

1999  
ROČNÍK XXX.  
Sk 25,-

6

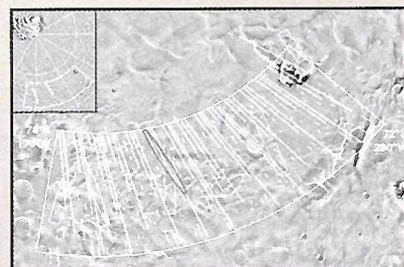
## Preteky na ceste k big bangu

Io před dvoma  
najtesnejšími  
obletmi

## Rozhovory Kozmosu:

Luboš Perek  
Zdeněk Sekanina  
Luboš Kohoutek  
Milan Kamenický

Mars:  
Ze tří sond  
zbývá jediná



# Zatmenie Slnka na Marse

Nejde o nijakú veľkú senzáciu: vedci z Malinovho Space Science System i špeciálny tím z Kalifornského Caltechu majú na stole desiatky fotografií, na ktorých je jasne vidieť tieň väčšieho z mesačikov Marsu – Phobosu na povrchu najrozličnejších oblastí červenej planéty. Fotografie zatmenia Slnka sú vlastne vedľajším produktom výskumu Marsu pomocou satelitu Mars Global Surveyor s Mars Orbiter Camerou, ktorý tento, na Marse pomerne častý úkaz nasnímali z najrozličnejších uhlov.

Na hornej snímke vidíme zatmenie ako elipsovité útvary ako v západnej oblasti Xanthe Terra 26. augusta 1999 o 2. hodine lokálneho času. Šírka políčka je 255 km. V dolnom pravom rohu vidieť meandrujúci kaňon Nanedi Vallis. Tmavé škvrny na dne troch kráterov sú najskôr piesočné duny.

Na dolnej trojici snímok exponovaných v rozličnom čase vidíte tieň mesačika Phobos najprv v južnej časti Elysium Planitia (najväčší kráter je Herschelov bazén), potom v oblasti Lunea Planum (pravo hore možno v pravo hore rozoznať Kasei Valles, vľavo dole hlboké Valles Marineris). Na tretej snímke rozoznáte tieň Phobosa neďaleko najväčšieho marťanského vulkána Olympus Mons. Nad snímkami si všimnite deň a čas expozície.

Keby ste stáli na povrchu Marsu, Phobos nad vašou hlavou by bol asi o polovicu menší ako Mesiac, pozorovaný zo Zeme. Zdanlivý priemer Slnka by bol menší o tretinu až polovicu. Aj marťanské za-

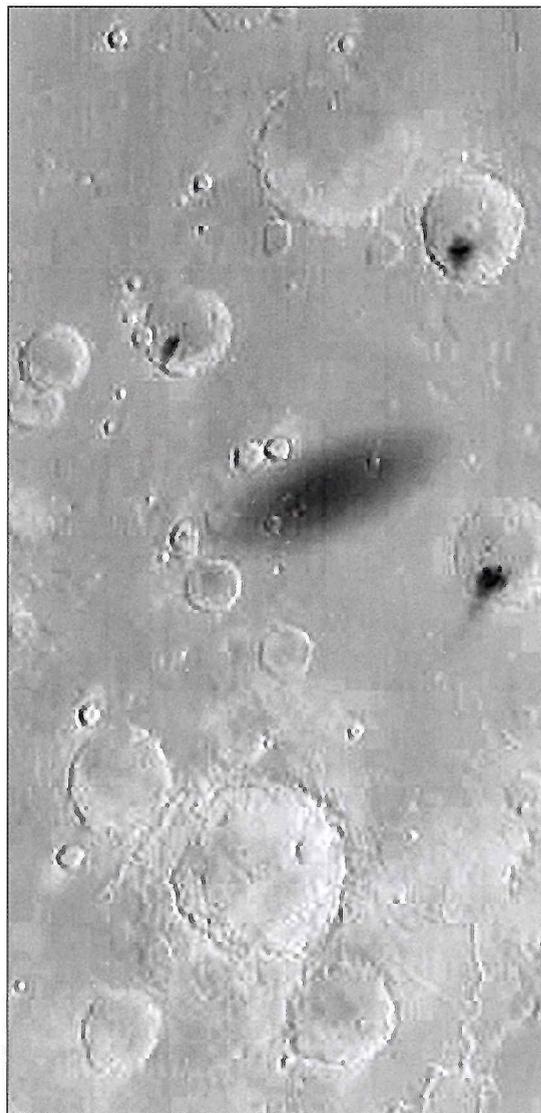
tmenia Slnka sprevádza teda pokles svetelnej intenzity, ale nebývajú také spektakulárne ako úplné zatmenia na Zemi. Tento nedostatok kompenzuje fakt, že zatmenia na Marse sú tisíckrát častejšie a konajú sa zavše aj niekoľkokrát za deň! (O čiatočných zatmeniach Slnka spôsobovaných mesačikom Deimos, zdroje neinformujú.)

Tieň mesačika Phobos si vedci všimli už počas misie sond Viking 1 a 2; v jednom prípade prešiel tieň aj nad stanovištom sondy – landera Viking 1.

Oba mesačiky Marsa, Phobos a Deimos, objavil v roku 1877 americký astronóm Asaph Hall. Pátral po nich, (inšpirovaný aj románom Jonathana Swifta Gulliverove cesty, kde sa Gulliver dozvedá od vedcov v krajine Laput, že Mars má dva satelity!); po rokoch nezdaru zotrval pri pátraní iba vďaka svojej žene, ktorá ho neustále povzbudzovala. Na jej počesť nazval najväčší z kráterov na Phobose jej priezviskom za slobodna – Stickney. (Phobos je nepravidelné, zemiaku podobné teleso s rozmermi 13×9km.)

V roku 1912 napísal Edgar Rice Burroughs (autor Tarzana) román s názvom: Pod mesiacmi Marsu, v ktorom píše o „mesiacoch planéty Barsoon“ (čo bol domorodý názov pre Mars). Burroughsa inšpiroval fakt, že Phobos obehne Mars za menej ako 8 hodín, pričom vychádza na západe a za obzor klesá už po päť a pol hodinách na východe.

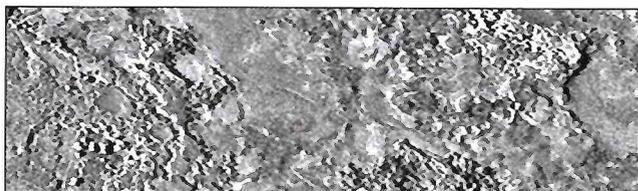
Podľa MSSS  
-eg-



## TÉMY ČÍSLA

- 3 Preteky na ceste  
k big bangu / *Joshua Roth*  
FINÁLE MISIE GALILEO

- 8 Io pred dvoma najtesnejšími obletmi / *Eugen Gindl*  
Povrch Io v doteraz najvyššom rozlíšení (str. 10)



Prometheus zblízka (4. str. obálky)

ASTRONOMICKÝ FESTIVAL 1999

- 12 Príbehy protagonistov našej astronómie / *Pavol Rapavý*  
Rozhovor s doc. Lubošom Perkom (str. 12),  
Rozhovor s Dr. Zdeňkom Sekaninom (str. 13)  
Rozhovor s Dr. Lubošom Kohoutkom (str. 15)  
Astronomický festival 1999 / *Zdeněk Komárek* (str. 24)



- 17 Žeň objavů 1998 (XXXIII.) / *Jiří Grygar*  
MARS

- 21 Mars: Ze tří sond  
zbývá jediná / *Tomáš Příbyl*



Zatmenie Slnka na Marse  
(2. strana obálky)

## ČLÁNKY

3. ob. 390 rokov od objavu Jupiterových mesiacov / *Simona Rapavá*  
6 Cykloidné útvary na Europe  
24 Milan Antal (1935–1999) – nekrológ / *Ján Svoreň*  
33 Mokry meteorit

Vydáva: Slovenská ústredná hviezdárň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hviezdárň, 947 01 Hurbanovo, tel. 0818/760 24 84, fax 0818/760 24 87. Za vydavateľa zodpovedný: Ing. Teodor Pintér. ● Redakcia: Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – grafický redaktor, Alena Kulinová – redaktorka, Lýdia Priklorová – sekretárka redakcie, Mária Štefánková – jazyková redaktorka. Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 07/544 141 33, e-mail kozmos@netlab.sk. ● Redakčný kruh: doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, CSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčár, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, RNDr. Pavol Rapavý, RNDr. Ján Svoreň, DrSc., RNDr. Juraj Zverko, DrSc. Predseda redakčného kruhu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc. ● Tlač: Tlačiareň GARMOND a. s., ul. gen. Svobodu 1099/58, 958 30 Partizánske, tel. 0815/493 111. ● Vychádza: 6x do roka. Neobjednané rukopisy nevraciam. Cena jedného čísla 25,- Sk/Kč. Pre abonentov ročne 120,- Sk/Kč vrátane poštovného. Rozširuje Poštová novinová služba – voľný predaj. Ústredná expedícia a dovoz tlače, Pribinova 25, 813 81 Bratislava. Predplatitelia: V Čechách A.L.L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1, tel. 663 114 38, na Slovensku L. K. Permanent, Hattalova 12, 831 03 Bratislava, tel. 44 453 711. Podávanie novinových zásielok povolené Riaditeľstvom poštovej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Čechách rozširuje A. L. L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1. Podávanie novinových zásielok v Čechách bolo povolené Českou poštou, s.p. OZSeČ Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8. © Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1998. Zadané do tlače 22. 11. 1999

## Obálka

Na snímke HST vidíte galaxiu IC 2163, ktorá obieha inú, masívnejšiu galaxiu NGC 2207. Špirálovú štruktúru menšej galaxie rozrušili slapové sily, čo viedlo k preorganizovaniu plynu, prachu a hviezd vo vonkajšom ramene špirály. HST zviditeľnil v oblastiach nahustenej hmoty mnoho mladých modrých hviezd, ktoré by bez gravitačného nahustenia hmoty nevznikli. Čiastočné prekrytie oboch galaxií umožňuje hviezdárom kalibrovať hustotu prachu vo vonkajších ramenách galaxií. Rozmer snímky (vertikála): 2,5 oblúkovvej minúty, čo je 80 000 svetelných rokov. Obe galaxie sú v súhvezdí Veľkého psa.



## RUBRIKY

- 11 ASTRONOMICKÉ OTÁZKY A ODPOVEDE  
16 NIELEN PRE ZAČIATOČNÍKOV  
Stránka pre začínajúcich astronómov (5) / *Milan Rybanský*  
25 PODUJATIA  
XIII. zjazd SAS pri SAV / *Miroslav Znázik*  
25 ALBUM POZOROVATEĽA: Golevka v Partizánskom / *Peter Kušnirák*  
26 ĎALEKOHLADY  
Ďalekohľad – základný prístroj astronóma amatéra (I.) / *Milan Kamenický*  
28 POZORUJTE S NAMI  
Obloha v kalendári (december 1999 – január 2000) / *Pavol Rapavý, Jiří Dušek; Kalendár úkazov a výročí (december 1999 – január 2000)* (str. 23)  
34 Súhvezdia zimnej oblohy / *Beata a Peter Zimnikovalovci*  
33 SLNEČNÁ AKTIVITA  
September – október 1999 / *Milan Rybanský*  
34 LETNÉ ASTRONOMICKÉ PODUJATIA  
AstroTech 1999 = ďalekohľad Stella 125 (rozhovor s Milanom Kamenickým, konštruktérom astronomických ďalekohľadov) / *Vladimír Mešter; ESA '99/ Vladimír Mešter; MARS '99/ Vladimír Mešter; Kolonické leto / Vihorlatská hviezdárň v Humennom*

## AKTUALITY

- 2 Milióny nových komét; Eugenia: druhý asteroid so satelitom  
6 Cykloidné útvary na Europe  
23 „Tiché“ čierne diery objavili v blízkych galaxiách

## CONTENTS

Competition on the Way to Big Bang .....	3–5
Io – Finale of Galileo mission.....	8–11
Four Astrointerviews .....	12–15, 34
Astronomical Highlights .....	17–20
Last Martian Mission in this Century .....	21

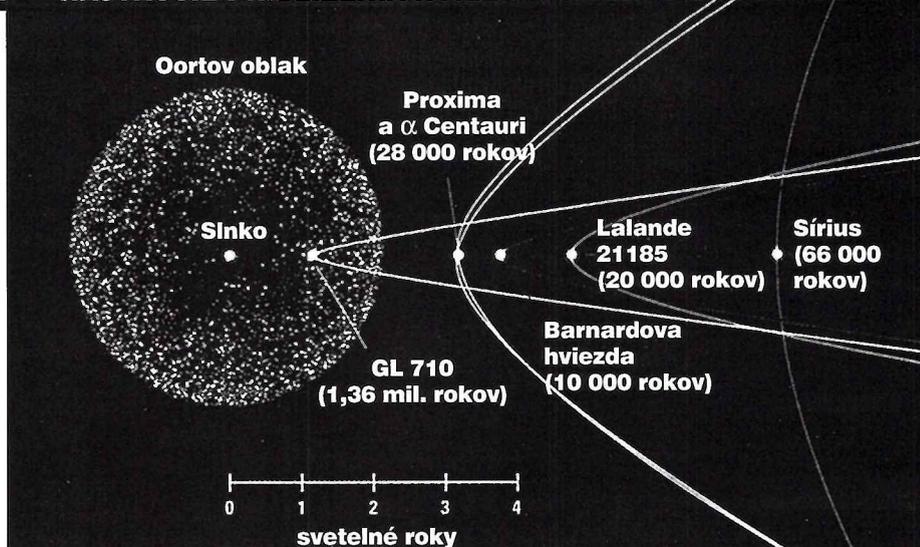
# Milióny nových komét?

Dobrá správa pre milovníkov komét: podľa najnovších zistení sa odhaduje, že sa k nám z vonkajších oblastí Slnecnej sústavy priblížia milióny nových komét. Samozrejme, niet dôvodu na paniku, pretože sa sem dostanú až o niekoľko miliónov rokov.

Oortov oblak je zásobárňou dlhoperiodických komét a nachádza sa za hranicami našej Slnecnej sústavy. Má sférický tvar a rozprestiera sa do vzdialenosti 1 až 2 ly od Slnka. Astronómovia odhadujú, že obsahuje niekoľko miliárd komét. Vedci zistili, že priblíženia blízkych hviezd v ňom vyvolávajú gravitačné poruchy. Tie z neho môžu uvoľniť množstvo komét a nasmerovať ich do vnútra Slnecnej sústavy, teda smerom k Slnku.

Tím z JPL pod vedením Joan García-Sáncheza dal dokopy pozemské pozorovania a pozorovania z družice Hipparcos. Pomocou nich sa snažia zistiť, ktoré hviezdy sa počas posledných, ale aj budúcich desiatich miliónov rokov, najbližšie priblížili alebo ešte len priblížia k Slnku. Vyšlo im, že v priebehu asi 66 000 rokov sa k nám priblíži Sírirus asi na 7,5 ly, Bar-

## NAJVÄČŠIE PRIBLIŽENIA HVIEZD K SLNKU V BUDÚCNOSTI



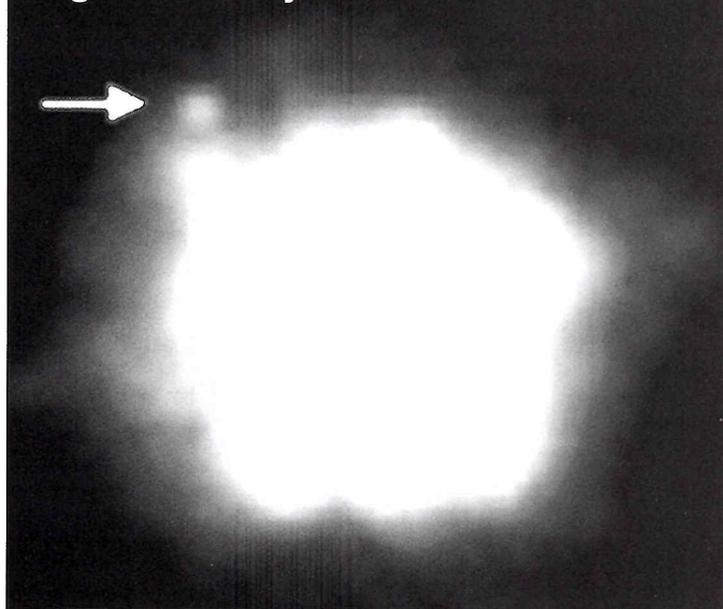
Slabnutím tiaže so vzrastajúcou vzdialenosťou stúpajú slapové sily. Preto centrálna nahromadenie hviezd sa ťahá k bližšej strane, kde je Oortov oblak. Galaktické slapové sily sú, podobne ako lunárne, silnejšie na prívratenej strane.

nardova hviezda na 3,7 ly asi za 10 000 rokov a Proxima Centauri na 3,2 ly asi za 28 000 rokov. Hoci sa všetky tri dostanú do našej blízkosti, ich vplyv na Oortov oblak nebude nijako mimoriadny.

Inak by to však malo byť s hviezdou GL 710. Tá by sa mala asi za 1,4 milióna rokov dostať hlbšie do Oortovho oblaku. Okolo Slnka by mala prejsť vo vzdialenosti 1,1 ly. Z počítačovej simulácie tohto priblíženia hviezdy, ktorá má hmotnosť 0,5  $M_{\odot}$ , vyplynulo, že vypudí zhruba 2,4 milióna komét na dráhy, ktoré budú pretínať aj dráhu Zeme. Samotný kometárny dážď by mal trvať okolo dvoch miliónov rokov, t. j. jedna nová dlhoperiodická kométa za rok. Ak si uvedomíme, že v súčasnosti pripadajú asi dve nové kométy za rok, potom GL 710 zvýši „lokálnu premávku komét“ o 50%.

Podľa *Astronomy* 8/99 –ak–

## Eugenia: druhý asteroid so satelitom



Snímka, na ktorej sa dal jasne rozlíšiť mesačik Eugenie vo vzdialenosti 0,7 oblúkovej sekundy od hostiteľského telesa. Snímka vznikla počítačovým spracovaním 16 snímok, pričom každá bola exponovaná 15 sekúnd. Eugenia je preexponovaná.

Špeciálny tím „lovcov asteroidov“, pracujúci pri Francúzsko-kanadsko-havajskom observatóriu na Mauna Kea (Havajské ostrovy), objavil na obežnej dráhe okolo asteroidu Eugenia malý mesačik. Objav sa podaril vďaka zvláštne upravenému 3,6 m teleskopu, ktorého zrkadlá boli špeciálne deformované tak, aby eliminovali poruchy spôsobované pozemskou atmosférou.

Zatiaľ nepomenovaný mesačik má priemer 13 km; pohybuje sa po pretiahnutej elipsovitej dráhe okolo asteroidu 45 Eugenia, ktorý má priemer 215 km a svoj materský asteroid obehne raz za 4,7 dňa. Podozrenie, že Eugenia má súputníka, sa objavilo už v novembri lanského roku pri kontrole série snímok tejto planétky. Podozrenie sa potvrdilo 4. januára 1999, keď analýza novej série snímok vylúčila ďalšie pochybnosti. Mesačik Eugenie zaradili do katalógu ako objekt S/1998 (45) 1.

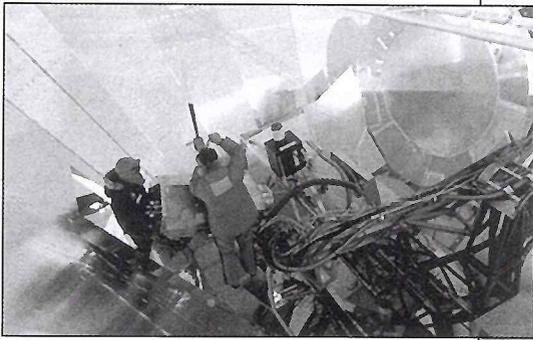
– Už desiatky rokov hľadáme satelity okolo asteroidov, – vraví David Merline so Southwest Research Institute v texaskom San Antoniu, – ale tento je prvým našim úlovkom. Prvý známy satelit asteroidu – Daktyl objavila sonda Galileo na ceste k Jupiteru ešte roku 1993.

Keby mesačik putoval po vlastnej dráhe v páse asteroidov medzi Marsom a Jupiterom, hviezdári by ho boli objavili už asi dávnejšie. Na obežnej dráhe okolo Eugenie, ktorej povrch je 300-krát jasnejší ako povrch satelitu, sa takéto teleso dá iba veľmi ťažko rozlíšiť.

Objav mesačika umožnil astronómom vypočítať hustotu asteroidu Eugenia, čo umožní časom určiť aj jej zloženie.

Čo do hustoty je Eugenia „lahká dáma“: jej hustota má iba o 20 % vyššiu hodnotu ako voda, čo znamená, že ide o zlepenec skál a ľadov, či skôr o ľadovú guľu plnú kameňov.

–eg–



Jedným z pozemských prístrojov, ktoré mapujú mikrovlny z čias big bangu je aj 2-metrový teleskop Viper, ktorý je umiestnený v kónickom puzdre, (na obr. vpravo), chrániacom ho pred snežnými búrkami na americkej základni Amundsen-Scott na Južnom póle. Viper a ďalšie pozemské prístroje otvorili novú kapitolu mikrovlnnej kozmológie.



# Preteky na ceste k big bangu

**Dva satelity, vybavené supercitlivými prístrojmi, budú už onedlho vysielat na Zem súbory údajov, ktoré zmenia naše doterajšie predstavy o vesmíre.**

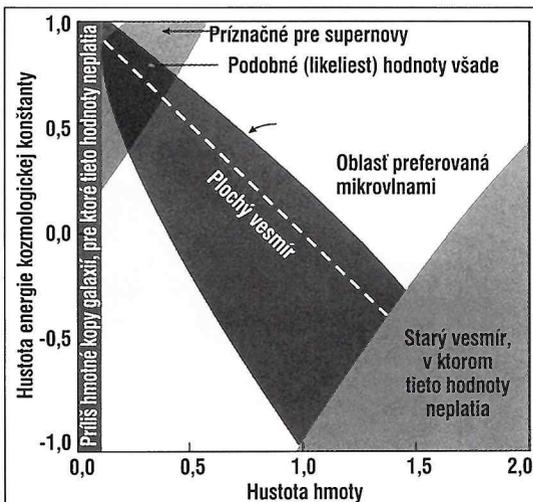
Kozmické žiarenie pozadia v oblasti mikrovln: ľudské oči ho nedokážu zaznamenať; prejavuje sa iba v podobe nepatrných, veľmi nejasných škvŕniček; možno ho merať iba z najsuchších a najmrazivejších miest na Zemi, ale aj z vesmíru. Kozmológovia si ho však cenia viac ako najostrejšie snímky najkrajších a najvzdialenejších galaxií. Mikrovlnné žiarenie kozmického pozadia (cosmic microwave background – CMB), ktoré detegujeme tam, kde sme donedávna nevedeli rozlíšiť nič okrem čiernej tmy medzi hviezdami a galaxiami, na dne temnoty, kde panuje iba nepatrne vyššia teplota ako absolútna nula – 2,73 Kelvinov, je kľúčom k základným kozmologickým problémom.

CMB objavili náhodou roku 1965; už krátko po objave ho vedci povýšili za hlavný dôkaz teórie big bangu, ktorá doteraz najpriateľnejšie vysvetľuje vznik vesmíru. Jeho učebnicové spektrum „čierneho telesa“ prezradilo astrofyzikom, že vesmír býval kedysi horúci, hustý a tmavý. Pozoruhodná izotropia (rovnorodosť) mladého vesmíru ich zasa pomýlila; nazdávali sa, že tento plod big bangu bol vo veľkých škálach neuveriteľne jednotvárny.

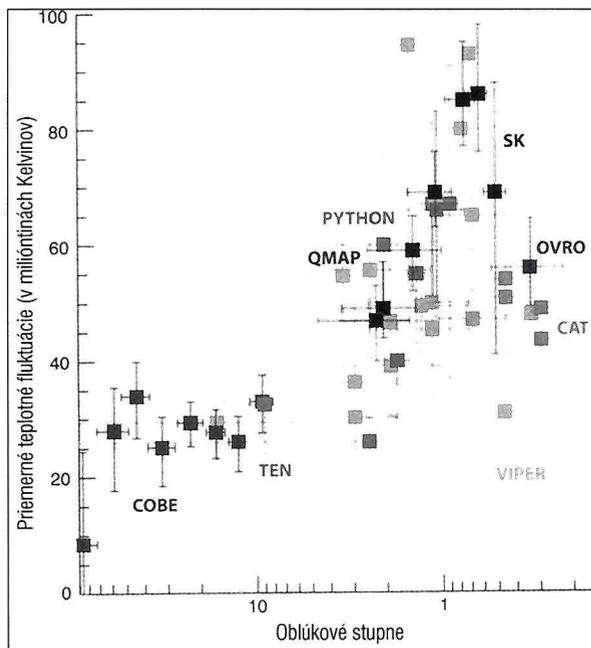
Dnes kozmológovia sveta plesajú, pretože skľučujúca rovnorodosť mladého vesmíru bola iba zdanlivá. V posledných rokoch získali hodnotné údaje o tom, že CMB nie je úplne izotropné; drobné odchýlky od úplnej uniformity okamžite podnietili vznik zbrusu nových aj inovovaných teórií. Jemné deviácie, detegované v mladom vesmíre (nazývané anizotropie), vytvárajú nový fundament pre kozmologické špekulácie.

Prvé údaje o skutočnej povahe „horúcich“ a „chladných“ škvŕniček na mikrovlnnej oblohe získal satelit COBE (Cosmic Background Explorer), ktorý vypustili roku 1989. Objav anizotropií však nebol ľahký; teplota škvŕniček na dne „tmavého prázdna“ sa odlišovala od iných sotva o stotisícinu Kelvina. Kozmológovia sú presvedčení, že práve tento poznatok je „objavom storočia, ak nie objavom všetkých čias“ (Stephen Hawking). Vďaka tomuto objavu dnes pomerne spoľahlivo vieme, ako vyzeral vesmír 300 000 rokov po big bangu. Skoro všetky kozmologické teórie predpokladali, že na to, aby sa vesmír vyvinul do dnešnej podoby, charakterizovanej galaktickými superkopami pohybujúcimi sa v prázdne, musel mladý vesmír vyzerať práve tak, ako vyzerá na snímkach COBE.

Rozlišovacia schopnosť COBE bola nevelká – sotva 7 stupňov, čo je kus oblohy veľký ako chvost Veľkej medvedice. Satelit nedokázal roz-



Štúdie vysokého červeného posunu pri supernovách objavili rozdiely medzi hustotami hmoty a energiou kozmologickej konštanty. Anizotropie v kozmickom mikrovlnnom žiarení pozadia vyjadrujú ich súčet. Z graficky znázornených údajov vyplýva pomerne nízka hustota kozmickej hmoty, zároveň však aj nečakane vysoká hodnoty kozmologickej konštanty a podľa všetkého „plochy“ vesmír. Toto všetko inflačná teória vesmíru predpovedala.



Dnešný provizórny pohľad na energetické spektrum kozmického mikrovlnného žiarenia pozadia; rozdiely priemernej teploty jednotlivých škvŕniček, prvotných ostrovčekov hmoty, dokážu prístroje rozlíšiť s presnosťou niekoľkých milióntin Kelvina. Sólóexperimenty sú pomerne nespoľahlivé, málokedy sa ich údaje prekrývajú s inými. Už dnes je však zrejme, že obloha v oblasti mikrovln pokrývajú bubliny v škále 0,5 až 1 stupňa, z čoho vyplýva nový pohľad nielen na hustotu a distribúciu hmoty v mladom vesmíre, ale aj na jeho zakrivenie.

líšiť rozdiely teplôt v menších uhlových škálach. Nuž a práve preto sa prípadné anizotropie v jemnejších škálach stali doslova Svätým grálom modernej kozmológie.

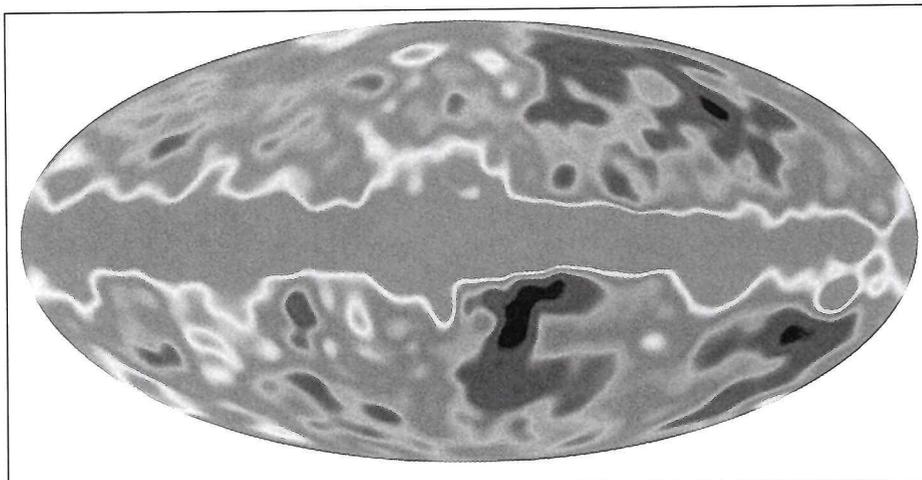
Prečo? Ak sa nám ich podarí zmerať, dokážeme z nich odvodiť – skoro všetky kozmologické parametre, – vraví Andrew E. Lange z Caltechu, špecialista na mikrovlnné žiarenie pozadia. O aké parametre ide? V prvom rade o presnejšie určenie Hubblovej konštanty ( $H_0$ ), ktorá kvantifikuje súčasnú rýchlosť rozpínania sa vesmíru; ide však aj o hodnotu  $\Omega_0$ , pomocou ktorej sa dá odhadnúť, koľko hmoty a energie vesmír obsahuje. Kozmológov však vzrušuje aj záhada takzvanej kozmologickej konštanty  $\Lambda$ , tejto mysterióznej „sily“, ktorá (možno) začne novú éru bláznivej expanzie kozmu.

Túžba po upresnení spomínaných parametrov bola generátorom viacerých experimentov; supercitlivé, i kvôli meraniam CMB skonštruované prístroje, ktoré mali vyššiu rozlišovaciu schopnosť ako ich predchodcovia na COBE, merali teplotu tmy „medzi hviezdami“ z povrchu Zeme i z balónov, operujúcich v rozličných hladinách atmosféry. Tieto pokusy priniesli iba čiastočné výsledky, aj to iba v posledných rokoch. Výraznejší pokrok môžu zabezpečiť: logisticky vyvážená eskadra balónov operujúcich v maximálnych výškach atmosféry; citlivé zariadenia na Južnom póle; dômyselné počítačové programy; vyvinutie a spoľahlivý transport supercitlivých detektorov mikrovln a kryogenických chladiacich systémov. Najväčšie očakávania sa však spájajú so satelitom MAP (Microwave Anisotropy Probe), ktorý NASA plánuje vypustiť už v budúcom roku.

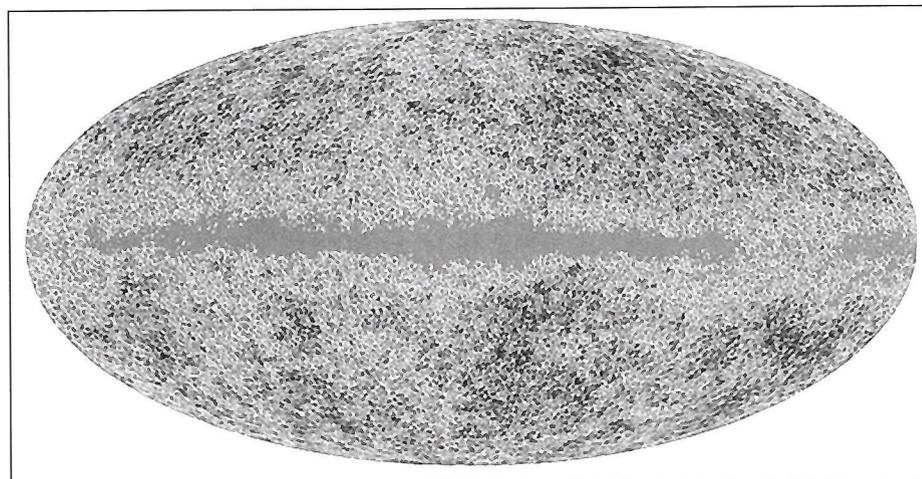
### Diagnóza primordiálnej polievky

Fotóny, ktorými sa prezrádza kozmické mikrovlnné žiarenie pozadia (CMB), sa nešíria iba prázdny priestorom. V ranom vesmíre prázdny priestor neexistoval; kozmos bol hustou polievkou, ktorú tvorili fotóny, elektróny, protóny a nepatrné množstvo ľahkých atómových jadier. Mladý vesmír bol teda tmavý; fotóny nemohli uniknúť príliš ďaleko, pretože nabité častice (najmä elektróny) ich izolovali a rozptýlili. Žiarenie sa od hmoty oslobodilo až vtedy, keď vesmír vychladol na žltú teplotu 3000 Kelvinov. Vtedy sa začali elektróny búrlivo zlučovať s protónmi a vytvárali bezpočet atómov vodíka. Vesmír sa stal viditeľným. Fotóny, ktoré odvtedy vznikli, slobodne sa šíria rozpínajúcim sa priestorom. Pravdaže, v rozpínajúcom sa vesmíre sa pohyb fotónov tisícnásobne predlžuje, čo sa prejavuje červeným posuvom. Tento proces premenil to, čo bolo kedysi svetlom na mikrovlny.

Ešte pred touto rekombináciou tlakové vlny, pripomínajúce vlny zvukové, čerili zárodočnú, primordiálnu polievku, čo spôsobilo jej miestne zahustenie; logickým dôsledkom vytvárania sa sférických ostrovčekov hmoty boli „diery relatívnej prázdnoty“. Keď sa fotóny a ostatné častice hmoty od seba odpútali a od tej chvíle sa začali uberať po vlastnej ceste, akustické vlny zamrzli; v tejto podobe vidíme ich vrcholky a údolia aj na dnešnom mikrovlnnom nebi. – Keď sa to tak zoberie, to, čo sa nám podarilo zviditeľniť počas mapovania kozmického mikrovlnného žiarenia



Na tejto celooblohovej snímke vidíte teplotu oblastí širokých 7 stupňov, tak ako ich nameral satelit COBE počas štyroch rokov činnosti. Variácie sú farebne rozlíšené: červené oblasti sú v priemere o 0,0002 K teplejšie ako čierne.



Na tejto virtuálnej mape vidíte to, čo astronómovia očakávajú od satelitu Microwave Anisotropy Probe, ktorý vypustia v budúcom roku: vysoká rozlišovacia schopnosť mu umožní zmapovať „horizont udalostí“ v 300 000 rokov starom vesmíre. Obe mapy sú zobrazené podľa galaktických koordinátov s rovinou našej Galaxie, ktorá sa ťahá horizontálne pozdĺž „galaktického rovníka“.

pozadia (CMB) na malých škálach, sú vlastne zvukové vlny, – vysvetľuje teoretik Wayne Hu (Institute for Advanced Study).

Rekombinácia a odpútanie sa (fotónov od ostatných častíc) bol postupný proces; preto zvukové vlny s najkratšími vlnovými dĺžkami zanikli. Iné vlny však boli priveľké na to, aby celkom zmizli (najmä tie, ktoré mali naprieč 300 000 svetelných rokov), čo je rozmer „horizontu udalostí“ vo chvíli odpútania. – Ide o najmohutnejšiu osciláciu, aká sa kedy zrodila od vzniku Vesmíru, – vraví Mark Dragovan, výskumník z Chicagskej univerzity, keď popisuje tieto maximálne vlny. Kozmológovia očakávali, že tieto vlny zanechajú po sebe viditeľný spoločný otláčok, prvý akustický vrchol, na energetickom spektre CBM (pozri obrázok na predchádzajúcej strane).

Pravdaže, slovo „conspicuous“ (nápadný) je relatívny pojem, pretože na to, aby sme „videli“ prvý akustický vrchol, museli by sme na mikrovlnnej oblohe rozlíšiť rozdiely v jasnosti a teplote, vyjadrené v milióntinách. Zmerať takéto nepatrné rozdiely bez ohľadu na oveľa silnejšie signály popredia v atmosfére Zeme a medzi hviezd-

nej hmoty v našej Galaxii, zdalo sa byť dlho nad sily aj tých najcitlivejších detektorov CMB.

### Útok na vrchol

Kozmológov však táto výzva vyburcovala. Podľa vedcov zatiaľ nijaký sóloexperiment neprišiel uspokojivý dôkaz prvého akustického vrcholku. Keď sa však pokúsili vyhodnotiť viac ako tucet samostatných štúdií, ukázalo sa, že predpovedaný vrchol existuje, pričom zhoda v názoroch sa začala prejavovať aj pri definovaní jeho vlastností. – Dnes je mimo akejkoľvek pochybnosti, že na mikrovlnnom pozadí je hrbolec, – vraví Dragovan. – To je neuveriteľný pokrok oproti nedávnej minulosti, keď sa výsledky meraní v malých škálach navzájom vylučovali a popierali.

Diagram vľavo hore znázorňuje merania energetického spektra z bežných tuctov tuctov nezávisle uskutočňovaných experimentov. V rozpätí najväčšej škály (10 stupňov a viac) zmeral priemerné teploty iba satelit COBE.

V škálach od niekoľkých málo stupňov až po desiatky oblúkových minút sa získali údaje z najrozličnejších pracovísk: od Owens Valley

v Kalifornii (OVRO), cez ostrov Tenerife (TEN), planiny v Saskatchewan, Canada (SK), až po ľadové pláne Južného pólu (Python a Viper). K upresneniu dnešných predstáv o vrchole akustickej vlny prispeli i údaje, ktoré získal teleskop určený pre výškové balóny (QMAP), ktorý sa vznášal nad púšťami Texasu a Nového Mexika. Tieto pracoviská boli zvolené s prihliadnutím na potrebu minimalizácie interferencie, spôsobovanej parou v atmosfére Zeme. (Jedinou výnimkou bol Cosmic Anisotropy Telescope (CAT), ktorý využil interferometriu na vyhotovenie mikrovlnných máp z oblakmi pokrytej oblohy nad Cambridge v Anglicku).

Tento kolektívny experiment načrtol podobu prvého akustického vrcholca, pričom z neho vyplynulo aj to, že teplotné rozdiely v hodnote 70 mikrokkelvinov (čo je odchýlka 25 častí na milión) sa vyskytujú v bodoch, ktoré sú od seba vzdialené 0,5 až 1 oblúkový stupeň! Tento výsledok však vzbudil pochybnosti. Nerovnaké údaje týkajúce sa pozície, šírky a výšky akustického vrcholca sa nedali nijako vyreťušovať.

– Napriek všetkým nezrovnalostiam aj tento, zatiaľ dosť nedokonalý obraz vrcholca inšpiruje tvorcov kozmologických modelov, – vraví Steven T. Myers z Pennsylvánskej univerzity, ktorý pripravil prvé pozorovania CMB v Owens Valley už roku 1980. Škrvna s priemerom 300 000 svetelných rokov, ktorú pozorujeme na najvzdialenejšom konci vesmíru, môže poslúžiť ako „koz-mologický „standard ruler“. Presný uhlový rozmer tohto kozmologického etalónu, ako aj červený posun CMB (asi 1,100) závisia od zakrivenia priestoru, pričom samotné zakrivenie je odvodené z hodnoty  $\Omega_0$ . – Veci sa dnes majú tak, – vraví Myers, – že silne otvorený vesmír, (vyjadrený hodnotou  $\Omega_0$ , menšou ako 0,5, je prakticky vylúčený.

Tento záver neprináša nič prevratné, ale objavuje sa v ňom nový aspekt. Podľa dnešných predstáv vyjadruje  $\Omega_0$  mieru hustoty kozmickej hmoty  $\Omega_m$  i kozmologickú konštantu, ktorú môžeme vyjadriť v rovnakých jednotkách  $\Omega_\Lambda$ . Vesmír v ktorom platí, že  $\Omega_\Lambda = 0$  a  $\Omega_m = 1$  bude sa roz-pínať čoraz pomalšie, ale rozpínanie sa nikdy nezvráti do kolapsu.

Ibaže: viacero dôkazov limituje hodnotu  $\Omega_m$  na úrovni okolo 0,2. Tento rozdiel musí vyrovnať  $\Lambda$ . V tomto prípade platí, že  $\Omega_\Lambda$  musí mať hodnotu 0,3 a viac.

Nakoľko prvý akustický vrcholec vyjadruje súhrnnú hodnotu  $\Omega_m$  a  $\Omega_\Lambda$ , možnosť, že kozmologická konštantka nie je iba Einsteinova barlička,

je čoraz slabšia. Hoci: celkom nezávislý dôkaz v prospech  $\Lambda$  vyplynul z nedávno zverejnených štúdií o supernovách, vzdialených miliardy svetelných rokov. Autori týchto štúdií sa pokúsili využiť jasnosť explodujúcich hviezd na odvodenie ich vzdialeností bez ohľadu na červený posun. Od hodnoty vyjadrujúcej vzdialenosť odčítali deceleráciu rozpínajúceho sa vesmíru, ktorú spôsobuje gravitácia  $\Omega_m$ , ale pripočítali k nej akceleráciu, generovanú  $\Omega_\Lambda$ , ak ozaj existuje. Tak sa ukázalo, že medzi hodnotami  $\Omega_m$  a  $\Omega_\Lambda$  je merateľný rozdiel.

Všetci vysokoškooláci študujúci algebru vedia, že pre dve neznáme treba vytvoriť dve rovnice. Na grafe *vpravo dole na 3. strane* jasne vidíme, ako údaje CMB a supernovy znížili totálnu kozmologickú hustotu hmoty a energie  $\Omega_0$ . Mimoriadne vzrušujúci je najmä fakt, že kombinované údaje sú perfektne konzistentné s plochým vesmírom, kde  $\Omega_0 = 1$ . Ak sa ukáže, že vesmír je naozaj plochý aj potom, keď získame presnejšie údaje, astronómom neostane nič iné, ako definitívne posvätiť základnú inflačnú teóriu, z ktorej vyplýva, že vesmír sa rozpínal od prvého momentu extrémne rýchlo; tak, že jeho rozpínanie sploštilo všetky zárodočné zaobleniny.

### Na horizonte mikrovln

Roku 1970 túžili kozmológovia iba po určení dvoch základných dvoch hodnôt: hodnoty rýchlosti rozpínania sa vesmíru a hodnoty vyjadrujúcej mieru spomaľovania tejto expanzie. Ibaže kozmologické parametre sa odvtedy rozmnožili: kozmológovia dnes potrebujú poznať všeličo – od hodnoty vyjadrujúcej fluktuáciu primordiálnej hmoty až po hustotu baryónov (protónov, neutrónov, skrátka častíc, tvoriacich väčšinu normálnej hmoty). V apríli tohto roku sa v časopise *Astrophysical Journal Letters* objavil článok Maxa Tegmarka (Inštitút pre pokročilé štúdie), ktorý vymenoval 8 takýchto parametrov iba na základe energetického spektra kozmického mikrovlnného žiarenia pozadia (*obrázok vpravo dole*).

Bez ohľadu na všetko sa preteky v mapovaní mikrovlnovej oblohy sotva začali. Vedci zameraní na CMB energicky požadujú vypustenie satelitu Microwave Anisotropy Probe (MAP) už v budúcom roku. MAP nebude merať iba anizotropie na vybraných miestach, ale na celej oblohe a to s presnosťou pod hladinou sedem miliónín (20 mikrokkelvinov); uhlové rozlíšenie tretiny stupňa umožní upresniť podobu prvého akustického vrcholku.

MAP sa usadí v druhom Lagrangovom bode,

1,5 miliónov kilometrov od Zeme. To umožní eliminovať atmosférickú interferenciu, ale zároveň uchrániť detektory mikrovln pred prehriatím. – MAP sa stane COBE budúcnosti, – predpovedá jeden z jeho konštruktérov Edward L. Wright. – V jeho silách je potvrdiť (ale aj vyvrátiť) kozmologickú konštantu.

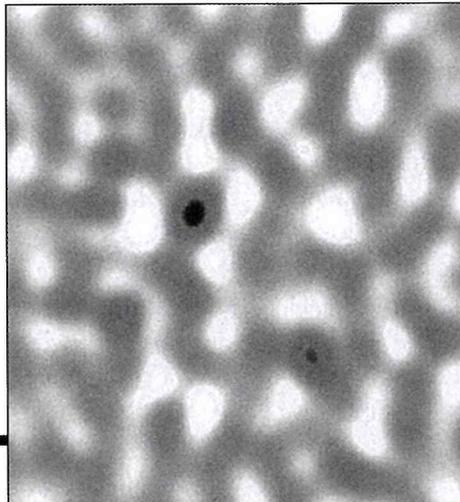
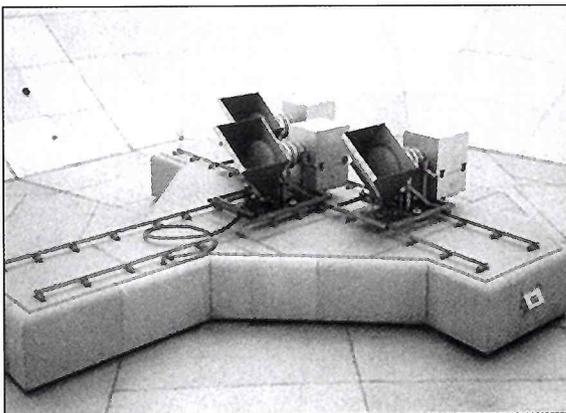
MAP sa nezameria iba na prvý akustický vrcholec. Jeho prístroje dokážu rozlíšiť aj menšie a nezreteľnejšie akustické vrcholce, ktoré kozmológovia predpokladajú v škálach 1 oblúkov minúty. Európska vesmírna agentúra (ESA) plánuje vypustenie Planckovho prístroja, ktorého cieľom bude odhaliť tieto vedľajšie druhotné vrcholce. Ak sa satelitom podarí zmerať rozmery a relatívne výšky týchto hrbolcov v energetickom spektre, kozmológovia sa budú môcť rozhodnúť medzi najjednoduchšou formou inflačnej teórie a jej početnými, komplikovanejšími variantmi. Údaje im umožnia zistiť aj to, či prvá generácia hviezd a galaxií naozaj ionizovala všetok intergalaktický vodík, čo mohlo byť príčinou vymazania jemnejších spektrálnych štruktúr v obdobi tesne po rekombinácii, odpútaní žiarenia od hmoty.

Výhody pozorovania mikrovln z vesmíru sú jednoznačné, hoci mnohí vedci, zameraní na štúdium CMB v období po COBE, to spochybňujú. Medzi tímami, ktoré uprednostňujú výskum zo Zeme a z balónov, a „satelitákmi“ sa rozohrela neľútostná rivalita, pričom ambíciou „pozemšťanov“ je poraziť satelity. Skupina Európanov (sústredených v tíme University of Cambridge) a dva americké tímy (Caltech a Chicagská univerzita) vyvinuli interferometre, ktoré budú merať mikrovlnné anizotropie v škálach od oblúkových minút až po úplné rozpätie oblohy. – Prvý tím iba nedávno dostal údaje z balónového teleskopu BOOMERanG, ktorý údajne dokáže prvý vrcholec zmerať, – vraví Myers. Vyhodnotenie ich analýzy sa zverejní koncom tohto roka.

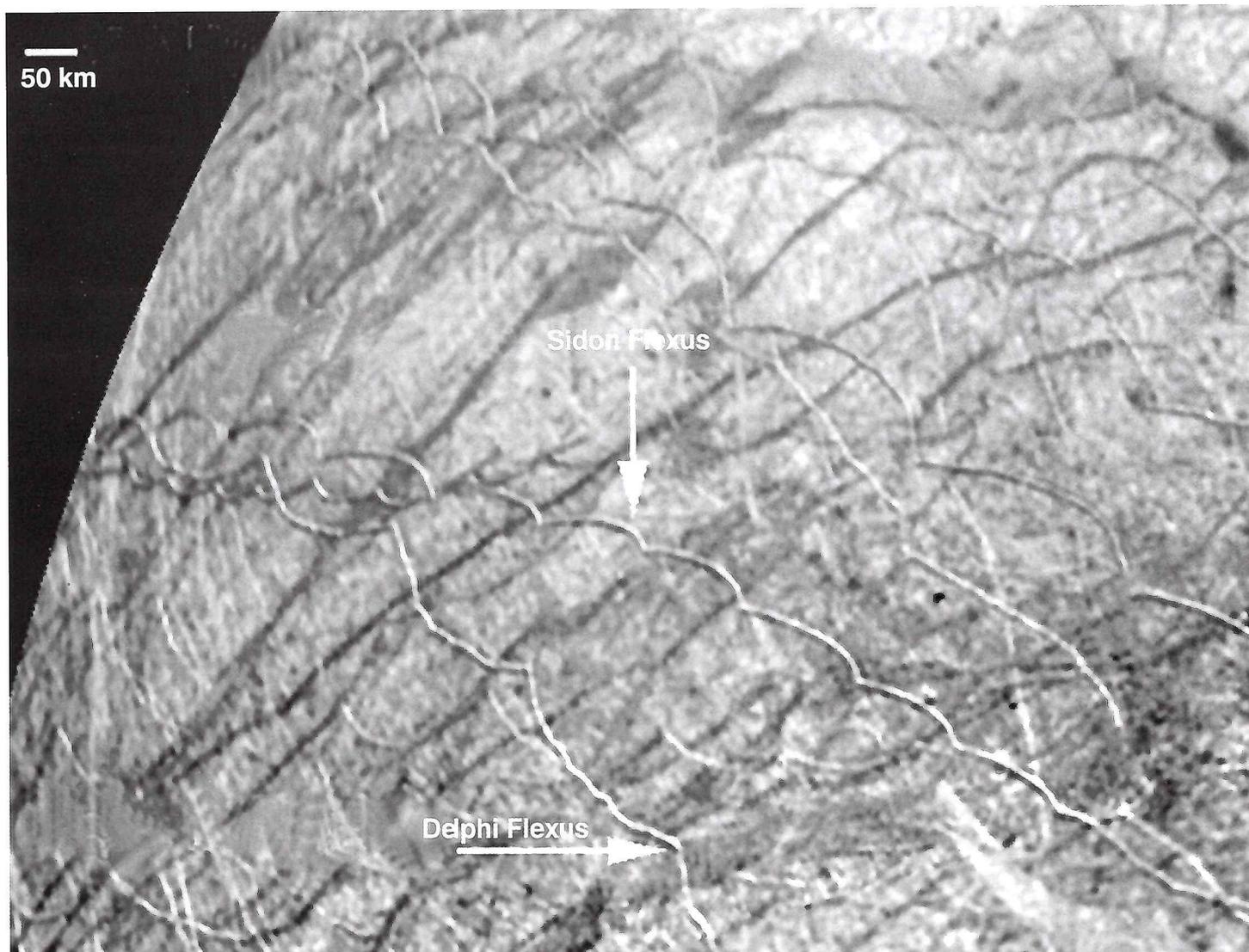
Každý zo spomínaných experimentov má svoje limity. Nedostatkom jedných je neúplné pokrytie oblohy, zatiaľ čo tí druhí (satelitáci) budú mať problémy z odlišením CBM od mikrovln, produkovaných v našej Galaxii. – Kombinácia všetkých získaných údajov nám umožní získať oveľa presnejšie hodnoty kozmologických parametrov, – vraví Lange, jeden z najúspešnejších „satelitákov“, – ale iba vtedy, ak MAP a Planckov satelit splnia stanovené ciele. Naša oblasť astronómie je zatiaľ iba v plienkach.

Joshua Roth

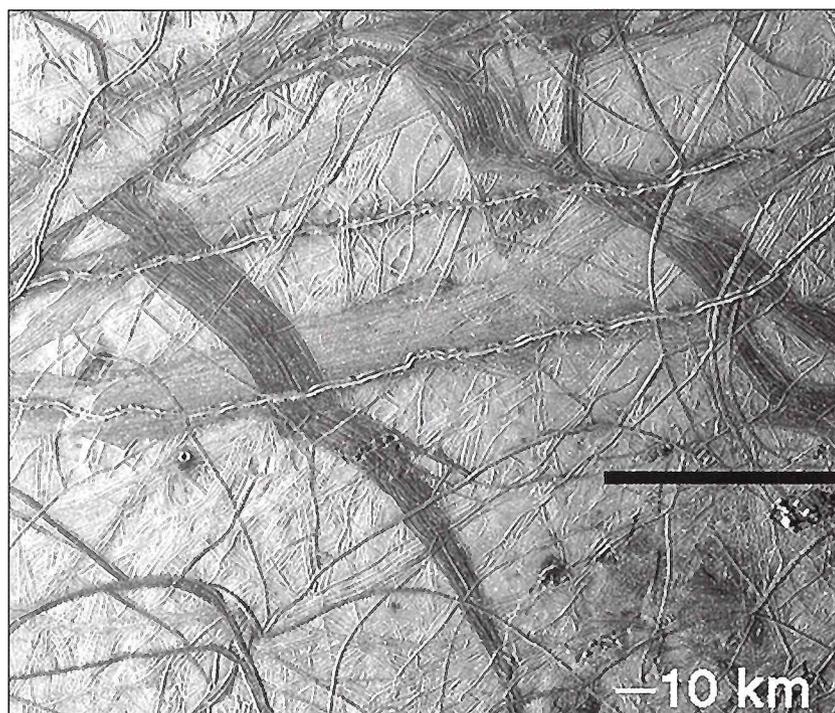
(Podľa S+T, september 1999 –eg–)



Táto snímka vo falošných farbách zobrazuje 6 stupňov široké poľíčko na oblohe v oblasti mikrovln v súhvezdí Draka. Ide o v poradí druhú oblasť, ktorú preskúmal Cosmic Anisotropy Telescope (*na obrázku vľavo*). Najhorúcejšie oblasti sú znázornené žltou, najchladnejšie purpurovou farbou. Dvojfarebné štruktúry sú pravdepodobne reálnym obrazom oblohy v oblasti mikrovln. Ostatné anizotropie sú zmesou skutočných anizotropií pozadia a porúch, spôsobených prístrojom.



Cykloidné hrebene (teplým ľadom zacelené trhliny) blízko Južného pólu Európy. Snímka: Voyager



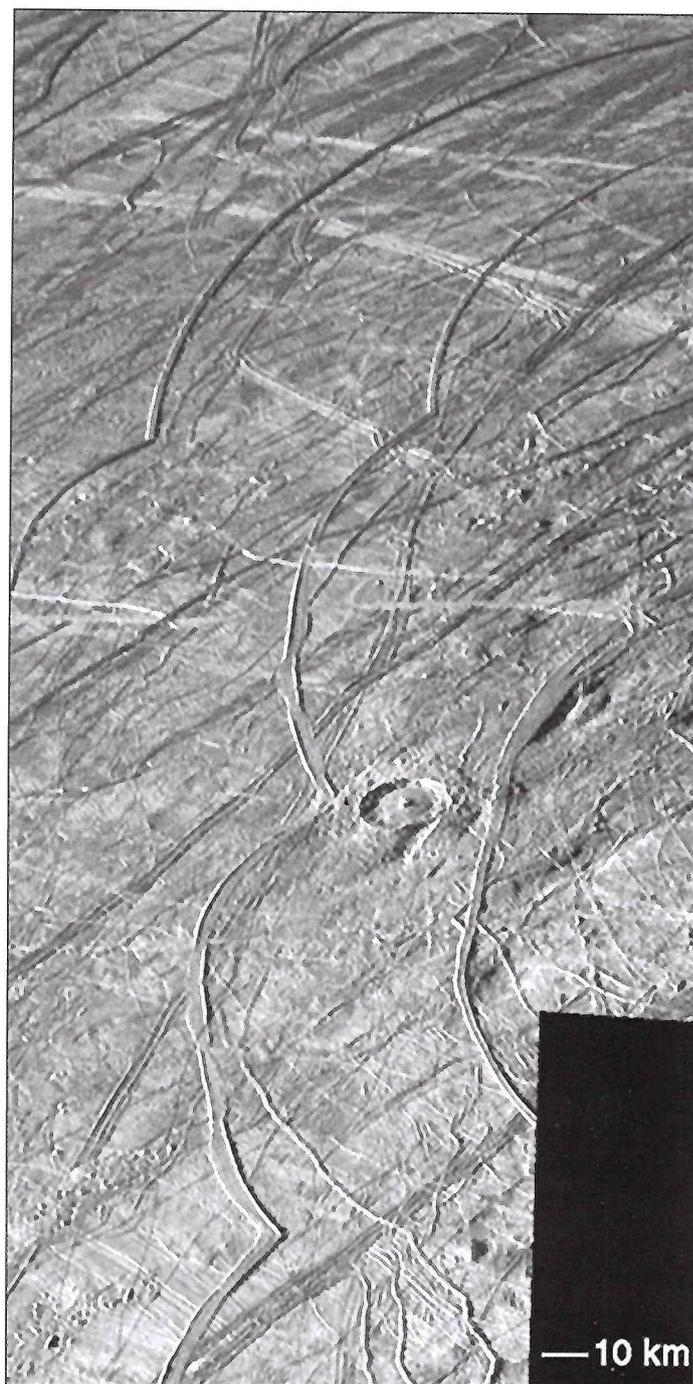
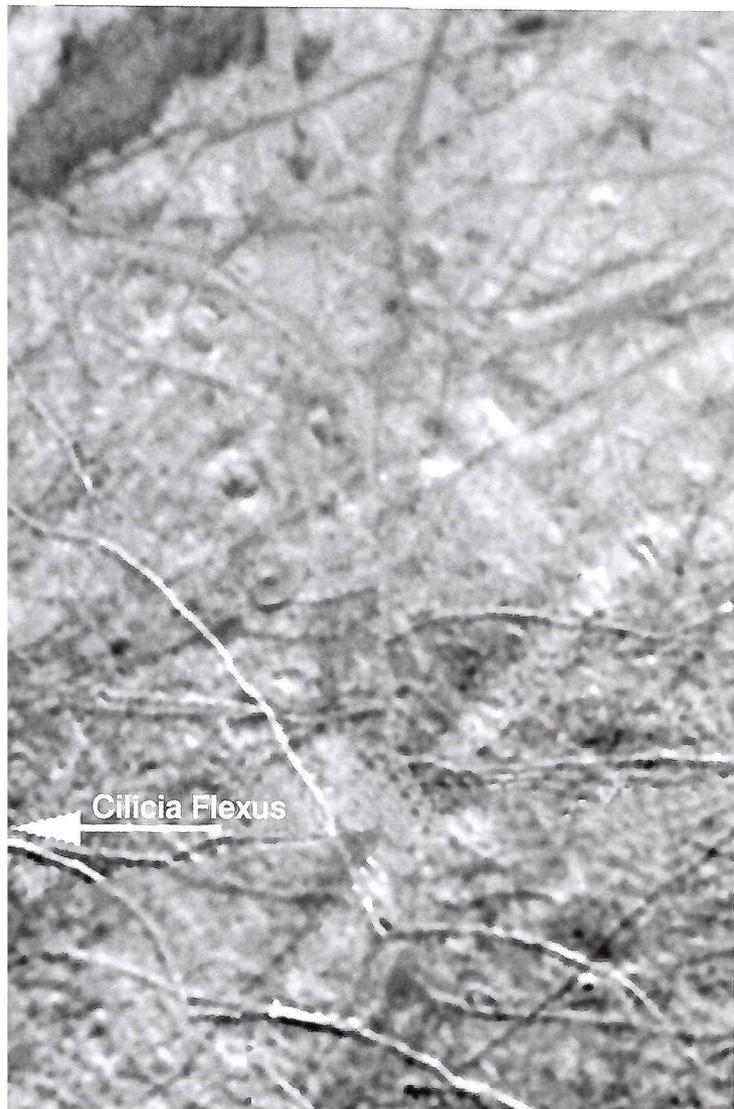
Aj tieto tmavé pruhy vyvretého materiálu z podložia vznikli pozdĺž cykloidných trhlín.

## Cykloidné

Na viacerých snímkach Jupiterovho mesiaca Európa objavili vedci zacelené, oblúčkované trhliny (označované ako ohnuté – flexus); zaznamenala ich už sonda Voyager. Tie, ktoré vidíte na hornej snímke, sa nachádzajú v južnej polárnej oblasti Európy.

Z mnohých zvláštností tohto zaľadneného mesiaca zaujali vedcov najmä početné zacelené trhliny, ktoré sa ťahajú aj niekoľko sto kilometrov. Slapovými silami deštruovaný ľadový príkrov zamrznutého oceánu Európy po každej kaskádne zaceluje tekutý „teplý ľad“ z podložia. Trhlinu však nezacelí dohľadka; tekutá kaša vyvrú nad povrch, kde okamžite zamrzá, vytvárajúc úzke (500 m až 3 km), rovné, kľukaté, chaotické i cykloidné ľadové hrebene, nie nepodobné umelým valom. Najväčšou záhadou však boli práve cykloidné hrebene. Vedci sa vyše 20 rokov pokúšali vysvetliť túto záhadu, ale až tím Gregory Hoppu z Arizonskej univerzity pochopil mechanizmus ich vzniku.

Podľa vedcov ide o reakciu hrubej ľadovej pokrývky na slapové sily indukované Jupiterom. Gravitácia Jupitera spôsobuje slapovú zdureninu, ktorá vyzdvihuje ľadovú kôru až do výšky 30 metrov. Nakoľko obežná dráha Európy okolo



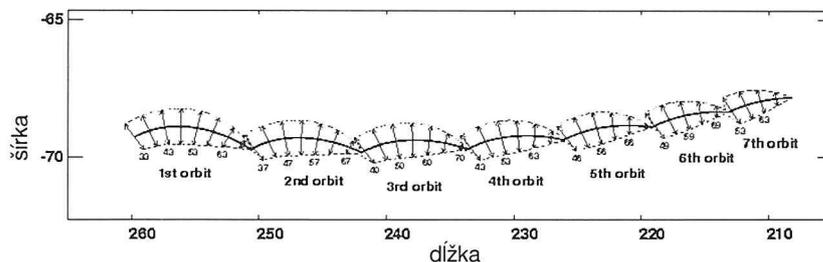
## útvary na Európe

Jupitera nie je dokonale kruhová, po dovŕšení každého 85 hodín trvajúceho cyklu sa prílivová zdurenina o kus posunie. Tlaky, ktoré tento proces sprevádzajú, vyvoláva pukanie hrubej, nevelmi pružnej ľadovej kôry. Trhliny sa otvárajú rýchlosťou 3 kilometre za hodinu. – Človek, ktorý by kráčať pred otvárajúcou sa trhlinou, by sa ani nemusel veľmi ponáhľať, – poznamenal Hoppa. – Zabilo by ho však silné žiarenie emitované Jupiterom. – Podľa Hoppových výpočtov sa nové trhliny otvárajú vo chvíli, keď sa poloha slapovej zdureniny zmení. Trhliny, ktoré na povrchu Európy vidíte, vyzerajú presne tak, ako v počítačovom modeli. Majú podobu cykloidných oblúkov.

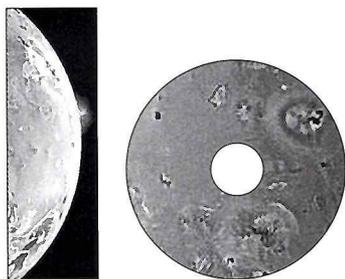
Pravdaže, Hoppov model funguje iba vtedy, ak sa slapová zdurenina šíri bez prekážky vnútri mesiaca, čo je presvedčivým dôkazom existencie globálneho oceánu po ľadovou kôrou Európy. Cykloidné trhliny sa často končia tam, kde otvárajúca sa trhlina narazí na hlbokú bariéru starej, zmrznutej trhliny. Vedci predpokladajú, že hĺbka trhlín nepresahuje niekoľko kilometrov. Z toho vyplýva, že oceán teplého ľadu a vody nie je až tak hlboko, ako sa ešte nedávno predpokladalo.

Podľa S+T –eg–

Cykloidné, dvojité trhliny na severnej pologuli Európy.



Model cykloidných trhlín na Európe. Šípky upozorňujú na amplitúdu a orientáciu tlaku, vyvolaného slapovými silami; čísla pod šípkami označujú čas na obežnej dráhe. Počas prvého obehu sa trhlina objavila 33 hodín po prekonaní perijóvia, teda bodu, kde sa Európa najviac približuje k Jupiteru. Priamo úmerne k tomu, ako sa trhlina šíri, menia sa aj vektory slapovými silami vyvolaného tlaku, čoho dôsledkom sú cyklické, okrúhlasté tvary trhlín. 14 hodín pred dovŕšením obehu stúpne tlak do takej miery, že trhlina sa už nemôže ďalej rozširovať. Celý proces sa pri ďalšom obehu opakuje; tak sa vytvára charakteristický, cykloidný retazec.



# pred dvoma najtesnejšími obletmi

Keby niekto pred dvadsiatimi rokmi, krátko pred misiou oboch Voyagerov, opísal Io, jeden z veľkých mesiacov Jupitera tak, ako ho dnes poznáme, vedci by jeho predstavu zaradili do ríše sci-fi. Io je doslova posiatá aktívnymi sopkami. Desiatky (doteraz objavených) aktívnych kráterov a sopúchov sa vypínajú nad rozsiahlymi plánami, pokrytými hrubou vrstvou sriene; najväčšie z nich pokrývajú plochu veľkú ako Kalifornia; najvyššie vyčnievajú nad okolím do výšky 4000 metrov. Snímky získané z odstupu niekoľkých stoviek kilometrov pripomínajú planetológom pizzu.

Io zavše pripomína prskavku gigantického ohňostroja; pozemským vulkanológom tento mesiac posiaty najhorúcejšími vulkánmi Slnčnej sústavy pripadá ako vulkanologický raj. Najvyššia doteraz nameraná teplota aktívnej ioanskej sopky (ostatné sú iba o málo chladnejšie) dosiahla hodnotu 1800 kelvínov; pozemské vulkány sú s porovnaním s ioanskými hotovou chladničkou. Navyše oblaky plynov vyvrhnuté najmohutnejšími výbuchmi dosahujú výšku až 300 kilometrov, takže napríklad Hubblov vesmírny ďalekohľad ich ľahko rozlíši a naexponuje. Tieto mohutné oblaky vyvrhnutého materiálu však netvorí horúci plyn a kúsočky žeravej lávy, ale zamrznutý kyslíčnik siričitý.

Prvý vulkanický oblak nad Io objavil Voyager roku 1979. Už vtedy vyvolal objav veľkú pozornosť pozemských vulkanológov. Vedci pomocou obrích ďalekohľadov dokážu monitorovať sopečné erupcie na Io, pravdaže, iba v infračervenej oblasti. Tieto snímky, skombinované z fotografiami, ktoré dodali oba Voyagery a Galileo, prezrádzajú, že počas posledných dvadsiatich rokov sopečná činnosť na Io neutíchla.

Napriek množstvu superhorúcich vulkánov je však Io veľmi studeným svetom. Horniny v bezprostrednom okolí sopúchov sú síce pod vplyvom vulkanickej horúčosti doslova tekuté, ale už na úpäť soptiacich obrov má teplota zasrieneného povrchu mínus 121 K. Rovnakú, alebo ešte nižšiu teplotu má väčšina povrchu ohnivého mesiaca.

Redučká atmosféra Io nedostáva zo Slnka príliš veľa energie. Len čo sa stúp vyvrhnutých plynov vznesie nad povrch, okamžite začína zamrzáť a kondenzovať. Okolo sopiek často sneží. Na povrch padajú kryštáliky oxidu siričitého. Oxid siričitý má v normálnych podmienkach izbovú teplotu, ale na Io sa vyskytuje najmä v podobe trblietajúcich sa kryštálikov a masfyných vrstiev ligotavej sriene.

– Na Io je takých termálnych oblastí ako Yellowstoneý národný park celá kopa, – vraví Bill Smythe z JPL. – Najvýraznejšie sú vulkanické oblaky, ale na povrchu sa podistým vyskytujú aj gejzíry a fumaroly. Nad aktívnymi krátermi (počas predchádzajúcich obletov) namerali prístroje na palube Galilea oveľa menej nabitých častíc ako v „čistých“ oblastiach ioanskej atmosféry, a to aj vtedy, keď nijaký sopečný oblak nebol v dohľade. Tento úkaz sme nazvali „hypotéza ne-

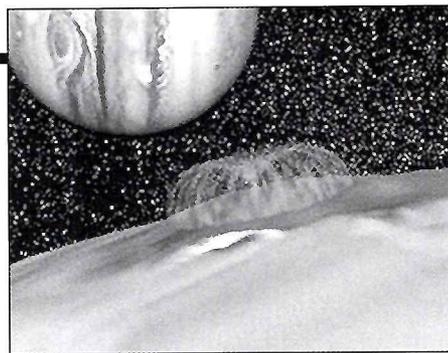
viditeľného oblaku“. Kauzálna súvislosť medzi nameranými údajmi a materiálom vyvrhnutým z činnej sopky je zrejmä. Najpriateľnejšou analógiou tohto úkazu je najväčší yellowstonský gejzír, pravdaže iba vtedy, ak si viete predstaviť Old Faithfull chľiaci vodu do výšky 37 kilometrov.

Intenzívny vulkanizmus na Io spôsobuje až 100 metrov vysoký, slapovými silami generovaný príliv, ktorý periodicky vzdúva sypký i pevný povrch na Io (v menšej miere aj na ostatných mesiacoch Jupitera). Planetológov tento úkaz neudivuje, hoci viaceré úkazy prostredia na Io pokladajú zatiaľ za mysteriózne. Prečo je láva v okolí vulkánov taká neuveriteľne horúca? Prečo je doďobaný povrch Io taký pestrofarebný? Z čoho vznikajú oblaky vyvrhnutého materiálu?

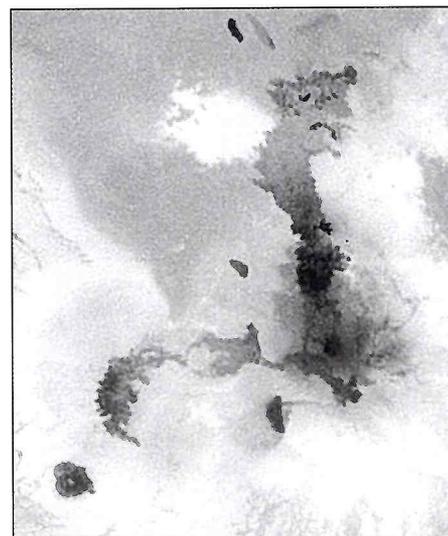
Misia Galileo sa blíži k záveru a dva blízke oblety Io (koncom septembra a koncom novembra 1999), počas ktorých sa sonda priblížila na 620 kilometrov k povrchu tohto mesiaca, by mali priniesť aspoň čiastočné odpovede na tieto otázky.

Počas septembrového obletu sa sonda zamerala najmä na štyri najväčšie sopky, – vraví Duane Bindschadler, manažér vedeckého operačného tímu misie Galileo, – Pillan Paterra, Prometheus, Loki a Pele. Snímky, ktoré sonda počas predchádzajúcich obletov získala, majú rozlíšenie 500 m. Prinajmenšom 100 fotografií z októbrového obletu zviditeľní detaily s priemerom 7 m! Pracovať však nebudú iba kamery. Každý prístroj na palube bude počas obletu v plnej prevádzke. Pre vulkanológov budú okrem fotografií kamery SSI mimoriadne zaujímavé aj snímky blízkoinfračerveného spektrometra NIMS a fotopolarimetra – rádiometra PPR. Spektrá, získané pomocou NIMS, pomôžu upresniť zloženie sopečných oblakov, prúdov lávy i pevného povrchu mesiaca. PPR zmeria polarizáciu a intenzitu slnečného svetla a tepelnú radiáciu. To pomôže vedcom pochopiť, ako vznikajú atmosférické a vulkanické plyny a aký mechanizmus ich ohrieva. SSI zmapuje povrch v optickom svetle. Všetky tri prístroje možno využiť aj ako termometer a skombinovať ich údaje pri vytvorení termálnej mapy povrchu Io, či

Na snímke vidíte sopečný oblak, ktorý vyvrhol sopúch v aktívnej oblasti Masubi, neďaleko miesta, kde podobný úkaz zaznamenal už Voyager roku 1979. Vulkán leží na tmavej, nočnej strane Io, ale oblak sa dostal do takej výšky, že ho slnečné lúče zviditeľnili.

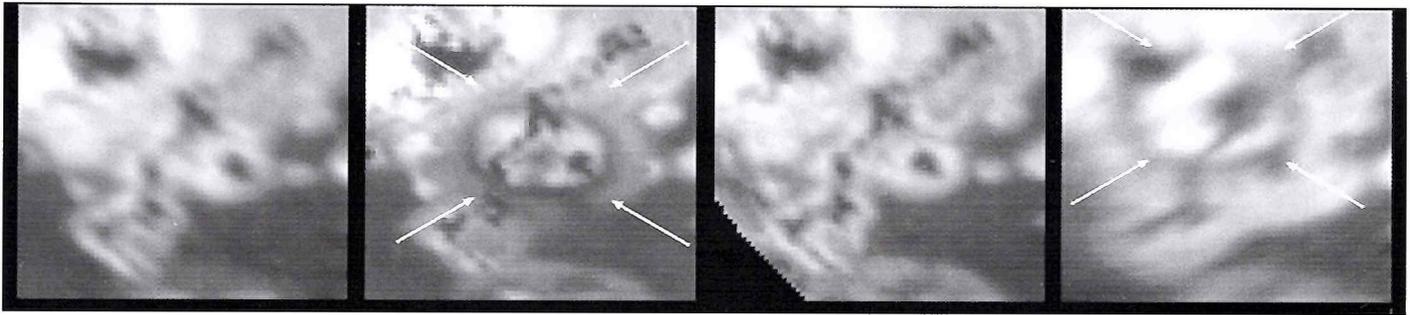


Typická, gejzír pripomínajúca fontána plynov, tryskajúca z aktívneho sopúcha na povrchu Io. Vulkanológovia tento útvar nazvali „baldačhyn“. (Ilustrácia.)

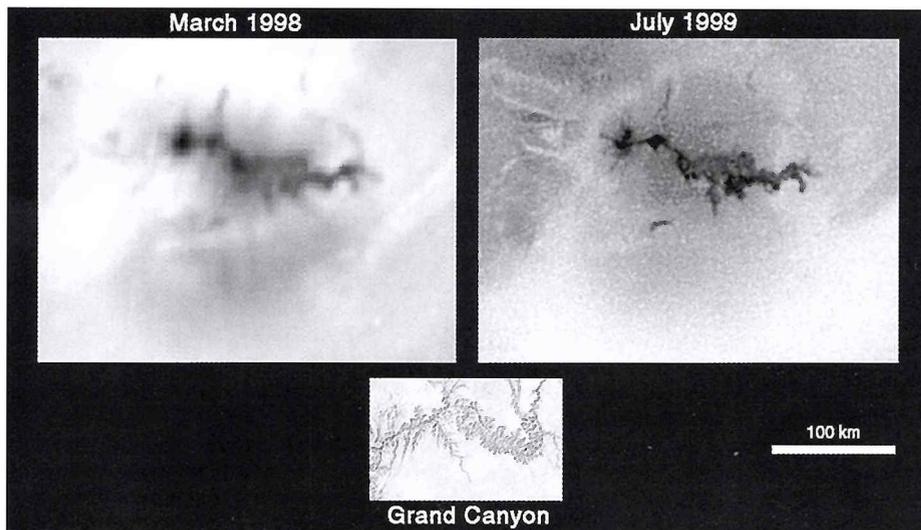


Túto snímku, ktorá patrí medzi tie s najväčším rozlíšením, nasnímal Galileo v decembri 1995. Vidíte na nej najdlhší aktívny prúd lávy objavený v našej Slnčnej sústave. Tmavá škvrna vľavo od nej je sopka Amirani (v pravej časti snímky), útvar Maui (tesne pod stredom). Vedci sa pôvodne nazdávali, že ide o dve rozdielne sopky. Po podrobnejšej analýze sa zistilo, že zdanlivý sopúch Maui je vlastne čelo prúdu lávy, ktorý sa nachádza vo vzdialenosti 250 km od krátera Amirani. Z infrasnímok Maui vyplýva, že čelo lávového prúdu sa ešte vždy pohybuje. Iné prúdy lávy smerujú z Amirani na sever. Takéto mohutné prúdy lávy sa objavili i na Venuši, Marse, Mesiaci a na Zemi. Biely pruh okolo Amirani tvoria najskôr deponované kryštáliky zamrznutého oxidu siričitého.

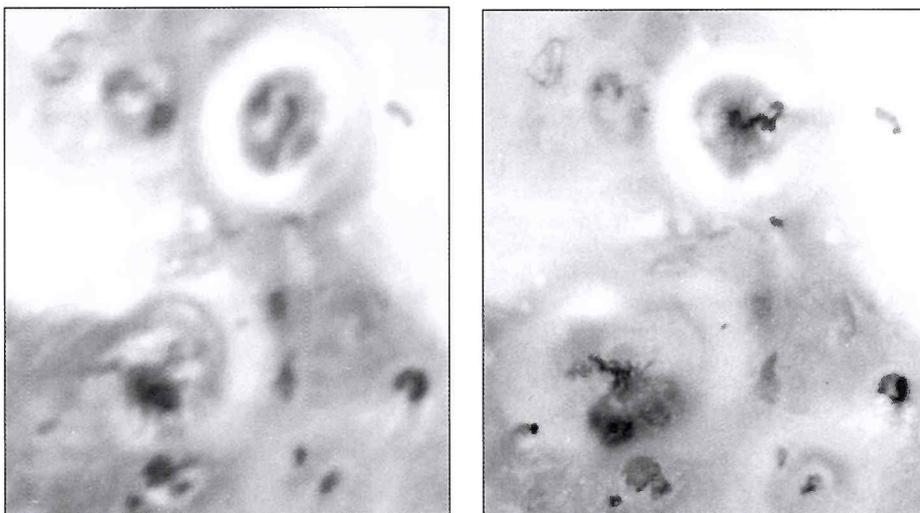




Na skladačke vidíte sopečný útvar Masubi, ktorý Galileo naexponoval počas 9., 10., 15. a 22. obehu okolo Jupitera. Sopečný oblak na prvej snímke (exp. v septembri 1997) sa v priebehu 8 mesiacov rozptýlil. Vyvrhnutý materiál vytvoril okolo sopky symetrický kruh s polomerom 125 km. Tieto kruhy sú však iba dočasnými útvarmi. Kruh na druhom poličku (10. obeh) po ôsmich mesiacoch (15. obeh) zmizol. Na štvrtej snímke (22. obeh) sa však objavil nový kruh dočasných depozitov. Tento však má iný tvar a inú polohu. Šípky na 2. a 4. snímke lokalizujú polohu oboch kruhov, pričom je zrejmé, že mladší kruh má väčší polomer.



Na dvoch väčších snímkach vidíte ioánsky vulkán Zamma, ktorý v čase medzi 14. a 21. obehom znateľne zmenil svoju podobu. Vedci sa nazdávajú, že ide o novú sopku, ktorá vznikla po lete Voyagerov. Tmavá láva vyvrela podľa všetkého z tektonickej pukliny v podloží. Z údajov palubných prístrojov vyplynulo, že teplota lávy počas erupcie musela dosiahnuť 1101 K, čo znamená, že ide o kremíkatú (čadičovú) lávu. Roku 1998 bola Zamma ešte aktívna, v lete 1999 však jej erupcie ustali. Biele škvrny na ľavej snímke sú depozitmi kryštálikov zamrznutého kyslíčnika siričitého, ktorý sa uložil v podobe srieňa na povrchu. V prípade tejto sopky nie je jasné, prečo sa depozity zamrznutého plynu vytvorili iba severne a západne od sopúcha. Pre porovnanie uverejňujeme aj družicovú snímku Grand Canyonu v Spojených štátoch.



Dve podoby sopky Prometheus, ktoré delí 20 rokov. Vľavo je snímka Voyageru z roku 1979, vpravo Galiea zo začiatku septembra tohto roku. Ako vidieť, Prometheus je neustále aktívnou sopkou. Galileo objavil navyše (tmavý bod v ľavom dolnom rohu) aj novú aktívnu sopku Culann Patera. Prometheus sa čo do veľkosti a tvaru príliš nezmenil; aktívny sopúch sa však posunul (oproti snímke Voyageru) o 75 km na západ.

prinajhoršom okolia najzaujímavejších vulkanických útvarov. NIMS a PPR sú vhodnejšie na meranie teploty chladnejších materiálov, sriene na povrchu či sopečných oblakov. Okolo horúcich škvŕn, kde teplota presiahne 700 K bude najspofahlivejším teplomerom kamera SSI.

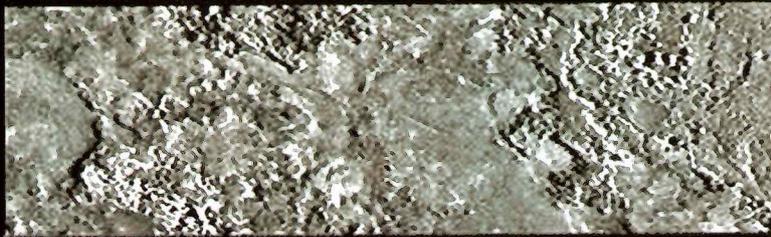
Tmavé škvrny na mnohých snímkach indikujú polohu vulkanických sopúchov na povrchu Io; láva, ktorá vyteká z Pillan Patera, má teplotu 1700 K, ale jej najvyššie hodnoty sa pohybovali okolo 2000 K! Teplota najhorúcejších erupcií na Zemi nepresahuje 1500 K. – Najväčšou záhadou ioánskeho vulkanizmu je mimoriadne vysoká teplota tamojších vulkánov, či presnejšie nimi vypudzovanej lávy, – vraví Bill Smythe z tímu NIMS. – Teplota 1800 K je iba o 66 % nižšia ako teplota slnečnej fotosféry! Pred miliardami rokov bola rovnako horúca aj čadičová láva na Zemi, ale dnes, kvôli mnohonásobnému mixovaniu v subdukčných zónach, majú pozemské lávy oveľa nižší bod topenia. Lávy, ktoré dnes študujeme na Zemi, majú až o 27 °C nižšiu teplotu, ako by mali mať. Preto nás veľmi prekvapilo, že láva na Io je rovnako horúca ako láva na mladej Zemi. Prečo? Nuž najmä preto, lebo povrchové horniny na Io boli vulkanicky pretavené nespočetnekrát, takže teplota, pri ktorej sa stávajú tekutými, by mala byť porovnateľná s teplotou, pri ktorej začína „tiecť“ pozemský čadič. To je naozaj mysteriózne.

– Spočiatku sme si mysleli, že ioánske lávy vytvárajú najmä zlúčeniny síry, lenže tekutá síra sa mení na siričaté plyny už pri teplote 700 K. Tie oblasti na povrchu Io, ktoré majú teplotu 1800 K, musia byť teda z čadiča. Vzápätí si však musíme položiť otázku, či sa na Io vôbec vyskytujú nejaké oblasti, kde v povrchových horninách dominuje síra? Galileo objavil na vulkanickom mesiaci oblasti, ktorých povrch má teplotu 298 až 325 K. To je presne teplota roztopenej, tekutej síry. Na týchto miestach sa vyskytujú aj menšie sopúchy s teplotou až 1800 K, obklopené chladnými horninami. Galileo zmonitoruje prinajmenšom jednu z takýchto oblastí. Ak získa dosť údajov, odpoveď na jednu z ioánskych záhad by sa dala spoľahlivo sformulovať.

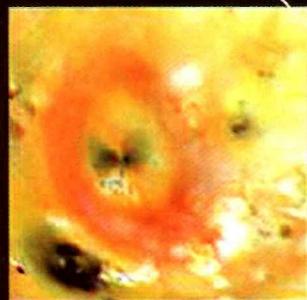
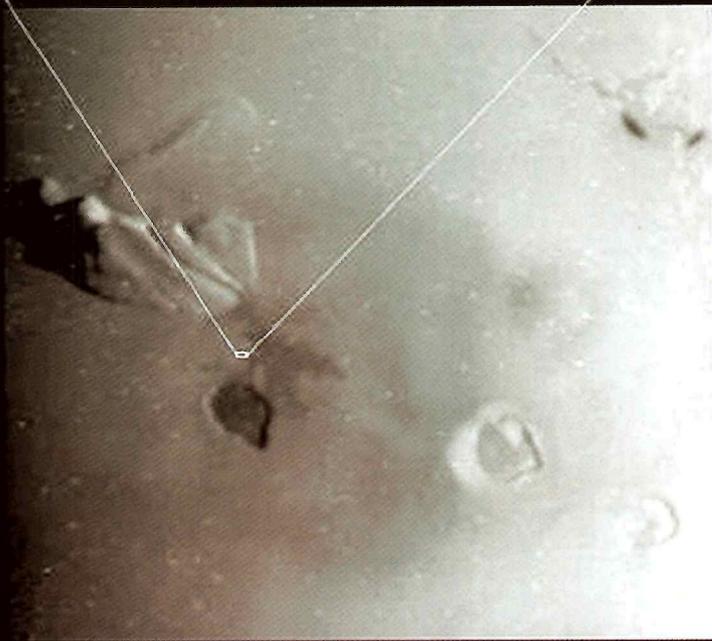
Pochopenie súhry kremíkoveho (čadičového) a síroveho vulkanizmu pomôže vedcom pochopiť aj mechanizmus zohrievania vnútra Io. Síra má nižší bod topenia, takže na to, aby sa premenila na tekutú lávu nepotrebuje takú vysokú teplotu. Čadičové lávy, vznikajú iba pri vyšších teplotách.

Jedným z veľkých štítových vulkánov na Io je Ra Patera; tvoria ju pestrofarebné, stuhnuté štruk-

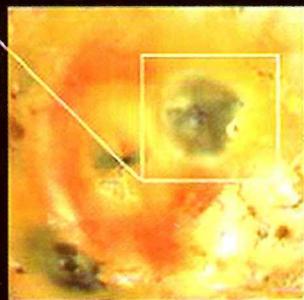
October 11, 1999



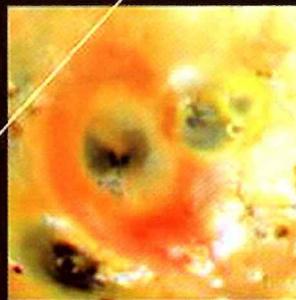
1 km



G7: April 1997



C10: September 1997



C21: July 1999

túry vyvretej lávy, ktorých čelo je vzdialené od sopúcha až 320 km. – Blízke oblety Galilea nám pomôžu získať snímky s vysokým rozlíšením, – vraví Smythe. – Tvar stuhnutých prúdov a ich okrajov nám veľa prezradia o vlastnostiach lávy. Na Zemi prúd lávy vytvára veľa bočných lalokov, na ktorých sa vytvára množstvo ramien a výčnelkov, dlhých niekoľko centimetrov, ale aj niekoľko metrov. Na Zemi dokážeme z tvaru stuhnutých prúdov (a najmä spomínaných výčnelkov) lávy určiť jej viskozitu i ďalšie vlastnosti pretaveného materiálu. Najlepšie fotografie sondy Galileo pred najbližšími, jesennými obletmi, mali rozlíšenie 1 km. (Po blízkych obletoch sa očakáva rozlíšenie do 7 metrov!) V prípade NIMS bude vedecká hodnota údajov, získaných z blízkeho obletu, ešte vyššia: najlepšie z doteraz získaných snímok mali rozlíšenie do 60 km. Po

blízkom oblete získame aj z tohto prístroja snímky s rozlíšením niekoľkých stoviek metrov!

Vulkanológovia od septembrového obletu očakávali aj bočnú snímku oblaku sopky vyvrhnutého materiálu nad okrajom limbu; preskúmajú tak aj vertikálnu štruktúru týchto premenlivých, rýchle sa rozptyľujúcich útvarov zamrznutého plynu a prachu. Analýzou snečného svetla, prenikajúceho cez sopečný oblak, možno pomocou prístroja PPR určiť aj teplotu a hustotu čiaščiek unikajúcich zo sopúchu.

Vedci si veľa sľubujú aj od digitalizácie snímok získaných z blízkych obletov. Tím z Texasekej univerzity už celé roky vyhotovuje počítačové simulácie sopečných oblakov. Odhadujú aj trajektórie sopkou vyvrhnutých molekúl, študujú ich možný pohyb po kolíziách v medziplanetárnom priestore, skúmajú energetický výkon torusu na-

FINÁLE MISIE GALILEO

## Povrch Io v doteraz najvyššom rozlíšení

Túto snímku povrchu vulkanického Jupiterovho mesiaca Io získala sonda Galileo 10. októbra tohto roku z výšky 617 km. Zobrazuje povrch 7,2×2,2 km. Ide o snímku z 50-násobne vyšším rozlíšením ako získala sonda Voyager pred 20 rokmi. Snímka je zväčšeninou obdĺžnika uprostred spodnej fotografie, ktorú sonda exponovala pri jednom z predchádzajúcich obletov, ale z oveľa väčšej vzdialenosti. Snímka zobrazuje časť lávových pólí v okolí sopky Pillan. Hladké plošiny i zmat bizarných útvarov stuhnutej lávy, týčiacich sa do výšky poschodového domu pripomína lávové polia na Zemi i na Marse. Takáto pestrosť lávových prúdov na takej malej ploche sa však nevyskytuje nikde, čo svedčí o rôznorodosti vulkanických procesov na tomto ohnivom mesiaci. Kľukatá užlabina v ľavej časti snímky je hlboká 3 až 10 metrov.

V roku 1997 naexponoval Galileo výbuch sopky Pillan. Erupciou vyvrhnutý popol pokrýl vtedy povrch v okolí sopky s polomerom 400 kilometrov. Na troch spodných snímkach vidíte zmeny na sopke Pillan v priebehu posledných troch rokov. Pillan je čierny kužel v ľavom rohu snímky; červený kruh vyvrhnutých sírnatých depozitov sa vytvoril okolo neďalekej sopky Pele. Prístroje na sonde zmerali teplotu lávy počas erupcie a zistili, že bola oveľa horúcejšia ako akákoľvek pozemská láva v priebehu posledných dvoch miliárd rokov.

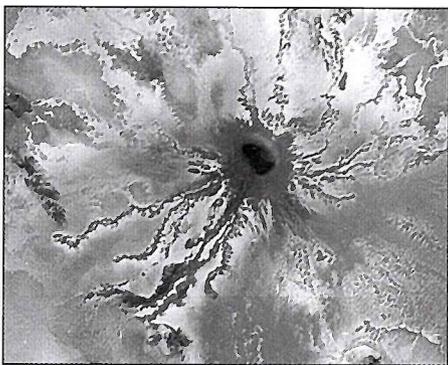
Prvé snímky z októbrového priblíženia potvrdili, že na povrchu Io nie sú impaktné krátery. Z toho vyplýva, že povrch nemá viac ako milión rokov a neustále sa obnovuje. Povrch Io priam hýri farbami: desiatky odtieňov červenej, žltej, bielej a ornažovej farby prezrádzajú rozličné sírnaté horniny a depozity sírnatéj sriene. Väčšinu povrchu tvoria ploché pláne členené pohoriami. Vrcholky najvyššieho pohoria na Io presahujú 9000 metrov!

Počas posledného blízkeho obletu Io, 25. novembra tohto roku, získa Galileo detailné snímky z výšky 300 kilometrov. (Ak silná radiácia v blízkosti Jupitera palubné prístroje nepoškodila.)

bitých častíc obklopujúceho Io, ako i podiel energie, ktoré sa stráca vyžarovaním v infračervenej oblasti. Kombináciou rozličných veľkostí sopúchov, teploty a rýchlosti vyvrhnutého plynu, ako aj teploty terénu obklopujúceho sopky, získavajú virtuálne obrazy jednotlivých sopiek, ktoré po získaní snímok z blízkych obletov budú porovnávať so skutočnosťou.

– Chceme sa dozvedieť množstvo vecí, – vraví David Goldstein, jeden z členov tímu. – Nad doterajšími snímkami sopečných oblakov sme si nikdy neboli načistom, čo vlastne vidíme; ide o plyn, alebo o plyn zmiešaný s čiaščkami prachu, či o plyn v podobe zamrznutých kryštálikov? Definitívnu odpoveď nám prinesú iba údaje a snímky z oboch blízkych obletov.

Jeden z modelov texasekého tímu naznačuje, že plyn unikajúci z priemerného sopúcha dosahuje



Už Voyager 1 objavil na Io 9 aktívnych vulkánov. Voyager 2, ktorý oblietal Io o štyri mesiace neskôr, zaznamenal, že prinajmenšom šesť z nich bolo stále aktívnych. Galileo rozšíril (ešte pred dvomi najtesnejšími obletmi, ktorými misia Galileo vyvrcholí) ďalšie dva tucty aktívnych vulkanických oblastí. Na snímke Voyageru 1 vidíte sopku Ra Patera v „okvetí“ lávových prúdov, z ktorých tie najdlhšie sa doplazili do vzdialenosti 370 km!

v superriedkej atmosfére Io hodnotu 2,7-násobku rýchlosti zvuku. Vyvrhnutá hmota dosahuje výšku 120 kilometrov. Väčšina vyvrhnutého materiálu sa v takomto prípade napokon usadí okolo sopúcha vo vzdialenosti až 150 kilometrov. Krátko pred usadením sa na povrchu prechádza plyn rázovou vlnou (generovanou slapovými silami), čo ho zohreje o 200 až 300 Kelvinov.

Na počítači vedci nasimulovali aj proces unikania plynu zo sopúcha do sopečného oblaku. Blízko sopúcha má plyn teplotu 200 K. Rozpínajúci sa plyn však postupne chladne, až kým sa počas klesania na povrch opäť nezohreje prechodom cez vzdúvajúcu sa rázovú vlnu. Väčšina vyvrhnutého materiálu „nasneží“ na povrch, pričom vzdialenosť od sopúcha je priamo úmerná sile erupcie. Nahriaty plyn rozptýľa sirmatú srieň pokrývajúcu povrch a obnažuje skalnatý povrch.

– Plyn, vyvrhnutý zo sopúcha, vytvára hrbovitý útvar, pripomínajúci vodu prýščiacu z gejzíra, – vraví ďalší člen tímu Victor Austin. – V určitej výške gravitácia mesiaca prúdiaci plyn spomalí; ten sa oblúkovo ohne a klesá k povrchu mesiaca. Tak vzniká okrúhly „bladachýn“, obklopujúci sopúcha. Plyn veľmi rýchle chladne, takže je viac ako pravdepodobné, že na povrch Io dopadá sneh z kryštálikov zamrznutého kyslíčnika siričitého.

– Z viacerých simulácií na počítači vyplynulo, – pokračuje Goldstein, – že vyvrhnutý materiál (pri danom priemere sopúcha a danej počiatkovej rýchlosti plynu a prachu) dopadne na povrch vo vzdialenosti 150 kilometrov. To by mohlo vysvetliť existenciu tmavých kruhov, ktoré okolo väčšiny aktívnych sopiek na snímkach z väčšej vzdialenosti pozorujeme. Plyn alebo kryštáliky zamrznutého plynu majú vyššiu teplotu ako srieň pokrývajúci povrch, a tak ho jednoducho roztopia.

Vulkanológovia však zatiaľ nedokážu vysvetliť, prečo sú tieto kruhy tak ostro ohraničené; logicky by mal byť ich okraj rozmazaný. Na niektorých snímkach sa rozlíšili aj sekundárne kruhy, ktoré sú vo väčšej vzdialenosti od sopúcha. Aj tieto záhady by mohli snímky z blízkeho obletu objasniť.

Podľa internetových stránok Eugen Gindl

# Astronomické otázky a odpovede

**Otázka:** Nedávno jsem se dozvěděl, z rádia, že v Německu existuje firma, která může pojmenovávat hvězdy po zájemcích, kteří zaplatí. Je to prý oficiální se souhlasem IAU. Chtěl bych se o tom dozvědět trochu více.

(Roman Gáliš, Tábor)

**Odpoveď:** Takýchto firiem existuje určite oveľa viac, a to nielen v Nemecku. Našťastie hviezdna obloha nie je na predaj! „Ako medzinárodná vedecká organizácia, sa IAU úplne dištancuje od akýchkoľvek komerčných praktík predaja fiktívnych mien hviezd,“ toto je citát zo stránky [www.iau.org](http://www.iau.org) o pomenovávaní hviezd. Napriek tomu Medzinárodná astronomická únia (IAU) dostáva veľa žiadostí o „kúpu mena“, či „kúpu hviezdy“. Je však jedinou oficiálnou autoritou, ktorá má právo pomenovávať vesmírne telesá a povrchové útvary na nich. Mená sa nepredávajú, ale pridelujú podľa medzinárodne platných pravidiel. Teda ak aj nejaká firma tvrdí, že je to so súhlasom IAU, je takéto vyhlásenie zjavne nepravdivé a nepodložené! Viac informácií nájdete na spomínanej web stránke. (ak)

**Otázka:** V Kozmose 2/99 sa na str. 21 spomína priemer planéty Pluta. Školní atlas sveta z roku 1994 udáva iné rozmery. Ako je to vlastne s priemerom planéty Pluto? (Eliáš Hattinger, Košice)

**Odpoveď:** V spomínanej časti Žne objavov 98 sa hovorí o polomeroch Pluta a Charona. V nedávnej minulosti sa veľa diskutovalo o zaradení Pluta medzi planéty, nielen vďaka nízkej hmotnosti a malému rozmeru, ale aj vzhľadom na parametre jeho dráhy (*a, i, e*). Samotná veľkosť a zloženie Pluta boli, od jeho objavu v roku 1930, taktiež predmetom diskusií. V roku 1978 James Christy zistil, že okolo Pluta obieha mesiac, ktorý dostal meno Charon. Interpretácia nových pozorovaní zmenila aj naše predstavy o veľkosti planéty. Priemer Pluta sa zmenšil z 5000 km na 2400 km (rovníkový priemer). Priemer Charona je 1210 km. Tieto údaje sú zo stránky [www.nasa.gov](http://www.nasa.gov), z ponuky „solar system“. Údaje, ktoré uvádza Dr. Grygar (polomer Pluta 1140 km a Charona 590 km) sú najnovšie. (ak)

**Otázka:** Keď kolabuje hviezda s hmotnosťou väčšou ako  $3 M_{\odot}$ , má priveľkú hmotnosť na to, aby sa zmršťovanie zastavilo. Keď sa dostane pod svoj gravitačný polomer, vznikne ČD. Zmršťovanie pokračuje až do singularity. V Kozmose 4/99, v článku „Aké veľké sú ČD?“, píšete, že ČD majú rozmery. Nie sú ČD bezrozmerné telesá? Mohli by ste mi to, prosím vysvetliť?

(Karla Chebenová, Levice)

**Odpoveď:** V Kozmose 4/99, hore na strane 3, sa píše: „Veľkosť čiernej diery určuje Schwarzschildov polomer. Ten vymedzuje uzavretý vesmír čiernej diery, ohraničuje ho voči okolitému priestoru.“ Práve Schwarzschildov polomer má fyzikálny význam – teleso danej hmotnosti s polomerom rovným, alebo menším, ako tento polomer sa pre nás stáva čiernou dierou. Ako sa spomína vyššie, ohraničuje oblasť, z ktorej sa k nám už žiadna informácia nedostane. Pod týmto polomerom teda hmota naďalej „padá“, ale nám už ostávajú iba teoretické modely. Vieme však, že teleso sa nemôže zrútiť do matematického bodu, pretože by sa tým narušil princíp neurčitosti, známy z kvantovej mechaniky. V prípade ČD ide o silné gravitačné polia, takže okrem všeobecnej teórie relativity, ktorá je nekvantová, treba brať do úvahy aj kvantovú teóriu. Teóriu, ktorá by úspešne

zjednotila tieto dva princípy zatiaľ k dispozícii nemáme. (ak)

**Otázka:** Podľa relativistického skladania rýchlostí, pozorovateľ vníma rýchlosť svetla zo zdroja, ktorý sa vzhľadom naňho pohybuje rýchlosťou  $v$  (v našom prípade je to rotujúci okraj Slnka, ale sú to aj vzdalujúce sa galaxie), vždy ako rýchlosť  $c$ , bez ohľadu na veľkosť rýchlosti  $v$ . Čím je potom odôvodnená vzájomná rýchlosť vo vzťahu  $f/f_0 = (1 \pm v/c)/(1 - v^2/c^2)^{1/2}$ ? Alebo inak, čo vyvolá zmenu frekvencie (pozorovateľ registruje rýchlosť svetla vždy ako  $c$ ), že sa posúva smerom k červenému, resp. fialovému okraju spektra?

(Marián Rovňák, Košice)

**Odpoveď:** Dôsledkom postulátov ŠTR sú Lorentzove transformácie medzi dvoma sústavami pohybujúcimi sa navzájom voči sebe rýchlosťou  $v$ . Aj Dopplerov jav je dôsledkom Lorentzových transformácií, ktoré treba aplikovať buď na štvorvektor ( $ct, x$ ) alebo štvorvektor hybnosti ( $E/c, p$ ) s využitím Planckovho vzťahu pre energiu  $E=h \cdot f$ ,  $lp=E/c$ . Relativistické vzťahy pre Dopplerov jav možno získať aj podobnou úvahou, ako v prípade klasickej fyziky (zmena vzdialenosti medzi zdrojom a prijímačom), ale treba uvážiť časovú dilatáciu, a tá zasa súvisí s Lorentzovými transformáciami. Práve časová dilatácia spôsobuje narušenie zdanlivej symetrie vzťahu  $f/f_0 = (1 \pm v/c)$ .

Jozef Klačka, AÚ MFF UK

**Otázka:** 7. 6. 2004 a 5. 6. 2012 budú najbližšie prechody Venuše popred kotúč Slnka. Bude možné oba tieto prechody pozorovať z nášho územia.

(Marián Luptovec, Raková)

**Odpoveď:** Najbližšie prechody Venuše budú:

8. 6. 2004 pozorovateľný celý priebeh

začiatok (SEČ)	výška Slnka	konec (SEČ)	výška Slnka
6:20	23°	12:23	63°

6. 6. 2012 pozorovateľný len čiastočne

23:04*	-18°	5:56	20°
--------	------	------	-----

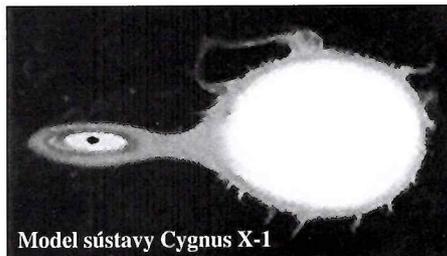
\* Vstup teda nastane 5. 6. 2012, ale Slnko bude pod obzorom, 6. 6. vychádza až o 3:40.

Pavol Rapavý, Hvezdáreň Rimavská Sobota

**Otázka:** Aká je rektascenzia a deklinácia rtg zdroja Cygnus X-1? (Pavel Cerovský, Novosady)

**Odpoveď:** Zdroj rtg žiarenia 3U 1956+35, Cygnus X-1, je opticky stotožnený s dvojhviezdou HDE 226868 (SAO 69181). Jej súradnice sú podľa katalógu Hipparcos: RA(2000,0) 19 58 21,7 D + 35 12 05,8; vizuálna jasnosť je 8,8 mag, spektrálna trieda B0Ib. Podľa katalógu GCVS sú zmeny jasnosti 8,72–8,93 mag s periódou 5,599824 d. Hmotnosť je okolo  $30 M_{\odot}$  a teplota 31 000 K. Údaje o vzdialenosti sa líšia, no najpravdepodobnejšia hodnota je 6 000 ly.

Pavol Rapavý, Hvezdáreň Rimavská Sobota



Model sústavy Cygnus X-1

Organizátori astronomického festivalu si naprojektovali impozantný cieľ: priblížiť astronómii 20. storočia nielen vecnými zhrnutiami v jednotlivých oblastiach, ale i prostredníctvom osobných skúseností významných astronomických osobností. Pozvali si k tomu tých najpopulárnejších a tak sa v úvode na panelovej diskusii začal odvíjať príbeh astronómie a astronómov (jej protagonistov) 20. storočia, ktorý tak ako celý festival brilantne moderoval dr. Grygar. Dvanásť astronómovia (doc. Palouš, dr. Pokorný, Ing. Grün, dr. Harmanec, dr. Rušin, Ing. Vondrák, dr. Jakeš, Ing. Zicha, dr. Sekanina, dr. Kohoutek, dr. Ceplecha, doc. Perek) zoradení od najmladšieho po najstaršieho doc. Perek, evokovali, hoci zrejme bez zámeru organizátorov, prirovnanie k dvanástim apoštolom. Príležitosť zažiť túto atmosféru a stretnutia bolo pravdepodobne to najpôsobilivejšie na celom festivale. A tak sme sa rozhodli trocha ju priblížiť aj čitateľom Kozmosu prostredníctvom rozhovorov s tromi výraznými osobnosťami. Dvaja z nich žijú už dlhodobo v zahraničí, takže stretnutie bolo o to vzácniejšie.



# Príbehy protagonistov našej astronómie

## Rozhovor s doc. Lubošom Perkom

Pán docent, ste jediným čs. astronómom, ktorý bol generálnym tajomníkom IAU. Takmer polovicu svojho života ste však pôsobili v diplomatických službách ako vedúci oddelenia pre záležitosti kozmického priestoru sekretariátu OSN...

Vo funkcii generálneho sekretára IAU som bol skutočne len sám, ale v tých vyšších funkciách som mal od nás viac kolegov. Prvým viceprezidentom IAU bol prof. Nušl, neskôr dr. Šternberk a prof. Kresák. V práci v OSN sa spájali aspekty astronómie, ktorá popisuje chovanie objektov v okolíom priestore, a aspekty právne, ktoré vytvárajú pravidlá, aby okolo Zeme vládla spolupráca vo výskume a využívaní kozmického priestoru.

Pochádzate z rodiny právnikov. Čo Vás priviedlo k tomu, že ste sa odchýlili od rodinnej právnickej tradície a venovali ste sa astronómii?

Vždy ma zaujímala matematika a astronómia. Už od malička. Preto som šiel namiesto práva študovať matematiku a deskriptívnu geometriu a k tomu som si zobral astronómiu.

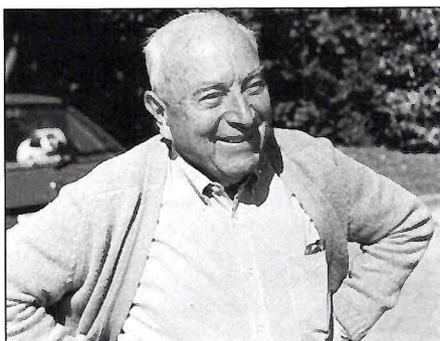
Rodinné zázemie, teda to právnické, vo Vás asi zostalo, pretože zväčšom časť svojho života ste venovali otázkam kozmického práva.

Sedával som často v kancelárii svojho otca, ktorý bol notárom na malom meste a jeho agenda spočívala vo vybavovaní pozostalostí, predaja nehnuteľností jedného sedliaka druhému atď. Mal som teda istý dojem z tejto práce, ale v OSN to bola práca iného druhu.

Sú to náročné prípravné práce, nutné na to, aby nejaký nový zákon, v tomto prípade medzinárodná zmluva, sa mohla takou zmluvou skutočne stať. Je to niekoľkoročná príprava, pretože sa musí dohodnúť súhlas veľkého počtu krajín. Rozhodne s tým musia súhlasiť všetci členovia, všetky štáty, ktoré sú členom výboru OSN pre výskum a mierové využitie kozmického priestoru.

Tam ste teda predovšetkým využívali svoje odborné vedomosti.

Snažil som sa, aby fakty, na ktorých každý zákon spočíva, boli dobre vybraté, aby to boli závažné fakty a aby boli vedecky správne. Právo je založené na rovnakej logike ako exaktné vedy, ale spôsob vyjadrovania je iný. Právnicki používajú veľmi presné slovné vyjadrenia, myslím, že omnoho presnejšie ako používame my. Právna veda je podobne ako astronómia založená na logike. Mám rešpekt pred právnickým vyjadrovaním, ktoré dbá na presnú a lo-



Doc. LUBOŠ PEREK (\*1919), jeden z našich najvýznamnejších astronómov. Pôsobil ako riaditeľ ASÚ ČSAV v Ondřejove, koordinoval výstavbu 2m ďalekohľadu, kde zúročil svoje skúsenosti z pozorovania na svetových observatóriách. Bol generálnym tajomníkom IAU a vedúcim oddelenia kozmického priestoru OSN. Vychoval celú plejádu našich významných astronómov (prof. Vetešník, dr. Tremko, dr. Kohoutek, dr. Grygar, dr. Andrlé, dr. Lála, dr. Sehnal, doc. Palouš). Bol tiež prezidentom Medzinárodnej astronautickej federácie a podpredsedom Medzinárodnej Rady vedeckých únií. Spolu s M. R. Štefánikom je jediným čs. astronómom, ktorý je nositeľom prestížnej Janssenovej ceny Francúzskej astronomickej spoločnosti (1992).

gickú štruktúru. Pozrite sa, ak ja čítam článok, tak preskočím text a pozriem sa najprv na obrázky, matematické formulácie a krivky, ktoré sa tam vyskytujú, a hneď mám dojem, čo v tom článku je. Právnik číta článok iným spôsobom. Číta slová a matematické vyjadrenia preskakuje, pretože sú mu cudzie. Prístup k logike je z dvoch rôznych strán a nemusí sa nutne stať, aby si obe strany rozumeli, pretože to podanie je iné. Je teda nutné fakty pripraviť pre tú právnickú prácu tak, aby na nich zákon skutočne mohol spočívať.

Mnoho času som venoval tomu, aby nedochádzalo k nedorozumeniam, aby boli astronomické fakty správne právnicki chápané. Tieto moje snahy boli a sú prijímané s pochopením u odborníkov na medzinárodné právo i v Medzinárodnom ústave kozmického práva.

Dá sa charakterizovať rozdielny stav v oblasti

kozmickej práva v minulosti a teraz, po období studenej vojny?

Vytváranie medzinárodných zmlúv je záležitosť veľmi dlhá. Napríklad keď roku 1977 padol nad Kanadou Kozmos 954, tak hneď potom bol urobený návrh vo výbore pre mierové využitie kozmu, aby sa uvažovalo o zákonných opatreniach nutných pre družice s jadrovým pohonom. Princípy však boli prijaté až o 14 rokov neskôr. Obdobie, za ktoré sa vytvárajú medzinárodné zmluvy, je veľmi dlhé, dlhšie ako je politická situácia v danom momente. Sú to dlhodobo sa prekrývajúce intervaly.

Ako by ste hodnotili našu astronómiu z pozície medzinárodných astronomických organizácií, v ktorých ste boli funkcionárom?

Je to zase problém dlhých časových intervalov. V 60.–70. rokoch keď som bol v IAU, vtedy veľký počet našich popredných astronómov prešiel tými najvyššími odbornými funkciami, čo je prezident alebo viceprezident odbornej komisie. Týchto funkcionárov volia odborníci z daného oboru, či už je to medziplanetárna hmota, slnečná činnosť, galaktická dynamika, čokoľvek. Odborníci volia toho, koho považujú za dobrého reprezentanta svojho oboru. Veľa našich astronómov prešlo týmito funkciami a myslím si, že v jednotlivcoch sme na tom určite dobre. Niečo iného je v počte. V USA ľahko nájdete odborníka na ktorúkoľvek špeciálnu tému. U nás je ten výber odborníkov obmedzený, pretože táto krajina je malá. Veľký národ má v tomto lepšie možnosti. Dohnať sa to dá medzinárodnou spolupracou, a tá je na dobrej úrovni. Rozhodne tu nie je nejaký rozdiel v tom, že by kapacita šedej kôry mozgovej bola nižšia. Veľa našich ľudí, ktorí odišli v 70. rokoch sa veľmi dobre vo svete uplatnili. Takže, mozgová kôra je rovnaká u nás ako inde, tie príležitosti sú možno iné, ale dnes je dostatok stykov a medzinárodných príležitostí, že každý, kto má o to skutočne záujem a koho tie schopnosti vedú týmto smerom, sa môže uplatniť veľmi dobre.

Ste predovšetkým teoretik. Stáli ste však aj pri zrode brnenskej 60-tyky i brnenskej hviezdárne. Máte zásluhu na dobudovaní dvojmetrového ďalekohľadu v Ondřejove, ale sám ste nikdy astronómom amatérom neboli. Aký Váš vzťah k tým, ktorí astronómii nerobia profesionálne, k amatérom a k hviezdárňam?

Amatér som teraz, na staré kolená.

Rovnako sa zaujímam o astronomické javy ako sa o ne zaujíma aj každý amatér. Je to veľmi krásny koníček, ja sa teraz veľmi rád pozerám na záblesky Irídia alebo sa dívam na ISS alebo MIR. Spomínam si na svoje pekné pocity z toho, ako letel MIR

*Ľúbivý pozdvan a pínú muoha  
úspéšnych pozorovacií poob  
členstvom Komuon  
4.9.99*

*Rubor Kuk*

a kúsok za ním Space Shuttle, bolo to veľmi pekné. Bolo to vo Viedni, pri jednom zasadnutí výboru OSN, a bolo to skoro symbolické. Aj tu (na Astronomickom festivale – pozn. red.) sa hovorilo o poézii pozorovania. Poézia v tom skutočne je a bola najmä vtedy, keď ste sedeli v kopuli a videli ste, čo pozorujete, priamo ste sa pozerali pozdĺž ďalekohľadu, videli ste Mliečnu dráhu a kontrolovali ste len polohu ďalekohľadu, či je na správnej pointačnej hviezde. Takže to malo rozhodne svoj pôvab, keď sa ráno zatvárala kupola a človek podupával studenými nohami. Keď som pozoroval na Mt. Wilson, tam sa muselo silne dupať po betóne, pretože sa tam chodili ohrievať štrkáče. Priamo v kupole síce neboli, no v každom prípade to neboli príjemné stretnutia.

**Ako hodnotíte úroveň popularizácie astronómie u nás?**

V 50. rokoch, keď sa stavali ľudové hviezdárne, ľudia z rôznych miest skutočne tomu venovali prostriedky a čas, aby v ich meste vznikla hviezdárň, to svedčí o veľkom záujme. Nevieam o žiadnom štáte, kde by bolo toľko ľudových hviezdární ako u nás. Určite to nebolo len z politických dôvodov, pretože

tie snahy boli od normálnych ľudí, ktorých to napadlo, to nebolo politické pozadie. Vtedajšia politická situácia tomu nebránila, ale rozhodne to nijako zvlášť nepodporovala. Väčšina hviezdární začínala ako finančne nezávislá, neskôr dostali aj úradnú podporu od kraja, okresu, mesta. Všetko to vznikalo z nadšenia astronómov amatérov, tak ako tu v Brne. Staviteľ Šotola, ten bol neúnavný, ten tu pracoval stále. My sme za ním behali s vyplazeným jazykom s fúrikmi kamenia, aby sme mu stačili v jeho tempe. To nebola nariadená akcia.

S ľuďmi z hviezdární som úzko spolupracoval po celý čas, veľmi si ich prácu cením.

Ak sa pozriete na montáž tunajšej šesťdesiatky, ten podstavec uvidíte na niekoľkých moravských hviezdárňach. Je šikovná a výkresy na ňu som priviezol z Holandska, len sme ich prekreslili a potom

sa na mňa obracali ľudové hviezdárne, či by si mohli z našich zlievárenských modelov nechať odliat odliatky aj pre seba. To sa tu šírilo, bolo tu veľké nadšenie, veľká podpora. Ak sa vyskytli problémy s objednávkami či výrobou jednotlivých dielov, vždy sa niekde našiel nejaký astronóm amatér, ktorý pomohol a veci sa pohli dopredu. Zdá sa mi, že toto nadšenie je na mnohých miestach doteraz a tam sa darí aj popularizácii.

**Čo by ste odkázali mladým začínajúcim astronómom, ktorí by sa chceli venovať tejto vede profesionálne?**

Predovšetkým ide o to, že musia mať o to taký záujem, že vedia úplne iste, že sa tomuto oboru chcú venovať. Je niečo iné, ak sa tomu budú venovať ako amatéri. Je to krásny koníček, ktorý im tiež vydrží celý život, ale ak chcú robiť astronómiu profesionálne, tak matematika, fyzika, reči. Je to jednoduchý recept.

**Jeden z Vašich žiakov, Dr. Kohoutek, objavil a po Vás pomenoval planétku. Videli ste ju?**

Len na fotografii, no bol to pekný pocit.

**Ďakujem Vám za rozhovor.**

**Za Kozmos PAVOL RAPAVÝ**

## Rozhovor s Dr. Zdeňkom Sekaninom

**Význačné objavy v astronómii nemožno predvídať. Mohli by ste aspoň naznačiť nejaký problém v astronómii alebo vo Vašom obore, ktorý Vás v súčasnosti najviac zaujal?**

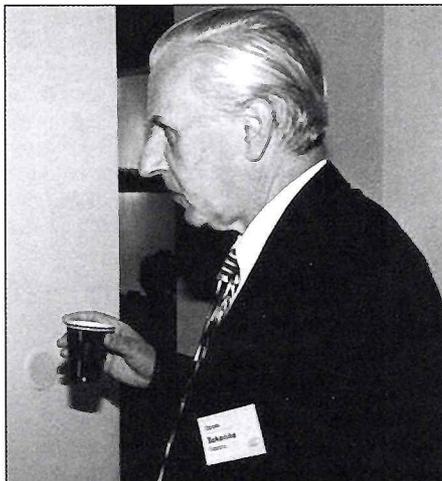
Je to individuálne a špecifické, záleží na tom, akými problémami sa človek zaoberá. Momentálne mi napadol jeden z ústredných problémov, ktoré ešte máme v kometárnej fyzike – otázka hmoty jadra. Veľmi dobre poznáme len rozmery jednej kométy, Halleyovej, máme dosť dobrú predstavu o charakteristických rozmeroch ďalších komét. Čo ale nevieme, sú ich hmotnosti, pretože tie sú natoľko malé, že nejakými gravitačnými efektmi sa normálne kométy neprejavujú a nedajú sa z nijakých blízkych prechodov okolo iných telies kometárne hmoty odvodit. Určitá nádej nám svitla v súvislosti s kométou Hale-Bopp, pretože sa ukazuje, aspoň ja som o tom presvedčený, že táto kométa má družicu. V najbližšej dobe sa chceme pokúsiť o spočítanie dráhy tohto satelitu, ktorý bol pozorovaný počas niekoľkých rokov, niekedy od začiatku roku 1996 do roku 1998. Takže to by bola jediná možnosť určiť hmotnosť jadra tejto kométy z pozemských pozorovaní. V budúcnosti ju bude možné určiť, keď budú vyslané družice ku kométam, ktoré by sa dostali na dráhu okolo jadra. Ale to je otázka povedzme niekoľkých rokov. Prvá taká možnosť bude u sondy Rosetta. Vyslali sme sondu Stardust ku kométe Wild 2, ale tá bude okolo kométy len prelietavať, aj keď s omnoho menšou rýchlosťou ako Giotto a Vega okolo Halleyovej.

Všetky naše očakávania, založené na predbežných výpočtoch a odhadoch však naznačujú, že ani v tomto prípade nebudeme schopní určiť hmotnosť tejto kométy.

To bol jeden problém. Druhý, ktorý do istej miery s tým súvisí, je otázka vnútra jadra. Je jadro vo vnútri hustejšie ako na povrchu? Aký je pomer látok, prchavých a inertných látok? Tieto a ďalšie problémy budú musieť počkať až na Rosettu a ďalšie sondy.

Ďalším pozoruhodným problémom, ktorý zatiaľ nevieme ako riešiť, je otázka aktivity komét. Vieme, že na kométach sú aktívne centrá.

Čo ale nevieme, je dĺžka ich aktivity, ich rozsah.



**Dr. ZDENĚK SEKANINA (\*1936) je popredným odborníkom v kometárnej astronómii, jeden z najcitovanejších autorov v danej oblasti. Jeho najvýznamnejšie práce sú venované fyzike, vývoju a dynamike komét, zvlášť ich jadier a prachovej zložky, medziplanetárnej hmoty (fyzika a dynamika meteorov a bolidov). V súčasnosti pracuje ako vedúci vedecký pracovník v prestížnej Jet Propulsion Laboratory (Pasadena, USA).**

Vieme, že existujú denné zmeny, keď je Slnko nad alebo pod obzorom, ale čo mám na mysli, je skôr schopnosť aktivity jednotlivých centier, čím je riadená, ako sa mení od kométy ku kométe, ako sa mení od zdroja k zdroju na danej kométe, aká je morfológia, štruktúra, hĺbka týchto zdrojov, je tam zmixovaný prach s ľadmi.

Je to komplex problémov, ktoré smerujú k tomu, čo vlastne jadro kométy je. My vieme, že jadro kométy je jej srdcom, že bez neho kométa neexistuje. Jadro je však zároveň najmenšou časťou kométy, a tak je najťažšie ho priamo pozorovať s výnimkou Halleyovej, kde ho Giotto a Vega priamo pozorovali. Vlastnosti jadra odvodzujeme len z nepriamych

pozorovaní, napríklad z morfológie prachovej komy. Skrátka ideme po jadre, chceme sa o ňom dozvedieť čo najviac, pretože tam sú naše najväčšie slabiny.

**Najväčšou pozorovacou akciou bola nepochybne International Halley Watch. V dostatočnom predstihu však bolo zrejme, že aj kométa Hale-Bopp bude jasná. Neuvažovalo sa s podobnou pozorovacou kampaňou, aby sa získalo viac pozorovacieho materiálu? Alebo ho je aj tak príliš veľa a nie je možné ho v dostatočnej dobe spracovať?**

Má to niekoľko stránok. Čo sa nepodarilo zaistiť, je financovanie. V prípade IHW to bolo koordinované dlhý čas vopred, NASA dostala peniaze od vlády, vedeli sme, čo si môžeme a čo si nemôžeme dovoliť.

Návrat tejto kométy sa očakával dostatočne dlho, vedeli sme, čo by sme potrebovali, a potom, keď sme peniaze dostali, aj keď to nebolo všetko, čo sme chceli, vedeli sme, koľko tých peňazí bude. V podstate niečo podobné bolo u kométy Shoemaker-Levy 9, boli tam určité špecifické projekty, ktoré boli financované zvlášť prídelenými financiami. U kométy Hale-Bopp to bolo skutočne sklamanie, aspoň čo sa týka v USA, NASA nezareagovala.

Na druhej strane, aj napriek tomu, že projekt pri tejto kométe nebol zvlášť financovaný a pozorovania neboli koordinované, získal sa veľký počet pozorovaní. Každý teda robil, čo mohol, na vlastnú päsť.

Až neskôr sa ukázalo, kto čo urobil a snažíme sa dať tie výsledky dokopy, aby sa vytvorila čo najucelenejšia monitorovacia rada pozorovaní jednotlivých javov.

Faktom je, že hlavný rozdiel medzi IHW na jednej strane a tým čo sa získalo pri kométe Hale-Bopp je v tom, že v IHW boli pozorovania naplánované a dohodnuté, vedelo sa, čo by sa malo a čo by sa nemuselo, zatiaľ čo u HB to bolo úplne spontánne.

**Boli ste správcom archívu IHW. Je tam veľké množstvo vizuálnych pozorovaní od amatérov. Boli tie pozorovania niekedy využité alebo boli publikované len zo slušnosti...?**

Určite využité boli. Napríklad Charles Morris, ktorý je jedným z význačných amatérskych pozorovateľov, sa veľmi podrobne zaoberal analýzou svetelnej krivky z pozorovaní v archíve. Veľa pozorova-

vaní amatérov poučili odborníci, ktorí sa zaujímajú o plazmový chvost.

Mnoho týchto pozorovaní bolo užitočných, pretože tam šlo predovšetkým o monitorovanie vývoja tohto chvosta. Tieto zmeny sú veľmi rýchle, na škále hodín a niekedy len minút. Takže im šlo o to, aby bolo dobré pokrytie v zemepisnej dĺžke a tam samozrejme amatéri hrali veľmi dôležitú úlohu.

#### Začínali ste na ľudovej hviezdárni...

(Smiech) To bolo ale z kádrových dôvodov. Ja, ako syn „vykorisťovateľa“, som po skončení školy (bol som rád, že som mohol vôbec vyštudovať MFF) nesmel pracovať v akadémii ani na univerzite.

Tento zákaz bol až do roku 1966, čo je sedem rokov po skončení štúdií. Potom som sa dostal do výpočtového strediska MFF na Malej Strane, kde som však bol len krátko, pretože som bol pozvaný do astrofyzikálneho ústavu v Liège. Z tohto pobytu som sa roku 1968, po invázii, už nevrátil. Na pozvanie prof. Whipplea zo SAO som roku 1969 odišiel do Harvardu, kde som ostal až do roku 1980. Pre tých, ktorí sa zaoberali planetárnymi otázkami, sa situácia koncom môjho pobytu začala zhoršovať. Lepšia situácia bola na západnom pobreží v JPL, kde koncom 70. rokov mali určité ambiciózne plány, ktoré sa týkali výskumu komét, zvlášť kométy Halley. Mali tam záujem o kometárneho experta a tak od roku 1980 som tam. Vtedy sme však ešte netušili, že to skončí fiaskom, že USA nepošle k tejto kométe nič.

#### Vy ste teda na ľudovej hviezdárni boli ne-dobrovoľne.

Bolo to tak, že som dostal umiestnenku na strednú školu do Stodúlek. Každý musel byť zamestnaný a ja som dostal len túto umiestnenku. Ja som ju však odmietol a tak to bolo len na mne, či si niečo zoženiem a čo si zoženiem. V tej dobe som veľmi privítal, že pán Kadavý z Prahy bol ochotný ma zobrať na hviezdáreň. Keď sa na to človek pozerá s odstu-

pom, tak to samozrejme nebolo síce najkrajšie miesto, ale bolo to v tej mizérii lepšie ako nič. Určite lepšie ako Stodúľky...

#### Z vašej predchádzajúcej odpovede sa mi natiska otázka, aký je teda Váš vzťah, osobný alebo aj profesionálny, k amatérskej astronómii.

Vždy som s nimi vychádzal veľmi dobre, sám som ich pozorovania používal. Jeden z mnohých problémov, ktorými som sa zaoberal, bola práve otázka dlhodobej a systematickej aktivity komét. Najlepším zdrojom sú tu merania množstiev sublimujúcich alebo vyparujúcich sa molekúl z kométy. Tieto pozorovania sú veľmi obtiažne a je ich veľmi málo.

Ako substitúcia sa vždy používa svetelná krivka. Ak existujú zhodné časové intervaly vizuálnych pozorovaní a meranie produkcie vody prostredníctvom radikálu OH, poprípade v zakázanej kyslíkovej čiare v červenej oblasti, je snaha o koreláciu. Korelácia je síce komplikovaná, no svetelné krivky sú tu dôležité a v tomto smere sú amatérske pozorovania veľmi užitočné.

Na podobnom probléme som spolupracoval s dr. Farrelom, ktorý pôsobil v Los Alamos. Je profesionál, čo sa týka fyziky, no amatér v astronomických pozorovaniach. Má vlastnú Schmidtku, ktorou pozoroval kométu Mrkos z roku 1957. Mala zaujímavú morfológiu v prachovom chvoste a jeho pozorovania sa stali základom nášho spoločného vedeckého článku. Jeho pozorovania sa ukázali ako nevyhnutné a slúžili na modelovanie veľmi zaujímavého fenoménu.

Všetchně členům časopisu "Kozmos" přeji  
hodně hezké čtení do budoucna  
5. září 1999  
Kdenajdujiny

V prípade amatérov záleží na tom, kto čo robí. Sú amatéri, ktorí robia nesmierne užitočnú prácu, a sú amatéri, ktorí ani tieto ambície nemajú a pozorujú si pre svoje vlastné potešenie a ani na tom nie je nič zlého.

Čo sa týka využitia amatérskych pozorovaní, tak v mnohých prípadoch sú nielen užitočné, ale takmer neodmysliteľné.

#### Vzťah amatérov a profesionálov u nás je tradične dobrý. Je podobná situácia v týchto vzťahoch aj v USA?

Myslím, že áno. Je to ale veľmi individuálne. Záleží na tom, čím sa ktorí profesionáli zaoberajú, ale v prípade, že im ide o získanie nejakého pozorovacieho materiálu, ktorý nie je k dispozícii z profesionálnych pozorovaní, tak sa obracajú na amatérov o pomoc a v mnohých prípadoch túto pomoc skutočne dostanú.

#### Domnievate sa, že aj v astronómii sme len takou maličkou krajinou?

Žiadna krajina nemá patent na bystrých ľudí. Tí sa rodia vo všetkých zemiach a my sa skutočne nemusíme hanbiť za to, čo sme dali v astronómii svetu. Ak uvážime, že je to malá krajina, ten príspevok je podľa mňa podstatne väčší než by to zodpovedalo populácii. Takže je všetko v poriadku, a veľa úspechov do budúcnosti.

#### Ako vidíte perspektívu našich mladých astronómov? V minulosti sme mali výrazné osobnosti, teraz sa pracuje skôr v tímoch a je tu internet. Sú terazšie možnosti lepšie?

Tým, že je možnosť komunikácie aj na globálnej škále, je situácia neporovnateľne lepšia než kedykoľvek v minulosti. To samozrejme prispieva k medzinárodnej spolupráci, k tomu, že informácie sa šíria prakticky rýchlosťou svetla. To všetko je výhoda pre mladých ľudí a ja vidím budúcnosť našej astronómie, aj amatérskej astronómie, vo veľmi ružových farbách.

#### Jeden z Vašich koníčkov je vraj aj návšteva „Československa“...

Je to skutočne tak, okrem vlašajška som tu od roku 1992 každý rok aspoň na týždeň alebo na dva.

#### Áký je váš názor na časopis Kozmos?

Kozmos poznám, no priznám sa, nie som jeho pravidelným čitateľom...

Ďakujem Vám za rozhovor.

Za Kozmos PAVOL RAPAVÝ



Hore: Žiaci a ich učiteľ Luboš Perek (druhý zľava). Dole: Na panelovej diskusii sa začal odvíjať príbeh astronómie a astronómov (jej protagonistov) 20. storočia, ktorý tak ako celý festival brilantne moderoval dr Grygar. Dvanásť astronómovia, doc. Palouš, dr. Pokorný, Ing. Grün, dr. Harmanec, dr. Rušin, Ing. Vondrák, dr. Jakeš, Ing. Zicha, dr. Sekanina, dr. Kohoutek, dr. Ceplecha a doc. Perek zasadli do jedného radu a odpovedali na otázky.



## Rozhovor s Dr. Lubošom Kohoutkom

**Ktorý problém v astronómii považujete v súčasnosti za najzaujímavejší ?**

Za najzaujímavejšie, a to myslím na celé ľudstvo, a nielen na astronómiu, by som považoval dôkaz existencie života mimo našej Zeme. Bol by to ďalší krok k odpovedi na otázku o postavení ľudstva vo vesmíre. Odpoveď na túto otázku pokladám za veľmi podstatnú. Od nepamäti mali ľudia skreslenú predstavu o svojom postavení vo vesmíre (pozri astrologické názory, ktoré sú rozšírené dodnes). Výsledky astronómie, zvlášť v tomto storočí, ukázali správne postavenie Zeme v Slnčnej sústave, správne postavenie Slnka v Galaxii, postavenie Galaxie medzi ostatnými galaxiami. Ako ste si všimli, formuloval som odpoveď na túto otázku v konjunktíve. Aj keď pravdepodobnosť existencie života mimo našej Zeme je veľmi veľká, nepredpokladám, že by dôkaz existencie života mimo Zeme prišiel v dohľadnej dobe.

**Aké sú Vaše profesionálne i osobné vzťahy s ČR/SR?**

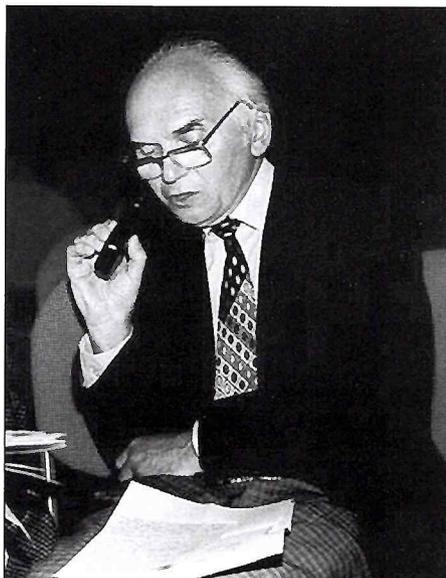
Moje vzťahy s ČR/SR sú, čo sa mňa týka, veľmi dobré. Aj keď žijem v Hamburgu, cítim sa ako Čech, presnejšie povedané Moravan. V astronómii mám v oboch republikách kolegov, s ktorými úzko spolupracujem. V minulom roku som napríklad navštívil Astronomický ústav v Tatranskej Lomnici, kde som chcel pozorovať. Bohužiaľ, počasie bolo veľmi zlé, takže pozorovanie tam budem musieť zopakovať. Po osobnej stránke mám časté (to je samozrejme relatívne) kontakty s príbuznými a známymi v ČR, a čo sa týka Slovenska, dobre tam poznám ešte zo štúdií v Brne dr. Tremka v Tatranskej Lomnici aj iných.

**Ako Vy vnímate postavenie našej astronómie vo svete?**

Takúto otázku pokladám za trochu nacionalistickú. Astronómia je ako málokterá iná veda internacionálna a môže v nej prispieť ktokoľvek na svete za jediného predpokladu: že pracuje svedomite a dobre. Nerozhodujú ani tak finančné možnosti, ktoré má malý štát iste menšie než štát veľký, ale skôr dobré idey. Vzhľadom k značným súčasným možnostiam komunikácie je možné spolupracovať prakticky z kýmkoľvek a kdekoľvek na svete, takže štátne hranice skôr miznú.

**Začínali ste ako meteorár, taká bola aj téma Vašej diplomovej práce. Neskôr ste sa venovali planetárnym hmlovinám a Váš katalóg, ktorý ste vydali s doc. Perkom, je najcitovanejšou astronomickou prácou, ktorá u nás vznikla. Venujete sa aj teraz pozorovaniu, stále Vás uchvacuje pohľad na nočnú oblohu?**

Pohľad na nočnú oblohu pokladám stále za jeden z najkrajších zážitkov, ktoré človek v živote má. Mám samozrejme na mysli pohľad na oblohu trebárs na vidieku alebo na horách, kde je obloha dosť tmavá. Bohužiaľ, je mnoho ľudí, ktorí takýto pohľad nepoznajú – žijú pod oblohou osvetlenou rôznymi svetlami, napr. v mestách. Takých ľudí mi je ľúto. Čo sa týka pozorovaní, robil som ich veľmi rád a snažím sa ich robiť aj doteraz. Celá astronómia je založená na pozorovaní, teórie z pozorovaní vychádzajú, vysvetľujú ich. Snažím sa oddialiť dobu, keď



**Dr. LUBOŠ KOHOUTEK (\*1935), popredný odborník na medzihviezdnu hmotu, spoluautor svetoznámeho Katalógu galaktických planetárných hmlovín. Od roku 1970 pôsobí v Hamburgu, neúnavný pozorovateľ predovšetkým veľkou Schmidtovou komorou v Hamburgu, na La Silla a Calar Alto. Širšej verejnosti je známy ako objaviteľ jasnej kométy z roku 1973 a niekoľkých planétiek.**

už pozorovania nebudem schopný robiť – raz to bohužiaľ príde.

**Čo by ste odkázali mladým amatérom, ktorí sa chcú venovať astronómii profesionálne a aký je váš vzťah k amatérom ?**

Mladým ľuďom, ktorí sa chcú venovať astronómii profesionálne, by som povedal to, aby boli vo svojich cieľoch húževnatí a nenechali sa zlákať možnosťou vyššieho alebo ľahšieho zárobku niekde inde. Samozrejme, nemôžu byť všetci ľudia astronómovia, ale astronómom z povolania môže byť v podstate každý, kto má v tomto smere vytrvalosť a kto má astronómiu rád. Proste, kto má srdce astronóma amatéra. Z poslednej vety je vidieť, že si astronómov amatérov vážim, a to nielen preto, že sú v astronómii odbory, kde môžu amatéri urobiť veľký kus práce, ale hlavne preto, že majú astronómiu radi.

**Môžete porovnať úroveň vedomostí – popularizácie astronómie u nás a vo svete?**

To dobre nemôžem, pretože nie som popularizátor. Čo sa týka vedomostí v astronómii viem, že nie sú veľmi vyhovujúce nikde vo svete. A to mám na mysli aj tzv. „vyspelé“ krajiny s inak pomerne vysokou kultúrou. Ukázalo to napríklad aj posledné zatmenie Slnka v auguste: o tomto úplne normálnom prírodnom úkaze malo množstvo ľudí skreslené predstavy. Vážim si tých, ktorí rozširujú astronomické poznatky, ich práca je záslužná.

**Vami objavená kométa 1973f mala byť, čo sa týka jasnosti, kométou storočia. Bola pozorovaná**

aj zo Skylabu. Pošukáva sa, že tento mediálny krok bol zo strany astronómov zámerný a účelom bolo získanie väčšieho množstva financií. Je to pravda?

Kométy 1973f bola nájdená viac ako 8 mesiacov pred prechodom perihéliom, takže bolo dosť času na špekulácie o jej jasnosti. Boli aj také, že kométa bude veľmi jasná. Zvlášť podobné prognózy rozširovali mnohí novinári, ktorí sa potom sami divili, keď kométa taká jasná nebola. Boli však aj astronomické príčiny toho, že kométa nebola mimoriadne jasná. U novej kométy je v podstate priebeh jasnosti nepredvídateľný, závisí najmä od jadra. Pri kométe 1973f bolo jadro mimoriadne kompaktné, takže z neho nevyvieral dostatok plynu a prachu. Nevytvorila sa preto dostatočne veľká a jasná hlava a najmä chvost – časti kométy, ktoré tvoria jej jasnosť. Čo sa týka astronómov, nemyslím, že by predpovedali veľkú jasnosť kométy len za účelom získania väčšieho množstva financií. Skôr je pravda v tom, že jasnosť novej kométy sa nedá presnejšie predpovedať. Nemôžem pochopiteľne vylúčiť, že predpoveď aj veľkej jasnosti kométy neprišla pre niektorých ľudí vhod.

**Čo alebo kto Vás podnietil k štúdiu astronómie?**

K štúdiu astronómie ma priviedli dve veci: jednak vlastné pozorovanie, a to ako malým ďalekohľadom „Amat“, ktorý som dostal ako 14-ročný od rodičov (pozoroval som ním najmä Slnko), jednak vizuálne pozorovanie meteorov. A potom to bola kniha Huberta Slouku „Pohledy do nebe“, ktorú som dostal pod stromček. Podpora rodičov v mojom výstrednom záujme bola iste veľmi dôležitá.

**Plány do budúcnosti?**

V súčasnej dobe pracujem na novej verzii katalógu galaktických planetárných hmlovín, ktorú by som chcel publikovať roku 2000. Okrem toho by som chcel dokončiť čo najviac fotometrických a spektroskopických prác o jednotlivých planetárných hmlovinách. Pozorovací materiál k nim už z väčšej časti mám a chcel by som ho doplniť novými pozorovaniami na La Silla v Chile (ESO) v budúcom roku. Z oboru medziplanetárnej hmoty by som chcel čo najskôr ukončiť spracovanie CCD snímkov hlavy kométy Hale-Bopp z r. 1997.

**Ste odborníkom na planetárne hmloviny. Ako do tejto oblasti zasiahol HST?**

HST významne zasiahol do mnohých oborov astronómie veľmi ostrými snímkami a snímkami s veľkou rozlišovacou schopnosťou. Čo sa týka planetárných hmlovín, ukázal ich často veľmi zložitú štruktúru, takže sa človek neubrání myšlienke, či ide o jedinú skupinu objektov. Prínos HST v planetárných hmlovinách by som videl najmä v možnosti podrobnejšie študovať ich morfológiu.

**Čo Vás zaujalo práve na planetárných hmlovinách?**

Štúdiom planetárných hmlovín a medzihviezdnej hmoty vôbec v podstate dopĺňa štúdiom vývoja hviezd. Podobne, ako existuje vývoj živej hmoty (mám na mysli vývojovú teóriu, ktorej základy položil v minulom storočí Darwin), existuje aj vývoj hmoty neživej, vznik a zánik hviezd – a astronómia najmä tohto storočia načrtli správny obraz tohto vývoja. Ide o akýsi kolobeh, ktorého súčasťou sú práve planetárne hmloviny ako „spravidelné štádium“ vývoja hviezd po vyčerpaní zdrojov nukleárnej energie. Okrem toho sú planetárne hmloviny veľmi pekné!

**Ďakujem Vám za rozhovor.**

Za Kozmos PAVOL RAPAVÝ

*Členoviči časopisu Kozmos sa srdečneým  
povzbudím a prácu ním neopúšťam*

5.9.1999

*Luboš Kohoutek*

# Stránka pre začínajúcich astronómov (5)

Dnes budeme pokračovať v preberaní transformácie astronomických súradníc. Látka je o niečo ťažšia, určená hlavne tým, ktorí ovládajú stredoškolskú matematiku. Je tam však aj program pre PC, ktorý môže zvládnuť každý. Pripomínam, že sa chystáme pre všetky výpočty vypracovať exe programy a tieto distribuovať na disketách.

Pre tých, ktorí poznajú trigonometriu zo strednej školy, bude hračkou vypočítať  $h$  a  $A$  pre zadanie z minulého čísla ( $\alpha = 3^h$ ,  $\delta = 14^\circ 30'$ ,  $\varphi = 49^\circ$ ,  $\lambda = 20^\circ$ , 9. 10. 1999, 22<sup>h</sup> UT) podľa nasledujúcich transformačných vzorcov:

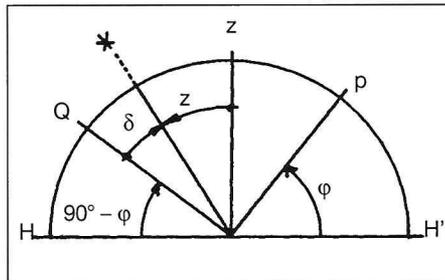
$$\begin{aligned} \sin h &= \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t &= 0,69673 \\ \cos h \sin A &= \cos \delta \sin t &= -0,58163 \\ \cos h \cos A &= -\cos \varphi \sin \delta + \cos \delta \sin \varphi \cos t &= 0,41985 \end{aligned}$$

kde  $t$  sme určili zo vzťahu:  $t = \theta - \alpha$ . Hviezdny čas  $\theta$  môžeme určiť buď podľa ročenky, kde je uvedený pre každý dátum hviezdny čas o 0<sup>h</sup> UT ( $\theta_0$ ):  $\theta = \theta_0 + 1,0027379 \cdot \text{UT} + \lambda$ , alebo podľa programu v qbasic uverejneného v č. 4/99. V každom prípade dostaneme hodnotu 0<sup>h</sup>32<sup>m</sup>18<sup>s</sup>. Tí, ktorí ešte (alebo už) nevedia trigonometriu, ale vyznajú sa v počítači, môžu na riešenie úlohy použiť nasledujúci program v qbasic (je v DOS- v každom počítači):

```
DEFDBL A-Z
pi = 4 * ATN(1): pil = pi / 180
INPUT "fi, st.,min.,sec. ", fis, fim, fss
INPUT "lambda (na E je plus),st.,min.,sec. ", las, lam, lass
INPUT "alfa, h,m,s ", alh, alm, alss
INPUT "delta,st,m,s ", dels, delm, delss
INPUT "theta (miesny) h,m,s ", thh, thm, thss
ths = 15 * (thh + thm / 60 + thss / 3600)
fi = pil * (fis + fim / 60 + fss / 3600)
la = pil * (las + lam / 60 + lass / 3600)
als = 15 * (alh + alm / 60 + alss / 3600)
al = pil * als
tes = ths - als: t = pil * tes
del = pil * (dels + delm / 60 + delss / 3600)
chsa = COS(del) * SIN(t)
chca = COS(del) * SIN(fi) * COS(t) - SIN(del) * COS(fi)
sh = SIN(del) * SIN(fi) + COS(del) * COS(fi) * COS(t)
hs = ATN(sh / SQR(1 - sh ^ 2)) / pil
a$ = "h = ": b$ = "Az = "
PRINT USING "&###.#####", a$: hs
az = ATN(chsa / chca) / pil
IF (chsa > 0 AND chca < 0) THEN az = 180 + az: GOTO pp
IF (chsa < 0 AND chca < 0) THEN az = 180 + az: GOTO pp
IF (chsa < 0 AND chca > 0) THEN az = 360 + az
pp:
PRINT USING "&###.#####", b$: az
END
```

Po výpočte dostaneme hodnoty:  $h = 44,2^\circ$ ,  $A = 305,8^\circ$ . Vidíme, že aj hodnoty odhadnuté podľa otáčavej mapky oblohy ( $45^\circ$ , resp.  $308^\circ$ ) sú blízke presným hodnotám.

Transformačné vzorce vyplývajú z poučiek sférickej trigonometrie. Rovinná trigonometria sa zaoberá vzťahmi medzi prvkami trojuholníka v rovine a sférická trigonometria vzťahmi medzi prvkami trojuholníka na guli. Jeho strany sú oblúky veľkých kružníc, t.j. kružníc, ktoré sú priesečnicou rovin, prechádzajúcich stredom gule



0°	1°	2°	5°	10°	15°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
36°38"	25°36"	19°07"	10°15"	5°31"	3°42"	2°45"	1°45"	1°11"	0°51"	0°35"	0°22"	0°11"	0°0"

s jej povrchom a uhly sú uhly medzi týmito rovinami. Mnohých mátie, že na rozdiel od trojuholníka v rovine, je dĺžka strany sférickeho trojuholníka vyjadrená tiež uhlovou mierou. Možno pomôže takáto predstava: majme tri polpriamky vychádzajúce z jedného bodu; potom uhly medzi priamkami sú stranami sférickeho trojuholníka a uhly medzi rovinami, ktoré sú určené každými dvojicami priamok, sú uhlami sférickeho trojuholníka. Transformačné vzorce používajú tri základné vety sférickej trigonometrie: vetu sinusovú, kosinusovú a sinuskosinusovú. Ich odvodenie by vyžadovalo asi dve stránky časopisu. Ak by bol záujem (treba ho prejavíť v liste redakcii) môžeme ho neskôr uverejniť.

Vráťme sa však k našej úlohe. Zdalo by sa, že na riešenie by stačili dve rovnice. Z prvej určíme  $h$  a z druhej  $A$ . Výšku  $z$  z prvej rovnice určíme jednoznačne, ale pre určenie azimutu potrebujeme ešte tretiu rovnicu, pomocou ktorej určíme príslušný kvadrant. V našom prípade je sinus záporný a kosinus kladný, to znamená, že azimut je vo štvrtom kvadrante.

Opačná transformácia sa v amatérskej praxi používa menej. Vzájomnými vzťahmi medzi rôznymi druhmi súradníc, časom a ich zmenami sa zaoberá sférická astronómia. Praktická astronómia je jej časťou, ktorá sa okrem iného, zaoberá presným určením zemepisných polôh, ktoré potrebuje geodézia a navigácia. Z merania polohy nebeských telies a času dokáže určiť polohu na Zemi, prípadne smery svetových strán. Používané metódy sú pomerne zložité a vyžadujú ďalšie štúdium.

Ak však máme k dispozícii nejaký prístroj na meranie uhlov (sextant, teodolit), môžeme sa pokúsiť určiť svoju polohu pomocou merania výšky hviezdy v miestnom meridiáne a času prechodu cez meridián. Na to potrebujeme poznať polohu

miestneho meridiánu a túto môžeme určiť napr. podľa metódy opísanej v prvej časti tohoto seriálu. Princíp si vysvetlíme podľa obrázku. HH' znázorňuje horizont, Z je zenit, P – pól, Q – rovník a kružnica predstavuje miestny meridián. Z obrázku je jasné, že:

$$\varphi = z + \delta.$$

$\delta$  zistíme z nejakého katalógu. Pri presnejších meraniach musíme zohľadniť precesiu a nutáciu. Návod na redukciu je obyčajne uvedený pri tabulkách. Pri zmeranom  $z$  musíme zohľadniť atmosférickú refrakciu. Refrakcia, t.j. lom svetla v zemskej atmosfére spôsobuje, že všetky nebeské telesá vidíme o niečo vyššie, ako sú v skutočnosti. Ak zdanlivú výšku označíme  $h_z$  a refrakciu  $R$ , potom pre skutočnú výšku  $h$  máme výraz:

$$h = h_z - R.$$

$R$  je uvedené v rôznych tabulkách (napr. Valouchových). Ďalej uvádzame skrátenú verziu:

**V prvom riadku je uvedená zdanlivá výška, v druhom refrakcia pri 1013 hPa a 0° C.**

Nech napr. 15. 11. 1999 o 01<sup>h</sup> UT pozorujeme prechod hviezdy  $\alpha$  Ori cez miestny meridián vo výške  $h_z = 48^\circ 15'$ .  $\alpha = 5^h 55^m 10^s$ ,  $\delta = 7^\circ 24' 26''$ .  $h = 48^\circ 15' - 0^\circ 55'' = 48^\circ 14' 05''$  a  $\varphi = 90^\circ - h + \delta = 49^\circ 10' 11''$ .

Zemepisnú dĺžku určíme z rozdielu miestneho hviezdneho času a hviezdneho času v Greenwichi. Miestny hviezdny čas ( $\theta$ ) je práve  $\alpha$  hviezdy pri prechode poludníkom, lebo vtedy je práve  $t = 0$ .

Hviezdny čas na nultom poludníku ( $\theta_0$ ) určíme vyššie opísaným postupom:  $\theta_0$ , 15. 11. 1999 o 01<sup>h</sup> UT je 4<sup>h</sup> 34<sup>m</sup> 43<sup>s</sup>.  $\lambda = \theta - \theta_0 = 1^h 20^m 27^s \approx 20^\circ 06' 45''$  E.

Prvú transformačnú rovnicu môžeme s výhodou použiť na výpočet okamihu východu, resp. západu nebeských telies. Pôjde iba o objekty so stálymi súradnicami. Podobný výpočet pre Slnko, Mesiac a planéty je zložitejší a budeme o ňom hovoriť neskôr.

$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t = -0,01066 = \sin(-36^\circ 38'')$ , (lebo keď sa hviezda objaví nad obzorom, v skutočnosti je o refrakčný uhol pod obzorom). Z rovnice vypočítame  $\cos t$ :  $\cos t = -(0,01066 + \sin \varphi \sin \delta) / \cos \varphi \cos \delta$ , čo je polovičný denný oblúk.  $t$  je hodinový uhol východu, alebo západu hviezdy.

Z rovnice:  $\theta = \alpha + t$  určíme hviezdny čas východu, resp. západu a prevodom na SEČ ojbčiansky čas hľadaných momentov.

V rámci cvičenia pokúsme sa nájsť čas východu hviezdy  $\alpha$  Ori dňa 14. 11. 1999 v mieste so súradnicami podľa predchádzajúceho príkladu. Po dosadení dostaneme  $\cos t = 0,16689$ , z čoho

$$\begin{aligned} t &= 80,393^\circ = 5,35953^h. \text{ Miestny hviezdny čas} \\ \text{východu je: } \theta &= \alpha - t = 5,91944 - 5,35953 = \\ &= 0,5591^h. \text{ Svetový hviezdny čas je: } \theta_0 = \theta - \lambda = \\ &= 0,5591 - 1,34083 + 24 = 23,21827^h. \end{aligned}$$

Podľa ročenky je svetový hviezdny čas o 0<sup>h</sup> UT 3<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> 37<sup>s</sup> = 3,51028<sup>h</sup>, interval hviezdneho času je teda 17,70799<sup>h</sup> a interval stredného slnečného času je 17,70799/1,0027379 = 17,65964 = 17<sup>h</sup> 39<sup>m</sup> 35<sup>s</sup> UT = 18<sup>h</sup> 39<sup>m</sup> 35<sup>s</sup> SEČ.

Poznámka: Pri výpočtoch s uhlami je dnes, pri použití kalkulačiek a počítačov, výhodnejšie používať zlomky stupňov alebo hodín ako klasické minúty a sekundy.

Milan Rybanský

Jiří Grygar:

# Žeň objevů 1998 (XXXIII.)

Věnováno památce čestné členky České astronomické společnosti RNDr. Marty Chytilové (1907–1998) z Brna

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

## 3.3. Rentgenové dvojhvězdy a proměnné zdroje

R. Wijnands a M. van den Klis objevili loni v dubnu pomocí družice RXTE první **milisekundový rentgenový pulsar J1808-369** s impulsní periodou 2,49 ms ve vzdálenosti 4 kpc. Vzápětí se podařilo nalézt i jeho optický protějšek  $V = 16,6$  mag a  $K = 13,8$ . V jeho spektru byla pozorována emise  $H\alpha$  o šířce 1000 km/s, ale objekt koncem dubna zeslábl. Podle D. Chakrabartyho a E. Morgana jde o rentgenovou dvojhvězdu s průvodcem o hmotnosti pouhých  $0,15 M_{\odot}$ , který obíhá po kruhové dráze o minimálním poloměru 0,13 AU kolem neutronové hvězdy s hmotností 1,35–2,0  $M_{\odot}$  v periodě 2,0 h. Roční přenos hmoty z průvodce do tenkého disku kolem slabě magnetické neutronové hvězdy činí však nyní jen  $10^{-11} M_{\odot}/rok$ . Průvodce však během posledních stovek milionů let ztratil již polovinu své původní hmotnosti vinou rentgenového ohřevu a následného odpařování materiálu z povrchu a slabě magnetické pole zase usnadňuje akreci přenesené látky na povrch neutronové hvězdy, což výrazně urychlilo její rotaci. Zářivý výkon zdroje v tvrdém rentgenovém pásmu dosahuje hodnoty řádu  $10^{29}$  W. Podle N. Whitea byla existence takových dvojhvězd, jež jsou předchůdcem osamělých milisekundových pulsarů, předpovězena již před 15 lety, ale teprve velká sběrná plocha družice RXTE přispěla k nalezení tohoto spojovacího článku mezi rentgenovými dvojhvězdami a rádiovými milisekundovými pulsary, kde se neutronová hvězda chová jako hvězdný kanibal a nejpozději za miliardu let svého průvodce doslova pohltí.

Naproti tomu A. Mitra zpochybnil identifikaci černé díry v rentgenové dvojhvězdě **Cyg X-3**, jelikož se mu nepodařilo potvrdit tvrzení o hmotnosti zhroutené složky kolem 17  $M_{\odot}$ . Autor proto soudí, že v soustavě může být jediné málo hmotná černá díra, anebo dokonce poněkud přetučnělá neutronová hvězda. P. Chadwick aj. studovali dalšího kandidáta na černou díru, soustavu **Cen X-3**. V této rentgenové dvojhvězdě přetéká látka ze sekundární složky na akreující černou díru, a variace tempa přenosu hmoty se projevují proměnností rentgenového i gama záření v pásmu do 400 GeV. Nad touto hranicí až do 1 TeV je však tok záření gama dlouhodobě stálý.

I. Moskalenko aj. sestrojili nový model prototypu rentgenových dvojhvězd s černou dírou **Cyg X-1** na základě pozorování v rentgenovém i gama pásmu spektra. Složky dvojhvězdy obíhá

jí kolem sebe v periodě 5,6 dne po kruhové dráze s poloměrem 0,27 AU a zhroutená hvězda vykonává precesní pohyb v periodě 294 d. Zatím nejlepší důkazem o přítomnosti černé díry v soustavě jsou pozorované krátkodobé rentgenové variace toku s periodami řádu milisekund.

Černá díra se téměř určitě nalézá v rentgenové dvojhvězdě **GRS 1915+105** v souhvězdí Orla, která byla rozpoznána v roce 1992 v pravděpodobné vzdálenosti 12 kpc od nás. Zhroutená složka o hmotnosti kolem 20  $M_{\odot}$  je obklopena akrečním diskem, z něhož vybíhají dva protilehlé výtrysky, v nichž látka dosahuje rychlosti 92% rychlosti světla. Podle I. Mirabela a L. Rodrígueza jde o typický mikrokvasar v naší Galaxii. Jeho rádiová jasnost počala loni v červnu růst na 0,7 Jy v pásmu 2 GHz a 0,6 Jy na 8 GHz. Nepřímým důkazem výskytu černé díry v soustavě jsou kvazi-periodické oscilace s malou amplitudou a frekvencí 67 Hz, pozorované W. Cuim aj.

Počátkem června vzplanul přechodný zdroj **XTE 1748-288** ve tvrdém rentgenovém pásmu, objevený družicí RXTE a potvrzený aparaturou BATSE na družici Compton. V rentgenovém oboru dosáhl brzy intenzity až 0,6 Kraba a navíc se o pár dnů později vynořil i jako rádiový zdroj ve frekvenčním pásmu 1,5–22 GHz, když jeho rádiový tok dosáhl hodnoty až 0,6 Jy. Měření obří anténou VLA prokázala, že jde o plošný rádiový zdroj, který se vůči pozadí pohybuje rychlostí 0,03"/den. Družice RXTE odhalila vzápětí kvazi-periodické oscilace, což zvyšuje naději, že jde o dalšího kandidáta na hvězdnou černou díru.

Tatáž družice objevila přechodný rentgenový zdroj **XTE J2123-058** koncem téhož měsíce ve vysoké galaktické šířce  $-36^{\circ}$ , jenž dosáhl ve tvrdém pásmu X toku 0,1 Kraba. O den později byl rozpoznán i jako hvězda  $V = 16,4$  mag a její spektrum s řadou emisních čar odpovídalo málo hmotné rentgenové dvojhvězdě v období překotné termonukleární reakce na povrchu neutronové hvězdy. Světelná křivkajevila periody 5,95 h a dále 7,2 d, což se vysvětluje jednak oběžným pohybem v zakřivené dvojhvězdě a jednak precesí akrečního disku kolem neutronové hvězdy. V polovině srpna hvězda zeslábla na  $R = 19,1$ , ale současně zesílila sinusoidální orbitální modulace jasnosti z amplitudy 0,8 mag na 1,4 mag. Koncem téhož měsíce však rentgenový zdroj nápadně zeslábl a orbitální modulace se zcela vytratila.

Počátkem září se vynořil přechodný rentgenový zdroj **XTE J1550-564** souběžně s rádiovým protějškem a o tři dny po něm následujícím protějškem optickým, jenž dosáhl  $V = 16$  mag. Spek-

tra z poloviny září odhalila široké emise vodíku a ionizovaného hélia, odpovídající rychlostem rozpínání až 1650 km/s. V té době dosáhl rentgenový tok hodnoty 3,2 Kraba, ale 19. září 1998 byl pozorován výbuch 6,8 Kraba, což ze zdroje učinilo nejjasnější rentgenovou novu, pozorovanou družicí RXTE! Po maximu pak nastalo pomalé odeznívání s kvazi-periodickými oscilacemi o frekvenci 184 Hz a poklesem rentgenového toku na 1,3 Kraba. Z oscilací lze usoudit, že jde o dvojhvězdu, v níž je kompaktní složkou hvězdná černá díra. Dosud totiž známe jen tři rentgenové dvojhvězdy, v nichž jsou frekvence oscilací vyšší než 50 Hz.

Tím třetím vzadu je zdroj **GRO 1655-40** v souhvězdí Štíra s frekvencí oscilací 298 Hz (perioda 3,4 ms). Podle R. Hynese aj. jde o přechodný zdroj měkkého rentgenového záření, vynikající „nadsvětelnými“ výtrysky. Poprvé byl pozorován družicí Compton v červenci 1994 a identifikován jako rentgenová dvojhvězda o nízké hmotnosti průvodce. Ze spekter, pořízených FOS HST, vyplynulo, že objekt je od nás vzdálen 3,2 kpc, složky kolem sebe obíhají v periodě 2,63 d a primární složka má hmotnost 7,0  $M_{\odot}$  při sklonu  $70^{\circ}$ . Podle E. Regöse aj. má sekundární složka hmotnost 2,3  $M_{\odot}$  a předává ročně černé díře  $1,3 \cdot 10^{10} M_{\odot}$ , ačkoliv zcela nevyplňuje příslušný Rocheův lalok. Černou díru obklopuje rozsáhlý akreční disk, v němž se pozorují četné nestability.

Poněkud sporným kandidátem na hvězdnou černou díru je dle E. Harlaftise aj. rentgenová dvojhvězda **J0422+32**, jejíž spektrum získali prostřednictvím Keckova dalekohledu. Při poměru hmotností složek 0,12 činí projekce relativní orbitální rychlosti 90 km/s, ale spodní mez hmotnosti primární složky činí pouze 1,4  $M_{\odot}$ , přičemž sekundární složka spektrální třídy M2 poskytuje 61% světla soustavy v pásmu R.

Proslulý „rychlý blýskač“ **MXB 1730-335** se projevil celkem 31 rentgenovými záblesky v pásmu 5,5–16 keV mezi listopadem 1996 a únorem 1998. Z rozboru profilů záblesků vychází rotace neutronové hvězdy v periodě 6,5 ms. Počátkem srpna se zjasnil na 1 Kraba a v tu dobu byly pozorovatelné silné kvazi-periodické oscilace rentgenového záření s frekvencemi 2–3 Hz.

Počátkem dubna loňského roku zeslábla proměnná hvězda **CI Cam**, jež je běžně kolem 10 mag, asi o půl magnitudy během 18 h. Jde o optický protějšek rentgenového zdroje XTE J0421+560, který je od nás vzdálen 1 kpc a podobá se známé rentgenové dvojhvězdě SS 433 s protilehlými relativistickými výtrysky. Rádiová

měření pomocí VLA vykonaná následujícího dne na frekvenci 22,5 GHz potvrdila, že rádiové uzlíky, vycházející ze zdroje, se od něho vzdalují projektovanou rychlostí 0,026"/d, tj. 0,15 c.

V rentgenovém spektru se objevila čára železa o energii 6,7 keV. Rentgenový nástup vzplanutí zdroje proběhl během 0,1 dne a následný exponenciální pokles byl o něco povlnnější se spádem 0,6 dne. V pásmu tvrdého rentgenového záření dosáhl zdroj maxima již 31. března 1998 na úrovni 1,1-násobku záření Krabí mlhoviny. V polovině září 1998 se opět začal zjasňovat optický protějšek V1333 Aql rentgenové dvojhvězdy Aql X-1, jehož světelná křivka je modulována v periodě 18,95 h. Koncem září však protějšek opět zeslábl a právě tehdy se podařilo pomocí Keckova dalekohledu zobrazit obě složky dvojhvězdy v infračerveném pásmu K; jejich vzájemná úhlová vzdálenost činí 0,46".

Prakticky současně znovuobjevila družice RXTE přechodný zdroj **GRO J1944+26** v tvrdém rentgenovém oboru 2–60 keV s tokem 0,11 Kraba. Rentgenový zdroj jeví 30% pulsace s periodou 15,8 s s jedním či dvěma vrcholy na světelné křivce, v závislosti na energii záření. Objekt byl posléze ztotožněn s přechodným rentgenovým zdrojem 3A 1942+274, nalezeným družicí Ariel 5 již r. 1976, takže jde o jeho rekurenci. Je pravděpodobné, že na tomto místě se nachází hvězda třídy B, vzdálená od nás 4 kpc.

Družice ROSAT odhalila koncem r. 1996 měkké rentgenové záření pulsaru **RX J0052.1-7319** v Malém Magellanově mračnu s rotační periodou 15,3 s. Aparatura BATSE vzápětí prokázala, že pulsar září také v tvrdém rentgenovém oboru nejméně do 50 keV. Při známé vzdálenosti Mračna odtud vychází rentgenový zářivý výkon 1,1.10<sup>30</sup> W. Souvislá měření do konce loňského roku poukázala na zrychlování rotace tempem 5,4.10<sup>-11</sup>.

I. Kreykenbohm aj. studovali pomalý rentgenový pulsar **Vela X-1 = 4U 0900-40 = HD 77581**, jenž je zakrytý dvojhvězdou, vzdálenou od nás 2,0 kpc a skládající se z veleobra B0Ib o hmotnosti 23 M<sub>o</sub> a neutronové hvězdy, která kolem něho obíhá v periodě 8,96 dne. Neutronová hvězda akreuje hvězdný vítr veleobra rychlostí 4.10<sup>-6</sup> M<sub>o</sub>/rok. Rentgenový pulsar má mimořádně dlouhou periodu 283 s a družice RXTE zjistila již počátkem r. 1996, že ač profil impulsů zůstává zachován, jejich intenzita značně kolísá až o řád od maxima na úrovni 4.10<sup>29</sup> W.

S. Portegies Zwart a L. Jungelson zjistili, že průměrné stáří soustav **binárních neutronových hvězd** se pohybuje od 100 milionů do 1 miliardy let, a že tempo jejich vzniku činí 3,4.10<sup>-5</sup>/rok, zatímco tempo jejich splývání následkem gravitačního vyzařování dosahuje 2.10<sup>-5</sup>/rok. Pokud jsou proslulé zábleskové zdroje záření gama usměrněny do svazku s vrcholovým úhlem několika obloukových stupňů, odpovídá četnost splývání neutronových dvojhvězd frekvenci výskytu zmíněných zábleskových zdrojů. W. Kluzniak a W. Lee zjistili, že při splývání neutronové hvězdy s černou dírou může jádro neutronové hvězdy takovou katastrofu přezít jako izolované těleso. M. Ruffert a H. Janka simulovali na superpočítači srážku dvou neutronových hvězd a ukázali, že přitom vzniká neutrinový tok o výkonu až 4.10<sup>47</sup> W, trvající několik milisekund. Anihilace párů neutrinu-antineutrinu vede k zářivému výkonu řádu 10<sup>45</sup> W a anihilace párů pozitron-elektron

dává 10<sup>43</sup> W během cca 10 ms. Z jejich výpočtů vyplývá tempo splývání neutronových dvojhvězd v Galaxii řádově na 10<sup>-5</sup>/rok.

E. Ergma a E. van den Heuvel studovali 7 známých rentgenových dvojhvězd, v nichž je zhroutenou složkou patrně černá díra a kde její průvodce je málo hmotná hvězda. Odtud odvodili, že průměrná **hmotnost těchto černých děr** v soustavách měkkých přechodných zdrojů rentgenového záření dosahuje až 15 M<sub>o</sub> a jejich hvězdní předchůdci proto museli mít původní hmotnost vyšší než 20 M<sub>o</sub>.

### 3.4. Zábleskové zdroje záření gama

Je zcela nepochybné, že tento obor výzkumu patří dnes k těm nejnápinavějším v moderní astronomii i astrofyzice a ani roční odstup nedovoluje dostatečně rozlišit podstatné objevy od efemérních aktualit i vyslovených omylů. Příkladem budiž **teoretické modely** povahy zábleskových zdrojů záření gama (GRB), jež byly publikovány v poslední dekádě. V r. 1986 přišel B. Paczynski s nápadem, že jde o splnutí dvou neutronových hvězd a o pět let později uveřejnil také model se splnutím černé díry s neutronovou hvězdou. V dalším roce navrhl D. Usov, že příčinou GRB je zhroutení bílého trpaslíka o hmotě na Chandrasekharově mezi na neutronovou hvězdu, zatímco S. Woosley usoudil, že může jít o nepovedený výbuch supernovy, tj. o přímé zhroutení velmi hmotné hvězdy na černou díru. Nejnověji opět Paczynski nabídl tzv. hypernovu, kdy mimořádně hmotná a rychle rotující hvězda ve dvojhvězdě se zpomalí, následkem čehož se zhroutí na černou díru. Při hmotnosti rotující černé díry kolem 10 M<sub>o</sub> je její rotační energie 5.10<sup>47</sup> J a může být příslušnými procesy (Blandfordův-Znajekův mechanismus) extrahována navenek. Paczynski soudí, že v okolí takového objektu dosahuje indukce magnetického pole neuvěřitelné hodnoty až 100 GT. Není divu, že takové útvary jsou asi o pět řádů vzácnější než supernovy II. typu.

V současné době se vsutku zdá, že GRB zahrnují více **různých typů mechanismů**, takže předělné nápady se navzájem nevylučují. Vskutku také I. Horváth tvrdí, že podle délky trvání GRB lze rozlišit tři třídy objektů: I - s trváním kratším než 2,5 s; II - s trváním v intervalu 2,5–7,0 s; III - s trváním nad 7,0 s. Splnutím neutronových hvězd se velmi podrobně zabývali M. Ruffert a H. Janka, jak jsem již uvedl v předělném odstavci. Splnutím vzniká černá díra, obklopená **akrečním toroidem** o hmotnosti až několika desetin M<sub>o</sub>. Ve směru rotační osy černé díry je účinnost uvolňování energie nejvyšší, a navíc v tom směru příliš nepřekáží baryonní hmota řádu nanejvýš 10<sup>-5</sup> M<sub>o</sub>. To je důležitě pro hladké vyzáření páprsků gama směrem do vnějšího kosmického prostoru. Autoři odtud odvozují, že svazky záření gama jsou usměrněny do kuželů s vrcholovými úhly od několika stupňů až do desítek stupňů. V blízkosti toroidu se energie nejprve ukládá díky anihilaci párů neutrina-antineutrina tempem až 4.10<sup>43</sup> W. To samo však ještě nestačí ke vzniku GRB, ale takto vyzářená energie je obsažena v tak rychle rotujícím materiálu, že se ihned nezřítí na černou díru a tak vzniká časová prodleva, která umožní vyzářit fotony gama. Model je velmi univerzální a má mnoho variant, takže jím lze dobře

vysvětlit i pozorovanou četnost GRB. Odpovídající zářivé výkony při GRB pak díky usměrnění svazků dosahují hodnot řádu „jen“ 10<sup>44</sup> W.

Vznikem **neutrin** před výbuchem GRB se rovněž zabýval M. Vietri. Tvrdí, že zejména ultraenergetická neutrina s energiemi nad 10 EeV se hodí i pro vysvětlení, odkud se berou stejné energetické částice kosmického záření, takže právě GRB mohou posloužit i pro řešení záhady výskytu těchto energetických částic. W. Kluzniak upozornil, že pokud se potvrdí mechanismus oscilace neutrin, pak lze v tzv. sterilních (nedetekovatelných) neutrinech uložit při vzplanutí GRB až 10<sup>45</sup> J energie, a tu pak výhodně přenést do prostředí bez baryonů, což – jak již víme – je zvláště příznivé pro emisi fotonů gama.

B. Qin aj. počítali průběh **zhroutení neutronové hvězdy v hmotné dvojhvězdě** na černou díru a dospěli rovněž k uvolnění energii řádu 10<sup>47</sup> J. Příčinou zhroutení je v tomto případě akrece materiálu ze druhé složky dvojhvězdy na černou díru tak dlouho, až se překročí spodní mez hmotnosti pro černé díry kolem 3 M<sub>o</sub>. Další možností je však ochlazení rychle rotující neutronové hvězdy mohutnou emisí neutrin, jež odnesou velkou energii. Konečně R. Sari vysvětluje pozorované optické dosvity jako srážku relativisticky se rozpínající baryonové „špinavé“ ohnivé koule GRB s interstelárním prostředím.

J. Bloom aj. pozorovali **optický dosvit GRB 970508** ještě 200 a 300 dnů po vzplanutí a zjistili, že se pokles světelné křivky výrazně zpomalil. Poloha zdroje se liší od polohy středu mateřské galaxie pouze o 0,37", což při kosmologickém červeném posuvu z = 0,835 představuje projektovanou vzdálenost zdroje od centra galaxie jen 2,7 kpc. Samotná galaxie má jen 12% zářivého výkonu naší Galaxie, takže patří mezi trpasličí soustavy, ovšem s překotnou tvorbou hvězd.

R. Wijers soudí ze **statistiky vzdáleností GRB**, že v této populaci objektů pozorujeme silný výběrový efekt, takže mnoho z nich vznikalo v raných fázích vesmírného vývoje v době překotné tvorby hvězd v galaxiích. Zářivé výkony GRB totiž dosahují až 8.10<sup>44</sup> W a v dané galaxii dochází ke vzplanutí jednoho GRB v průměrném intervalu 40 milionů let. Podobně P. Bagot aj. tvrdí, že asi miliardu let po vzniku eliptických galaxií v nich probíhá překotná tvorba hvězd a následkem toho i splývání párů neutronových hvězd, vedoucích k úkazům GRB. Také V. Dokučajev aj. si myslí, že jevy GRB jsou přirozenou součástí vývoje galaxií, neboť epochy překotné tvorby hvězd v nich musí být následovány vznikem mnoha kompaktních hvězdných pozůstatků v podobě neutronových hvězd a černých děr.

**Splývání kompaktních zbytků hvězd** byla ostatně předpovězena S. Blinnikovem aj. již r. 1984 a jejich četnost by mohla být až o dva řády vyšší, než počet pozorovaných GRB, což by nasvědčovalo výraznému usměrnění záblesků do úzkého kužele. Zejména A. Dar kritizuje standardní **model rozpínající se ohnivé koule** a tvrdí, že GRB jsou relativistické výtrysky, miffící zhruba na pozorovatele, takže v rádiovém oboru bychom měli pozorovat superluminální expansi na úrovni až 5c. Proto také četnost tvrdších GRB (> 1 MeV) je prý mnohem vyšší, než pozorujeme.

Naproti tomu T. Totani model ohnivé koule hájí a tvrdí, že GRB vznikají disipací energie relativisticky se rozpínající ohnivé koule, kde **synchrotronové záření protonů** dosahuje energií řádu až 10<sup>21</sup> eV (!), je zachyceno v magnetickém

poli koule a vyzářeno se zpožděním i několika dnů. V relativistických pronech by mohla být uložena energie řádu  $10^{49}$  J, což dle autora skoro určitě znamená, že k emisí fotonů dochází v úzce směřovaných svazcích. Vzácně pozorované fotony v pásmu GeV, přicházející od GRB se zpožděním řádu hodin, by pak bylo možné vysvětlit jako synchrotronové záření relativistických elektronů.

O hledání **GRB v pásmu nad 20 TeV** se však v letech 1992–93 marně pokoušeli L. Padilla aj. prostřednictvím aparatury HEGRA AIROBICC na Kanárských ostrovech, ale Totani uvádí, že naděje na zachycení těchto velmi energetických fotonů je možná pouze pro GRB s červeným posuvem  $z < 0,2$  – a takové asi dosud pozorovány nebyly (nepočítáme-li hypernovu 1998bw a měkké rekurentní zdroje SGR, které mají jiný původ).

M. Deng a B. Schaefer studovali trvání jasných a slabých GRB ve 4. katalogu BATSE z družice Compton a prokázali, že slabé zdroje jsou statisticky 1,9krát delší než jasné, což prokazuje nepřímo jejich kosmologický původ, neboť má jít o projev **relativistické dilatace času** pro kosmologicky nejvzdálenější a tudíž i nejslabší objekty. R. Burenin aj. našli poměrně dobrou korelaci mezi rozložením GRB na jedné straně a rozložením kvasarů, aktivních galaktických jader a blazarů na straně druhé. Šlo o 327 aktivních objektů s červenými posuvy v rozmezí  $0,1 < z < 0,32$ , které korelují s jasnými GRB. Autoři proto soudí, že průměrný červený posuv pro slabé GRB se pohybuje kolem  $z \approx 1$ .

Pouze T. Bulik aj. s kosmologickou povahou GRB nesouhlasí a stále ještě hájí domněnku, že GRB jsou neutronové hvězdy o velmi vysokých prostorových rychlostech až 800 km/s, které je zanesly do **hala či koróny Galaxie**. Pokud jsou GRB izotropními zářiči, pak se prý nacházejí ve vzdálenostech 130–350 kpc, kdežto září-li usměrněně, pak stačí vzdálenosti 80–250 kpc.

Dočista odlišné modely GRB navrhli G. Fuller a X. Shi a C. Fryer a S. Woosley. První dvojice autorů soudí, že GRB vznikají při gravitačním **zhroucení supermasívních objektů** o hmotnosti nad  $1000 M_{\odot}$ . Takové objekty by mohly vznikat v jádrech galaxií, popřípadě srážkami hvězd v kulových hvězdokupách; tak lze uvolnit energie řádu až  $10^{46}$  J. Druzí dva badatelé naopak soudí, že černá díra může splynout se svým průvodcem – heliovým červeným obrem, přičemž se prostřednictvím magnetické interakce s akrečním diskem černé díry uvolní **rotační energie černé díry**, takže pak pozorujeme GRB.

Podobně B. Hansen a C. Murali vidí příčinu GRB ve splnutí neutronové hvězdy se svým měně vyvinutým průvodcem, čímž se hvězda zhroutí na černou díru. H. Spruit zase uvažuje o silné **magnetických rentgenových dvojhvězdách**, v nichž je neutronová hvězda s polem řádu kT roztočena na vysoké obrátky díky přenosu látky ze sekundární složky. Díky gravitačnímu záření dochází k tak velké ztrátě momentu hybnosti, že se původní magnetické pole zesílí až na neuvěřitelnou hodnotu 10 TT během pouhých několika měsíců, a to následkem zamotání pole diferenciální rotací neutronové hvězdy. Na povrchu neutronové hvězdy se tak vynoří pole o indukci řádu 1 TT a to vyvolá GRB o trvání 1–100 s a energii až  $10^{45}$  J. Dříve navržená možnost, že GRB představují fázový přechod neutronové hvězdy na tzv. podivnou (kvarkovou) hvězdu, se nepotvrdila. Přesto však U. Pen aj. navrhuje mechanismus **roz-**

**padu baryonů** v neutronové hvězdě jako zdroj GRB. Představují si, že během pouhé 0,1 ms se celá hvězda změní na záření o výsledné energii řádu  $10^{47}$  J. Pak by existence GRB byla přímým důsledkem známé asymetrie v počtu částic a antičástic ve vesmíru. Konečně R. Popham aj. tvrdí, že pokud je černá díra přizívána náhlou **hyperakrecí z disku** tempem  $0,01–10 M_{\odot}/s$  (!), disk se náhle ztenčí a objeví se výtrysky s hustotou až  $10^{15}$  kg.m<sup>-3</sup>, které vyvolají GRB o energii až  $10^{45}$  J.

Se zcela originálním nápadem přišli M. Vietri a L. Stella, kterým k vysvětlení povahy GRB stačí osamělá „přetučnělá“ neutronová hvězda, jež velmi rychle rotuje a díky momentu hybnosti se brání zhroutení na černou díru. Rychlost rotace se však díky silnému magnetickému poli pozvolna prodlužuje až do chvíle, kdy již kompaktní hvězda nedokáže odolat spontánní implozi na černou díru. Tento model má z fyzikálního hlediska řadu předností a autoři pro něj navrhují termín **supranova**.

Když všechny družice pro obor gama zaznamenaly koncem roku 1997 další vzplanutí **GRB 971214** (UMA), málokdo mohl tušit, že jde o zcela jedinečný úkaz. Optický dosvit totiž zpočátku zcela překryl mateřskou galaxii s  $R = 25,6$  v úhlové vzdálenosti  $0,14''$  od GRB, takže až poté, když zeslábl, bylo možné pořídit Keckovým dalekohledem její spektrum. Jak ukázali S. Kulkarni aj., jde o dosud nejvzdálenější GRB, neboť červený posuv galaxie činí  $z = 3,42$  (vzdálenost cca 3 Gpc), což dle R. Wijerse odpovídá stáří 1/7 dnešního věku vesmíru. To ovšem znamená, že po dobu několika sekund se zářivý výkon tohoto GRB vyrovnal zářivému výkonu celého okolního pozorovatelného vesmíru!

J. Gorosabel aj. objevili infračervený dosvit zdroje již 3,5 h po výbuchu s magnitudou  $K = 18,0$ , která se neměnila až do doby 10 h po výbuchu. J. Halpern aj. pozorovali optický dosvit 13 h po explozi a obdrželi hodnoty  $R$  kolem 19,5 mag, které při zmíněné vzdálenosti zdroje v přepočtu znamenají, že při výbuchu se uvolnilo 16% klidové hmotnosti Slunce! Optický dosvit během dvou týdnů zeslábl zhruba o 3 mag a úhrnná energie výbuchu ve všech spektrálních oborech tak podle A. Ramaprakashe aj. dosáhla  $2.10^{44}$  J. Zmínění autoři proto usuzují, že v tomto případě šlo o naprosto výjimečný úkaz přímého zhroucení masivní hvězdy na černou díru, tzv. **hypernovu**. G. Preparata aj. uvažovali model černé díry, obklopené tzv. dyadosférou. Ta je definována jako oblast, v níž je elektromagnetické pole tak silné, že převyšuje kritickou hranici pro spontánní tvorbu páru elektron-pozitron. Jejich anihilační pak lze objasnit extrémní energií GRB 971214. A. Mitra tvrdí, že zdroje GRB 970508 a 971214 mají téměř určitě svazek záření gama usměrněný k nám, takže opravdu lze očekávat energie vzplanutí až  $10^{46}$  J. To nelze přenést pouze elektromagnetickými vlnami, takže vzplanutí musí předcházet krátký mocný **výbuch neutrin** s úhrnnou energií řádu  $10^{48}$  J. To je velmi nadějná zpráva pro konstruktéry detektorů kosmických neutrin s energiemi částic řádu 1 GeV. Jak patrně, fantazie teoretiků je skoro tak nevyčerpatelná jako samo tempo GRB, ale o tom, jak je to doopravdy, rozhodnou nakonec další a komplexnější pozorování.

První dobrou identifikaci v loňském roce přinesla pozorování zdroje **GRB 980326** v poloze 0836-1851 (Pup). Poměrně měkké vzplanutí ga-

ma trvalo pouze 5 s, ale i to stačilo k nalezení optického protějšku  $R = 21,7$  o den později. Optický objekt rychle slábl, takže P. Groot aj. našli pod ním konstantní zdroj 25,5 mag, jenž je skoro nepochybně mateřskou galaxií.

O pouhé tři dny později zaznamenaly družice **GRB 980329** v poloze 0702+3850 (Aur) v trvání 10 s, jenž 7 h po explozi jevil dosvit ve tvrdé rentgenové oblasti na úrovni Krabů. Ještě týž den byl nalezen infračervený protějšek  $I = 20$  a další den  $R = 23,6$ . Objekt byl 1. dubna nejjasnější v pásmu  $J = 17,7$ . Jak uvedli E. Palazzi aj., během dvou dnů zeslábl objekt v pásmu  $R$  na 25 mag, ale zato se 5. dubna vynořil v mikrovlnném pásmu 850 m na úrovni 5 mJy, leč po třech dnech i zde zmizel v šumu pozadí. Pokud předpokládáme, že zdroj vzplanul v kosmologické vzdálenosti, odpovídající  $z \approx 1$ , pak energie uvolněná v pásmu gama dosáhla  $3.10^{45}$  J a mohlo jít o již zmíněnou hypernovu. G. Taylor aj. našli rádiový dosvit v pásmu 1,4–90 GHz již první den po vzplanutí a pozorovali pak jeho proměnné rádiové záření po dobu celého dubna. Po dvou týdnech zmizely interstelární scintilace rádiového záření, neboť okolo hvězdný prach zřejmě dostatečně prořídil. Podle J. t Zanda aj. šlo o zatím vůbec nejjasnější gama a rentgenové vzplanutí, zaznamenané družicí BeppoSAX, s mimořádně tvrdým vzhledem energetického spektra.

Tato jedinečná družice našla dle C. Wolfa od ledna r. 1997 do července 1998 již 14 GRB s přesnými (na cca 1') polohami rentgenových protějšků. Rentgenové dosvity se podařilo najít ve 13 případech a pokaždé jejich jasnost klesala s  $-1,1$  až  $-1,6$  mocninou času, což svědčí pro velmi silné usměrnění záblesků směrem k pozorovateli.

Další vzplanutí se odehrála 25. dubna, trvalo 30 s v pásmu záření gama a bylo následováno rentgenovým dosvitem o intenzitě až 3 Kraby v poloze 1935-5250 (Tel) a identifikováno také rádiově. K úžasu všech pozorovatelů v témže místě oblohy ve spirální galaxii s přičkou ESO 184-G82 vzplanula o 0,9 dne po GRB **supernova 1998bw**, jež dosáhla  $R = 15,0$  a 8. května 1998 se dokonce zjasnila na  $V = 13,9$ , jak jsem se už o tom zmínil v odstavci o loňských supernovách.

O ztotožnění obou jevů se zasloužili K. Iwamoto aj., kteří uvádějí, že předchůdcem supernovy byla hvězda o původní hmotnosti kolem  $40 M_{\odot}$ , která však většinu své hmoty poztrácela hvězdným větrem, popřípadě přenosem hmoty na druhou složku dvojhvězdy. Těsně před gravitačním zhroucením měla proto hmotnost již jen 12,4  $M_{\odot}$  a její nitro se skládalo převážně z uhlíku a kyslíku. Zhroucení vedlo ke vzniku rychle rotující černé díry, obklopené silným magnetickým polem. Toto pole pak dokáže „vytáhnout“ zpět do prostoru rotační energie samotné černé díry. Kompaktní zbytek má údajně mít hmotnost 2,9  $M_{\odot}$ , zatímco 9,5  $M_{\odot}$  bylo vyvrženo do okolního prostoru. Supernova dosáhla maxima 17. den po vzplanutí, tj. zářivého výkonu  $1,6.10^{36}$  W, což je o řád více než pro běžné supernovy tříd Ib/Ic.

Podle S. Kulkarniho aj. spočívá anomálie supernovy také ve velmi brzkém (po 3 dnech od výbuchu na cm a po 12 dnech na dm vlnách) pozorování rádiového záření se superluminálním rozpínáním fiktivní rychlostí alespoň 2 c. To značí, že rázová vlna nesla energii alespoň  $10^{42}$  J. Proto autoři podporují názor, že šlo fakticky o hypernovu. J. Bloom aj. ji definují pomocí rychlosti roz-

pínání cárů výbuchu vyšší než 50 000 km/s a připomínají, že 1998bw je rádiově dosud nejjasnější pozorovaná supernova vůbec. Pozorovaný záblesk GRB lze vysvětlit za předpokladu osově souměrnosti výbuchu supernovy, kdežto nejjednodušší kulová souměrnost výbuchu by k takovému úkazu nevedla.

L. Wang a J. Wheeler soudí, že příslušný GRB byl výrazně usměrněn do úzkého svazku, takže skutečná četnost GRB by pak měla být až o dva řády vyšší než pozorovaná. R. Perna a A. Loeb se domnívají, že záření GRB určitě není usměrněno v následném rádiovém dosvitu, a odtud lze zpětně odhadnout, že vrcholové úhly svazků krátkovlnného záření GRB jsou větší než 6°. Správné určení velikosti vrcholového úhlu má ovšem dramatický vliv na odhad zářivých výkonů resp. uvolněné energie GRB. I když první GRB byly rozpoznány v oboru gama, v zásadě nyní nic nebrání tomu hledat je rovnou v optickém, či dokonce v rádiovém oboru spektra, přestože technicky jde o velmi složité úkol.

Následující **GRB 980515** ukázal 10 h po vzplanutí rentgenový dosvit v poloze 2116-6712 (Oct) o intenzitě 1,5 Kraba, načež následoval **GRB 980519\*** v poloze 2322+7716 (Cep) s tvrdým rentgenovým dosvitem o intenzitě až 2,5 Kraba a optickým protějškem, který během dne zeslábl z  $R = 19,1$  na  $22,1$  mag. Dalším rentgenově identifikovaným zdrojem se stalo vzplanutí **GRB 980613** o trvání 50 s v poloze 1018+7127 (UMa), přičemž jasnost dosvitu v tvrdém rentgenovém pásmu dosáhla 0,6 Kraba. Počátkem července byl identifikován zdroj **GRB 980703** v poloze 2359+0835 (Psc), který v téměř pásmu dosáhl 1,7 Kraba a byl následující noc identifikován i opticky jako  $R = 20,6$ . Během dalších dvou dnů zeslábl na  $22,1$  mag. Podle S. Djorgovského aj. se poblíž zdroje nalézá mateřská galaxie s červeným posuvem  $z = 0,97$  a tak se dá spočítat vyzářená energie záblesku na  $10^{46}$  J za předpokladu izotropního zářiče. Je to teprve třetí případ, kdy známe spolehlivě vzdálenost kosmologického GRB. V identifikacích dalších GRB pak následovala dlouhá přestávka bezmála do konce prosince, kdy byl družicí BeppoSAX identifikován **GRB 981226** o trvání 20 s se slabnoucím rentgenovým dosvitem o maximální intenzitě 0,26 Kraba.

Speciální postavení mezi zábleskovými zdroji záření gama mají **rekurentní měkké zábleskové zdroje** (SGR = Soft Gamma Repeater), o nichž R. Duncan již v r. 1992 tvrdil, že vynikají extrémně silnými magnetickými poli na povrchu příslušné neutronové hvězdy. Jestliže magnetická indukce tam dosahuje hodnot až  $10^{11}$  T, pak dochází v kůře neutronové hvězdy k mocným hvězdotřesením, při nichž je vyzářena energie ve formě měkkého záření gama a se zářivým výkonem o 7 řádů vyšší než vydává Slunce ve všech oborech spektra. Duncan takové objekty nazývá **magnetary** a odhaduje, že k nim patří asi 10% neutronových hvězd. Prototypem magnetarů je dle S. Kulkarniho a C. Thompsona proslulý zdroj GRB 790305 ve Velkém Magellanově mračnu (SGR 0525-66), ztotožněný s pozůstatkem supernovy N49.

Mezi dosud zcela vzácnou třídou magnetarů zřejmě patří zdroj **SGR 1806-20**, jenž rotuje s periodou 7,5 s a brzdí se tempem 2,6 ms/rok. Odtud vychází stáří objektu asi 1500 let. Podle C. Kouveliotouové aj. trvají jednotlivé záblesky velmi

měkkého záření gama pouze 0,1 s a souvisejí s ořesy kůry neutronové hvězdy, při nichž se uvolňuje magnetické napětí v kůře. Indukce magnetického pole zde dosahuje vskutku nevídané hodnoty 80 GT. Podle G. Golicyna je podobnost těchto úkazů s pozemskými zemětřeseními velmi nápadná. Při jednotlivých záblescích se zřejmě objevují v tuhé kůře neutronové hvězdy několika-metrové trhliny a vzácně se pohybují celé „kontinenty“. Frekvence seismických vln se blíží 1 kHz a amplitudy pohybu kůry dosahují několika metrů, což je v gravitačním poli husté a malé neutronové hvězdy doslova úžasně.

V polovině června několikrát zablyskl také **SGR 1627-41**, ale tyto impulsy většinou netrvaly ani 0,2 s, a jen výjimečně až 3 s. Blýskač byl ztotožněn s pozůstatkem supernovy G337.0 -0.1 a nachází se právě napul cestě mezi oběma rádiovými laloky pozůstatku.

Loni se však suverénně nejvýznamnějším magnetarem stal velmi jasný zdroj **SGR 1900+14 (Aql)** poblíž SNR G42.8+0.6, objevený již r. 1979. Zdroj náhle oživil koncem května 1998 a během 5 dnů vykazal přinejmenším 38 záblesků o průměrném trvání 350 s. Při vzdálenosti 7 kpc to odpovídá výkonům až  $2 \cdot 10^{34}$  W na záblesk. Jeho rotační perioda činí 5,16 s a prodlužuje se relativní rychlostí  $6 \cdot 10^{-11}$ , což odpovídá magnetickému poli o indukci 50 GT. Kdyby se tak silný magnetický zdroj nacházel ve vzdálenosti 200 000 km od Země, dokázal by vám vytáhnout z kapsy klíče a přitáhnout je k sobě.

Právě v době, kdy byla tato pozorování v tisku, však přišlo nečekané překvapení, neboť 27. srpna 1998 zaznamenaly družice pro obor gama, ale i sondy NEAR a Ulykses, naprosto **gigantický záblesk gama** od zmíněného zdroje v souhvězdí Orla. Podle U. Inana aj. a K. Hurleye aj. byly detektory na palubách družic a sond na několik sekund zahlceny a jelikož úkaz se odehrál na noční straně Země, došlo k nevídané přidavné ionizaci vysoké atmosféry na úrovni denní ionosféry! Je to poprvé v dějinách astronomie, kdy mimosluňeční objekt dokázal měřitelně ovlivnit stav zemské atmosféry. Jeho maximální zářivý výkon dosáhl za předpokladu izotropního zářiče hodnoty  $2 \cdot 10^{36}$  W (desetina zářivého výkonu Galaxie!). Tento ojedinělý úkaz, dvakrát jasnější než již zmíněný prototyp GRB 790305 („naštěstí“ ve vzdálenosti Velkého Magellanova mračna!), lze vysvětlit jako totální rozlámání tlusté magnetické kůry neutronové hvězdy.

P. Leonarda a J. Bonella vedla tato šokující čísla k úvaze, **co by se stalo na Zemi**, kdyby se některému zdroji GRB umanulo vybuchnout ve vzdálenosti menší než 1 kpc od Země. Po příletu energetických fotonů záření gama a rentgenového bytchom na obloze spatřili namodralou skvrnu o něco větší než Měsíc a jasnější než úplněk. Šlo by fakticky o Čerenkovovo záření, vznikající relativně nadsvětelným šířením sekundárních částic v zemské atmosféře. Fotony by dále rozbíjely molekuly ovzduší, takže by vznikaly oxidy dusíku, jež silně pohlcují světlo a denní obloha by potměněla během několika sekund. Životnost těchto oxidů v atmosféře činí desítky let, takže postupně by zničily ozonovou vrstvu a na povrch Země by začalo dopadat ultrafialové záření ze Slunce.

Po několika dnech by dorazily o něco pomalejší částice kosmického záření, jež by se v atmosfé-

ře rozpadaly na sekundární miony. Po dobu nejméně měsíce by byl proto povrch planety bombardován miony v dávce, jež asi o dva řády převyšuje smrtelnou dávku pro člověka. Miony navíc pronikají i do hloubky oceánu, kde dalšími srážkami vyvolávají indukovanou radioaktivitu. Během kritického měsíce by byla Země vystavena stejné dávce kosmického záření jako za normálních okolností během 10 milionů let.

Podobné efekty by vyvolal výbuch našeho galaktického jádra, podobný výbuchu aktivních jader cizích galaxií, anebo supernova ve vzdálenosti do 10 pc od Slunce. Pokud jde o GRB, naštěstí lze takové blízké exploze dobře předvídat. Nejdříve za 220 milionů let a nejspíše za 4 miliardy let splynou složky binárních pulsarů PSR 1534+12, 1913+16, 2127+11C, 2303+46 a 1518+4904, jež jsou od nás vzdáleny od 0,5 do 10,7 kpc. Autoři též uvádějí, že obrana civilizace je už nyní myslitelná. Šlo by např. zakrýt celou Zemi rozptýlením planety Ceres v zemském okolí, anebo zahrabat se pod zemský povrch do hloubky asi 500 m. Ať už se na tyto úvahy díváme jakkoliv, je naprosto zřetelné, jak zábleskové zdroje záření gama hýbou celou astrofyzikou na konci XX. století.

## 4. Mezihvězdná látka

S poměrně velkým zpožděním uveřejnili M. Hauser aj. a D. Schlegel aj. výsledky měření **infračerveného pozadí oblohy** v deseti filtrech v pásmu 1,6–240  $\mu$ m s úhlovým rozlišením  $0,7''$  aparaturou DIRBE na družici COBE v období od prosince 1989 do září 1990. Důvodem bylo mimořádně obtížné odčítání příspěvku rozličných zdrojů v popředí a také nesmírný počet (řádově  $10^8$ ) samotných měření. Výsledek úmorné práce však stojí za to: infračervené pozadí vesmíru má energetickou hustotu dvakrát vyšší než úhrnné viditelné záření všech galaxií! Jde o mezihvězdný resp. mezigalaktický prach, ohřátý kolektivním působením všech hvězd, které kdy ve vesmíru vznikly. M. Hauser aj. a E. Dwek aj. však uvádějí, že pokud se omezíme na vzdálený vesmír se  $z > 1,5$ , vychází infračervené pozadí asi dvakrát vyšší, než odpovídá odhadu počtu tak daleko vzniklých hvězd, odvozenému z pozorování HST-HDF.

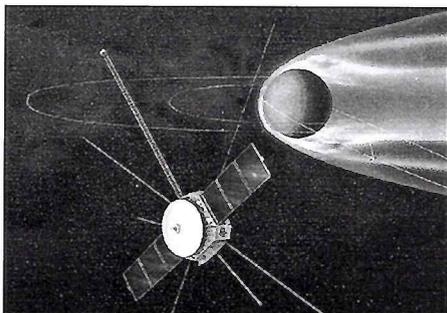
M. Guélin aj. odhalili z měření 100 m radioteleskopem v Effelsbergu vzácný radikál **kyanobutadiynyl** ( $C_5N$ ) v molekulovém mračnu TMC-1 a v infračerveném zdroji IRC+10216 na frekvenci 23,25 GHz. E. Dartois aj. našli pomocí družice ISO v několika infračervených zdrojích, odhalených družicí IRAS, **vodní led** na vlnové délce 44  $\mu$ m. D. Lis a K. Mentem studovali **obří molekulové mračno GCN 0.25+0.11** v blízkosti centra Galaxie v pásmu 45–175  $\mu$ m. Mračno je chladnější než 26 K a podléhá buď slapovému rozbíjení anebo srážce, takže v astronomicky dohledné době zde proběhne překotná tvorba hvězd. Obecně pak platí, že obří molekulová mračna ve spirálních ramenech jsou 28krát hustší než v prostoru mezi rameny, kdežto atomární plyn ve spirálách je hustší pouze 2,5krát.

(Pokračování)

# MARS:

## Ze tří sond zbývá jediná

V letošním roce se měla tajemná planeta Mars dočkat návštěvy trojice automatických průzkumných sond. Osud tomu ale chtěl jinak a ze tří stanic zbývá jedna jediná. Zatímco přilet japonské Nozomi byl odložen na rok 2003, americký Mars Climate Orbiter je ztracen definitivně a nenávratně. Ve hře tak zůstává jen Mars Polar Lander.



Nozomi

### První japonská cesta k Marsu

Dlouhá léta byl výzkum Marsu doménou obou kosmických supervelmocí, Spojených států a Ruska. Počátkem loňského července se k nim přidalo Japonsko se svou výzkumnou stanicí Planet-B alias Nozomi (Naděje).

Už v okamžiku startu do vesmíru na palubě rakety M-5 bylo jasné, že cesta sondy k „rudé planetě“ nebude jednoduchá. Nozomi totiž neletí po přímé „lince“ Země–Mars, ale ještě předtím prováděla složité gravitační manévry v soustavě Země–Měsíc. Až po druhém průletu z Země v prosinci 1998 došlo k zážehu palubního motoru a navedení sondy na meziplanetární trajektorii.

Vzápětí po navedení na meziplanetární dráhu ovšem bylo nutné dvěma neplánovanými korekčními manévry sondy „usměrnit“, neboť měla příliš velkou rychlost. Díky tomu došlo ke zvýšené spotřebě pohonných hmot a navedení na eliptickou oběžnou dráhu kolem cílové planety (pericentrum 150 a apocentrum 50 000 kilometrů) v říjnu 1999 začalo být ohroženo.

Řešení se nakonec našlo a spočívá v odložení přiletu sondy k Marsu o celé čtyři roky. A tak letos v říjnu kolem svého cíle pouze pasivně proletěla, stejně jako se stane na podzim 2001. Až v prosinci 2003 budou mít Nozomi a Mars nižší relativní rychlost, takže dojde k zážehu hlavního motoru automatu a jeho navedení na oběžnou dráhu. Stanice těžká 540 kilogramů má poté po dobu dvou let podrobně studovat martovu atmosféru a její interakci se slunečním větrem. Cena programu Nozomi byla vyčíslena na 190 miliónů dolarů (80 mil. USD stojí vlastní sonda, o zbytek se „dělí“ nosná raketa, start a zajištění mise).

### Mars Climate Orbiter

Zatímco Nozomi byla první japonskou kosmickou sondou k Marsu, Spojené státy mají s touto planetou nepoměrně větší zkušenosti. A to

jak dobré (Viking, Pathfinder...), tak i ty smutnější (např. Mars Observer). Bohužel, kategorií těchto druhých rozšířila i sonda Mars Climate Orbiter.

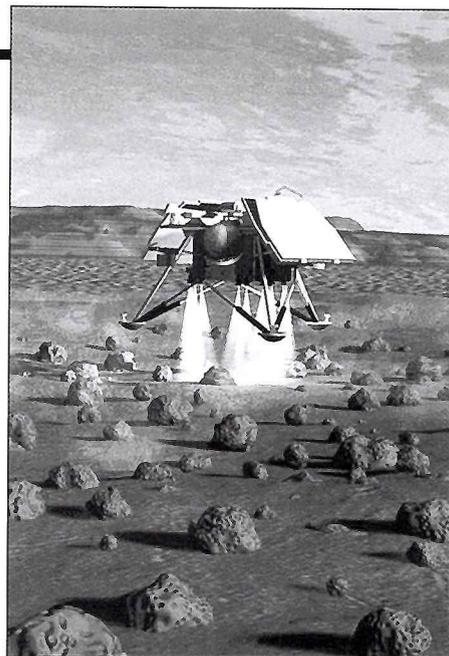
Odstartovala v prosinci 1998 na palubě rakety Med-Lite (jde o nosič odvozený od osvědčené Dely-2), přičemž se předpokládalo, že bude aktivně pracovat až do konce roku 2001. Ani poté ale neměla přijít do „starého železa“, neboť na své palubě nese přístroj Mars Relay, což je retranslační stanice pro zprostředkování spojení mezi zemí a přistávacími moduly na Marsu. A jeho ztráta zřejmě z celé expedice bolí nejvíc.

Společně se sondou bylo ztraceno i její přístrojové vybavení. Jeho jádrem byla fotografická aparatura MARCI o hmotnosti pouhý jeden kilogram. Obsahuje dvě kamery (každá má rozměr 6×6×12 cm a příkon 2,5 W), obě s prvky CCD 1018×1018 pixelů. Kamery pracující v pěti pásmech měly mít rozlišení až kilometrových detailů. Dalším zajímavým přístrojem byl středně-pásmový infračervený spektrometr PMIRR pro získání profilů tlaku, teploty, obsahu vodních par a prachu v atmosféře Marsu do výšky 80 kilometrů nad povrchem.

### Jak spálit kosmickou sondu

Co se vlastně se sondou Mars Climate Orbiter stalo? Dvacátého třetího září 1999 celý svět napjatě očekával přilet sondy a její navedení na oběžnou dráhu planety Mars. Nikdo nepředpokládal komplikace – navedení na dráhu cílové planety je sice kritickým manévrem, ale již několikrát odzkoušeným. Přesně podle plánu zahájil svou činnost hlavní motor sondy. O několik minut později Mars Climate Orbiter vletěl za odvrácenou stranu Marsu, takže s ním bylo přeru-

**Ako pamiatka na sondu Mars Climate Orbiter zostali už len jej kresby.**



Mars Polar Lander.

šeno spojení. V očekávaném čase však ne druhé straně planety nevyletěl.

Minuty plynuly. Všem začalo být jasné, že se něco stalo. Ale co? Byla sonda navedena na jinou dráhu? Nepodařil se manévr, motor byl vypnut a sonda kolem Marsu pouze proletěla? Nebo došlo k závadě na vysílací aparatuře a sonda si ve sele krouží kolem planety, jen o ní nevíme? Teorii se rychle objevila celá řada. Nikdo se ani neodvažoval vyslovit nejstrašnější myšlenku, že by sonda mohla být ztracena definitivně.

Bohužel, tato krutá skutečnost byla záhy potvrzena, neboť NASA již druhý den prohlásila sondu za ztracenou. První analýzy ukázaly, že proletěla kolem Marsu ve výšce asi 60 kilometrů, což je vzdálenost přímo vražedná. Sonda v ní nemá šanci přežít, pravděpodobně shořela v hustých vrstvách atmosféry a její trosky dopadly na povrch. Plánem přitom byl průlet ve výšce minimálně 150 kilometrů. Jak mohlo k této banální navigační chybě dojít?

Celkem jednoduše. Na vině je používání dvojitých měrných jednotek v NASA – jednak jsou to i nám známé metrické míry a jednak je to anglický systém milů, stop, palců... Přitom je od ledna 1996 ustanoveno, že v americkém kosmickém programu bude používán výhradně metrický systém, pouze ve výjimečných a odůvodněných případech může dojít k použití starších měr.

I přesto došlo k tomu, že zatímco vědci na Zemi spočítali tah hlavního motoru sondy v Newtonech, tato klíčová součást stanice byla nastavena na starý systém počítající s tahem v librách. Motor tak pracoval na mnohem větší výkon, než měl – a výsledek všichni známe.

Přestože je ztráta sondy za 125 mil. dolarů velkou ranou, není žádným smrtelným zásahem. Vzhledem ke značné variabilitě programu průzkumu Marsu je naděje, že již příští stanice (vypuštěné k Marsu každé zhruba dva roky) ponechají záložní přístroje z nešťastné sondy. Nedojde tak ke ztrátě vědeckých dat, pouze si na ně ještě nějaký pátek počkáme.

„Průzkum Marsu naštěstí není program všechno nebo nic,“ vysvětluje generální ředitel NASA Daniel Goldin. „A Mars Climate Orbiter nebyl náš poslední lodí v přístavu!“

V době uzávěrky tohoto vydání Kozmosu ještě nebyla k dispozici závěrečná zpráva vyšetřovací komise, stejně jako doporučení pro přiléhavý sondy Mars Polar Lander a následné mise.

### Mars Polar Lander

Ani ne měsíc po startu sondy Mars Climate Orbiter se otevřelo další „startovací okno“ pro vypuštění sondy Mars Polar Lander.

Sonda vzlétla počátkem ledna 1999 opět na raketě Med-Lite, přičemž počátkem prosince má dosednout na povrch Marsu, kde má pracovat po dobu minimálně devadesát dnů. Lander přistane na tři odpružené vzpěry. Po přistání vykloupí dvojici panelů slunečních baterií, malou parabolickou anténu i tyč s vědeckými přístroji a kamerou.

Vědecké cíle mise zahrnují studium místních meteorologických podmínek, topologii a mineralogii povrchu či chemickou analýzu místních hornin. Na přístrojovém vybavení Landeru se podílí také Rusko, které dodalo přístroj LIDAR pro měření vodní mlhy a prachu v atmosféře. Pro nás je zajímavé, že některé jeho součásti byly vyrobeny v České republice!

Lander ponese i jeden obyčejný, a přece unikátní přístroj – mikrofon. „Kdo ví, co uslyšíme,“ říká Louis Friedman, výkonný ředitel americké Planetární společnosti, která ve spolupráci s Kalifornskou univerzitou v Berkeley celou akci zorganizovala. Je zajímavé, že celý experiment s mikrofonem v ceně sto tisíc dolarů není financován z veřejných, ale z čistě soukromých prostředků Planetární společnosti. Je to poprvé, co na meziplanetární sondě poletí soukromý přístroj.

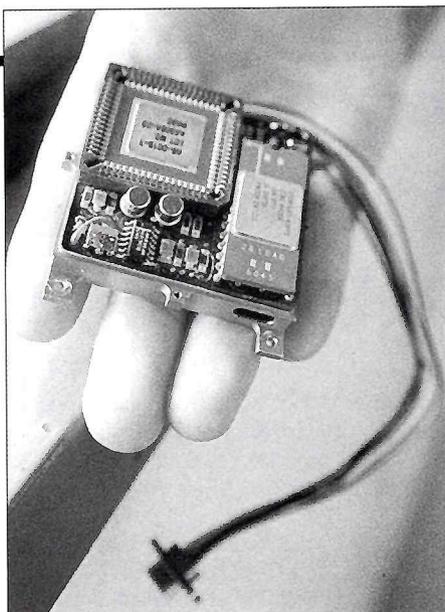
Součástí výpravy Mars Polar Lander je i dvojice penetrátorů Deep Space-2, přičemž každý má hmotnost 2,5 kilogramu a maximální průměr 75 mm. Tyto se oddělí od sondy těsně před jejím vstupem do atmosféry a dopadnou na povrch planety rychlostí až 200 m/sec. Zaboří se do hloubky zhruba dvou metrů, přičemž mají pátrat po podpovrchové vodě.

### Přistání v nebezpečí

Po nešťastné (a zbytečné) ztrátě sondy Mars Climate Orbiter se veškerá pozornost soustředí právě na sesterskou stanicí Mars Polar Lander. Inženýři a technici se s obrovským nasazením vrhli na tento program a znovu hledají místo „kde nechal tešař díru“. Jinými slovy – hledají všechny chyby, které by mohly zdat výpravy ohrozit.

A jejich „pátrání“ slaví úspěch. Objevíli totiž problémy s motory sondy. Ty mají být zažehnuté ve výšce zhruba dvou kilometrů nad povrchem (po odhození brzdných padáků), přičemž budou hořet zhruba čtyřicet sekund. To je dostatečně dlouhá doba, aby snížily rychlost dosednutí stanice z počátečních osmdesáti metrů za sekundu na necelé dva metry/sec. V případě selhání motorů se sonda roztrhne.

Vědci přitom zjistili, že motory hluboce podchlazené dlouhodobým pobytím v extrémních podmínkách drsného vesmíru nemusí fungovat tak, jak se očekává. Proto bylo rozhodnuto, že již několik hodin před přiletem k Marsu bude zahájen proces ohřívání paliva v nádržích, čímž se zprostředkovane nahřejí i pulzní motory na teplotu kolem osmi stupňů Celsia, což je považová-



**Mikrofonem, vyroben v České republice v ceně sto tisíc dolarů, není financován z veřejných, ale z čistě soukromých prostředků Planetární společnosti. Je to poprvé, co na meziplanetární sondě poletí soukromý přístroj.**

no za dostatečné. Bez tohoto „přihřívání“ by měly v okamžiku zážehu teploty kolem mínus dvacetí stupňů. To by sice mělo stačit, ale zároveň také nemuselo.

Dalším problémem by mohla být skutečnost, že pyrotechnické patrony sloužící k oddělení tepelného štítu chránící stanici při vnoření do atmosféry Marsu od vlastní sondy by mohly být také podchlazené. V extrémním případě neoddlíží štít, který sondu stáhne jako závaží k tvrdému přistání bez možnosti zažehnout hlavní motor...

Aby toho nebylo málo, odhalily nové snímky ze sondy Mars Global Surveyor (kolem stejnojmenné planety krouží již od roku 1997), že vybraná cílová plocha je kapku členitější než se dosud očekávalo. Cílovou plochou je pás široký 20 a dlouhý 200 kilometrů. Členitost může mít pro sondu fatální následky: Stačí, aby při přistání dosedla jednou ze tří vzpěr na větší balvan a převrhne se. Že by takovou událost „nepřežila“, jistě není třeba dvakrát zdůrazňovat...

### Ztratíme data či nikoliv?

Dostí podstatnou otázkou zůstává, zdali ztráta sondy Mars Climate Orbiter ovlivní množství a kvalitu vědeckých dat získaných přistávacím

modulem Polar Lander. Jak již bylo uvedeno výše, Climate Orbiter totiž nesl retranslační přístroj Mars Relay pro zprostředkování kontaktu mezi Zemí a moduly na povrchu planety.

Z této oblasti přicházejí rozporuplné informace. Zatímco vědci se celkem logicky obávají o osud svých přístrojů, NASA se tváří jako by se nic nedělo a tvrdí, že se není třeba ničeho obávat. To ale nejspíš nebude tak docela pravda a s větší či menší částí dat z Landeru se budeme muset rozloučit.

Pokud by nastala ideální situace, bude schopná většímu přenosu dat zajistit sonda Mars Global Surveyor. S ní se sice pro podobné úkoly nepočítalo, ale lze ji k nim využít. Problémem může být jen skutečnost, že by mohla přenášet data jen v jednom směru: Z modulu na Zemi, nikoliv z řídicího střediska do sondy Polar Lander. To by ale tak moc nevažilo.

Na druhé straně by díky této „výpomoci“ nemohl Mars Global Surveyor nějaký čas vykonávat svůj primární úkol: mapování povrchu planety. Ovšem neměl by být problém „obětovat“ část jeho kapacity ve prospěch přistávacího modulu. Také to vypadá, že Mars Global Surveyor nebude pro retranslační úkoly k dispozici několik prvních dnů po přistání.

V současné době přitom není vyloučena ani varianta, že Lander bude používat pro veškerou komunikaci se Zemí pouze svou parabolickou anténu o průměru 60 centimetrů. Mars Global Surveyor by tak zůstal mimo hru. Přímé vysílání na Zemi ovšem vyžaduje patnáctkrát více energie než na oběžnou dráhu k retranslační družici.

Vzhledem k tomu, že není k dispozici takové množství energie (získávané z akumulátorů a slunečních článků), bylo by v takovém případě nutné zkrátit dobu činnosti vědeckých přístrojů.

Ztráta Mars Climate Orbiteru se tak může projevit více, než si byla NASA v prvních chvílích ochotna připustit.

\*\*\*

Mezi piloty se říká: Každé přistání, z kterého odejdeš po vlastních nohách, je dobré přistání. Přejme si, aby z přistání plánovaného na 3. prosince „odešla“ sonda Mars Polar Lander po všech svých třech nohách a aby byla minimálně tak úspěšná jako její předchůdce Mars Pathfinder.

Tomáš PŘIBYL  
Foto NASA a NASDA

Na pěti snímkách (1,2 km) vidíte martanský terén o oblasti, kde má v decembri tohto roku pristát sonda Mars Polar Lander. (6. snímka znázorňuje kvôli porovnaniu centrum Washingtonu). Zo snímok možno odčítat rozdiely v hrúbke polí pokrytých snehom a srieňou i zloženie tejto bielej pokrývky (odlišné pomery podielu vodného ľadu a zmrznutého kyslíčnika siričitého). Odlišná jasnosť prezrádza aj textúru a morfológiu terénu (rozlíšenie 5,5m na pixel). Poohýbané valy, ale aj údolia, dlhé až 100 metrov, robia riadiacemu tímu sondy starosti. Na nerovnom povrchu by sa sonda mohla prevrhnúť; o definitívnom mieste pristátia sa rozhodne až v týchto dňoch.



# „Tiché“ čierne diery objavili v blízkych galaxiách



Väčšina supermasívnych čiernych dier v nastarších a najväčších galaxiách zdanlivo odumrela; posledné objavy však naznačujú, že aj títo „čierni nebožtíci“ ešte žiaria – emitujú malé množstvo röntgenového žiarenia.

Teórie o čiernych dierach a ich úlohe, ktorú hrajú v mechanizme galaxií, nie sú ani zďaleka jednoznačné. Ba zdá sa, akoby sa záhady okolo týchto mysterióznych telies množili.

Astronómovia už dávnejšie vedia, že obyčajné čierne diery, ktoré vznikli v mladých galaxiách, emitujú röntgenové žiarenie. Obrovské čierne diery v jadrách najstarších a najväčších galaxií však hviezdári považovali z tohto aspektu za „mŕtve“. Odumretie týchto „tichých“ obrov, (ide o telesá s hmotnosťou niekoľkých miliárd Slnk, ktorá je gravitačne nahustená do sférického priestoru s priemerom našej slnečnej sústavy) sa považovalo za záhadu. Medzinárodný tím astronómov však nedávno zistil, že supermasívne čierne diery v šiestich blízkych galaxiách emitujú slabé röntgenové žiarenie. Analýzou údajov röntgenových satelitov dospeli k presvedčeniu, že zdrojom tohto vysokoenergetického žiarenia nemôže byť nič iné, ako práve čierne diery.

Tento objav by mohol prispieť k doteraz nevyjasnenému žiareniu kozmického pozadia v röntgenovej oblasti a podporiť teóriu Ramesha Narayana z Harvardu. Tento vedec sa nazdáva, že staré čierne diery v jadrách starých galaxií už vyčistili okolitý priestor natoľko, že akreujú oveľa menšie objemy hmoty ako ich mladší príbuzní.

Senzačný objav však nastolil nový problém: „V ktorej etape vývoja galaxií a za akých podmienok sa čierne diery formujú?“ Podľa dnešných poznatkov sa čierne diery vyskytujú v mladých i starých galaxiách. Špecialisti na čierne diery dospievajú k záveru, že tieto mysteriózne objekty sa formujú v každej galaxii ešte v ranom štádiu.

Mimochodom: Iná skupina „blackholistov“ objavila čierne diery nového typu (nazvali ich „lahké váhy“), ktorých hmotnosť kolíše od 100 po 10 000 Slnk. Vyskytujú sa najmä v špirálových galaxiách. Viac informácií sa dozviete na adrese: [www.astronomy.com.horizon.html](http://www.astronomy.com.horizon.html)

-eg-

## Kalendár úkazov a výročí (december 1999 – január 2000)

(v SEČ)

1.12.	Venuša v perihéliu	17.12.	1.8	zákryt hviezdy GSC 1252 406 (10.5 mag)	4.1.	6	maximum meteorického roja Kvadantidy
2.12.	Pluto v konjunkcii so Slnkom			planétkou (150) Nuwa	4.1.	13.4	Mesiac v odzemi
2.12.	maximum meteorického roja chí Orionidy	18.12.	9.3	konjunkcia Jupitera s Mesiacom (Jupiter 4.6° severne)	4.1.		Zem v perihéliu (0.983 AU od Slnka)
3.12.	1.5	3.12.	17.0	zákryt hviezdy PPM 206112 (8.9 mag)	6.1.	19.2	Mesiac v nove
3.12.	planétkou (38) Leda	19.12.	11.6	konjunkcia Saturna s Mesiacom (Saturn 3.6° severne)	7.1.		15. výročie (1985) sondy Sakigake (kométa Halley)
3.12.	22.8	19.12.		maxim. meteorického roja Coma Berenicidy	7.1.		390. výročie (1610) objavu Jupiterových mesiacov G. Galileim
3.12.	konjunkcia Venuše s Mesiacom (Venuša 2.4° južne)	21.12.	6.4	Jupiter v zastávke	10.1.	21.6	konjunkcia Marsu s Mesiacom (Mars 2.2° severne)
3.12.	25. výročie Pioneeru 11 (1974)	21.12.		15. výročie Vegy 2(1984) – (let ku kométe Halley)			Saturn stationary
6.12.	2.0	22.12.	6.6	zákryt hviezdy SAO 78483 (8.0 mag)	13.1		14.1. 14.6 Mesiac v prvej štvrti
6.12.	konjunkcia Merkúra s Mesiacom (Merkúr 2.3° južne)	22.12.	8.7	zákryt hviezdy PPM 717200 (9.6 mag)	14.1.	19.4	konjunkcia Jupitera s Mesiacom (Jupiter 5° severne)
7.12.	23.5	22.12.		planétkou (257) Silesia	14.1.		15.1. 20.1 konjunkcia Saturna s Mesiacom (Saturn 3.5° severne)
8.12.	12.0	22.12.	11.9	zímny slnovrat, Slnko vstupuje do znamenia Kozorožca	16.1.	0	Merkúr v hornej konjunkcii
9.12.	maximum meteorického roja Monocerotidy	22.12.	18.5	Mesiac v prízemí	17.1.		maximum meteorického δ Cancridy
10.12.	planétka 6 Hebe v opozícii (8.3 mag)	22.12.		Mesiac v splne	17.1.	20.6	konjunkcia Mesiaca s Aldebaranom (Aldebaran 41° južne)
10.12.	planétka 29 Amphitrite v opozícii (8.8 mag)	23.12.		maximum meteorického roja Ursidy	19.1.	23.8	Mesiac v prízemí
10.12.	planétka 532 Herculina v opozícii (10.8 mag)	24.12.		20. výročie (1979) prvého štartu Ariane	20.1.		70. výročie (1930) narodenia B. Aldrina
11.12.	maximum meteorického roja Hydridy	26.12.		planétka 554 Peraga v opozícii (10.8 mag)	20.1.	18.7	zákryt hviezdy PPM 46758 (9.0 mag)
12.12.	20.9	26.12.	3.6	zákryt hviezdy PPM 120000 (9.1 mag)	21.1.		planétkou (1000) Piazzia
12.12.	zákryt Marsu Mesiacom (u nás nepozorovateľný)	26.12.		planétkou (233) Asterope	21.1.	5.7	Mesiac v splne
13.12.	12	28.12.		70. výročie (1929) narodenia M. Schmidta	21.1.		úplné zatmenie Mesiaca
14.12.	12.0	28.12.	6.0	zákryt hviezdy PPM 227662 (9.5 mag)	24.1.		Neptún v konjunkcii so Slnkom
14.12.	Mars v konjunkcii s Uránom (Urán 0.6° severne)	28.12.	17.2	zákryt hviezdy PPM 120000 (9.1 mag)	26.1.	4.1	zákryt hviezdy PPM 95332 (9.4 mag)
15.12.	15. výročie Vegy 1 (1984) – (let ku kométe Halley)	28.12.		planétkou (1004) Belopolskya			planétkou (257) Silesia
15.12.	22.8	29.12.	15.1	Mesiac v poslednej štvrti	28.1.	8.9	Mesiac v poslednej štvrti
16.12.	1.8	29.12.		planétka 14 Irene v opozícii (9.3 mag)			
16.12.	Mesiac v prvej štvrti	31.12.	6.1	zákryt hviezdy PPM 196982 (10.3 mag)			
16.12.	kométa Schuster v perihéliu (1.550 AU)			planétkou (431) Nephela			
17.12.	15. výročie (1984) objavenia marťanského meteoritu ALH84001	3.1.	4.3	konjunkcia Venuše s Mesiacom (Venuša 2° južne)			



## Milan Antal (1935 – 1999)

Dňa 2. novembra po dlhej chorobe zomrel v Piešťanoch jeden z najznámejších pozorovateľov asteroidov, dlhoročný pracovník observatória na Skalnatom Plese, pán Milan Antal.

Narodil sa 19. septembra 1935 v Zábřehu na Morave. Už počas štúdia sa zaujímal o prírodu a špeciálne o astronomické úkazy. Po zmaturovaní na gymnáziu v Bratislave preto s nadšením privítal možnosť zamestnať sa v roku 1953 na observatóriu na Skalnatom Plese. Pod vedením doc. Gutha a prof. Kresáka sa vypracoval na perfektného pozorovateľa. Vrodené danosti precíznosti a poriadkumilovnosti ho priamo predurčovali na získavanie presných polôh komét a asteroidov. Presnosť ním získaných polôh komét a asteroidov si veľmi vážili aj v ústredí pre polohy malých telies v americkom Cambridgi. Svojou prácou tak šíril dobré meno observatória na Skalnatom Plese.

Popri získaní stoviek presných pozícií sa mu podarilo objaviť niekoľko asteroidov. Prvý, ako ináč, pomenoval po Slovensku. Svoje silné národné cítenie prejavil aj v tom, že k asteroidu Slovakia postupne pribudli Hurban, Hviezdoslav, Milanšťaňák, Sládkovič a Štúr. Nezabudol ani na svoje Piešťany, ktorých meno nesie asteroid číslo 4573. Milan sa nerozlúčil so svojou láskou – astronómiou ani po odchode zo Skalnatého Plesa roku 1978. Ďalších 10 rokov bol pracovníkom hviezdárne v Hurbanove. Zo Skalnatého Plesa i z Hurbanova pravidelne dochádzal na observatóriá v Poľsku a Maďarsku, kde na väčších ďalekohľadoch sa venoval najmä objavovaniu planétok. Jeho úsilie a výsledky boli ocenené aj Medzinárodnou astronomickou úniou, ktorá pomenovala asteroid číslo 6717 menom Antal.

Jeho nečakaný odchod je veľkou stratou pre slovenskú astronómiu.

J. Svoreň

# Astronomický festival 1999

V dňoch 2.–5. septembra 1999 som mal možnosť zúčastniť sa na veľkolepom astronomickom podujatí v Brne na Hvezdárni a planetáriu Mikuláša Koperníka. Podujatie malo názov „Astronomický festival 1999“ s podtitulom – Obzretie sa za astronómiou dvadsiateho storočia. Hlavnými usporiadateľmi bola domáca hviezdáreň, Česká astronomická spoločnosť, Združenie hviezdární a planetárií, Instantní astronomické noviny, Masarykova univerzita v Brne, Slovenská astronomická spoločnosť, Jednota českých matematikov a fyzikov, Český hydrometeorologický ústav v Brne, Česká meteorologická spoločnosť a Hvezdáreň Valašské Meziříčí. Vďaka toľkým organizátorom a niekoľkým sponzorom sa podarilo usporiadať toto náročné podujatie, na ktorom sa zúčastnilo takmer 200 astronomov profesionálov aj amatérov z ČR, zo Slovenska tam bola azda dvadsaťčlená skupinka. Patronát nad Astronomickým festivalom 1999 prevzali rektor Masarykovej univerzity v Brne a primátor mesta Brna.

Jadrom festivalu bola konferencia osobností – séria prednášok pozvaných odborníkov, ktorí zhrnuli najdôležitejšie objavy a vývojové etapy vo svojej oblasti astronómie v 20. storočí. Moderátorom bol Dr. Jiří Grygar, ktorý každého prednášajúceho predstavil a prečítal jeho stručný životopis týkajúci sa jeho vedeckej dráhy. Celkovo odznelo na festivale 13 prednášok z rôznych oblastí astronómie, ktoré pokryli prakticky všetko dôležité, čo sa v tomto storočí v astronómii udialo. Vymenujem tu tieto prednášky, pretože tie vlastne tvorili základ festivalu: Z. Pokorný: „Planetárna astronómia“, P. Jakeš: „Planetárna astronómia z pohľadu geológa“, Z. Sekanina: „Kometárna astronómia“, Z. Ceplecha: „Medziplanetárna hmota – meteority“, V. Rušin: „Slnko“, P. Harmanec: „Stelárna astronómia“, L. Kohoutek: „Medzihviezdna hmota“, J. Palouš: „Galaktická a extragalaktická astronómia“, J. Langer: „Kozmológia“, J. Vondrák: „Astrometria“, J. Zicha: „Astronómia pozemnými prostriedkami“, M. Grün: „Astronómia kozmickými prostriedkami“, L. Perek: „Astronóm v službách diplomacie“. Mne sa osobne najviac páčila prednáška o astronómii kozmickými prostriedkami, ktorá bola skutočne podrobným chronologickým prehľadom výskumu vesmíru kozmickými sondami a bola aj bohato doplnená ilustráciami. Okrem týchto pozvaných prednášok sa konala panelová diskusia 12 astronomov rôznych generácií na tému „Premeny života astronóma 20. storočia“. Veľmi rozsiahla bola aj ďalšia časť festivalu, a to prezentácia astronomických inštitúcií a organizácií ČR aj SR, kde sa prezentovalo okolo 30 takýchto subjektov. Dianie celého festivalu sa prenášalo internetovým „Rádio hviezdáreň“, takže ho mali možnosť počúvať pri svojich počítačoch aj ďalší záujemcovia, ktorí sa do miestnosti planetária nedostali. V planetáriu mali účastníci možnosť

vidieť aj nový program pre planetárium „Astronomický rok 2000“ a tiež jeden diel z televízneho seriálu „Zlaté storočie astronómie“. Ďalej sa na festivale prezentovalo 8 firiem vyrábajúcich alebo predávajúcich astronomické prístroje a optiku. Ich výrobky alebo tovar bol vystavený v starej budove hviezdárne a v nočných hodinách sa vystavenými ďalekohľadmi mohla pozorovať obloha, a tak na mieste hodnotiť ich kvalitu. V astronomickom Hyde Parku využilo príležitosť predniesť svoj príspevok len asi

8 účastníkov, ale aj tu boli príspevky zaujímavé, mne sa osobne páčil príspevok M. Tichého z Observatória na Kleti o pozoruhodných planétkach. Ako jeden z dvoch slovenských účastníkov som bol aj na spoločnom stretnutí Meteorológa a astronómia, ktoré sa uskutočnilo v budove Českého hydrometeorologického ústavu

ČHMÚ) a odznelo tu 5 príspevkov. Zaujala ma prednáška J. Bednářa na tému optické javy v atmosfére. Mali sme možnosť v rámci exkurzie nahliadnuť do troch pracovísk ČHMÚ, a to na oddelenie meteoroprognotické, oddelenie čistoty ovzdušia a na meteorologickú stanicu.

V prvý deň festivalu obdržal 80-ročný jubilant Doc. Luboš Perek čestný doktorát Masarykovej univerzity a na konci festivalu aj Cenu prof. Františka Nušla za rok 1999, ktorá bola udelená po prvý raz od r. 1949 a je najvyšším vyznamenaním Českej astronómie spoločnosti. Okrem toho na záver festivalu získalo 9 laureátov aj čestné uznanie Českej astronomickej spoločnosti, medzi nimi napríklad známy konštruktér astronomických ďalekohľadov z Ostravy František Kozelský a bývalý dlhoročný riaditeľ Hvezdárne Valašské Meziříčí Ing. Bohumil Maleček. Súčasťou tohto veľkého astronomického podujatia bol aj spoločenský večer spojený so slávnostnou večerou a koncertom.

Festival bol dlhotrvajúcim náročným maratónom rôznych foriem a tak, žiaľ, bolo dosť málo času na kuloárové diskusie. Prestávky medzi blokmi prednášok a prezentáciami zďaleka nestačili na všetko, o čom som chcel s kolegami diskutovať. Som ale rád, že som po dlhom čase stretol niektorých kolegov a spolužiakov, ktorých som už dlho nevidel, a najmä svojich bývalých učiteľov, či už z univerzity, alebo z hviezdárni a astronomických ústavov.

Záverom by som chcel poďakovať organizátorom za toto veľmi pekné a hodnotné astronomické podujatie a za to, že na ňom umožnili účasť aj slovenským astronómom.

Budúci Astronomický festival sa bude konať až v budúcom tisícročí (možno o 2 roky) a samozrejme, na celkom inú tému.

**RNDr. Zdeněk Komárek**

Hviezdáreň v Michalovciach

(Rozhovory časopisu Kozmos s Lubošom Perkom, Zdeňkom Sekaninom a Lubošom Kohotkom uverejňujeme na stranách 12–15.)



## XIII. Zjazd Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV

V dňoch 16. a 17. októbra 1999 sa v Starej Lesnej, v príjemnom prostredí veľkej zasadačky Astronomickeho ústavu SAV, uskutočnil riadny XIII. zjazd Spoločnosti.

Vlastný program sa začal po prezentácií účastníkov voľbami návrhovej, mandátovej a volebnej komisie zjazdu správou o činnosti Spoločnosti po jej XII. zjazde. Symbolickou minútou ticha si účastníci pripomenuli členov Spoločnosti, ktorí nás v uplynulom období opustili navždy. V obsiahlej správe potom odstupujúce predsedníctvo pozitívne vyhodnotilo činnosť sekcií, komisií a odbočiek Spoločnosti. Z najväčších úspechov možno i tu spomenúť vydanie Astronomickej terminológie, úspešné expedície za pozorovaním Slnka a meteorov, úspechy v popularizácii astronómie a bohatú spoluprácu s Českou astronomickou spoločnosťou. Práve jej predstaviteľia: predseda RNDr. Pavel Borovička, CSc. a RNDr. Jiří Grygar, CSc., vo svojich príhovoroch počas diskusie zdôvodnili potrebu ďalších kontaktov oboch spoločností bez ohľadu na administratívne prekážky a hranice. V správe o hospodárení boli zdokumentované náklady a výnosy Spoločnosti, ako aj trend klesajúcej finančnej podpory Rady vedeckých spoločností pri SAV, ktorý možno očakávať i do budúcnosti.

Po obedňajšej prestávke pokračoval zjazd po správe mandátovej komisie o uznášaniaschopnosti zjazdu voľbami predsedníctva a členov hlavného výboru a jeho náhradníkov, revíznej komisie a jej náhradníkov a voľbou čestných členov Spoločnosti.

V tajných voľbách bol za predsedu Slovenskej astronomickej spoločnosti zvolený RNDr. V. Porubčan, DrSc. z AsÚ SAV v Bratislave, podpredsedom RNDr. M. Znášik z Hvezdárne v Žiline, vedeckým tajomníkom RNDr. L. Hric, CSc. a hospodárom RNDr. J. Žižňovský CSc., obaja z AsÚ SAV v Tatranskej Lomnici. Do hlavného výboru boli zvolení členovia: RNDr. V. Rušin, DrSc.; RNDr. P. Hazucha; Ing. L. Klocok, CSc.; I. Kudzej, CSc.; RNDr. P. Rapavý; RNDr. Z. Komárek a RNDr. J. Mäsiar. Náhradníkmi sa stali RNDr. B. Lukáč, CSc.; Ing. A. Michna a Mgr. J. Krištofovič. Revízna komisia bude na základe výsledku volieb pracovať v zložení: RNDr. D. Očenáš – predseda, RNDr. D. Rapavá a Mgr. I. Pogányová – členovia a J. Peržo ako náhradník.

Za čestných členov Slovenskej astronomickej spoločnosti zjazd zvolil Olega Kopaneva a Iva Zajonca. V stanovách Spoločnosti boli upravené práva členov voliť a byť volený do orgánov Spoločnosti a zmenená bola výška členského pre nie pracovne činných členov.

V diskusií sa delegáti zjazdu vyjadrili k aktuálnym otázkam činnosti sekcií, odbočiek a komisií Spoločnosti. Odbočka v Bratislave sa na zjazd obrátila s výzvou o podporu snáh vybudovať v hlavnom meste planetárium ako účelové kultúrne zariadenie, čo podporili i mnohí delegáti. Po ukončení diskusie sformulovala návrhová komisia uznesenie zjazdu, v ktorom okrem schválenia správy o činnosti od posledného zjazdu, hospodárení Spoločnosti a revíznej komisie zjazd schválil zmenu stanov a výšku členského. Zjazd uložil novozvoleným orgánom Spoločnosti vyvinúť maximálne úsilie pri realizovaní hlavných úloh Spoločnosti, a to najmä:

- V rámci existujúcich astronomických zariadení na Slovensku rozvíjať astronómiu s cieľom zvyšovať astronomické a prírodovedecké povedomie širokej verejnosti.

- V čo najširšej možnej miere propagovať astronómiu a príbuzné vedné disciplíny v mas-médiách.

- Nadalej pokračovať a rozvíjať spoluprácu s Českou astronomickou spoločnosťou.

Zjazd plne podporil iniciatívu odbočky SAS pri SAV v Bratislave a prijal znenie výzvy účastníkov voči zodpovedným orgánom mesta a štátu s cieľom vybudovať planetárium v hlavnom meste. Nakoniec zjazd uložil hlavnému výboru Spoločnosti obnoviť činnosť prístrojovej sekcie.

Zjazd pokračoval slávnostným programom k 40. výročiu vzniku SAS pri SAV. Prednášku o histórii a práci Spoločnosti za uplynulých 40 rokov predniesol RNDr. V. Rušin, DrSc. Po ňom v rámci osláv zhodnotil úspešný výskum medziplanetárnej hmoty RNDr. L. Neslušan, CSc.

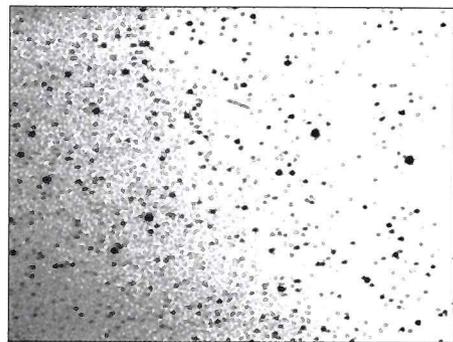
Odstupujúce a novozvolené predsedníctvo na slávnostnej večeri, konanej v priestoroch hotela Academia odovzdalo ocenenia – ďakovné listy – za dlhodobú spoluprácu a úspešnú činnosť v Spoločnosti a jej orgánoch Doc. RNDr. P. Palušovi, CSc., J. Zverkovi, DrSc., RNDr. Jánovi Svoreňovi, DrSc. a Mgr. Lubomíre Šeševičkovej.

Na svojom prvom zasadnutí sa zišli i novozvolené orgány Spoločnosti, ktoré zaviazali do 15. 11. odbočky, sekcie a komisie spracovať návrhy na hlavné podujatia v roku 2000, vyžadujúce príspevok od Rady vedeckých spoločností pri SAV. Hlavný výbor a predsedníctvo o nich rozhodne na svojom zasadnutí do konca novembra tak, aby spracované žiadosti mohli byť včas predložené Rade.

V rámci zjazdu sa pod záštitou SAS pri SAV uskutočnil v jeho druhý rokovací deň i odborný seminár „Novinky v astronómii“ o najnovších poznatkoch v stelárnej a slnečnej astronómii. V prednáškach RNDr. A. Kučeru, CSc., „Dynamické Slnko“ a RNDr. L. Hrica, CSc., „Kataklyzmatické premenné“ sa zúčastnení dozvedeli najnovšie poznatky o metódach a výsledkoch astronomickeho výskumu v týchto oblastiach. Po prezentácií posterov, najmä z úspešných pozorovaní úplného zatmenia Slnka 11. 8. 1999, referátov o činnosti ostatných astronomických zariadení a odbornej činnosti v nich bolo úspešné rokovanie zjazdu ukončené.

Miesto a priestor, ktoré si počas uplynulých 40 rokov existencie Slovenská astronomická spoločnosť pri SAV vybuodovala v sústave profesionálnych inštitúcií, ľudových hvezdární a planetárií a záujmových skupín astronómov-amatérov pri popularizácii astronómie a vlastnej vedeckej, pedagogickej a odbornej práce, je obdivuhodný. Rovnako tak doterajšia činnosť orgánov a celej Spoločnosti postavila pred novozvolené orgány a ich ďalšiu činnosť vysoké ciele. Pri ich zdolávaní prajeme všetkým členom Spoločnosti a jej novým orgánom mnoho síl a vytrvalosti na prospech celej astronomickej spoločnosti Slovenska.

RNDr. Miroslav Znášik  
podpredseda SAS pri SAV



Planétka (6489) Golevka počas tesného preletu okolo Zeme (0.05 AU) v noci 3/4. júna 1999. Vďaka 3-minútovej expozícii sa planétka zobrazila ako úsečka. Rozmery snímky sú asi 18'×18'.

## Golevka v Partizánskom

V súčasnom období poznáme už viac ako 750 telies, ktoré sa pravidelne približujú k Zemi. Ide o tzv. blízkozemné asteroidy, ktoré sa najmä v poslednom období tešia zvýšenému záujmu odborníkov ako zdroj cenných informácií o fyzikálnych a dynamických procesoch formovania hlavného pásu asteroidov medzi Marsom a Jupiterom.

Jedným z týchto telies je aj planétka č.6489 Golevka, ktorá sa večer 2. júna t.r. priblížila k Zemi na vzdialenosť 0.05 AU. Na priloženej snímke môžete vidieť asteroid tak, ako sa nám ho podarilo nasnímať na hvezdárni v Partizánskom v noci 3/4. júna. Počas 3-minútovej expozície sa asteroid, vďaka rýchlemu pohybu (16"/min) po oblohe, zobrazil ako úsečka. V tomto čase sa premietal do súhvezdia Orol, necelých 5° severne od Altaira, ako objekt s jasnosťou 14,8 mag. Snímka bola zhotovená ďalekohľadom Newton 200/900 a CCD kamerou StarLight XPress. Kamerou, ktorú sa nám podarilo získať vďaka pochopeniu Ing. Gabriela Okšu a Britskej astronomickej spoločnosti (BAA) v r.1998.

Planétku (6489) Golevka objavila E. F. Helinová pomocou 46-cm ďalekohľadu na observatóriu Mt. Palomar dňa 10. mája 1991. A čo o nej vieme dnes, na základe optických a radarových pozorovaní? Asteroid patrí k rodine Amor, okolo svojej osi sa otočí raz za 6 hodín, má pretiahnutý tvar s pomerom osí 1:1,4, povrch telesa má veľmi vysoké albedo (0,6) a skutočné rozmery planétky sú iba 0,35×0,25×0,25 km! Minimálna vzdialenosť dráhy asteroidu a Zeme je v priestore iba 0,03 AU. Rovnako ako v minulosti (r. 1991 a 1995) aj pri tohtoročnom návrate bol asteroid opäť pozorovaný radarom (Arecibo, Madrid).

Planétka sa približuje k Zemi každé 4 roky (najbližšie to bude 20. 5. 2003, vzd. 0,092 AU). Nakoľko však sa minimálna vzdialenosť návratov pomaly zväčšuje, podmienky jej viditeľnosti sa od návratu k návratu zhoršujú. Tak napr. návrat v r. 1995 (0,034 AU) bol najtesnejší v období najbližších 200 rokov a pri návrate v r. 2003 maximálna jasnosť asteroidu neprekročí 16,5 mag, čo je niekde v okolí reálneho dosahu kamery v Partizánskom. Preto si myslím, že nasnímanie 300 metrového balvanu zo vzdialenosti 7,5 mil. kilometrov je celkom pekný úlokov...

**Pozn.:** Animáciu pohybu planétky, zloženú zo CCD snímok, nájdete na stránke hvezdárne na adrese <http://www.coseco.sk/hvezdaren/>

Peter Kušnirák

# ĎALEKOHĽAD

## - základný prístroj astronóma amatéra

Od objavu ďalekohľadu už uplynulo takmer 400 rokov. Vzápätí po objave ďalekohľadu taliansky fyzik a astronóm Galileo Galilei zamieril svoj ďalekohľad skonštruovaný podľa správ z Holandska na oblohu. Odvtedy vývoj ďalekohľadu značne pokročil a dnes sú už bežné aj ďalekohľady na obežnej dráhe Zeme.

Princíp ďalekohľadu však zostal rovnaký a v nasledujúcich riadkoch sa pokúsím opísať základné parametre a optické sústavy najpoužívanejších ďalekohľadov.

Optiku každého ďalekohľadu tvorí objektiv a okulár. Tieto musia byť mechanicky uchytené v tubuse alebo v inej konštrukcii a tá musí byť upevnená na montáži. Keďže astronomické ďalekohľady majú rôzne rozmery, čo je dané hlavne priemerom objektivu, ich veľkosť je naozaj rôzna, od prenosných amatérskych ďalekohľadov až po profesionálne reflektory, ktoré sú považované za najväčšie optické prístroje aké boli človekom skonštruované. U profesionálnych ďalekohľadov sa okulár používa málokedy a namiesto neho sa do ohniska objektivu inštalujú fotografické či elektronické snímače svetla.

Základnou úlohou ďalekohľadu je:

1. Zväčšiť uhol, pod ktorým pozorujeme objekt,
2. Zhrmaždiť väčšie množstvo svetla ako naše oko,
3. Rozlíšiť jemné detaily na pozorovaných objektoch.

Hlavným zobrazovacím prvkom ďalekohľadu je objektiv, ktorý vytvorí vo svojej ohniskovej rovine skutočný a prevrátený obraz objektu. Ten potom pozorujeme okulárom, ktorého funkcia sa podobá lupe. Rozhodujúci vplyv na kvalitu obrazu má teda kvalita objektivu a okulára.

Princíp ďalekohľadu vidíme na nasledujúcom obrázku. Pre jednoduchosť som zvolil pre objektiv aj okulár spojnú šošovku. Je to refraktor Keplerovho typu.

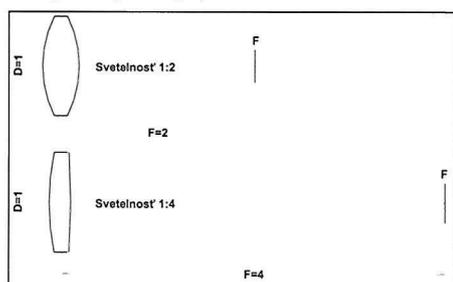


Obr. 1. Základná optická schéma ďalekohľadu

Takýto ďalekohľad by dával dobrý obraz len pri veľmi nízkej svetelnosti objektivu a vo veľmi malom zornom poli okulára.

Čo je to svetelnosť objektivu? Je to pomer priemeru objektivu k jeho ohniskovej vzdialenosti.

Čím je svetelnosť vyššia tým je kratší tubus ďalekohľadu a obraz v ohniskovej rovine jasnejší. Zároveň je optická konštrukcia objektivu náročnejšia aby boli skorigované jeho chyby.



Obr. 2. Porovnanie svetelnosti dvoch objektivov

Ďalšou dôležitou vlastnosťou objektivu je jeho rozlišovacia schopnosť. Tá závisí hlavne od priemeru objektivu a je daná ohybom svetla na ňom. Väčší priemer objektivu rozlíši dva body, ktoré sú v menšej uhlovej vzdialenosti ako sme schopní rozlíšiť voľným okom. Približný vzorec pre rozlišovaciu schopnosť ďalekohľadu pre tzv. Rayleighovo kritérium je: kde priemer objektivu dosadíme v milimetroch a výsledok bude v oblúčkových sekundách.

Pre tzv. Dawisovo kritérium môžeme dosadiť 114", ale to platí iba pre dve rovnako jasné hviezdy okolo 6 veľkosti (pre malé ďalekohľady). Napr. ďalekohľad s priemerom 150 mm rozlíši dva body uhlovo vzdialené asi 0,8 oblúčkovej sekundy.

Zväčšenie ďalekohľadu (nesprávne priblíženie) môžeme určiť dvoma spôsobmi:

Výpočet zväčšenia pomocou priemerov vstupnej a výstupnej pupily môžeme využiť ak nepoznáme ohniskovú vzdialenosť objektivu alebo okulára. V praxi využívame na ďalekohľade rôzne zväčšenie avšak pre daný priemer objektivu je odporúčané zväčšenie v rozsahu od 0,5D do 2D, kde D je priemer objektivu v milimetroch. Začiatočníci kupujú ďalekohľady hlavne podľa zväčšenia (čím väčšie tým lepší) a niektorí výrobcovia im v tom idú v ústrety, napr. už na krabici ďalekohľadu s priemerom objektivu 60 mm uvádzajú 675!-násobné zväčšenie, čo je viac než 11-násobok priemeru objektivu v mm. Sklamanie pri pohľade cez takýto ďalekohľad býva veľké. Obraz je pri takom prekročení užitočného zväčšenia mimoriadne tmavý. Pri zväčšení 1D vidíme všetky detaily na objektoch, ktoré dovoľuje daný priemer objektivu. Ak toto zväčšenie prekročíme obraz sa síce zväčší, ale pre ohyb svetla na objektivu už ďalšie detaily neuvidíme. V našich pozorovacích podmienkach (vzhladom na nekľud vzduchu) sa málokedy dá použiť väčšie ako 100- až 200-násobné zväčšenie aj keby nám to umožňoval priemer nášho objektivu.

Zaujímavým parametrom ďalekohľadu je aj jeho minimálne zväčšenie. Dostaneme ho ak vydáme priemer vstupnej pupily priemerom našej zrenice akomodovanej na tmú (asi 6–8 mm). Ohniskovú vzdialenosť okulára pre toto zväčšenie vypočítame nasledovne:

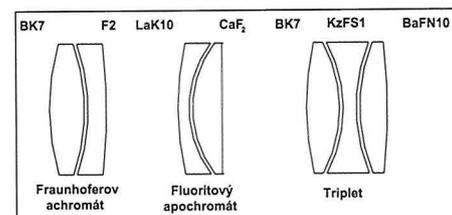
Všetky hodnoty sú v milimetroch. Minimálne zväčšenie využijeme hlavne pri pozorovaní slabých plošných objektov, teda hmlovín, galaxií a komét.

Podľa druhu objektivu rozlišujeme ďalekohľady na:

1. Refraktory – využívajú lom svetla (objektiv tvoria šošovky)
2. Reflektory – využívajú odraz svetla (objektiv tvoria zrkadlá)
3. Katadioptrické ďalekohľady – využívajú lom i odraz svetla (objektiv tvoria šošovky aj zrkadlá).

Súčasný refraktory majú objektiv zložený z dvoch alebo viacerých šošoviek. Lacnejšie achromáty sú vyrobené z tzv. bežných skiel (napr. koronové BK7 a flintové F2) a dosahujú svetelnosť 1:10 až 1:15 (podľa priemeru). Dĺžka tubusu je pri väčších priemeroch značná. Drahšie apochromáty majú jednu šošovku vyrobenú zo skla z nízko disperziou alebo fluoridu vápenatého CaF<sub>2</sub> a dosahujú vyššiu svetelnosť (1:6 až 1:9) pri celkovej lepšej korekcii chýb (hlavne farebnej chyby). Cena šošovkových objektivov aj keď

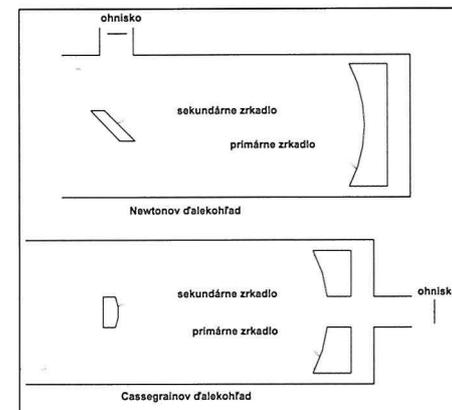
ich považujeme za najlepšie skorigované rastie exponenciálne s ich priemerom. Vhodné sú najmä na pozorovanie Slnka, Mesiaca a planét, kde nie je potrebný veľký priemer a vysoká svetelnosť.



Obr. 3. Objektivy refraktorov (Fraunhofer, fluoridový apochromát, triplet)

Najznámejšie reflektory sú Newton a Cassegrain. Aj keď reflektory netrpia farebnou chybou, pri rastúcej svetelnosti sa u nich prejavujú mimoošes chyby a to najmä kóma.

Pre amatéra je zo všetkých ďalekohľadov najvhodnejší Newton pretože, tu sa dá za relatívne najnižšiu cenu získať prístroj s veľkým priemerom, vysokou svetelnosťou a veľmi dobrou kvalitou obrazu. Primárne zrkadlo je zväčša parabolické (nemá guľovú chybu), sekundárne zrkadlo je rovinné v tvare elipsy sklonené pod uhlom 45 stupňov. Typická svetelnosť Newtonových ďalekohľadov je od 1:4 do 1:8. Pri svetelnosti 1:4 je vhodné použiť pred ohniskom korektor kómy. Centrálné tienenie sekundárnym zrkadlom sa pohybuje od 1/6 do 1/3 priemeru prim. zrkadla.



Obr. 4. Newton a Cassegrain

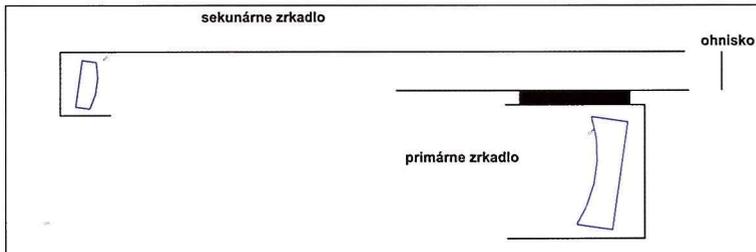
Klasický Cassegrain obsahuje dve zrkadlá – primárne parabolické a sekundárne hyperbolické. Priemerná svetelnosť je od 1:10 do 1:20. Centrálné tienenie okolo 1/3 priemeru prim. zrkadla, čo nie je vhodné na pozorovanie planét. Výroba optiky je oveľa náročnejšia a pri amatérskych prístrojoch výhoda kratšieho tubusu nepodstatná. Napriek tomu veľa amatérov preferuje tento ďalekohľad pred Newtonom. Existujú aj mnohé modifikácie Cassegraina napr. Dall-Kirkham (prim. zrkadlo elipsoid, sekundárne guľové), ktorý je výrobne menej náročný, má však väčšiu kómu, alebo Ritchey-Chrétien, ktorý je aplanatický (nemá kómu) s obidvoma hyperbolickými zrkadlami. Ritchey-Chrétien dosahuje svetelnosť až 1:6 avšak za cenu značného centrálneho tienenia.



Obr. 5. Systém Gregory

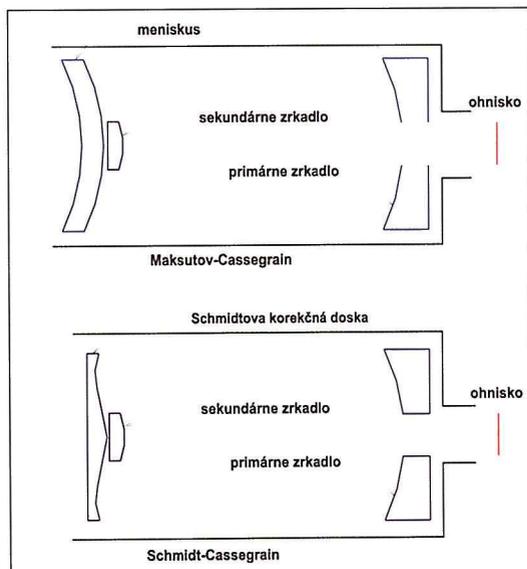
Systém Gregory má primárne zrkadlo parabolické a sekundárne dutý elipsoid. Dĺžka tubusu je však podstatne väčšia ako u Cassegraina. Napriek relatívne jednoduchšej výrobe sekundárneho zrkadla sa tento ďalekohľad vyskytuje len zriedkavo.

Všetky doteraz spomínané reflektory majú primárne zrkadlo a teda aj vstupnú pupilu zatienenú sekundárnym zrkadlom, ktoré spôsobuje ohyb svetla a tým zníženie kontrastu obrazu hlavne pri pozorovaní jemných detailov na planétach. Takýmto nedostatkom netrpí Kutterov mimoosý ďalekohľad, kde sú zrkadlá naklonené tak, aby jedno nezakrývalo druhé. Nevýhodou je nízka svetelnosť (okolo 1:25) to však pri pozorovaní planét nevaďí, kde je dostatok svetla. Obraz je porovnateľný alebo ešte lepší ako u apochromatického refraktora.



Obr. 6. Kutterov mimoosý ďalekohľad (Schiefspiegler)

Najznámejšie zo skupiny katadioptrických ďalekohľadov sú Maksutov-Cassegrain a Schmidt-Cassegrain. Prvý z nich má všetky plochy guľové (aj keď bývajú retušované), Schmidt-Cassegrain má primárne zrkadlo guľové, sekundárne vypuklý elipsoid a Schmidtovu korekčnú dosku, ktorá je asférická. Svetelnosť sa pohybuje okolo 1:10 pri veľmi dobrej korekcii všetkých chýb. Centrálné tienenie je asi 1/3 vstupného otvoru. Tubus je veľmi krátky (asi dvojnásobok priemeru), ale cena je značne vysoká, hlavne u Maksutov-Cassegraina, kde je najdrahší meniskus. Uzavretý tubus znižuje turbulenciu vzduchu a zabráňuje znečisteniu zrkadiel. Na druhej strane dochádza k oroseniu korekčnej dosky, čo sa dá obmedziť vhodným vyhrievaním. Upevnenie sekundárneho zrkadla na menisku alebo korekčnej doske odstraňuje ohyb svetla na držiaku, ktorý je u reflektorov.



Obr. 7. Katadioptrické ďalekohľady.

Fotografické modifikácie katadioptrických ďalekohľadov sú Schmidtova a Maksutovova komora. Schmidtova komora patrí k najväčším a najlepšie skorigovaným fotografickým ďalekohľadom vôbec. Ich jedinou nevýhodou je zakrivenie obrazového po-

ľa, čo sa odstraňuje prehnutím filmu alebo fotografickej platne.

Ak chceme úplne využiť kvalitu objektívu ďalekohľadu mali by sme použiť aj vhodný okulár. Keďže jednoduchá spojná šošovka je pri súčasných svetelných objektívoch nepoužiteľná boli skonštruované viacšošovkové okuláre, ktoré sa vyznačujú vysokým stupňom korekcie chýb a niektoré aj veľmi veľkým zorným polom. Počet šošoviek u moderných okulárov dosahuje až 9. Taktiež boli skonštruované pankratické okuláre s meniteľnou ohniskovou vzdialenosťou.

Najvýznamnejšími parametrami okulára je jeho ohnisková vzdialenosť a zorné pole. Ohnisková vzdialenosť nám v kombinácii s daným objektívom určuje výsledné zväčšenie. Subjektívne zorné pole je uhol,

pod ktorým pozorujeme poľnú clonu umiestnenú v okulári. Skutočné pozorované zorné pole (na oblohe) závisí od uhlového rozmery obrazu objektu vytvoreného objektívom v poľnej clone okulára. Teda ak hovoríme

o zornom poli okulára máme na mysli jeho subjektívne zorné pole.

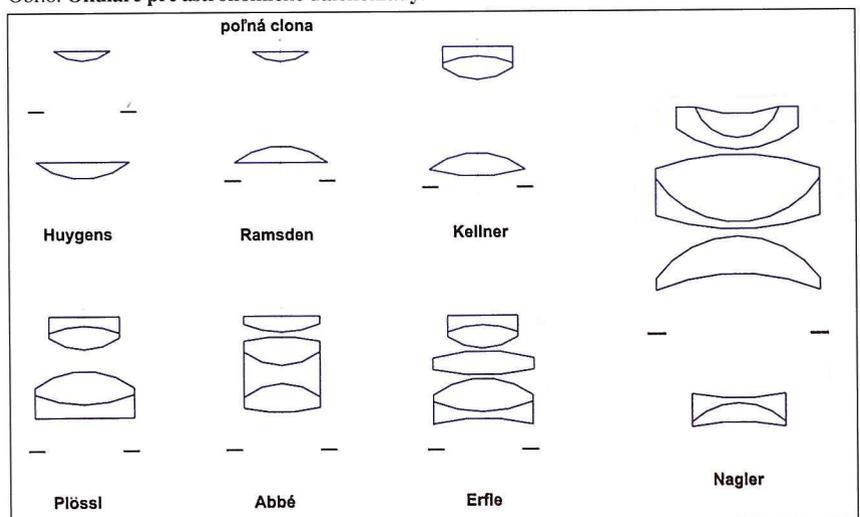
**Huygens** – prvý okulár zložený z dvoch šošoviek. Vhodný na ďalekohľady nízkej svetelnosti (achromatický refraktor, klasický Cassegrain, Kutter) okolo 1:15. Zorné pole je do 50 stupňov. Ohniskové vzdialenosti sa pohybujú od 10 do 150 mm.

**Ramsden** – poľná clona je umiestnená pred poľnou šošovkou a lepšia je aj korekcia guľovej chyby. Zorné pole sa pohybuje okolo 40 stupňov. Vhodný pre nízkosvetelné ďalekohľady (1:10 a nižšie).

**Kellner** – podobný Ramsdenu ale s achromatickou očnou šošovkou. Lepšia korekcia farebnej chyby. Zorné pole je okolo 50 stupňov. Vhodný až do svetelnosti objektívu 1:6. Vyrábané ohniskové vzdialenosti sú od 6 do 40 mm.

**Plössl** – tiež nazývaný symetrický. Veľmi dobre korigovaný okulár, vhodný hlavne na pozorovanie planét. Zorné pole je okolo 50 stupňov. Použiteľný až do svetelnosti objektívu 1:4,5. Ohniskové vzdialenosti sú od 6 do 55 mm.

Obr.8. Okuláre pre astronomické ďalekohľady.



**Abbé** – alebo ortoskopický. Okulár s najmenším skreslením. Zorné pole je 40–50 stupňov.

Použiteľný do svetelnosti objektívu 1:4,5 a nižšej. Vyrábané ohniskové vzdialenosti sú od 4 do 40 mm.

**Erfle** – prvý širokouhlý okulár pôvodne vyvinutý na vojenské účely. Zorné pole je až 70 stupňov. Maximálna odporúčaná svetelnosť objektívu je do 1:5.

**Nagler** – prvý ultraširokouhlý okulár vyvinutý pre astronómov amatérov. Zorné pole dosahuje až 82 stupňov. Možnosť použitia až do svetelnosti objektívu 1:4. Veľmi dobre skorigovaný hlavne na astigmatizmus. Ohniskové vzdialenosti sa pohybujú od 4,8 do 31 mm.

Pohľad cez tieto okuláre je skutočným zážitkom.

Prvé dva typy okulárov sa dnes používajú v lacných ďalekohľadoch, kde pri nízkej svetelnosti objektívu postačuje ich kvalita. Huygensove okuláre o veľkej ohniskovej vzdialenosti sa dodnes používajú na veľkých refraktoroch. Kellner, Plössl a ortoskopický okulár sú považované za štandardné. Ultraširokouhlé okuláre patria skôr do vybavenia náročných a bohatých amatérov, ktorí sa chcú kochať pohľadom na oblohu v obrovskom zornom poli.

Ďalej sa vyrábajú okuláre, ktoré patria do skupiny „Wide-Field“ (širokouhlé), ktoré sú prevažne 6-šošovkové a dosahujú zorné pole až 68 stupňov (napr. TeleVue Panoptic).

Špeciálnou skupinou sú aj okuláre s extrémne krátkou ohniskovou vzdialenosťou (len 2,5 mm) a pritom majú značne vysunutú výstupnú pupilu (20 mm od zadnej šošovky). Princíp týchto okulárov je podobný ako u Naglera, teda majú zabudovanú negatívnu achromatickú poľnú šošovku, ktorá tu slúži podobne ako Barlowova šošovka. Ich zorné pole je okolo 45–60 stupňov (Vixen Lanthanum a TeleVue Radian). Sú vhodné aj pre ľudí, ktorí počas pozorovania musia mať nasadené okuliare. Niektorí výrobcovia vyrábajú aj špeciálne okuláre na ďalekohľady Newton so zabudovaným korektorom kómy.

Pankratické okuláre (nazývané Zoom) majú meniteľnú ohniskovú vzdialenosť takže jeden takýto okulár nahradí sadu 3 i viacerých okulárov. Pre amatérov sú najdostupnejšie s trojnásobným rozsahom ohniskových vzdialeností (8–24 mm).

O ďalšom príslušenstve k ďalekohľadom ako je montáž, Barlowova šošovka, optický kompresor a rôzne filtre si povieme nabadúce.

MILAN KAMENICKÝ

(Pokračovanie v budúcom čísle)

# Obloha v kalendári december 1999 – január 2000

Pripravili: PAVOL RAPA VÝ a JIŘÍ DUŠEK

Všetky časové údaje sú v SEČ

Obdobie najdlhších nocí v roku môžeme v pokoji využiť na všetko, čo inokedy nestíhame. Meteorári majú „k dispozícii“ Geminidy i Kvadrantidy, ktoré majú pozorovacie podmienky takmer ideálne. Obdivovateľom „deep sky“ objektov síce budú prímŕzať ruky k ďalekohľadu, no odmenou im bude iskrivá nočná, zamatovočierna obloha. Januárové zatmenie Mesiaca je jediným, ktoré bude v roku 2000 od nás pozorovateľné, a tak sa naň dobre pripravte, pretože repríza bude až o rok.

Aj keď prelom rokov nie je skutočným začiatkom milénia, určite budú oslavy príchodu roku 2000 búrlivé, plné nových predsavzatí. Skúste niektoré z nich venovať aj niečomu z astronómie...

## Planéty

**Merkúr** je začiatkom decembra dobre pozorovateľný ráno (–0.5 mag), pretože 3. 12. je v najväčšej západnej elongácii (20°). Vychádza takmer dve hodiny pred východom Slnka, čo s priaznivým sklonom ekliptiky poskytuje dobré pozorovacie podmienky. 6. 12. krásnu raňajšiu scenériu spestrí aj úzky kosáčik Mesiaca. Uholová vzdialenosť Merkúra od Slnka sa znižuje a koncom druhej decembrovej dekády sa stratí v presvetlenom obzore. Po hornej konjunkcii so Slnkom 16. 1. sa bude od Slnka uhlovo zase vzdalovať, no vhodnejšie pozorovacie podmienky nastanú až vo februári. 13. 12. pred východom Slnka môžeme vlastný pohyb Merkúra sledovať v porovnaní s jasnou dvojhviezdou  $\beta$  Sco.

Venuša ako výrazný objekt (–4.2 mag) je pozorovateľná ráno. 3. a 4. 12. na začiatku občianskeho súmraku jej bude robiť spoločnosť Mesiac a Spika za asistencie Merkúra, ktorý bude 10' nad obzorom. Určite stojí za pokus zaznamenať zmenu ich vzájomnej polohy na farebný film. Aj keď sa sklon ekliptiky k obzoru bude znižovať, ostane dobre pozorovateľná po oboja mesiace, nakoľko aj na konci januára bude mať –3.9 mag.

3. 1. nastane fotogenicky krásna konjunkcia s Mesiacom na zaujímavom pozadí Škorpióna.

**Mars** je pozorovateľný večer (0.9 mag) nad juhozápadným obzorom ako červenastý objekt v Kozorožcovi. Priamym pohybom sa na Silvestra presunie do Vodnára. Jeho uhlový priemer je však malý (5"), a tak aj vo väčších ďalekohľadoch je šanca vidieť len tie najvýraznejšie povrchové útvary. 12. 12. nastane jeho zákryt Mesiacom, žiaľ, u nás nepozorovateľný. Po zotmení však môžeme pozorovať približovanie sa Mesiaca k Marsu za prítomnosti Uránu, s ktorým bude Mars v konjunkcii (0.6) o dva dni neskôr. Rozdielna farba oboch planét by mohla byť inšpiráciou pre astrografov. Ďalšia, menej priaznivá konjunkcia s Mesiacom nastane 10. 1.

**Jupiter** je pozorovateľný takmer celú noc, no po októbrovej opozícii so Slnkom sa jeho viditeľnosť skraca a koncom januára zapadá už hodinu pred polnocou. Ako výrazný objekt (–2.6 mag) je v Rybách a až do 21. 12., kedy je stacionárny a pohybuje sa retrográdne. Po konjunkcii s Mesiacom vytvorí 19. 12. spolu so Saturnom trojuholník a podobná situácia sa zopakuje aj 14. 1.

7. 1. si pripomenieme 390. výročie objavenia „medicejských hviezd“ Galileom Galileim. Spomienku tomuto vynikajúcemu astronómovi môžeme venovať práve pri pozorovaní týchto štyroch najväčších mesiacov Jupitera. Na obrázku je situácia



Jupiter, 7. 1. 2000, 21:00 hod.

o 21. hodine (tieň mesiaca Io sa premieta na disk planéty). V tento význačný deň si môžete skúsiť pozrieť aj niektoré z úkazov (SEČ).

Prechod mesiaca Io pred diskom: začiatok 18:00, koniec 20:11.

Prechod tieňa mesiaca Io: začiatok 19:21, koniec 21:31.

## Pozorovateľné prechody Velkej červenej škvrny (SEČ)

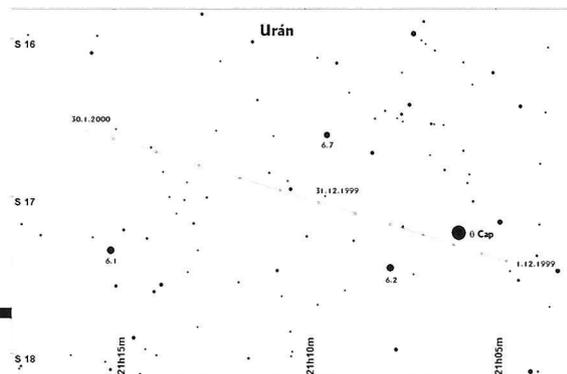
1.12. 19:13	15.12. 00:55	29.12. 22:21	15.1. 21:28
3.12. 1:00	15.12. 20:46	30.12. 18:13	16.1. 17:19
3.12. 20:51	16.12. 16:38	1. 1. 00:00	17.1. 23:07
4.12. 16:42	17.12. 22:25	1. 1. 19:51	18.1. 18:58
5.12. 22:29	18.12. 18:16	3. 1. 21:30	20.1. 20:37
6.12. 18:21	20.12. 00:03	4. 1. 17:22	21.1. 16:29
8.12. 00:08	20.12. 19:55	5. 1. 23:09	22.1. 22:16
8.12. 19:59	22.12. 21:33	6. 1. 19:01	23.1. 18:08
10.12. 1:46	23.12. 17:25	8. 1. 20:39	25.1. 19:47
10.12. 21:38	24.12. 23:12	9. 1. 16:31	27.1. 21:26
11.12. 17:29	25.12. 19:04	10. 1. 22:18	28.1. 17:18
12.12. 23:16	27.12. 20:42	11. 1. 18:10	30.1. 18:57
13.12. 19:08	28.12. 16:34	13. 1. 19:49	

**Saturn** má podobné podmienky viditeľnosti ako Jupiter, zapadá však o hodinu neskôr. Ako objekt nultej hviezdnej veľkosti ho nájdeme v Baranovi a na pozorovanie jeho prstencov stačí aj menší ďalekohľad s približne tridsaťnásobným zväčšením. Krásu jeho prstencov si však vychutnáme len pri dostatočnom zväčšení. 13. 1. je stacionárny a zmení svoj retrográdny pohyb na smer priamy. Zakreslovaním jeho polohy do hviezdneho atlasu získame jeho „slučku“. Jeho vlastný pohyb môžeme dobre sledovať od polovice do konca decembra podľa hviezdy 51 Ari (5.6 mag), ku ktorej sa priblíži 21. 12. na vzdialenosť 14'.

19. 12. a 15. 1. bude v konjunkcii s Mesiacom, z ktorých je pre pozorovanie výhodnejší január, keď planéta bude pri konjunkcii nad obzorom a jej uhlová vzdialenosť od Mesiaca bude 3.5'.

**Urán** (5.9 mag) sa pohybuje priamo v Kozorožcovi, jeho večerná viditeľnosť sa skraca a koncom januára už zapadá pri občianskom súmraku. Jeho vlastný pohyb si najlepšie všimneme pri tesnej konjunkcii (4.5') s hviezdou theta Cap (4.1 mag), ktorá nastane 10. 12. Dňa 14. 12. nastane jeho konjunkcia s Marsom, a tak jeho nájdenie už v triédri bude bezproblémové, za dobrých pozorovacích podmienok ho uvidíme aj voľným okom. Určite sa o to pokúste, rovnako ako o fotografiu dlhším ohniskom.

## Konjunkcia Uránu s hviezdou theta Cap.

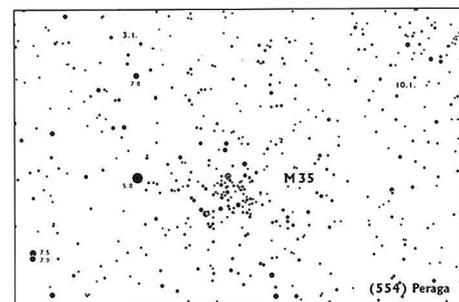


**Neptún** (8 mag) je v Kozorožcovi a už od októbra sa pohybuje v priamom smere. Obdobie jeho viditeľnosti sa skraca, pretože 24. 1. bude v konjunkcii so Slnkom. Už v malom ďalekohľade ho nájdeme ako zelenkastomodrý objekt.

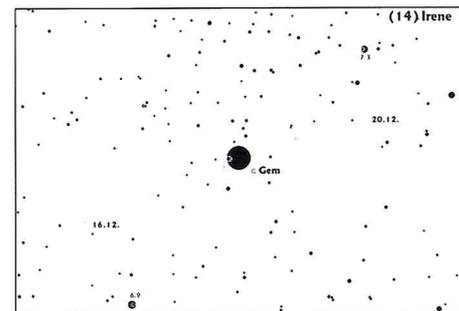
**Pluto** (13.8 mag) sa pohybuje retrográdne v Hadonosovi. Jeho uhlová vzdialenosť od Slnka sa zväčšuje, a tým sa trochu zlepšujú aj jeho pozorovacie podmienky.

**Úplné zatmenie Mesiaca** 21. 1. bude pozorovateľné až takmer po koniec čiastočného zatmenia, ktoré nastáva pri západe Mesiaca (a východe Slnka). Vhodné pozorovacie podmienky predurčujú toto zatmenie nielen k pokochaniu sa nádhernými farbami Mesiaca skrytého v zemskom tieni, ale vážnejším záujemcom umožnia aj cennejšie pozorovanie. Malým ďalekohľadom je vhodné určovať časy kontaktov zemského tieňa s mesačnými útvarmi. Pripomíname, že na toto pozorovanie sa treba vopred dokonale zoznámiť s povrchovými útvarmi na Mesiaci. Fotografi nech popustia uzdu svojej fantázií a využijú tento krásny prírodný úkaz k zaznamenaniu na farebný film.

## Planéty



Priblíženie planétky Peraga k M35.



Konjunkcia planétky Irene s epsilon Gem.

Z planétiok, ktoré počas týchto dvoch mesiacov dosiahnu aspoň 10.5 mag budú pozorovateľné (jasnosť k 1. 1. 2000):

- (1) Ceres 8.3
- (2) Pallas 7.8
- (4) Vesta 7.9
- (6) Hebe 8.6
- (opozícia 10. 12. –8.3 mag)
- (7) Iris 8.8
- (14) Irene 9.4
- (opozícia 29. 12. –9.3 mag)
- (18) Melpomene 9.4
- (29) Amphitrite 9.2
- (opozícia 10. 12. –8.8 mag)
- (216) Kleopatra 10.5
- (532) Herculina 10.0
- (opozícia 10. 12. –10.8 mag)

18. 12. ráno nastane veľmi tesné priblíženie planétky (14) Irene k hviezde epsilon Gem (3.0 mag). Vlastný pohyb planétky od 16. do 20. 12. je na obrázku.

Od začiatku roka môžeme pozorovať (samozrejme je vhodné aj fotografovať) približovanie sa planétky (554) Peraga (11.1 mag) k jasnej otvorenej hviezdokope M35 (5.1 mag) v Blížencoch.

**Kométy**

Aj keď v tomto období je obloha na jasnejšie kométy skúpa, skúste sa pozrieť na kométu C/1994 S4 (LINEAR), ktorá po marcovej konjunkcii so Slnkom sa bude zjasňovať a v polovici letných prázdnin bude skutočnou ozdobou nočnej oblohy, pretože jej jasnosť pravdepodobne presiahne 4 mag, a teda by mala byť viditeľná aj voľným okom.

**Efemerida kométy C/1999 S4 (LINEAR)**

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
28.11.	03 <sup>h</sup> 29.1 <sup>m</sup>	+36 44.9°	14.8
3.12.	03 <sup>h</sup> 17.0 <sup>m</sup>	+36 22.5°	14.7
8.12.	03 <sup>h</sup> 05.0 <sup>m</sup>	+35 52.9°	14.6
13.12.	02 <sup>h</sup> 53.3 <sup>m</sup>	+35 16.7°	14.5
18.12.	02 <sup>h</sup> 42.1 <sup>m</sup>	+34 35.1°	14.4
23.12.	02 <sup>h</sup> 31.6 <sup>m</sup>	+33 49.4°	14.4
28.12.	02 <sup>h</sup> 21.9 <sup>m</sup>	+33 01.2°	14.3
2.01.	02 <sup>h</sup> 13.1 <sup>m</sup>	+32 11.8°	14.2
7.01.	02 <sup>h</sup> 05.3 <sup>m</sup>	+31 22.7°	14.2
12.01.	01 <sup>h</sup> 58.4 <sup>m</sup>	+30 35.0°	14.1
17.01.	01 <sup>h</sup> 52.4 <sup>m</sup>	+29 49.7°	14.1
22.01.	01 <sup>h</sup> 47.3 <sup>m</sup>	+29 07.6°	14.0
27.01.	01 <sup>h</sup> 43.1 <sup>m</sup>	+28 29.1°	13.9
1.02.	01 <sup>h</sup> 39.6 <sup>m</sup>	+27 54.6°	13.9

Najjasnejšou kométou tohto obdobia je periodická kométa 10P/Tempel 2, ktorá sa pohybuje v južných deklináciách a počas dvoch mesiacov sa presunie z Vodnára do Veľryby obľúkom 37.

**Efemerida kométy 10P/Tempel 2**

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
28.11.	22 <sup>h</sup> 12.2 <sup>m</sup>	-23 56.3°	11.6
3.12.	22 <sup>h</sup> 25.5 <sup>m</sup>	-22 40.0°	11.8
8.12.	22 <sup>h</sup> 38.4 <sup>m</sup>	-21 21.2°	12.1
13.12.	22 <sup>h</sup> 51.0 <sup>m</sup>	-20 00.5°	12.3
18.12.	23 <sup>h</sup> 03.3 <sup>m</sup>	-18 38.6°	12.5
23.12.	23 <sup>h</sup> 15.2 <sup>m</sup>	-17 15.8°	12.8
28.12.	23 <sup>h</sup> 26.9 <sup>m</sup>	-15 52.7°	13.0
2.01.	23 <sup>h</sup> 38.3 <sup>m</sup>	-14 29.5°	13.2
7.01.	23 <sup>h</sup> 49.4 <sup>m</sup>	-13 06.6°	13.5
12.01.	00 <sup>h</sup> 00.4 <sup>m</sup>	-11 44.3°	13.7
17.01.	00 <sup>h</sup> 11.1 <sup>m</sup>	-10 22.8°	13.9
22.01.	00 <sup>h</sup> 21.6 <sup>m</sup>	-09 02.5°	14.2
27.01.	00 <sup>h</sup> 31.9 <sup>m</sup>	-07 43.5°	14.4
1.02.	00 <sup>h</sup> 42.1 <sup>m</sup>	-06 25.9°	14.6

**Meteory**

Letné Perzeidy, ktorých maximum pripadlo práve na okolie novu, sú za nami. Ich frekvencia sa pohybovala okolo 100 meteorov za hodinu, no mnohí

**Zákryty hviezd Mesiacom (december – január)**

(J. Gerboš)

Dátum	UT			D/R	Mg	PA	CA	h	fáza	Hviezda	a	b
	h	m	s									
99/12/13	16	15	46	D	28	113	48S	23	0.20	30058	-2.21	-1.46
99/12/13	17	10	38	R	28	201	-40S	19	0.20	30058	-0.39	0.99
99/12/16	20	7	54	D	71	4	28N	27	0.30	375	-0.04	2.67
99/12/17	22	28	47	D	69	128	27S	18	0.34	1775	-0.90	-3.93
99/12/17	23	11	24	D	79	32	57N	12	0.34	1803	-0.28	0.46
99/12/18	16	8	19	D	71	37	62N	35	0.37	2779	-0.65	2.11
99/12/18	19	37	17	D	79	61	85N	47	0.37	2899	-1.37	0.61
99/12/19	18	50	23	D	62	142	15S	50	0.40	3972	-4.20	-5.03
99/12/19	21	48	55	D	73	82	75S	46	0.41	4065	-1.36	-0.57
99/12/20	0	7	15	D	59	115	43S	27	0.41	4154	-0.60	-2.34
99/12/20	19	4	48	D	77	28	50N	51	0.44	5226	-0.65	2.58
99/12/21	2	42	6	D	68	84	75S	15	0.45	5540	-0.12	-1.16
99/12/21	20	40	8	D	50	62	86N	57	0.47	6543	-1.25	1.38
99/12/22	17	14	17	D	47	2	76N	20	0.50	8195	1.83	5.69
99/12/22	17	25	35	R	47	339	52N	22	0.50	8195	-2.26	-3.16
99/12/23	5	1	1	R	41	273	58S	15	0.52	9150	0.01	-1.29
99/12/27	21	57	35	R	59	240	39S	11	0.68	16890	-0.06	2.77
00/ 1/10	16	29	6	D	59	98	63S	18	0.15	30649	-1.42	-1.53
00/ 1/11	18	11	42	D	45	42	63N	15	0.18	31414	-0.46	0.06
00/ 1/11	19	13	17	D	46	115	44S	6	0.18	31446	-0.77	-2.70
00/ 1/13	18	51	59	D	77	70	88S	30	0.25	1217	-1.06	-0.53
00/ 1/13	20	1	3	D	77	45	68N	21	0.25	1255	-0.56	0.04
00/ 1/15	22	5	2	D	44	44	64N	24	0.32	3667	-0.62	0.09
00/ 1/16	18	13	4	D	73	350	8N	55	0.35	4575	1.34	8.81
00/ 1/16	20	53	29	D	69	95	68S	45	0.35	4696	-1.32	-1.20
00/ 1/17	18	41	19	D	74	105	62S	57	0.39	5894	-1.76	-0.19
00/ 1/17	18	46	8	D	71	63	76N	58	0.39	5895	-1.36	1.21
00/ 1/18	18	0	48	D	76	48	55N	49	0.42	7188	-0.77	2.23
00/ 1/18	20	1	9	D	78	61	69N	61	0.42	7312	-1.41	1.26
00/ 1/19	1	42	24	D	71	137	36S	24	0.43	7749	0.11	-2.65
00/ 1/19	1	49	55	D	60	59	66N	23	0.43	7762	-0.50	-0.58
00/ 1/19	1	49	5	D	78	84	90S	23	0.43	7767	-0.31	-1.18
00/ 1/19	2	45	30	D	59	84	90S	14	0.43	7851	-0.03	-1.15
00/ 1/20	22	56	23	D	54	43	39N	61	0.49	11900	-1.94	2.48
00/ 1/21	16	59	54	R	42	334	36N	10	0.52	13280	-0.51	-0.73
00/ 1/23	20	29	46	R	53	323	54N	20	0.59	16231	-0.52	-0.32
00/ 1/25	0	33	42	R	67	299	81N	42	0.63	17701	-1.30	-0.16
00/ 1/28	1	40	32	R	66	242	44S	22	0.73	20148	-1.92	2.93
00/ 1/31	4	49	28	R	69	214	24S	18	0.84	22581	-3.97	5.27

meteorári tento rok „vymenili“ meteory za zatmenie Slnka. Z toho vyplýva aj menší počet pozorovaní, ktorý bol ovplyvnený nepriazňou počasia i skutočnosťou, že v mieste expedícií za zatmením neboli vždy vhodné pozorovacie podmienky. Svoj deficit však ešte môžu lovci meteorov napraviť v nadchádzajúcom období.

Geminidy sú posledným hlavným meteorickým rojom tohto roku a v činnosti sú 7. do 17. 12. s maximom 13. 12. o 12. hod. Radiant roja je nad obzorom po celú noc a Mesiac bude pozorovanie rušiť len čiastočne, pretože v čase maxima je pred prvou štvrtou (26%) a zapadá už vo večerných hodinách. Pre roj sú charakteristické pomalé meteory s veľkým počtom jasných meteorov, ktorých maximum býva oneskorené za maximom frekvenčným. Predpokladaná zenitová frekvencia

je 120 meteorov za hodinu, a tak by sme nemali zvažovať...

Vianočné Ursidy majú zlé pozorovacie podmienky: oblohu bude presvecovať Mesiac v splne.

Začiatok nového roku nás privíta krásnym rojom Kvadrantíd, ktorý je v činnosti od 1. do 5. 1. Jeho maximum nastane 4. 1. o 6. hod. s frekvenciou 120 meteorov za hodinu. Aj keď sú možné výkyvy frekvencie, v každom prípade by mala byť v rozmedzí 60–120. Pozorovacie podmienky sú ideálne, nakoľko je Mesiac je v nove. Radiant je cirkumpolárny a v čase očakávaného maxima bude vysoko nad obzorom pred hornou kulmináciou. Meteory sú stredne rýchle a jasné. Nakoľko presnosť predpovede maxima nie je dostatočná, nedajte sa zlákať teplom posteľe a pozorujte, pretože trvanie maxima je len krátke. Je však pravdepodobné, že po skúsenostiach z vlnajších Leoníd sa už pozorovatelia tentoraz nedajú oklamať...



Leonidy fotografované T. a D. Hallasovcami 17. 11. 1998 v n. m. výške okolo 1200 m na hore Pine v Kalifornii. Snímka je zložená z 20- a 5-min. expozícií. Polárka je jasná hviezda vľavo hore.

**Zákryty hviezd planétkami (december – január)**

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

dátum	pozorovací interval UT	planétka	priemer km	hviezda	mag	dm	dur	h*	el	%
Dec 3	16 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> 17 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup>	38 Leda	120	P 206112	8.9	4.9	6	35		
Dec 15	21 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> 22 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup>	814 Tauris	116	S 148132	8.9	3.6	8	20	35	49+
*Dec 17	00 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup> 00 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup>	150 Nuwa	157	G 1252 406	10.5	2.1	18	33		
Dec 22	05 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> 05 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup>	257 Silesia	74	S 78483	8.0	5.3	6	16		
Dec 26	02 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 02 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	233 Asterope	108	P 717200	9.6	4.3	4	15	64	84-
Dec 28	04 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> 05 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup>	2697 Albina	54	P 227662	9.5	7.5	2	26	39	94-
Dec 28	16 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> 16 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	1004 Belopolskya	76	P 120000	9.1	5.9	8	26		
Dec 31	04 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> 05 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup>	431 Nephela	98	P 196982	10.3	4.8	4	31	4	34-
Jan 20	17 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 17 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	1000 Piazia	54	P 46758	9.0	7.1	5	78	51	98+
Jan 26	02 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup> 03 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup>	257 Silesia	72	P 95332	9.4	4.5	11	14	99	71-

hviezda – označenie hviezdy v katalógu G-GSC, P-PPM, S-SAO;  
 mag – jasnosť hviezdy; dm – pokles jasnosti; dur – trvanie zákrytu v sekundách;  
 h\* – výška hviezdy nad obzorom; el – uhlová vzdialenosť Mesiaca;  
 % – percento osvetlenej časti Mesiaca + dorastá, – ubúda

## Zoznam rojov pozorovaných v rámci IMO

Roj	Aktivita	Maximum	Radiant		Pohyb		v	ZHR
			RA	D	RA	D		
<b>XOR</b>	<b>26.11.–15.12.</b>	<b>2.12.</b>	<b>82</b>	<b>+23</b>	<b>1.2.</b>	<b>0.0</b>	<b>28</b>	<b>3</b>
<b>MON</b>	<b>27.11.–17.12.</b>	<b>9.12.</b>	<b>100</b>	<b>+ 8</b>	<b>0.8</b>	<b>0.2</b>	<b>43</b>	<b>5</b>
<b>HYD</b>	<b>3.12.–15.12.</b>	<b>11.12.</b>	<b>127</b>	<b>+ 2</b>	<b>0.7</b>	<b>-0.2</b>		<b>2</b>
<b>GEM</b>	<b>7.12.–17.12.</b>	<b>13.12.</b>	<b>112</b>	<b>+32</b>	<b>0.1</b>	<b>-0.1</b>	<b>35</b>	<b>120</b>
<b>COM</b>	<b>12.12.–23.12.</b>	<b>19.12.</b>	<b>175</b>	<b>+25</b>	<b>0.8</b>	<b>-0.3</b>	<b>65</b>	<b>5</b>
<b>URS</b>	<b>17.12.–24.12.</b>	<b>23.12.</b>	<b>217</b>	<b>+76</b>	<b>0.0</b>	<b>-0.4</b>	<b>33</b>	<b>10</b>
<b>QUA</b>	<b>1. 1.– 5. 1.</b>	<b>4. 1.</b>	<b>230</b>	<b>+48</b>	<b>0.8</b>	<b>-0.2</b>	<b>41</b>	<b>120</b>
<b>DCA</b>	<b>1. 1.–24. 2.</b>	<b>17. 1.</b>	<b>130</b>	<b>+20</b>	<b>0.9</b>	<b>-0.2</b>	<b>28</b>	<b>4</b>

IMO – skratka roja (XOU-chí Orionidy, MON-Monocerotidy, HYD-Hydridy, GEM-Geminy, COM-Coma Berenicidy, URS-Ursidy, QUA-Kvadranty, DCA-delta Cancridy). Radiant – poloha radiantu v čase maxima. Pohyb – pohyb radiantu v stupňoch za deň. v – geocentrická rýchlosť v km/s. ZHR – prepočítaná frekvencia v maxime.

POZORUJTE S NAMI

Scintilace je veľmi rýchla, nielen existuje hneď niekoľko možností, jak ju studovať. Pújčte si napríklad od niekoho brýle a podívejte sa skrz ne na nějakou hodne jasnou pulsujúcu hviezdu. Brýle si ale nenasazujte na nos, nýbrž je držte v ruce s opísajte s nimi malé kroužky (tri až štyri otočky za sekundu). Obraz hviezdy sa promění v malý kroužek a vy snadno odhalíte jakékoli variace jasnosti i barvy.

Od mrkajících hvězd-stálic lze po většinu noci snadno odlišit „hvězdy-bludice“, čili planety, které jsou jako plošné zdroje světla vůči neklidu atmosféry odolnější. Mnohdy je ovšem scintilace tak velká, že se ani ony neubrání. Dokonce se může zdát, že hvězdy po obloze „poskakují“ až o půl stupně vůči své střední poloze. Že jde pouze o psychologický efekt, vás přesvědčí pohled dalekohledem.

Za cípátost hvězd a všech ostatních vzdálených světelných zdrojů mohou lidské oči – resp. uspořádání rohovky a čočky. Když se podíváte skrz milimetrovou díрку na jasnou hvězdu, zjistíte, že cípy zmizí (používáte jen velmi malou část rohovky a čočky).

V časopisech, filmech, na fotografiích i v astronomických mapách se často uvádějí barvy hvězd. Sami se ale můžete přesvědčit, že stálice – pomineme-li scintilaci – barevné v podstatě nejsou. Jinou než bílou barvu vnímáme při pozorování bez dalekohledu jen u asi sto padesáti hvězd (hranice leží někde mezi dvěma až třemi magnitudami). Přitom i mezi třiceti nejjasnějšími lze mluvit pouze o odstínu žlutooranžovém, žlutém a bleděmodrém. Hvězdy druhé velikosti již nevidíte modré, u slabších stálic lze nakonec mluvit jen o studené bílé či šedé.

Ostatně prohlédněte si Antares, Betelgeuze a Aldebaran. Zdájí se vám naoranžovělí? A co slabší  $\alpha$  Cas,  $\gamma$  Leo či  $\beta$  UMi? Jsou Arkturus a Pollux světle oranžovo-žlutí? Je Vega bleděmodrá? U nejjasnějších hvězd (stálic i planet) vám může napomoci mírné rozostření obrazu. Je to pravda? Srovnajte Regula s Vegou. Regulus je slabší než Vega. Jeho barva se tedy může jevit jiná, ačkoli by tomu tak být nemělo. Nezadájí se vám barevné odstíny nápadnější u jasných hvězd, když ještě nejste plně adaptováni na tmu, nebo když je sledujete na mírně světlém obloze? Nepřipadá vám většina slabších hvězd modrá?

Hvězdy nesvítlí jen v jedné spektrální čáře či v úzkém oboru elektromagnetického spektra, ale různě intenzivně na všech vlnových délkách. Za předpokladu, že září jako černá tělesa (což je téměř pravda), mají „nejčervenější“ chladné hvězdy spektrální třídy M odstín oranžový, který odpovídá smíchání dvaceti procent skutečné oranžové barvy s osmdesáti procenty bílé. Hvězdy podobné Slunci (tj. spektrální třídy G) jsou bledě žluté, spektrální třídy F5 až A5 čisté bílé, horké O a B mají zase do bílé namíchané kolem deseti procent modré. Žádné modřejší objekty neexistují. Kdybychom mohli vidět miliony stupňů teplé neutronové hvězdy, zdály by se nám stejně namodralé jako hvězdy např. Orionova pásu.

Naproti tomu někteří obři a veleobři spektrálních tříd K a M mohou být červenější, než by odpovídalo jejich spektrální třídě a povrchové teplotě. Zpravidla jsou totiž obklopeni prachoplynovou obálkou, která způsobuje odmodrání jejich světla. Na prachových částicích se totiž výrazněji rozptyluje světlo kratších vlnových délek. Obdobný vliv (i na ostatní typy hvězd) má mezihvězdná látka a také naše atmosféra. Proto lépe než spektrální třída popisuje zbarvení hvězd barevný index ( $B-V$ ),

## Zatmenie Mesiaca 21. 1. 2000

Priebeh zatmenia  
(48 zatmenie zo série saros 148):

	SEČ	poz.uhol
začiatok polotieňového zatmenia	3 02 56	86
začiatok čiastočného zatmenia	4 01 30	80
začiatok úplného zatmenia	5 04 37	238
maximálna fáza zatmenia (veľkosť 1.33)	5 43 31	
koniec úplného zatmenia	6 22 24	135
koniec čiastočného zatmenia	7 25 30	294
koniec polotieňového zatmenia	8 24 09	288

Predpoved kontaktov mesačných kráterov so zemským tieňom  
(uvažované zväčšenia tieňa 2%)

Vstupy (UT)	Výstupy (UT)
03:07 Aristarchus	05:26 Grimaldi
03:08 Grimaldi	05:30 Billy
03:12 Kepler	05:36 Campanus
03:15 Billy	05:37 Aristarchus
03:17 Pytheas	05:38 Kepler
03:19 Copernicus	05:41 Tycho
03:19 Timocharis	05:46 Copernicus
03:19 Plato	05:47 Pytheas
03:27 Aristoteles	05:51 Timocharis
03:28 Eudoxus	05:55 Plato
03:29 Campanus	06:01 Manilius
03:31 Manilius	06:03 Aristoteles
03:33 Menelaus	06:04 Eudoxus
03:37 Plinius	06:04 Dionysius
03:37 Dionysius	06:04 Menelaus
03:41 Tycho	06:08 Plinius
03:46 Proclus	06:14 Goclenius
03:49 Taruntius	06:17 Taruntius
03:52 Goclenius	06:17 Proclus
03:56 Langrenus	06:19 Langrenus

Predpovede ďalších kráterov nájdete v Hvezdárske ročenice na strane 120–121.

Francúzsky astronóm A. Danjon vytvoril roku 1920 klasifikáciu vzhľadu mesačných zatmení založenú na jeho farebnom vzhľade. Hodnotenie vzhľadu sa vykonáva pri pozorovaní voľným okom alebo binokulárom v čase blízkom maximálnej fáze zatmenia.

Z fotometrického hľadiska stupeň L4 zodpovedá čistej atmosfére a L0 atmosfére zakalenej.

Stupeň

L=0 Veľmi tmavé zatmenie, Mesiac takmer neviditeľný, zvlášť v strede totality.

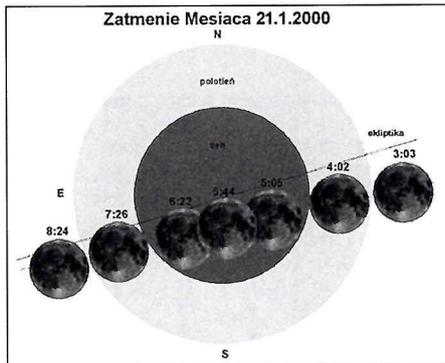
L=1 Tmavé zatmenie, šedivé až hnedé sfarbenie. Podrobnosti sú len ťažko viditeľné.

L=2 Tmavočervené alebo hrdzavočervené zatmenie s tmavou škvrnou uprostred tieňa. Okrajové časti relatívne jasné.

L=3 Tehľavočervené zatmenie s jasným alebo nažltkastým okrajom.

L=4 Jasné zatmenie, s medenočerveným alebo oranžovým tieňom. Tieň je modrastý s jasným okrajom.

Pre porovnanie jasnosti jednotlivých zatmení je možné pokúsiť sa o určenie celkovej jasnosti zatmenia v čase maximálnej totality porovnaním s jasnými objektmi na oblohe. Je nutné použiť vhodný defokuser, aby sme Mesiac vnímali ako bod. Vhodné je použiť napr. Argelanderovu metódu, ktorú dôverne poznajú premenári. Problémom však pri tomto zatmení je, že v čase zatmenia nie je nad obzorom žiadna jasná planéta...



Noční obloha

„Pro stromy neviděl les,“ s ohledem na toto přísloví protentokrát opustíme svět vzdálených galaxií, strnulých otevřených i kulových hvězdokup, jemných mlhovin a podívejme se pozorněji na tu nejznámější ozdobu noční oblohy: hvězdy.

Stálice již od starověku rozdělujeme podle jasnosti na hvězdné třídy – zprvu odhadem od jedné do šesti, od konce minulého století dle návrhu N. R. Pogsona exaktněji a v zásadě v libovolném rozsahu. Hvězdnou velikost –1 magnituda mají jen dvě hvězdy – Sírius a Canopus. Do druhé velikosti (tj. jasnější 2,49 mag) jich už zařadíme asi devadesát, do páté velikosti přes dva a půl tisíce a do osmé velikosti, tj. ke hranici viditelnosti bez dalekohledu, nad pětadvacet tisíc.

Stálic je ohromující množství. Může ale na nich být, při pohledu bez dalekohledu, něco zajímavého? Kupodivu ano. Předně si všimněte, že nesvítlí stálým světlem a že nejsou bodové, ale cípáté. „Pomrkávání“ (tzv. scintilaci) má na svědomí neklid zemské atmosféry. Světelný paprsek přicházející od hvězdy se láme na rozhraních vzdušných vrstev, které mají různé teploty, vlhkost a hustotu. Skladba těchto vrstev se ovšem vlivem vzestupných horizontálních proudů a zemské rotace neustále mění, proto paprsek v malém rozmezí mění svůj směr. Jednou oko zasáhne, jednou zase ne – hvězda bliká. Změny zbarvení jsou pak způsobeny rozdílným lomem světla různých vlnových délek. Světlo hvězdy, které na dně vzdušného oceánu pozorujeme, tak prochází různými částmi atmosféry. Může se tedy stát, že bude na okamžik odkloněna modrá barva, zatímco červená nikoli – hvězda začne měnit své zbarvení.

Velikost scintilace závisí na mnoha okolnostech, nejen na atmosféře samé, ale i na blízkých a vzdálených pozemských zdrojích tepla. Obecně však klesá s rostoucí výškou nad obzorem. Čím je hvězda blíže obzoru, tím delší cestu atmosférou musí její světlo proletět a tím více bliká. Barvy například prakticky nikdy nemění stálice ve výšce větší než padesát stupňů. Když se ale nacházejí níže než třicet stupňů, je tento jev naprosto běžný. Snad nejhezčí je pak pohled na zapadajícího či vycházejícího Síria z Velkého pása.

rozdíl mezi hvězdnou velikostí ve fotometrickém oboru  $V$  a krátkovlnnějším oboru  $B$ . Naoranžovělé hvězdy ho mají kladný a velký až pět magnitud, namodralé záporný a malý (kolem  $-0,5$  mag).

Nezáleží jen na spektrální třídě či barevném indexu, ale též na jasnosti pozorované hvězdy. K barevnému vidění totiž používáme tři druhy čípků, které správně pracují jen za vhodného osvětlení. Jsou-li zahlceny fotony, vidíme pozorovaný objekt bíle, je-li jich málo, přestávají postupně fungovat a oko přechází na černobílé tyčinky. V noci je proto normální barevné vidění omezeno rozsahem od  $-1$  do  $+1$  magnitudy. Objekty jasnější jsou bílé (Sirius by měl být stejně jako Vega namodralý, ale jeví se čistě bílý), u objektů slabších zase přestávají barvy postupně vnímat.

V naší rubrice se často zmiňujeme o tzv. mezní hvězdné velikosti (zkráceně  $mhv$ ), kterou je nezbytné uvádět snad při všech typech pozorování. Je to totiž nejdůležitější charakteristikou pozorovacích podmínek. Většinou se odhaduje v oblasti těsně kolem pozorovaného objektu, resp. ve středu sledované části nebe, někdy se ještě přidává odhad v zenitu. Metod, jak mezní hvězdnou velikost určit, je hned několik. Liší se pracností a pomůckami, které k tomu potřebujete, a bohužel též svými výsledky.

Postup, jenž můžeme nazvat „dva ze čtyř“, definuje  $mhv$  jako hvězdnou velikost takových hvězd na hranici viditelnosti, které zahlédnete dvakrát, učiníte-li čtyři pokusy, z nichž každý trvá asi pět sekund. Používají se k tomu alespoň tři hvězdy s barevným indexem menším než půl magnitudy, tedy bílé. Vhodným zdrojem takových srovnávacích hvězd jsou atlasy určené k pozorování meteorů.

Jinou možností, kterou preferuje např. Mezinárodní meteorická společnost (zkr. IMO), je určit „počet viditelných hvězd“ v nějaké předem vybrané oblasti (zpravidla určené třemi či čtyřmi jasnými hvězdami) a z něj  $mhv$  odvodit. Například napočítáte-li mezi hvězdami alfa, beta a zeta Tauri (tedy mezi rohy Býka) deset hvězd, je  $mhv$  kolem 5,9 mag, patnáct 6,2 mag, dvacet 6,5 mag atd. V případě malé oblasti se ale jedná o metodu značně nepřesnou. Jednak je tu problém s hvězdami na hranicích oblasti, jednak nejsou některé oblasti dostatečně hustě pokryty hvězdami různých velikostí. Metoda také není použitelná pro mezní hvězdné velikosti pod pět magnitud.

Poslední, nejpracnější metodou je „nakreslit si skicu“ pozorované oblasti a zachytit v ní všechny viditelné hvězdy. Ta nejslabší udává mezní hvězdnou velikost.

Jak ale sami zjistíte, je u každé z metod naprosto nezbytné, abyste hvězdy viděli ostře. Tedy jste-

li krátkozrací, použijte vhodné brýle! Jinak se vám  $mhv$  podstatně snižuje. Důležité je i to, jestli mezní hvězdnou velikost odhadujete jedním okem nebo oběma. Rozdíl činí až půl magnitudy! (Jan Žižka z Trocnova měl tedy o půl magnitudy horší mezní hvězdnou velikost než jeho společníci. Samozřejmě jen do doby, než mu vypíchli oko druhé.)

Za průměrných pozorovacích podmínek se  $mhv$  pohybuje kolem šesti magnitud, na vynikající obloze mohou být vidět hvězdy až sedmé velikosti. Hranice viditelnosti nejslabších možných hvězd se pohybuje ještě níže, kolem osmé velikosti. Z laboratorních experimentů potom vyplývá, že je lidské oko schopné registrovat na perfektně tmavém pozadí (v noci nikdy není) světelné objekty osmé až deváté velikosti!

Kromě popisu pozorovacích podmínek může mezní hvězdná velikost určená v různých úhlových výškách posloužit k orientačnímu studiu tzv. extinkce, tedy absorpce a především rozptylu procházejícího světla zemskou atmosférou. Čím se hvězda nachází blíže k obzoru, tím více se její zeslabena. Rozptyl však není pro všechny vlnové délky stejný. Na náhodných shlucích molekul vzduchu je jeho účinnost nepřímou úměrná čtvrté mocnině vlnové délky. Na aerosolových částicích, jako je např. prach, je nepřímou úměrná jen první mocnině vlnové délky. (Obdobný rozptyl na prachových částicích se uplatňuje i v mezihvězdném prostředí. Vzdálenější hvězdy se nám proto jeví červenější než bližší hvězdy stejného typu.) Slunce, Měsíc i hvězdy při západu nebo východu jsou tudíž slabší a naoranžovělejší než ve skutečnosti. S významným zeslabením hvězd nacházejících se poblíž obzoru je tak nutné počítat při pozorování jasnějších proměnných hvězd.

Je několik způsobů, jak popsat jas oblohy a atmosférickou extinkci. Nejjednodušším, který ale dává jen velmi hrubé výsledky, určí změny mezní hvězdné velikosti s výškou nad obzorem. Sami tak můžete porovnat, jak moc se u vás mění pozorovací podmínky (s časem a v různých směrech) a jak jste na tom ve srovnání s jinými stanovišti.

Za dobrých pozorovacích podmínek (bezměsíčná a bezoblačná noc po konci soumraku) určete přibližně v jednom azimutu mezní hvězdnou velikost v různých výškách nad obzorem, především pak mezi obzorem a padesáti stupni. Výšku nad obzorem, ve které jste odhadli  $mhv$ , určete co nejpresněji, třeba pomocí stupnice na teodolitu či jiných azimutálních montážích.

Svá pozorování zanepte do grafu, ve kterém na svislou osu vynesete  $mhv$  a na vodorovnou parametr  $t$ , jenž závisí na vzdušné hmotě vztahem  $t = (1/\sin h) - 1$ , kde  $h$  je výška nad obzorem. V zenitu je tloušťka vzdušné hmoty rovna jedné, ve vý-

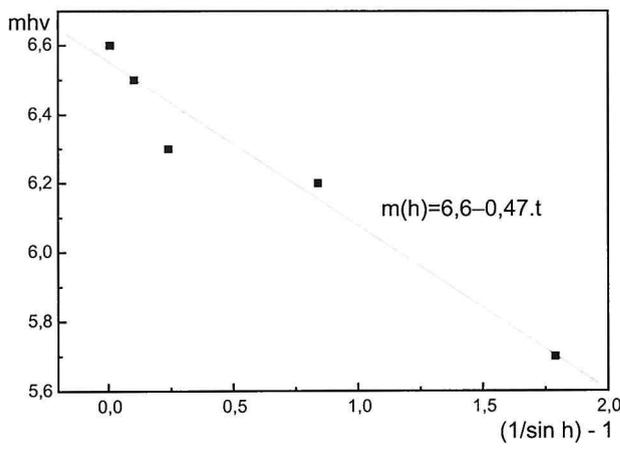
šce třicet stupňů dvěma, ve výšce 19,5 stupňů třem. V menších výškách už aproximace  $1/\sin h$  neplatí. (Ve výšce deset stupňů prochází světlo 5,60krát tlustší vrstvou než v zenitu, pět stupňů nad obzorem je to již 10,4 vzdušné hmoty a ve výšce dva stupně 19,8.) Vynesenými body proložíte od oka přímkou a určíte její směrnici. Hodnota směrnice udává velikost koeficientu  $K_{viz}$ , tj. velikost úbytku  $mhv$  na jednu vzdušnou hmotu. Platí  $m_{zenit} = m_0 - K_{viz}$ , kde  $m_0$  je mezní hvězdná velikost bez vlivu atmosféry. Pro mezní hvězdnou velikost ve výšce  $h$

pak existuje vztah  $m(h) = m_{zenit} - K_{viz} \cdot t$ . Koeficient  $K_{viz}$  udává pokles  $mhv$ , který je z poloviny dán vzrůstem jas oblohy a z poloviny extinkcí. **Příklad takového pozorování najdete v příloženém grafu**, jenž byl sestaven na základě odhadů provedených Markem Kolasou na Hvězdárně v Úpici v roce 1997 (koeficient  $K_{viz}$  0,47 mag na jednu vzdušnou hmotu). A jen tak pro ilustraci: Bradley E. Scheefer odvodil podobným způsobem extinkční koeficient po Cerro Tololo, chilský vrchol, který má jedny z nejlepších pozorovacích podmínek na světě. Jeho hodnota je přímo pohádková, 0,17 magnitudy na jednu vzdušnou hmotu.

Na rozhraní dne a noci, při čekání na tmou nebo naopak ráno při cestě do postele, se můžete také zaměřit na první východy či poslední západy různých nebeských těles. Takový východ je u daného objektu určen dnem, kdy jej poprvé spatříte ráno nad východním obzorem těsně před východem Slunce. Heliakální západ má tentýž význam, pouze se odehrává večer nad západním obzorem, po západu Slunce, a udává den, kdy jste hvězdu či planetu viděli naposledy. Nejnámějším objektem takových pozorování je Sirius z dob velké Egyptské říše. Předpovídal příchod první vlny důležitých nilských záplav. Sirius byl dokonce považován za vtělení bohyně Sopdet, které je věnováno po celém Egyptě mnoho chrámů. Ovšem i jiné kultury používaly podobné astronomické události. Májové ve Střední Americe studovali Venuši, muslimové dodnes řídí svůj kalendář podle Měsíce, spatřeného krátce po novu. I vy se můžete, stejně jako naši předci, zaměřit na tyto zajímavé východy a západy. Bezpodmínečně nutný je čistý a nerušený výhled na východní a západní obzor. Pak už stačí za soumraku vyjít na balkon či blízký kopec a podívat se, jaké hvězdy nebo jiné objekty uvidíte. Zkušenost přitom ukazuje, že „západ“ pro stálici první velikosti nastává v době, kdy je Slunce asi šest stupňů pod obzorem (končí tzv. občanský soumrak) a hvězda asi čtyři stupně nad obzorem. U slabších objektů (třetí velikost a slabší) jsou nevhodnější podmínky pro spatření krátce před koncem astronomického soumraku, kdy je Slunce asi patnáct stupňů pod obzorem.

Zajímavou disciplínou je i hledání nejmladšího a nejstaršího Měsíce. Obzvláště v prvním případě pozorovatelé pořadají skutečné hony. Pro muslímy se přitom jedná o velmi důležité okamžiky. Nalézt úzký měsíční srpek dva dny po novu je skutečně nezapomenutelný zážitek. Za vhodných podmínek jej však můžete uvidět ještě mladší. Do dvaceti dvou hodin po novu jde již o výjimečné pozorování a rekord při pohledu bez dalekohledu se pohybuje kolem patnácti hodin.

Tradičně se okamžik prvního či posledního spatření udává vůči novu. Mnohem větší roli však hraje úhlová vzdálenost Měsíce od Slunce. Modelové výpočty ukazují, že bariérou, za kterou nelze jít, je vzdálenost sedm stupňů. Je-li náš vesmírný soused blíže, není prakticky vůbec (při pohledu ze Země) osvětlen a nelze jej tudíž uvidět. Pozorovatelé na severní polokouli by měli Měsíc na večerní obloze hledat především v době kolem jarní rovnodennosti. Tehdy totiž ekliptika svírá největší úhel s horizontem. Rychle se stmívá a současně je Měsíc výše nad obzorem. Obdobně se můžete dívat ráno kolem podzimní rovnodennosti. Vaše šance také rostou v době, kdy je Luna v přízemí a tedy i úhlově největší. V případě, že se vám taková možnost naskytne, si můžete pomoci i blízkou jasnou planetou (Venuše, Merkur), která vám usnadní hledání.



# Súhvezdžia zimnej oblohy

Dlhé noci v zimných mesiacoch spôsobujú, že súhvezdžia zimnej oblohy môžeme pozorovať v priebehu roka dlhšie ako súhvezdžia iných ročných období. Začínáme sa s nimi stretávať počas jesenných rán a po skončení zimy ich pozorujeme aj na večernej jarnej oblohe. Medzi zimné súhvezdžia však zaradujeme oblasti oblohy viditeľné nad južným zrakom začiatkom astronomickej zimy okolo polnoci. Obyčajne za zimné súhvezdžia považujeme súhvezdžia ležiace v oblasti oblohy s rektascenziou od 4 do 10 hodín. Nepatria sem súhvezdžia cirkumpolárne a u nás nevychádzajúce.

Zimná obloha je najvýraznejšou časťou našej oblohy. Nájde tu mnoho zoskupení jasných hviezd. Pohľad dokresľuje Mliečna cesta, ktorá tu však nie je taká výrazná ako na letnej oblohe. Ekliptika v tejto časti oblohy vystupuje vysoko nad svetový rovník, lebo Slnko tadiaľto prechádza v lete. Bod ekliptiky s rektascenziou 6 hodín nazývame letný slnovratový (solsticiálny) bod. Slnko sa v ňom nachádza počas letného slnovratu. V dobách, keď sa zaviedlo pomenovanie obratníkov, ležal v súhvezdí Raka, a preto po tomto súhvezdí nesie meno obratník na severnej pologuli. V dôsledku precesie však v súčasnosti leží letný solsticiálny bod v súhvezdí Býka.

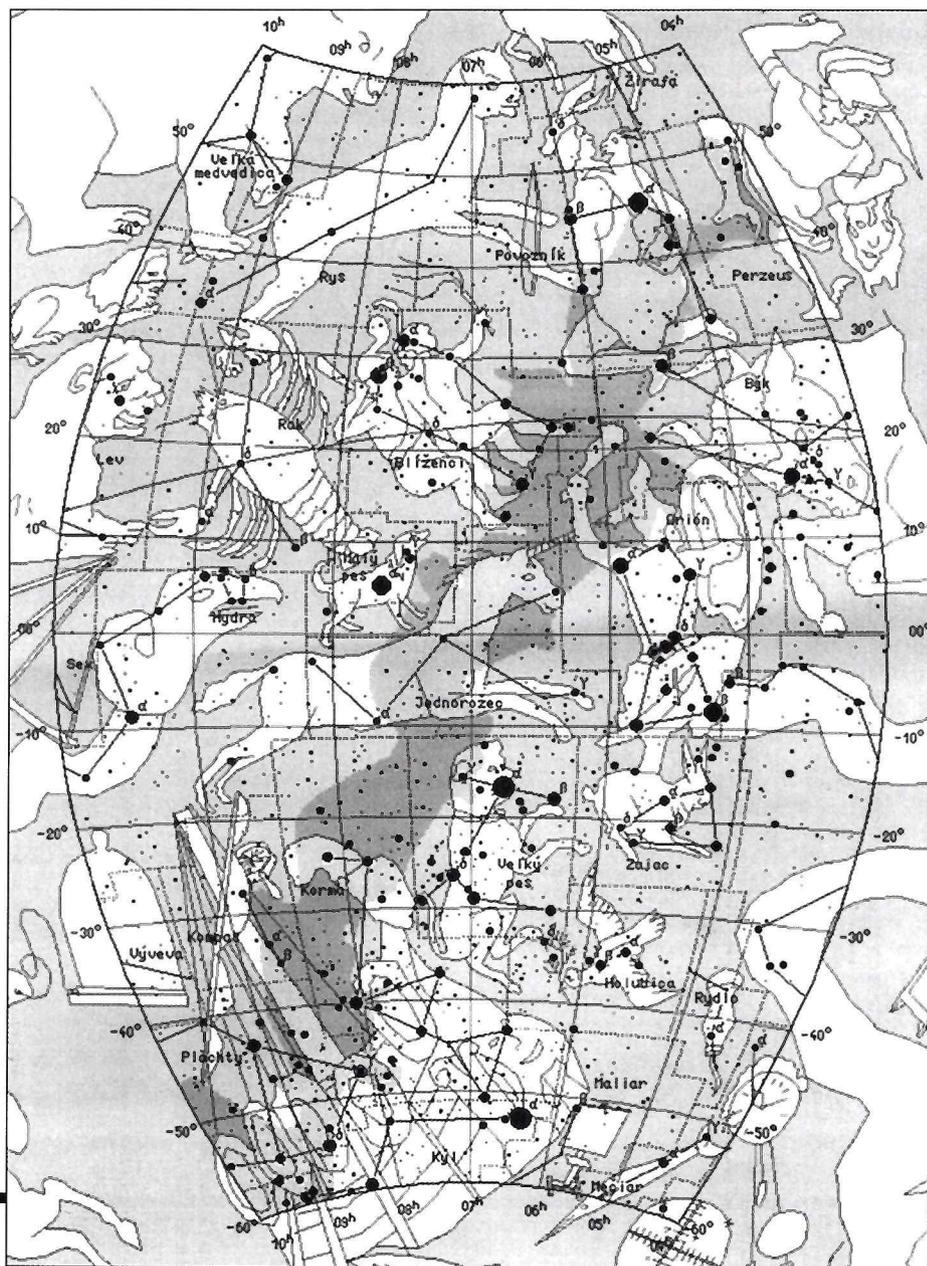
Najznámejším a asi aj najkrajším súhvezdím zimnej oblohy je súhvezdie **Orión** (Orion, Ori). Bájka hovorí o legendárnom poľovníkovi Oriónovi, ktorý so svojím veľkým a malým psom poľoval na zver v horách. Na hviezdnych mapách je Orión zobrazený so zdvihnutým kyjakom a mečom v okamihu, keď chcel zabiť rozzúreného býka. Pri nohách má zajaca, ktorého zachránil pred veľkým psom. Orión zomrel na ostrove Chios po uštipnutí škorpiónom. Asklépios ho chcel vzkriesiť, ale Zeus mu to nedovolil (pozri báj o Hadosovi). Zabil Asklépia bleskom a všetkých premenil na súhvezdžia. Orióna umiestnil na jednu stranu oblohy a Asklépia – Hadosa na druhú, aby mu navždy zabránil Orióna vzkriesiť. Keď vychádza Orión, Hados a Škorpión zapadajú. Bájka sa tak dotýka ďalších malých súhvezdí ležiacich na zimnej oblohe v okolí Orióna. Súhvezdie **Zajac** (Lepus, Lep) nájde pod samotným súhvezdím Orión. Smerom na východ od tohoto súhvezdia sa nachádza súhvezdie **Veľký pes** (Canis Major, CMa), v ktorom dominuje najjasnejšia hviezda oblohy – Sirius. Súhvezdie **Malý Pes** (Canis minor, CMi) je položené východne od severnej časti súhvezdia Orión. Medzi súhvezdiami Orión a Malý pes zasahuje **Jednorozec** (Monoceros, Mon). Toto súhvezdie zaviedol na oblohu nemecký astronóm Jacob Bartsch roku 1600. Podľa iných zdrojov ho však roku 1600 zaviedol Ján Hevelius. Prečo dostalo súhvezdie práve toto pomenovanie, nie je známe.

Zvieratníkové súhvezdžia ležiace v okolí ekliptiky sú Býk, Blíženci a Rak. Súhvezdie **Býk**

(Taurus, Tau) je výrazné súhvezdie, ktorého vzhľad utvára jeho najjasnejšia hviezda Aldebaran, ležiaca vo výraznej otvorenej hviezdokope Hyády. Do súhvezdia patrí aj vari najkrajšia otvorená hviezdokopa Plejády. Súhvezdie Býka je spojené v bájke s Európou, dcérou kráľa Kadma, ktorá svojou krásou očarila aj samotného Zeusa. Ten, aby ju získal, premenil sa na býka. Prišiel k Európe, ľahol si k jej nohám a nežne sa na ňu pozeral. Európa premohla strach, prišla k nemu a sadla si mu na chrbát. Býk pomaly vstal s Európou na chrbte a ako víchor sa rozbehol k moru. Dopĺval na ostrov Kréta, kde sa premenil do pôvodnej podoby. Európa sa stala jeho družkou a porodila mu troch synov. Súhvezdie Býka nám pripomína jednu z premen Zeusa.

V druhej bájke sa hovorí o snehobielom býkovi, ktorého Poseidon poslal Minosovi – synovi Európy, kráľovi ostrova Kréta, aby ho obetoval. Minosovi bolo ľúto krásneho zvierata, a preto ho pustil na slobodu. Namiesto neho obetoval svojho obyčajného býka. To rozhnevalo Poseidona a zoslal na býka besnotu. Býk na ostrove ničil všetko, čo mu prišlo do cesty. Len Herkules dokázal býka skrotiť a odviezol ho kráľovi Eurysteovi. Tento však býka pustil na slobodu, lebo sa ho bál. Býk začal pustošiť Maratónsky kraj, tu ho však chytil Teseus, ktorý ho premohol a obetoval Apolónovi. Boh Poseidon premenil svojho snehobieleho býka na súhvezdie. Zadné nohy býka sú na starých hviezdnych mapách skryté vo vode.

Ďalším výrazným súhvezdím zimnej oblohy ležiacim na ekliptike sú **Blíženci** (Gemini, Gem). Báj hovorí o dvoch nevlastných bratoch Kastorovi a Polydeukesovi (Polluxovi). Pollux ako Diovy syn bol nesmrteľný a vynikal v zápase, naopak Kastor bol smrteľný, ale dokázal skrotiť aj najdivšie kone. Mali dve sestry – Helenu (pre ktorú vznikla trójska vojna), ktorá bola Diovou dcérou, a Klytaimnestru, ktorá bola dcérou Tyndarea. Keď Kastor prišiel o život pri bitke s bratrancom Idasom, Pollux pomstil smrť svojho



brata tým, že zabil Idasovho brata Linkea. Potom musel s Idasom bojovať o svoj život. Pollux s pomocou Zeusa tento boj vyhral, no preklial svoju nesmrteľnosť, lebo chcel zomrieť spolu s bratom. Zeus, dojatý Polluxovou láskou, mu ponúkol dve možnosti: buď ostane večne mladým uprostred bohov Olympu, alebo bude žiť jeden deň s bratom v podzemnom kráľovstve Hádesa a jeden deň na Olympe uprostred bohov. Pollux si vybral druhú možnosť. Vzájomná spätosť Polluxa a Kastora sa stala symbolom bratskej lásky. Zeus premenil bratov na hviezdy a umiestnil ich na nebo do súhvezdia Blíženci.

Východne od súhvezdia Blíženci nájdeme nevýrazné súhvezdie **Rak** (Cancer, Can). Bohatá fantázia Grékov zviazala súhvezdie Raka s jedným z hrdinských činov bájneho hrdinu Herkulesa. Podľa príkazu Eurysteusa Herkules dostal za úlohu zabiť hydru, ktorá pustošila okolie mesta Lerna. Hydre na pomoc v boji prišiel rak, ktorý uštipol Herkulesa do nohy. Bohyňa Héra, ktorej nenávisť k Herkulesovi nepoznala hraníc, premenila verne slúžiaceho raka na súhvezdie a ponechala ho na nebi.

Pod súhvezdiem Raka uvidíme skupinku hviezd, ktoré predstavujú hlavu Hydry. Súhvezdie **Hydra** (Hydrus, Hya) zaradujeme skôr k jarným súhvezdiám, pretože prechádza celou jarnou oblohou, no mytológia ho spája so súhvezdiem letnej oblohy – Herkulesom a jeho druhým hrdinským činom. Jedným z detí Tyfóna a Echidny bola aj obluda – hydra s dlhým telom zmije a deviatimi dračmi hlavami. Jedna jej

hlava bola nesmrteľná. Hydra žila v blate blízko mesta Lerna. Každú noc vychádzala zo svojho brloha a požírala celé stáda dobytky. Herkules spolu s Iolaom hydru vyhľadali a po ťažkom boji zabil. Hydra sa vytiahla na nebo, aby tam v podobe súhvezdia pripomínala ľuďom víťazstvo Herkulesa nad ňou.

Ak sa pohľadom presunieme nad ekliptiku, v blízkosti súhvezdia Býk nájdeme výrazné súhvezdie ležiace v Mliečnej ceste. Je to súhvezdie **Povozník** (Auriga, Aur). Súhvezdie je v bájke spojené s postavou kráľa Erichtonia, ktorého otcom bol boh Hefaistos a matkou bohyňa zeme Gaia. Erichtonios bol od narodenia pod ochranou bohyne Atény. Keď dospel, založil na jej počesť mesto Atény. Mnohému Erichtonios naučil Aténčanov, no najviac si ho ctili za to, že ako prvý postavil koč a zapriahol do neho kone. Erichtonios položil základy oslavám na počesť bohyne Atény, ktoré sa oslavovali každý rok. Vďaka ohromnému vynálezu – kočiari bol ako pôvodca všetkých voziarov Erichtonios prenesený bohmi na nebo, kde svieti ako súhvezdie Povozník.

Druhá bájka, ktorú opisuje Euripides v tragédii „polit“, sa týka Fedry, ktorá sa zamilovala do vlastného syna. Keď jej lásku neopätoval, ohovorila ho pred vlastným mužom. Tezeus vyhnal Ipolita z domu a prosil Poseidona, aby ho potrestal. Poseidon poslal na Ipolita rozzúreného býka. Ipolit sa býka nalakal, pustil opraty koní a spolu s kočom narazil do skál. Po jeho smrti sa Fedra priznala ku lži a sama si vzala život. Bohovia vniesli Ipolita na nebo, kde ho premenili na sú-

hvezdie Povozník. Na ľavom pleci povozníka je malá koza Amaltea, ktorá svojím božským mliekom krmila Zeusa. Keď sa Zeus stal vládcom na Zemi, premenil ju na jasnú hviezdu Capellu.

Počas zimných nocí u nás nízko nad obzor vychádzajú ešte súhvezdia Rydlo, Holubica, Korma, Kompas a Výveva. Povieme si o nich v časti o súhvezdiach južnej oblohy.

Na nádhernej zimnej oblohe nás okrem súhvezdia Orión upúta viacero jasných hviezd, ktoré tvoria tzv. zimný mnohouholník. Patria sem hviezdy Sírius, Rigel, Aldebaran, Kapella, Kastor a Prokyon.

V závere tejto časti rozprávania o súhvezdiach by sme si dovolili krátku poznámku, ktorá asi mala byť napísaná už skôr. Ide o určité nejasnosti pri používaní gréckeho názvoslovie, a to hlavne pri skloňovaní gréckych mien. Najvýraznejšie sa problém prejavuje v mene Zeus, ktoré sa v tomto tvare používa len v nominatíve. Napríklad namiesto „patriaca Zeusovi“ by sa malo písať „patriaca Diovi“. Podobne genitív od mien typu Herkules (slovenský prepis mena Herakles) sa ako správny často uvádza len tvar „Herkula“. Na základe pravidiel slovenského pravopisu sú však povolené aj tvary Zeusa a Dia, Herkulesa a Herkula. Aby boli súvislosti jednotlivých bájí prehľadnejšie aj pre mladších čitateľov, viac sme sa prikláňali k slovenským podobám skloňovania gréckeho názvoslovie.

Beata Zimnikovalová  
Peter Zimnikoval

## Mokrý meteorit

Týždenník Science uverejnil materiál o prvej kvapôčke vody, ktorá má určite mimozemský pôvod. V marci 1998, v prvý jarný deň, spozorovali chlapi hrajúci sa na lúke za texaským mestom Monahans padajúci meteorit. O pol hodiny ho našli. O dva dni sa meteorit dostal do rúk vedcov v Johnsonovom kozmickom stredisku. V superhermetickom laboratóriu meteorit špeciálnymi prístrojmi rozfragmentovali na čoraz menšie kúsky. Uprostred kameňa, na veľké počudovanie, objavili kvapôčky slanej vody, uväznej v malých kryštálikoch kamennej soli. Do tej chvíle vedci ešte nikdy neskúmali vodu, ktorá nepochádza z pozemského zdroja. Ba čo viac: ešte nikdy nevideli takú starú vodu! Texaský meteorit patrí do skupiny chondritov. Vek týchto uhlíkatých meteoritov sa odhaduje na základe polčasu rozpadu prvkov, ktoré obsahujú až na 4,5 miliardy rokov. Chondrity sú teda staršie ako ktorákoľvek známa hmota. Vznikli v utvárajúcej sa Slnečnej sústave a odvtedy sa takmer nezmenili. Vedci ich pokladajú za kúsky prvotnej, primordiálnej hmoty, z ktorej sa formovali planéty. Vedci pod vedením E. Zolenského z Johnsonovho kozmického centra pri Houstone na základe podrobného výskumu texaského chondritu dospeli k názoru: – Vodík a kyslík patria medzi tri najčastejšie sa vyskytujúce prvky v našej Slnečnej sústave. Molekuly vody (H<sub>2</sub>O) museli byť teda jednou z hlavných zložiek hmoty, z ktorej sa sformovali planéty. Väčšina vody sa skondenzovala vo veľkých (plynných) planétach vo vonkajšej Slnečnej sústave, zvyšok v terestrických planétach vnútornej Slnečnej sústavy. Dodnes však nevieme, ako tento vývoj prebiehal. Objav a analýza starej vody ukrytej v meteorite nám možno pomôže vyriešiť túto záhadu, – vyhlásil na okraj objavu Robert Clayton z Chicagskej univerzity.

–eg–

## Slnečná aktivita

(september – október 1999)

Aj v tomto čísle budeme tento stĺpček venovať venovať augustovému zatmeniu. V minulom čísle sa objavilo množstvo vydarených snímkov koróny zo zatmenia a mnoho som ich videl aj na seminári o augustovom zatmení, ktorý organizovalo SÚH v dňoch 21. – 23. 10. 1999. Najfrekvencovanejšia otázka sa týkala nejasnosti v orientácii, t.j. kde na snímke je severný pól Slnka.

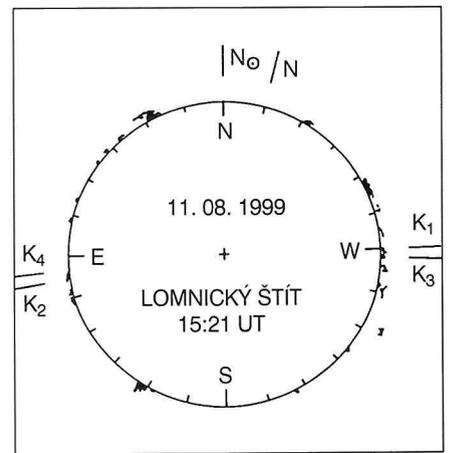
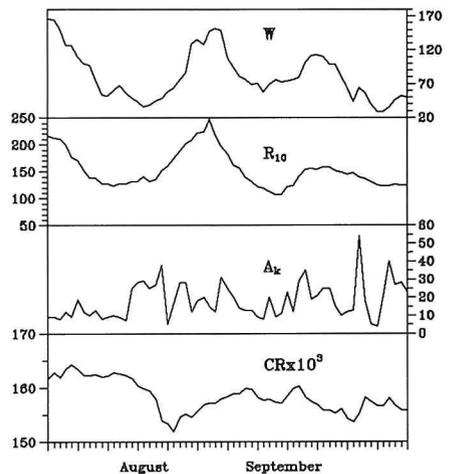
Orientáciu na našich snímkach sme robili podľa patrolného pozorovania protuberancií na Lomnickom štíte. Tam máme orientáciu overenú aj z porovnania s inými observatóriami. Priložený obrázok znázorňuje kresbu protuberancií. (Je zaujímavé, že žiariaci uzlík protuberancie v pozíciom uhle 241 vidieť na našom pozorovaní o 05:21 UT, aj na zatmeňových snímkach od 10:30 do 11:30 UT.

Iná metóda využíva presne orientovanú montáž ďalekohľadu a nastavenie vodorovnej hrany políčka filmu v smere denného chodu. Tento spôsob zaručuje, že smer k (nebeskému) severnému pólu je kolmý na túto hranu a severný pól Slnka nájdeme podľa údajov o pozícinej osi Slnka v ročenke. Pre toto zatmenie:  $P = +14,6$ . Ukážkou môžu byť snímky p. Mičúcha (KOZMOS 5/1999).

Na orientáciu môžeme využiť aj polohu jednotlivých kontaktov. Táto poloha závisí od zemepisnej polohy, resp. na vzdialenosti od centrálnej čiary zatmenia. Na obrázku sú znázornené polohy kontaktov pre lokalitu Tihány pri Balatone.

Na požiadanie, s uvedením zemepisnej polohy, vám môže Odborné oddelenie SÚH poskytnúť údaj o polohe jednotlivých kontaktov.

Milan Rybanský



# Rozhovor s Milanom Kamenickým, konštruktérom astronomických ďalekohľadov ASTROTECH '99 = ďalekohľad STELLA 125

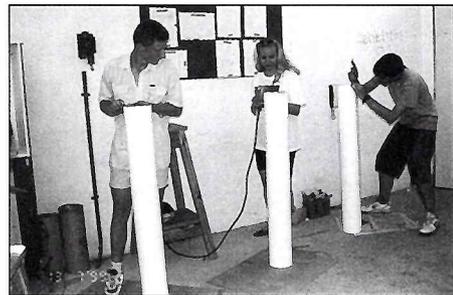
Druhý ročník Astronomickej techniky ASTROTECH '99 bol v dňoch 12. až 18. júla t. r. súčasťou MARSu. Mal zvláštnu podobu, súbežne sa rodili nové ďalekohľady – štyria záujemci si brúsili zrkadlá na svoj ďalekohľad a ďalší finalizovali jeho stavbu. Minuloročný brusiči sa zmenili na konštruktérov. Z komponentov, ktoré pripravil Milan Kamenický a hvездáreň, počas štyroch dní sa snažili traja z piatich majiteľov vlastných zrkadiel dať podobu astronomického ďalekohľadu.

Za organizátora – hvездáreň v Partizánskom, som sa spýtal Milana Kamenického, ktorý je odborným garantom nielen brúsenia, ale i konštrukčnej časti malého astronomického ďalekohľadu STELLA 125, ako hodnotí prvé skúsenosti z kurzu.

Všetci účastníci kurzu brúsenia pracovali usilovne, čo sa prejavilo aj na kvalite ich zrkadiel. Minulého roku sme mali značne sťažené pracovné podmienky, spôsobené vysokou teplotou v dielni dosahujúcou až 27 stupňov.

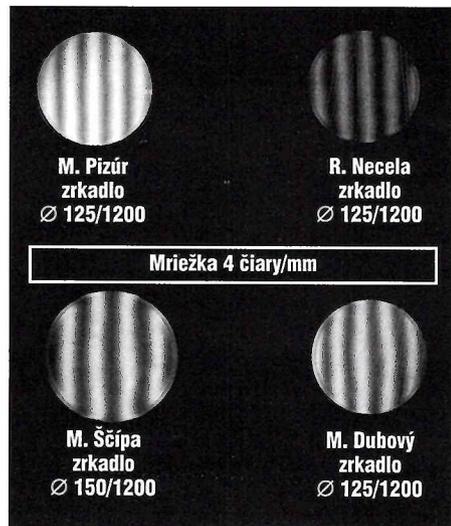
Zatiaľ čo brusiči prvého AstroTechu nemali žiadne škrabance na plochách, účastníci AstroTechu '99 mali o niečo presnejšie optické plochy, na ktorých sa však vyskytli drobné škrabance. Všetky tieto chyby sú len kozmetického charakteru a nemajú vplyv na kvalitu hotových ďalekohľadov.

Milan, počas svojej dvadsať ročnej praxe si vybrúsil niekoľko stovák zrkadiel na astronomické ďalekohľady, môže zhodnotiť prácu deviatich absolventov kurzu brúsenia astronomických zrkadiel?



Len sa nepomýliť!...

Jednotlivé zrkadlá boli počas leštenia priebežne testované Ronchiho mriežkou v strede krivosti, keďže išlo, až na jednu výnimku, o zrkadlá guľové.



Test Ronchiho mriežkou.

Presne guľové zrkadlo testované v strede krivosti musí ukazovať rovné Ronchiho pruhy. Aj keď pruhy na zrkadlách z prvého kurzu neboli úplne ideálne, test hotových ďalekohľadov potvrdil ich výbornú kvalitu. Pri testovaní jedného s Dobsonov sme použili až 300-násobné zväčšenie bez toho, aby došlo k výraznému poklesu ostrosti obrazu.

Akej kvality boli jednotlivé zrkadlá, a je možné za štyri dni vybrúsiť dobrý zrkadlový objektív?

Myslím, že za štyri dni je možné vybrúsiť kvalitné zrkadlo malého priemeru, pokiaľ sú použité kvalitné materiály, brusiči dodržia pokyny inštruktora a v dielni nie sú extrémne výkyvy teploty a prašnosť. Veľa amatérov už skúsilo podľa literatúry vybrúsiť vlastné zrkadlo z materiálov získaných z rôznych zdrojov. Iste mi všetci potvrdia, že ak sa im to aj podarilo, trvalo to niekoľko týždňov, aj mesiacov, kým dosiahli použiteľný výsledok.

Priemer zrkadlového objektívu je 125 mm, nie je to málo? Pokiaľ viem, väčšina záujemcov o ďalekohľad túži vlastniť astronomický prístroj čo najväčších rozmerov.

Priemer objektívu 125 mm (systém Newton) bol zvolený vzhľadom na množstvo času, ktorý mali brusiči k dispozícii, ich prakticky nulové skúsenosti s brúsením a relatívnu jednoduchosť výroby (nebola potrebná parabolizácia pri  $f = 1200$  mm). Nemyslím, že pre začiatočníka je to malý priemer, ak to porovnáme s malými refraktormi o priemere 50–60 mm, má toto zrkadlo dvakrát väčšiu rozlišovaciu schopnosť a zhromažďí 4-krát viac svetla, čo sa dá využiť pri pozorovaní plošných objektov. Keď si spomeniem na svoj prvý ďalekohľad z okuliarových skiel, ktorý mal mizernú optickú kvalitu, zrkadlo o priemere 125 mm je naozaj veľmi výkonné.

Vzhľadom na vyššie uvedené obmedzenia a fakt, že zrkadlá sú brúsené ručne, neodporúčam na AstroTechu brúsiť zrkadlá väčšieho priemeru ako 150 mm. V prípade, že by bol k dispozícii brúsiaci stroj a rovinné zrkadlo na testovanie v autokolimácii, dal by sa zvládnuť aj priemer 200 mm (ale skôr pre brusičov, ktorí už aspoň jedno menšie zrkadlo vybrúsili).

A čo tubus, okulár a montáž ďalekohľadu, aké možnosti má záujemca o finalizáciu svojho ďalekohľadu v rámci kurzu?

Každý úspešný brusič má možnosť skonštruovať z dodaných dielov svoj ďalekohľad do podoby Dobsonovej montáže. Tohto roku sa to podarilo trom brusičom, pričom niektoré diely som dodal ja (tubusy, okulárové výťahy, okuláre, držiaky sekundár-

nych zrkadiel, hľadáčky), ďalšie sa nám podarilo zabezpečiť s pomocou sponzorov (podložky na primárne zrkadlá, montáže Dobson a klzné ložiská).

Poslednú noc sa tri dokončené ďalekohľady podarilo aj otestovať na nočnej oblohe a bol to naozaj nezabudnuteľný zážitok. Pozorovať oblohu ďalekohľadom s vlastnoručne vybrúseným zrkadlom je naozaj neopísateľný pocit.

Môže si majiteľ ďalekohľadu zhotoveného vlastnými rukami u teba doplniť svoj prístroj ďalším príslušenstvom?

Majiteľ hotového ďalekohľadu v základnej zostave si môže ďalej ešte dokúpiť hľadáčky 8x30, mimoočný slnečný objektívový filter, okulár na väčšie zväčšenie, prípadne Barlowovu šošovku. Na dodávané okuláre je potom ešte možné namontovať aj rôzne hmlovinové filtre (tie sú však pomerne drahé).

Ako hodnotíš celý priebeh AstroTechu, môžeš ešte čosi zlepšiť, prípadne ponúknuť záujemcom o vlastný ďalekohľad nové služby?

Samozrejme, nič nie je také dokonalé, aby sa nedalo ďalej zlepšiť, aj keď si myslím, že na technológii brúsenia už toho veľa nezlepším. Na Dobsone Stella 125 som už navrhol úplne nový typ protizávažia, keďže výmenné príslušenstvo má rôznu hmotnosť a ďalekohľad sa nearetuje. Uvažujem aj o možnosti zostavenia ďalekohľadu zo stavebnice (obsahujúcej aj hotové zrkadlá) pre tých, ktorí si nechcú vybrúsiť zrkadlo. Potom by parametre ďalekohľadu boli 125/1000 mm, samozrejme s parabolizovaným zrkadlom.

A posledná otázka. Mohol by si prípadným záujemcom o AstroTech povedať, aké sú finančné náklady spojené s výrobou ďalekohľadu v rámci kurzu?

Finančné náklady na konštrukciu ďalekohľadu (bez zrkadiel) sú takéto:

tubus z PVC s povrchovou úpravou	500,-
podložka primárneho zrkadla (oceľ)	800,-
okulárový výťah (presný, nízkoprofilový z duralu)	1000,-
držiak sekundárneho zrkadla	200,-
montáž Dobson	
(vrátane vertikálnych ložísk)	1000,-
okulár Kellner $f=20$ mm	1400,-
Základná zostava spolu	4900,-

Doplnkové príslušenstvo:

hľadáčky 8x30 (s držiakmi)	1500,-
okulár König $f=10$ mm	1400,-
mimoočný slnečný filter (priemer 62mm)	800,-
Barlowova šošovka 2x (priemer 31,75mm)	2700,-

Cena kurzu brúsenia zrkadla Newton 125/1200 je cca 1300,- Sk. V tejto cene je zahrnutý kotúč na zrkadlo zo skla BK7, brúsiace a leštiace prášky, leštiaca smola, náklady na naparenie zrkadla a eliptické rovinné zrkadlo s rozmermi 20x28 mm.

Zhovára sa VLADIMÍR MEŠTER

Finálne výrobky:  
Tri Dobsony  
Stella 125.





## ESA '99

A zasa prišlo leto a s ním aj Ebicykel slovenských astronómov, ktorý každoročne organizuje Hornonitrianska hviezdáreň v Partizánskom. Tohtoročná trasa už 6. ročníka viedla v dňoch 26.–30. júla regiónom juhozápadného Slovenska. Niektorí cyklisti pelotónu začali odkraľovať prvé kilometre na ceste z Partizánskeho do Levíc, pričom nezabudli po ceste navštíviť Štiavnické vrchy, Pukanec a vodnú nádrž Bátovce. V etapovom meste Levice na nich okrem sprievodného vozidla čakali aj ďalší ebicyklisti. Milé prijatie v budove novej hviezdárne bolo spestrené občerstvením a príhovorom pani Ondíkovej, riaditeľky, ktorá zaspomínala na minulosť a súčasnosť astronómie v regióne.

Ďalší deň sme mali pred sebou cestu do Hurbanova. Predtým sme ešte navštívili areál jadrovej elektrárne v Mochovciach, kde sme sa dozvedeli veľa zaujímavého o jadrovej energetike. Po ceste sme s obľubou hľadali zariadenia, v ktorých by sme mohli načerpať stratené tekutiny. Príchod do Hurbanova pripravil niektorým oneskorencom osvieženie vo forme letnej búrky. Aj v tomto etapovom meste na nás čakalo občerstvenie a po celodennom šliapaní do pedálov dobre padla aj sprcha.

V stredu na nás čakala najdlhšia trasa tohtoročného Ebicykla: Hurbanovo –

Bratislava. V tento deň sme najazdili 157 kilometrov. Po trase sme navštívili najjužnejšie miesto Slovenska – Patince, archeologické nálezisko pri obci Iža, kde boli odkryté zvyšky rímskeho vojenského tábora, a vodné dielo Gabčíkovo. Svoje unavené telá sme nakoniec zložili na pracovisku astronomického úseku PKO v Bratislave.

Vo štvrok nás hned ráno čakal hrad Devín, odkiaľ sme skratkou cez Veľký Javorník preliezli do historického vinohradníckeho mesta Svätý Jur. Po ceste sme navštívili rekreačné stredisko Harmónia a vo finále sme sa okolo Zochovej chaty vyštverali do hviezdárne, ktorá je odborným pracoviskom Astronomického ústavu MFF UK. Tu, v nádhernom prostredí Malých Karpát, je umiestnený u nás najstarší 60 cm ďalekohľad, ktorý ešte dodnes prináša nové poznatky vo výskume medziplanetárnej hmoty. Čas pred polnocou sme strávili pri ohníku opekaním špekačiek.

Piatkové oneskorené ráno sme ešte raz zavítali do kupoly hviezdárne, aby sme si pozreli chromosféru Slnka prostredníctvom televíznej kamery a monitora. Pri odchode sme ľutovali, že sme si nenaplánovali ešte jeden deň v tomto astronomickom zariadení.

Z Modry je to do Hlohovca na skok, a tak sme sa tento deň presúvali slimačím tempom. V Budmericiach sme si urobili dobrovoľnú prestávku, pretože sa oproti nám hnali ďalší cyklisti na trase okolo Slovenska. V Hlohovci sme začali návštevou planetária, v ktorom sme si vyplnili čas počúvaním hudby a večer nás čakala ďalšia šesťdesiatka, hlavný ďalekohľad hviezdárne. Tu sme si popozerali niektoré objekty nočnej oblohy.

Ráno nás už čakala iba rozlúčka a rozchod účastníkov ESA '99. Z tohtoročnej trasy, ktorá merala viac ako 500 kilometrov, sme si odniesli veľa krásnych zážitkov. Do videnia o rok.

Vladimír Mešter, Hornonitrianska hviezdáreň

## MARS '99

Od 12. do 18. júla 1999 sa v prostredí Hornonitrianskej hviezdárne v Partizánskom zapíňali stránky kroniky už šiesteho ročníka MARSu – Malého Astronomického Regionálneho Stretnutia. Spoluorganizátorom bola, ako aj po iné roky, Hviezdáreň a planetárium v Hlohovci.

Nuž, prelistujme si teraz jednotlivé stránky kroniky z MARSu 99! Prvé tri sú, z pohľadu účastníka, naplnené trochu pasívnou prácou, ktorá spočívala iba v nasávaní informácií z prednášok takmer stabilných prednášateľov. Milan Kamenický priblížil účastníkom „Históriu astronomického ďalekohľadu“. Mgr. K. Petřík, žiaľ, vďaka nepriaznivému počasiu, nemohol uskutočniť svoj populárny „Sprievod pod živou hviezdou oblohou“. Nepriazeň počasia vôbec poznačila celý tento ročník. Bola to škoda, pretože Ing. F. Závodský prezentoval dva výrobky svetoznámej firmy Meade, prostredníctvom ktorých sme mali možnosť aspoň v dierach nesúvislej oblačnosti nazrieť do známeho sveta hviezd.

V utorok Doc. RNDr. L. Kulčár, CSc., priblížil poslucháčom „Čierne Slnko v dejinách“ a Karol Petřík podal správu o svojej odbornej činnosti na hlohoveckej šesťdesiatke v prednáške s názvom „Fotometriu ku hviezdám“. V rozprávaní Mgr. R. Gálisa sme sa mohli započúvať do „Klepotov nebeského hviezdostroja“ a sledovať úspechy nebeskej mechaniky.

Večer sa šantilo pri táboráku a nezabudli sme oboznámiť nováčikov s tým, čo ich čaká a neminie ďalšie dni.

V stredu Milan Kamenický, vo veľmi príťažlivej prednáške pre astronóma amatéra –

„Astrofotografia amatérskymi prostriedkami“, odovzdal účastníkom svoje skúsenosti z tejto oblasti. Večer tradične, patril kreslu pre hosta, do ktorého si tentokrát zasadol primátor mesta Partizánske Ing. Ján Podmanický. Ten zo svojho pohľadu priblížil mládeži hektickú dobu, ktorou práve teraz žijú naše mestá i celá spoločnosť.

Štvrtý deň sa „marťania“ presunuli do Hurbanova, aby sa tam oboznámili s históriou astronómie na Slovensku, so slnečným oddelením a prostredníctvom malého planetária nahliadali do domova hviezd – vesmíru.

V piatok nám z profesionálneho pohľadu priblížil RNDr. M. Rybanský, CSc., astronomickú udalosť roka, zatmenie Slnka, a v poobednajskej prednáške Mgr. K. Petříka sa poslucháči dostali až „Na hranice vesmíru“. Noci sa konečne rozžiarili bledými, chvejúcimi sa hviezdami a praktikanti sa mohli venovať svojim tematickým úlohám.

Predposledný deň stretnutia mal nielen podobu prezentácie banskobystrickej firmy TROMF, ktorá je nielen autorizovaným dealerom výrobkov Bushnellu, ale už i výrobkov marťanských konštruktérov – malého ďalekohľadu

STELLA 125. Poobednajší čas patril súťažiam: Marsotaz 99, Môjmu vesmíru, alebo čo som sa dozvedel o vesmíre na Marse, Obhajobe TĚM, čiže čo som napozoroval. Veľkej pozornosti sa tešila voľba MISS a MISSÁka MARSu. Pred večerou a pri táboráku rezonovala próza a poézia venovaná len a len nášmu Marsu.

Posledná stránka kroniky MARSu '99 sa zapísala. Stojí na nej výrok jedného z marťanov: „Aj keď je marťanský život ťažký, nepoznám jediného marťana, ktorý by sa nechcel o rok znovu vrátiť.“

Vladimír Mešter,  
Hornonitrianska hviezdáreň

## Prázdniny 2000 s ďalekohľadom

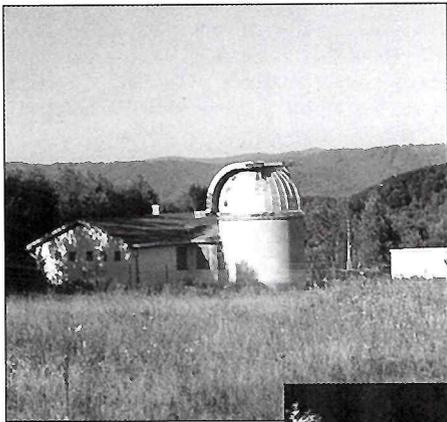
Chcete sa naučiť vyhľadávať, pozorovať, popisovať a kresliť objekty vzdáleného vesmíru (hviezdokupy, mlhoviny, galaxie...)? Chcete si vyzkoušet si pozorování meteorů a proměnných hvězd, dozvědět se spoustu zajímavých věcí o vesmíru a navíc poznat spoustu bezvadných lidí se zájmem o totéž co vy? Pak právě pro vás pořádáme letos už 42. letní astronomickou expedici na hvězdárně v Úpici v termíně 22. 7. – 6. 8. 2000. Pozorujeme všechny typy objektů vzdáleného vesmíru (většina pozorovacích expedic bývá čistě proměňářských nebo meteorářských), a na každého účastníka připadá jeden ďalekohled – přístroje svážíme z hvězdáren z celých Čech. Pokud během expedice provedíte opravdový zájem o pozorování, můžete si dokonce ďalekohled na rok vypůjčit domů (většinou se jedná o binary typu 25x100, 12x60 apod.).

Expedičníci, jak se účastníci expedice nazývají, bydlí ve stanech na pozemku hvězdárny a o jejich žaludky se stará nejoblíbenější osobnost expedice – kuchařka paní Samková. Denní režim expedičníka sestává ze zpracování pozorování z uplynulé noci, odpoledních přednášek a experimentů, večer bývají přednášky předních českých a slovenských astronomů. Po setmění pak začíná pozorování. Pokud počasí nepřeje, přijde na řadu náhradní program. Pozoruje se ve skupinách, začátečnickům pomáhají vedoucí, pokročilejší si svůj pozorovací program vytvářejí podle svých zájmů sami. Vedoucími pozorovacích skupin jsou zkušené pozorovatele, většinou vysokoškoláci.

Pokud tedy chcete strávit čtrnáct prázdninových dní u ďalekohledu a s partou skvělých kamarádů, podívejte se na <http://www.ian.cz/expedice>, napište si o další informace na e-mailovou adresu [expedice.upice@post.cz](mailto:expedice.upice@post.cz) nebo pošlete dopis na adresu Tomáš Sýkora, Hvězdárna, P.O. Box 8, 542 32 Úpice, Česká republika.

Lukáš Král





## Kolonické leto

Aj tohto roku bolo Astronomické observatórium na Kolonickom sedle v prázdninovom období v strede záujmu astronómov amatérov z Vihorlatského regiónu.



expedíciu zabezpečovala Vihorlatská hviezdáreň v Humennom. Touto cestou sa chceme poďakovať sponzorom cestovnej kanceláriei Karpatytour a firme Štich v Humennom za sponzorské príspevky.

### Čiastočné zatmenie Slnka

Odborný program meteorárskej expedície bol obohatený o pozorovanie čiastočného zatmenia Slnka. Meteorologická situácia na Kolonici však nebola priaznivá, takže nielen pozorovatelia meteorov, ale aj približne 400 návštevníkov malo možnosť teleskopicky pozorovať iba začiatok a koniec zatmenia, aj to len cez oblačnosť. Iná situácia bola v Hu-

### Variable '99

11. ročník premenárskej expedície Variable '99, ktorý sa konal v dňoch 6. 7. – 15. 7., priniesol zaujímavé výsledky najmä v oblasti pozorovania premenných hviezd. Expedíciu, na ktorej sa zúčastnilo 22 pozorovateľov z celého Slovenska, zorganizovali a finančne zabezpečili SÚH Hurbanovo, Vihorlatská hviezdáreň v Humennom a Miestna organizácia SZAA v Snine. Z deviatich nocí boli vhodné na pozorovanie štyri, počas ktorých sa urobilo 163 vizuálnych odhadov jasnosti u týchto fyzikálnych premenných hviezd: V Boo, Z UMa, TX CVn, AG Dra, TX Dra, WZ Cas, R Sct, RS Cyg, AF Cyg, CH Cyg a 86 odhadov jasnosti krátkoperiodických zakrytových dvojhviezd SW Lac a RT And, s cieľom určenia momentu minima. Výsledky boli spracované do protokolov, ktoré boli zaslané do centra pozorovateľského programu Medúza v Brne. Po prvý raz boli čiastočne využívané priestory nového observatória, ktoré je tesne pred dokončením. Celý areál observatória s 5 m kupolou, klubovou miestnosťou a 22 lôžkami predstavuje ucelený komplex, ktorého výhody okúsili aj pozorovatelia z tejto expedície.

### Perzeidy '99

Po realizácii premenárskej expedície si august vyhradili meteorári. Štyria pracovníci hviezdárne a 21 pozorovateľov, členov MO SZAA v Humennom, počas šiestich (nie najjasnejších) nocí protokolárne zaznamenali základné údaje o 4734 meteoroch. Odborná činnosť bola zameraná na vizuálne pozorovanie meteorického roja Perzeid a vedľajších rojov, v súlade s programom IMO. Organizačne



menom, kde uvedený úkaz mohli návštevníci pozorovať za lepších meteorologických podmienok na dvoch stanovištiach. Jeden z prenosných ďalekohľadov bol umiestnený na námestí Slobody s možnosťou teleskopického pozorovania. Návštevníci hviezdárne mali možnosť vidieť priebeh zatmenia aj v projekcii. Pozorovanie bolo obohatené o prednášky na tému Slnko, zatmenia Slnka, využitie slnečnej energie a video-program o priebehu úplného zatmenia Slnka v Mexiku z roku 1991. Pozorovanie zabezpečovali pracovníci hviezdárne, dobrovoľníci, spolupracovníci a členovia MO SZAA v Humennom. Uvedený úkaz videlo približne 5000 návštevníkov.



### Cygnidy a Aquaridy '99

V termíne od 18. 8. do 22. 8. 1999 sa na astronomickom observatóriu v Kolonickom sedle realizovalo astropraktikum pre mladých astronómov – členov astronomického krúžku pracujúceho pri hviezdárni. Účastníci astropraktika počas troch nocí napozorovali 308 meteorov z rojov Cygnidy a Aquaridy. Odborný program astropraktika bol obohatený o prednášky z oblasti astronómie a atraktívnu prednášku Dinosauria a ďalšie vyhnuté predhistorické zvieratá, doplnenú o premietanie pútavých diazpozitívov.

### Francúzsko '99

Pod týmto názvom sa už niekoľko rokov uskutočňujú akcie terajších a bývalých členov MO SZAA v Humennom, ktorí sa podieľali na budovaní a údržbe objektov astronomického observatória na Kolonickom sedle. Nielen účasť starších členov MO SZAA, ale aj bohaté zastúpenie ich ratolestí nasvedčuje, že priaznivý vzťah k astronómii bude v tomto regióne generačne zachovaný.

Vihorlatská hviezdáreň v Humennom

## Záhorácky SZAA po Sobotišti aj v Malackách

Od 21. októbra bola v Malackách obnovená činnosť SZAA, ktorá tu bola založená už začiatkom roka 1987, ale potom zanikla. Zakladajúca schôdza sa uskutočnila vo fyzikálnom kabine Štátneho gymnázia v Malackách. Za účasti prevažne mladých záujemcov bol zvolený päťčlenný výbor s novým predsedom – Radoslavom Moznerom z Malaciek. Prítomní boli aj zájemcovia z okolitých obcí. Nábor členstva pre pokračujúci záujem najmä mladých ľudí zatiaľ nie je ukončený. Na zakladajúcej schôdzi mala prezentáciu miestna predajňa optiky s astronomickým ďalekohľadom, s ktorou SZAA v Malackách nadviazal spoluprácu i na riaditeľstve v Bratislave. Keďže na Záhorí je zatiaľ iba jedna hviezdárnička (v Sobotišti), hovorilo sa aj o spôsobe získania finančných prostriedkov na urýchlené zakúpenie ďalekohľadu, o činnosti výboru, členov, i spôsobe prípravy akcií pre verejnosť, pričom sa naznačili aj možnosti postavenia pozorovateľne na budove gymnázia, neskôr aj hviezdárne a planetária.

Vladislav Brza, Malacky

**Prodám** návod na stavbu CCD kamery CCD Camera Cookbook, 1ks CCD snímače TC245 a chladíci Peltier článok. Vše jako komplet za 8700 Kč. Pavel Kubiček, Sochorova 1313, 41501 TEPLICE, Česká Republika, Tel.: 0417/81 41 55, Fax: 0417/81 47 74, E-mail: pavel.kubicek@splintex.glaverbel.com

**Prodám** astronomický ďalekohľad zn. Broseer, nemeckej výroby, priemer objektívu 60 mm, f=900mm, na paralakтической montáži s jemnými pohybmi. Bohaté príslušenstvo. Nový, nepoužívaný v originálnom balení, so zárukou. Volať na číslo 087/52 00 13 po 19.00 hodine.

**Prodám** astronomický ďalekohľad Vixen D=114 mm, f=900 mm japonskej výroby. Nový, nepoužívaný v záruke. Paralaktická montáž, jemné pohyby v oboch osiach, možnosť pripojenia na strojový pohon. Príslušenstvo: okulár Ø 4 mm, Ø 25 mm Plössl 7,5 mm hľadáček 6x30. Kontakt: Jozef Brunaj, Ríbežlová 1, 949 01 Nitra-Zobor, tel. 087/41 63 94.

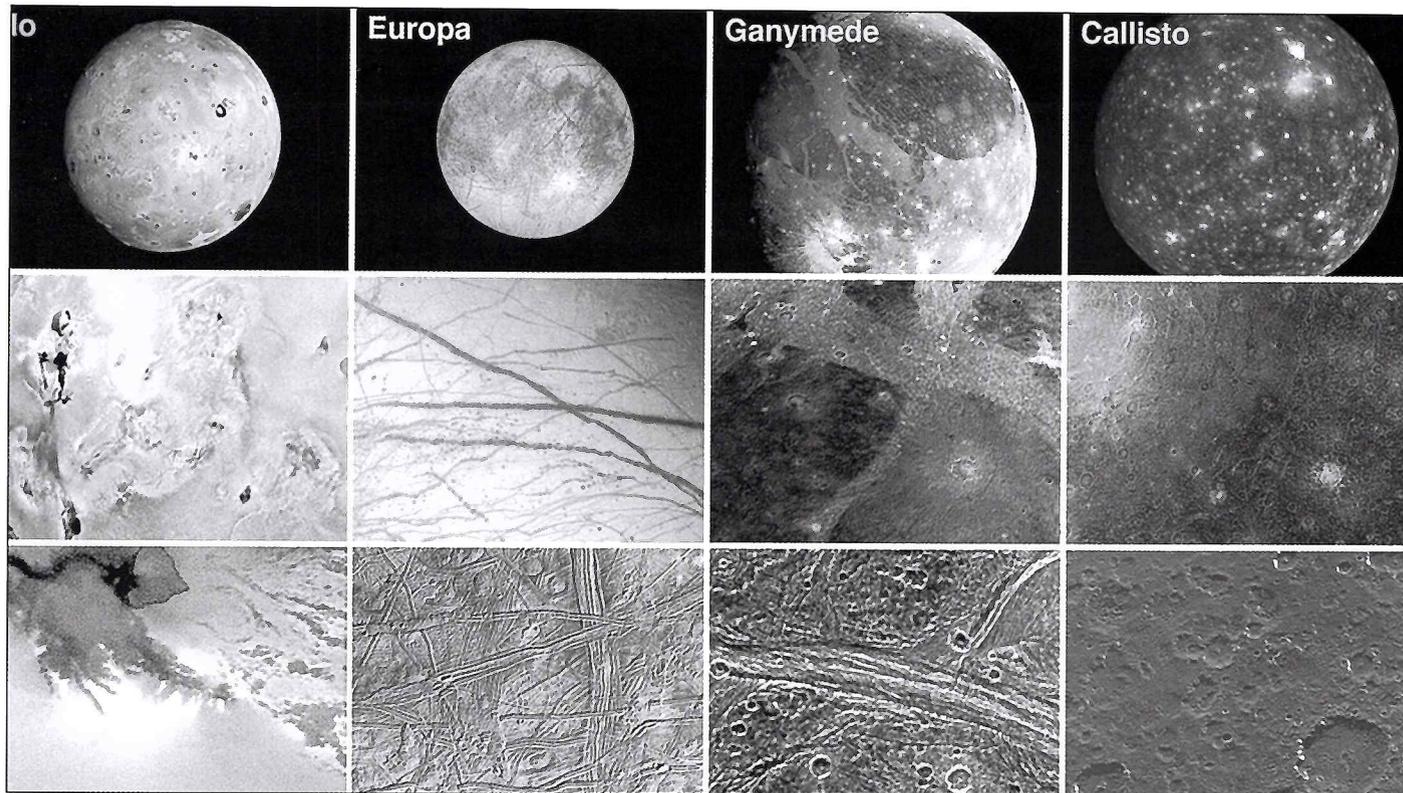
**Prodám** Newtonov zrkadlový ďalekohľad. Zväčšenie 35–175x. Tel. 087/51 29 55.

**Kúpim** časopisy Kozmos 2/95; 6/89; 1/88; 3/86; 1,2,3,4,5,6/85; 2,3,4,5,6/84; 1,2,3,4,5/83. Branislav Gálík, Novojelečanská 853, 925 23 Jelka.

**Prodám** paralaktickou montáž se stativem, průměr hřídele 18 mm, nosnost cca. 5 kg, možnost připojení pohonu. Cena 3500 Kč. Dále prodám okulár Huygens f=50 mm, antireflexní vrstvy, volitelné zaclonění, upevnění závitom M 38,6x1, cena 400 Kč a okulár Huygens transfokační f=8,4–16,6 mm, upevnění závitom. Cena 400 Kč. Lukáš Loužecký, Neuměřice 163, 273 26, ČR, tel. 0314/56 31 58.

**Prodám** amatérsky sestrojovaný ďalekohľad s průměrom objektívu 50 mm, zväčšení 35x, zorné pole asi 2°. Součástí je i jednoduchá azimutální montáž. Cena 2 000 Kč. Škařupová Rozálie, Třebízského 13, 757 01 Valašské Meziříčí.

**Prodám** ďalekohľad týchto parametrov a výroby: tubus – duralový s rosnicou a krytom (možnosť vyváženia), objektív – Carl Zeiss 100/1000 mm – svetelnosť 1:10, zväčšenie – podľa použitých okulárov 25 až 200x, paralaktická montáž (Carl Zeiss) s možnosťou jemného nastavenia, okulár – 25 mm s vlákno-vým križom a osvetlením (možnosť regulácie jasu a ostrenia), 40 mm (upevnenie závitom 44/1 mm), 5 mm (upevnenie zasúvaním – preimer 24,5 mm), okulár sú ortoskopické firmy Carl Zeiss, revolverové zariadenie (Carl Zeiss) pre 5 okulárov upevnené na vyradenom teleobjektíve Pentacon 4/300, na ktorom je funkčnosť clony zachovaná, zenitový hranol Carl Zeiss (90 stupňov upevnenie závitom 44/1 mm), zrkadlový teleobjektív MTO 100/1000 mm (možnosť upnutia na montáž a fotoaparát – závit 42/1 mm), pomocný hľadáček firmy Carl Zeiss (4x50), kovový stojan nastriekany (možnosť nastavovania). Cena dohodou (vylučujem predaj po častiach a na splátky). Odporúčam serióznym záujemcom, osobný kontakt doplniť telefonicky dohodnúť. Tel. 092/633 38 volať po 18. hodine, pracovisko 092/72 15 85.



Galileiovské mesiace pohľadom sondy Galileo.

## 390 rokov od objavu Jupiterových mesiacov

Štyri najjasnejšie Jupiterove mesiace už videl asi každý astronóm amatér, veď na ich pozorovanie stačí už malý triéder. Mnohým iste aj zovšedneli, bežne ich ukazujú návštevníkom vo hviezdárňach... Možno si však ani neuvedomujeme, že od ich objavu uplynie začiatkom januára už 390 rokov. Prvý raz ich pozoroval Galileo Galilei 7. januára 1610 vlastnoručne zhotoveným ďalekohľadom a je to pravdepodobne jeden z jeho najvýznamnejších prínosov pre vedu. Tieto jasné obežnice Jupitera sú dodnes pomenované na jeho pamiatku ako Galileiovské mesiace.

Pri pozorovaní troch jasných objektov pri Jupiteri si Galilei pôvodne myslel, že vidí len tri jasné hviezdy v jeho blízkosti. Nasledujúci deň však „hviezdy“ svoju polohu zmenili, čo upútalo jeho pozornosť. Pokračoval v pozorovaniach a 11. januára objavil ďalšiu „hviezdu“ (Ganymedes). „Hviezdy“ boli vždy v Jupiterovej blízkosti a menili s ním na oblohe svoju polohu. Galileo teda správne dospel k názoru, že tieto telesá obiehajú okolo Jupitera, čím podporil Kopernikov systém. Už sa všetko dokázateľne netočilo okolo Zeme!

Svoje pozorovanie publikoval Galileo vo Hviezdnom posloví (Sidereus Nuncius) v marci 1610:

„Mal by som svetu odhaliť a publikovať príležitosť objavenia a pozorovania štyroch planét, od počiatku sveta až po dnešné časy nikdy nevidených, ich polohu a pozorovania urobené počas uplynulých dvoch mesiacov, o ich pohybe a zmenách ich veľkosti. Vyzývam všetkých astronómov, aby sa venovali preskúmaniu určenia ich obežných dôb, čo sa mi do dnešného dňa nepodarilo... 7. januára tohto roku, 1610, v prvú hodinu nasledujúcej noci, keď som pozoroval konšteláciu oblohy cez teleskop, zazrel som planétu Jupiter, a ako som si pripravil tento vynikajúci prístroj, všimol som si niečo, čo som predtým nikdy zbadat nemohol, konkrétne tri malé hviezdy, malé, ale veľmi jasné, ktoré boli pri

planéte. A hoci som veril, že patria k tomu počtu nehybných hviezd, čudoval som sa, pretože boli postavené presne v priamke paralelne s ekliptikou. Taktiež sa zdali byť jasnejšie než ostatné hviezdy podobné ich veľkosti... Keď som 8. januára, vedený pravdepodobne osudom, znovu obrátil zrak na tú istú časť oblohy, zistil som úplne odlišnú pozíciu týchto malých hviezd, ktoré boli všetky na západ od Jupitera a bližšie k sebe ako noc predošlú.

Preto som usúdil a bez váhania sa rozhodol, že na oblohe sú tri hviezdy pohybujúce sa okolo Jupitera, tak ako Venuša a Merkúr okolo Slnka; ktorých jasnosť na základe neskorších pozorovaní sa prirovnala k dennému svetlu. Tieto pozorovania tiež ukázali, že hviezdne telesá obiehajúce okolo Jupitera nie sú len tri, ale štyri.“

Nemecký astronóm Simon Marius však tvrdil, že pozoroval mesiace Jupitera už koncom novembra 1609 (teda približne päť týždňov pred Galileom). Tieto svoje pozorovania však nepub-

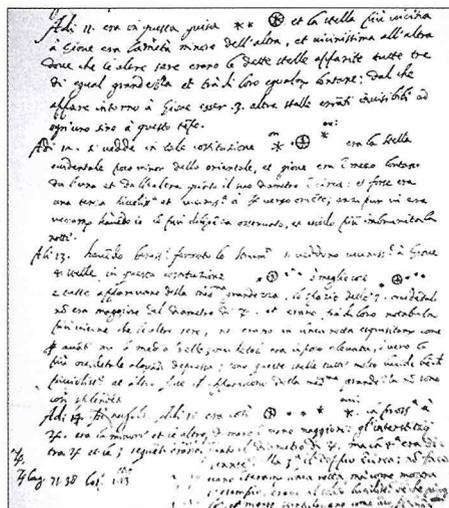
likoval a tak jeho tvrdenia sa nedali verifikovať. Galileova práca bola spoľahlivejšia a obširnejšia, preto sa tento významný objav pripisuje jemu. Marius však bol prvým, ktorý zostavil tabuľky stredného pohybu mesiacov a zaujímal sa o zmeny ich jasnosti.

Galileo pôvodne pomenoval Jupiterove mesiace ako „Medicejské planéty“ alebo „Medicejské hviezdy“ po rodine Mediciovcov a každý z nich numericky označil ako I, II, III a IV. Tento systém sa zachoval po niekoľko storočí a prakticky sa používa dodnes (napr. pri predpovediach úkazov v systéme Jupitera). Pomenovanie mesiacov po Jupiterových (resp. Diových) milenkách Io, Európa a Callisto a čašníkov bohov Ganymedovi zaviedol roku 1614 Marius na základe odporúčania Johanna Keplera.

Zostrojenie ďalekohľadu bolo v tom čase výnimočnou udalosťou a o svojom ďalekohľade napísal Galileo list benátskemu dóžovi, z ktorého možno jasne vycítiť jeho mimoriadnosť:

„Vaša jasnosť. Galileo Galilei sa pontžene klania pred Vašou Výsostou, aby ukázal Vašej Výsosti ďalekohľad (Occhiale), ktorý bude veľkou pomocou pri bádani a skúmaní ako mora, tak i pevniny. Uistujem Vás, že tento nový vynález uchovávaný vo veľkom tajomstve a ukážem ho len Vašej Výsosti. Ďalekohľad bol zostrojený pre najpresnejšie štúdie vzdialenosti. Tento ďalekohľad má výhodu v objavení lodí nepriateľa o dve hodiny skôr, ako môžu byť videné voľným okom a v určene počtu a vybavenia lodí, posúdenia ich sily, či je možné s nimi bojovať alebo radšej sa im vyhnúť alebo vidieť všetky detaily na horizonte a rozlíšiť každý pohyb.“

Dnes sú ďalekohľady bežne dostupné. A sú to ďalekohľady omnoho lepšie, pretože ten Galileov kvalitou optiky skutočne nevyhnil a jeho zväčšenie bolo len 30-násobné... Skúsme sa ním zahľadieť trebárs na Jupiter a v duchu vzdajme hold Galileovi.

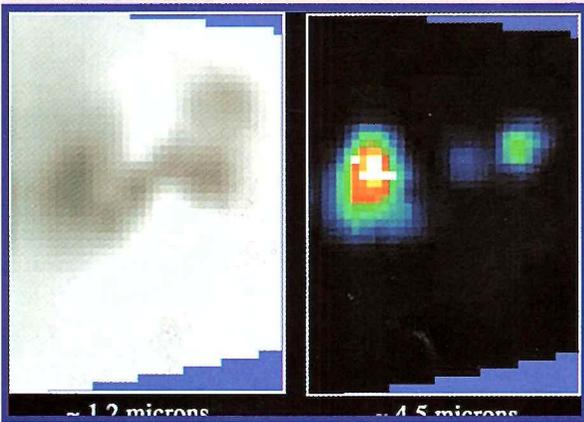


Ukážka manuskriptu Galileiových originálov.

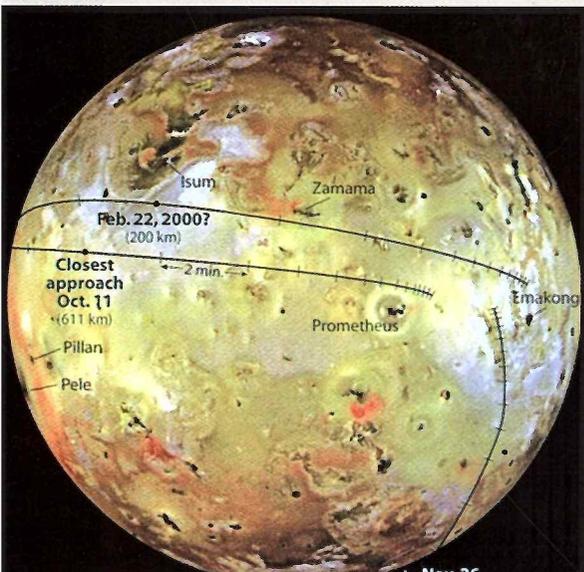


Na tejto dvojici snímok po prvýkrát vidíme obrovskú kalderu ioanského vulkána Prometheus (28×14km), ktorá vznikla zborštením centra vulkánu po veľkej erupcii. Donedávna sa predpokladalo, že veľkú tmavú škvrnu uprostred sopky tvorí jazero stuhnutej lávy; na detailnejšej snímke vidíte, že ide o ozrutnú kalderu. Pri jednej z dávnejších erupcií láva vyplnila kladeru až po okraj a vytekala z nej smerom na západ. Nie je jasné, či južný lalok lávy vytekol tiež z kaldery, alebo zo sekundárneho sopúcha. Na východ od kaldery možno rozlíšiť na spústu pahorkov pokrytých srieňou. Pravdepodobne ide o materiál, ktorý sopka vyvrhla pri jednej alebo viacerých supersonických erupciách.

## Prometheus zblízka



Infrasnímka vľavo prezrádza zloženie povrchových hornín na masíve Promethea. Tmavý materiál tvorí kremíkatá láva, biele škvrny srieň kysličníka siričitého. Snímka vpravo (získaná na dlhých infračervených vlnách) zviditeľňuje rozloženie tepla v masíve. Najhorúcejšie oblasti sú biele. Na snímke jasne vidieť, že Prometheus má dve „horúce škvrny“. Menšia škvrna zviditeľňuje čerstvo objavenú kalderu; veľká a menšia biela škvrna prezrádza miesta, kde tok lávy vyráza z tubovitých koryt pod povrchom na pláne pokryté srieňou.



– Najväčší ioanský vulkán Prometheus má pozoruhodne veľa podobných vlastností ako havajská sopka Kilauea, – vyhlásil Laszlo Kesthely, člen vedeckého tímu misie Galileo. – Prometheus je však niekoľkonásobne väčší. Erupcie oboch vulkánov trvajú neobyčajne dlho, pričom prúdy lávy z kaldery tečú tubami do veľkých vzdialeností. Tam, kde vyrážajú na povrch a stretávajú sa s chladnejším materiálom, vznikajú veľké sopečné oblaky.

To je predbežne najzaujímavejší poznatok z predposledného blízkeho obehu Jupiterovho mesiaca Io, ktorý zaznamenala sonda Galileo.

– Na snímky s takýmto rozlíšením sme čakali desať rokov – vyhlásila členka tímu Rosaly Lopez – Gautier. Vedci po októbrom blízkom obehu spracúvajú veľký balík snímok a ďalších údajov, ktoré prezentovali verejnosti až 19. novembra, po uzávierke tohto čísla. Snímky z Promethea sa však rozhodli zverejniť už predtým.

Prometheus je aktívny už najmenej 20 rokov. Svedčia o tom snímky oboch Voyagerov, Galilea i „kontrolné“ fotografie HST v infračervenom svetle. Analýza údajov zo spektrometra odhalila, že v masíve Promethea existujú dve horúce škvrny: veľká na západných, menšia na východných svahoch sopky. Vedci na západných svahoch rozlíšili početné prúdy lávy. Senzáciou je identifikovanie krátera, či presnejšie nepravideľnej kaldery, ktorá má dĺžku 28 a šírku 14 km. Nad Prometheom bolo viackrát pozorované obrovské oblaky vyvrhnutého plynu (s priemerom až 100 km), ale vedci sa nazdávali, že vznikajú nad kalderou. Z posledných snímok však vyplynulo, že sa oblaky formujú ďaleko od kaldery, tam, kde roztavené horniny vytekajú z dlhých vulkanických túb na zasrienený povrch. V masíve Promethea je takýchto túb veľa; najdlhšia má viac ako 100 km.

Prúdy lávy sa z ústia túb vylievajú na planiny pokryté hrubou vrstvou srieňe, ktorú tvorí zamrznutý oxid siričitý. Tam, kde láva srieň roztápa, tvoria sa oblaky.

Podobnosť Promethea s havajskou sopkou Kilauea je viac ako nápadná: Prometheus produkuje lávu najmenej 20 rokov, Kilauea 16 rokov. V kaldere Kilauey je lávové jazierko široké 100 m, ktoré predstavuje pomerne malú „horúcu škvrnu“. Aj v prípade Kilauey vyteká láva z jazierka tubou a vlieva sa do Tichého oceánu, pričom vznikajú oblaky vodnej pary, premiešané so sírnatými plynmi. Na Io sa však sopečné oblaky vznášajú do oveľa väčšej výšky, čo možno neobyčajne riedka atmosféra a slabá gravitácia na tomto mesiaci.

Októbrový blízky oblet (najväčšie priblíženie 674 km) bol úspešný už aj preto, že silná radiácia prístroje na palube sondy nepoškodila. Vedecký tím preto s napätím očakáva fotografie z doteraz vôbec najbližšieho obehu, kedy sa sonda k povrchu vulkanického mesiaca priblíži na 300 km. Nie je vylúčené, že v prípade, ak prístroje sondy aj tento blízky oblet vydržia, získa riadiaci tím Galilea súhlas a peniaze aj na monitorovanie a spracovanie údajov z ďalšieho blízkeho obehu, ktorý sa uskutoční vo februári roku 2000.