Abetiho) sa začala stavba spektrohelioskopu, prvého prístroja tohto druhu u nás. Bola tiež členkou Československej expedície za úplným zatmením Slnka 19. júna r. 1936 v ZSSR (Orenburg-Krasnyj Borek, Sara). Pomocou koronografu a spektrografu expedícia získala pekné snímky koróny pred a po 2. kontakte a bleskové spektrá chromosféry, fotografované metódou pohyblivej dosky. K tejto problematike sa vracia v práci Změna výšky chromosféry (Publikácie Štátneho Astrofyzikálneho observatória Stará Ďala, Československo č. 1, zväzok 2., Promethea Praha), jadrom ktorej je štúdium zmien výšky rôznych spektrálnych čiar v rôznych obdobiach a hľadanie vzťahu so zmenami slnečnej aktivity.

Po druhej svetovej vojne sa činnosť hvezdárne obnovuje v r. 1962, no systematické pozorovania Slnka začína až Ing. Š. Knoška v r. 1966. Okrem základného výskumu fotosféry sa začína aj výskum chromosféry (najmä pozorovanie erupcií) pomocou spektrohelioskopu, ktorý začal stavať ešte Šternberk, ale po arbitráži ostal v Ondřejove. Tieto pravidelné pozorovania (dopĺňané rôznymi inými – Delingerove efekty, fotografovanie detailov a pod.) prebiehajú doteraz,



135 mm fotoheliograf, vyrobený v dielni hvezdárne.

zasielajú sa do medzinárodných pozorovacích centier a sú uverejňované doma i vzahraničí (SGD, Sonne, rôzne bulletiny). Tento základný výskum sa od r. 1982 dopĺňa výskumom slnečného spektra pomocou Horizontálneho slnečného spektrografu (HSFA). Priamemu pozorovaniu ostala bokom už iba slnečná koróna. V súčasnosti sa však už dáva do prevádzky koronograf vyrobený vo vlastnej dielni SÚH, čím sa otvárajú možnosti rôznych pozorovaní aj najvyššej vrstvy slnečnej atmosféry. Za účelom jej štúdia sa už od r. 1990 uskutočňujú hurbanovské expedície za úplným zatmením Slnka (Fínsko '90, ZSSR '90, Mexico '91, Brazília '94 a Thajsko '95).

RNDr. Ladislav Pastorek,
SÚH Hurbanovo

O Slnku v Grécku

Hotelový komplex Athos Palace v gréckej Kalithei (asi 100 km južne od Thessaloník) hostil v dňoch 13.–18. mája 1996 účastníkov v poradí už 8. European Meeeting on Solar Physics (Európskeho seminára o slnečnej fyzike), ktorý každé tri roky organizuje Solar Physics Section of European Physical Society (Sekcia slnečnej fyziky Európskej fyzikálnej spoločnosti) v spolupráci s European Astronomical Society (Európska astronomická spoločnosť). Miestny organizačný výbor tentokrát pozostával z pracovníkov Fyzikálneho oddelenia Univerzity v Thessalonikách. Kalithea sa nachádza na východnom pobreží polostrova Kassandra, jedného z troch výbežkov polostrova Chálkidiki. Je to turisticky najrušnejšie a najznámejšie mestečko polostrova s množstvom pestrofarebných obchodov, hotelov a reštaurácií. Konferencie sa zúčastnilo 195 účastníkov z 25 krajín, z toho Slovensko zastupovali 4 slneční fyzici (3 zo SÚH v Hurbanove a 1 z AsÚ SAV v Tatranskej Lomnici). Oficiálny názov seminára bol „Solar and Heliospheric Plasma Physics" (Fyzika slnečnej a heliosférickej plazmy) a samotný seminár pokryl množstvo oblastí: vnútro Slnka a oscilácie; magnetické polia, silotrubice a vlny; heliosféra a kozmické lúče; štruktúra hornej atmosféry; prvé výsledky zo SOHO; fyzika urýchlených častíc; nové prístroje. Referáty v rámci týchto 7 tematických celkov pokryli väčšinu výskumnej aktivity v slnečnej fyzike. Slovensí účastníci prezentovali formou posterov výsledky experimentov vykonaných počas posledných úplných zatmení Slnka.

Spestrením programu a nezabudnuteľným zážitkom bol celodenný zájazd k polostrovu Athos, na území ktorého sa nachádza mníšsky štát s množstvom kláštorov. Do štátu Athos by sme sa ťažko dostali, pretože by sme museli prekonať zopár byrokratických krokov. Za jeden deň ho môže navštíviť najviac 10 cudzincov a medzi nimi podľa zákona Constantina Monomachosa z roku 1045 nesmie byť žiadna žena (vraj preto, aby bol ochránený kláštorný spôsob života).

Seminár bol výbornou príležitosťou pre získanie prehľadu o súčasnom stave vo výskume slnečnej a heliosférickej plazmy, výmenu skúseností a nadviazanie nových kontaktov.

RNDr. Ivan Dorotovič
SÚH Hurbanovo

Hore: **Riaditeľ SÚH v Hurbanove Teodor Pintér pri posterových prezentáciách.**

Dole: **Účastníci seminára pred odchodom na výlet loďou.**

Meteorická a stelárna astronómia v Hurbanove od roku 1871

Na stránkach nášho časopisu sme si už pripomenuli 125. výročie založenia Hvezdárne v Hurbanove. Ohliadnime sa teraz do histórie z trochu iného pohľadu, z pohľadu vedeckých výsledkov pozorovacích programov a expedícií, ako aj prístrojového vybavenia.

1. Dr. Mikuláš Konkoly-Thege, zakladateľ Observatórií v Starej Ďale (dnešné Hurbanovo), sa hneď od začiatku usiloval v astrofyzikálnom výskume uplatniť moderné smery vedeckého pokroku, a to fotografiu, spektroskopiu, resp. spektrografiu a fotometriu. Na druhej strane treba poznamenať, že predsa len viac dôveroval ľudkému oku. V jeho osobe sa spojila technická zručnosť a pozorovateľská vášnivosť. Dôkazom toho je mnoho prístrojov, ktoré sám navrhol, skonštruoval, prípadne zdokonalil. Z množstva prístrojov spomeňme napríklad 250 mm Browningov reflektor, 250 mm refraktor Merz-Konkoly, 200 mm Heyde refraktor, 130 mm refraktor Merz-Konkoly, meridiánový kruh, mikrometer, fotometer, Zöllnerov fotometer, rôzne spektroskopy (za obdobia Konkolyho-Thege ich bolo vo hvezdárni až 27!), ním zdokonalené hodinové pohony atď. Od roku 1876 boli vydávané vlastné edičné tituly, kde sa publikovali pozorovania, konštrukcie prístrojov, katalógy a pod. Napríklad v publikácii vydanej v roku 1912 Konkoly podrobne popisuje konštrukciu niektorých prístrojov a diskutuje konštrukčné vlastnosti a možnosti, resp. navrhuje vylepšenia. Konštrukcia jeho prístrojov v mnohých prípadoch dosiahla alebo aj predčila úroveň prístrojov iných observatórií.

Konkoly so svojími spolupracovníkmi hneď po vzniku hvezdárne pozoroval meteory (vizuálne i spektroskopicky). Organizoval simultánne pozorovanie meteorov (z piatich pozorovacích miest), na základe čoho určil radiant meteorického roja a rekonštruoval priestorovú dráhu meteoroidu. Podľa najvyššie pozorovanej dráhy určil hrúbku atmosféry Zeme (publikácia v Nature). Používal tzv. meteoskop na určenie orientácie dráhy meteoru na oblohe. Spektroskopicky pozoroval pomocou tzv. meteospektroskopu spektrálne čiary Na, Mg, Li, Fe, občas pásy CH (aj niektorých komét), čo bolo dôležitým príspevkom do teórie spoločného pôvodu meteoroidov a komét. A. Tass v roku 1906 vydal spravodaj vizuálnych pozorovaní 1641 meteorov (v niektorých prípadoch boli zaznamenané aj stopy).

Observatórium v Starej Ďale sa zúčastnilo medzinárodného programu určenia spektra hviezd v spolupráci s Potsdamským astrofyzikálnym observatóriom. V roku 1877 bol vydaný Spektroskopický katalóg 2022 hviezd do 7,5 mag s deklináciou 0° až –15°, ktorý obsahoval spektrálny typ (podľa Vogelovej klasifikácie), farbu a polohu (pre ekvinokcium 1880.0).

V roku 1916 bol ďalej vydaný Fotometrický atlas 3186 hviezd do 7,5 mag s deklináciou 0° až –15°, ktorý obsahuje vizuálne, fotografické a astrofotometrické pozorovania vykonané v rokoch 1904–1913. Atlas nadväzuje na Potsdam Photometric Durchmusterung (1907).

2. V medzivojnovom období sa výskumná práca hvezdárne (vtedy Štátne astrofyzikálne observatórium Pražskej hvezdárne) orientovala najmä na oblasť fyziky Slnka, to však nie je témou tohoto článku. V oblasti stelárnej astronómie sa pomocou 60 cm reflektora Zeiss vykonávali astrometrické pozorovania a spektrálna fotometria na určenie teploty hviezd. Zaujímavosťou bolo vysielanie fotoelektrického šumu hviezdy do rozhlasu. Dr. Šternberk ešte za pôsobenia v Prahe-Klementinum fotometricky pozoroval premenné hviezdy (roky 1925–1926; do Starej Ďaly prišiel v roku 1927).

3. V súčasnosti je hlavnou oblasťou odborno-pozorovateľskej aktivity hvezdárne (od roku 1969 Slovenská ústredná hvezdáreň) slnečná fyzika.

V roku 1970 sa obnovila činnosť v oblasti pozorovania meteorov a premenných hviezd. Bolo zorganizovaných hneď niekoľko podujatí: prvý celoslovenský meteorický seminár (Senecké jazerá), zácviková meteorická expedícia v Úpiciach (spolu s tamojšou hvezdárňou) a expedícia pozorovania teleskopických meteorov (Považský Inovec). V roku 1971 sa konal ďalší celoslovenský meteorický seminár a 1. celoslovenská meteorická expedícia spojená so zácvikom pozorovateľov premenných hviezd. Trojstaničná celoštátna meteorická expedícia bola uskutočnená v roku 1974 (spolu s Hvezdárňami v Banskej Bystrici a Brne). V neskoršom období sa dostala oblasť meteorickej astronómie na Slovensku pod palec Hvezdárne v Banskej Bystrici.

V súčasnosti pozorujú vybrané meteorické roje najmä mladí členovia Astroklubu pri SÚH. To isté platí aj pre premenné hviezdy.

RNDr. Ivan Dorotovič
SÚH Hurbanovo

PREDÁM Newton MDN 120 (120/ /1200) na paralaktickej montáži s okulármi, fotokomoru 59/165 pre film 6x6, literatúru. Komplet 3000 Sk. Tel: 092/56257. Ing. Peter Schönwiesner, Školská 25, 05921 Svit.

KÚPIM reflektor Cassegrain, alebo Maksutov - Cassegrain ∅ = 200 mm, f = cca 3000 mm spolu s paralaktickou montážou (+ hod. stroj, trojnožka, delené kruhy) a okulármi. Všetko v perfektnom stave. Ivan Hrabovský, Gaštanová 21, 010 01 Žilina, Tel.: 089/476 52.

PRODÁM čočkový astronomický dalekohled ∅ 60 mm, ohnisko 630 mm na vidlicové paralaktické montáži. Montáž je vybavena elektrickým hodinovým strojem, jemnými pohyby v obou osách, dělenými kruhy, 6 ks okulárů a chromovým filtrem pro pozorování Slunce. Výrobce objektivu Ing. Gajdušek. Cena dohodou. Ing. Roman Ehrenberger, Svépomoc 199, 572 01 Polička, Tel: 0463/6186 (po 15.00 hod.).

KÚPIM teleobjektív MTO-1000. F. Kamorovitz, Vranovská 55, 851 02 Bratislava, č.t.: 07/838 867

PREDÁM: Achromatický objektív ∅ 70/280mm, C. Z. Jena (1000,–); Okulár H10x (f=25mm), ∅ 23.2 mm (500,–); Širokouhlý objektív Flektogon 2.8/20mm, C.Z.Jena, závit M42x1-Praktika, Zenit (3000,–), všetko nové, v perfektnom stave. Dodám hviezdne mapy (alebo pozorovacie mapky) akejkoľvek časti oblohy, v akejkoľvek mierke, v akomkoľvek množstve, s hranicou magnitúdy podľa požiadavky (do 15.5 mag. v čiernobielom alebo farebnom vyhotovení, (zatavené do fólie, alebo bez). Cenník poskytnem na požiadanie. Ďalej predám: perfektný hviezdny atlas Sky Map v 2.2 na PC (ostrá verzia, dovoz z Anglicka) pod Windows (zaberá 12MB), 1200,–; Windows 95 Pan Euro ver. (inštalačné diskety+ manuál) 2900,–. Adresa: Dušan Brozman, Ďurčanského 4, 949 01 Nitra, tel: 087/367 95 po 18 hod.

PREDÁM ďalekohľad Newton s priemerom 12 cm, svetelnosť 1:10, dva okuláre. cena 4000 Sk. Adresa: Miroslav Kocifaj, Nemocničná 990/7, 017 01 Považská Bystrica; Tel.: 0822/ /323810 (odkazovač)

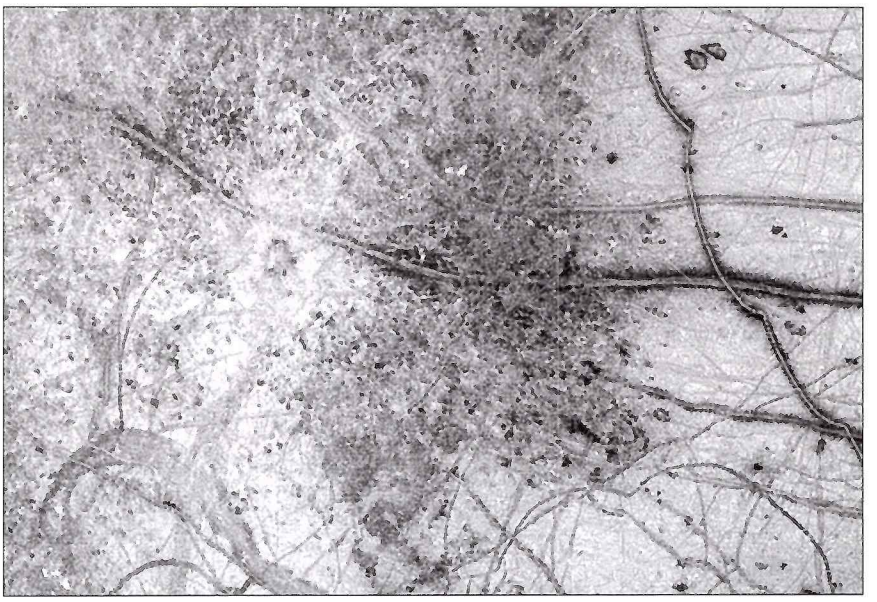
KÚPIM okulár achromát F = 6–8mm, ∅ max. 27 mm; J. Brašeň, Uhrovecká 46, 020 61 Lednické Rovne

PREDÁM newton-binar 200/1200 mm s dvojicou okulárov k tomu – 25 mm na azimutálnej montáži. Ďalekohľad bol uverejnený v KOZMOS-e 2/95 str. 25. Cena dohodou. Zn.: nutný vlastný odvoz. Adresa: Eduard Demenčík, LM-Demänová 174, 031 01 Liptovský Mikuláš, Tel: 0849/529 388

KÚPIM ďalekohľad typu Newton, 100-150/800-1200 aj bez montáže. Ponúknite! Igor Grman, M. Benku 2462/B, 955 01 Topoľčany , tel.: 0815/ /320 158

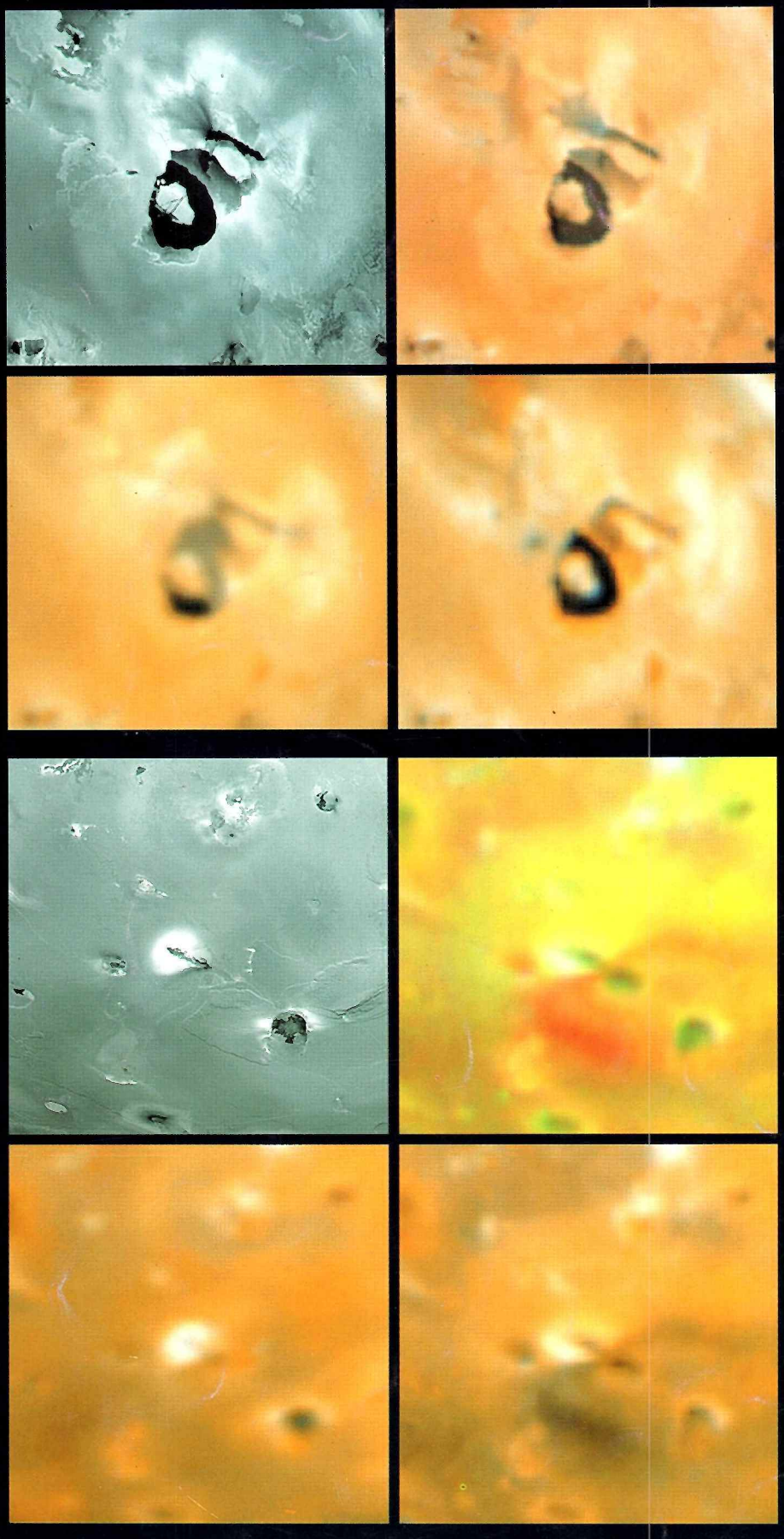
KÚPIM okulárový výťah Zeiss (len originál), šošovkový objektív s ∅ = =60–120 a F=500-1200 mm. René Anovčin, Stredná 563, 956 31 Krušovce

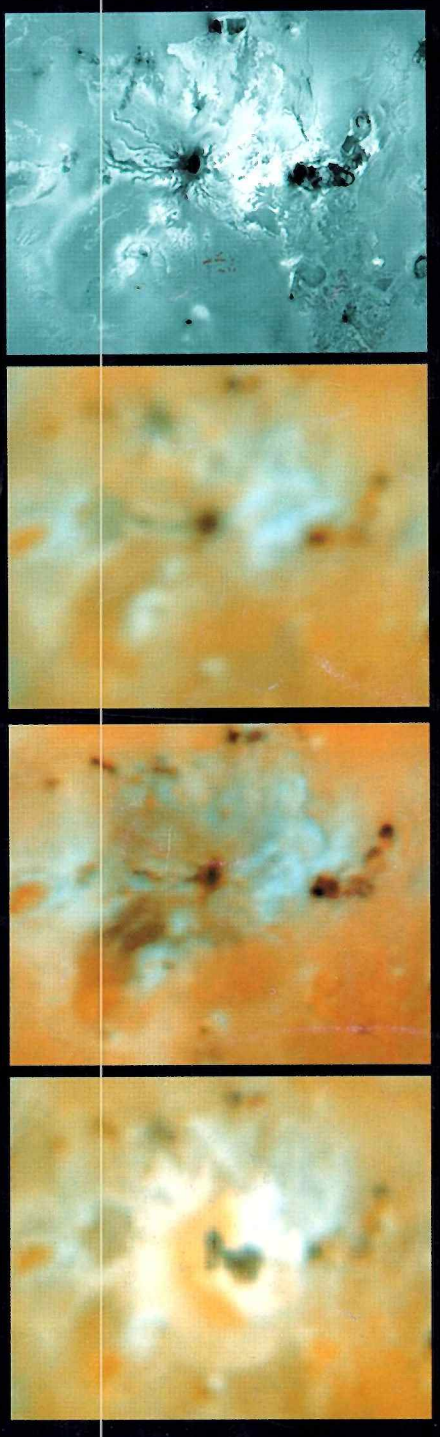
PREDÁM: – Nivelačný prístroj ZEISS typ NI 050, zánovný – Univerzál MEOPTA, starší, funkčne bezvadný, potrebuje vyčistiť – Geodet stojan, trojnohý, výsuvný s transp. remeňom, bezvadný stav Navrhnite cenu! Adresa: O. Filip, Ladožská 11, 040 12 Košice, alebo tel: 095/741 094 (19–20 hod.)



Krížom-krážom popreškrtaný povrch Jupiterovho mesiaca Europa pripravil pre vedcov hneď na úvod výskumnej misie Galileo niekoľko prekvapení. Celkový záber z 27. júna 1996 zo vzdialenosti 156 tisíc kilometrov (hore) ukazuje množstvo rýh, ktoré sú trhlinami v ľadovom krunieri mesiaca. Mnohé z nich dosahujú dĺžku až 1600 kilometrov. Niektoré z útvarov na povrchu sú pozostatkami po meteorických impaktoch, najvýraznejším príkladom je jasná škvrna v strede pri ľavom okraji mozaiky, ktorú po prvýkrat videli astronómoia práve vďaka kamere sondy Galileo. Priemer tohto impaktu je asi 30 kilometrov. Na hornom okraji, na miestach s menším počtom rýh, je dobre vidieť veľa malých plytkých impaktov. Detailné okolie novoobjaveného krátera je na pravej snímke. Impakt narušil jednoliatosť tmavého pásu Belus Linea, ktorý hvezdári poznajú z fotografií sprostredkovaných Voyagerom 1 a 2 v roku 1979. Ležaté „X" na pravom okraji obrázka predstavuje prekrížené praskliny v ľadovej kôrke Europy. Záber zachytáva oblasť na povrchu mesiaca s rozlohou 860×590 kilometrov.

Foto: NASA/JPL





Prvú štvoricu snímok ioanskej sopky Loki Patera si prezrite v smere hodinových ručičiek a porovnávajte: vľavo hore je snímka z Voyagera 1 s vysokým rozlíšením (VR), vpravo hore farebná snímka z Voyagera 1, vpravo dolu je farebná snímka Galilea, vľavo dolu farebná snímka Voyagera 2. Počas obletu Voyagerov bola sopka aktívna, teraz pravdepodobne spí. Druhá štvorica snímok, tiež v smere hodinových ručičiek (Voyager 1 (VR), Galileo color, Galileo color so simulovanými farbami Voyagera, Voyager 2 color) ukazujú zmeny okolo sopky Euboea Fluctus. Žltkasté depozity smerom na severovýchod a tuho červené smerom na juhozápad sú nové. Zmeny okolo tretej sopky, Ra Patera, vidíte v stĺpiku (Voyager 1, Voyager 1 color, Galileo color, Voyager 2 color). Na tretej snímke jasne vidieť čerstvé výlevy láv z kaldery smerom na juh i juhozápad. Okolie, veľké ako Slovensko, je pokryté hrubou vrstvou nových sírnatých depozitov.