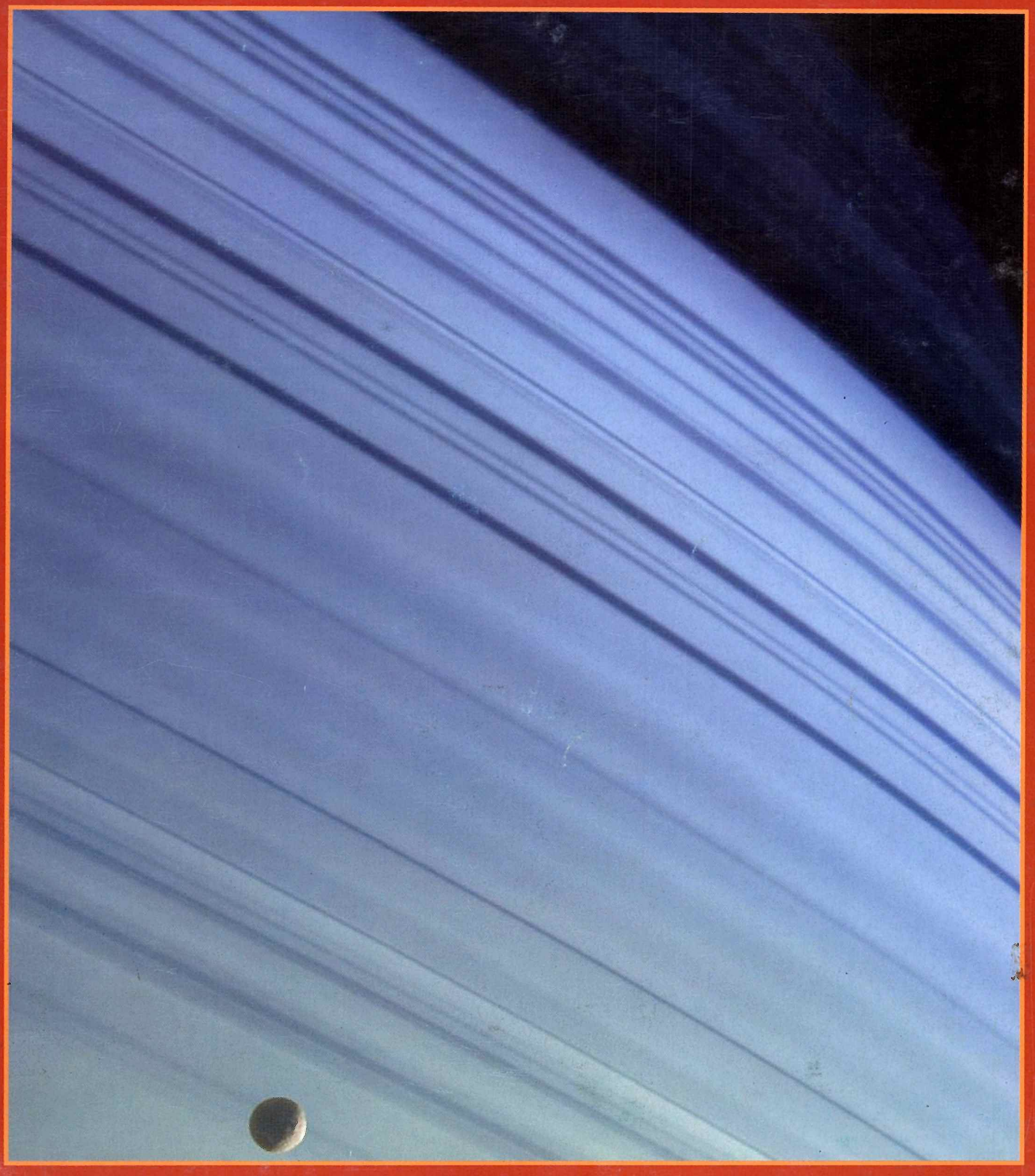
KOZMOS

2005
ROČNÍK XXXVI. 2
Sk 40,–



Observatórium Pierra Augera v Argentíne ● Planéty, ktoré by nemali existovať ●
Venus Transit 2004 – výsledky merania astronomickej jednotky ● Estónska astronómia

Saturn má už 37 mesiacov

Cassini hneď po servisnej službe Huygensu (14. 1.) mal niekoľko dní nabitý program. Najprv radarovo snímkoval samotný Titan, potom Saturn a mesiace, ktoré sa nachádzali v jeho zornom poli; od 16. februára sa zameral na Enceladus.

Mimas má priemer 398 km a tretinu zaberá obrovský impaktný kráter Herschel s priemerom 130 km. Vďaka tomuto obrovskému kráteru je nezameniteľný so žiadnym telesom v Slnečnej sústave, a pravdepodobne sa v čase jeho zrážky s iným telesom udial malý zázrak, že sa nerozpadol.

Fotografie Encelada sa svojou kresbou popraskanej štruktúry podobajú najviac na Jupiterove mesiace Europa a Ganymedes. Enceladus má taktiež trhliny s cievovito rozvetvenou štruktúrou, aké nájdeme aj na Jupiterových mesiacoch. Jeho vráskavý povrch je takmer celoplošne pokrytý vodou, hoci aj impaktných kráterov je neúrekom. Keďže spektroskopické pozorovania Cassini nepotvrdili zdroje amoniaku a CO_2, existuje predpoklad, že na Encelade je čistá voda, azda iba so stopovými množstvami iných prvkov.

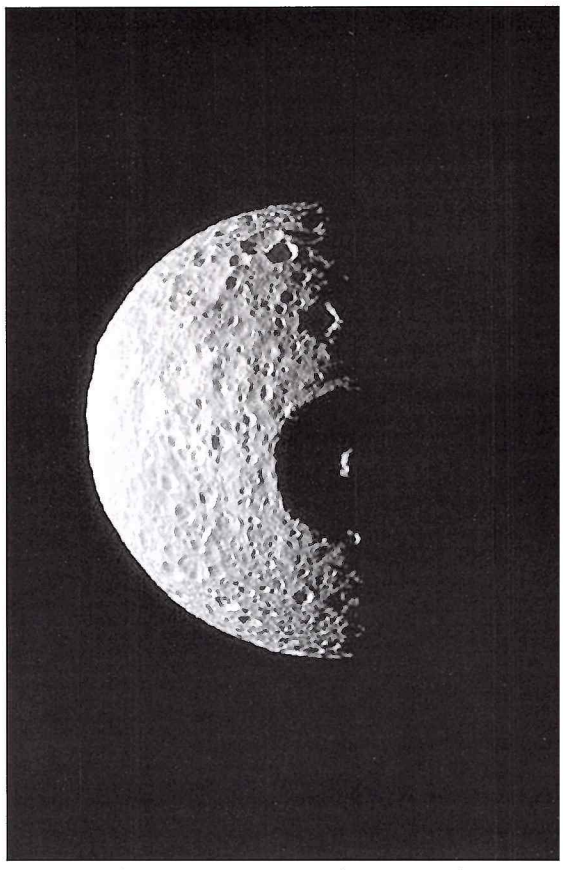
Najväčší prínos sondy Cassini pri skúmaní Encelada je však potvrdenie teórie spred 20 rokov: Enceladus je naozaj geologicky aktívny. Už pri prvom priblížení zaznamenali prístroje na Cassini magnetické pole na Encelade. Pri druhom priblížení na vzdialenosť 500 km (9. 3. 2005) objavila sonda aj oscilácie spôsobené interakciou elektricky nabitých molekúl s magnetickým polom. Skúmaním ich frekvencie sa určilo, že ide o molekuly vody. Keďže mesiac má priemer len 500 km, jeho gravitácia nemôže byť dostatočne veľká na to, aby si udržal stálu atmosféru. Preto musia byť plyny nad jeho povrchom stále doplňované vulkanickými zdrojmi. Vulkány a gejzíry vyvrhujú ľadové časti, ktoré sa dostávajú krátkodobo do atmosféry, pevné časti sa usadzujú na povrchu mesiaca. Enceladus je teda po Io a Tritone tretím mesiacom s vulkanickou aktivitou.

Sonda Cassini objavila pri Saturne šesť nových mesiacov. Spolu ich má Saturn už 37. Doteraz boli najmenšie štyri 6-kilometrové (Skadi, Mundilfari, Suttung, Thrym). Aj dva vlani objavené mesiace medzi Mimasom a Enceladom už majú mená: Methone a Pallene.

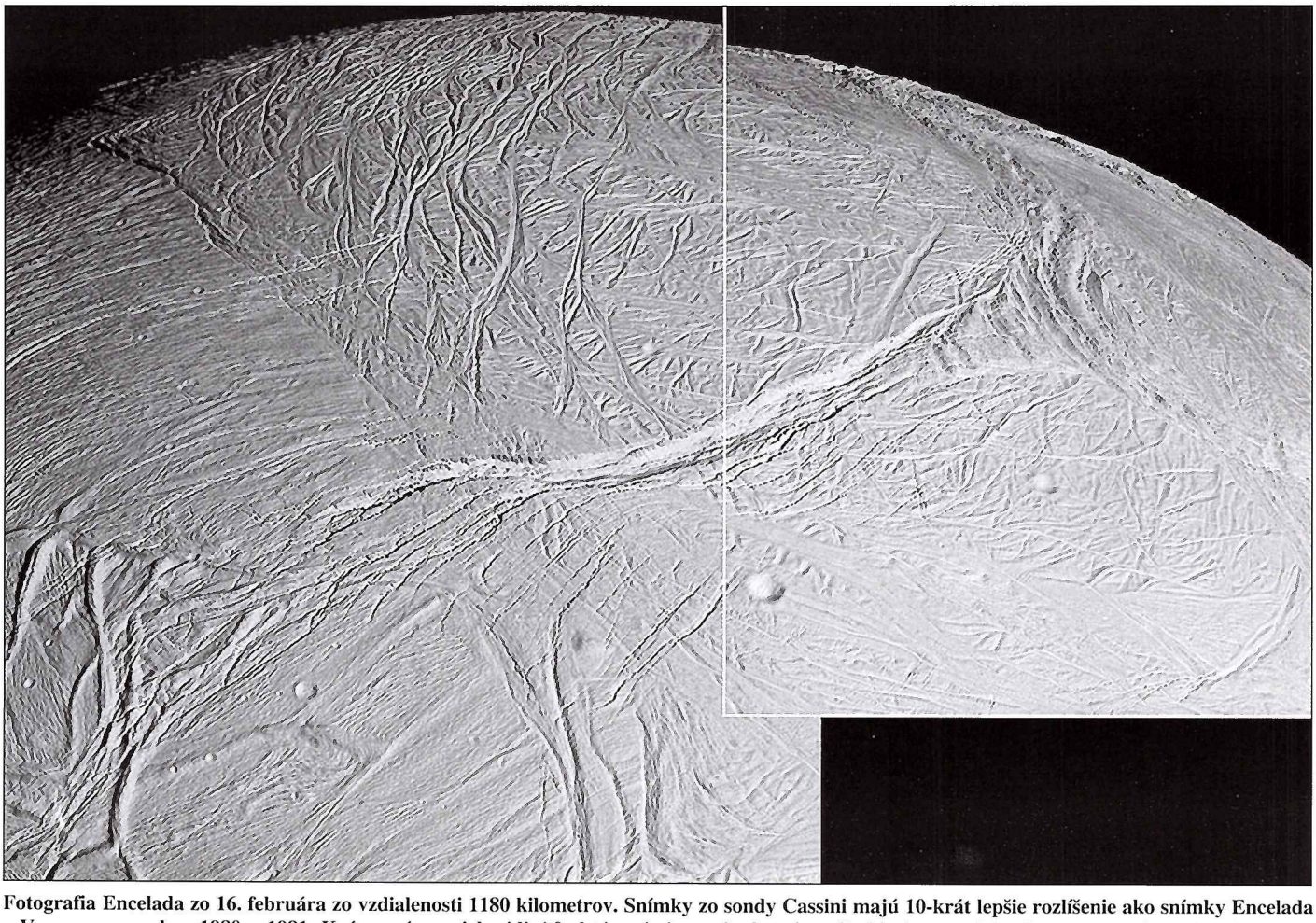
Ďalší nový mesiac pomenovali Polydeuces a v gravitačnej rovnováhe ho udržuje jeden z väčších Saturnových mesiacov, Dione.

Posledné tri mesiace objavené sondou Cassini majú zatiaľ iba predbežné označenie: S/2004 S3, S/2004 S4 a S/2004 S6.

Tieto mesiace sú dosť malé, ich priemery nie sú ani 5 kilometrov. Preto sa vynára otázka, čo možno v prstencoch Saturna označiť ešte za mesiac a čo je iba zhluk materiálu v prstenci. Takýto minizlepenec materiálu v prstenci navyše nemusí byť ani veľmi stály a môže sa kedykoľvek rozpadnúť.



Fotografiu Saturnovho mesiaca Mimas zhotovila sonda Cassini 8. februára zo vzdialenosti 213 000 kilometrov. Výrazne na ňom dominuje 130-kilometrový kráter Herschel, ktorý zaberá tretinu jeho povrchu.



Fotografia Encelada zo 16. februára zo vzdialenosti 1180 kilometrov. Snímky zo sondy Cassini majú 10-krát lepšie rozlíšenie ako snímky Encelada z Voyagerov z rokov 1980 a 1981. Krásne sú na nich vidieť fraktúrové zjazvenia, ktoré vynikajú aj preto, lebo Enceladus má zo všetkých telies v Slnečnej sústave najväčiu odrazivosť.

KOZMOS

Populárno-vedecký astronomický časopis

Vydáva: Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 035/760 24 84, fax 035/760 24 87. Za vydavateľa zodpovedný: Ing. Teodor Pintér.

Redakcia: Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – redaktor, Peter Majchrák – redaktor, Lýdia Priklerová – sekretár redakcie, Mária Štefánková – jazyková redaktorka. Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 02/544 141 33, e-mail **kozmos@nextra.sk**

Redakčný kruh: doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, DrSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčár, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., doc.RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, PhD Anna Pribullová, RNDr. Pavol Rapavý, RNDr. Ján Svoreň, DrSc., RNDr. Igor Túnyi, CSc. Predseda redakčného kruhu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc.

Tlač: Tlačiareň KASICO, a. s., Beckovská 38, 823 61 Bratislava.

Vychádza: 6× do roka. Neobjednané rukopisy nevraciame. Cena jedného čísla 40,– Sk/Kč. Pre abonentov ročne 210,– Sk/Kč vrátane poštovného. Distribúcia: 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, tel. 00402/3409 2856, e-mail: mila@allpro.cz. 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 29. 3. 2005

ISSN 0323 – 049X

Témy čísla

2 **Observatoř Pierra Augera v Argentině** / *Jiří Grygar*

5 **Lucifer: Prvá exoZem?** / *Ray Villard*

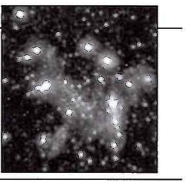
7 **Planéta, ktorá by nemala existovať**

10 **Hyugens: první výsledky** / *Tomáš Přibyl*

13 **10 na štyridsiatu: kozmický kód, alebo číselná mystika?** / *Bild der Wissenschaft*

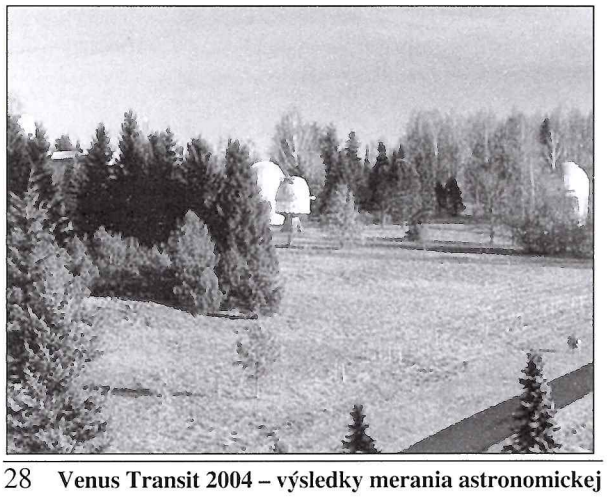
17 **2005: rok návratů** / *Tomáš Přibyl*

21 **Masívna čierna diera v centre našej Galaxie** / *Peter Majchrák*



24 **Asteroidy a Slovensko** / *Peter Kušnirák*

26 **Observatórium v Tartu a estónska astronómia** / *Ladislav Hric*



28 **Venus Transit 2004 – výsledky merania astronomickej jednotky** / *Július Koza*

38 **Desať astronomických pozoruhodností v roku 2005** / *Ladislav Druga*

Aktuality

2. str. obálky: **Saturn má už 37 mesiacov**

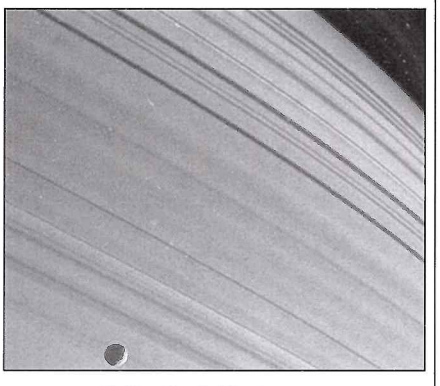
3. str. obálky: **Robot Opportunity našiel na Marse železný meteorit**

9 **10 000 čiernych dier blízko centra našej Galaxie**

12 **Saturn**

15 **Aj v dnešnom svete sa ešte formujú masívne galaxie; Majú obrie planéty pevné jadrá? Ak majú, čo ich tvorí?**

Obálka



Modrý Saturn

Na snímke z 18. januára vidíte Mimas, ako sa posúva na azúrovom pozadí severnej pologule Saturna. Farby sú skutočné. Dlhé tmavé línie v atmosfére sú tiene, ktoré vrhajú prstence planéty. Severná pologuľa Saturna je viacmenej bezoblačná a slnečné lúče prechádzajú dlhým úsekom atmosféry. V dôsledku toho sú slnečné lúče rozptýlené na kratších (modrejších) vlnových dĺžkach, čím dostávajú severnejšie šírky svoj modrý vzhľad v rámci viditeľných vlnových dĺžok. Toto sfarbenie dáva aj kráterom na Mimase vzhľad telesa, ktoré prekonalo ovčie kiahne. Snímka je robená zo vzdialenosti 1,4 milióna kilometrov od Saturna. Rozlíšenie Saturna je 8,5 km na pixel, Mimasa 7,5 km na pixel. Obrázok je vytvorený kombináciou spektrálnych filtrov – infačerveného (930 nm), zeleného (560 nm) a ultrafialového (338 nm).

Rubriky

23 **Slnečná aktivita** / *Milan Rybanský*

POZORUJTE S NAMI

33 **Obloha v kalendári (december – január)** / *Pavol Rapavý*; **Kalendár úkazov** (str. 36)

ALBUM POZOROVATEĽA

16 **Mars štyri storočia po Keplerovi (pozorovací program pre žiakov)** / *Peter Zimnikoval*

25 **O potrebe astronómie** / *Daniela Rapavá*; **O pozorovaní komét C/2004 Q2 Machholz, C/2003 T4 LINEAR a C/2003 K4 LINEAR** / *Ľubomír Urbančok*

37 **Antares sa stretol s Mesiacom** / *Ján Horňák*

Podujatia

40 **Hviezdne leto 2005 v Partizánskom**

39 **Medzinárodný astronomický tábor (IAYC) tento rok na Slovensku!** / *Norbert Werner*

40 **Pomaturitné štúdium astronómie** / *Marián Vidovenec;* **Astronomická expedice 2005 – Vesmír v hrsti** / *Jan Píšala*

Observatoř Pierra Augera v Argentině

Řídící centrum observatoře Pierra Augera v Malargue. V 1. patre budovy jsou umístěny počítače, které řídí provoz pozemních i astronomických detektorů spršek a shromažďují pozorování ze všech měřicích bodů v pampě pro další zpracování. Vlevo od budovy je vidět stožár přijímací antény pro komunikaci s pozemními i astronomickými detektory v pampě.

Pozemní detektory, vybavené solárními panely pro výrobu elektřiny, čekající na postupný rozvoz do pampy.

Mimulý Kozmos (35 /2004/, č. 6, str. 17) přinesl překlad článku I. Semeniuka o záhadě kosmického záření, která se neustále prohlubuje na základě rozsáhlých pozorování, konaných na různých místech světa od objevu kosmického záření V. Hessem před více než 90 lety. Tato záhada je navíc přímo úměrná pozorovaným energiím částic kosmického záření, které občas až desetmiliónkrát převyšují rekordní energie, jež dokáží fyzikové v nákladných podzemních urychlovačích částic udělit elektricky nabitým částicím, jako jsou elektrony či protony. Neznáme totiž ani příslušné urychlovací mechanismy ani zdroje, odkud toto energetické záření z vesmíru přichází. Kromě toho máme docela dobré teoretické argumenty proti jeho samotné existenci – energetické částice by se měly v kosmu rozbíjet o všudypřítomné fotony reliktního záření, takže by vlastně k Zemi neměly nikdy doletět.

Právě tento problém rozebírali v osobních diskusích od počátku 90. let minulého století dva přední fyzikové, nositel Nobelovy ceny (1980) Američan Jim Cronin (*1931) a jeho skotský přítel Alan Watson (*1939), jenž se výzkumu energetického kosmického záření věnuje celý život. Nakonec přišli s iniciativou postavit unikátní zařízení, které by vynikalo jednak rekordně velkou sběrnou plochou a jednak umožnilo současné zachycení spršek sekundárního kosmického záření už během jeho světélkování v zemské atmosféře a posléze i pozemními detektory.

Číhat na částice primárního kosmického záření vysokých energií mimo zemskou atmosféru je totiž beznadějné – dosavadní měření ukázala, že rekordně energetické částice řádu 100 EeV se trefí do čtverečního kilometru na hranici atmo-

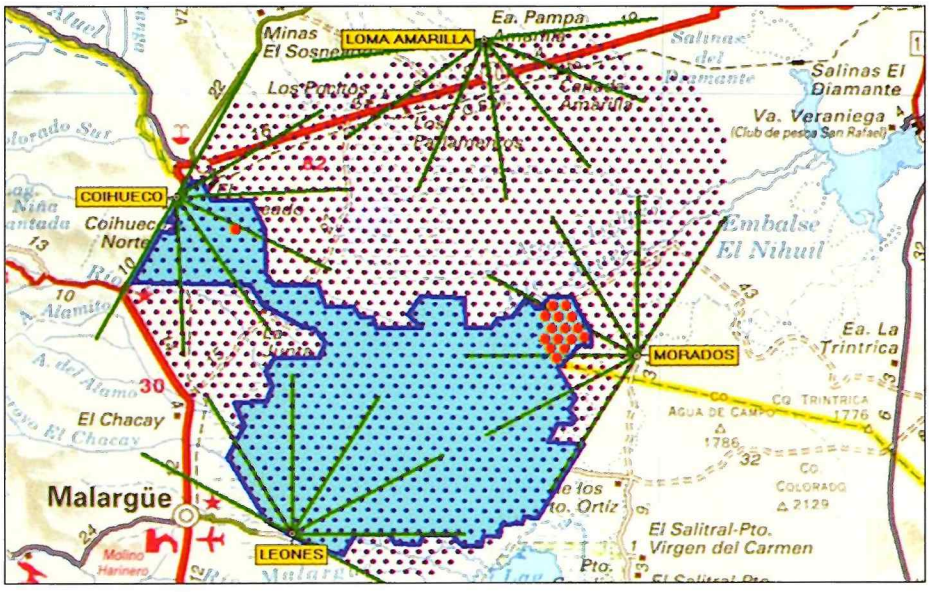
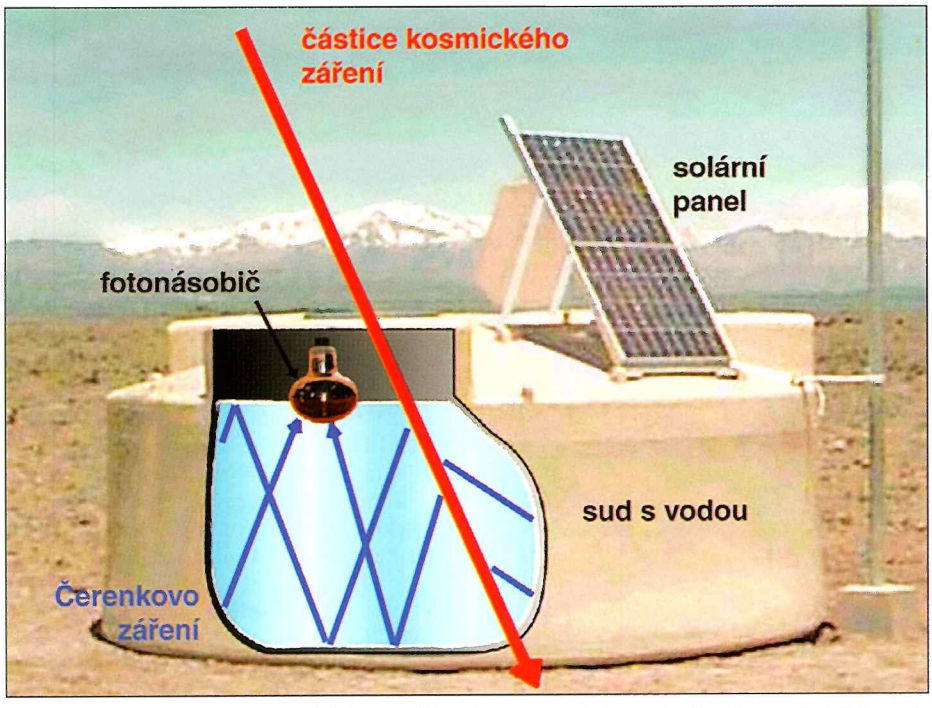
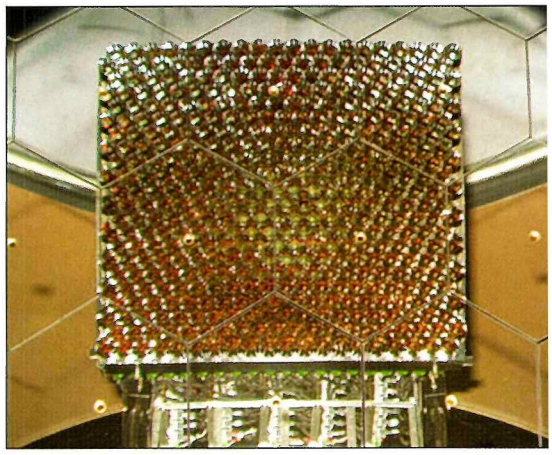


Schéma rozmístění pozemních detektorů (tečky) v argentinské Žluté pampě (Pampa Amarilla). Žluté rámečky označují polohu čtyř optických stanic pro pozorování spršek v zemské atmosféře. Každá stanice bude mít 6 obřích Schmidtových komor s průměrem zorného pole 30 stupňů.



Plastová nádrž o průměru přibližně 3 m a výšku 1,5 m obsahuje 12 t velmi čisté vody. Když do vody vletí částice sekundárního kosmického záření, jež se pohybuje vůči vodě nadsvětelnou rychlostí, vzniká ve vodě namodralé Čerenkovovo záření, které zaznamenají fotonásobiče a předají informaci mikrovlnnou anténkou do řídícího střediska.



Baterie 440 fotonásobičů se zrcadlí ve Schmidtově komoře tvořené segmentovanými šestihrannými zrcadly na stanici Coihueco.

sféry jednou za století! Naštěstí se taková částice už velmi vysoko v atmosféře nutně srazí s atomovými jádry atmosférických plynů, a tak se postupně „rozsype" na stále se rozšiřující spršku sekundárního kosmického záření, která světélkuje v nízké atmosféře ve výši řekněme 15 km nad zemí a posléze doletí až k zemi, kde zasáhne téměř souvisle plochu až desítek čtverečních km – velikost plochy tak dobře vypovídá o energii původní primární částice.

Pokud budeme spršku v atmosféře sledovat alespoň dvěma světelnými dalekohledy, vzdálenými desítky kilometrů od sebe, můžeme tak určit směr letu spršky podobně jako astronomové dokáží zaměřit dvojstaničním pozorováním směr letu jasného bolidu. Pozemní detektory pak registrují „odrobinky" (nukleony, elektrony, miony) díky Čerenkovovu záření, jež vzniká v čisté vodě při průletu takové částice relativně nadsvětelnou rychlostí (světlo ve vodě se šíří pomaleji než ve vakuu). Zatímco činnost komor je omezena astronomicky na jasné bezměsíčné noci, mohou ovšem pozemní vodní detektory fungovat nepřetržitě a prakticky bez jakékoliv údržby řadu roků.

Vědecká osvěta prof. Cronina a Watsona přinesla výsledek v r. 1998, kdy se ustavilo mezinárodní konzorcium zhruba 250 fyziků a astronomů z 15 zemí Severní a Jižní Ameriky, Evropy a Austrálie, kteří se rozhodli vybudovat v argentinské pampě pod Andami observatoř, pojmenovanou na počest objevitele spršek sekundárního kosmického záření francouzského fyzika Pierra Augera (1899 – 1993). Do tohoto

Plastové nádrže pro pozemní detektory, vyráběné brazilskými a argentinskými firmami, čekají na odbavení po příjezdu do dílen observatoře v Malargue.

Plastová nádrž na vodu, jež tvoří obal pozemního detektoru Anda, pojmenovaného českými dětmi, se chystá k cestě do pampy, kde bude usazena na základy a naplněna 12 t čisté destilované vody, aby mohla začít měřit.

projektu se zapojila také Česká republika prostřednictvím Fyzikálního ústavu Akademie věd ČR a dalších pracovišť Akademie věd i vysokých škol.

Cílem projektu je vybudovat do konce roku 2006 na ploše 3000 km^2 v průměrné nadmořské výšce 1500 m mřížovou síť 1600 pozemních 12 t vodních detektorů v rozteči 1,5 km od sebe a souběžně čtyři stanice pro sledování spršek v atmosféře, přičemž každá stanice bude obsahovat šest světelných Schmidtových komor se složenými šestiúhelníkovými zrcadly o výsledném průměru 3,5 m – jde tedy o největší Schmidtovy komory světa (největší astronomická Schmidtova komora na observatoři v Tautenburku v Německu má průměru hlavního zrcadla 2 m). Všechny detektory budou vybaveny aparaturou pro měření času s nanosekundovou přeností a vysílacími směrovými mikrovlnnými anténami pro spojení s řídícím centrem, které se nachází v městečku Malargue na 35,5° jižní šířky a 69,6° západní délky v nadmořské výšce 1450 m.

Řídící centrum observatoře Pierra Augera bylo uvedeno do chodu v březnu 1999 a je vybaveno špičkovou výpočetní technikou pro záznam, kalibraci a zpracování údajů, které se dlouhodobě archivují, protože se počítá s provozem observatoře po dobu alespoň dvaceti roků. Data se pak přenášejí přes družice do center ve Fermilabu v Chicagu a do evropského Lyonu, odkud je přebírají jednotlivé účastnické instituce k vědeckému zpracování. Píši tyto věty úmyslně v přítomném čase, protože modulový

Svazek klíčů od „české" stanice Coihueco, na které již pracují česká zrcadla 6 Schmidtových komor, připravené Společnou laboratoří optiky Fyzikálního ústavu AV ČR a Univerzity Palackého v Olomouci.

způsob výstavby umožnil v říjnu 2003 zahájit provoz části observatoře se 150 pozemními detektory a 6 komorami na jedné stanici, jež se už tehdy stala největším zařízením svého druhu na světě. V době, kdy vzniká tento článek, už funguje více než 600 pozemních detektorů a 12 komor na dvou stanicích, takže je možné získávat stereoskopická data o průletu spršek atmosférou i hybridní data, kdy tatáž sprška je zaznamenána jak v atmosféře, tak i na zemi. Ideálem jsou ovšem steroskopické hybridní spršky, které se příhodně nazývají zlatými, protože z nich mohou fyzikové vyčíst nejvíce cenných údajů o povaze a směru příletu částice primárního kosmického záření.

Účast českých odborníků na projektu je mimořádně úspěšná. Na základě grantů, které jsme získali počínaje r. 1999 od Grantové agentury Akademie věd ČR a od ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR, se podílíme úměrně k výši HDP na financování výstavby a současně na jejím vybavení. Na základě výběrového řízení jsme získali klíčovou zakázku na výrobu cca 800 segmentovaných zrcadel pro 12 světelných Schmidtových komor. Zrcadla se zhotovují a testují ve Společné laboratoři optiky Fyzikálního ústavu AV ČR a Univerzity Palackého v Olomouci, kde byly též vypočteny parametry těchto atypických optických soustav. Mechanické prvky montáže komor se zčásti vyrábějí a kompletují ve Fyzikálním ústavu AV ČR v Praze, kde se také staví prototyp robotického dalekohledu pro testování kvality ovzduší během samotných měření. Naši pracovníci se zapojili do prací pro přesnou kalibraci atmosférických měření jak v laboratoři, tak na stanicích v pampě. O kvalitě naší práce svědčí jednak zvolení iniciátora české účasti dr. Jana Řídkého z Fyzikálního ústavu AV ČR do řídícího výboru této mezinárodní spolupráce, a jednak návštěva prof. Cronina v Praze v květnu 2004, kdy přijel poděkovat vedení Akademie věd ČR a Univerzity Karlovy za účinnou podporu projektu, od něhož se po r. 2006 očekává aspoň částečné vyluštění hlubokých fyzikálních záhad, které extrémně energetické kosmické záření představuje.

JIŘÍ GRYGAR

Snímky: Jiří Grygar a archiv FZÚ AV ČR

Lucifer: Prvá exoZem?

Vlani v auguste hneď tri tímy lovcov exoplanét objavili tri objekty (každý v inom systéme), ktorých veľkosť a ďalšie fyzikálne parametre naznačujú, že by to nemali byť plynoví obri, ale telesá sformované z pevných hornín a kovov. Všetky ostatné doteraz objavené planéty obiehajúce normálne hviezdy sú plynoví obri joviánskeho a saturnianskeho typu s pevnými jadrami, podľa všetkého z kovového vodíka.

Hmotnosť novej trojice exoplanét je 15 až 20 hmotností Zeme, čo je približne hmotnosť Neptúna. Okolo materských hviezd obiehajú po bližších obežných dráhach ako Merkúr naše Slnko, takže ich perióda trvá iba niekoľko dní.

Objav neptunických planét vzbudil v obci planetológov senzáciu, hoci objavitelia všeobecné nadšenie krotia. Upozorňujú na to, že keby tieto mali naozaj pevný povrch, boli by to najbizarnejšie planéty, aké sa kedy objavili. Doteraz namerané parametre týchto planét prekvapili aj vyslovených špecialistov, ktorých už rôznorodosť 140 objavených exoplanét neudivuje. Teplota ich povrchu navráva, že by mohli pripomínať Slnkom spečený Merkúr. Hoci: jedna z týchto planét je taká horúca, že jej povrch môže tvoriť iba bublajúca láva.

μ Arae, Gliese, 55 Cancri a tie ďalšie

Neptunickú planétu Mu Arae objavili ostrieľaní lovci exoplanét vedení Michelom Mayorom zo Ženevského observatória. Materská hviezda tejto planéty (vzdialená 50 svetelných rokov) nachádza sa v južnom súhvezdí Ara-Oltár. Z hodnoty periodických výkyvov uhlovej rýchlosti materskej hviezdy vyplynulo, že planéta je 14-krát masívnejšia ako Zem, pričom svoju hviezdu obehne za 9,5 dňa. Ide o druhú planétu v systéme Mu Arae.

Rovnakou technikou objavili Paul Butler (Carnegie Institution of Washington) a Geoffrey Marcy (University of California v Berkeley) ďalšiu neptunickú planétu, obiehajúcu malú hviezdu Gliese 436 v súhvezdí Leva, vzdialenú od Zeme 33 svetelných rokov. Táto planéta, 21-násobne hmotnejšia ako Zem, obehne svoju hviezdu vo vzdialenosti 4,3 milióna kilometrov za 2,64 dňa. Materská hviezda má iba 40 percent hmotnosti Slnka, pričom ide iba o tretí prípad objavu exoplanéty pri trpasličej hviezde typu M.

Tretiu neptunickú planétu objavila Barbara McArthur (University of Texas v Austine). Aj existenciu tohto objektu prezradili periodické výkyvy radiálnej rýchlosti materskej hviezdy – 55 Cancri. Planéta obieha materskú hviezdu v desaťkrát menšej vzdialenosti ako Merkúr naše Slnko. (Perióda: 2,81 dňa; vzdialenosť: 6 miliónov kilometrov.) Okrem tejto „upečenej" planéty obiehajú materskú hviezdu, vzdialenú 41 svetelných rokov, ďalšie tri planéty, napospol plynoví obri. Ich periódy: 15; 44 a 4520 dní! Nakoľko objavitelia overili údaje uhlových rýchlostí aj pozorovaniami pomocou Hubblovho ďalekohľadu, čo im umožnilo spresniť údaje o sklone ich obežných dráh, a preto hmotnosť objavenej neptunickej planéty mohli stanoviť neobyčajne presne: 17 hmotností Zeme.

Prvá exoZem na obzore?

Od objavenia prvej extrasolárnej planéty uplynulo už desať rokov. Techniky detekcie sa v priebehu tejto doby podarilo zdokonaliť natoľko, že objav terestrickej planéty s parametrami našej Zeme je už iba otázkou času. Po objavení troch neptunických planét však sami objavitelia upozornili na to, že zatiaľ nemajú nijaké spoľahlivé údaje, z ktorých by sa dalo odvodiť, že nejde o plynových obrov, ale o veľké terestrické planéty. Prechod exoplanét kotúčom 55 Cancri, počas ktorého by plynoví obri obalení mohutnou atmosférou zatienili materskú hviezdu viac ako malá skalnatá planéta, nedokážu zatiaľ detegovať ani najväčšie optické ďalekohľady.

Väčšina planetológov sa nazdáva, že ide najskôr o veľké terestrické planéty, ktoré sa postupne z obežnej dráhy vo vzdialenejších oblastiach, kde sa sformovali, približovali k Slnku, ale tam z neznámych dôvodov, krátko predtým, akoby ich prehltlo Slnko, „zaparko-

vali" na terajších dráhach. Nie je vylúčené ani to, že ide o pevné jadrá voľakedajších plynových obrov, ktorí pod vplyvom približujúceho sa Slnka svoju atmosféru celkom, alebo sčasti stratili. (Prinajmenšom v jednom prípade horúceho Jupitera, krúžiaceho v tesnej blízkosti materskej hviezdy, pozorujeme masívnu stratu atmosféry.)

Predstava Superzeme, obiehajúcej svoju hviezdu po blízkej dráhe, planetológov dráždi. „Nebolo by ťažké rekonštruovať termálnu históriu terestrickej planéty," vraví Mark Richards z Berkeley. „Som však presvedčený, že by to bol jalový experiment, pretože netušíme, ani ako by sa takáto planéta mohla sformovať a vyvíjať, ani ako teraz vyzerá. Musí to byť kvalitatívne iný proces ako ten, ktorý umožnil sformovanie Zeme." Greg Laughlin z Kalifornskej univerzity (Santa Cruz) však tvrdí: „Ja si predstavujem objekt pripomínajúci Venušu, pravdaže, s podstatne vyššou hmotnosťou."

Upečený svet

Najbizarnejšou z troch nových planét je tá, čo obieha hviezdu 55 Cancri. Krúži iba 4,7 milióna kilometrov nad fotosférou, takže na privrátenej strane by mal bublať lávový oceán. Vedci je dali meno Luciferova planéta. (Mimochodom, Rimania nazývali Venušu na raňajšej oblohe Luciferom.) Pokiaľ ide o teplotu povrchu na odvrátenej strane, vlny lávy vzduté slapovými silami na telese s dvojnásobne silnejšou gravitáciou ako má Zem, by na rozhraní svetla a tmy stuhli do podoby mohutných valov vychladnutého čadiča.

Lucifera však nevyhrieva iba materská hviezda, ale aj teplo, generované v jej vnútri. Hviezda 55 Cancri má dvakrát vyšší objem rádioaktívnych prvkov než Slnko, takže ich podiel v hmote Lucifera by mal byť 30-násobne vyšší ako v prípade Zeme. Ibaže z polomeru tejto horúcej planéty, iba 3-krát väčšieho než má Zem vyplýva, že povrch vyžarujúci vnútorné teplo je iba 10-krát väčší, ako má naša planéta, takže väčšina vo vnútri vygenerovaného tepla neunikne do priestoru, ale pôsobí na hmotu vo vnútri.

Z radarových máp Venuše, ktoré získala sonda Magellan, môžeme získať predstavu o tom, ako vyzerá odvrátená, studená strana Lucifera, hoci sonda na Venuši aktívny vulkanizmus nezaznamenala. Predstavte si roztopenú horninu vytekajúcu z mohutných, ale plytkých kalder, rozlievajúcu sa po povrchu a svetielkujúcu vo večnom príšerí ako obrovská ohnivá chobotnica. Mali by tam byť aj pagáče pripomínajúce lávové dómy, lávové kanály, sínusovité trhliny a pohyblivé vulkanické planiny.

Vnútro Lucifera môže byť také horúce, že kryhy kôry na tmavej, odvrátenej strane planéty plávajú na tavenine v podloží, podobne ako kryha ľadu na Jupiterovom mesiaci Europa plávajú na hladine vody globálneho oceánu. Keď sa takéto kryhy presunú na privrátenú časť Lucifera, roztopia sa ako maslo na panvici. Roztopená hmota zvýši tlak v podloží, v dôsledku čoho sa prúd taveniny presunie opäť pod povrch odvrátenej strany. A tak dookola...

To všetko platí iba v prípade, keď gravitácia púta Lucifera k materskej hviezde tak, ako Mesiac k Zemi, teda s večne privrátenou jednou stranou.

Jedinou planétou, ktorá v dôsledku slapových síl, generovaných materskou hviezdou výrazne spomaľuje svoju rotáciu, je Merkúr. Navyše: rotácia Merkúra, ako je známe, nie je synchrónna: počas dvoch obehov sa otočí okolo vlastnej osi trikrát. V prípade Lucifera by bola situácia ešte komplikovanejšia, keby sa ukázalo, že z privrátenej strany uniká do okolitého priestoru priveľa hmoty. To by spôsobilo, že ťažisko planéty by nebolo stabilné. V takom prípade by periodické poruchy rotácie spôsobili, že privrátená strana planéty by ostala privrátenou naveky.

„Tak alebo onak: vylúčená nie je ani možnosť, že Lucifer je obrovskou guľou plastickej hmoty, pripomínajúcej povrch Zeme v najranejšom období, v archeu," vraví Jonathan Lunine z Arizonskej univerzity. „Vtedy láva z podložia vyrážala na povrch oveľa častejšie ako dnes. Nazdávam sa, že povrch Lucifera je rovnaký na oboch stranách."

Na Lucifera však gravitačne pôsobia aj dve z troch ďalších planét systému, relatívne blízki plynoví obri. Ich vplyv sa prejavuje podobne ako gravitácia troch veľkých mesiacov Jupitera na vulkanickom mesiaci Io.

Neutíchajúci vulkanizmus na Io generujú gravitačné sily Ganymeda, Europy a Callisto. Najbližšie sesterské planéty Lucifera krúžia okolo hviezdy 55 Cancri vo vzdialenosti 18 a 35 miliónov kilometrov. Slapové sily, ktoré tieto telesá generujú, nedovolia, aby roztavené vnútro stuhlo. Navyše ak sa pod vplyvom ich gravitácie udrží nad Luciferom aj tenká atmosféra, aj tá by ochladzovanie odvrátenej strany spomaľovala. Tomu by napomáhali aj horúce víchrice, vetry prúdiace z privrátenej strany na odvrátenú. A pokiaľ ide o atmosféru: planéta s takou hmotnosťou by si dokázala udržať aj mohutnú, hustú atmosféru oxidu uhličitého, keby sa nepohybovala po takej blízkej obežnej dráhe okolo materskej hviezdy. Svetlo hviezdy však spôsobuje fotolýzu, ktorá rozkladá molekuly CO_2, v dôsledku čoho veľa atómov uniká do okolitého priestoru.

Pohľad do budúcnosti

Planetárna sústava 55 Cancri je naozaj zaujímavá. V medzere medzi dvomi vnútornými obrími planétami a najvzdialenejšou, ktorá krúži okolo hviezdy 55 Cancri vo vzdialnosti 840 miliónov km, je dostatok miesta aj pre menšie terestrické planéty. Nakoľko vieme, že 55 Cancri má približne rovnaký vek ako Slnko, život na týchto hypotetických planétach mal dosť času evolúciu.

Hypotetickí astronómovia na prípadnej terestrickej planéte by mali nad hlavou naozaj zaujímavú oblohu. Obrie planéty by objavili už v neolite a koncepciu heliocentrického systému by pochopili z pohybov a fáz vnútorných obrích planét už v antike. Poruchy pohybu týchto planét by ich logicky priviedli na myšlienku existencie tretej, najvzdialenejšej. Lucifera by však v antike neobjavili, krúži po príliš tesnej dráhe. Galileovským ďalekohľadom by však už prechod Lucifera kotúčom 55 Cancri dokázali pozorovať.

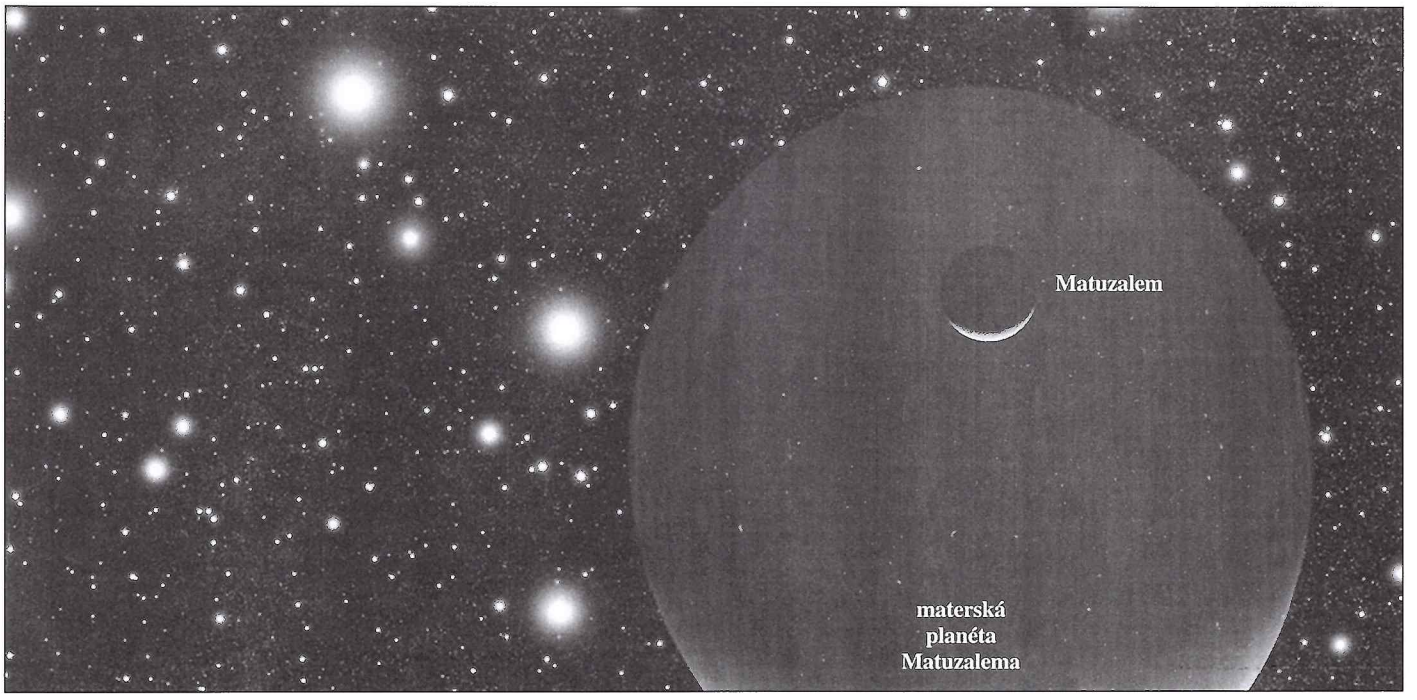
Sústava 55 Cancri je doteraz najhorúcejším kandidátom pre prvé medzihviezdne sondy. Tie obletia a preskúmajú najskôr vonkajšie, obrie planéty a potom sa priblížia k Luciferovi. Vedecká korisť z najbizarnejšej sústavy v našom susedstve by bola aj na začiatku 22. storočia oveľa väčšia, ako nám ju dokážu v rovnakom čase zadovážiť aj tie najvýkonnejšie pozemské ďalekohľady.

RAY VILLARD

Neptunická planéta na ilustrácii obieha hviezdu 55 Cancri. Materskú hviezdu obieha vo vzdialenosti 5,6 milióna kilometrov. Jej povrchová teplota sa odhaduje na 1500 stupňov Celzia. Hviezda 55 Cancri je o niečo staršia ako Slnko, má 5 miliárd rokov, o niečo menšiu hmotnosť a nachádza sa vo vzdialenosti 41 svetelných rokov.

Hvězdárna a planetárium M. R. Štefánika
KNIHOVNA HVĚZDÁRNY NA PETŘÍNĚ
Praha 1, Petřín 205

Planéta, ktorá by nemala existovať



Pred niekoľkými rokmi gravitačný biliard posunul planétu Matuzalem spolu s materskou hviezdou (ilustrácia v popredí) do jadra guľovej hviezdokopy M4. Počas tejto anabázy interagovala hviezda s planétou Matuzalem s dvojhviezdnym systémom, ktorý tvorili milisekundový pulzar a biely trpaslík. Gravitačný biliard vypudil bieleho trpaslíka a nahradil ho Matuzalemovou hviezdou. Planéta Matuzalem sa usadila na obežnej dráhe okolo dvojhviezdy. Je to najstaršia z doteraz objavených planét vo vesmíre. Má 13 miliárd rokov.

Astronómovia objavili planétu vo vnútri guľovej hviezdokopy! Tento objav (o ktorom sme informovali minulý rok v Kozmose), považujú stelárnici za senzáciu. Guľové hviezdokopy sú totiž prastaré zoskupenia hviezd nahustených v relatívne malom priestore. V guľových hviezdokopách by gravitačné poruchy mali (podľa teórie) vylučovať vznik podmienok umožňujúcich vznik a vývoj protoplanetárnych diskov, v ktorých sa môžu sformovať a udržať planéty. Prvý objav planéty obiehajúcej hviezdu v guľovej hviezdokope naznačuje, že planéty (aj také, na ktorých mohol vzniknúť život) sa formovali oveľa skôr, ako sme si donedávna mysleli.

V priebehu posledných pätnástich rokov sme objavili 190 extrasolárnych (joviálnych, saturnianskych a nedávno aj niekoľkých neptunických) planét pri rozličných typoch hviezd (ba aj pulzarov); planét, ktoré obiehajú materské hviezdy po bizarných, extrémnych obežných dráhach, neraz mimoriadne výstredných, eliptických, ale aj kruhových, v niektorých prípadoch vzdialenejších ako dráha Neptúna, ale v prípade „horúcich Jupiterov" často aj neobyčajne tesných, tesnejších než obežná dráha Merkúra okolo nášho Slnka.

Ani v jedinom prípade však nešlo o planétu, obiehajúcu hviezdu v guľovej hviezdokope. Okrem iného aj preto, lebo hvezdári v guľových hviezdokopách existenciu planét nepredpokladali, a teda ich tam ani nehľadali.

Prvú exoplanétu objavenú v guľovej hviezdokope zdobí päť rekordov: je spomedzi všetkých extrasolárnych planét najstaršia, najvzdialenejšia, jediná, ktorá obieha dvojhviezdu, prvá, ktorú objavili v guľovej hviezdokope, a napokon, je jedinou planétou, ktorá sa sformovala v prostredí mimoriadne chudobnom na ťažké prvky, nevyhnuté v procese planétotvorby. Už dnes možno povedať, že jej štúdium bude mať zásadný význam pre pochopenie procesov, ktoré umožňovali formovanie planét už vo veľmi mladom vesmíre.

Planéta dostala meno Matuzalem podľa biblického patriarchu, ktorého preslávila dlhovekosť, pretože aj ona sa sformovala nedlho po vzniku vesmíru a existuje neobyčajne dlho. Vedci odhadli, že vznikla pred 13 miliardami rokov, iba 700 miliónov rokov po big bangu. Je trikrát staršia ako Zem. Prastarý svet leží vo vzdialenosti 5600 svetelných rokov v guľovej hviezdokope M4, v súhvezdí Škorpióna.

Matuzalem existoval už v dobe, keď sa naša Galaxia iba začala formovať z mnohých segmentov do podoby gigantického, špirálového hviezdneho ostrova, dávno predtým, ako sa rozhorelo naše Slnko, ba dokonca skôr, ako oblaky medzihviezdneho prachu a plynu skolabovali do zhustku, z ktorého sa sformovala naša Slnečná sústava.

Pre stelárnikov je dlhovekosť Matuzalema ozajstnou záhadou. Kladú si otázku, ako mohla pretrvať v búrlivom prostredí guľovej hviezdokopy, v chaotickom hviezdnom ostrove. Planéta Matuzalem prežila smrť prvej materskej hviezdy i jej kolíziu s dvojhviezdnym systémom.

Matuzalem dnes krúži okolo binárneho systému, ktorý tvoria neutrónová hviezda prejavujúca sa röntgenovým „majákom" a biely trpaslík, žiariaci v ultrafialovom svetle. Obe hviezdy systému vznikli po kataklizmatickom kolapse progenitorov, dvoch veľkých hviezd. Hvezdári sú presvedčení, že táto prastará planéta, ktorá dvojhviezdny systém obieha, má za sebou evolúciu 13 miliárd rokov, takže patrí do prvej generácie planét, ktoré sa sformovavali v našom vesmíre. Ak sa na niektorej z týchto planét vyvinul inteligentný život už v čase, keď sa na Zemi prvé primitívne pozemské organizmy iba začali replikovať, inteligentná civilizácia z Matuzalema začala možno budovať prvé medzihviezdne lode.

Matuzalem sa sformoval vo vesmíre, kde podiel ťažkých prvkov predstavoval sotva 5 percent podielu v našej Slnečnej sústave. Ťažkých prvkov bolo v mladom vesmíre oveľa menej, pretože „stelárne fabriky" – hviezdy prvej generácie v tom čase iba začínali vo svojich jadrových peciach produkovať uhlík, dusík, kyslík a kremík. Objav doteraz najstaršej planéty naznačuje, že planétotvorba aj v našej Galaxii začala oveľa skôr, ako sa predpokladalo.

V roku 1999 použili hvezdári po prvýkrát Hubblov vesmírny ďalekohľad na vyhľadávanie exoplanét v guľových hviezdokopách. Hubble celých 8 dní skúmal 34 000 hviezd v neďalekej guľovej hviezdokope 46 Tucanae. Ďalekohľad sa zameral na detegovanie poklesu jasnosti sledovaných hviezd, spôsobeného prechodom (tranzitom) planéty. Hvezdári očakávali, že pomocou HST objavia niekoľko takýchto prechodov, ale neobjavili ani jediný. Takýto výsledok podoprel teóriu, podľa ktorej sa v guľových hviezdokopách nemôžu formovať planéty, pretože tam niet dosť ťažkých prvkov. Vzápätí štúdie hviezd, pri ktorých už boli objavené exoplanéty, ukázali, že každá z nich je bohatšia na ťažké kovy ako Slnko, čím teóriu – „čím viac ťažkých kovov obsahuje hviezda, tým pravdepodobnejší je výskyt planét" ešte viac podporili.

Ibaže: už desať rokov pred prehliadkou, ktorú urobil v roku 1999 HST, možnosť existencie exo-

planéty v M4 naznačil pulzar PSR B1620-26. Z pozorovaní vyplynulo, že v rádiových pulzoch tohto objektu sa prejavuje nepatrná, ale pravidelná porucha. Hvezdári takto zistili, že na pulzar gravitačne pôsobia dve telesá. Prvé teleso identifikovali v roku 1990 ako bieleho trpaslíka, druhý objekt sa vzhľadom na nepatrnú svietivosť nedal z takej diaľky diagnostikovať.

Rádiové pozorovania pulzaru neskôr ukázali, že obežná dráha neviditeľného súputnika je naklonená tak voči rovine neutrónovej hviezdy, ako aj bieleho trpaslíka. Astronómom sa však nepodarilo určiť, do akej miery je obežná dráha tohto objektu naklonená voči zornému lúču pozemského pozorovateľa. Odhad fyzikálnych parametrov mohol byť teda iba približný.

Objavitelia pripúšťali, že v prípade, ak by súputnik mal vyššiu hmotnosť ako 10 Jupiterov, mohlo by ísť o hnedého trpaslíka, degenerovanú hviezdu, ktorá nemala v kritickom štádiu formovania sa dosť hmotnosti na to, aby sa v jej jadre vznietil oheň fúzie.

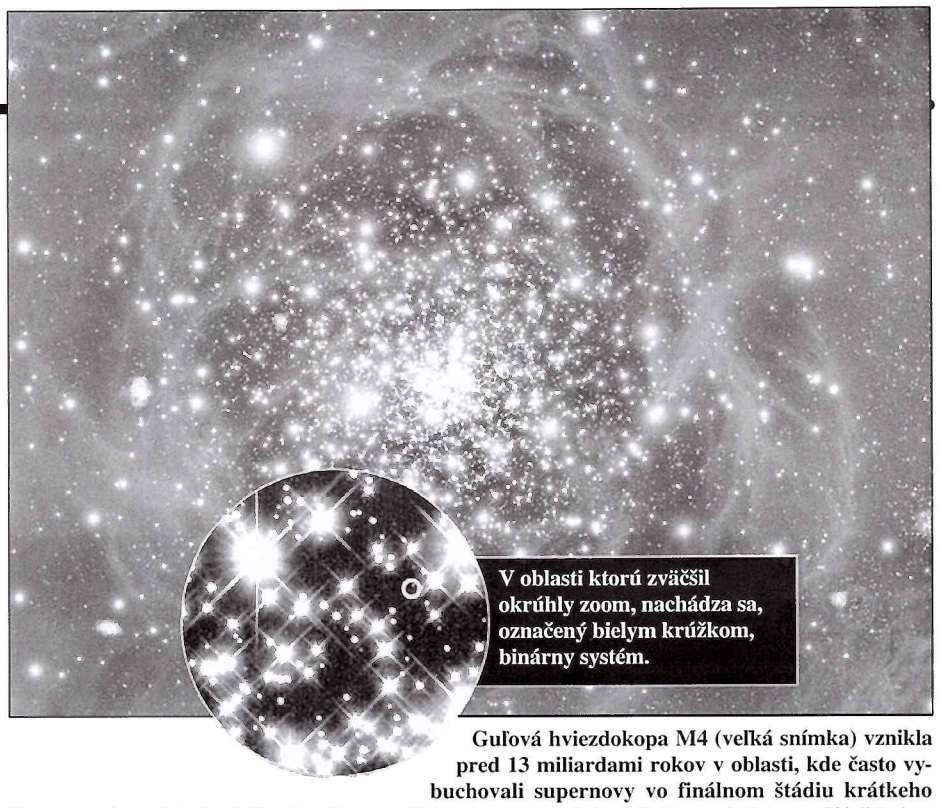
Sklon obežnej dráhy Matuzalema sa podarilo upresniť až Steinovi Sigurdsonovi z Pennsylvánskej univerzity. V roku 2003 preskúmal do archívu uložené údaje HST o bielych trpaslíkoch z roku 1999. Tak zistil aj farbu a teplotu planéty obiehajúcej pulzar PSR B1620-26. Podarilo sa mu vypočítať nielen vek, ale aj hmotnosť bieleho trpaslíka, pomocou tohto údaja aj sklon jeho dráhy voči zornej línii pozemského pozorovateľa. Potom už bolo jednoduché odhadnúť sklon obežnej dráhy Matuzalema okolo dvojhviezdy i vypočítať jeho hmotnosť – 2,5 hmotnosti Jupitera. Objekt s takouto hmotnosťou nemôže byť ničím iným ako planétou. Extrasolárnou planétou.

Z HST prehliadky najstarších a najchladnejších bielych trpaslíkov (ktorú urobili Harvey Richer z University of British Columbia) vyplynulo, že sa guľová hviezdokopa zrodila 700 miliónov rokov po Big Bangu. Už počas prvých miliónov rokov po tomto ohňostroji začali stovky najmasívnejších hviezd guľovej hviezdokopy zanikať ako supernovy. Pozostatkom po niektorých týchto supernovách boli rýchle rotujúce neutrónové hviezdy a ich príbuzní – pulzary, kolabované zvyšky hviezd-progenitorov.

Rázové vlny a mocné hviezdne vetry po čoraz častejších výbuchoch supernov zahusťovali medzihviezdny plyn a prach, a tak podnecovali ďalšiu hviezdotvorbu. Tie isté rázové vlny rozmetali na márne kúsky aj zárodky protoplanetárnych diskov susedných hviezd, ktoré sa už začali tvoriť.

V tom čase ešte Matuzalem nebol planétou. Začal sa formovať v protoplanetárnom disku krúžiacom okolo Slnku podobnej hviezdy na odľahlej periférii guľovej hviezdokopy. Sformoval sa približne v rovnakej vzdialenosti ako Jupiter okolo Slnka. To znamená, že medzi planetárnym obrom a jeho materskou hviezdou bolo dosť priestoru na formovanie terestrických planét, kde mohol vyklíčiť život. Pravda, iba v prípade, ak by oceány tekutej vody ostali stabilné celé miliardy rokov.

Podrobná prehliadka hviezdokopy M4 odhalila prítomnosť veľkého množstva pulzarov, pričom mnohé z nich vytvárajú s malými hviezdami dvojhviezdne systémy. Jeden z takýchto systémov sa priblížil k planéte Matuzalem, obiehajúcej svoju



Guľová hviezdokopa M4 (veľká snímka) vznikla pred 13 miliardami rokov v oblasti, kde často vybuchovali supernovy vo finálnom štádiu krátkeho života masívnych hviezd. Zo zhustkov explóziami rozmetaných obálok sa začali na periférii hviezdokopy formovať planéty. Na periférii guľovej hviezdokopy, v oblasti ktorú zväčšil okrúhly zoom, nachádza sa, označený bielym krúžkom, binárny systém: milisekundový pulzar a biely trpaslík, ktorý emituje väčšinu viditeľného žiarenia.

(Slnku podobnú hviezdu), ktorá celé miliardy rokov krúžila okolo stredu hviezdokopy M4.

Pred 2 až 3 miliardami rokov, v čase, keď prvé jednoduché organizmy začali atmosféru Zeme obohacovať kyslíkom, hviezda s planétou Matuzalem vnikla do stredu hviezdokopy ako kométa. Gravitačný biliard vyhodil z dojhviezdneho systému bieleho trpaslíka a súputnikom dočasne osirelej neutrónovej hviezdy sa stala hviezda s planétou. Matuzalem novú dvojhviezdu začal obiehať vo vzdialenosti 2,6 miliardy kilometrov.

Pred 500 miliónmi rokov, keď evolúcia na Zemi umožnila búrlivú expanziu bezpočtu zložitých organizmov, materská hviezda Matuzalema sa premenila na červeného obra. Neutrónová hviezda vonkajšiu atmosféru obra postupne odsávala, pod vplyvom nového paliva omladla a premenila sa na milisekundový pulzar, ktorý ožaruje Matuzalema smrteľnou dávkou röntgenového žiarenia. Stratou hmoty v prospech neutrónovej hviezdy sa červený obor premenil na hviezdičku s hmotnosťou 0,35 Slnka, na bieleho trpaslíka s héliovou atmosférou. Tento proces zoštíhľovania trval necelých 100 miliónov rokov.

Neutrónová hviezda má dnes dve tretiny celkovej hmotnosti binárneho systému. Jej priemer sa odhaduje na 10 kilometrov, pričom jej objem, v porovnaní s bielym trpaslíkom, predstavuje asi dve miliardtiny (2/1 000 000 000) objemu súputnika. Ťažisko, okolo ktorého obe degenerované hviezdy krúžia, sa nachádza v tretine spojnice neutrónová hviezda/biely trpaslík. Paradoxom je, že planéta Matuzalem je dnes fyzikálne najväčším telesom celého systému; jej objem je 600-krát väčší ako spoločný objem oboch telies binárneho systému.

Astronóm Alan Boss z Carnegie Institution of Washington interpretuje objav Matuzalema ako jasný dôkaz toho, že proces formovania planét je oveľa produktívnejší, než sa ešte donedávna predpokladalo. V konvenčnej teórii sa prach a plyn, ktoré sa nerecyklovali do novej hviezdy, sformujú do disku, krúžiaceho okolo nej. V disku sa za istých podmienok vytvoria zhustky – zárodky protoplanét, ktoré na seba gravitačne nabaľujú ďalší materiál. Objav Matuzalema však naznačuje, že obrie planéty sa môžu sformovať aj podľa iného receptu. Boss uprednostňuje mechanizmus nestability disku, v ktorom chumáč plynu po rýchlom ochladení zhustne a vytvorí joviánsku planétu. Tento model formovania obrích planét sa zaobíde aj bez postupného nabaľovania plynu na kamenné jadro.

Ukazuje sa, že na utváraní planetárnej sústavy sa môže podieľať aj viac spôsobov formovania planét. Ak sa dokáže, že je to pravda, potom terestrické planéty môžeme hľadať a objavovať aj v starých planetárnych systémoch. Vylúčiť by sa nemala ani možnosť, že staré obrie planéty môžu mať rodinu mesiacov veľkých ako terestrické planéty.

Život v mladej Galaxii

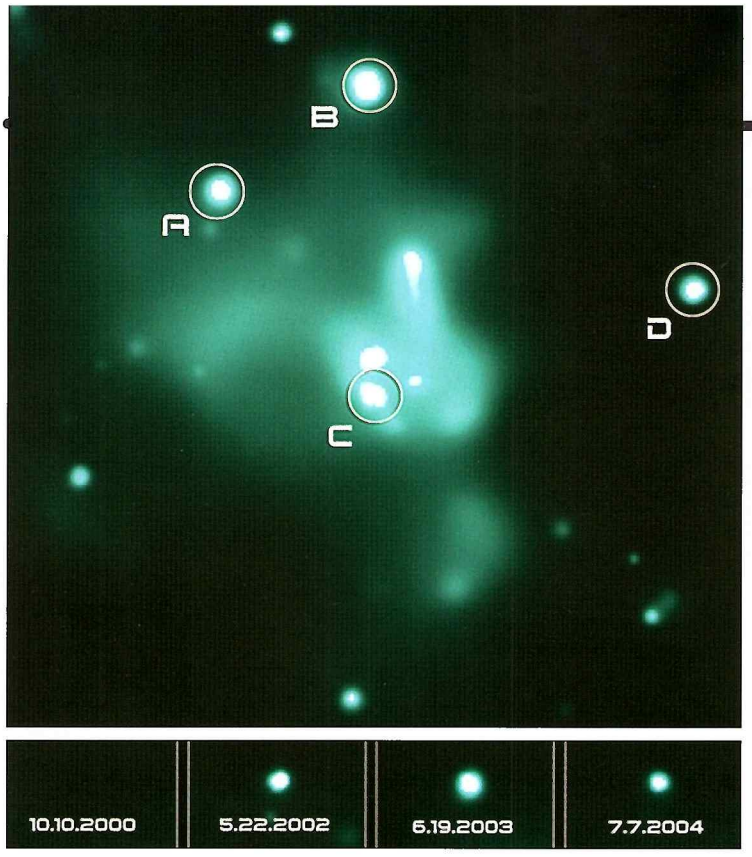
Objav Matuzalema má ďalekosiahle dôsledky, aj čo sa týka rozšírenia života vo vesmíre. Ak už v takom mladom vesmíre bolo dosť uhlíka a iných prvkov potrebných na formovanie planét, muselo tam byť aj dostatok vhodného materiálu na vznik života vo formách, ktoré už poznáme. Výskumy astrobiológov v priebehu posledných dvoch desaťročí ukázali, že život je pri využívaní základných prvkov pri tvorbe komplexných štruktúr dostatočne agresívny i prispôsobivý. Ak sa planéty objavili už v mladom vesmíre, potom by vo vesmíre mali existovať aj rozvinutejšie formy života i civilizácií, ako je tá naša.

Aj Matuzalem môže mať terestrické satelity. Ak ich má, život na nich už dávno mohol vyklíčiť. Niet dôvodu sa nazdávať, že Matuzalem sa sformoval ako výnimočná, ojedinelá planéty, výsledok nevyspytateľných hier náhody.

Spracoval -eg-

10 000 čiernych dier blízko centra našej Galaxie

Supermasívnu čiernu dieru v jadre našej Galaxie obieha najmenej 20 000 čiernych dier s hmotnosťou nášho Slnka. Môže ich však byť aj oveľa viac. Vyplynulo to z údajov röntgenového satelitu Chandra, ktorý monitoruje okolie jadra našej Galaxie. Je to najväčšia doteraz zistená koncentrácia čiernych dier v Mliečnej ceste.



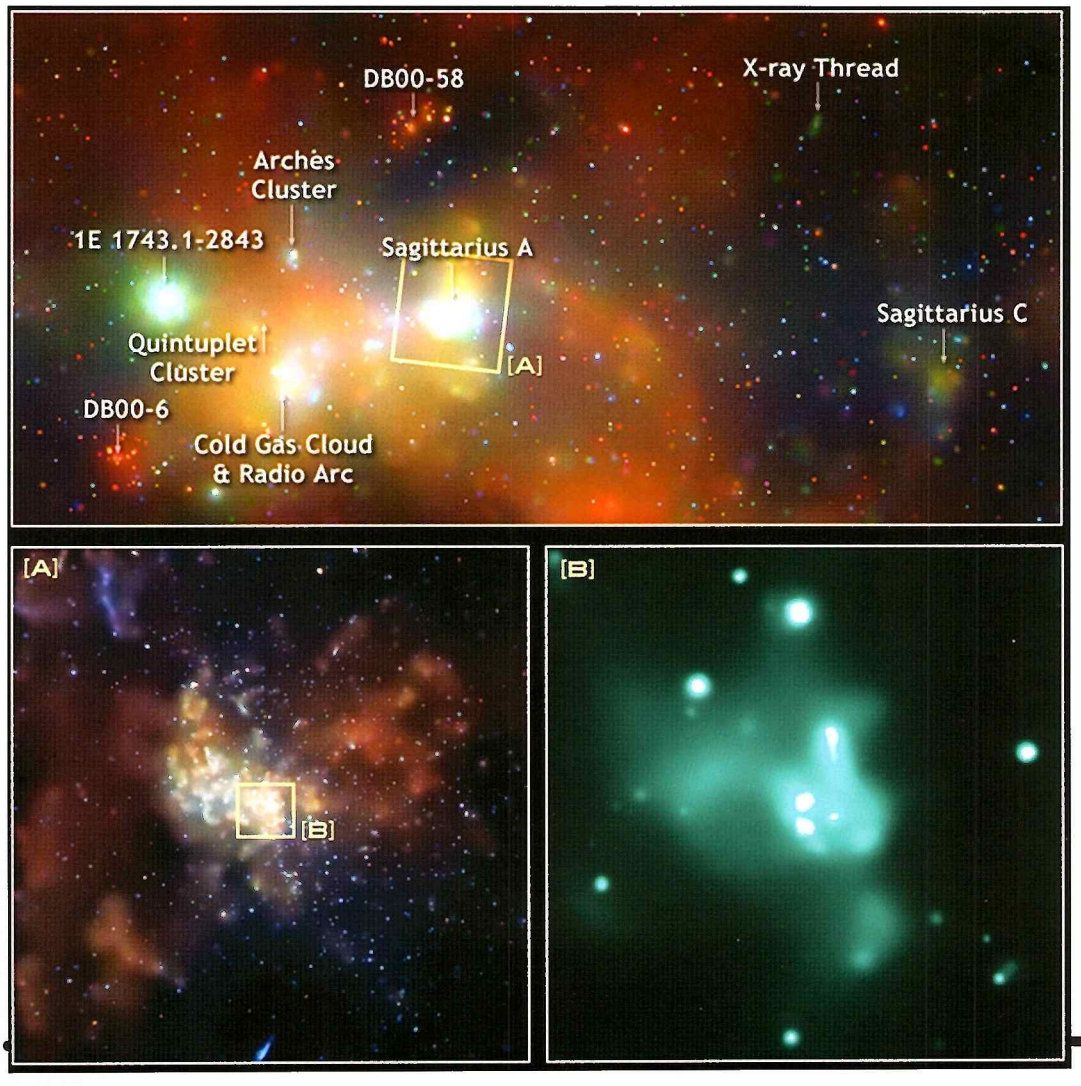
Na snímke vidíte oblasť okolo jadra našej Galaxie, v ktorom hniezdi supermasívna čierna diera Sagittarius A* (Sgr A*). Štyri jasné, zakrúžkované zdroje variabilného röntgenového žiarenia boli objavené do vzdialenosti 3 svetelných rokov od Sgr A*, čo je jasná škvrna tesne nad zdrojom C. Spodný panel ilustruje silnú variabilitu žiarenia jedného z týchto zdrojov. Táto premenlivosť, príznačná pre všetky takéto zdroje, je znakom röntgenového dvojhviezdneho systému, ktorý tvoria čierna diera a neutrónová hviezda.

Zdá sa, že značný počet relatívne malých čiernych dier s hmotnosťou priemernej hviezdy, ale i neutrónových hviezd, sa približuje v priebehu posledných miliárd rokov k stredu našej Galaxie. O tento objav sa zaslúžil jeden z programov satelitu Chandra, v rámci ktorého sa monitoruje oblasť okolo objektu Sagittarius A* (Sgr A*), supermasívnej čiernej diery v strede Mliečnej cesty.

Ukázalo sa, že väčšinu zdrojov röntgenového žiarenia v skúmanej oblasti (s polomerom 70 svetelných rokov od Sgr A*), ktorú Michael Muno a jeho tím z Kalifornskej univerzity preskúmali, predstavujú buď čierne diery, alebo neutrónové hviezdy, najintenzívnejšie a najpremenlivejšie zdroje röntgenového žiarenia. Premenlivosť je vôbec najvýraznejším znakom dvojhviezdneho systému, v ktorom čierna diera či neutrónová hviezda odsáva hmotu zo súputnika – normálnej hviezdy. Zo siedmich zdrojov, ktoré spĺňali tieto kritériá, štyri obiehali Sgr A* do vzdialenosti 3 svetelných rokov.

Oblasť okolo Sgr A* je doslova prepchatá hviezdami. Napriek tomu hvezdári šancu, že objavia čo len jednu röntgenovú dvojhviezdu do vzdialenosti 3 svetelných rokov, odhadli pomerom 1:5. Výsledok ich preto viac než prekvapil.

Z výpočtov analytikov vyplynulo, že stelárne čierne diery



Na troch snímkach môžete porovnať poslednú snímku zo satelitu Chandra (vľavo dole) s predchádzajúcimi. Na hornej snímke vidíte rozšírenú centrálnu oblasť našej Galaxie (900×400 svetelných rokov), uprostred ktorej hniezdi supermasívna čierna diera Sgr A*. (Röntgenové žiarenie produkuje horúci plyn, čoraz rýchlejšie krúžiaci okolo čiernej diery, ktorú žiarenie prekrýva.)
Na zväčšenej snímke A (vpravo dole) vidíte malú časť centrálnej oblasti, v ktorej hvezdári detegovali 2000 röntgenových zdrojov.
Na zväčšenej snímke B (vpravo dole) vidíte 4 zdroje vo vzdialenosti do 3 svetelných rokov od Sgr A*. Všetky sú podľa údajov z Chandri premenné, neklamný to príznak dvojhviezdneho systému, kde dominuje čierna diera.

sa budú ku gigantickej čiernej diere v jadre postupne, po špirále, približovať. Vyplýva to z procesu, ktorý hvezdári nazývajú dynamické trenie. Stelárne čierne diery vznikli po výbuchu masívnejších (10 SÍnk) hviezd, krúžia kolo stredu Galaxie a vplývajú na pohyb ostatných hviezd, a tie zasa pôsobia na čierne diery.

Dôsledkom tohto gravitačného biliardu je, že čierne diery špirálujú smerom k centru, zatiaľ čo menej hmotné hviezdy sa od stredu vzďaľujú. Z predpokladaného množstva hviezd a čiernych dier v už preskúmanej oblasti vyplynulo, že dôsledkom dynamického trenia je koncentrácia najmenej 20 000 čiernych dier do vzdialenosti 3 svetelných rokov od Sgr A*. Podobný proces pôsobí aj pri neutrónových hviezdach, ale vzhľadom na ich nižšiu hmotnosť s oveľa menším efektom.

V preplnenom priestore okolo Sgr A* dochádza k oveľa väčšiemu počtu blízkych stretnutí s normálnymi hviezdami, z ktorých mnohé sú súčasťou dvojhviezdneho systému. Silná gravitácia čiernej diery zavše z interagujúceho binárneho systému hviezdneho súputnika unesie, alebo si s ním partnera vymení. Ak dôjde k splynutiu dvoch čiernych dier či čiernej diery s neutrónovou hviezdou, stelárny súputnik sa zväčša osamostatní, pretože ho z nového systému gravitácia vypudí. Tak vznikajú blízko jadra Galaxie binárne systému, ktoré tvorí čierna diera a neutrónová hviezda. Astronómovia odhadujú, že ich je tam niekoľko stoviek.

„Ak iba 1 percento týchto binárnych systémov vzplanie v röntgenovej oblasti aspoň raz za rok, potom to súhlasí s počtom zdrojov, ktoré sme detegovali", vraví Eric Pfahl z Virginskej univerzity. „Napriek tomu, že každá detekcia je do istej miery náhodná, aj tak sme získali silný dôkaz o tom, že okolie jadra Galaxie je plné čiernych dier a neutrónových hviezd."

Vedci predpokladajú, že supermasívna čierna diera Sgr A* v strede Galaxie v priebehu nasledujúcej miliardy rokov pohltí zo svojho okolia 10 000 čiernych dier a neutrónových hviezd, ktorých hmotnosť predstavuje približne 3 % hmotnosti Sgr A* (3,7 milióna SÍnk.)

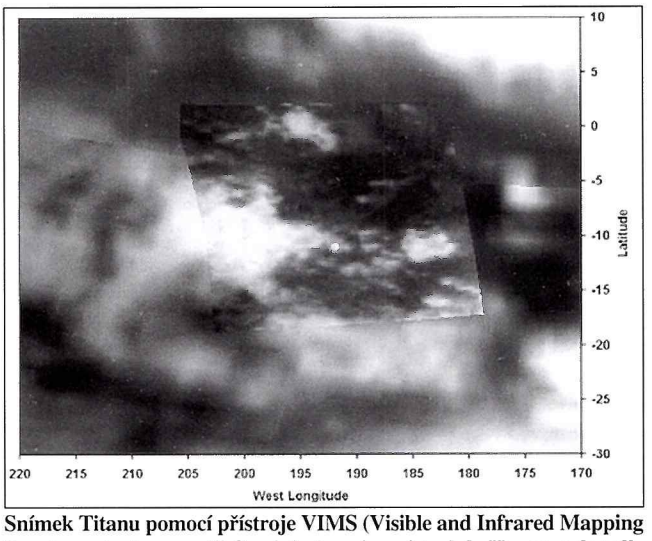
V rovnakom čase bude rovnaký počet hviezd s relatívne malou hmotnosťou vypudených z centrálnej oblasti, takže pravdepodobnosť pohltenia normálnej hviezdy gigantickým žrútom sa výrazne zníži. To podľa astronómov vysvetľuje, prečo je okolie jadier niektorých Galaxií (vrátane Mliečnej cesty) také „pokojné".

Satelit Chandra pozoroval Sgr A* v priebehu rokov 1999 až 2004 šestnásťkrát prístrojom ACIS, čo je vysokocitlivý CCD spektrometer.

NASA News Release

Huygens: první výsledky

V polovině ledna 2005 zaznamenala evropská kosmonautika jeden ze svých největších úspěchů (některými komentátory bez skrupulí označovaný jako největší) v historii. Výsadkový modul Huygens uvolněný z meziplanetární sondy Cassini vstoupil do atmosféry Saturnova měsíce Titan, přesně dle plánu jí proletěl a informace vysílal i z jeho povrchu.



Snímek Titanu pomocí přístroje VIMS (Visible and Infrared Mapping Spectrometer) na sondě Cassini ukazuje místo, kde Huygens dosedl.

Přístroje instalované na modulu Huygens:

- **Aerosol Collector and Pyrolyser** (sběrač aerosolu a pyrolyzér) – přístroj pro získání vzorků aerosolu a jeho následnou pyrolýzu (postupné zahřátí na 20, 250 a 650 stupňů Celsia).
- **Descent Imager/Spectral Radiometer** (snímkovač přistání a spektrální radiometr) – sada celkem třinácti čidel pro průběžné sledování okolního prostředí. Čidla prováděla průběžný rozbor atmosféry, světelných podmínek (hustoty oblačnosti), spektrální výzkum a snímkování v posledních třiceti kilometrech nad povrchem. Protože se počítalo s velmi špatnými světelnými podmínkami, krátce před dosednutím na povrch Titanu se rozsvítilo několik reflektorů, které pomohly získat detailnější snímky.
- **Doppler Wind Experiment** (Dopplerovský větrný experiment) – experiment, který dostal do vínku sledování pohybů atmosféry (tedy větru) v rozmezí 2 až 200 m/s. Skládá se ze dvojice oscilátorů, z nichž jeden je přímo na sestupovém modulu Huygens a druhý na mateřské sondě Cassini. Přesným sledováním Dopplerovského posunu frekvencí rádiového signálu mají být měřeny odchylky dráhy sestupující sondy od ideální trajektorie. Po srovnání s daty z ostatních aparatur tak bude zjištěno působení větru a dalších vlivů na pohyb sondy.
- **Gas Chromatograph and Mass Spectrometer** (plynový chromatograf a hmotový spektrometr) – zařízení, které průběžně měřilo chemické složení atmosféry a částic v ní obsažených. Chromatograf rozděloval plyny a další složky, hmotový spektrometr pak bude provádět jejich rozbor (navíc prováděl i přímé zkoumání vzorků atmosféry a vzorků z pyrolýzy).
- **Huygens Atmospheric Structure Instrument** (zařízení pro sledování atmosférické struktury) – podrobné sledování atmosféry Titanu z fyzikálního hlediska – teplota, tlak, hustota a větrné proudění. Sada přístrojů se mj. skládala z membránového tlakoměru, kontaktního teploměru, čtyř akcelerometrů, mikrofonu pro registraci zvukových signálů (hromy, atmosférické zvuky aj.) či elektrod pro měření vodivosti a permitivity.
- **Surface Science Package** (povrchová vědecká sada) – soubor přístrojů určený pro pozorování přímo na povrchu: dvojice akustických detektorů, kapacitní čidlo hustoty, sklonoměr atd.

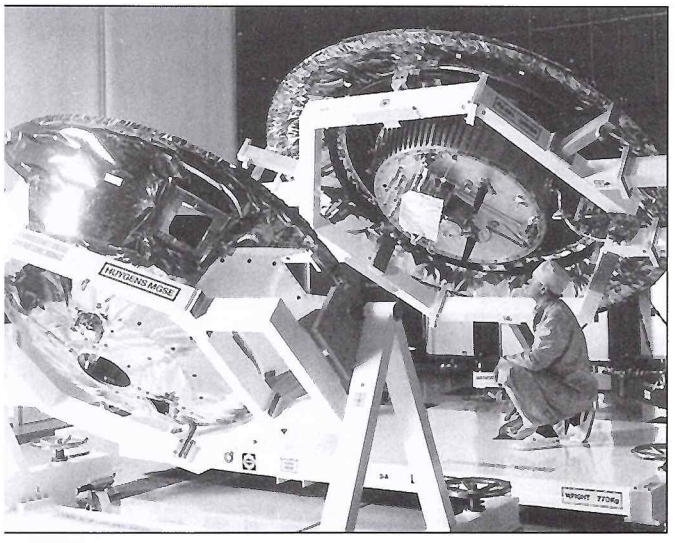
Přesto že vyhodnocování získaných dat potrvá velmi dlouho, první zjištěné výsledky již byly zveřejněny. K délce zpracování dat jen tolik: díky chybě v konfiguraci spojení byly ztraceny data vysílané na jednom ze dvou komunikačních kanálů k sondě Cassini (mezi nimi např. 300 snímků). Nicméně není vyloučeno, že tato data ještě dodatečně získáme. Vědci se je totiž pokoušejí získat z velmi slabého signálu, který zachytily pozemní radioteleskopy. V době uzávěrky tohoto Kozmosu (počátek března 2005) snaha o záchranu dat stále probíhala... Nicméně prozatím úspěšně, protože se už podařilo zrekonstruovat data z oscilátorů.

Vlastní sestup Huygensu atmosférou trval 2 hodiny a 42 minut, vysílání z povrchu pak 1 hodinu a 12 minut. Dosednutí proběhlo rychlostí 16 km/hod a na modul v tom okamžiku zapůsobilo přetížení 15 G. Přístroje naměřily v místě přistání teplotu mínus 180 stupňů Celsia.

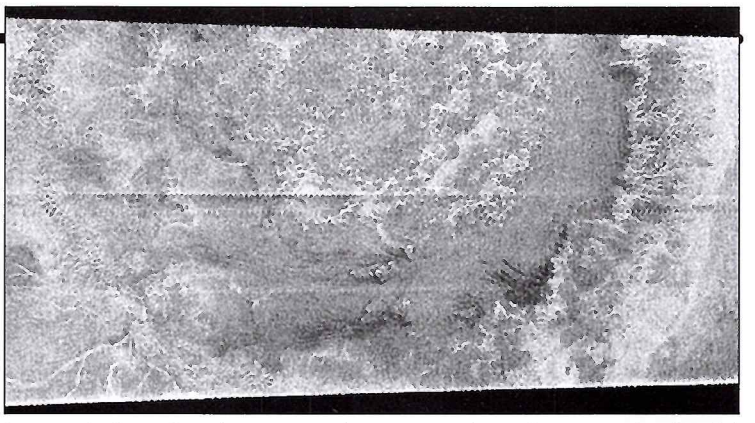
Povrch v místě přistání přitom má světle oranžovou barvu (viz titulní strana minulého Kozmosu) a je pórovitý. Vědci jej označili jako „hydrokarbonátovou břečku, ve které jsou roztroušené zmrzlé špinavé koule z ledu a metanu". Na Zemi bychom podobný povrch mohli přirovnat k mokrému písku nebo hlíně.

Po dosednutí na Titan byl povrch pod modulem zahřátý a přístroje GCMS a SPP detekovaly uvolňující se metan. Což potvrdilo teorii, že metan je klíčový nejen pro formování atmosféry, ale i pro tvorbu geologické tváře měsíce.

Povrchové snímky přístroje DISR zase odhalily oblázky v okolí. Spektrální měření prokázaly, že se skládají ze špinavého vodního ledu, a ne z křemíkatých hornin. Při teplotách panujících na povrchu Titanu jsou ale pevné jako kámen. Na povrchu se krom toho usazují částice z atmosféry. Metanové deště je ale splachují z výše položených míst do nižších, kde se usazují. Při přistávání proto bylo na snímcích krásně vidět, že vyšší místa mají barvu světlejší, kdežto níže polo-



Montáž sondy Huygens – na snímku vlevo je ochranný štít Entry Assembly, vpravo pak vlastní přistávací část Descent Module.



Tento obrázok je výrez z veľkého radarového záberu sondy Cassini z 15. februára 2005. Spoje medzi jednotlivými radarovými obrazmi sú vidieť ako vodorovné čiary. Na zábere je jasne viditeľná kruhovitá štruktúra krátera, ktorý má vonkajší priemer asi 440 km. Pre jeho podobu s arénou ho nazvali Circus Maximus. Je to prvý impaktný kráter, ktorý sa na Titane objavil. Spôsobilo ho teleso, ktoré bolo veľké 5 až 10 kilometrov. Terén v tomto kráteri je pravdepodobne podobný tomu, aký je na mieste pristátia sondy Huygens. Dno krátera sa pravdepodobne menilo, lebo sú na ňom badateľné vyvýšeniny. Na ďalších snímkach sa identifikoval aj iný kráter s priemerom 200 km.

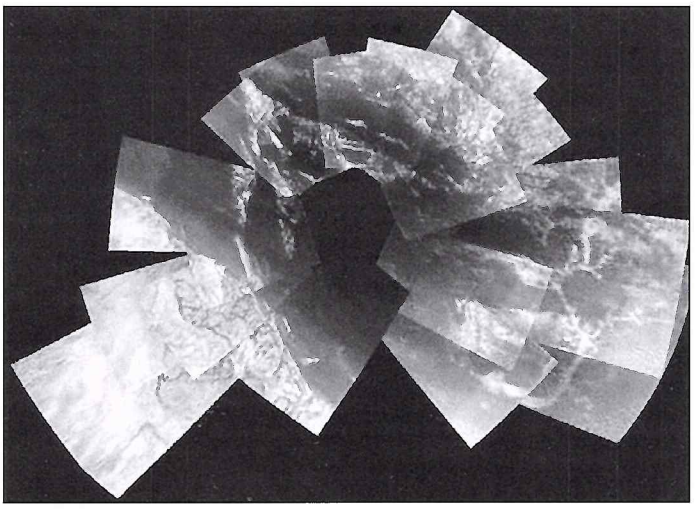
žená s usazeninami jsou tmavější. Koryta přitom plynou do jezer a zde vytvářejí útvary známé ze Země jako ostrovy nebo pobřežní mělčiny.

Jedna ze zásadních otázek, na kterou už dlouho hledáme odpověď, je „proč má Titan atmosféru?" Z tohoto hlediska jde totiž o unikátní měsíc ve slunečním systému. Profesor Jonathan Lunine z University of Arizona na základě pozorování modulu Huygens prohlašuje, že „na vině" je amoniak. Atmosféra Titanu totiž obsahuje významné množství amoniaku a vody, které jsou do atmosféry uvolňovány při tzv. kryovulkanismu. Jde o jev, kdy se sopek netryská žhavá láva, ale směs kapalného amoniaku a vody (amoniak přitom výrazně snižuje bod mrazu, takže se voda nějaký čas udržuje v kapalném stavu). Amoniak je následně zdrojem molekulárního dusíku, což je hlavní složka Titanovy atmosféry.

Profesor Lunine zároveň předpovídá budoucí objev rozsáhlých podpovrchových vrstev vody a amoniaku pomocí radarů umístěných na sondě Cassini. Toto nepravidelné (a proměnlivé) rozložení velkých mas hmoty pod povrchem by ostatně vysvětlovalo i excentrickou dráhu Titanu kolem Saturnu.

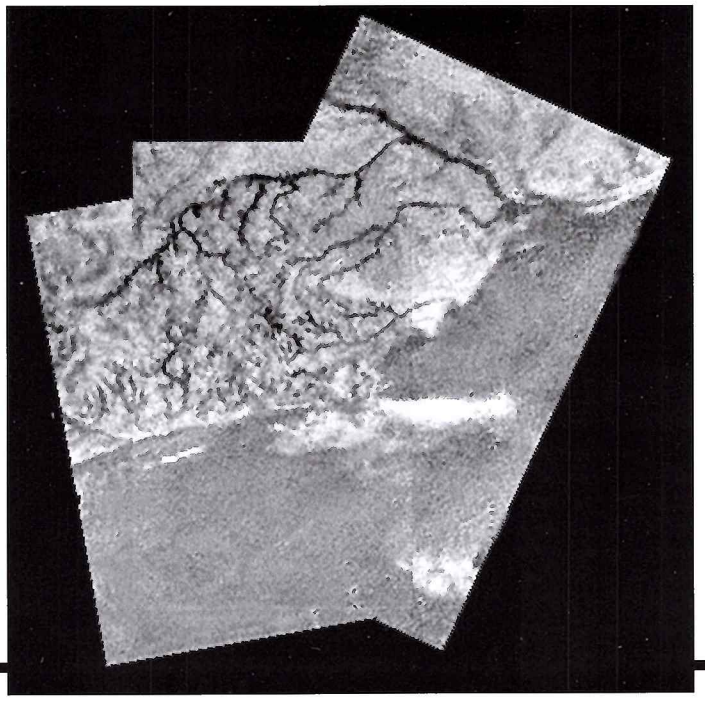
Jedním z dalších zjištění modulu Huygens je, že na Titanu prší – metanové kapky. Místo přistání vypadá na první pohled jako suché, ale podrobnější analýza snímků odhalila na okolních objektech stopy po působení nízkoviskózní kapaliny. Vše nasvědčuje tomu, že na Titanu jsou krátká, ale velmi intenzivní vlhká období. A nejspíše i duhy...

Sedmadvacátého ledna 2005 pak vědci oznámili, že Titan obsahuje



Montáž třiceti snímků pořízených ve výšce osmi kilometrů nad povrchem Titanu, na které jsou jasně vidět světlejší vyvýšená místa a tmavé nížiny s usazeninami stejně jako koryta nebo „ostrovy".

Koláž tří snímků ukazuje detail „pobřeží" na Titanu, přičemž krásně jsou vidět suchá koryta, kudy v „období dešťů" proudí kapalný metan.



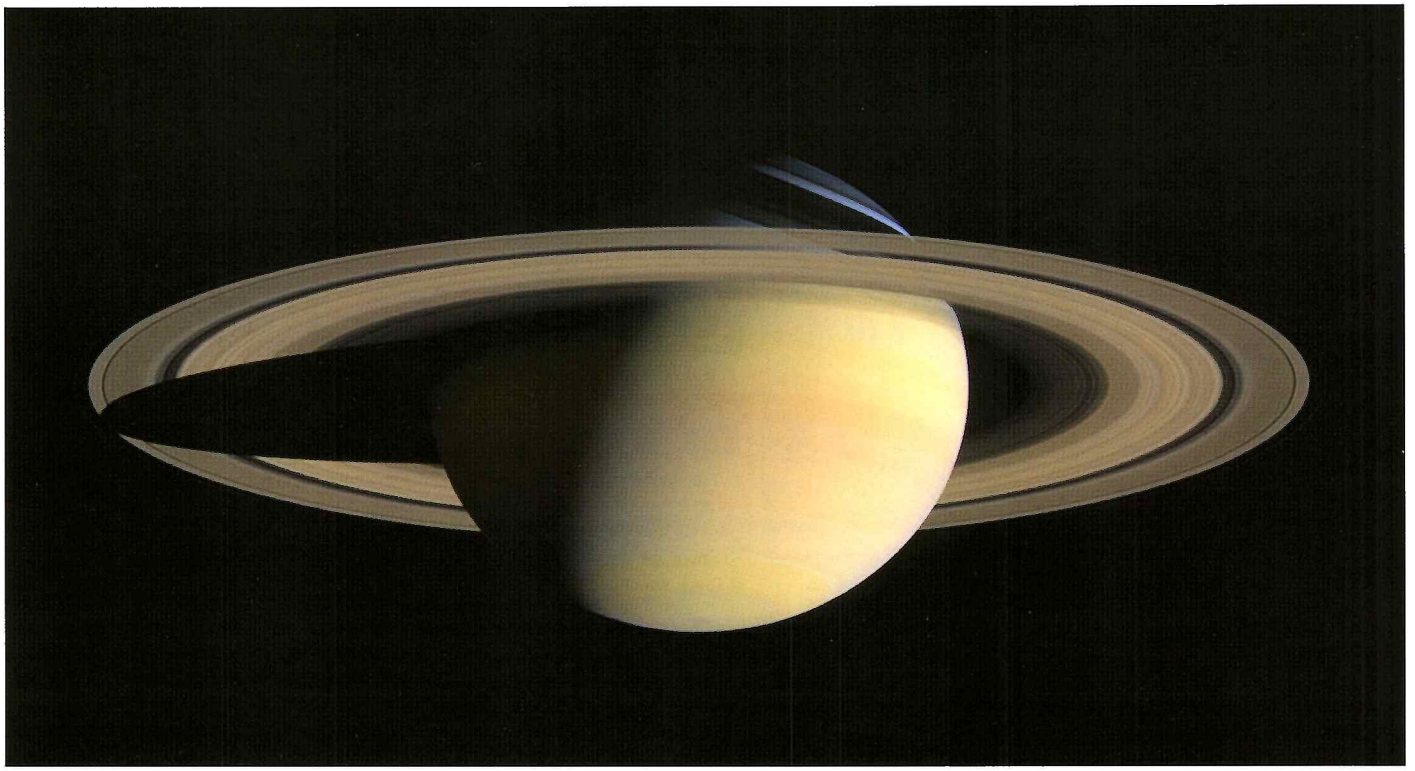
všechny látky pro teoretický vznik života. Ale zároveň jedním dechem dodali, že tyto látky (jako např. metan) „nepocházejí z živých organismů" (jak uvedl manažer mise Jean-Pierre Lebreton).

Vědci si data z Huygensu nemohli vynachválit. „Teď máme klíč k pochopení toho, co formovalo tvář Titanu," prohlásil dr. Martin Tomasko, hlavní manažer přístroje DISR. „Geologické důkazy pro erozi, mechanickou abrazi a další podobné aktivity ukazují, že fyzikální procesy utvářející Titan jsou velmi podobné těm na Zemi." Snímky totiž DISR ukazují, že Titan má meteorologii a geologii mimořádně podobnou zemské. Jsou na nich zachycena suchá koryta, jimiž čas od času proudí kapaliny. Není to přitom záležitost stará, protože jinak by je eroze atmosféry už dávno zahladila.

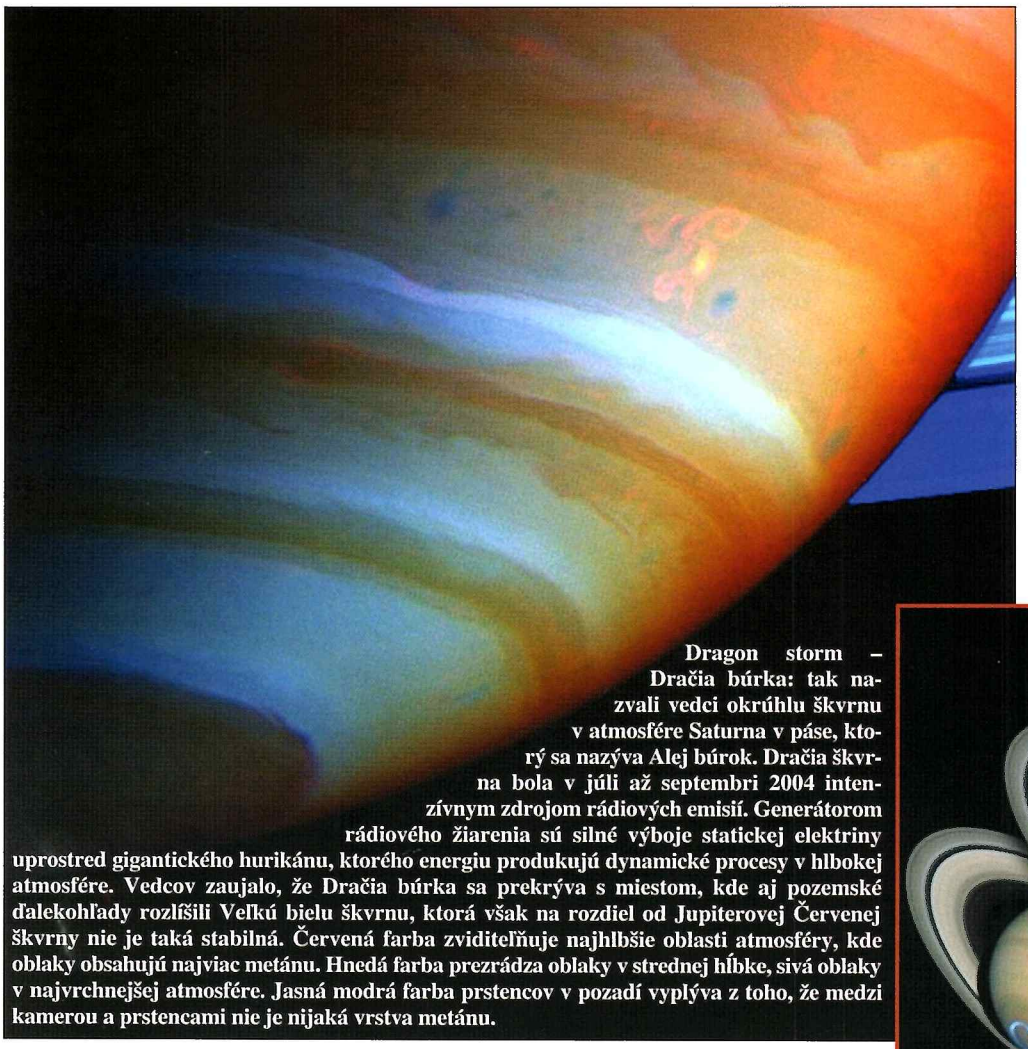
Zatímco Země má kapalnou vodu, na Titanu její roli zastupuje kapalný metan. Zatímco povrch Země pokrývají křemíkaté horniny, na Titanu je zastupuje zmrzlý led. Namísto prachových usazenin a části má Titan hydrouhlíkaté částice usazující se z atmosféry. Namísto lávy chrlí vulkány na Titanu směs amoniaku a vody v kapalném i pevném stavu. Jinými slovy: Titan je z tohoto pohledu velmi podobný Zemi, jen operuje s – pro nás – velmi exotickými materiály.

Jako zajímavost uvádíme, že ESA také zveřejnila záznam zvuků měsíce Titan. Zájemci si je mohou stáhnout/poslechnout na internetu na adrese:
http://www.esa.int/SPECIALS/Cassini-Huygens/SEM85Q71Y3E_0.html

TOMÁŠ PŘIBYL
Foto: ESA

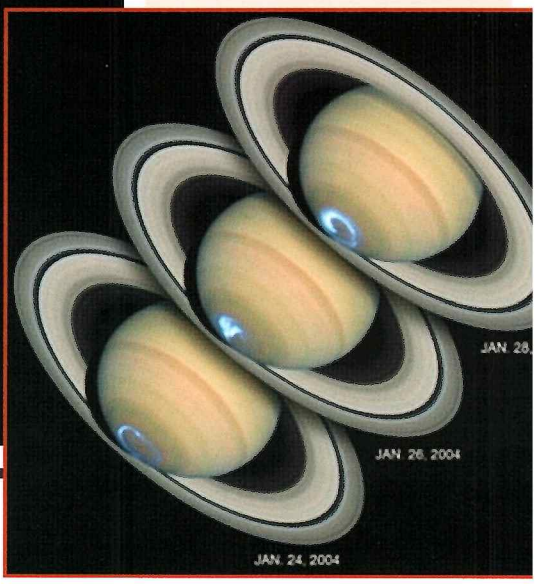


Túto fotografiu Saturna poskladali zo snímok 42 oblastí, (každá v zelenej, modrej a červenej farbe), pričom najmenšia rozlíšiteľná štruktúra má v priemere 38 kilometrov. Na snímke môžete rozlíšiť jemné farebné variácie na prstencoch, tieň vrhaný prstencami na severnú, modrú hemisféru a vajcovitý tieň planéty na prstencoch.



Dragon storm – Dračia búrka: tak nazvali vedci okrúhlu škvrnu v atmosfére Saturna v páse, ktorý sa nazýva Alej búrok. Dračia škvrna bola v júli až septembri 2004 intenzívnym zdrojom rádiových emisií. Generátorom rádiového žiarenia sú silné výboje statickej elektriny uprostred gigantického hurikánu, ktorého energiu produkujú dynamické procesy v hlbokej atmosfére. Vedcov zaujalo, že Dračia búrka sa prekrýva s miestom, kde aj pozemské ďalekohľady rozlíšili Veľkú bielu škvrnu, ktorá však na rozdiel od Jupiterovej Červenej škvrny nie je taká stabilná. Červená farba zviditeľňuje najhlbšie oblasti atmosféry, kde oblaky obsahujú najviac metánu. Hnedá farba prezrádza oblaky v strednej hĺbke, sivá oblaky v najvrchnejšej atmosfére. Jasná modrá farba prstencov v pozadí vyplýva z toho, že medzi kamerou a prstencami nie je nijaká vrstva metánu.

Nové štúdie polárnej žiary na Saturne sa zaoberali porovnaním s rovnakým úkazom na Jupiteri a na Zemi. Štúdie sa opierali o pozorovania sondou Cassini a HST. Prišli k záveru, že polárna žiara na Saturne sa líši od polárnych žiar na iných planétach. Na severnom póle Saturna sa polárna žiara drží dlhšie ako na Zemi. Spôsobuje to tlak slnečného vetra, na rozdiel od Zeme, kde je hnacou silou magnetické pole Slnka nesené slnečným vetrom. Pri Saturne magnetické pole nezohráva veľkú úlohu a veľakrát aurorálny prstenec nie je koncami spojený, je to len taký rožok. So zjasnením polárnej žiary sa zmenší žiariaci prstenec, ktorý je nad pólom. Na Zemi sa naopak celý zaplní svetlom. Na snímke je znázornený vývoj polárnej žiary na Saturne od 24. do 28. januára 2004.



10 na štyridsiatu:

kozmický kód, alebo číselná mystika?

Hypotéza veľkých čísiel, ktorej autorom bol geniálny matematik Paul Dirac, prekliesnila cestu „antropickému princípu".

„Existuje 40 podôb bláznovstva, ale iba jediná podoba zdravého ľudského rozumu," tak znie porekadlo afrického kmeňa Bantuov. Číslo 10 na štyridsiatu, jednotka so 40 nulami, je hodnota, ktorá vstúpila do dejín kozmológie. Špekulatívnu hypotézu, ktorá sa z úvah nad týmto číslom zrodila, považujú jedni za bláznivú, iní ju hodnotia ako vzácny plod zdravého, geniálneho umu. Zmätený zo svojho objavu bol aj Paul Adrien Maurice Dirac, keď v roku 1937 narazil na tajomstvo prírody, ktoré ho nadosmrti opantalo. Jadrom tohto tajomstva je číslo 10 na štyridsiatu.

V roku 1937 mal Paul Dirac 35 rokov, ale bol už profesorom matematiky na University of Cambridge. Zdedil kreslo, na ktorom pred ním sedel Isaac Newton a po ňom Stephen Hawking. V roku 1933 dostal Dirac Nobelovu cenu za svoj prínos ku kvantovej fyzike, ktorým bola najmä jeho – **Diracova rovnica**. Z rovnice vyplynulo, že súčasťou kozmického žiarenia je aj antihmota. Diracove zásluhy boli také významné, že už ani sebe, ani iným nemusel nič predstierať. Preto sa v roku 1937 odhodlal napísať a uverejniť krátky článok v dnes už renomovanom časopise *Nature*, ktorý vyvolal veľkú pozornosť, ale aj veľké pobúrenie. Podaktorí strážcovia klasickej fyziky článok dehonestovali ako numerológiu a číslenú mystiku.

Diraca inšpirovali práce dvoch významných vedcov: matematika a znalca teórie relativity Hermanna Weyla a Artura S. Eddingtona, ktorý bol Diracovým kolegom v Cambridge.

Eddingtona upútala koincidencia troch faktov:

1. Gravitácia, ktorou na seba pôsobia dva protóny, je o 10^{40} slabšia ako ďalšia, už v tom čase známa prírodná sila – elektromagnetické vzájomné pôsobenie.
2. Počet protónov v pozorovateľnom vesmíre vyjadruje hodnota 10^{80}, čo je 10^{40} na druhú.
3. „Pôsobenie" vesmíru (zjednodušene: ide o násobok veku a energie vesmíru), vyjadrené základnými fyzikálnymi veličinami, takzvanými Planckovými jednotkami, je 10^{120}, čo je tretia mocnina 10^{40}.

Diraca tieto tri fakty udivili a neskôr k nim pridal ďalšie. Napríklad vzťah veľkosti pozorovateľného vesmíru a polomeru elektróna, ktorý vyjadruje hodnota 10^{40}.

Dirac neveril, že ide o náhodu. Zavetril hlbší matematický vzťah, doposiaľ neodhalené prepojenie prírodných zákonov. Vyslovil tézu: *hodnota 10^{40} musí nutne vyplývať z nejakej fundamentálnej zákonitosti, nemôže ísť o náhodnú zhodu okolností.*

To priviedlo Diraca k „hypotéze veľkých čísiel" (*Large Number Hypothesis*), ktorú sformuloval v *Nature* takto: „Dve ľubovoľné, veľmi veľké, nekonečné čísla v prírode sú spojené jednoduchými matematickými vzťahmi."

Navyše: „Vzhľadom na to, že pomer čísiel v priebehu času ostáva rovnaký, nevyhnutne sa musí meniť prírodná konštanta (v tom prípade by však nebola konštantou)."

Dirac mal na mysli gravitačnú konštantu v gravitačnom zákone Isaaca Newtona, ktorá by sa podľa neho mala s vekom vesmíru meniť: v minulosti by jej hodnota mala byť vyššia ako dnes, v budúcnosti by sa mala zmenšovať.

Dirac sa síce medzi kolegami tešil veľkej vážnosti, ale tí jeho „hypotézu veľkých čísiel" roztrhali, do istej miery oprávnene, na márne kúsky. Filozof a fyzik Herbert Dingle Diraca vysmial, keď napísal: „Ide o jasný prípad ochromenia zdravého rozumu jedom fantázie... Máme dočinenia s pseudovedou a kozmomytológiou..."

Časť Magellanovho oblaku vo vzdialenosti 170 000 svetelných rokov: všetko, čo dnes pozorujeme, od jagotu hviezd až po nádheru hmlovín, dokazuje hodnoty kozmických čísiel.

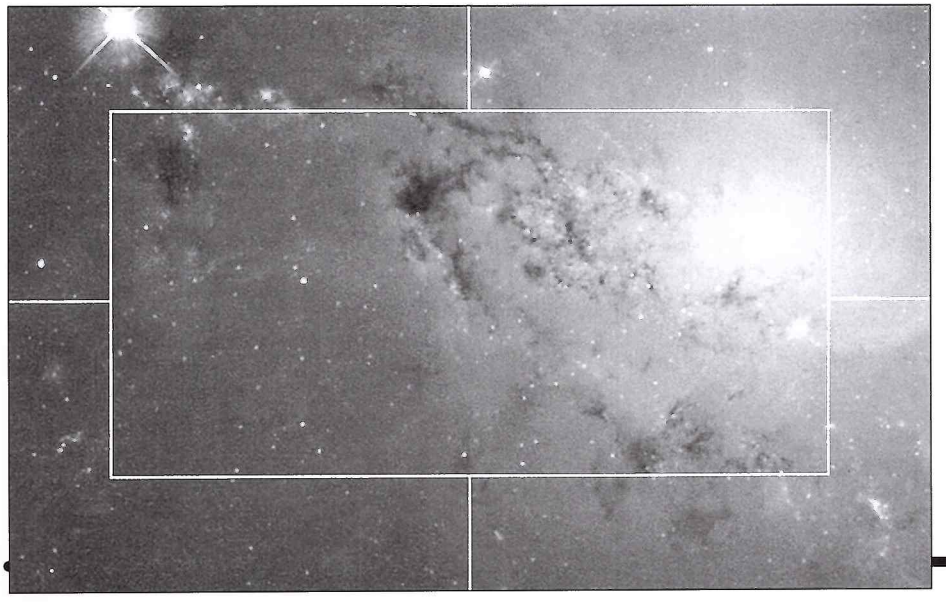
Uštipačne zareagoval aj George Gamow, ruský kozmológ, ktorý sa vysťahoval do USA. (V roku 1948 predpovedal existenciu žiarenia kozmického pozadia, dosvitu po big bangu.) Nositeľovi Nobelovej ceny za fyziku Nielsovi Bohrovi povedal: „Len sa pozri, čo s ľuďmi urobí, keď sa oženia." Gamow narážal na to, že Dirac článok pre *Nature* napísal počas medových týždňov.

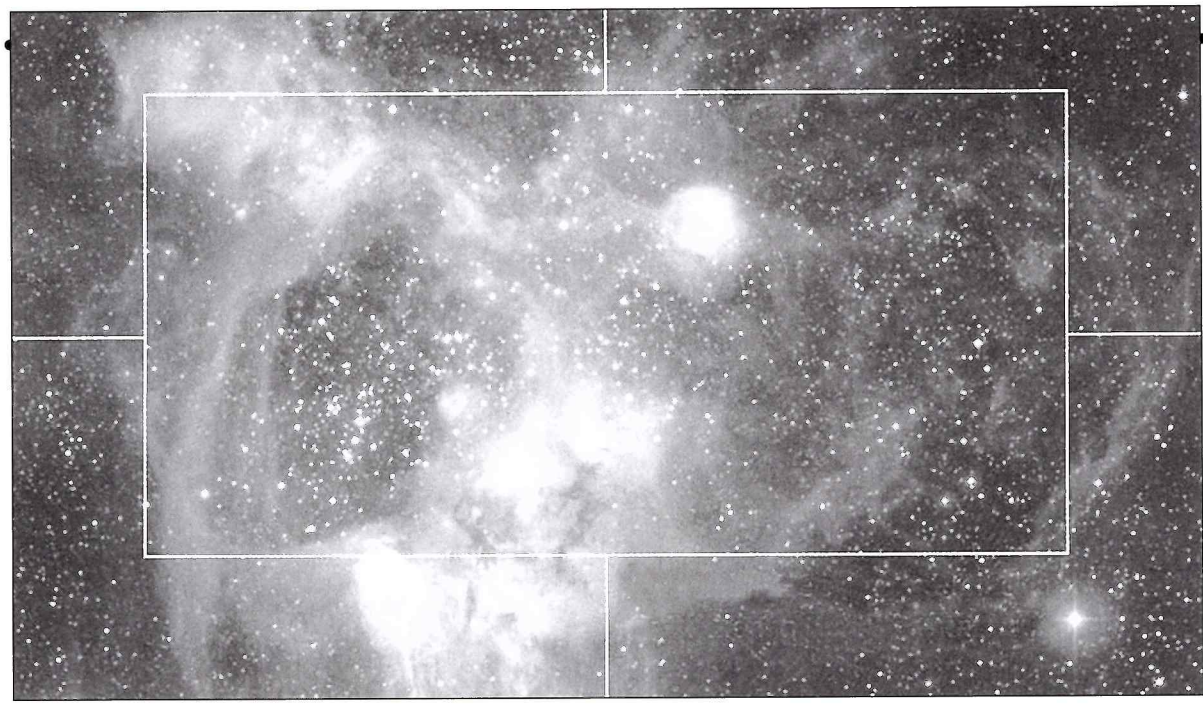
O Diracovi bolo známe, že vedie jednoduchý, logike podriadený život, o čom svedčia početné anekdoty. Dirac si z ostrej kritiky nič nerobil. O niečo neskoršie napísal: „Existuje možnosť, že sa odveký sen filozofov, spojiť prírodu vlastnosťami celých čísiel, jedného dňa uskutoční." Sen Pytagora a jeho školy nájdeme aj v Platónovej filozofii; v nazeraní na prírodu v diele astronóma Johannesa Keplera; ale aj v názoroch mnohých moderných fyzikov uvažujúcich o povahe prírodných zákonov. Kvôli jednoduchosti a elegancii „kozmického kódu" bol Dirac pripravený obetovať aj najstaršiu zo všetkých prírodných konštánt – Newtonovu gravitačnú konštantu.

Diracova vedecká intuícia, ako v roku 1954 dokázal Edward Teller, ukázala sa byť tentokrát nanajvýš problematická. Tento z Maďarska pochádzajúci fyzik, ktorý spolu so Stamom Ulamom vyvinul v Los Alamos National Laboratory vodíkovú bombu, zistil, že Diracova hypotéza variabilnej gravitačnej konštanty by mala fatálne dôsledky: polomer obežnej dráhy Zeme by sa zmenšil už v čase, keď bolo ešte Slnko také horúce, že by sa oceány pred 200 až 300 miliónmi rokov museli vypariť a život by nevznikol. My však vieme, že prvé živé organizmy vznikli pred viac ako 3 miliardami rokov a bez nich by sme tu neboli ani my.

Navyše, ak by bola Diracova hypotéza správna, fúzia v slnečnom jadre by prebehla oveľa rýchlejšie a Slnko by už dávno vyhaslo. To už v roku 1964 vypočítali americkí astrofyzici P. Pochoda a Martin Schwarzschild.

Špirálová galaxia NGC 1275, vzdialená 235 miliónov svetelných rokov: bez gravitácie by sa galaxie nesformovali a nebolo by ani hvezdárov, ktorí sa tomu čudujú.





Hmlovina NGC 604, vzdialená 2,7 miliónov svetelných rokov: človeka s vesmírom spája spleť prírodných konštánt.

George Gamow, dobrý priateľ Edwarda Tellera, chcel Diracovu hypotézu podporiť a pripustil, že v čase sa mohol meniť elektrický náboj elektróna – *e*, ktorého hodnota by sa mala postupne zväčšovať.

Aj táto hypotéza však padla, pretože aj v takomto prípade by Slnko už dávno svoju energiu vyčerpalo a dnes by už nežiarilo. Gamow neskôr svoj omyl priznal: „Hodnota *e* stojí prinajmenšom 6 miliárd rokov tak pevne ako bralo Gibraltar."

Rozhodujúci obrat

Robert Dicke, profesor fyziky z Princeton University vypracoval spolu so svojím študentom Carlom Bransom modifikáciu Einsteinovej všeobecnej teórie relativity s gravitačnou konštantou, ktorá sa v čase mení. Z tejto matematickej ekvilibristiky však paradoxne vyplynulo, že bez Diracovej hypotézy sa možno zaobísť v prípade, keď sa zohľadní dočasné postavenie človeka vo vesmíre.

Už v roku 1957 Dicke napísal, že „dnešný vek vesmíru nie je náhodný, pretože je závislý od biologických faktorov". Inými slovami: zmeny veľkých čísiel existenciu ľudí, ktorí o problémoch premýšľajú, vylučujú. Dickeho argumenty tvoria základ „antropického princípu", ktorý v roku 1973 britský astronóm Brandon Carter sformuloval takto: „To, čo očakávame, že by sme mohli pozorovať, musí byť obmedzené nevyhnutnými podmienkami našej existencie ako pozorovateľov." Stephen Hawking to vyjadril ešte provokatívnejšie: „Vesmír, taký, ako je, pozorujeme preto, lebo existujeme." Pri inej príležitosti sa Hawking vyjadril takto: „Keby to bolo inakšie, neboli by sme tu a nepozorovali."

V roku 1961, keď si Dicke ozrejmil všetky súvislosti, napísal: „Keby sme vesmír obývali a pozorovali podstatne skôr, alebo podstatne neskôr ako to skutočne robíme, buď by ešte neexistovali ťažké prvky, alebo by už všetky hviezdy dávno vyhasli. Bez ťažkých prvkov, ktoré po big bangu ešte neexistovali (pretože vznikli až neskoršie fúziou v jadrách hviezd), by sme nemohli žiť, pretože Zem i naše telá ich obsahujú.

Kozmologickí protivníci: vľavo Paul Adrien Maurice Dirac (1902 – 1984), ktorý vytvoril hypotézu veľkých čísiel, vpravo Robert Henry Dicke (1916 – 1997), ktorý s ňou nesúhlasil.

Ak by hviezdy už nesvietili, akékoľvek formy života by smerovali k rýchlemu zániku."

Naša existencia je teda príčinou výberového efektu pozorovateľa: vesmír nemôžeme pozorovať v ľubovoľnom okamihu, ale iba v takom, ktorý je zlučiteľný s našou existenciou. A to by nebolo možné, keby sa spomínané pomery čísiel podstatne líšili od hodnoty 10^{40}.

Podľa Roberta Dickeho nie sú Diracove veľké čísla permanentnými vzťahmi, pretože existujú iba v určitom časovom intervale vesmíru. Presne v tom, keď je vznik a vývoj života, ktorý ich dokáže vedome vnímať, možný.

„Dicke dokázal, že Diracovu koincidenciu musíme brať na zreteľ, pretože je nevyhnutným predpokladom pozemského života." Tak argumentuje John Barrow, matematik a profesor fyziky na University of Cambridge, jeden z najprominentnejších zástancov antropického princípu. „Koincidencia veľkých čísiel nie je prekvapujúcejšia ako existencia samotného života."

Diraca, ktorý na dvadsať rokov vypustil svoju hypotézu z hlavy, takýto vývoj nenadchol: „Podľa Dickeho by mohli obývateľné planéty existovať iba obmedzený čas. Podľa mojej hypotézy by mohli existovať ľubovoľne dlho a život by nikdy nemusel vyhasnúť. Ja uprednostňujem predpoklad, ktorý umožňuje nekonečný život."

Ak gravitácia bude slabnúť, hviezdy a planéty nebudú môcť donekonečna existovať. Taká možnosť je mysliteľná iba v prípade, ak sa budú meniť prírodné sily.

Dirac na obranu svojej hypotézy vyrukoval s dodatočnými predpokladmi, čo je (ako to dejiny vedy potvrdzujú) neklamným znakom jej neudržateľnosti. Jedna z nich: „Keď Slnko na svojej ceste okolo jadra Mliečnej cesty pravidelne križuje husté galaktické oblaky, môže z nich „natankovať" také množstvo hmoty, ktoré by kompenzovalo hodnotu zmenšujúcej sa gravitačnej konštanty."

Tento dodatočný predpoklad označil Gamow za „extrémne neelegantný", pretože zničil jednoduchosť a presvedčivosť pôvodnej hypotézy. Gamow si na účet Diraca aj zažartoval: „Rovnako by sme mohli vysloviť predpoklad, že 10^{40} je najväčším číslom, ktoré napísal Boh v prvý deň stvorenia."

Táto kritika Diraca, zanieteného vyznavača krásy a elegancie fyzikálnych teórií, rozladila. Estetiku matematických vzorcov považoval takmer za indíciu pravdy, ale ani po tomto útoku svoju hypotézu nezavrhol. V roku 1967 Gamowovi napísal: „Súhlasím, je to nepravdepodobné. Ibaže táto nepravdepodobnosť nie je rozhodujúca. Ak aj predpokladáme, že všetky hviezdy majú planéty, iba niektoré z nich križovali oblaky s požadovanou hustotou, aby dokázali udržať na svojich planétach teplotu, umožňujúcu vývoj vyšších foriem života. Preto (asi) neexistuje tak veľa planét s inteligentnými bytosťami, ako sme sa ešte donedávna nazdávali. Ak však existuje hoci jediná, už to je dôvod, aby sme sa s faktami zmierili. Námietka, podľa ktorej by Slnko muselo mať neobyčajnú a nepravdepodobnú históriu, teda neplatí."

Kurióznou pointou tohto názoru je, že sa Dirac, ktorý antropickú argumentáciu Dickeho nikdy neprijal, bráni antropickým argumentom.

Čestné miesto v dejinách

Dnes už Diracova hypotéza prakticky nemá prívržencov. Napriek tomu si uchováva v dejinách vedy prominentné miesto. Bez Diraca by

sa nepresadil názor, že prírodné konštanty zohrávajú dôležitú kozmologickú rolu. Medzi štruktúrami vesmíru ako celku a lokálnymi podmienkami, umožňujúcimi vznik a vývoj života, existuje úzka prepojenosť. Diracova hypotéza je príkladom plodného omylu vo vede. Aj fyzika napreduje po krivolakých cestách, plných slepých uličiek, od omylu k jeho odstráneniu.

Prečo niečo funguje, najlepšie pochopíme vtedy, keď to nefunguje. Pravdaže, túto vetu nesmieme chápať ako obranu omylov, skôr ako návod na rozoznanie a odstránenie chýb. Diracova hypotéza nás okľukou priviedla k hlbšiemu poznaniu prírody.

Antropický princíp pôsobí ako riečica, ktorá preosieva všetky teórie a vyjadruje, že sa nemusíme čudovať, ak vlastnosti vesmíru, nezlučiteľné s faktom našej existencie, nepozorujeme. Inými slovami: z hľadiska našej existencie nie je každá časopriestorová pozícia vesmíru rovnoprávna. A podobne, nemusíme sa čudovať, že nežijeme na Merkúre či na Plute, pretože na prvej planéte je príliš horúco a na druhej príliš chladno.

Aj kozmológia musí prihliadať na fakt, s ktorým sa už ostatné prírodné vedy zmierili, totiž, že pozorovania a meracie prístroje nám poskytujú systematický, i keď nie vždy okamžite rozpoznateľný výber zvýznamnených údajov, a teda nám neposkytujú okamžitú skúšku správnosti. Pripomína to rybára, ktorý sa čuduje, že má v sieti len ryby väčšie ako 4 centimetre, až kým nepríde na to, že očká siete majú priemer tiež iba 4 centimetre, takže všetky menšie ryby sa z nej vyslobodili.

Antropický princíp nastoľuje zároveň „kozmologické používanie systematického vyhľadávania chýb". Ak ľudskí pozorovatelia dokážu údaje svojho vesmíru pochopiť, potom ich telá, v prenesenom zmysle slova, fungujú ako „meracie prístroje". Z toho logicky vyplýva, že všetky potrebné podmienky na existenciu ľudského pozorovateľa musia byť splnené.

Filozofi sú presvedčení, že antropický princíp nás upozorňuje na medzery v našom chápaní prírody. Pri hľadaní a vyhodnocovaní nových vedomostí plní teda antropický princíp, okrem iných, aj heuristickú funkciu.

Aj keď sa Diracova téza nepotvrdila, zohrala v dejinách vedy priekopnícku úlohu. V posledných rokoch sa v renomovaných kruhoch fyzikov čoraz častejšie diskutuje o tom, či sú niektoré konštanty naozaj konštantné. Rešpekt pred „posvätnou kravou" fyziky sa stráca. Tak napríklad: Joao Magueijo z Imperial College v Londýne je presvedčený, že niektoré problémy kozmológie sa dajú vyriešiť iba vtedy, keď by rýchlosť rozpínania mladého vesmíru c bola oveľa vyššia ako dnes. Ani Einsteinova kozmologická konštanta nemusí byť konštantná. Ďalej: vedci rozpracúvajúci svet malých dimenzií dospeli k názoru, že v istých podmienkach sa aj pri gravitácii zaznamenali nepatrné odchýlky od konštanty. A napokon: pri analýze svetla zo vzdialených kvazarov našli astronómovia prvé náznaky toho, že aj hodnota e sa v priebehu miliónov rokov mohla nepatrne zmeniť. Záverom hodno pripomenúť, že články o týchto teóriách a hypotézach sa neobjavujú v periodikách sci-fi, ale v renomovaných vedeckých časopisoch.

Bild der Wissenschafft

Aj v dnešnom vesmíre sa ešte formujú masívne galaxie

Ešte donedávna si astronómovia mysleli, že „pôrodnosť" vesmíru dramaticky klesá, a preto sa v ňom dnes formujú iba malé galaxie. Satelit Galaxy Evolution Explorer (GEE) však objavil niekoľko masívnych galaxií, ktoré sú podľa viacerých parametrov veľmi mladé. „Ak sa ukáže, že sa naozaj sformovali iba nedávno, potom budeme mať dôkaz, že viaceré časti vesmíru sú ešte vždy liahňami galaxií," vyhlásil Chris Martin, vedúci tímu zoskupeného okolo satelitu GEE v Caltechu.

Martinov tím objavil vo vzdialenosti 2 až 4 miliárd svetelných rokov 36 kompaktných galaxií, ktoré majú 100 miliónov až miliardu rokov. Naša Galaxia má 10 miliárd rokov. Vďaka objavu sa dozvedáme, ako náš hviezdny ostrov i iné veľké galaxie mohli vyzerať vtedy, keď ich vývoj iba začínal. Hvezdári si donedávna mysleli, že formovanie veľkých špirálových Galaxií už vo vesmíre dávno ustalo.

Mladé masívne galaxie patria k ultrafialovým svietivým galaxiám. Objavili ich vysoko citlivé ultrafialové detektory, pomocou ktorých satelit GEE prečesal vytipovanú časť oblohy. Nakoľko sú mladé hviezdy najviditeľnejšie na ultrafialových vlnových dĺžkach, mladé galaxie sa trblietajú v UV-svetle ako diamanty v hlušine. Na ultrafialových dĺžkach žiaria 10-krát silnejšie ako Mliečna cesta, čo dokazuje, že sa v týchto mladých galaxiách nachádza množstvo oblastí s búrlivou tvorbou mladých hviezd a vyskytujú sa tam časté výbuchy supernov.

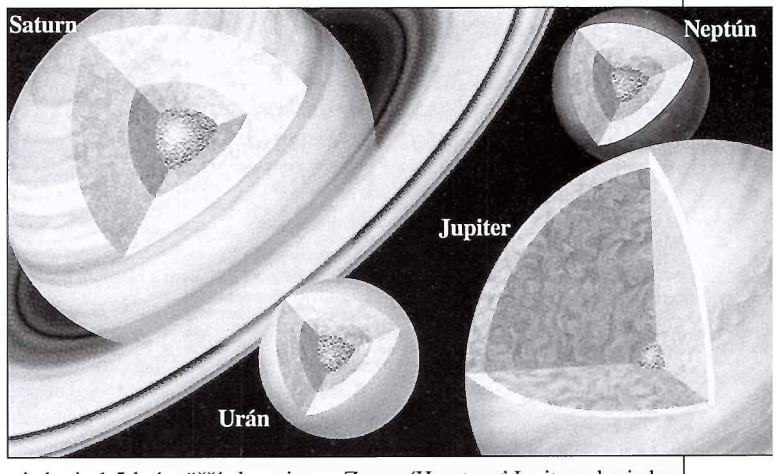
Satelit GEE vypustili v apríli 2003. Poslaním misie bolo študovať tvar, jasnosť, veľkosť a vzdialenosti galaxií do hĺbky 10 miliárd rokov. Hlavným prístrojom sondy je 50 cm UV-ďalekohľad.

NASA Press Release

Majú obrie planéty pevné jadrá? Ak majú, čo ich tvorí?

Obrie planéty našej Slnečnej sústavy Jupiter, Saturn, Urán a Neptún, všetky s priemernou hustotou, sa sformovali najmä z ľahkých prvkov – vodíka a hélia. To vieme. Nevieme však, ako sa na hmotnosti obrích planét podieľajú tieto prvky v pevnom, kvapalnom a plynnom skupenstve.

Z najnovších pozorovaní vyplýva, že v prípade Jupitera a Saturna tvorí plynná najvrchnejšia zložka iba 10 percent celkovej hmotnosti. Obe obrie planéty sú však také masívne, že v hlbších vrstvách sa pod vplyvom vysokého tlaku hustý plyn zmenil na kvapalinu. Zmena plynu na kvapalinu prebieha postupne. Významnejšia zmena prebieha v prípade Jupitera v hĺbke necelých 7000 kilometrov (desatina polomeru), pod tlakom, ktorý 1,4 miliónkrát prevyšuje tlak pozemskej atmosféry; v prípade Saturna k rovnakej zmene dochádza v hĺbke 33 000 kilometrov, čo je 50 percent polomeru tejto planéty. V týchto hĺbkach sa tekutý molekulárny vodík mení na substanciu nazývanú „kovový vodík", ktorý je skvelým vodičom elektriny. Prúd v tejto zvláštnej kvapaline generuje silné magnetické polia Jupitera a Saturna.



V poslednom čase niektorí planetológovia tvrdia, že spoločným menovateľom joviánskych planét by nemal byť pojem „plynoví obri", ale „tekutí obri". Rotácia ich splošťuje, pričom miera sploštenia závisí od množstva pevnej hmoty v jadre. V prípade Jupitera je polárny priemer o 6 % kratší ako rovníkový, z čoho vyplýva, že Jupiter má 10-krát masívnejšie jadro ako Zem, pričom priemer jeho jadra je 1,5-krát väčší ako priemer Zeme. (Hmotnosť Jupiterovho jadra predstavuje iba 3 % jeho hmotnosti.)

Saturn, ktorého sploštenie predstavuje 10 %, má 2,5-krát väčšie a 15-krát hmotnejšie jadro ako Zem.

V oboch prípadoch sa pevné jadro vytvorilo v podmienkach vysokého tlaku i teploty: v prípade Jupitera sa tlak odhaduje na 40 miliónov atmosfér a teplota 23 000 Kelvinov. Obal jadra tvoria ľady(!) vody, amoniaku a metánu, vo vnútre jadra dominuje kremík a železo. Existenciu ľadovej obálky napriek vysokej teplote umožňuje extrémny tlak. Planetológovia nazvali takúto zmes ľadu a hornín „clathrat".

Urán a Neptún majú oveľa nižšiu hmotnosť ako Saturn, tlak v ich vnútre dosahuje nanajvýš 100 000 atmosfér. To je príliš málo na to, aby sa tekutý vodík premenil na kovový a stal sa elektricky vodivým. Planetológovia predpokladajú, že magnetické pole v prípade týchto planét generuje zmes vody, amoniaku a metánu rotujúca pod cibuľu pripomínajúcimi vrstvami vodíka. Urán i Neptún majú jadrá z ľadu a skál, 10-krát hmotnejšie ako Zem. (Priemer: v oboch prípadoch 1,2 priemeru Zeme.) Jadrá Uránu a Neptúna predstavujú 60 až 70 % ich hmotnosti a 30 až 40 % ich polomeru.

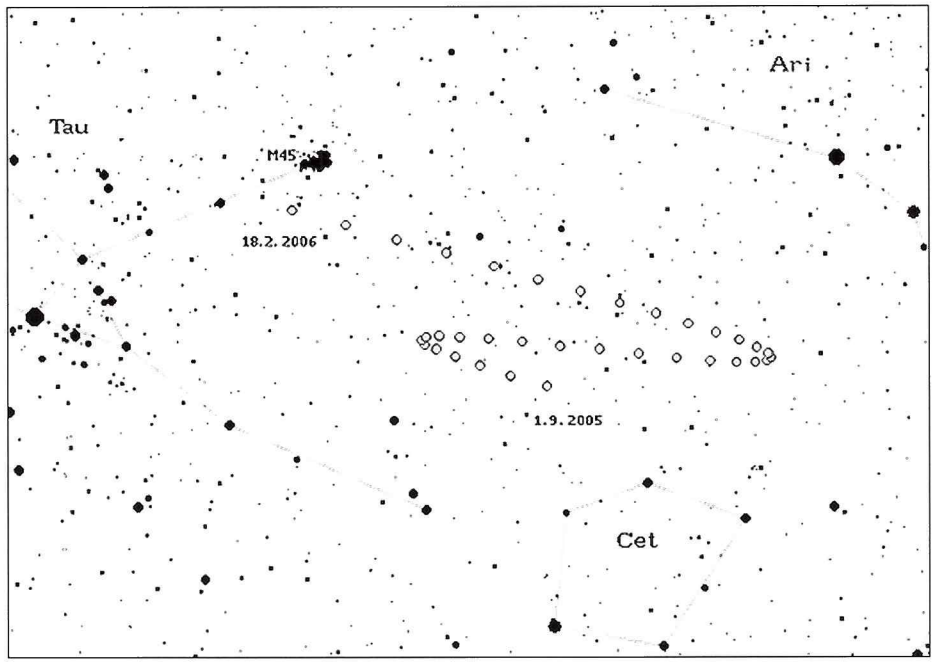
Mars štyri storočia po Keplerovi

Pozorovací program pre žiakov

Prechod Venuše popred Slnečný kotúč 8. júna 2004 bol významnou astronomickou udalosťou začiatku 21. storočia, no jeho pozorovanie už v dnešnej dobe nemalo taký kľúčový význam ako v minulosti, keď tento úkaz bol jedinou možnosťou určenia veľkosti astronomickej jednotky. Tento prírodný jav sa však stal výbornou príležitosťou na popularizáciu vedy v radoch mládeže. V rámci medzinárodného programu „Venus Transit 2004" sa do pozorovania prechodu zapojilo vyše 2000 subjektov (jednotlivcov, škôl a pod.) z celého sveta. Po úspešnom zakončení programu všetci zúčastnení prejavili záujem v podobných pozorovateľských aktivitách pokračovať. Podobné astronomické udalosti však nebývajú často a nie je jednoduché navrhnúť pozorovanie, ktoré by bolo prístupné čo najširšej skupine z radov mládeže. Ponúkame preto nenáročný program pozorovania opozície Marsu koncom roku 2005, ktorý sme pomenovali **„Mars štyri storočia po Keplerovi"**.

Opozícia Marsu nastane 7. novembra 2005. Počas niekoľkých týždňov okolo tohto dátumu Mars vykreslí na oblohe slučku. V rámci navrhovaného programu by sa Mars mal pozorovať práve počas jeho pohybu v slučke. Samotné pozorovanie je veľmi jednoduché. Účastník programu do hviezdnej mapky počas viacerých večerov zakreslí polohu Marsu. Priamo z mapky určí jeho rovníkové súradnice a zapíše ich do pripraveného protokolu. Z takto určených polôh Marsu vypočítame dráhu Marsu, ktorú je možné porovnať so skutočnou dráhou danej epochy. Z odchýlok dráh vypočítaných z pozorovaní jednotlivých pozorovateľov po ukončení pozorovacej kampane každý účastník projektu dostane informácie o kvalite svojho pozorovania.

Názov navrhovaného pozorovacieho projektu vznikol na základe historických súvislostí. Johannes Kepler sa v prvých rokoch 17. storočia zaoberal vyhodnocovaním Braheho pozorovaní Marsu, aby spresnil popis polôh planét pohybujúcich sa, podľa vtedajších predstáv, po deferentoch a epicykloch. Rozdiely medzi pozorovaniami a výpočtami ho však neuspokojovali až dospel k presvedčeniu, že Mars sa pohybuje po elipse, v ktorej v jednom z ohnísk sa nachádza Slnko a tiež aj to, že pohyb po elipse nie je rovnomerný. Okolo roku 1605 tak objavil zákonitosti, ktoré dnes nazývame prvý a druhý Keplerov zákon. Tieto poznatky vyšli v diele Astronomia Nova v roku 1609. Aj základné tézy 3. Keplerovho zákon vypracoval už v roku 1605. Presné znenie však vyšlo až v diele Harmonices Mundi v roku 1619.



Polohy Marsu od 1. 9. 2005 do 18. 2. 2006 v časovom kroku 5 dní.

Pozorovací program je volený tak, aby vyžadoval minimálne nároky na vedomosti a technické vybavenie účastníkov. Na pozorovanie sa doporučuje používať triéder, no o niečo menej kvalitne ho možno vykonávať aj voľným okom. Ďalšou potrebou je už len baterka s tlmeným (červeným) svetlom a mapka príslušnej časti oblohy. Mapka bude prístupná na internetovej stránke Hvezdárne v Banskej Bystrici a každý účastník si ju vytlačí. Mapka je vybavená súradnicovou sieťou, pomocou ktorých sa dajú priamo z nej odčítať rovníkové súradnice Marsu. Tieto hodnoty sa spolu s dátumom a časom pozorovania zapíšu do pripraveného protokolu. Po získaní niekoľkých polôh Marsu (najmenej troch) bude možné tieto dáta vložiť do formulára priamo na stránke hvezdárne v Banskej Bystrici, kde sa priebežne vyhodnotia. Podobným spôsobom bude možné dokladať ďalšie pozorovania. Popísaným spôsobom sa bude určovať polohu Marsu s presnosťou asi na jednu desatinu stupňa. Vážnejší záujemcovia si môžu zadovážiť podrobnejšie mapky a určovať jednotlivé polohy presnejšie. Na úspešné pozorovanie by bolo postačujúce raz za týždeň počas celého navrhovaného obdobia určiť polohu Marsu. Vzhľadom na nestále počasie v danom období je však vhodné pozorovať každý večer, keď je jasná obloha.

Spracovanie pozorovaní, ktoré bude priebežne počas pozorovacej kampane prebiehať vo Hvezdárni v Banskej Bystrici, bude spočívať v určovaní dráhy Marsu z trojíc polôh pre každého zapojeného pozorovateľa zvlášť. Výsledkom spracovania bude dráha Marsu, ktorá najlepšie vyhovuje všetkým pozorovaniam daného účastníka. Z pozorovaní bude vybratá tiež trojica polôh, ktorá určuje dráhu najviac podobnú skutočnej dráhe Marsu. Po ukončení pozorovacej kampane všetci účastníci dostanú akýsi protokol, kde budú základné informácie o ich pozorovaní, grafické zobrazenie dráhy Marsu, ktorá bude z ich pozorovaní vypočítaná, porovnanie elementov vypočítanej a skutočnej dráhy a tiež celkové vyhodnotenie pozorovania. Prínosom pre všetkých zúčastnených bude získanie prehľadu o zdanlivom pohybe planét, zdokonalenie sa v orientácii na oblohe a pri práci s mapkou. Účastníci získajú tiež určité skúsenosti so súradnicami používanými v astronómii.

Do navrhovaného pozorovacieho programu sa možno zapoja aj účastníci z iných krajín Európy lebo toto pozorovanie bude pravdepodobne doporučené ako „predkolo" projektu European Astronomy Day 2006", ktorý pripravuje EAAE (European Association for Astronomical Education).

Všetci, čo majú skúsenosti s astrometriou a s problematikou výpočtov dráh budú pravdepodobne namietať, že navrhovaný postup a presnosť určovania polôh vyplývajúca z navrhovanej metodiky nie sú postačujúce na presné výpočty. Cieľom navrhovaného programu však nie je spresňovať dráhu Marsu, ale zapojiť do pozorovania čo najširší okruh záujemcov. Toto je možné dosiahnuť len tak, že pozorovací program bude čo najjednoduchší.

Bližšie informácie je možné nájsť na stránke www.khbb.sk.

Prípadné pripomienky alebo doplnky môžete poslať na adresu hvezdar@isternet.sk.

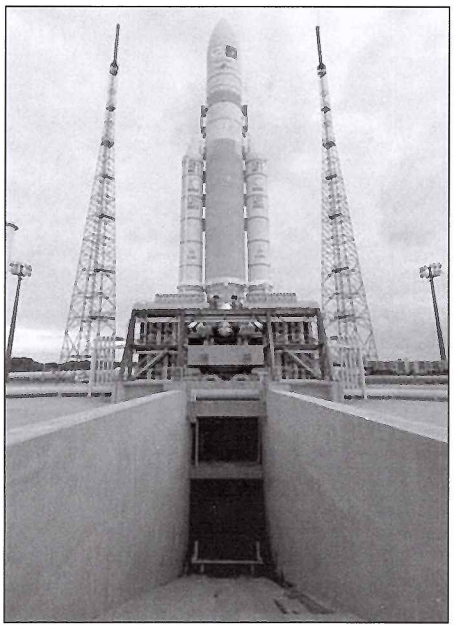
PETER ZIMNIKOVAL

2005: rok návratů

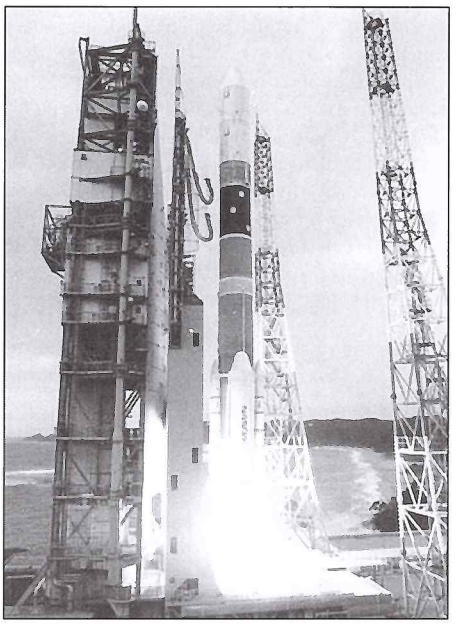
Stávající rok 2005 nebude z hlediska kosmického výzkumu a průzkumu rozhodně nudný. Vrcholit bude mnoho zajímavých programů, jiné přejdou díky startu ze stádia příprav do realizace, o osudu jiných bude s definitivní platností rozhodnuto. Především ale bude ve znamení návratů po různých mimořádných situacích z let minulých k „normálnímu" stavu.

Podívejme se nyní na to, jaké očekávané události by nám měl přinést – bezesporu ale bude v konečném důsledku zajímavější, neb jistě bude obsahovat i příjemná či nepříjemná překvapení.

(Poznámka:
článek je zpracovaný ke dni 28. února 2005.)



Evropská raketa Ariane-5 ESC-A před klíčovým startem v únoru 2005.



Japonský nosič H-2A složil v únoru 2005 reparát po nevydařené misi z konce roku 2003.

Oblast nosných raket

Nový rok byl v oblasti nosných prostředků ve znamení vyšetřování ne zcela stoprocentní činnosti rakety Delta-4 Heavy při jejím premiérovém letu 21. prosince 2004. Raketa tehdy sice dosáhla oběžné dráhy, ale ne takové, jaké měla. Navíc byla při startu ztracena dvojice nanodružic 3CSat-1 (Sparky) a 3CSat-2 (Ralphie), které se oddělovaly v sedmnácté minutě letu po prvním vypnutí motoru druhého stupně. Už v tomto okamžiku tedy měl nosič nižší rychlost, než se plánovalo, neb obě nanodružice nedosáhly oběžné dráhy a shořely v atmosféře.

Vyšetřování ukázalo, že na vině byla špatná funkce senzorů množství kapalného kyslíku. V něm se začaly tvořit drobné vzduchové bublinky, což senzory chybně interpretovaly jako vyprázdnění nádrží s okysličovadlem a vydaly příkaz k vypojení motorů v pomocných blocích i v prvním stupni o osm až devět sekund dříve než bylo nutné. Řídící program rakety toto předčasné vypojení bez potíží kompenzoval, ale v konečném důsledku se mu pak skutečně nedostávalo pohonných látek. Tato závada je jednoduše odstranitelná, takže není ohrožený další start rakety Delta-4 Heavy plánovaný na září 2005.

Dvanáctý únor 2005 se stal velmi významným dnem pro evropský kosmický výzkum. Poprvé se totiž podařilo úspěšně vypustit do vesmíru raketu Ariane-5 ve verzi ESC-A. Premiérový pokus o její start se v prosinci 2002 skončil nezdarem, když se vinou selhání motoru Vulcain Mk.2 nosič po více než třech minutách letu vymknul kontrole a nakonec se rozlomil. Zničeny tehdy byly komunikační družice Hot Bird 7 a Stentor.

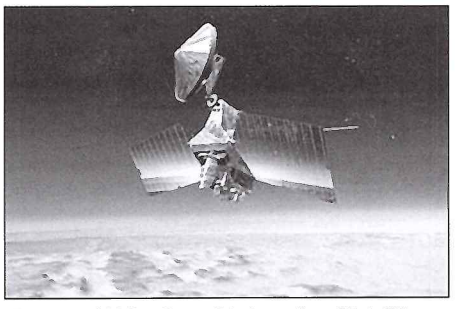
Raketu Ariane-5 ESC-A odlišuje od dřívějších variant vylepšený první stupeň s motorem Vulcain Mk.2 a úplně nový druhý stupeň ESC-A. Nosnost takto upravené rakety činí na dráhu přechodovou ke stacionární až 10 500 kg.

V průběhu roku 2005 by se mělo uskutečnit nejméně pět startů rakety Ariane-5 ve verzi ESC-A i starší G+.

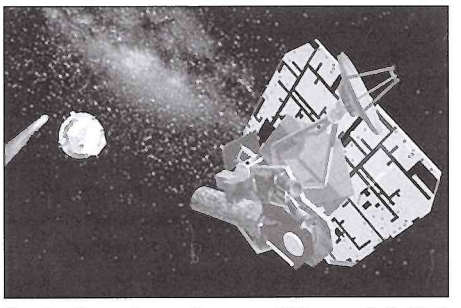
Také Japonsko zažilo v roce 2005 svůj návrat do vesmíru. V listopadu 2003 totiž ztratilo nosič H-2A vynášející dvojici zpravodajských družic. Jako příčina nehody byla označená netěsnost v jednom z pomocných motorů na tuhé pohonné látky, kdy unikající spaliny poškodily raketu (podobná závada zničila v lednu 1986 startující raketoplán Challenger). Dne 26. února 2005 se tedy raketa H-2A pokusila o reparát. Naštěstí dopadl na výbornou, neboť do vesmíru byla úspěšně dopravena družice MTSAT-1R, která má jednak pomáhat při poskytování navigačních služeb a jednak poskytovat meteorologické informace. Na rok 2005 Japonsko plánuje ještě jeden start nosiče H-2A s družicí ALOS (Advanced Land Observing Satellite) pro podrobným průzkum zemského povrchu.

V roce 2005 bychom se také měli dočkat premiérového letu rakety Falcon I. Ten byl původně oznámen na polovinu roku 2004, později byl několikrát odložen až na březen 2005. A ani toto datum nemusí být definitivní. Do nosiče Falcon I jsou vkládány velké naděje co se týká snížení ceny vynášení nákladů za oběžnou dráhu. Výrobce rakety, americká společnost Space Exploration Technologies Corp., oficiálně zahájil svoji činnost v červnu 2002. Společnost přitom zahájila výrobu nosných raket doslova „na zelené louce". Motory, nádrže, řídící avionika – vše je nově vyvinuté. Space Exploration Technologies Corp. navzdory tomu sází na spolehlivost: pro svoje rakety mj. zakoupila osvědčený hardware používaný v jiných kosmických programech (At-

Prototyp kosmické rakety Falcon I zachycený v rámci předletových zkoušek.



V srpnu 2005 se k rudé planetě vydá další sonda, Mars Reconnaissance Orbiter.



Sonda Deep Impact se rozdělila na dvě části a připravuje se zasáhnout kometu Tempel-1 (zatím jen v představách malíře).

las, Delta...). Krom toho podrobně analyzovala příčiny všech havárií nosných raket v letech 1980 až 99 a dospěla k názoru, že za 91 procent nehod může selhání motoru, neoddělení raketových stupňů nebo chyba v avionice. Proto klade důraz na spolehlivost těchto systémů a v maximální možné míře je redukuje (počet motorů, počet stupňů aj.).

Space Exploration Technologies Corp. zatím připravuje dvojici nosičů: Falcon I a Falcon V. Oba přitom využívají shodné konstrukční prvky, čímž bude dosaženo nižší ceny (výroba ve větších sériích) a vyšší spolehlivosti (ověření na více nosičích). Falcon I má výšku 21,3 metru, průměr 1,7 m a hmotnost 27200 kilogramů. Je dvoustupňové konstrukce, přičemž oba stupně využívají kapalný kyslík a kerosen jako pohonné látky.

Elitní „kosmický klub" (země, které dokázaly na oběžnou dráhu vyslat těleso na palubě vlastní rakety) by měl na přelomu letošního března a dubna doplnit jeden exotický člen – Irán. Tato země už delší dobu proklamuje, že připravuje vlastní kosmický nosič Shahab-4 založený na stejnojmenné rodině balistických raket.

Dostupných informací není mnoho, nicméně první stupeň rakety Shahab-4 (někdy též označované jako Zelzal) ponese 13 tun pohonných látek (oxid dusičitý a kerosen). Druhý stupeň ponese 6 t a třetí 1,5 t. Když k tomu připočítáme konstrukci, vychází nám startovací hmotnost rakety 24 až 25 tun. První stupeň má tah 29 tun při hladině moře po dobu 95 sekund (někdy se uvádí 26 tun tahu po dobu 110 sekund).

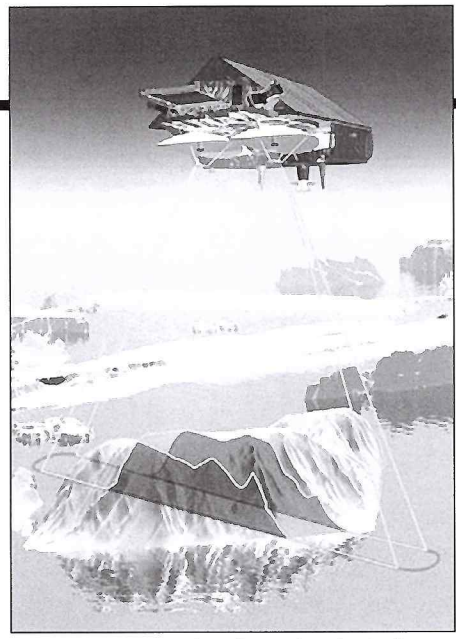
Podle výpočtů by nosnost rakety neměla přesáhnout pět až deset kilogramů. To poněkud kontrastuje s iránským prohlášením, že první družice Safir-313 (což je perzské slůvko „vyslanec") bude vážit dvacet kilogramů a následující satelity až čtyřikrát tolik. (I když této kapacitě se lze přiblížit vytvořením svazku několika identických prvních stupňů sloužících coby pomocné startovací bloky.) Každopádně ale tato nosnost těžko umožní vyslat na oběžnou dráhu jakékoliv složitější zařízení...

K nosným raketám se vztahuje také událost, k níž došlo v lednu 2005. Evropská kosmická agentura ESA a Rusko podepsaly dohodu o vypouštění ruských nosných raket Sojuz počínaje rokem 2007 z kosmodromu Kourou ve Francouzské Guayaně a o spolupráci při vývoji nových generací nosných raket.

Meziplanetární milníky

Ve vesmíru pracuje celá plejáda meziplanetárních průzkumníků, kteří sledují různé objekty v našem slunečním systému. Mezi nimi patří čestné místo automatům zkoumajícím rudou planetu. A mezi nimi jistě dvojici robotů Spirit a Opportunity, která byla vysazena na povrchu Marsu v lednu 2004. Předpokládalo se, že by zde měly pracovat zhruba tři měsíce – nicméně ještě v době psaní tohoto článku (počátek března 2005) oba roboty fungovaly na výbornou. Potkaly je sice drobné potíže, ale buď se je podařilo vyřešit nebo nebyly tak zásadní, aby ohrožovaly další průběh mise.

Spirit se v prvním čtvrtletí 2005 pohyboval v pohoří Columbia Hills, které je od místa jeho přistání v kráteru Gusev vzdáleno něco přes dva



Evropská družice CryoSat má podrobně zmapovat světové ledovce.

kilometry. Postupně se přitom snažil dostat na jeho nejvyšší bod, na kopec Husband Hill. Kdy jej dosáhne a kam se vydá následně, nebylo v době uzávěrky Kozmosu známé.

Robot Opportunity věnoval drtivou většinu roku 2004 průzkumu kráterů Eagle a Endurance. Rok 2005 pak zahájil průzkumem svého tepelného štítu, který jej chránil při průletu atmosférou Marsu a který krátce před přistáním odhodil. V jeho bezprostřední blízkosti pak nalezl železný meteorit. Opportunity následně pokračoval v cestě jižním směrem ke kráteru Vostok, přičemž o jeho výborném technickém stavu svědčí i fakt, že během jediného dne (19. února 2005) ujel 177,5 metru. Během tří dnů pak urazil 390 metrů. Pro připomenutí: NASA počítala s tím, že 600 metrů ujede každý robot během své CELÉ životnosti. Počátkem března 2005 přitom měl za sebou robot Spirit ujeto 4157 metrů a Opportunity 3014 m.

Na oběžné dráze kolem čtvrté planety Sluneční soustavy dále pracuje dvojice amerických sond Mars Global Surveyor (vypuštěná 1996) a Mars Odyssey (vypuštěná v roce 2001) i evropský Mars Express (start 2003). Právě evropský automat má před sebou významnou událost, když se na počátek května 2005 plánuje rozložení anténa MARSIS, což je dvojice dvacetimetrových prutových antén, díky nimž může „nahlížet" až několik kilometrů pod povrch planety (přesná

Hlavní palivová nádrž pro misi raketoplánu Discovery STS-114 byla do Kennedyho kosmického střediska dodána v lednu 2005. Díky novým technologiím by z ní neměly odpadávat kusy izolace, aby se nemohla opakovat zkáza raketoplánu Columbia.

hodnota závisí na aktuálním složení hornin v místě průzkumu). Pomocí radarových odrazů bude možné určit nejen složení podpovrchových vrstev, ale také zmapovat rozložení různých hornin.

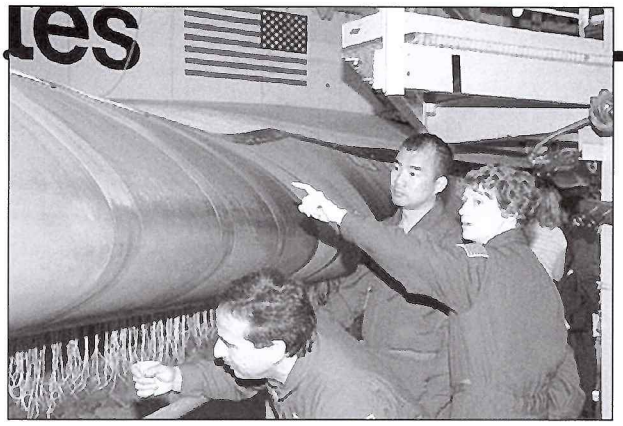
K Marsu by přitom měla v srpnu 2005 zamířit další sonda, americká Mars Reconnaissance Orbiter (MRO). Půjde o víceúčelové zařízení, které bude mít dva primární úkoly. Jednak bude poskytovat podpůrné služby pro budoucí výpravy (dlouhodobé detailní pozorování povrchu, zajištění vysokokapacitní komunikace, testování nových technologií) a jednak bude provádět přímý vědecký výzkum (studium povrchu a podpovrchových vrstev planety, sledování atmosféry plus samozřejmě mapování vody – v pevném, kapalném i plynném skupenství).

K vypuštění sondy MRO dojde v průběhu třítýdenního startovacího okna (začíná 10. srpna 2005) pomocí rakety Atlas-5 z mysu Canaveral. Po sedmiměsíční cestě (březen 2006) má být navedena sérií několika zážehů brzdících motorů na dráhu kolem cílové planety. Po skončení primární fáze mise se předpokládá, že od listopadu 2008 do prosince 2010 bude sonda MRO použita coby komunikační základna pro spojení s aparaturami na povrchu planety. NASA doufá, že by stanice mohla pracovat až do roku 2015, což by umožnilo zvýšit přenosovou kapacitu mezi Zemí a Marsem a zvýšilo vědecký přínos budoucích letů.

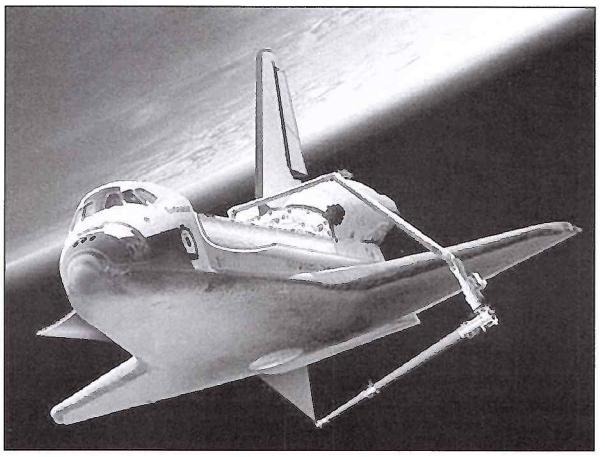
MRO bude zkoumat Mars pomocí šestice hlavních přístrojů, přičemž nejzajímavějším z nich je High Resolution Imaging Science Experiment (HRISE), optická kamera s vynikající rozlišovací schopností detailů menších než jeden metr na povrchu planety. S její pomocí má být zmapováno kolem jednoho procenta povrchu Marsu (více není možné kvůli obrovskému objemu dat, který bude nutné při tomto rozlišení poslat na Zemi). Jednak se zaměří na vyhledávání zajímavých oblastí pro přistání budoucích průzkumníků a jednak by nám tyto snímky mohly pomoci odpovědět některé otazníky kolem minulých ztracených výprav (Mars Polar Lander, Beagle-II aj.). Kamera má zároveň otestovat možnosti sledování budoucích přistávajících sond v reálném čase.

Ve svém zajímavém průzkumu planety Saturn pokračuje americká sonda Cassini, která v lednu 2005 provedla společně s evropským výsadkovým modulem Huygens unikátní průzkum jeho měsíce Titan. Bližší informace o této misi přinášíme na jiném místě Kozmosu. Sonda Cassini má v roce 2005 uskutečnit osm průletů kolem Titanu, dva kolem měsíce Enceladus a po jednom u měsíců Hyperion, Dione a Rhea. Jejich seznam i s daty jsme přinesli v Kozmosu 1/2005.

V lednu 2005 byla startem rakety Delta-2 z mysu Canaveral zahájena další mise z amerického programu Discovery („rychleji, lépe, levněji") pojmenovaná Deep Impact. Jejím cílem je vytvořit a prozkoumat kráter na kometě Tempel-1. Sonda Deep Impact se skládá ze dvou částí, které většinu mise pevně spojené. Až 3. července 2005 dojde k jejich rozdělení na sondy pracovně označované Flyby (Průletová) a Impactor (Zásahová). Cílem přitom je provést rozdělení na takové dráze, po které by Impactor doletěl do místa setkání s kometou. Nicméně



Astronauti z posádky Discovery STS-114 (zleva Charles Camarda, Sojči Noguči a velitelka Eileen Collinsová) si prohlížejí náběžnou hranu levého křídla raketoplánu Discovery. V těchto místech dostala nešťastná Columbia smrtelný „zásah".



Aby byla jistota, že tepelná ochrana raketoplánu není poškozena, bude při všech budoucích misích podrobně prohlédnuta. Speciální manipulátor umožní nahlédnutí i do míst, kam není z kabiny vidět.

kdyby se to přece jen nepovedlo a bylo potřeba provést korekci dráhy, má k dispozici palubní počítač, navigační aparaturu a především soustavu korekčních trysek.

Čtyřiadvacet hodin po rozdělení sondy dojde k dopadu 370 kilogramů těžkého Impactoru na povrch komety Tempel-1. Impactor ji zasáhne vzájemnou rychlostí 10,2 km/sec, což bude mít za následek vytvoření kráteru o očekávaném průměru přes 100 a hloubce 25 metrů. Při střetu obou těles bude uvolněna energie 19 GJ.

Impactor svým nárazem uvolní z kometárního jádra tisíce tun hmoty, což bude mít pro vědce dvojí přínos. Jednak budou moci tuto směs ledových částeček a prachu podrobně zkoumat, protože ji krátce ozáří sluneční paprsky (než se rozptýlí nebo dopadne zpět na komety). Ale především se přístrojům průletové části sondy otevře pohled do nitra komety – pohled, jaký by nám mohl dát mnoho odpovědí na otázky ohledně vzniku a vývoje Sluneční soustavy.

Na říjen 2005 je plánováno zahájení další evropské meziplanetární výpravy Venus Express. Podobnost jejího názvu se sondou Mars Express přitom není náhodná, protože tento průzkumník planety Venuše byl vyroben z náhradních dílů předchozí sondy. Venus Express dorazí k cíli v květnu 2006 a bude mít za úkol zkoumat planetu po dobu nejméně pěti set pozemských dnů.

Evropa má přitom ve vesmíru ještě jednu sondu: SMART-1 (vypuštěná v září 2003). Ta od listopadu 2004 krouží na oběžné dráze kolem Měsíce. Jejím hlavním úkolem je odzkoušení nových technologií vyvinutých pro budoucí mise, nicméně i tak by nám měla přinést mnoho zajímavého. Předpokládá se například, že pořídí fotografie přistávacích oblastí z programu Apollo, čímž by jednou provždy měla vyvrátit teorie o tom, že lidé na Měsíci vůbec nebyli. Snímkování přistávacích oblastí přitom není samoúčelné, protože má i technologické cíle – SMART-1 se pokusí na tato pevně daná místa zaměřit kameru v průběhu celého přeletu apod. Počátkem roku 2005 bylo oznámeno, že mise sondy nebude ukončena v srpnu 2005, jak se plánovalo, ale až o rok později.

V červnu 2005 má japonská sonda Musec-C alias Hayabusa dorazit k asteroidu 1998SF36/ Itokawa. Přitom svoji oběžnou dráhu upraví tak, aby se pohybovala v jeho bezprostřední blízkosti. Ještě před koncem roku se z něj pokusí odebrat vzorek horniny a vydat na cestu zpět k Zemi. Pokud půjde vše dobře, měla by se vzorky přistát v Austrálii v polovině roku 2007. Pro úplnost: další japonská meziplanetární sonda, už přes deset let odkládaná Lunar-A, neodstartuje ani v roce 2005, ale její vypuštění bylo opět odloženo, a to nejdříve na rok 2006.

Ve své cestě k cíli přitom v roce 2005 pokračují další meziplanetární sondy: Rosetta ke kometě Čurjumov/Gerasimenko (4. března proletěla kolem Země), Stardust (v únoru 2006 se má vrátit na Zemi se vzorky prachu z komety Wild-2) a Messenger (míří k Merkuru; v srpnu 2005 provede u Země gravitační manévr).

Družice, družice, družice

V roce 2005 by měly na oběžnou dráhu zamířit desítky komunikačních, zpravodajských, vědeckých, technologických a dalších družic. Nejzajímavější z nich budou:

CALIPSO – Společná americko-francouzská družice (Cloud-Aerosol Lidar and Infrared Pathfinder Satellite Observations) mající za cíl studovat vliv oblačnosti a aerosolů v atmosféře na změny zemského klimatu. Vypuštěna bude společně s družicí CloudSat (viz).

CloudSat – Americký satelit, který má pomocí radaru mapovat globální oblačnost – vertikální strukturu mraků a jejich vlastnosti. Vypuštění se plánuje na červen 2005 pomocí rakety Delta-2 z kosmodromu Vandenberg.

CryoSat – Evropská družice, která má přinést kompletní zprávu o stavu ledu a ledovců na zeměkouli. Pomocí radarového výškoměru SIRAL má zmapovat jeho zásoby především v polárních oblastech po dobu nejméně tří let. Její start se plánuje na červen 2005 pomocí rakety Rockot (kosmodrom Pleseck).

DART – jedná se o zkratku z anglického Demonstration for Autonomous Rendezvous Technology. Tato družice má být vypuštěna v dubnu 2005 (nebo později – její start je opakovaně již dlouhou dobu odkládaný) pomocí rakety Pegasus. DART je zařízení, které bude schopné provést autonomní operace směřující k lokalizaci a přiblížení k již existující družici MUBLCOM. Cílem mise je vyvinout technologie pro provádění automatických setkávacích manévrů na oběžné dráze.

Galileo – první dvě experimentální družice z připravovaného evropského navigačního systému Galileo má vynést na oběžnou dráhu ruská raketa Sojuz z kazachstánského kosmodromu Bajkonur v říjnu 2005.

Raketoplány znovu ve hře

Prvního února 2003 byl při přistávacím manévru po vědecké misi STS-107 zničen raketoplán Columbia a celá jeho sedmičlenná posádka zahynula. Od té doby americká kosmická flotila nelétá – nicméně se předpokládá, že právě v letošním roce by opět měla začít.

Raketoplán Columbia byl zničený úlomkem pěnové izolace, který při startu odpadl z hlavní palivové nádrže a který poškodil ochranný plášť raketoplánu na levém křídle. Ten jej chrání při přistávacím manévru. Rozžhavené plyny obklopující stroj při přistání pak pronikly do levého křídla, které zničily, což mělo za následek destrukci celého stroje.

Sedm měsíců přitom trvalo, než byla vypracována závěrečná zpráva komise CAIB (Columbia Accident Investigation Board). Tato obsahovala kromě jiného i doporučení, jak podobným neštěstím v budoucnu předcházet. Tato se týkala jednak zabránění odpadávání izolace z hlavní nádrže v průběhu startu a jednak metod, s jejichž pomocí by bylo možné poškozený ochranný plášť raketoplánu přímo na oběžné dráze opravit.

Pokud se nestane nic mimořádného, měl by první raketoplán po zkáze Columbie zamířit do vesmíru v průběhu letošního května. Přesněji: startovací okno se otevírá od 15. května do 3. června 2005.

Mise Discovery STS-114 se zúčastní sedm astronautů: velitelka Eileen Collinsová, pilot James Kelly, letoví specialisté Stephen Robinson, Andrew Thomas, Wendy Lawrencová, Charles Camarda a Sojči Noguči (jediný neamerický člen posádky – Japonec). Cílem letu RTF-1 (Return To Flight) je dopravit na mezinárodní kosmickou stanici zásoby a krom toho otestovat metody opravy poškozeného ochranného pláště přímo ve vesmíru.

NASA počítá i s možností, že Discovery bude – podobně jako Columbia před dvěma lety – při startu poškozen a že se nebude schopen vrátit zpět na Zemi. V takovém případě by jeho posádka zůstala na mezinárodní kosmické stanici a narychlo by byla připravena záchranná mise raketoplánu Atlantis s označením STS-300. Atlantis se čtyřčlennou posádkou by startoval už v polovině června.

Pokud ale první mise RTF-1 proběhne bez potíží, má 12. července vzlétnout další raketoplán k misi RTF-2. Atlantis STS-121 má v podstatě zopakovat předchozí výpravu stroje Discovery,

protože stanice ISS po velmi dlouhé době zásobování pouze ruskými pilotovanými loděmi Sojuz a nákladními družicemi Progress potřebuje doplnit zásoby jako sůl. V době uzávěrky tohoto Kozmosu bylo jmenováno šest ze sedmi astronautů: velitel Steven Lindsey, pilot Mark Kelly a letoví specialisté Michael Fossum, Lisa Nowaková, Piers Sellers a Stephanie Wilsonová (všichni USA). Sedmým členem posádky se má stát buď americká letová specialistka Tracy Caldwellová nebo německý astronaut Thomas Reiter. Pokud volba padne na Němce, zůstane na ISS na dlouhodobé misi (sedm měsíců) nejméně do února 2006. Tím by se po dlouhé době počet členů posádky stanice rozšířil na tři.

Dopadnou-li oba lety RTF dobře, pak by v prosinci 2005 měl do vesmíru opět zamířit raketoplán Discovery k montážnímu letu STS-115. V nákladovém prostoru stroje bude umístěna další část příhradového nosníku mezinárodní kosmické stanice ITS (Integrated Truss Structure) P3/ P4, který bude připojený na již stávající část nosníku na levou stranu ve směru letu (stanice má „zadní" část v oblasti ruského segmentu, „přední" v oblasti amerických modulů). Na nové části příhradové konstrukce budou také rozevřena dvě nová křídla panelů slunečních baterií. A jen pro pořádek posádka: velitelem bude Brent Jett, pilotem Christopher Ferguson a letovými specialisty Daniel Burbank, Stefanyshin Heidemarie-Piperová, Joseph Tanner (všichni USA) a Steven MacLean (Kanada).

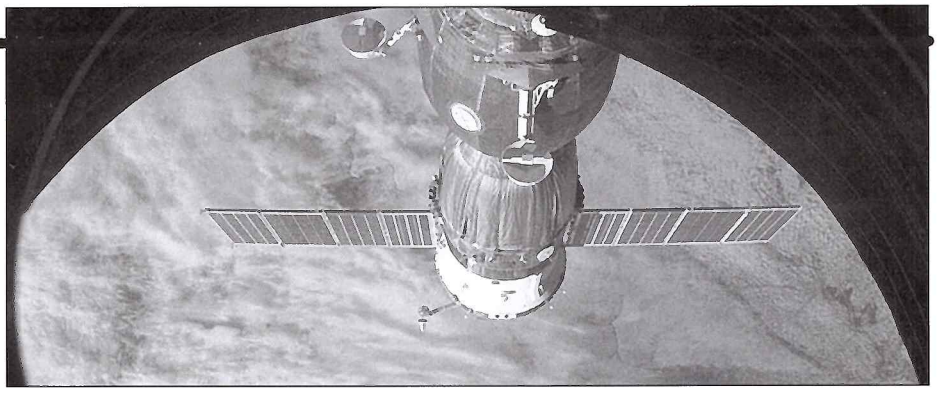
Mezinárodní kosmická stanice

Provoz a především výstavba stanice ISS jsou už třetím rokem tvrdě poznamenány přerušením provozu americké kosmické flotily. Nicméně optimistické světlo na konci tunelu už začíná být vidět, neboť raketoplány by se měly v dohledné době vrátit do provozu – viz výše.

Příchod roku 2005 přivítala na palubě ISS dvoučlenná desátá základní posádka ve složení Leroy Chiao (USA) – Saližan Šaripov (Rusko). Kromě základní údržby komplexu měli v náplni práce přijetí zásobovací družice Progress M-52 (březen 2005) a dva výstupy do otevřeného prostoru (první realizovaný 26. ledna, druhý plánovaný na 28. března).

V průběhu dubna 2005 by je měla vystřídat rusko-americká dvojice Sergej Krikaljov-John Phillips (jedenáctá základní posádka). Ta přiletí v lodi Sojuz TMA-6 (start 15. dubna 2005), přičemž na oběžnou dráhu je doprovodí a s minulou posádkou se po krátké návštěvě ISS vrátí italský kosmonaut Roberto Vittori. Krikaljov a Phillips by měli přivítat posádky raketoplánů STS-114 a –121 (v rámci druhé z nich možná „dostanou" i třetího člena posádky Thomase Reitera z Německa – viz výše) a dále dvě bezpilotní zásobovací lodě Progress M1-12 a M1-13 (červen a srpen 2005).

V září 2005 se pak má k ISS vydat Sojuz TMA-7 s další (dvanáctou) posádkou. V době uzávěrky Kozmosu nebyla oficiálně jmenována, nicméně předpokládá se, že to bude dvojice Valerij Tokarev a William McArthur. Tito měli letět už coby devátá základní posádka v roce 2004, ale zdravotní potíže amerického člena ji dočasně diskvalifikovaly z přípravy. Pokud se Thomas Reiter nevydá na ISS už při letu raketoplánu STS-121, pak přiletí s touto posádkou. Trojice Tokarev – McArthur – Reiter by tak měla zůstat na ISS do roku 2006 (předtím má ještě v prosinci 2005 přijmout raketoplán Discovery STS-115 a nákladní loď Progress M1-14).



Přes dva roky zajišťovaly střídání posádek na ISS jen ruské dopravní lodě – na snímku Sojuz TMA-5, který u stanice zakotvil na podzim 2004.

Stanice ISS se ale v roce 2005 nedočká příletu evropské zásobovací lodi ATV Jules Verne, kterou měla v říjnu vynést do vesmíru raketa Ariane-5. Její start byl totiž odložen na počátek roku 2006.

Druhý čínský pilotovaný

V říjnu 2003 dokázala Čínská lidová republika jako třetí země světa (po Sovětském svazu a Spojených státech) vyslat na oběžnou dráhu vlastní kosmickou loď s člověkem na palubě. Prvním čínským kosmonautem se tehdy stal v rámci mise Shen Zhou-5 pilot Jang Li-wej.

Přestože od té doby uplynulo už hodně času, na druhou pilotovanou čínskou misi stále marně čekáme. Znamená to snad, že Čína se nabažila pilotované kosmonautiky a po úspěšném letu ji opustila? To v žádném případě. Ostatně, kdyby toto měla v úmyslu, tak by asi nevyvíjela tak komplexní loď, jakou Shen Zhou bezesporu je. Má rozsáhlé manévrovací schopnosti, univerzální použití (vědecká platforma, výstupy do otevřeného prostoru, doprava posádek na kosmické stanice apod.), může létat až s tříčlennou posádkou apod.

Proč tedy dosud čekáme na druhý čínský pilotovaný let? Důvodů je několik. První z nich je ten, že Čína chtěla nejprve důkladně vyhodnotit data získaná při prvním letu než přikročí ke druhému. A tak se s montáží lodi Shen Zhou-6 začalo až v březnu 2004 – tedy pět měsíců po letu prvního čínského kosmonauta. Přitom její kompletace trvá cca půldruhého roku. (Dobrou zprávou je, že souběžně s ní bylo přikročeno k montáži lodi Shen Zhou-7 a přípravným pracím na „osmičce", takže na další čínské pilotované lety bychom nemuseli čekat tak dlouho.)

Dalším důvodem velké přestávky mezi prvním a druhým čínským pilotovaným letem je fakt, že Čínu netlačí čas. Její úspěch jí nikdo nevezme a nikdo jí nedýchá na záda. Ostatně, pro čínské představitele je důležité prezentovat se raději menším počtem úspěšných kosmických letů než větším množstvím s určitým procentem nezdarů... A konečně si musíme uvědomit, že v Číně stále ještě funguje plánované hospodářství a že na pětiletku 2001 až 05 bylo stanoveno uskutečnění právě dvou pilotovaných letů. (V rámci úplnosti ale dodejme, že s pilotovaným letem se počítalo až u Shen Zhou-6 – ale díky mimořádně dobrým výsledkům prvních čtyř bezpilotních lodí bylo přijato rozhodnutí program uspíšit.)

V září nebo říjnu 2005 bychom se tak měli dočkat druhého čínského pilotovaného letu. Přestože se připravuje v atmosféře značného utajení, některé podrobnosti jsou veřejně známé. Třeba to, že se jej zúčastní dva kosmonauti a že bude trvat alespoň pět dní. V Číně se nyní připravuje pět párů vhodných kandidátů (původně jich bylo sedm, ale dva byly z nějakého důvodu eliminovány), přičemž asi měsíc před startem budou z přípravy vyřazeny dva nejslabší. Až den nebo dva před startem pak bude ze tří dvojic vybrána posádka, která se zúčastní letu. Mezi deseti kandidáty ve výcviku je i první čínský kosmonaut Jang Li-wej, nicméně je nepravděpodobné, že by byl k letu do vesmíru vybrán opět on. Pro Čínu se totiž stal národním hrdinou, takže by asi jen těžko byl jeho život riskován při další cestě do vesmíru...

Na Měsíc, na Mars a dále

V lednu 2004 vyhlásil americký prezident George Bush Jr. novou vizi americké kosmonautiky, která je nejčastěji charakterizována slovy „na Měsíc, na Mars a dále". Nové vizi se věnujeme v Kozmosu v samostatném seriálu, který vycházel v číslech 4 až 6/2004 a 1/2005 a který bude dokončen v čísle příštím.

Rok 2005 každopádně bude důležitý i z hlediska této „vize". Důvodem je jednak schvalování nového rozpočtu NASA na rok 2006 (kde se ukáže, nakolik jsou nastolené plány reálné – tedy podložené reálným finančním zajištěním) a jednak skutečnost, že by v případě některých projektů mělo být přikročeno k fázi realizace.

Na počátku března 2005 tak NASA zveřejnila Request for Proposal (Požadavek na podání návrhu) ohledně koncepce nové kosmické lodi CEV (Crew Exploration Vehicle) alias Constellation. V září 2005 pak hodlá oznámit výběr dvojice vítězných návrhů, kdy dva dodavatelé mají do konce roku 2008 připravit zkušební prototyp svého návrhu. Tím prokáží jeho životaschopnost i to, nakolik jsou schopni dostát svým závazkům (např. přislíbené ceně či technickým parametrům). Poté bude vybraný jeden z návrhů coby vítězný – a nejpozději v roce 2014 má loď Constellation zamířit na oběžnou dráhu s astronauty na palubě.

Na rok 2005 také NASA přislíbila zveřejnění prvních informací o tom, jakým způsobem plánuje návrat astronautů na Měsíc před rokem 2020 a jakou techniku pro toto hodlá použít.

TOMÁŠ PŘIBYL

Foto: NASA a archív autora

Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy
STIKOVÁ HVĚZDÁRNY NA PETŘÍNĚ
Praha 1, Petřín 205

Jiří Grygar

Žeň objevů 2003

Veličiny v jednotkách hmotnosti Slunce jsou značeny M_O, L_O, R_O.

1. Sluneční soustava

1.1. Planety sluneční soustavy

1.1.1. Merkur a Venuše

První **přechod Merkuru** přes Slunce ve XXI. stol. byl pozorován za příznivého počasí jak v Evropě (v dopoledních hodinách středoevropského letního času) tak i na Dálném východě a v Austrálii 7. května 2003. Celý úkaz trval přibližně 5 a 1/4 h. Během století se obvykle pozoruje 13 přechodů Merkuru; nejbližší další bude pozorovatelný z oblasti Pacifiku na přelomu 8. a 9. listopadu 2006. Moderní prostředky však umožňují sledovat i přechody vnitřních planet sluneční chromosférou; např. 16. listopadu 2045 bude Merkur procházet jen 6% slunečního poloměru nad hranicí sluneční fotosféry a 3. června 2020 projde Venuše ve vzdálenosti 1,38 R_O od středu Slunce, tj. rovněž chromosférou. A. Correia aj. se věnovali odhalení příčiny, proč Venuše rotuje retrográdně a navíc extrémně pomalu, neboť jedna otočka kolem osy ji trvá 243 dnů, zatímco oběh kolem Slunce jen 225 dnů. Ukázali, že Venuše se nachází v chaotické zóně sluneční soustavy, kde je rotace planety výrazně ovlivňována gravitačními poruchami od ostatních planet. Pak může být podle příslušných numerických simulací vyvolána **retrográdní rotace Venuše** dokonce dvěma různými způsoby. Buď se samotná osa rotace překlopí a pak se rotace začne silně brzdit, anebo zůstává osa rotace stálá, ale rychlost rotace se zcela zabrzdí a následně se planeta začne otáčet velmi pomalu v retrográdním směru. Do hry sil zde vstupuje jednak mimořádně hustá atmosféra planety a dále slapové točivé momenty a rozličné rezonanční jevy.

C. Cooková aj. srovnávali četnost dvojitých impaktních kráterů na Venuši a na Zemi. Z 28 pozemských kráterů s průměrem nad 20 km je zhruba osmina dvojitých, což znamená, že na Zemi docela často dopadají páry planetek. Venuše má však jen něco přes 2% **párových kráterů**, ale autoři se domnívají, že jde o výběrový efekt, vyvolaný hustou atmosférou Venuše; tj. že i na Venuši dopadají páry planetek v témže poměru jako na Zemi.

1.1.2. Země – Měsíc

1.1.2.1. Nitro, povrch a atmosféra Země

M. Bizzarro aj. ukázali, že akrece Země z planetesimál trvala jen 30 milionů let, neboť to vyplývá ze zastoupení izotopů ^{176}Lu a ^{176}Hf v obyčejných chondritech. Zatím nejpřesnější hodnota **stáří sluneční soustavy** vychází na (4 567,2 ±0,6) mil. roků, což nezávisle potvrdil též S. Jacobsen, který se dokonce domnívá, že Země se poskládala za pouhých 10 mil. roků a po dalších 30 mil. let do ní narazil Praměsíc. Podle C. Münkera aj. se srážka s Praměsícem odehrála před 4 533 mil. lety, když právě končila výstavba jádra a pláště Země. Je proto otázkou dohody, kterou událost označíme jako počátek existence Země.

G. Caro aj. se domnívají na základě studií zastoupení izotopů ^{146}Sm (s dlouhým poločasem rozpadu) a ^{142}Nd (stabilním produktem rozpadu Sm), že k chemické diferenciaci nitra Země došlo během první stovky milionů let po vzniku sluneční soustavy. **Výstavba Země** skončila již před 4,46 mld. let, takže nejstarší známé horniny v oblasti Isua v záp. Grónsku jsou vlastně poměrně mladé – vznikly nanejvýš před 3,8 mld. let. Víceméně souvislé geologické údaje však máme až za poslední 2,5 mld. Ačkoliv v té době byl na Zemi již rozšířen jednobuněčný mikroskopický život, k pravé **explozi vyšších a makroskopických organismů** došlo dramaticky rychle na počátku druhohor (kambria) před 542,0 mil. let – stačilo k tomu méně než milion let a od té doby se pestrost forem života až do dneška už příliš neměnila. Jak uvádí L. Mayo, jsou dobré důkazy o tom, že před 500 mil. lety trval sluneční den na Zemi pouhých 22 h. Z měření kosmickým radarem SRTM vyplynulo, že Jižní Amerika se oddělila od Afriky před 130 mil. lety a v současné době se pod jihoamerickou desku podsouvá deska karibská.

Dlouhodobý geologický průzkum naznačuje, že Země se v posledních 43 mil. let převážně ochlazovala. Nejstarší doložené **epochy ochlazování** spadají do doby před 2,90 a 2,25 mld. let. Další ochlazování pak proběhla před 950, 520, 440 a 300 mil. let. Velkou pozornost geologů budí probíhající vrt do ledového příkrovu Antarktidy, kde bylo v r. 2003 dosaženo hloubky 3,2 km, což odpovídá stáří ledu 750 tis. roků. Přitom vzorky ledu z doby před 450 tis. lety jsou vědecky nejcennější, neboť v té době byly parametry dráhy Země prakticky shodné se současnými.

Jak shrnul W. Reimold, ve XX. stol. proběhly dvě revoluce v nazírání na geologický vývoj Země. První se týká koncepce **deskové tektoniky**, jež dlouhodobě mění tvářnost zemského povrchu. Druhá pak souvisí s uznáním přetvářením zemského povrchu **impakty** obřích meteoritů resp. planetek a využitím srovnávací planetologie těles sluneční soustavy s pevným povrchem zásluhou rozvoje kosmonautiky. Podle D. Hughese je na Zemi průměr impaktního kráteru 8 – 16krát větší než průměr dopadnuvší planetky. Energie dopadu pak závisí na 2,6. mocnině průměru kráteru, přičemž 1 km kráter odpovídá energii řádu 10^{18} J (250 Mt TNT).

Zatímco ještě v 60. letech XX. stol. bylo na Zemi rozpoznáno jen 20 velkých **impaktních kráterů**, v současné době jich známe už 170. Největší z nich jsou krátery Vredefort v Jižní Africe starý 2,0 mld. let o průměru 300 km a Sudbury v Kanadě starý 1,85 mld. let o průměru 250 km. V okolí prvního se vytěžila asi polovina všeho zlata a velké množství uranu; kolem druhého jsou zase významné zásoby niklu. Při dopadech kosmických projektilů rychlostí až 72 km/s dosahují tlaky v místě výbuchu hodnot až 100 GPa a teploty až 10 kK, což jedinečným způsobem přetváří minerály i horniny. Stále však není úplně jasné, zda to byly impakty planetek, které přinesly na Zemi **vodu**, jíž je dnes v oceánech $1{,}5.10^{21}$ kg. Nejvodnatější řekou na Zemi je Amazonka.

Není vyloučeno, že v tomto století přijde další revoluce, pokud se podaří zkoumat **nitro Země** pomocí neutrin, jak již v r. 1984 navrhli L. Krauss aj. V japonském experimentu KamLAND se totiž nedávno podařilo za 6 měsíců zaznamenat 9 antineutrin, která přišla z nitra Země. Uvnitř Země probíhá, jak známo, rozpad radioaktivních izotopů uranu, thoria a draslíku, které produkují geotermální energii o příkonu 40 TW (to odpovídá výkonu 10 tis. velkých jaderných elektráren) a tento rozpad vede též ke vzniku antineutrin. Již v r. 1980 navrhli A. de Rujula aj., aby se slunečních neutrin využilo k **tomografii zemského nitra**, což by navíc umožnilo hledat efektivně ložiska ropy. A tak se možná v průběhu první poloviny tohoto století dočkáme ponorky s neutrinovým detektorem, která bude brázdit dna oceánů a měřit kolísání četnosti geoantineutrin...

T. Neubert shrnul dosavadní poznatky o dosud téměř neznámých **optoelektrických jevech** ve vysoké atmosféře Země. Poprvé

o nich referovali v r. 1990 R. Franz aj., kteří rok předtím snímkovali červené „skřítky" (angl. *sprites*) v ionosféře ve výškách 60 – 100 km a modré kroužky „diblíky" (angl. *elves*) ve výšce 90 km nad zemí. Tehdy se ještě o reálnosti jevů, jež většinou souvisejí s mohutnými bouřkovými mraky sahajícími až do stratosféry, vážně pochybovalo. Dnes se už ví, že **skřítci** ve tvaru kořene a natě mrkve trvají jednotky až stovky milisekund a vznikají z elektrického pole, jež se prostírá od kladně nabitého bouřkového mraku až do výšky 90 km. V této výšce je atmosféra vodivá a skřítek se zkratuje. Na rozdíl od blesků jsou vodivé kanály skřítků jen slabě ionizovány a dosahují teplot až 30 kK.

Porovnání s měřením na družici Compton naznačilo, že skřítky vyvolává průlet spršky energetického kosmického záření atmosférou Země. **Diblíci** mají tvar svítících prstenů, které se ohřívají elektromagnetickým impulsem od zvlášť mohutných blesků. Podle V. Paska dosahuje průměr prstenů až 300 km. Zatímco skřítci směřují z ionosféry dolů, objevili H. Su aj. při pozorování v Japonsku a v Antarktidě v červenci 2002 také **obří modré výšlehy** (angl. *giant blue jets*), letící z bouřkových mraků nahoru až do ionosféry rychlostí cca 100 km/s. Na Zemi probíhá nepřetržitě kolem 2 tis. bouřek, které produkují až 100 bleskových výbojů za sekundu. Špičkový výkon elektromagnetických impulsů dosahuje až 20 GW, což měřitelně ohřívá ionosféru ve výškách 60 – 120 km nad Zemí.

Zemská atmosféra může sloužit i jako dopravní prostředek. V r. 2003 se podařilo prokázat, že prach zvířený nad čínskou pouští Takla Makan urazil za 10 dnů vzdálenost 20 tis. km a byl zachycen a identifikován ve Francouzských Alpách. Obří erupce na Slunci koncem října 2003 vyvolaly v našich zeměpisných šířkách dvě velké **polární záře** v ranních hodinách 29. 10. a večerních hodinách 30. 10. Rychlost slunečního větru tehdy dosáhla rekordních 2050 km/s. Americký astronaut E. Lu si všiml při vizuálním sledování tří polárních září v červenci, září a říjnu 2003 ze stanice ISS – tedy „shora" z výšky 380 km – že se v nich vyskytují kratičké záblesky o jasnosti hvězd 0 mag, jejichž povaha je zatím neznámá.

1.1.2.2. Meteority

Před půlnocí místního času dne 26. března 2003 vystrašilo obyvatele **Park Forest** (jižního předměstí Chicaga) meteoritické bombardování, když jasnost bolidu byla srovnatelná se Sluncem a sonický třesk byl slyšitelný až v západní Kanadě. Městečko bylo doslova zasypáno stovkami úlomků meteoritu v dopadové elipse o šířce několika km a délce 10 km. Minimálně 6 střech domů a 3 zaparkovaná auta byla poškozena, ale nikdo nebyl zraněn. Největší nalezený úlomek o hmotnosti 3,5 kg udělal díru ve střeše domu, kterým proletěl až do suterénu, kde se odrazil a skončil na stole. Další úlomek rozbil v jiném domě okno a roztříštil zrcadlo v ložnici těsně vedle spícího chlapce. Během týdne se podařilo posbírat na 18 kg úlomků. Vesměs šlo o obyčejné chondrity typu L5. Vstupní průměr tělesa o hmotnosti asi 20 t se odhaduje na 2 m.

P. Spurný aj. uveřejnili další výsledky zkoumání meteoritu **Neuschwanstein**, jehož úlomky dopadly na Zemi 6. dubna 2002 v oblasti Tyrolských Alp. Autoři odhadli jejich celkovou hmotnost na 20 kg; dosud se podařilo nalézt v obtížném horském terénu tři úlomky o úhrnné hmotnosti 6,2 kg, které se nacházely v okruhu do 800 m od vypočteného ideálního místa dopadu téměř přesně na hranici Německa a Rakouska. Úlomky patří k typu enstatitu EL6 a byly na rozdíl od příbramského meteoritu vystaveny expozici ve volném kosmickém prostoru po dobu plných 48 mil. let, zatímco příbramské meteority jen 12 mil. roků Autoři dále soudí, že v příslušném meteoritickém proudu se nachází asi miliarda větších objektů, neboť mateřské těleso mělo před rozpadem průměr asi 300 m.

Počet rozpoznaných meteoritů z **Měsíce**, resp. z **Marsu** dosáhl 27, resp. 30, což je vlastně nepochopitelné, jelikož z počtu pravděpodobnosti vyplývá, že měsíčních by mělo být asi o dva řády více. Patrně zde hraje roli výběrový efekt, protože meteority z Měsíce dopadnou na Zemi v průměru za 10 tis. roků od chvíle vymrštění z Měsíce, kdežto z Marsu jim to trvá v průměru stokrát déle. Je však též možné, že Mars byl vystaven podstatně většímu bombardování planetkami než Měsíc. S. Děmidovová aj. zkoumali v poušti nalezený meteorit **Dhofar 287B**, který pochází z měsíčního regolitu a představuje brekcii o stáří 3,46 mld. roků. Jde o bazalt typický pro měsíční moře a tudíž vyvřelou horninu i jasný doklad, že na Měsíci v té době byly činné sopky. D. Barber a E. Scott určili stáří proslulého meteoritu z Marsu **ALHA 84001** na 4,4 mld. roků. Meteorit byl vymrštěn z Marsu při dopadu planetky před 4,0 mld. let. A. Brearley ukázal, že zrnka magnetitu, vydávaná původně za známku života, vznikla při impaktním tavení o teplotě 900 °C. M. Laurenziová aj. určovali **stáří vltavínů** a zjistili reálný rozptyl jejich vzniku v období před 14,0 – 15,3 mil. lety. Vzorky z jižních Čech a západní Moravy dávají stáří (14,34 ±0,08) mil. roků, což přesně odpovídá stáří impaktních kráterů Riess v Německu. Další pole tektitů se nacházejí pouze v Severní Americe, na Pobřeží slonoviny a v Australasii, takže se zdá, že při impaktech meteoritů dochází k jejich vzniku jen za splnění dalších dosud nezjištěných podmínek.

Do konce r. 2002 se ocitlo ve světových muzeích už **37 tis. meteoritů**; z toho plných 30 tis. pochází z nalezišť v Antarktidě, kde je jednak unáší drift ledovce směrem k oceánu a jednak se v morénách působením větru obnažují na povrchu ledovce. K. Tomeoka aj. a G. Matrajt aj. odhadli **roční přírůstek hmoty Země** díky meteoritickému prachu (s průměrem zrnek pod 2 mm) na 30 tis. t.

V r. 2003 si odborná veřejnost připomněla dvousetleté výročí rozpoznání **kosmického původu** meteoritů. Jak uvádí C. Cunningham, do r. 1768 se považovalo za jisté, že meteority jsou pozemského původu – mělo jít o kameny, zasažené bleskem. Ještě v r. 1791 se blamovala francouzská Akademie věd, když odmítla přijmout zprávu 300 očitých svědků meteoritického bombardování u obce **Barbotan** dne 24. 7. 1790 a chemik C. Berthollet vyslovil politování, že vesnice má tak pověrčivého starostu. Další slavný chemik A. Lavoisier dokonce prohlásil, že „kameny nemohou padat z nebe, protože v nebi nejsou kameny". (Není vyloučeno, že tyto názory ovlivnila vypjatá atmosféra právě probíhající Velké francouzské revoluce, která – jak známo – zahubila v r. 1794 také Lavoisiera; pozn. JG.)

Situace se však poměrně brzo začala měnit především zásluhou německého fyzika E. Chladniho, jenž zkoumal balvan o hmotnosti přes 0,5 t, který dopadl v Rusku a zásluhou P. Pallase byl v 70. letech 18. stol. převezen do Petrohradu. Chladni v r. 1794 ukázal, že balvan nemůže být vulkanického původu, protože zjistil, že úlomky nejsou zoxidovány. Vyslovil domněnku, že pocházejí z kosmických těles ve sluneční soustavě, která nemají atmosféru a tím předjal objevy prvních planetek, k nimž došlo na počátku 19. stol. Rozhodující zvrat pak přineslo další meteoritické bombardování v blízkosti městečka **larcminAigle** v sev. Francii 26. dubna 1803, když zprávy očitých svědků shromáždil a Akademii předložil známý fyzik J. Biot a ctihodní akademici uznali svůj

předešlý omyl. Jak připomíná M. Gradyová, dnes má výzkum meteoritů klíčový význam pro studium vývoje planetárních soustav, hvězd i celých galaxií!

1.1.2.3. Kosmické katastrofy na Zemi

C. Cooková aj. zjistili, že 10 – 15 % impaktních kráterů s průměrem nad 20 km na Zemi je dvojitých, takže nebezpečné planetky poměrně často přilétají v párech, což velmi ztíží obranu proti případným srážkám s křižujícími planetkami v budoucnosti. Na Venuši je zastoupení **dvojitých kráterů** šestkrát nižší, ale za to může spíše výběrový efekt podstatně hustší atmosféry než rozdíl v populaci párů planetek pro menší vzdálenosti přísluní. Současné odhady hovoří o tom, při současné efektivitě hledání křižujících planetek budeme znát dráhy 90 % křížičů s průměrem nad 1 km do r. 2008. Podle J. Stuarta a R. Binzela dochází ke střetu Země s takovými tělesy v průměru jednou za 600 tis. roků. Následky pro pozemský život jsou přirozeně strašlivé, takže je v bytostném zájmu lidstva takovým srážkám účinně předcházet. Potenciální nebezpečí však představují i křižující menší tělesa s průměrem nad 140 m, která by při nárazu dokázala zcela zničit velkoměsto, popř. vyvolat ničivé vlny cunami. Jejich počet se odhaduje na 120 tis. a odtud vyplývá průměrný interval mezi takovými srážkami 10 tis. roků. Kdyby se i tato tělesa měla dohledat, bude to trvat dalších 20 roků za relativně levný peníz 400 mil. dolarů.

Jak uvedli J. Borovička aj., ke křížičům fakticky patří i **meteorit Morávka** z r. 2000, který se pohyboval v kosmu jako samostatné těleso po dobu zhruba 7 mil. roků, přičemž ještě před 5 mil. lety měl přísluní ve vzdálenosti pouhé 0,1 AU. Díky komplexnímu sledování ze Země i ze špionážních družic jde dnes především zásluhou českých astronomů o historicky vůbec nejlépe dokumentovaný pád meteoritu. Dosud bylo sice zaznamenáno asi 800 pádů, ale jen v 6 případech jsou známy dobré dráhy bolidů v atmosféře i původní dráhy těles ve sluneční soustavě; z toho právě polovina (Příbram, Morávka, Neuschwanstein) byla určena odborníky z Ondřejova.

S. Ward a E. Asphaug modelovali **dopad planetky 1950 DA** do Atlantiku, k němuž by s pravděpodobností 0,3% mohlo dojít 16. 3. 2880. Planetka o průměru 1,1 km by se srazila se Zemí rychlostí 17 km/s a vyhloubila by ve dně oceánu kráter o průměru 17 km a hloubce 5 km, přičemž by se uvolnila energie 60 Gt TNT (240 EJ; tj. bratru desetinásobek celosvětového arzenálu jaderných zbraní). Bezprostředním následkem by bylo obrovité cunami, které by dospělo k východnímu pobřeží USA a západnímu pobřeží Evropy během nějakých dvou hodin s výškou vlny 120 m, jež by smetla vše nejméně do vzdálenosti 4 km od břehů. Podle P. Blanda a N. Artěmijevové začíná **riziko obřích cunami** pro kosmické projektily o velikosti nad 200 m, které se srážejí se Zemí v průměru jednou za 170 tis. let, přičemž ničivá energie nárazu dosahuje řádu 1 Gt TNT (4 EJ). Známý **Barringerův kráter** v Arizoně vznikl dopadem kovového meteoritu o průměru necelých 50 m, jenž se střetl se Zemí rychlostí 11 km/s a vyhloubil kráter o průměru 1,2 km a hloubce asi 200 m. Energie uvolněná nárazem dosáhla hodnoty 20 Mt TNT (80 PJ).

N. Gehrels shrnul modelové výpočty ohrožení života na Zemi při **výbuchu blízké supernovy**, která by zaplavila Zemi jednak zářením gama a jednak kosmickými paprsky. Ty pak rychle zničí ozonovou vrstvu, pokud supernova vybuchne blíže než 8 pc od Země, což se v průměru stává jednou za 1,5 mld. let. Výbuchy supernov (resp. zábleskových zdrojů záření gama) proto nemohou být příčinou pěti velkých vymírání organismů v posledních 500 mil. let. Podle B. Schmitze aj. existují dobré geochemické důkazy pro velkou srážku s planetkou před 480 mil. lety (**střední ordovik**) na základě studia vápencových usazenin v moři u jižního Švédska. Sama srážka byla následkem rozpadu většího tělesa v pásmu planetek a jeho pozůstatkem je dnešní rodina planetek Flora.

K dalšímu velkému vymírání došlo před 380 mil. lety (**střední devon**) a podle B. Ellwooda aj. i v tomto případě existují geochemické důkazy o pádu velké planetky, získané při studiu usazenin z Maroka. Také jedno z největších vymírání na **rozhraní permu a triasu** (P/T) před 251 mil. lety bylo téměř určitě způsobeno dopadem planetky, jak se potvrzuje nálezy meteoritů v Antarktidě. Podle B. Ivanova a H. Meloshe nemohly impakty planetek vyvolat následný vulkanismus na Zemi, neboť k tomu by musely mít impaktní krátery průměr minimálně 500 km v oceánu a dokonce 1200 km na souši. Z toho důvodu zřejmě příčinně nesouvisí mimořádně mohutná vulkanická epizoda v oblasti Deccanských desek v Indii, která se navíc odehrála asi o půl milionu let dříve, než došlo k masovému vymírání po dopadu planetky Chicxulub na **rozhraní křídy a třetihor** (K/T).

G. Gončarov a V. Orlov zjistili, že k **velkým vymíráním** dochází v době, kdy Slunce při oběhu centra Galaxie prochází galaktickou rovinou. Domnívají se, že to souvisí s většími gravitačními poruchami vyvolanými větším počtem mezihvězdných mračen právě v této rovině. Díky častějším poruchám pak na Zemi dopadá více planetek. Nejhorší vymírání (59% druhů) se odehrálo v epoše P/T, následováno vymíráním K/T (42% druhů). C. Belcherová aj. však zjistili, že vymírání K/T nepředcházely rozsáhlé požáry vegetace, jak se dosud soudilo z modelových výpočtů důsledků obřích impaktů. A. Melosh aj. tvrdí, že vymírání před 443 mil. lety (**konec ordoviku**), při němž mj. vyhynuli trilobiti, nezpůsobil pád planetky, ale blízké vzplanutí gama (GRB), které zničilo atmosférický ozón a vedlo k produkci jedovatého NO_2.

1.1.2.4. Měsíc

B. Burattiová a L. Johnsonová objevily na podrobných snímcích Měsíce, pořízených sondou Clementine v r. 1994 a sondou Lunar Orbiter v r. 1967 **mladý impaktní kráter** o průměru 1,5 km. Poloha kráteru (2,3° z.d.; 3,9° s.š.) dobře souhlasila se světelným zábleskem o trvání 8 s, který 15. 11. 1953 pozoroval v Oklahomě americký astronom-amatér L. Stuart vizuálně i fotograficky na neosvětlené části Měsíce. Odtud usoudily, že Stuart pozoroval dopad tělesa o průměru asi 20 m, které vyhloubilo zmíněný kráter. Překvapující koincidenci však rychle vyvrátila prohlídka archivních snímků Měsíce, pořízených 2,5m reflektorem observatoře Mt. Wilson již v r. 1919 – ten čerstvý kráter je tam zřetelně viditelný, což nezávisle potvrdil také snímek Crossleyho reflektorem z r. 1937. Dalším problémem je délka záblesku, protože zkušenosti s dopady Leonid na Měsíc ukazují, že záblesky impaktů trvají jen milisekundy. Podle J. Meloshe by 8s záblesk znamenal, že impaktní kráter by musel mít v průměru asi 80 km. Stuartovo pozorování tak zůstává záhadou a protože původní snímek se ztratil (Stuart zemřel v r. 1969), sotva se je podaří někdy objasnit.

Výzkum měsíčních hornin může přinést geologům cenné zprávy o raných fázích vývoje Země i celé sluneční soustavy, protože

výpočty naznačují, že na každém čtverečním kilometru povrchu Měsíce leží až 200 kg hornin, vymrštěných ze Země při dopadech planetek. Mnohé z úlomků mohou přitom pocházet z tak raných fází vývoje Země, že se obdobné vzorky nedají dnes nalézt na Zemi. Odborníci NASA začali proto znovu prohledávat vzorky, nasbírané na Měsíci v blízkosti impaktního kráteru posádkou kosmické lodi Apollo 16. P. Bland ukázal, že četnost vzniku impaktních kráterů na Měsíci se v průběhu posledních 4 mld. let nemění, takže přísun kosmického materiálu na Měsíc je dlouhodobě stálý. Četnost impaktních kráterů s průměrem nad 300 m v polárních oblastech Měsíce je však podle nových radarových měření na vlnové délce 0,7 m radioteleskopem v Arecibu překvapivě nízká. Jak uvedli B. Campbell aj., není na povrchu ani do hloubky několika metrů pod povrchem Měsíce souvislá vrstva ledu, jako je tomu v zastíněných oblastech na Merkuru. To snižuje vyhlídky na „těžbu„ vody na Měsíci při zamýšleném návratu kosmonautů na Měsíc.

1.1.3. Mars

Závěr léta 2003 byl ve znamení planety Mars, která se 27. srpna ocitla k Zemi nejblíže za posledních 60 tisíc let – v minimální vzdálenosti pouhých 55,76 mil. km. Průměr Marsova kotoučku dosáhl v těch dnech 25,1arcsec a jeho jasnost –2,9 mag. Mimochodem, od poloviny července do počátku října 2003 bylo možné pozorovat Mars očima i na denním nebi po východu nebo před západem Slunce. Kolem opozice pak stačil k pozorování Phobose a Deimose 0,25m reflektor, pokud se obraz Marsu odstínil neprůhledným terčíkem. Nádherné snímky obou polokoulí Marsu pořídil ve dnech 26. – 27. 8. i HST pomocí kamery WFPC2.

Zájem o pozorování Marsu toho večera byl po celém světě obrovský a přesahoval kapacitní možnosti lidových hvězdáren. Marné bylo upozorňování popularizátorů astronomie, že příznivé podmínky k pozorování Marsu potrvají řadu týdnů. Na druhé straně však enormní zájem veřejnosti přesvědčivě ukázal, že i v době televize, videa a internetu má pohled dalekohledem na drobný načervenalý kotouček s několika tmavšími skvrnami a jasnou polární čepičkou své nenahraditelné kouzlo. Odhaduje se, že na Mars se v ty dny uvědoměle dívalo více než 2 mld. pozemšťanů; podstatně více než při předešlých velkých (perihelových) opozicích v letech 1877, 1892, 1907, 1924, 1939, 1956 a 1971.

I když stejně velké přiblížení se příště odehraje až 28. srpna r. 2287, nemusíme si zoufat. Již na podzim r. 2005 se Mars opět přiblíží k Zemi; o čtvrtinu větší vzdálenost 69,42 mil. km bude pro pozorovatele na severní polokouli bohatě vyrovnána větší výškou planety nad jižním obzorem – zatímco v r. 2003 činila nanejvýš 25°, letos to bude 56°. Další Marsovy opozice však budou výrazně méně příznivé až do 27. července 2018, kdy se Mars přiblíží k Zemi na 57,75 mil. km.

Ze Země se podařilo již počátkem července 2003 zpozorovat zárodek očekávané **prachové bouře** v pánvi Hellas. Očekávané proto, že prachové bouře se dostavují obvykle tehdy, když je Mars poblíž perihelové opozice. Další bouře se objevila v oblasti Chryse Planitia koncem července a znovu v polovině prosince. Nicméně k obávané celoplanetární prachové bouři jako např. v r. 1971 tentokrát kupodivu nedošlo.

Těžiště výzkumu Marsu se pochopitelně už dávno přeneslo na kosmické sondy, které zkoumají planetu z nízkých oběžných drah. P. Bond zveřejnil **statistiku kosmických letů** k Marsu za čtyři desetiletí od r. 1963, kdy kolem rudé planety proletěla tehdy bohužel již nefunkční první sovětská sonda Mars 1. SSSR, resp. nyní Rusko, vyslalo k Marsu 18 sond, z toho však 15 selhalo a 3 byly jen částečně úspěšné. USA podnikly v témže období 16 letů, z toho bylo 10 úspěšných a 2 sondy dosud fungují; 4 pokusy však selhaly.

Nejdéle činná sonda **Mars Global Surveyor** (MGS) měří od r. 1997 a do léta 2002 předala na Zemi již 124 tis. snímků, které jsou dostupné na internetu. Snímky dokládají změny ve vzhledu písečných přesypů, které způsobuje vítr. Mezi záběry Marsu však najdeme i dosud nejlepší snímek družice **Phobos** z 1. června 2003. Byl pořízen na vzdálenost 9670 km a jeho lineární rozlišení dosahuje 36 m. Na snímku je vidět bramborovitý vzhled družice o hlavních rozměrech 27×22×18 km a periodě rotace 7,7 h jakož i rovnoběžné rýhy, které pravděpodobně způsobila planetka, jež vyhloubila největší kráter Stickney. MGS dále pořídil 8. května 2003 působivý záběr Země s Měsícem. Země má na snímku úhlový průměr 19arcsec a jasnost –2,5 mag; Měsíc 5arcsec a +0,9 mag. Sonda též pomohla J. Grantovi aj. vytipovat místa pro přistání vozítek v programu MER počátkem r. 2004. Do finále se ze 155 uvažovaných cílů dostaly nakonec dva: kráter Gusev a planina Meridiani Planum. Na obou místech se údajně kdysi měla vyskytovat tekutá voda.

S. Byrne a A. Ingersoll zjistili na základě infračervených pozorování ze sondy **Mars Odyssey** (MO), že 95% CO_2 se v současnosti nalézá v Marsově atmosféře, zatímco zbytek v podobě ledu v polárních oblastech. Tloušťka načechraného sněhu CO_2 v polárních čepičkách nepřesahuje 8 m; pod ním se nachází vodní led. Podle I. Mitrofanova aj. je však i tak množství kondenzovaného CO_2 v severní polární čepičce na vrcholu zimy úctyhodné – plné 2 bilióny tun, což však představuje jen 5% hmotnosti polární čepičky – ostatek připadá na vodní led! V létě se led CO_2 odpaří a vidíme pouze bílý vodní led. T. Titus aj. našli vodní led i na samém okraji jižní polární čepičky, která vykazuje větší sezónní změny než čepička severní.

P. Christensen aj. se domnívají, že sondami objevené **strouhy** na svazích kráterů vznikly táním sněhu při zvýšené teplotě na Marsu, která je důsledkem významných změn sklonu jeho rotační osy a výstřednosti oběžné dráhy na časové stupnici kolem stovek tisíc až milionů let. Podle J. Heada aj. kolísá během těchto údobí sklon rotační osy od 15° do více než 35° a na časové stupnici 10 mil. roků dokonce od 14° do 48°, takže polární oblasti pak dostávají mnohem větší příděl slunečního záření a led tam nahromaděný sublimuje a posléze kondenzuje ve středních areografických šířkách. Poslední období velkého sklonu rotační osy se odehrálo před pouhými 500 tis. lety, kdy silná vodní eroze trvala zhruba 5 tis. let. To způsobilo, že plná polovina povrchu Marsu byla tehdy zaledněna.

Měření laserového altimetru na sondě MGS a snímky sond MGS a MO podle M. Malina a K. Edgetta prokázaly, že celá planeta je pokryta propojenou **sítí stružek a řečišť**, jimiž voda stékala do rozsáhlých jezer, kde postupně zmizela. L. Ksanfomaliti uvádí, že snímky MGS zobrazují na svazích kráterů tmavé pruhy, které se směrem ke dnu zužují. Jde o nejhlubší oblasti na Marsu, kde je tlak atmosféry vyšší než průměrný, takže voda tam může snadněji téci, ale při stékání díky chladnému povrchu zamrzá a proto se pruhy zužují. Crčící voda ve stružkách na svazích kráterů byla chráněna před rychlým odpařením svrchní vrstvou sněhu, jenž působí jako izolace, podobně jako je to známo na Zemi z Grónska. Rezavý vzhled povrchu planety však není vyvolán vodní korozí, nýbrž

meteority, které dopadají na Mars a obsahují nikl. O oxidaci povrchu se stará **peroxid vodíku** H_2O_2, jenž byl v r. 2003 na Marsu nalezen pomocí infračerveného teleskopu IRTF NASA zejména v rovníkovém pásmu.

C. Yoder aj. odvodili z nepatrných poruch dráhy orbitální sondy MGS v letech 1999 – 2002, že Mars má tekuté **železné jádro**, nepatrně protažené ve směru ke Slunci slapovými silami. Jádro sahá zhruba do poloviny poloměru planety. Sklon dráhy sondy se mění o 0,001° za měsíc. Z pozorování přistávacího modulu Mars Pathfinder se podařilo určit i dobu **precesní periody** rotační osy Marsu na plných 170 tis. roků. K. Mitchell a L. Wilson ukázali, že významným geologickým činitelem ve vývoji Marsu jsou **vulkanické epizody** trvající řádově milion roků, oddělené dlouhými obdobími klidu v trvání kolem 100 mil. let.

Vulkány, připomínající štítové sopky na Zemi, se soustřeďují ve dvou oblastech: **Tharsis** (zde se nacházejí rekordně vysoké sopky sluneční soustavy Olympus a Ascraeus) a **Elysium**. Celkem je na Marsu stěží 10 sopek, které se zřejmě po delší přestávce opět probudí k životu. Jedině tehdy se na Marsu může objevit více tekuté vody, protože sonda MO odhalila na povrchu planety minerály jako olivín, který by se působením tekuté vody rozpadl během jednoho tisíciletí. J. Lunine aj. porovnávali **zastoupení vody** na Zemi a na Marsu. Domnívají se, že většina vody na Zemi i na Marsu pochází z planetek a protože na výstavbě Marsu se podílely planetky vzdálenější od Slunce, nashromáždil Mars možná jen šestinu a nanejvýš čtvrtinu množství vody, jež je obsaženo v pozemských oceánech, jejichž hmotnost činí asi $1{,}5.10^{21}$ kg.

Někdy se říká, že když je či byla na Marsu tekutá voda, že tím je zaručeno, že tam byl či je život. Voda je však možná nutná, ale rozhodně nikoliv postačující podmínka pro život, jak ukázali A. Schuerger aj. v pokusu, kdy vystavili v pokusné komoře spory **Bacillus subtilis** podmínkám, které panují na povrchu Marsu. Zjistili, že 99,98% populace zmíněného bacilu by tam zahynula během několika minut a zbytek by byl zničen během jediného Marsova dne (solu). To mimochodem znamená, že není žádné nebezpečí kontaminace Marsova povrchu nedostatečně sterilizovanými troskami neúspěšných kosmických sond – potřebnou sterilizaci vykoná ultrafialové záření Slunce ve velmi krátké době.

Podle měření aparatury **MARIE** na sondě MO by případná lidská posádka směřující k Marsu byla vystavena denní radiaci 1,2 mSv, což je jen 3x více než kolik dostává posádka na Mezinárodní kosmické stanici. Sama MARIE však byla zničena na oběžné dráze u Marsu po příchodu energetických částic slunečního větru z obří erupce 28. října 2003 – a to by patrně ani případní kosmonauti nepřežili. Problém pilotovaných letů však tkví také v tom, že konvenční rakety dokáží na Mars dopravit jen 0,01% své počáteční hmotnosti. Má-li tedy na Marsu přistát řekněme 100t kosmická loď (hmotnost měsíčního modulu Apollo přitom činila 15 t, a to se letělo pouze na Měsíc!), vyžaduje to start raket o úhrnné hmotnosti 1 mil. tun.

1.1.4. Jupiter

T. Spohn a G. Schubert odhadli tloušťku ledu nad kapalným oceánem na družici **Europa** na několik málo desítek km, zatímco u Ganymedu a Kallisto dosahuje tloušťka ledu až 80 km. Vlastní oceán na Europě je pak hluboký necelých 100 km, zatímco u dalších družic 200 – 350 km. Samotnou existenci tekutých podpovrchových oceánů na **Ganymedu** a **Kallisto** by dle W. Moora a G. Schuberta pomohly odhalit slapy na povrchu obou družic. Pokud oceány existují, dosáhne amplituda slapů povrchu družic 5 – 7 m. Pokud tam nejsou, pak by amplituda slapů nepřesáhla 0,5m, což by se dalo rozlišit altimetrem na některé příští sondě. Kallisto není geologicky diferencovaná na rozdíl od Ganymeda, kdežto **Amalthea** představuje hromadu sutě, podobně jako řada planetek. Při průletu sondy Galileo kolem Amalthey se podařilo údajně pozorovat v okolí sondy malá tělesa, ale podrobnosti o nich se pro nedostatek údajů nepodařilo získat.

Sonda Galileo ukončila svou veleúspěšnou činnost navedením do Jupiterovy atmosféry 21. září 2003, aby se předešlo případné kontaminaci povrchu družice Europa při neřízeném pádu sondy na těleso, které je možná obydleno mikroorganismy. Skončila tak jedna z nejúspěšnějších etap výzkumu sluneční soustavy, kterou přitom provázely nemalé technické těžkosti, zaviněné nejprve havárií raketoplánu Challenger, kvůli níž se musel změnit plán letu i základní nosič. Nedostatečný tah použité nosné rakety si vyžádal úpravu letového plánu o průlet sondy kolem Venuše a řešení rizika přehřátí sondy, která původně nebyla pro takové teploty konstruována. Nakonec se vše zvládlo, až na závažný problém se zaseknutím mechanismu pro rozvinutí hlavní komunikační antény sondy, což se podařilo do značné míry vyrovnat zlepšením kompresního poměru pro přenos dat. Nakonec se technici museli vyrovnávat se selháním palubního magnetofonu a postupným poškozováním řídícího počítače a přístrojů silnou radiací v okolí Jupiteru.

Sonda však přinesla úžasné údaje již po cestě k Jupiteru, když pozorovala zblízka planetky Gaspra (říjen 1991) a Ida (srpen 1993) – přitom byl navíc objeven malý průvodce planetky, jenž dostal jméno Dactyl. Sonda též sehrála jedinečnou roli při nečekané příležitosti pozorovat dopady úlomků komety Shoemaker-Levy 9 na Jupiter v červenci 1994. Po příletu k Jupiteru koncem r. 1995 se sestupný modul úspěšně oddělil a měřil profil Jupiterovy atmosféry, zatímco oběžný modul jednak předával tyto údaje směrem k Zemi a jednak se zcela podle plánu věnoval dlouhodobému výzkumu obřích (Galileových) družic Jupiteru i družice Amalthea i samotného Jupiteru až do okamžiku svého zániku.

Průlet sondy **Cassini** kolem Jupiteru na přelomu let 2000/2001 umožnil B. Maukovi aj. odhalit v okolí Europy hustý oblak neutrálního plynu tvaru koblihy o hmotnosti kolem 60 kt. Oblak se vzhledem podobá ještě hustšímu vulkanickému oblaku kolem družice Io, ale jeho původ je nejspíš odlišný: vzniká bombardováním molekul vodního ledu na povrchu družice energetickými ionty Jupiteru. Ke studiu **atmosféry** planety a vývoje „počasí„ se použilo celkem 26 tis. snímků, pořízených sondou Cassini během půl roku. Sonda nalezla celkem 43 různých bouřek v atmosféře Jupiteru a odhalila vzestupné plynné proudy v tmavých pásech Jupiteru, kdežto klesající plyn ve světlejších zónách atmosféry. Charakteristické zonální pásy v atmosféře obsahují zejména ve vysokých jovigrafických šířkách četné skvrny, které se v daném pásu pohybují všechny jedním směrem tempem až 180 m/s, ale v přilehlých pásech směrem opačným. Jupiterovy **prstence** jsou tvořeny částicemi erodovanými mikrometeority, které patrně pocházeji z družic Metis, Adrastea a Himalia.

Družice Jupiteru objevené v průběhu r. 2001 dostaly rozhodnutím Mezinárodní astronomické unie (IAU) definitivní čísla a jména, jak uvádí tabulka:

Nové družice Jupiteru (2001)

Předběžné označení	Definitivní označení	Jméno
S/2001 J1	XXVIII	Autonoe
J2	XXIX	Thyone
J3	XXX	Hermippe
J11	XXXI	Aitne
J4	XXXII	Eurydome
J7	XXXIII	Euanthe
J10	XXXIV	Eupori
J9	XXXV	Orthosie
J5	XXXVI	Sponde
J8	XXXVII	Kale
J6	XXXVIII	Pasithee

Pozemní dalekohledy Subaru, CFHT a UHT pokračovaly i r. 2003 v úspěšném hledání dalších **malých družic** Jupiteru. Během února až května tak byly objeveny družice 2003 J1 – J21 s oběžnými dobami 236 – 983 d, výstřednostmi drah až e = cca. 0,8 a sklony až i = cca. 39°, a až na jednu výjimku s retrográdními dráhami, takže jde téměř určitě o zachycené planetky o rozměrech několika málo km. Jupiterova rodina družic se tak rozrostla na 61 členů a planety sluneční soustavy tak mají dohromady již 136 průvodců. **Vývojem drah a srážkami** drobných nepravidelných družic Jupiteru se zabývali D. Nesvorný aj. Ukázali, že zejména retrográdní dráhy s velkým sklonem jsou dlouhodobě nestabilní, podobně jako prográdní dráhy s dlouhými poloosami. Naproti tomu retrográdní dráhy s dlouhou poloosou jsou stabilní na časové stupnici 100 mil. roků. Velké a hmotné družice vyvolávají srážky malých družic, jejichž úlomky pak vytvářejí dvě rodiny nepravidelných družic planety.

1.1.5. Saturn

Pozorovatelé nejkrásnější planety se mohli v r. 2003 těšit z nejpříznivější konstelace Saturnu za posledních bezmála třicet roků, neboť planeta prošla 26. července přísluním, měla široce rozevřené prstence a vysokou deklinaci +22°, výhodnou zvláště pro pozorovatele na severní polokouli. V noci ze 4. na 5. ledna 2003 šlo v Severní Americe pozorovat přechod Saturnu přes známou **Krabí mlhovinu**. Mlhovina má sice úhlové rozměry o řád větší než je největší rozměr prstenců planety, ale zato je o 9 mag slabší, takže v záři Saturnu prakticky zanikala. Na jaře 2003 pořídil sérii nejvíce rozevřených prstenců Saturnu také HST ve 30 úzkopásmových filtrech. **„Špice“** (angl. spokes) v Saturnových prstencích, objevené pomocí snímků ze sond Voyager, jsou ve skutečnosti vizuálně občas pozorovatelné i ze Země, jak v r. 1977 zjistil S. OarcminMeara a dokonce i mnoho pozorovatelů už od r. 1877. Stačí k tomu dalekohled s průměrem objektivu 0,5 m a přirozeně orlí zrak. Špice vznikají levitací elektromagnetického prachu uvnitř prstenců.

P. Goldreich a N. Rappaport porovnali polohy družic **Prometheus** a **Pandora**, objevených sondami Voyager, se současnými snímky z HST a zjistili, že zatímco Prometheus se na své oběžné dráze kolem Saturnu opozdil proti předpovědi o plných 20°, Pandora se o tentýž úhel předběhla. Autoři spočítali, že na vině jsou vzájemné gravitační poruchy obou těles, které vedou k chaotické změně dráhových parametrů, přičemž jejich oběžné doby jsou v resonanci 121:118 a jejich hmotnosti dosahují 5,8 a 3,4 v jednotkách 10^{-10} M_O. Obě družice jsou pastýřkami jemného **prstence F**, jenž byl objeven teprve kosmickými sondami Voyager počátkem 80. let minulého století. Podle T. Hartquista aj. je nejhmotnější prsten B, dosahující hmotnosti 3.10^{19} kg a za ním prsten A o hmotnosti 6.10^{18} kg. Prsten C má jen 1.10^{18} kg a prsten F 1.10^{14} kg; hmotnost prstenu D známa není.

A. Sánchezová-Lavegová aj. zjistili porovnáním snímků Saturnu, pořízených sondami Voyager a kamerou WFPC2 HST v letech 1980 – 2002, že rychlost rovníkového **tryskového proudění atmosféry** během té doby klesla o plných 200 m/s, kdežto mimo rovník se neměnila a činila stále až 470 m/s.

T. Geballe aj. identifikovali pomocí infračervených spekter **Titanu** v jeho troposféře a mezosféře kyanovodík, acetylén a metan. Oranžový nádech husté atmosféry družice působí kapénky etanu, jenž vzniká rozkladem metanu působením slunečního a kosmického záření. Snímky Titanu, pořízené teleskopy Keck II a Gemini N, odhalily koncem února 2002 bouřku o průměru 1400 km, sahající až k vrcholkům mraků ve výši 15 km nad terénem. C. Griffith aj. objevili na povrchu družice vodní led. S. Sheppard ohlásil v dubnu 2003 objev nové družice **S/2003 S1**, která obíhá kolem Saturnu po retrográdní dráze s výstředností e = 0,33, oběžnou dobou 989 d a sklonem 136°. Tím stoupl počet družic Saturnu na 31. IAU mezitím schválila jména Saturnových družic, objevených v r. 2000, jak uvádí tabulka:

Nové družice Saturnu (2000)

Předběžné označení	Definitivní označení	Jméno
S/2000 S1	XIX	Ymi
S2	XX	Paaliaq
S4	XXI	Tarvos
S6	XXII	Ijiraq
S12	XXIII	Suttung
S5	XXIV	Kiviuq
S9	XXV	Mundilfari
S11	XXVI	Albiorix
S8	XXVII	Skadi
S10	XXVIII	Erriapo
S3	XXIX	Siarnaq
S7	XXX	Thrym

1.1.6. Nejvzdálenější planety

Kamera ACS HST potvrdila koncem srpna 2003 existenci družice Uranu 24 mag s předběžným označením **S/1986 U10**, kterou předtím pozorovala pouze sonda Voyager 2 a rozpoznal v r. 1999 E. Karkoschka. Družice oběhne Uran za 15,3 h a byla v r. 2003 o 48° vpředu proti předpovědi z r. 1999. Současně pozorovala i družici s číslem VII Ophelia. Družice Uranu s předběžným označením S/2001 U1 dostala definitivní číslo XXI a jméno **Trinculo**. Během roku 2003 bylo pozemními přístroji resp. HST objeveno dalších 5 družic, z nichž **S/2003 U3** má přímou dráhu se sklonem 51°, rekordní výstřednost $e = 0{,}78$ a velkou poloosu 0,1 AU. Koncem roku 2003 měl Uran už 27 družic a „dotahuje" se na Saturn.

D. Hughes přijal pro **rotační periodu Uranu** hodnotu, odvozenou z radiových měření sondy Voyager 2 – (17,24 ±0,1) h. Pro **Neptun** vychází z rotace jeho magnetosféry perioda (16,11 ±0,05)h. C. Max aj. pořídili Keckovým teleskopem s adaptivní optikou snímky Neptunu s úhlovým rozlišení 0,05arcsec, což odpovídá rozlišení 1000 km na povrchu planety. Na snímcích jsou patrné oblačné struktury v podobě atmosférických pásů. L. Sromovsky aj. zjistili porovnáním snímků Neptunu, pořízených HST v letech 1996 – 2002, že albedo planety v optické a blízké infračervené oblasti spektra vzrostlo až o 4%. Autoři to přičítají sezónním změnám během dlouhých „ročních dob". Rotační osa Neptunu je totiž skloněna ke kolmici k oběžné dráze pod úhlem 29° a jednotlivé roční doby trvají přes 40 pozemských let

E. Karkoschka shrnul údaje o malých blízkých **družicích Neptunu** na základě rozboru 87 snímků, které pořídila sonda Voyager 2 v r. 1989. Družice se nacházejí v mezerách mezi obloukovými prstenci planety, resp. v jejich blízkém okolí a mají vesměs nekulové tvary, charakterizované přibližně jako trojosé elipsoidy o rozměrech 48×30×26 km (Naiad), 54×50×26 km (Thalassa), 90×74×64 km (Despina), 102×92×72 km (Galatea) a 108×102×84 km (Larissa). Rozměry jsou počítány za předpokladu, že albedo povrchu družic kolísá v rozsahu 0,07 – 0,14.

M. Holman aj., J. Kavelaars aj. a D. Jewitt aj. pokračovali v **hledání dalších družic** Neptunu velkými dalekohledy na Havaji a v Chile, přičemž objevili v r. 2002 čtyři nové družice o jasnostech 25 – 26 mag a lineárních průměrech do 60 km, dráhových výstřednostech 0,17 – 0,60 a velkých poloosách kolem 0,1 – 0,3 AU; pátou novou družici pak našli v r. 2003 – ta má rekordní oběžnou dobu 26,3 roku, přičemž se v apocentru vzdaluje až na 80 mil. km od Neptunu. Tři z nových družic mají retrográdní dráhy. Jde o první objevy nových družic planety od památného průletu sondy Voyager 2 v r. 1989 a první pozemní objev od r. 1949. Úhrnem má tak Neptun již 13 družic. Neptun má též svého prvního Trojana – **planetku 2001 QR322** o průměru 230 km, jak ukázalo dlouhodobé sledování její nezvyklé dráhy.

J. Elliot aj. a B. Sicardy aj. zjistili rozborem zákrytů hvězd P126 a P131 (cca 16 mag) Plutem, k nímž došlo 20. 7. a 21. 8. 2002 a jež byly podrobně sledovány řadou teleskopů na Mauna Kea i v Arizoně, že **atmosféra Pluta** se od r. 1988 nijak neochladila a stále má teplotu 104 K, ačkoliv se Pluto od té doby dosti výrazně vzdálil od Slunce. Navíc se atmosféra od té doby rozepnula o 40 km a ve výškách do 80 km stoupl tlak plynu na dvojnásobek, tj. až na 0,5 Pa. Podobná zvýšení byla zaznamenána také u Neptunovy obří družice **Triton**. Příčina těchto nečekaných proměn je nejasná.

C. Olkin aj. měřili vzájemné polohy **Pluta a Charonu** na snímcích pointeru FGS HST a podařilo se jim tak pokrýt 69% délky oběžné elipsy. Odtud obdrželi poměr hmotností obou těles (0,122 ±0,008) a dále poloměry 1151 – 1195 km (Pluto) a 593 – 621 km (Charon) i střední hustoty 1,8 – 2,1 (Pluto) a 1,6 – 1,8 (Charon) v jednotkách hustoty vody v pozemských podmínkách. Hmotnost obou těles dohromady činí $1{,}5.10^{20}$ kg (1/5 hmotnosti Měsíce). Odtud vyplývá, že obě tělesa obsahují horniny; led představuje 70% hmotnosti Charonu a 60% hmotnosti Pluta. Hustota Pluta je velmi blízká hustotě Tritonu (2,05). Lze očekávat, že tyto hodnoty se podaří v budoucnu zpřesnit, jelikož Pluto se blíží k rovině Galaxie, kde vzrůstá četnost hvězd, které budou posléze zakrývány. M. Bui a D. Tholen objevili pomocí HST malou **excentricitu** oběžné dráhy Charonu $e = 0{,}0075$ kolem Pluta. Jelikož slapy v soustavě jsou silné, nemůže být tato výstřednost příliš stará, protože jinak by ji už slapové síly odstranily. Autoři odtud usuzují na náraz nějakého většího tělesa do Pluta v posledním milionu let.

1.2. Meziplanetární látka

1.2.1. Planetky

Čeští i slovenští pozorovatelé planetek se i v r. 2003 činili a tak počet nově pojmenovaných planetek s vazbou na naše státy byl opět úctyhodný – bohužel již naposledy, protože usnesení IAU z r. 2004 omezuje počty nových pojmenování velmi výrazně. Takže si ten předloňský seznam náležitě vychutnejte:

České a slovenské planetky, 2003

- **Zeměpisné názvy**: (47294) Blanský les, (17600) Dobřichovice, (13804) Hrazany, (37279) Hukvaldy, (43954) Chýnov, (40206) Lhenice, (26328) Litomyšl, (49448) Macocha, (18497) Nevězice, (59419) Prešov, (38674) Těšínsko, (38684) Velehrad, (21290) Vydra.
- **Astronomové**: (55874) Brlka, (48171) Juza, (26973) Lála, (14550) Lehký, (40410) Příhoda, (26340) Evamarková, (35446) Stáňa.
- **Osobnosti vědy**: (40440) Dobrovský, (40441) Jungmann, (22505) Lewit, (40444) Palacký, (37141) Povolný, (52604) Thomayer.
- **Umělci**: (21270) Otokar, (27974) Drejsl, (27986) Hanuš, (46280) Hollar, (36226) Mackerras, (29490) Myslbek, (53159) Mysliveček, (15946) Satinský, (27978) Lubosluka, (48794) Stolzová, (38461) Jiřítrnka.
- **Panovníci**: (53285) Mojmír, (44613) Rudolf, (25340) Segoves.
- **Přístroje**: (42377) KLENOT, (29555) MACEK

PETER MAJCHRÁK /

Masívna čierna diera v centre našej Galaxie

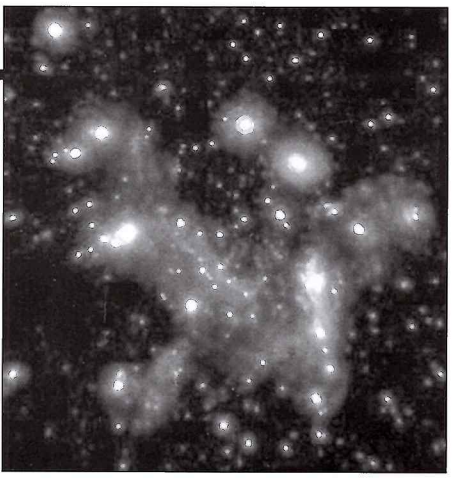
Už desiatky rokov astronómovia upierajú zraky čoraz citlivejších teleskopov na centrum Mliečnej dráhy plní očakávaní, že práve táto oblasť je prístavom veľmi masívnej čiernej diery s hmotnosťou niekoľko miliónov Slnk. Zmena dohadu na istotu bola veľmi dôležitá, pretože priamo súvisí s ďalšou otázkou, na ktorú zatiaľ nemáme stopercentnú odpoveď: čo je hnacou silou kvazarov, najsvietivejších objektov známeho vesmíru?

Čierne diery a kvazary

Myšlienka, že jadrá niektorých galaxií sú domovom čiernych dier monštruóznych rozmerov s hmotnosťami niekoľko miliárdkrát väčšími ako je hmotnosť Slnka, nie je nová. Už v sedemdesiatych rokoch minulého storočia bolo jasné, že kvazary (kvázistelárne objekty) sú veľmi kompaktné, ako ich meno naznačuje, hviezdam podobné, extrémne vzdialené objekty s nevídanou svietivosťou. Vedci si dlho lámali hlavy, kým našli nejaký proces schopný meniť hmotu na energiu omnoho účinnejšie ako termojadrová fúzia, ktorá prebieha napr. v jadre našej dennej hviezdy. Len s uvážením termonukleárnej fúzie nie je možné vysvetliť pozorovania. Ak by kvazary získavali energiu len z termojadrových reakcií, jednoducho by sme ich nevideli, pretože ich svietivosť by bola rádovo menšia ako tá, ktorú pozorujeme. Rees a Van den Bel navrhli úplne iný koncept získavania energie. Poukázali totiž na možnosť získavania potenciálnej energie hmoty padajúcej na horizont udalostí čiernej diery. Je to veľmi účinný mechanizmus, ktorý v princípe umožňuje získať energiu až 1/2 mc^2, a tak dosiahnuť až 50 % účinnosť v premene hmoty na energiu v porovnaní s približne 1 % účinnosťou termojadrovej fúzie. Proces je veľmi efektívny pod podmienkou, že spomínaná hmota (hviezdy alebo plyn) nepadá priamo na horizont udalostí čiernej diery, ale sleduje radšej špirálovité dráhy vytvárajúce akrečný disk okolo čiernej diery. V ňom sa v dôsledku vzájomných kolízií, trenia a pôsobením slapových síl hviezdna látka trhá na kusy a zohrieva na extrémne vysoké teploty. Vzniknutá energia je vyžiarená v podobe röntgenového a UV žiarenia. Akrécia hmoty iba desiatich Slnk za rok vytvorí 10^{40} W energie, to je hodnota typická pre svietivosť kvazarov. Tento model solídne podporujú aj zistenia založené na iných predpokladoch a pozorovaniach, napríklad o typickej dobe svietivosti kvazarov, krátkodobých zmenách ich svietivosti a pod.

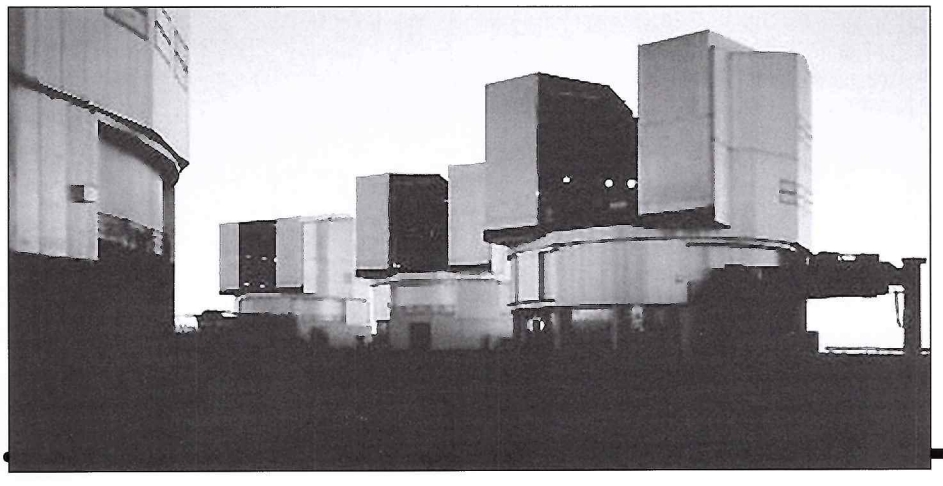
Podľa predpokladov je hmotnosť čiernej diery v centre našej Galaxie rádovo 10^9 hmotností Slnka, jej celková hmotnosť je 2.10^{11} Slnk. Tvorí tak jej nezanedbateľnú časť.

Pretože kvazary sú natoľko vzdialené (sú takpovediac v kozmologických vzdialenostiach) je ich skúmanie veľmi obtiažne. Napriek tomu, že astronómovia identifikovali celú paletu podobných objektov, hoci ani zďaleka nie takých búrlivých, pomenovali ich aktívne jadrá galaxií. Objavili ich v strede mnohých blízkych galaxií. Zlepšenie detekčných schopností teleskopov koncom deväťdesiatych rokov potvrdilo dramatické zmeny v jadrách galaxií s aktívnym jadrom. Vo všetkých prípadoch to astronómovia zistili z rozdelenia rýchlosti hviezd. Rýchlosť hviezd je úmerná Dopplerovmu posunu ich svetla. To je dôkazom prítomnosti obrovských más silne koncentrovanej hmoty. Jej svietivosť každopádne nie je dychvyrážajúca, je to skôr tmavá hmota. To by bolo dobrým náznakom, nie však dôkazom toho, že čierne diery skutočne predstavujú túto vysoko koncentrovanú hmotu. Chyby merania však stále umožňovali aj inú hypotézu. Tajomnú hmotu mohla predstavovať doslova „tmavá hviezdokopa" tvorená objektmi s nízkou svietivosťou: bielymi i hnedými trpaslíkmi, či dokonca stelárnymi čiernymi dierami. V rovnakom čase bolo zverejnených čoraz viac čoraz presvedčivejších dôkazov o tom, že veľká väčšina galaxií, ak nie všetky, majú veľmi hutnú a masívnu centrálnu kondenzáciu napriek tomu, že nie vo všetkých bola pozorovaná výrazná aktivita. Rovnako bolo dokázané, že i naša Mliečna dráha patrí do klubu galaxií s aktívnym jadrom. Dôkaz existencie čiernej diery v centre Galaxie má ďalekosiahle dôsledky nielen kvôli tomu, že rozširuje poznatky o nej samotnej. Tento objav silne podporuje hypotézy o kvazaroch poháňaných obrovskými čiernymi dierami. Aj to bol jeden z impulzov, ktorý vyprovokoval „hon" na čiernu dieru v srdci Mliečnej dráhy!



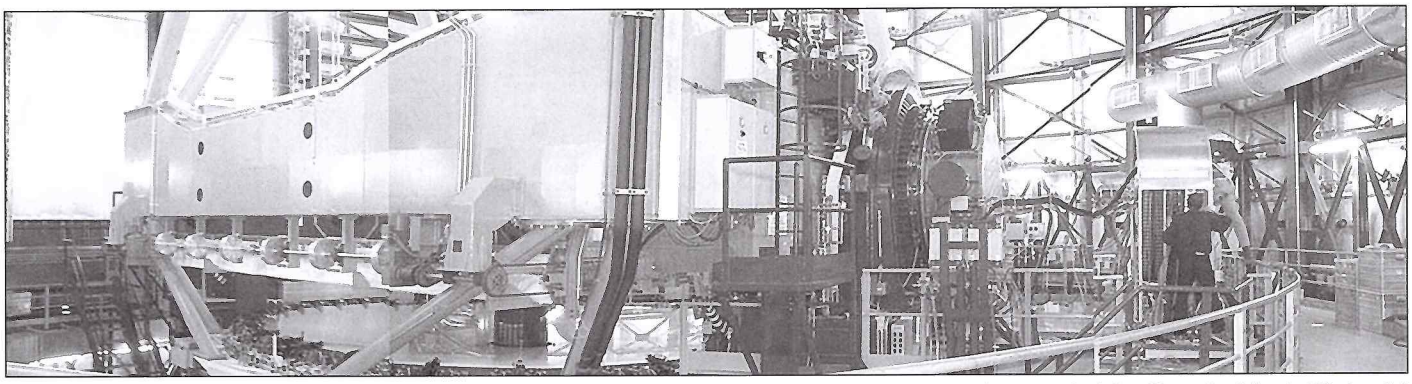
Obr. 1: **Infračervený (3,7 μm) pohľad na 3,2 svetel: ného roka širokú oblasť okolo rádiového zdroja SgrA, v centre Mliečnej dráhy. Snímka je vytvorená tandemom astronomických prístrojov NAOS a CONICA. Na VLT je NAOS systém adaptívnej optiky, zatiaľ čo CONICA je infračervená kamera. Aby ste získali predstavu o tom, aký je priestor zobrazený na obrázku preplnený hviezdami, si musíme uvedomiť, že len jedno percento hviezd je dosť jasných na to, aby ich zachytila inak veľmi citlivá kamera CONICA. Na rovnakej snímke hviezdneho poľa v okolí nášho Slnka by sme videli len jedinú hviezdu. Difúzne pásy ohraničujú oblaky ionizovaného plynu, žiariace predovšetkým vďaka rekombinácii ionizovaného vodíka H^+.**

Obr. 2: **Štyri teleskopy sústavy VLT (Very Large Telescope). Každý z nich má osemmetrové primárne zrkadlo. VLT je vybudovaný v projekte ESO (European Southern Observatory) na hore Cerro Paranal v Chile.**



Srdce Galaxie

Cestovateľ, ktorý by mal namierené do súhvezdia Strelec a pokračoval by na svojej ceste dlhej 24 000 svetelných rokov, ak by prišiel do oblasti veľmi odlišnej od jeho predstáv, získaných len z pozorovania centra Galaxie zo Slnečnej sústavy, hneď na začiatku by ho prekvapilo nespočetné množstvo hviezd. Je ich miliónkrát viac než v okolí Slnečnej sústavy. Ohromila by ho krása žiarivých modrých a červených pásov ovíjajúcich sa ako špirálové ramená okolo niečoho podobného hustej hviezdokope obzvlášť jasných, modrobielych, horúcich hviezd. Nič z toho pred svojím príchodom nemohol vidieť. Nepriehľadný závoj submikrónových prachových častíc úplne zakrýva srdce Galaxie pred našimi zrakmi, napriek tomu, že v medzihviezdnom prachu by sme našli len púhych pár prachových zrniečok na tisíc kubických metrov. Vesmírne vzdialenosti sú natoľko veľké, že v konečnom dôsledku sa viditeľnému svetlu idúcemu z jadra Galaxie po ceste k pozemskému pozorovateľovi postaví do cesty dostatočné množstvo prachových častíc. Svetlo sa rozptýli a pohltí natoľko, že vo viditeľnom svetle pozorujeme galaktické jadro ako cez belavý závoj, skrývajúci pred zrakmi našich ďalekohľadov všetky podrobnosti



Obr. 3: **NAOS, systém adaptívnej optiky vytvorený francúzskym konzorciom predstavuje valec na pravej strane obrázka. V spodnej časti vidieť tenké primárne zrkadlo.**

o tlkote mohutného, pulzujúceho srdca pumpujúceho do svojho okolia výtrysky vysokoenergetických častíc a fotónov. Našťastie v infračervenej oblasti je vlnová dĺžka svetla vzhľadom na veľkosť prachových častíc dosť veľká na to, aby sa infračervené fotóny šírili omnoho ľahšie. Inými slovami, absorpcia medzihviezdnym prachom so zväčšujúcou sa vlnovou dĺžkou svetla klesá. Zatiaľ čo k nám prejde len jedna miliardtina svetla s vlnovou dĺžkou 550 nm, pri vlnovej dĺžke 2200 nm dosiahne pozemského pozorovateľa až okolo 10 % žiarenia emitovaného jadrom Galaxie, to je stomiliónkrát viac!

Na rádiových vlnových dĺžkach je prachový závoj úplne priehľadný. Pokiaľ by sme zamierili nejaký rádioteleskop do stredu Mliečnej dráhy, objavili by sme ako Balick a Brown v roku 1974 silný rádiový zdroj, označovaný SgrA. Písmeno A označuje najsilnejší rádiový zdroj v danom súhvezdí. Nielen veľmi silné rádiové emisie, aj ich časové variácie naznačujú, že je súčasťou aktívneho jadra našej Galaxie. Ak je táto hypotéza pravdivá, sledovaním rádiových emisií by sme mohli zachytiť nepriamu stopu akrečných procesov. Máme však do činenia s pomerne málo aktívnym jadrom, pretože neboli zaznamenané emisie aj na ostatných vlnových dĺžkach. Z toho dôvodu si astronómovia povedali: „Ak nemáme dosť dôkazov zo žiarenia emitovaného predpokladanou čiernou dierou, prečo neskúsiť jej odhalenie pomocou jej gravitačného pôsobenia na okolité hviezdy?" Faktom ostáva, že obrovská hmota musí mať vplyv na dráhy dostatočne blízkych hviezd. Dokonca, niektoré z nich by mohli byť gravitačne priamo viazané na SgrA. Zhluk hviezd v jeho okolí bol veľmi vhodný pre pátranie. V danej vzdialenosti bolo možné rozlíšiť od ostatných len tie najjasnejšie. Podľa *obrázku 1* na vlnovej dĺžke 3700 nm si môžeme utvoriť predstavu o tom, aký preplnený je priestor niekoľko svetelných rokov okolo SgrA. Dokonca aj tento obrázok má ďaleko od úplného zobrazenia reality, zobrazuje len jedno percento najžiarivejších hviezd celej hviezdnej populácie. Hoci sa záujem vedcov načas zúžil len na štúdium týchto hviezdnych majákov, neistota ostávala stále príliš veľká pri použití ďalekohľadu s klasickým zobrazovaním, aj keď ním bol jeden z najväčších ďalekohľadov súčasnosti, 8-metrový European Very Large Telescope, ktorý v Chile prevádzkuje European Southern Observatory (ESO).

Pokiaľ rozlišovacia schopnosť nedosiahne desatinu oblúkovej sekundy (0,5 μ-radiánu), je nemožné rozlíšiť jednotlivé hviezdy s dostatočnou presnosťou a sledovať ich dráhy okolo údajnej čiernej diery. V súčasnosti, ak je výkonný ďalekohľad umiestnený na vhodnom mieste, nedosahuje rozlíšenie lepšie ako 5 μ-radiánov. O jeden rád zlepšené rozlíšenie nám však dokázali poskytnúť až ďalekohľady s adaptívnou optikou. Ďalšími nutnými ingredienciami úspechu astronómov bola značná dávka trpezlivosti, tvrdohlavosti a šťastia.

NAOS, adaptívna optika pre VLT

Svetlo zo vzdialených zdrojov dosiahne našu planétu po miliónoch, niekedy miliardách svetelných rokov. Pred dopadom na citlivé snímače teleskopov, fotografických emulzií či na sietnicu zanieteného pozorovateľa sa najskôr stretne so zemskou atmosférou. Z pohľadu astronómov to nie je milé privítanie. V priebehu niekoľkých mikrosekúnd sa svetelný lúč zdeformuje na turbulenciách v ovzduší, prachových časticiach a pod. Z optického hľadiska, jednoducho, na nehomogenitách atmosféry. Dôsledkom toho je vážne zníženie ostrosti obrazu s ohľadom na difrakčný limit veľkých teleskopov. Adaptívna optika, ktorej koncept navrhol Babcock, bola vyvinutá v priebehu deväťdesiatych rokov. Je to umenie tvarovať obraz deformovaný atmosférou do pôvodného stavu, a tak obnoviť plnú rozlišovaciu schopnosť ďalekohľadu. Aj preto sú primárne zrkadlá veľkých ďalekohľadov zložené z mnohých menších segmentov. Tieto menšie zrkadielka s priemerom niekoľko desiatok centimetrov sú jemne prehýbané až 500-krát za sekundu, takže deformácia dopadajúceho lúča je čo najpresnejšie kompenzovaná deformáciou zrkadla, čo sa samozrejme odrazí na zvýšenej kvalite obrazu. Miera a spôsob kompenzácie určuje špeciálny senzor, tzv. senzor deformácie čela vlny (wave front senzor), zameraný na najbližšiu jasnú hviezdu v blízkosti objektu záujmu. Z „blikania" svetla hviezdy senzor určí chybu spôsobenú nepokojom atmosféry, tú v reálnom čase spracúva špeciálny počítač a následne riadi ohýbanie jednotlivých segmentov hlavného zrkadla teleskopu, tak aby obraz bol optimálny. V súčasnosti sa adaptívna optika stáva štandardnou súčasťou každého veľkého teleskopu.

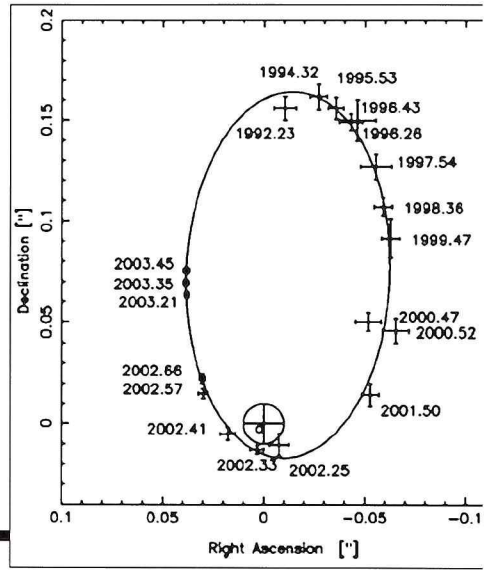
VLT je jeden z mála európskych naozaj veľkých astronomických projektov. Tvoria ho štyri osemmetrové ďalekohľady na vrchole hory Mount Paranal v Chile.

Francúzske konzorcium vytvorilo systém adaptívnej optiky NAOS pre teleskop Yepun (jeden zo štyroch teleskopov VLT). Inštalovaný bol koncom roku 2001 a už na jar 2002 produkoval prvé snímky s vysokou kvalitou. NAOS to je 2,3 tony dômyselnej optiky, mechaniky, detektorov a elektroniky, postavenej okolo špeciálneho deformovateľného zrkadla. Je považovaný za jeden z najlepších systémov na svete hneď v niekoľkých aspektoch, dokáže snímať objekty na hranici svojho difrakčného limitu v najväčších vlnových dĺžkach (1,2 – 5 μm), má špeciálny senzor na infračervené objekty, a tým dokáže korigovať obraz od čisto infračervených zdrojov. Pretože už spomínané zrniečka medzihviezdneho prachu sa nachádzajú po celej Galaxii, tieto zdroje sú v podstate jediné, ktoré môžeme pozorovať v zatienených oblastiach galaktického jadra.

Infralov na čiernu dieru v centre Galaxie

Tím astronómov z inštitútu Maxa Plancka v Garchingu pod vedením profesora R. Genzela

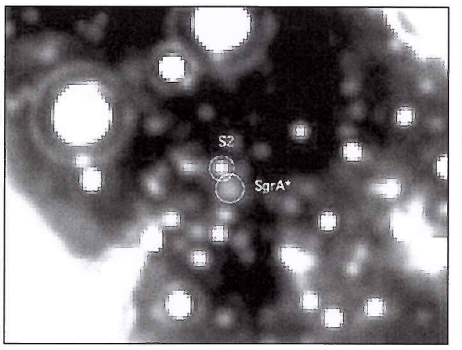
Obr. 4: **Dráha hviezdy S2 okolo rádiového zdroja SgrA, určená z niekoľkoročných precíznych meraní relatívnych polôh spomínaných objektov. Uvedomte si, že veľká poloos dráhy S2 je len 0,18 oblúkovej sekundy. To je tretina priemeru hviezdy na najlepších snímkach získaných na najlepšie umiestnených teleskopoch sveta. Namerané polohy systémom NACO sú vľavo dole. Kríž v krúžku označuje polohu čiernej diery. Veľmi blízke priblíženie (17 svetelných hodín t. j. 0,00194 svetelného roku) počas ktorého si dráha zachovala čisto „keplerovský" charakter prezrádza hmotu koncentrovanú vo veľmi malom objeme. Tieto kritériá poľahky spĺňa čierna diera.**



už takmer jedno desaťročie sleduje niekoľko hviezd blízkych SgrA. V roku 2002 sa k nim pripojil francúzsky tím NAOS, aby tak využili jeho jedinečné vlastnosti pri hone na čiernu dieru. Hlavnou myšlienkou v obtiažnom experimente sa stalo meranie dráh hviezd krúžiacich okolo rádiového zdroja SgrA. Podľa prepokladov by mali odhaliť rozdiely súvisiace s rozložením hmoty, určiť či ide o „superhustú hviezdokopu", alebo gravitačne skolabovaný objekt. Aj keď dráhy spomínaných hviezd vykresľujú na oblohe oblúky s rozmerom len niekoľkých desatín oblúkovej sekundy, bolo v priebehu niekoľkých rokov zmeraných množstvo bodov pozdĺž ich dráh. Už prvé získané údaje odhalili extrémne veľké rýchlosti niektorých hviezd, čo jasne naznačovalo, že prakticky na mieste SgrA a vo veľmi malom objeme by malo byť pre našimi zrakmi ukrytých niekoľko miliónov Slnk hmoty. Bol to len prvý krok, avšak nesmierne dôležitý. Ani na základe spomínaných poznatkov stále nemohla byť s istotou vylúčená hypotéza o veľmi hustej hviezdokope.

Na jar a v lete 2002 počas overovania posledných výsledkov pred konečným zverejnením dovtedajších objavných výsledkov nastal nečakaný pokrok. Centrum Galaxie bolo jedným z bodov programu a infračervený senzor sledujúci deformáciu svetelného lúča bol zamierený na hviezdu jasnú v infračervenej oblasti, len 6 oblúkových sekúnd severne od SgrA. Za takých podmienok mohol senzor deformácie čela vlny poskytnúť korekcie kvality obrazu na vynikajúcej úrovni. Pozorovatelia mali dokonca dvojnásobné šťastie. Prvý raz to bolo vtedy, keď jedna z monitorovaných hviezd bola práve v najväčšom priblížení k hmotnému stredu (v pericentre) počas svojej pätnásť ročnej periódy. Druhým šťastím bolo, že priblíženie bolo v naozaj malej vzdialenosti, len 17 svetelných hodín. Hviezda, označovaná ako S2, zohrala úlohu sondy citlivej na gravitačné pole vo vzdialenosti len trikrát väčšej ako planéta Pluto. Skutočnosť, že dráha hviezdy presne zodpovedala dráhe, ktorú predpovedajú Keplerove zákony, vylúčila všetky rozdelenia hmoty, ktoré očakávali v strede Mliečnej dráhy hustú „kopu" hviezdam podobných objektov. Priemer podobnej štruktúry by musel byť väčší ako 17 svetelných hodín a dráha hviezdy prechádzajúca „hviezdokopou" by sa s určitosťou podstatne zmenila. Ostalo jediné prijateľné vysvetlenie. Hmota musí byť koncentrovaná v čiernej diere, tak spĺňa Keplerove podmienky, ktorý odvodil svoje rovnice pre pohybujúce sa hmotné body. Hypotetické telesá, ktorých celková hmotnosť je koncentrovaná v ich hmotnom strede, to je s istotou dosiaľ najsilnejší dôkaz existencie čiernych dier, donedávna čisto hypotetických objektov. Následne spomínaný nedvojznačný výsledok silne podporil predpoklad, že stredom väčšiny, ak nie všetkých galaxií, sú masívne čierne diery (vrátane Mliečnej dráhy).

Zatiaľ čo NACO a jeho jedinečné možnosti potvrdili prevratné zistenie novými dôkazmi, úporne hľadaný infrančervený náprotivok rádiového zdroja SgrA nakoniec našli. Objav priniesol i ďalšie prekvapujúce a neočakávané informácie. Pomerne slabé a ťažko rozlíšiteľné od ostatných zdrojov (hlavne hviezda S2, ktorá priniesla istotu existencii čiernych dier), emisie pozorované na vlnovej dĺžke 3,6 a 4,8 μm, ko-



Priblížený pohľad na oblasť z obrázku vľavo. Infračervené emisie (3,7 μm) čiernej diery v jej bezprostrednom okolí (akrečný disk a výtrysk), ktorá bola dychtivo hľadaná a jednoznačne detegovaná systémom NACO. Korešponduje mierne difúznej škvrnke v krúžku označenom SgrA*. Bodový zdroj označený S2 je hviezda, ktorej dráha odhalila prítomnosť čiernej diery na mieste SgrA*, vážiacej toľko, čo 4 milióny Slnk.

rešpondovali presne s očakávaniami, teda so synchrotrónovými emisiami relativistických elektrónov, najpravdepodobnejšie spojenými so stabilne usmerneným, fokusovaným výtryskom plazmy. Ten istý proces je zodpovedný aj za rádiové emisie. Na druhej strane naozajstným prekvapením bolo objavenie náhlych vzplanutí v infračervenej oblasti, i trvajúcich približne 90 minút, ktoré sa opakovali s frekvenciou trikrát za deň. Vzplanutia sú pravdepodobne spojené s opakovanými fázami akrécie hmoty na horizonte udalostí čiernej diery. Rovnakým mechanizmom žiaria pravdepodobne aj kvazary, pozorujeme v podstate to isté v malom, ale s omnoho menším výkonom a účinnosťou. Hypotéza priťahuje čoraz väčšiu pozornosť, odkedy boli počas vzplanutí spozorované kváziperiodické modulácie s frekvenciou 17 minút, tie by mali súvisieť s periódou tzv. poslednej stabilnej dráhy (Last Stable Orbit). Dobre definovanej dráhy, predpovedanej všeobecnou teóriou relativity, na ktorej sa určitý čas môže akumulovať hmota. Keď ju hmota nakoniec opustí, padá nenávratne na horizont udalostí. Posledná stabilná dráha je veľmi presne definovaná teóriou v prípade rotujúcej čiernej diery (tzv. Kerrova čierna diera). Ak je teória správna, potom pozorovaná 17-minútová perióda korešponduje s dvojnásobkom minimálnej hodnoty pre rotujúcu čiernu dieru s hmotnosťou $3{,}6.10^6$ hmotností Slnka. Z toho odvodená perióda rotácie čiernej diery je 13 minút.

V sumáre sa dá povedať, že čierne diery sú pomerne jednoduché fyzikálne objekty. Aj keď o nich ešte veľa nevieme, ukázalo sa, že každú čiernu dieru úplne popisujú tri parametre: hmotnosť, moment hybnosti (rotácia) a náboj. Meraniami v infračervenej oblasti s uhlovým rozlíšením, aké poskytuje NACO, môžeme určiť s veľmi dobrou presnosťou prvý z nich. Podobne by to mohlo byť aj s druhým parametrom – rotáciou. V každom prípade už v roku 2004 začali merania, ktoré tento predpoklad podporia alebo zamietnu. Ak bude správny, ako sa očakáva, ostane neznámy už len jeden základný parameter...

Potom už budú môcť astronómovia skúmajúci čierne diery vyhlásiť, že éra experimentálnej fyziky čiernych dier sa už začala.

PETER MAJCHRÁK

Slnečná aktivita

december 2004 – január 2005

Slnečná aktivita je naďalej vo fáze poklesu jedenásťročného cyklu. Aj v tomto období sa však vyskytujú náhle zvýšenia, hlavne následkom mohutných erupcií vo veľkých skupinách škvŕn.

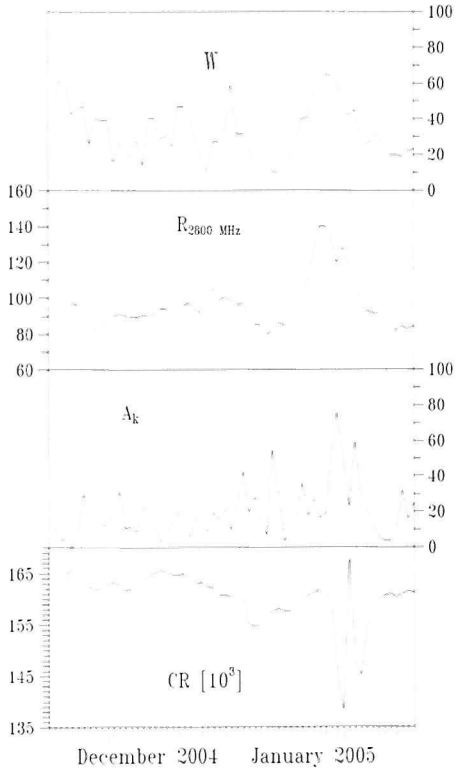
Dnes by som chcel zamerať pozornosť čitateľov na prevádzku a výsledky rusko-ukrajinskej družice Coronas-F, ktorá sa zaoberá prevažne pozorovaním slnečnej aktivity.

Družica bola vypustená na obežnú dráhu 31. júla 2001 do výšky 500 km a so sklonom dráhy k rovníku 83°. Na palube je 15 vedeckých prístrojov, ktoré umožňujú pozorovať Slnko vo veľkom rozsahu elektromagnetického spektra, od γ-žiarenia po optické žiarenie. Väčšina z nich je zameraná na štúdium žiarenia slnečných erupcií. Počas trojročnej prevádzky sa podarilo pomocou prístroja AVS–F sledovať vývoj vyše 30 erupcií triedy M2 a vyššej. Zaujímavé boli najmä úkazy v období október až november 2003. V tom čase sa pozorovalo na Slnku 30 aktívnych oblastí, pričom v štyroch z nich aj tvrdé röntgenové a γ-žiarenie. Najintenzívnejší úkaz bol pozorovaný 29. októbra 2003, od 20:37 do 21:01 UT v aktívnej oblasti NOAA 0486 (S15W02). V energetickom spektre tejto erupcie boli pomocou tohto prístroja pozorované čiarové γ-emisie od 0,81 do 7 MeV, ktoré pochádzajú z jadier iónov železa, magnézia, neónu, kremíka, kyslíku a uhlíka a aj čiara 2,2 MeV, ktorá svedčí o prítomnosti jadrových reakcií. Maximá týchto žiarení nekoincidovali s maximami mäkkého röntgenového žiarenia.

Spektrofotometer DIFOS sleduje globálne oscilácie Slnka vo veľmi širokom spektrálnom pásme od 350 do 1500 nm. Analýza pozorovaní ukazuje, že amplitúda oscilácií vzrastá s klesajúcou vlnovou dĺžkou ($\lambda^{-1,2}$).

Množstvo podobných zaujímavých informácií o pozorovaniach tejto družice možno nájsť na webovej stránke projektu: *http://coronas.izmiran.ru*

MILAN RYBANSKÝ

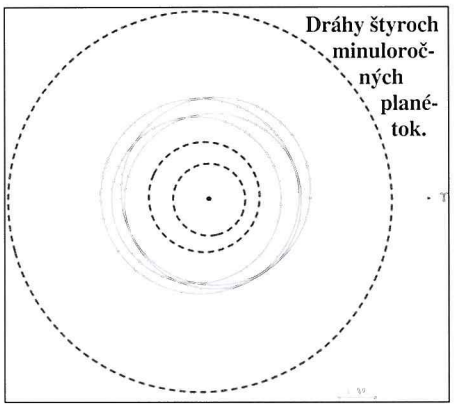


Asteroidy a Slovensko

V tejto časti seriálu si priblížime 4 asteroidy, ktorých mená majú vzťah ku Slovensku a boli pomenované v rokoch 2003 a 2004.

Planétky sú uvedené v *tabuľke*, ktorá obsahuje definitívne číslo planétky, jej meno v tvare, v akom bolo schválené (vrátane diakritiky), dátum objavu, meno objaviteľa a observatórium, na ktorom bola planétka objavená. Tabuľka je doplnená o predbežné označenie, pod ktorým bola planétka evidovaná pred očíslovaním, resp. pomenovaním, a dátum publikovania nového mena v cirkulároch IAU.

Dnešná časť obsahuje len 4 planétky, ktorých mená majú vzťah ku Slovensku. Tri z nich boli objavené na observatóriu v Modre a jedna v Ondřejove (ČR). Všetky asteroidy spomenuté v dnešnej časti boli objavené pomocou CCD kamier. V porovnaní s predchádzajúcimi časťami seriálu boli doplnené informácie o maximálnej zdanlivej jasnosti danej plánetky, ktorú môže dosiahnuť v tých najvýhodnejších opozíciách, tzv. perihéliových (autorom výpočtov je Brian D. Warner).



Číslo	Meno	Dátum objavu	Objaviteľ	Observatórium	Označenie	Dátum pomen.
(15946)	Satinský	1998 01 08	Galád, Pravda	Modra	1998 AP_7	2003 03 18
(29650)	Toldy	1998 11 23	Galád, Kolény	Modra	1998 WR_6	2004 07 13
(48171)	Juza	2001 04 23	Pravec, Kušnirák	Ondřejov	2001 HZ_{15}	2003 05 01
(59419)	Prešov	1999 04 09	Kornoš, Gajdoš	Modra	1999 GE_2	2003 11 09

Planétky pomenované v rokoch 2003 a 2004.

(15946) Satinský

Planétku objavili Adrián Galád a Alexander Pravda večer dňa 8. januára 1998 na Astronomickom a geofyzikálnom observatóriu Modra-Piesky. Planétka sa v tom čase nachádzala vo východnej časti súhvezdia Blíženci (Gemini), asi 5,3° južne od jasnej hviezdy β Gem (+1,1 mag, Pollux), mala zdanlivú jasnosť +17,6 mag a bola 190. planétkou objavenou v prvej polovici januára 1998. Svedčí o tom aj jej predbežné označenie 1998 AP_7, ktoré dostala krátko po objave.

V objavovej opozícii bola planétka z Modry pozorovaná aj počas ďalších 7 nocí a celkovo bolo zmeraných 19 pozícií, neskôr zaslaných do MPC. Naposledy bola planétka pozorovaná večer 10. februára 1998. V nasledujúcej opozícii počas 3 nocí v období od 18. do 25. marca 1999 bolo v Modre získaných ďalších 8 pozícií.

Planétka obieha okolo Slnka v strednej vzdialenosti 402 mil. km po takmer kruhovej dráhe s dobou obehu 4,40 roku (1609 dní). K Zemi sa môže priblížiť na minimálnu vzdialenosť 1,427 AU a jej veľkosť je odhadovaná na 4 až 5 km. Očíslovanie planétky bolo zverejnené v cirkulári MPC č. 40994 vydanom dňa 26. júla 2000.

Planétka je pomenovaná po známom slovenskom komikovi Júliusovi Satinskom (1941 – 2002), ktorý po viac ako štyri desaročia pôsobil v rozhlase, televízii, filme a divadle. V roku 1959 vytvoril spolu s Milanom Lasicom intelektuálnu komickú dvojicu a ich programy sa stali v bývalom Československu veľmi populárnymi. Satinský tiež napísal mnoho rozprávok pre deti. Meno planétky sa stalo oficiálnym po zverejnení v cirkulári MPC č. 48158 vydanom dňa 18. marca 2003 Medzinárodnou astronomickou úniou.

V najvýhodnejších opozíciách môže táto planétka dosiahnuť maximálnu zdanlivú vizuálnu jasnosť +17,7 mag. Jedna z najbližších takýchto konfigurácií nastane v noci 23./24. augusta 2009. Planétka však bude mať v tom čase deklináciu −16° a bude sa nachádzať v súhvezdí Vodnára (Aqr).

(29650) Toldy

Planétku objavili Adrián Galád a Peter Kolény v neskorých večerných hodinách dňa 23. novembra 1998 na Astronomickom a geofyzikálnom observatóriu Modra-Piesky. Planétka sa v tom čase nachádzala v centrálnej časti súhvezdia Býk (Taurus), asi 4,5° VSV od jasnej hviezdy α Tau (+0,8 mag, Aldebaran), bola objektom 18. magnitúdy a 167. planétkou objavenou v druhej polovici novembra 1998. Svedčí o tom aj jej predbežné označenie 1998 WR_6, ktoré dostala krátko po objave.

Planétka bola z Modry pozorovaná len v objavovej opozícii a počas 9 nocí bolo celkovo zmeraných 23 pozícií, neskôr zaslaných do MPC. Naposledy bola planétka pozorovaná večer 4. januára 1999.

Planétka obieha okolo Slnka v strednej vzdialenosti 345 mil. km po mierne excentrickej dráhe s dobou obehu 3,50 roku (1278 dní). K Zemi sa môže priblížiť na minimálnu vzdialenosť 0,988 AU a jej veľkosť je odhadovaná na 3 až 4 km. Očíslovanie planétky bolo zverejnené v cirkulári MPC č. 43610 vydanom dňa 2. októbra 2001.

Planétka je pomenovaná po manželoch Mikulášovi (1926 – 1996) a Viere (1926 – 1995) Toldyových. On bol prednostom pôrodníckej kliniky v Martine, ona pediatričkou v nemocnici Komenského univerzity a neskôr primárkou v Dojčenskom ústave v Bratislave. Obaja vynakladali všetku svoju energiu v záujme humanity a lekárskej vedy. Meno planétky sa stalo oficiálnym po zverejnení v cirkulári MPC č. 52325 vydanom dňa 13. júla 2004 Medzinárodnou astronomickou úniou.

V najvýhodnejších opozíciách môže táto planétka dosiahnuť maximálnu zdanlivú vizuálnu jasnosť +17,7 mag. Jedna z najbližších takýchto konfigurácií nastane 18. augusta 2008. Z našich zemepisných šírok však v tom čase nebude planétka prakticky pozorovateľná nakoľko bude mať deklináciu −26° a bude sa nachádzať v severnej časti súhvezdia Južná ryba (PsA). Kvôli obežnej dobe planétky, ktorá je v pomere s obežnou dobou Zeme, nastávajú obdobia maximálnej jasnosti planétky každých 7 rokov vždy okolo 18. augusta na rovnako nevýhodnej deklinácii.

(48171) Juza

Planétku objavili Petr Pravec a Peter Kušnirák v neskorých večerných hodinách dňa 23. apríla 2001 na Astronomickom ústave AV ČR v Ondřejove. Planétka sa v tom čase nachádzala v západnej časti súhvezdia Váhy (Libra), necelých 8° severozápadne od jasnej hviezdy α_2 Lib (+2,9 mag, Zubenelgenubi), mala zdanlivú vizuálnu jasnosť +19,6 mag a bola 400. planétkou objavenou v druhej polovici apríla 2001. Svedčí o tom aj jej predbežné označenie 2001 HZ_{15}, ktoré dostala krátko po objave.

V objavovej opozícii bola planétka z Ondřejova pozorovaná aj v ďalších 2 nociach a celkovo bolo zmeraných 7 pozícií, neskôr zaslaných do MPC. Naposledy bola planétka pozorovaná ráno 27. apríla 2001. V nasledujúcej opozícii boli v Ondřejove počas jedinej noci, 2. septembra 2002, získané ďalšie 2 pozície.

Planétka obieha okolo Slnka v strednej vzdialenosti 359 mil. km po takmer kruhovej dráhe s dobou obehu 3,72 roku (1360 dní). K Zemi sa môže priblížiť na minimálnu vzdialenosť 1,291 AU a jej veľkosť je odhadovaná na necelé 2 km. Je to malá planétka. Jej očíslovanie bolo zverejnené v cirkulári MPC č. 46638 vydanom dňa 21. septembra 2002. K skorému očíslovaniu planétky prispeli aj predobjavové pozorovania z observatória Mt. Palomar v Kalifornii nájdené v internetovom archíve „Digital Sky Survey". Išlo o tri pozície z 26. a 27. marca 1971.

Planétka je pomenovaná po českom stelárnom astronómovi. Karel Juza (1952 – 1994) pracoval na hvezdárňach vo Valašskom Meziříčí, Tatranskej Lomnici, na Skalnatom Plese a v Ondřejove. Jeho práce sa sústredili na zákrytovú dvojhviezdu AR Aur a Be-hviezdy. Zomrel predčasne, tesne pred dokončením svojej dizertačnej práce. Meno planétky sa stalo oficiálnym po zverejnení v cirkulári MPC č. 48398 vydanom dňa 1. mája 2003 Medzinárodnou astronomickou úniou.

V najvýhodnejších opozíciách môže táto planétka dosiahnuť maximálnu zdanlivú vizuálnu jasnosť +19,0 mag. Jedna z najbližších takýchto konfigurácií nastane v noci 19./20. februára 2008. Planétka sa bude v tom čase nachádzať v súhvezdí Lev (Leo), necelé 2° od najjasnejšej

hviezdy Regulus, a bude relatívne dobre pozorovateľná.

(59419) Prešov

Planétku objavili Leonard Kornoš a Štefan Gajdoš v skorých ranných hodinách dňa 9. apríla 1999 na Astronomickom a geofyzikálnom observatóriu Modra-Piesky. Planétka sa v tom čase nachádzala v centrálnej časti súhvezdia Panna (Virgo), asi 2,1° JJV od hviezdy ζ Vir (+3,4 mag, Heze), mala zdanlivú jasnosť +17,3 mag a bola 55. planétkou objavenou v prvej polovici apríla 1999. Svedčí o tom aj jej predbežné označenie 1999 GE_2, ktoré dostala krátko po objave.

Planétka bola z Modry pozorovaná len v objavovej opozícii a počas 6 nocí bolo celkovo zmeraných 18 pozícií, neskôr zaslaných do MPC. Naposledy bola planétka pozorovaná ráno 20. apríla 1999.

Planétka obieha okolo Slnka v strednej vzdialenosti 386 mil. km po mierne excentrickej dráhe s dobou obehu 4,14 roku (1513 dní). K Zemi sa môže priblížiť na minimálnu vzdialenosť 1,285 AU a jej veľkosť je odhadovaná na 3 až 4 km. Očíslovanie planétky bolo zverejnené v cirkulári MPC č. 48937 vydanom dňa 14. júna 2003.

Planétka je pomenovaná po meste na severovýchode Slovenska. Mesto Prešov, datované od r. 1247, je historickým a kultúrnym centrom šarišského regiónu a tiež rodiskom druhého z objaviteľov. V roku 1968 tu bola postavená ľudová hvezdáreň a založený Klub mladých astronómov. Meno planétky sa stalo oficiálnym po zverejnení v cirkulári MPC č. 50254 vydanom dňa 9. novembra 2003 Medzinárodnou astronomickou úniou.

V najvýhodnejších opozíciách môže táto planétka dosiahnuť maximálnu zdanlivú vizuálnu jasnosť +18,0 mag. Počas jednej z takto výhodných konfigurácií bola planétka v roku 1999 objavená – maximum jej jasnosti nastalo 13. apríla, len 5 dní po objave. Takmer identická konfigurácia sa zopakuje v polovici apríla 2028, keď planétka dosiahne zdanlivú vizuálnu jasnosť +18,3 mag a bude sa nachádzať, rovnako ako pri objave, v centrálnej časti súhvezdia Panna (Vir). Jedna z najbližších perihéliových opozícií nastane aj 28. mája 2020. Planétka však bude mať v tom čase deklináciu –28 stupňov, bude sa nachádzať v súhvezdí Škorpión (Sco) a z našich zemepisných šírok bude prakticky nepozorovateľná.

PETER KUŠNIRÁK

O potrebe astronómie

Nezvyknem sa často opierať o výroky klasikov, ale niekedy sa veľmi hodia. A to i v prípade M. R. Štefánika, ktorý kedysi povedal, že astronómia je mierou kultúry národa. Iste vtedy netušil, že sám sa stane pre niektorých paradoxne iba symbolom materiálnej hodnoty. Čo tým Štefánik konkrétne mohol mať na mysli, asi nie je také ťažké uhádnuť. Astronómia totiž dáva človeku novú dimenziu, robí z dvojrozmerných mravcov na Zemi vesmírne bytosti. Tak nejako to asi cítil aj kozmonaut E. Cernan, keď rozprával, ako začal vnímať Zem ako planétu. Hovorili o tom i C. Sagan a ďalší ľudia z projektu Voyager, keď trvali na tom, aby sa Voyager otočil a odfotografoval celú Slnečnú sústavu, napriek tomu, že snímka prakticky nemala mať vedeckú hodnotu. Vedeli totiž , že je životne dôležité pre ľudstvo, aby sa začalo vnímať z inej perspektívy. Zem bola na tej fotografii malá modrá bodka, jeden pixel, ktorý si C. Porcová v prvom momente pomýlila s nejakou nečistotou alebo prachom a chcela to utrieť. A to bol celý náš svet so všetkou honosnosťou, vojnami a biedou, žijeme na tej modrej bodke.

Na každé poznanie je potrebný správny odstup, aby ste mohli abstrahovať, vystihnúť to podstatné, poznať súvislosti. Vedel to aj známy fotograf J. Bertrand, keď fotografoval Zem z výšky (Earth above), a to bola iba helikoptéra. A astronómia nie je iba o pohľade na oblohu, ale je i reflexiou o pohľade z oblohy na Zem. Možno i toto je čiastočne motivácia, ktorú vnímajú ako svoje poslanie ľudia na hvezdárňach. Lebo práca na hvezdárni pre ľudí nie je len o šírení informácií, tých je naozaj aj na internete dosť. Je to o hľadaní a ponúkaní súvislostí, o odpovediach na otázky, aj nevyslovené...

Astronómia podnecuje a zároveň odpovedá tým, ktorí hľadajú pravdivý obraz sveta a svoje miesto v ňom. Neprodukuje len systém praktických a teoretických poznatkov vo svojom odbore, pôsobí ako multiplikatívny faktor rozvoja iných vied. Stimuluje filozofiu, rozvíja jej pojmy a konečnosť, nekonečnosť, ohraničenosť prostredníctvom astronómie vystupujú z číro akademického prostredia, aby sa dotkli každého mysliaceho človeka a inšpirovali ho. Nezastupiteľným spôsobom rozširuje horizont poznania, motivuje k ďalšiemu posúvaniu jeho hraníc, a predovšetkým každého učí pokore a úcte k životu. A o to by asi malo ísť. Vo svete je popularizácia astronómie jedným zo základných pilierov takých polyfunkčných vzdelávacích inštitúcií, ako je napr. aj la Villete, mesto vied a priemyslu v Paríži a podobných príkladov by sme mohli nájsť vo všetkých technologicky vyspelých krajinách dosť, spomeňme aspoň Fínsko. Tam všade vedia, ako sa im investícia do popularizácie a vzdelania do samostatného myslenia a experimentovania mnohonásobne vráti. Čo iné by malo byť základom vzdelanostnej ekonomiky? Zvlášť by sme na to mali myslieť v tento svetový rok fyziky. Alebo sa stále budeme tváriť, že pečieme zlaté teľa? Už kráľ Midas vedel, že sa z takého nenaje.

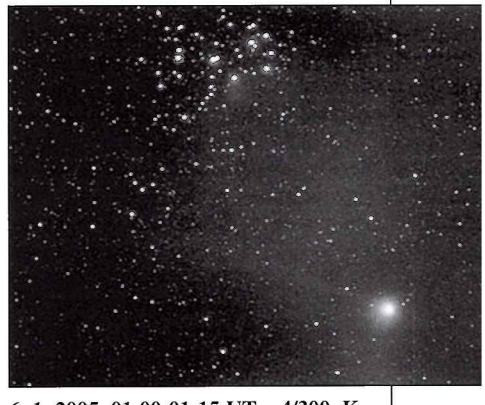
Daniela Rapavá

O pozorovaní komét C/2004 Q2 Machholz, C/2003 T4 LINEAR a C/2003 K4 LINEAR

Mojou prvou pozorovanou kométou z trojice komét bola C/2004 Q2 Machholz. Napriek vysokej jasnosti už koncom decembra bola ťažkým objektom pre pozorovanie najmä pre zápornú deklináciu. Kvôli tomu, ale aj kvôli počasiu, som ju preto prvýkrát našiel až 7. 12. 2004. Jej nájdenie mi uľahčovalo to, že sa nachádzala 5° od ε Lep a v triédri 7/50 bola veľmi ľahko pozorovateľná. Presnú mapku s porovnávacími hviezdami som nemal, jej jasnosť som odhadol na približne 5,5 – 5,8 mag. Po dvoch týždňoch zamračenej oblohy som ju potom pozoroval až 21. 12. večer, keď som ju odhadol 5 mag s kondenzáciou 6 a rozmerom asi 18'. Kométa sa naďalej zjasňovala. Podľa mojich pozorovaní bola najjasnejšia 4. 1. vo večerných hodinách keď mala 3,8 mag. 6. – 8. januára nastal už od objavu očakávaný deň, keď sa kométa priblížila k Plejádam. Mne sa ju pri tomto priblížení podarilo fotografovať pomocou 300 mm objektívu 6. 1. na rimavskosobotskej hvezdárni. Počas celého času bola ľahko pozorovateľným objektom aj voľným okom. Naposledy som ju bez ďalekohľadu videl 2. 2., keď som voľným okom odhadol jej jasnosť na 5,4 mag. Aj keď bola kométa dosť jasná, jej chvosty vynikali len na fotografiách. Moje posledné meranie jasnosti Machholzovej kométy v čase písania tohto článku bolo urobené večer 6. marca, keď mala kométa 6,6 mag. Celkovo som urobil od 21. 12. 2004 do 6. 3. 2005 27 odhadov jasnosti. Ďalšou kométou, ktorá sa k nám vracala z južnej oblohy, mala byť kométa pozorovaná už v lete. Bola to kométa C/2003 K4 LINEAR. Pokúšal som sa ju nájsť večer 4. 2. pomocou Newtona 152/903 pri 45-násobnom zväčšení, no bol tam taký zákal, že limitná magnitúda bola len okolo 3,8 mag vo výške 15° nad obzorom, takže som sotva niečo videl aj v hľadáčiku. Postup pozorovania od hviezdičky k hviezdičke som preto zavrhol, no nepodarilo sa mi ju nájsť ani prečesávaním... V čase pozorovania kométy Machholz a LINEAR K4 sa objavila na rannej oblohe aj kométa C/2003 T4 LINEAR. Skúšal som ju hľadať ráno 30. 1. od 3:00 do 3:30 UT, pomocou Newtona 128/1090 pri 109-násobnom zväčšení, no neuspel som, a nenašielol som ju ani Newtonom 150/903 1. 3. ráno. Šťastie sa na mňa usmialo až 6. 3., keď sa nachádzala v blízkosti hviezdy κ Del a v 150-tke bola akurát dobre pozorovateľná (mhv v ďalekohľade okolo11,5 mag). Nebola však veľmi výrazná, pretože mala malý stupeň kondenzácie (DC 2,5) a priemer kómy som odhadol na 2,1'.

Ľubomír Urbančok, Šíd

Kométa Machholz 6. 1. 2005, 21.03 – 21.18 UT. 5,6/1000, Konica 400, pointované pomocou RC 150/2250.



6. 1. 2005, 01:00-01:15 UT – 4/300, Konica 400.

Observatórium v Tartu a estónska astronómia

S radosťou som prijal pozvanie starého priateľa Dr. Lauritsa Leedjärva, riaditeľa observatória v Tartu, na pracovný pobyt v pobaltskom Estónsku hlavne preto, že som nevedel takmer nič o tejto pobaltskej krajine a o jej histórii a rozvoji astronómie v tejto oblasti. Cesta autom ubiehala po rovine cez Poľsko, Litvu a Lotyšsko, kde nie sú žiadne hory. Biele more brezových lesov bolo popretkávané smrekmi a ruskými borovicami. Najvyšší vrch Estónska, Suur Munamagi (318 m n. m.) sme zanechali po pravej strane hneď po prekročení hraníc v smere od Rigy, takže bolo jasné, že najbližšie dva týždne strávime na rovine. Neskôr sme sa dozvedeli, že v pôvodnom estónskom jazyku ani neexistuje slovo hora, používali iba výrazy ako vrch alebo kopec. Neskoro večer sme teda dorazili na jeden z takýchto estónskych kopcov, týčiaci sa asi 20 m nad nedoziernou rovinou lesov a lúk, do Tõravere, asi 22 km južne od Tartu. Práve sem bolo presne po 150 rokoch činnosti observatória v Tartu premiestnené do nových podmienok, mimo rýchle sa rozrastajúceho mesta.

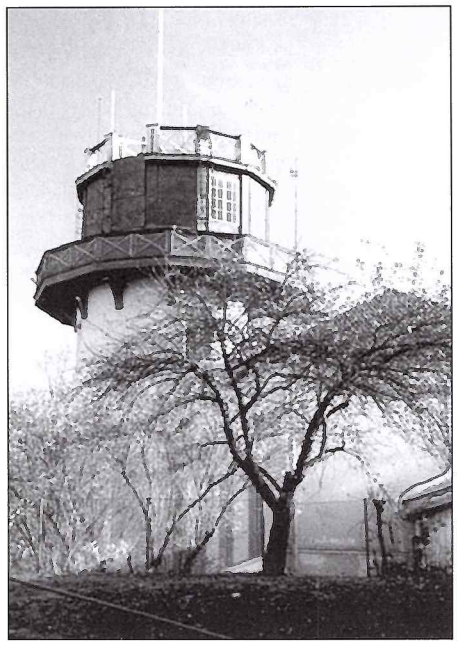
Estónska astronómia má však bohatšiu históriu a jej vývoj môžeme rozdeliť do piatich období: 1. najstaršia etapa sa začala v období neskorej renesancie a trvala do začiatku 19. storočia, 2. etapu v 19. stor. môžeme nazvať dynastiou Struveho, 3. obdobie spadá do začiatku 20. storočia a súviselo s rozvojom modernej astrofyziky a galaktickej astronómie, 4. obdobie je charakterizované estónskou astronómiou v rámci Sovietskeho zväzu a konečne 5., súčasné obdobie, pokračuje v znamení astronómie nezávislého Estónska. Okrem tejto písanej histórie sa dochovali legendy, podľa ktorých už staroveké národy Estónska a Fínska nazývali jasný pás hviezd na oblohe Dráhou vtákov. Je až zarážajúce, ako blízko k pravde sa vo svojich predstavách dostali, nakoľko dnes vieme, že vtáky sa počas migrácie skutočne orientujú pomocou hviezd.

Dochované písomné doklady uvádzajú, že v roku 1632 založil švédsky kráľ Gustav II. Adolf v Tartu Academiu Gustavianu. Táto univerzita však fungovala v dôsledku vojenských udalostí len 24 rokov. V tom čase tu pôsobil profesor astronómie P. Schomer. Činnosť univerzity obnovil kráľ Karol XI. v r. 1690 a pôsobila pod názvom Academia Gustavo-Carolina. Jej činnosť už po 9 rokoch prerušila severná vojna. V tomto období vznikla aj amatérska astronómia, napr. G. Himsele, prof. matematiky na gymnáziu v Revale (dnešný Tallin), už od r. 1633 vydával astronomické kalendáre. Astronómiu v tomto regióne však najviac preslávila až dynastia Struveho v 19. stor.

V roku 1808 bola v Tartu znovu otvorená univerzita a pri nej bolo založené observatórium. Prvým riaditeľom observatória sa stal Johann Huth. V tom čase Friedrich Wilhelm Struve uniká z Hamburgu pred vojenskou povinnosťou a ako študent filológie prichádza na Univerzitu do Tartu. Po skončení štúdia v r. 1813 nastupuje do práce ako pozorovateľ observatória a pokračuje v štúdiu astronómie. Po smrti Hutha v r. 1818 sa Struve stáva faktickým vedúcim observatória, pričom sa veľmi intenzívne zaoberal pozorovaniami. O zaujímavom pozorovanom jave napísal už v r. 1822. Údajne 3. februára pozoroval na Mesiaci v kráteri Aristarchos vulkanickú činnosť – svetlý bod s jasnosťou 8 mag. Vďaka známosti s Fraunhoferom vybavil pre observatórium od nemeckého optika 9-palcový refraktor, v tom čase (1824) najväčší refraktor na svete. Pomocou neho objavil Struve 3112 dvojhviezd a viacnásobných hviezdnych sústav a vytvoril ich katalóg. Celkove odpozoroval vyše 120 000 hviezd. Pre 1660 hviezd určil ich vlastné pohyby. V r. 1838 určil Struve ako prvý na svete paralaxu hviezdy, konkrétne Vegy súčasne s Besselom, ktorý meral 61 Cygni a Hendersonom, ktorý meral α Centauri. Struve predbehol svoju dobu, keď vyslovil názor, že v medzihviezdnom priestore sa nachádza aj plynno-prachová látka, ktorej existencia bola potvrdená až v r. 1930. V Tartu sa tiež vykonávali pozorovania prechodov hviezd s cieľom určenia presnej zemepisnej polohy observatória a vytýčenia miestneho poludníka. Je zaujímavé, že Struve bol aktívny aj v rodine, vychoval 14 vlastných detí a ďalšie 4 si adoptoval. Štyria z jeho potomkov pracovali ako astronómovia v Pulkove, kde bolo založené veľké moderné observatórium v r. 1839. V tom roku sa Struve vzdáva riaditeľských povinností v Tartu a odchádza do Pulkova. Pozorovania v Tartu však pokračovali aj po jeho odchode. Jeho nástupcom sa stal J. H. Mädler, ktorý pokračoval v pozorovaní dvojhviezd, v meraní vlastných pohybov hviezd a stal sa známym ako autor podrobnej mapy Mesiaca. Na základe meraní vlastných pohybov hviezd stanovil, že stred pohybu sa nachádza v Plejádach pri hviezde Alcyone a jeden obeh trvá 18 mil. rokov. Jeho práce vyvolali ostrú kritiku, no dnes ho oprávnene pokladáme za otca hviezdnej dynamiky. V tej dobe sa na observatóriu vykonávali aj pozorovania planét, komét, organizovali sa expedície za zatmeniami Slnka a v r. 1874 observatórium zorganizovalo 4 expedície do Egypta, Perzie, Číny a Japonska na pozorovanie prechodu Venuše popred slnečný disk, ku ktorému došlo 8. 10. 1874. Napriek mnohým ďalším aktivitám observatória v Tartu po odchode Struveho strácalo na význame a, pochopiteľne, nemohlo súperiť ani po technickej stránke s rýchlo sa rozvíjajúcim Pulkovom. Poslednú štvrtinu 19. stor. môžeme označiť za nemecké obdobie estónskej astronómie. Najvýznamnejším pozorovaním tohto obdobia bol Hartwigov objav supernovy v hlave Andromedy v roku 1885.

Prvými predstaviteľmi estónskej astronómie 20. stor. boli Ernst Öpik a Taavet Rootsmäe. Po prvej svetovej vojne bolo observatórium vybavené pomerne malými ďalekohľadmi, ako napr. Petzvalov astrograf a Zeissov refraktor s priemerom 20 cm. Öpik bol hlboko presvedčený o dôležitosti astronomických pozorovaní, takže aj teoretickí astronómovia sa museli podieľať na získavaní pozorovacieho materiálu. V tridsiatych rokoch zaviedli výuku teórie relativity a kvantovej fyziky na univerzite v Tartu a vďaka nim bolo neskôr založené aj nové observatórium v Tõravere. Po nich prevzali štafetu ich najlepší žiaci, ako Aksel Kipper, Grigori Kuzmin a Wlodzimierz Riives, ktorí formovali celú plejádu astrofyzikov: J. Einasto, A. Sapar, T. Kipper (syn A. Kippera), T. Viik a ďalší.

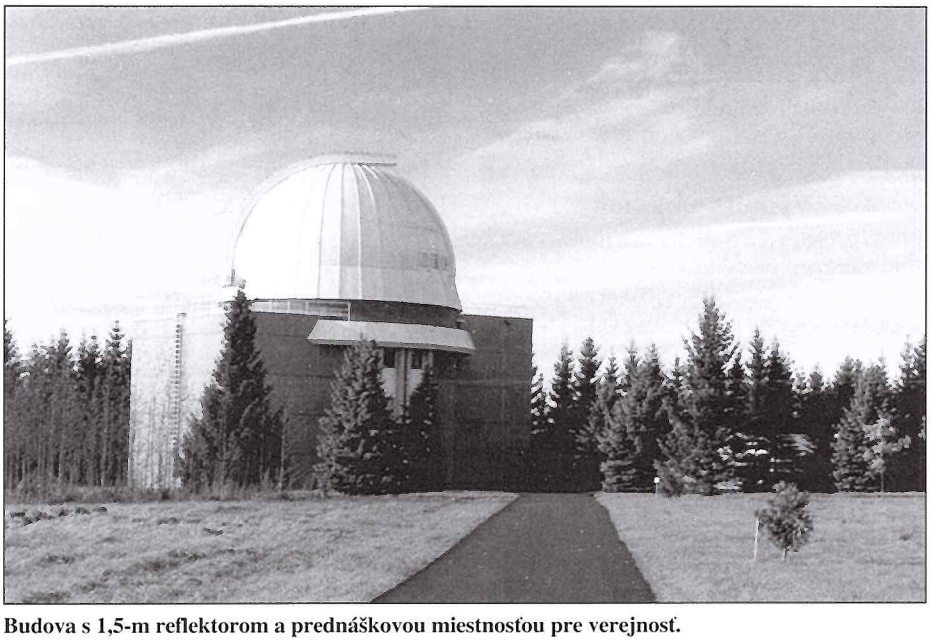
Ernst Öpik bol aj riaditeľom observatória v Armaghu v Írsku a dosiahol svetové uznanie



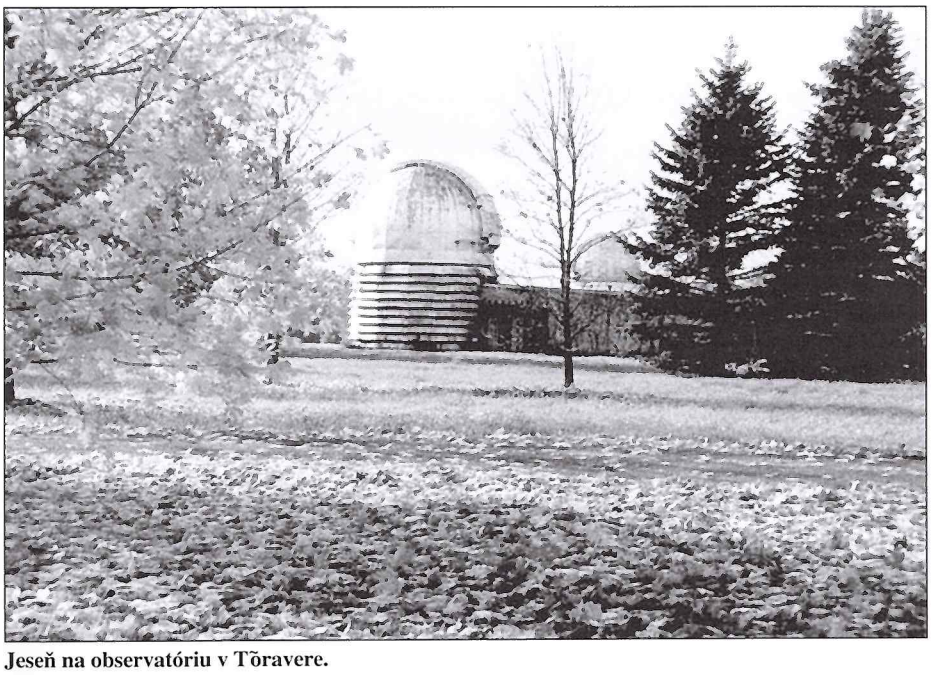
Pôvodná, dnes už starobylá, budova observatória nad mestom Tartu.

Sídlo observatória Tartu na novom mieste v Tõravere.

Celkový pohľad na observatórium s menšími prístrojmi na fotometriu hviezd.



Budova s 1,5-m reflektorom a prednáškovou miestnosťou pre verejnosť.



Jeseň na observatóriu v Tõravere.

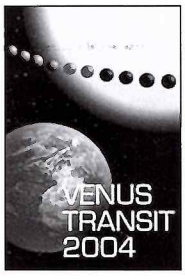
za fundamentálne výsledky vo viacerých oblastiach astronómie, ako napr. meteorická astronómia, teória vývoja hviezd, planetárna fyzika, kozmogónia a ešte pred Ciolkovským odvodil rovnice pohybu reaktívnej rakety. Öpik opustil Tartu v r. 1944, tesne pred vstupom sovietskych vojsk do Estónska. Tým sa skončilo jedno z období astronómie v Tartu a celá estónska astronómia sa dostala takmer na polstoročie pod vplyv Sovietskeho zväzu až do augusta roku 1991. Už na začiatku 50. rokov dosiahla astronómia v Tartu dobrú úroveň. Riaditeľom observatória sa stal v r. 1950 A. Kipper, ktorý bol aj viceprezidentom Estónskej akadémie vied a zaslúžil sa o vybudovanie nového observatória v Tõravere. On sám sa zaoberal pozorovaniami cefeíd, magnetohydrodynamikou, vznikom magnetického poľa v hviezdach, a ukázal, že magnetické pole je vmrznuté v plazme. Na konci svojej aktívnej kariéry sa snažil vysvetliť červený posun pri kvazaroch.

Nová história observatória sa začínala písať v r. 1953, keď sa v rámci Akadémie vied Sovietskeho zväzu rozhodlo, že sa v Estónsku vybuduje nové observatórium. V r. 1958 bolo nájdené miesto nového observatória a v r. 1964 sa uskutočnila slávnostná inaugurácia observatória na kopci s nadmorskou výškou len 73 m v Tõravere, asi 20 m nad okolitým terénom. Nové observatórium bolo vybavené 70-cm Maksutovovým reflektorom, dvoma rovnakými 50-cm reflektormi na fotometriu premenných hviezd, hlavne nov, symbiotických hviezd a zákrytových dvojhviezd. Krátko po založení observatória bola založená filiálka Astronomického ústavu aj v Talline, kde bol nainštalovaný 50-cm Maksutovov reflektor. Najväčšie zásluhy o vývoj prístrojového parku v Tõravere mali J. Einasto, L. Luud a T. Kipper. Najväčším príspevkom bola inštalácia 1,5-m Cassegrainovho reflektora AZT-12 v r. 1975. Ďalekohľad bol vybavený spektrografom ASP-32 s disperziou 18 – 556 A/mm s rozsahom od 3000 do 11 000A. Všetky optické prístroje boli vyrobené v optických závodoch v Leningrade (dnes St. Peterburg). Tento ďalekohľad sa stal jedným z najväčších v severnej Európe. Na základe dlhodobých pozorovaní je možné štatisticky vyhodnotiť pozorovacie podmienky, pričom spektroskopických nocí je 90 – 100, ale fotometrických iba 30 – 40 za rok. V zimnom období je možné využiť 16- až 17-hodinové pozorovacie noci. Observatórium koordinuje pozorovania s observatóriami v Bjurakane, v Rožene v Bulharsku, na Kryme, na Kaukaze v Zelenčukskej a na Majdanaku.

V pôvodnej budove observatória v Tartu bolo po roku 1991 zriadené múzeum. Najcennejším exponátom je tu staručký Struveho refraktor a niekoľko pasážnikov a menších prístrojov zo začiatku 19. stor. Tesne pod podlahou pozorovateľne je zriadené malé, ale moderné planetárium s kapacitou 35 žiakov. Momentálny nedostatok financií však neumožňuje uskutočniť potrebnú rekonštrukciu tejto cennej historickej stavby, týčiacej sa nad prudko sa rozvíjajúcim, dnes už moderným mestom Tartu.

Dr. LADISLAV HRIC,
Astronomický ústav SAV

Venus Transit 2004
– výsledky merania astronomickej jednotky



Úvod

Ťažisko projektu Venus Transit 2004 (www.vt-2004.org) spočívalo v meraní časov štyroch kontaktov okraja Venuše s limbom Slnka. Pozorovania bolo treba zaslať do 10. júla 2004 do Inštitútu pre nebeskú mechaniku a výpočet efemeríd v Paríži (Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémerides, IMCCE), ktorý vykonal výpočet astronomickej jednotky a analýzu presnosti meraní. Dosiahnuté výsledky svedčia o tom, že väčšina pozorovateľov veľmi dbala, aby so svojimi pozorovacími prostriedkami dosiahli čo možno najvyššiu presnosť. IMCCE uplatnilo isté výberové kritériá na pozorovacie dáta, na základe ktorých bola ďalej vypočítaná vzdialenosť Zeme od Slnka, a to pomocou štyroch rôznych metód. Teda aká je finálna hodnota astronomickej jednotky vzdialenosti? A aká je presnosť meraní, ktoré boli použité pri jej výpočte? Je možné výsledok získaný počas pozorovacej kampane Venus Transit 2004 porovnať s výsledkami dosiahnutými v minulosti? Odpovede na tieto otázky sú uvedené v tomto článku, ktorý je podrobnou rekapituláciou výsledkov merania vzdialenosti Zeme od Slnka získanými vďaka spoločnému úsiliu všetkých pozorovateľov prechodu Venuše cez disk Slnka 8. júna 2004.

Štatistika pozorovaní

Na *obrázku 1* je snímka získaná satelitom METEOSAT 7, zachytávajúca stav oblačnosti nad Európou 8. júna 2004 približne o 11:00 UT, pričom tretí kontakt Venuše nastal v strednej Európe približne o 11:03 UT. Polohu Slovenska je možné identifikovať pomocou výrazného krížika v pravej hornej časti zodpovedajúcemu geografickým súradniciam $\varphi = 50^\circ$ N a $\lambda = 20^\circ$ E, čo je miesto na území Poľska neďaleko severnej hranice Slovenska (*obrázok 1* v článku Ako zmerali vzdialenosť Zeme od Slnka pozorovatelia na Slovensku). Ako vidieť z tejto meteorologickej snímky, počasie pozorovateľom prialo na väčšine územia Európy. Aj vďaka tomu bola podstatná časť pozorovaní získaná v Európe (4215). Menší počet pozorovaní pochádza z Ázie (186), Severnej a Južnej Ameriky (63), Afriky (63) a Austrálie (23). V *tabuľke 1* je uvedený celkový počet meraní kontaktov T1, T2, T3 a T4 získaných na jednotlivých kontinentoch, pričom 1510 registrovaných pozorovateľov zaslalo do centrálnej databázy IMCCE celkovo 4550 meraní kontaktov. Polohu a rozloženie všetkých registrovaných skupín pozorovateľov (2763) v rámci celej Zeme a v rámci Európy (2427) znázorňujú *obrázky 2 a 3*.

Na tomto mieste treba uviesť, že z hľadiska merania astronomickej jednotky (ďalej len AU) nebola geografická distribúcia pozorovateľov optimálna, t. j. s ohľadom na najväčšiu možnú paralaxu (uhol: pozorovacie stanovište – Slnko – stred Zem). Preto Delisleho a Halleyho metóda nie sú práve najvhodnejšími pre získaný súbor dát. *Tabuľka 1* sumarizuje všetky pozorovania, ktoré obsahuje databáza IMCCE, vrátane chybných položiek. Napríklad pozorovania kontaktov T1 a T2 oznámené z Ameriky sú evidentne chybné, nakoľko tieto kontakty odtiaľ neboli vôbec pozorovateľné. V niektorých prípadoch pozorovania zodpovedajúce istému kontaktu boli v protokoloch chybne uvedené do kolónky patriacej inému kontaktu.

Preto bolo treba pred finálnym výpočtom databázu pozorovaní vyčistiť od podobných prípadov. Po tomto kroku zostalo v databáze celkovo 4367 pozorovaní od 1440 pozorovateľov. Naviac jednotlivé metódy výpočtu AU si vyžadovali aplikáciu istých výberových kritérií na pozorovacie dáta použité pri výpočte.

Počet pozorovaní	T1	T2	T3	T4	Celkom
Európa	676	1105	1297	1137	4215
Ázia	35	59	60	32	186
Afrika	8	14	21	20	63
Amerika	3	3	30	27	63
Austrália	9	14	0	0	23
Celkom	731	1195	1408	1216	4550

Tabuľka 1: **Štatistika všetkých pozorovaní kontaktov na jednotlivých kontinentoch zaznamenaných v databáze IMCCE.**

Výsledky výpočtov

Výpočet AU prebehol jednak modernými metódami, ktoré poskytuje internet a súčasná výpočtová technika, a jednak staršími metódami používanými v minulosti. V *tabuľke 2* sú výsledky dosiahnuté jednotlivými metódami, ktoré sú stručne charakterizované v ďalšom texte. Zároveň je v ňom uvedená aj analýza získaných výsledkov a porovnanie so súčasnou „presnou" hodnotou AU, ktorá má podľa radarových pozorovaní hodnotu: 149 597 871 km. V poslednom stĺpci *tabuľky 2* sú v zátvorkách uvedené aj percentuálne odchýlky vypočítaných AU voči „presnej" AU.

1. On-line výpočet v reálnom čase

Už počas vlastného prechodu Venuše 8. júna 2004 boli spracovateľským centrom v IMCCE prijaté a vyhodnocované merania času kontaktov. Výsledky výpočtu AU *(obrázok 4)* boli okamžite prezentované na centrálnej www stránke projektu, pričom uvedený obrázok bol priebežne aktualizovaný až do 10. júla 2004, dokedy bolo potrebné odoslať pozorovania. Pre každé korektné pozorovanie bola hodnota AU vypočítaná riešením úlohy: Akú hodnotu by mala mať AU, aby rozdiel medzi pozorovaným t_O a teoretickým t_C časom kontaktu pre dané miesto bol minimálny? Po doručení ďalších pozorovaní bola výsledná AU určená ako jednoduchý priemer z AU vypočítaných pre jednotlivé pozorovania. Algoritmus výpočtu predpokladal, že je známy pomer vzdialeností Venuša-Zem-Slnko a výpočet bol vykonaný iba pre merania, pri ktorých bol rozdiel medzi pozorovaným t_O a teoretickým t_C časom kontaktu menší ako 30 min.

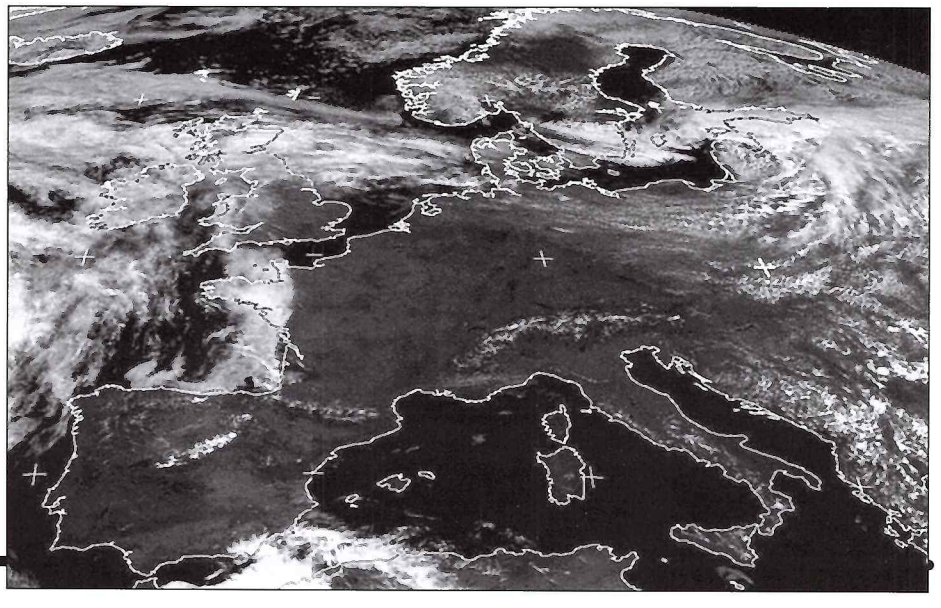
2. Výpočet zo všetkých pozorovaní

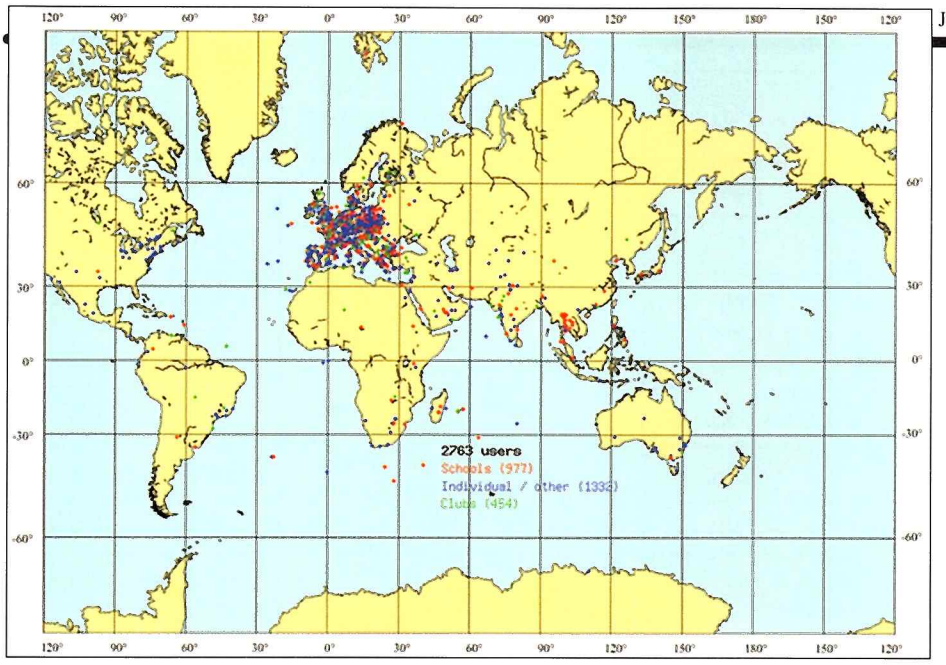
Uplatnenie druhej metódy bolo možné až po skompletizovaní databázy všetkých pozorovaní po 10. júli 2004, t. j. keď bolo možné využiť súčasne všetky pozorovania. Algoritmus výpočtu bol iteratívny a prebiehal takto: Na základe zvolenej predpokladanej hodnoty AU boli vypočítané predpovede časov kontaktov t_C pre všetky pozorovacie miesta, z ktorých boli do databázy doručené pozorovanie. Pozorované časy t_O, ktoré sa od predpovede t_C líšia o zvolený časový interval sú z ďalšieho výpočtu vylúčené. Zostávajúce pozorovania sú použité pre výpočet novej hodnoty AU, ktorá je použitá pre výpočet nových predpovedí v nasledujúcom cykle. Táto iterácia konverguje k finálnej hodnote AU bez ohľadu na počiatočnú hodnotu AU (rozumne zvolenú). Počas výpočtu sa ukázal zaujímavý fakt. Ak bola použitá ako štartovacia AU „presná" hodnota AU známa z radarových pozorovaní, algoritmus skonvergoval k hodnote AU veľmi blízkej „presnej" AU už po jednej iterácii. Toto svedčí o vysokej kvalite pozorovacieho materiálu. Výpočet prebehol dvakrát za rôznych podmienok:

a) Podmienka 1

Pozorované časy kontaktov t_O, ktoré sa od teoretických predpovedí t_C líšia o viac ako ± 8 sekúnd, nie sú do ďalšieho výpočtu zahrnuté. Výsledky získané z pozorovaní druhého T2 a tretieho T3 kontaktu, ako aj všetkých pozorovaní sú uvedené v *tabuľke 2* v riadkoch 2, 3 a 4. Výsledok v riadku 5 bol získaný tak, že pozorovania boli váhované v závislosti od veľkosti paralaxy zodpovedajúcej danému pozorovaciemu miestu.

Obrázok 1: **Snímka zo satelitu METEOSAT 7 vo vizuálnej oblasti 8. júna 2004 o 11:00 UT.** (Copyright © 2004 – 2005 Eumetsat.)





Obrázok 2: **Celosvetovo bolo v projekte Venus Transit 2004 registrovaných 2763 účastníkov, z čoho bolo 977 škôl, 1332 individuálnych účastníkov a 454 klubov.**

b) Podmienka 2

Pozorované časy kontaktov t_O, ktoré sa od teoretických predpovedí t_C líšia o viac ako ± 4 sekundy, nie sú do ďalšieho výpočtu zahrnuté. Výsledok získaný z pozorovaní všetkých kontaktov je v *tabuľke 2* uvedený v riadku 6.

Analýza výsledkov

- Obvykle je za najlepší výsledok pokladaná hodnota s najmenšou neistotou. V tomto prípade k takémuto výsledku viedla podmienka 2. Zároveň je aj malý rozdiel medzi vypočítanou a „presnou" hodnotou AU, ktorý je približne 11 000 km.
- Najmenší rozdiel medzi vypočítanou a „presnou" hodnotou AU bol získaný z pozorovaní druhého kontaktu (*tabuľka 2*, riadok 2). Dôvodom je pomerne veľká hodnota paralaxy pre európskych pozorovateľov v čase druhého kontaktu, ktorý nastal skoro ráno, kedy bolo Slnko nízko nad horizontom. Práve vtedy je uhol pozorovateľ-Slnko-stred Zeme blízko svojej maximálnej hodnoty (uhol je najväčší pri východe resp. západe Slnka). Avšak súvisiace sťažené pozorovacie podmienky (horší seeing blízko horizontu, ktorý rozmazáva obraz) sa prejavili v pomerne vysokej hodnote neistoty výsledku ± 108 359 km, ktorá je o rád vyššia ako pri uplatnení podmienky 2 (*tabuľka 2*, riadok 6), no rozdiely medzi vypočítanými a „presnou" hodnotou AU sú porovnateľné.
- Hoci výsledok z meraní tretieho kontaktu T3 (*tabuľka 2*, riadok 3) bol získaný z podstatne väčšieho počtu pozorovaní, ako výsledok z meraní druhého kontaktu T2 (*tabuľka 2*, riadok 2), jasne nie je lepší kvôli väčšej neistote a rozdielu voči „presnej" AU. Dôvodom je veľká výška Slnka nad horizontom v čase tretieho kontaktu T3 a jeho blízkosť k meridiánu pre európskych pozorovateľov. Tento fakt je príčinou nízkej hodnoty paralaxy pre európskych pozorovateľov, ktorých pozorovania v databáze prevládajú. Teda ani veľký počet presných pozorovaní z Európy nespresnil hodnotu AU.
- Výsledok sa zlepší, ak sú pozorovania váhované v závislosti od polohy pozorovacieho miesta, t. j. podľa veľkosti paralaxy (*tabuľka 2*, riadok 5). Bohužiaľ, počet vhodne lokalizovaných pozorovacích stanovíšť (napr. v Austrálii, na Sibíri...) bol nedostatočný na to, aby citeľne spresnili výsledok.

Záver

Finálny výsledok výpočtu zo všetkých pozorovaní bol získaný z pozorovaní, ktoré sa nelíšili od teoretickej predpovede o viac ako ± 4 sekundy, t. j. aplikáciou podmienky 2 (*tabuľka 2*, riadok 6). Eliminácia ďalších menej presných pozorovaní zužovaním časového intervalu pod ± 4 sekundy už neviedla k presnejšiemu výsledku, pretože príliš zredukovala počet použiteľných pozorovaní a ich rozdelenie už nebolo normálne, t. j. Gaussovské.

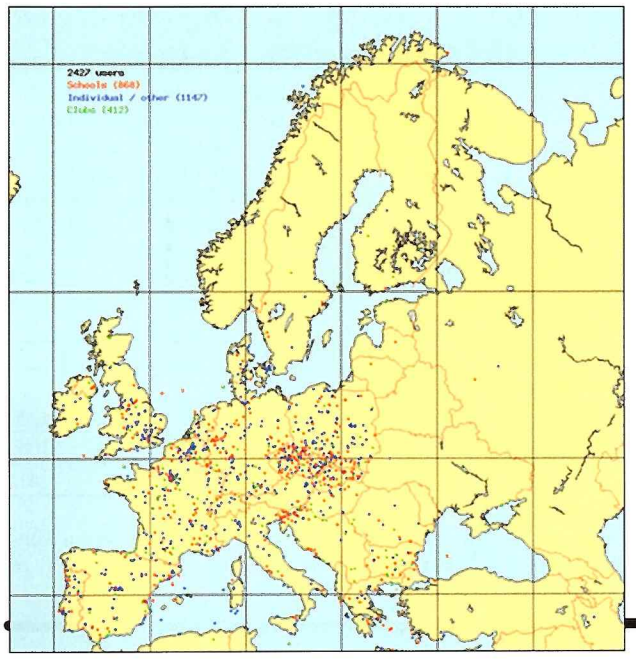
3. Delisleho metóda

Táto metóda využíva paralaxu zistenú z dvojice pozorovaní toho istého kontaktu z dvoch rôznych, dostatočne vzdialených pozorovacích stanovíšť. Preto sú všetky pozorovania v databáze vhodne párované. Výsledky uvedené v *tabuľke 2* boli získané aplikáciou podmienky 1, t. j. vo výpočte boli uvažované všetky pozorovania t_O, ktoré sa nelíšili od predpovede t_C o viac ako ± 8 sekúnd. Aj v tomto prípade bol algoritmus výpočtu iteratívny, predpokladajúc istú počiatočnú hodnotu AU. Výpočet skonvergoval k riešeniu po niekoľkých iteráciach, pričom ak bola za počiatočnú vzatá „presná" AU, nebola potrebná ani jedna iterácia.

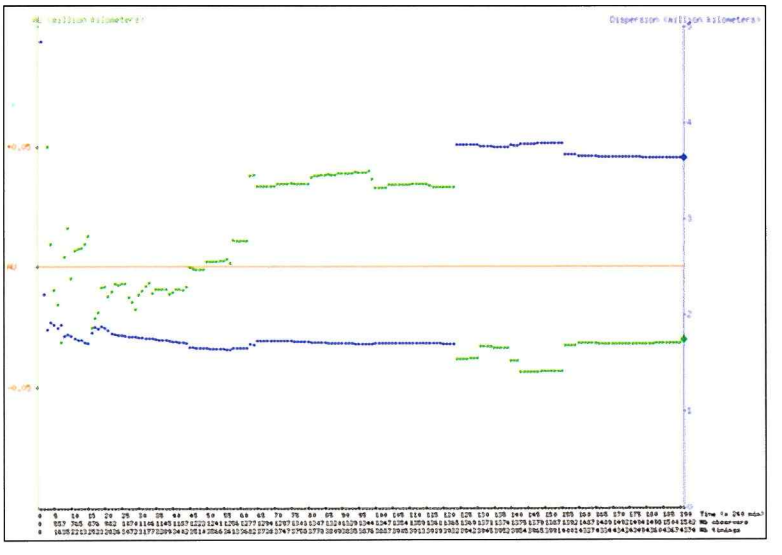
Analýza výsledkov

- Prvý kontakt T1 bol pozorovaný v Austrálii s dostatočnou presnosťou iba na jednom stanovišti, vďaka čomu je rozdiel vypočítanej a „presnej" AU veľmi malý (*tabuľka 2*, riadok 7). Avšak kvôli silnej vzájomnej korelácii medzi jednotlivými kombináciami pozorovacích miest je neistota výsledku viac ako milión kilometrov.
- Výsledok získaný z pozorovaní druhého kontaktu T2 je podstatne lepší (*tabuľka 2*, riadok 8), pretože paralaxa bola pre väčšinu pozorovacích miest dostatočne veľká.
- Výsledok získaný z tretieho kontaktu T3 je markantne horší ako výsledok z T2. Pre väčšinu pozorovacích miest bola paralaxa malá, pretože Slnko bolo v čase tretieho kontaktu blízko

Obrázok 3: **V rámci Európy sa do projektu Venus Transit 2004 zaregistrovalo celkovo 2427 účastníkov, z čoho bolo 868 škôl, 1147 individuálnych účastníkov a 412 klubov.**



Obrázok 4: **Vývoj hodnoty AU získanej ako priemer jednotlivých AU vypočítaných on-line v reálnom čase od 8. júna do 10. júla 2004. Na ľavej osi *y* je rozdiel voči „presnej" hodnote AU a na pravej osi *y* je neistota hodnoty AU v miliónoch km. Červená čiara predstavuje „presnú" AU, zelené body reprezentujú hodnotu AU v danom čase a modré body neistotu AU.**



	Metóda výpočtu	Výberová podmienka	Kontakt	Počet pozorovaní	Vypočítaná hodnota AU a jej neistota	Rozdiel voči „presnej" hodnote AU
1	**On-line výpočet v reálnom čase**	$t_O - t_C < \pm 30$ min	všetky	4367	149 529 684 km ± 55 059 km	– 68 186 km (– 0,045 %)
2	**Všetky pozorovania**	$t_O - t_C \leq \pm 8$ s	T2	262	149 590 268 km ± 108 359 km	– 7602 km (– 0,005 %)
3			T3	421	149 226 725 km ± 324 822 km	– 371 145 km (– 0,25 %)
4			všetky	1066	149 421 803 km ± 252 081 km	– 176 067 km (– 0,12 %)
5			všetky (váhované)	1066	149 507 347 km ± 173 437 km	– 90 523 km (– 0,06 %)
6		$t_O - t_C \leq \pm 4$ s	všetky	583	**149 608 708 km ± 11 835 km**	**+ 10 838 km (+ 0,007 %)**
7	**Delisleho metóda**	$t_O - t_C \leq \pm 8$ s	T1	103 dvojíc	149 593 369 km ± 1 308 668 km	– 4501 km (– 0,003 %)
8			T2	1531 dvojíc	149 604 208 km ± 535 661 km	+ 6338 km (+ 0,004 %)
9			T3	1979 dvojíc	150 623 168 km ± 423 861 km	+ 1 025 298 km (+ 0,68 %)
10			T4	773 dvojíc	148 904 105 km ± 534 664 km	– 693 765 km (– 0,46 %)
11			všetky	4386 dvojíc	149 840 958 km ± 310 577 km	+ 243 088 km (+ 0,16 %)

Tabuľka 2: **Výsledky výpočtov AU získaných na základe meraní získaných počas kampane Venus Transit 2004.**

meridiánu, ako bolo povedané skôr pri analýze nepresnosti výsledku získaného z T3 v predchádzajúcej metóde. Aj preto „presná" AU neleží v rámci intervalu neistoty okolo výslednej AU (*tabuľka 2*, riadok 9). Uvedené argumenty platia aj pre výsledok získaný z pozorovaní štvrtého kontaktu T4 (*tabuľka 2*, riadok 10).

Záver

Neistota výsledku výrazne poklesne, ak sú skombinované pozorovania všetkých kontaktov. Preto za finálny výsledok Delisleho metódy je možné pokladať hodnotu uvedenú v *tabuľke 2* v riadku 11.

4. Halleyova metóda

Halleyova metóda je založená na meraní trvania prechodu z niekoľkých geograficky vhodne umiestnených pozorovacích miest, t.,j. miest, z ktorých sa trvanie prechodu líši v maximálnej možnej miere. Veľkou výhodou tejto metódy je, že nevyžaduje, aby zdroj času bol presne zosynchronizovaný so svetovým časom. Toto bolo dôležité počas pozorovaní prechodov v minulosti, keď udržanie presného chodu hodín počas dlhotrvajúcich ciest bolo veľkým problémom. Problém však spočíva v nevyhnutnosti pozorovať začiatok aj koniec prechodu. Táto podmienka redukuje počet pozorovacích miest iba na tie, z ktorých sú pozorovateľné všetky kontakty. Tým sa však úspech celého pozorovania stáva veľmi závislý na priazni počasia.

Počas prechodu 8. júna 2004 hlavne vďaka priaznivému počasiu v Európe okolo 2000 pozorovateľov bolo svedkami začiatku aj konca prechodu. Vyše 1500 pozorovateľov zaslalo výsledky svojho pozorovania, avšak väčšina z nich pochádzala z Európy, a teda boli geograficky vzájomne príliš blízko. Halleyova metóda však vyžaduje, aby bol rozptyl pozorovacích miest čo možno najväčší. V skutočnosti iba pozorovania z desiatich miest spĺňali túto požiadavku. Ich presnosť však ďaleko zaostávala za požadovanou presnosťou, ktorá by viedla k prijateľnej hodnote AU.

Výhody Halleyho metódy možno naplno využiť napríklad vtedy, keď je prechod najlepšie pozorovateľný zo Severnej a Južnej Ameriky. V tomto prípade je možné nájsť optimálne lokalizované pozorovacie miesta, medzi ktorými je dĺžka severojužného oblúka čo možno najväčšia. V roku 2004 najpriaznivejšie zemepisné dĺžky prechádzali cez Sibír a Indický oceán, čo nebolo priaznivé pre použitie Halleyho metódy.

Polomer Slnka a Venuše

Vo výpočte je možné považovať AU za známy parameter a zaviesť ako neznáme parametre polomer Slnka a Venuše, ktoré budú určené na základe meraní času kontaktov. V takomto výpočte bolo použitých 1066 najlepších pozorovaní a výsledky

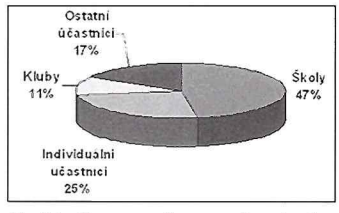
Ako zmerali vzdialenosť Zeme od Slnka pozorovatelia na Slovensku

Prechod Venuše cez disk Slnka 8. júna bol jedinečnou príležitosťou nielen z vedeckého, ale aj didaktického hľadiska. Predovšetkým hlavné cieľové skupiny projektu Venus Transit 2004 (ďalej VT2004), ktorými boli žiaci, študenti a učitelia, si tak mohli vyskúšať jednu z metód, ktorou astronómia získava informácie o vesmíre. Zároveň sa mohli spolupodieľať aj na opätovnom premeraní vzdialenosti Zeme od Slnka, čo ešte viac umocnilo platnosť pedagogického pravidla: Experientia est optima rerum magistra (Skúsenosť je najlepší učiteľ).

O štatistickom vyhodnotení projektu sme informovali v Kozmose 4/2004 v článku na str. 30. Údaje použité v uvedenom článku pochádzali zo stránky www.astro.sk/VENUS-TRANSIT-2004/ucastnici.html (ďalej ako slovenská centrálna stránka). Samozrejme, zaujímalo nás, koľko účastníkov zo Slovenska sa zaregistrovalo aj na ústrednej stránke celého projektu, ktorú spravovalo ESO (European Southern Observatory) a koľkí z nich aj zaslali svoje pozorovania do spracovateľského centra v IMCCE (Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides). Preto sme oslovili organizátorov projektu, aby nám tieto údaje poskytli aj s hodnotou astronomickej jednotky AU, ktorú by bolo možné určiť spojením všetkých pozorovaní získaných z územia Slovenska. Na našu žiadosť reagoval W. Thuillot z IMCCE, ktorý nám zaslal dáta uvedené v *tabuľke 1* a v *grafe 1*.

	Počet (%)
školy	85 (47 %)
individuálni účastníci	45 (25 %)
kluby	19 (11 %)
ostatní účastníci	30 (17 %)

Tabuľka 1: **Počty účastníkov projektu VT 2004 zaregistrovaných zo Slovenska v databáze IMCCE.**



Graf 1: **Percentuálne zastúpenie slovenských účastníkov VT 2004 v databáze IMCCE podľa tabuľky 1.**

Z rovnakého zdroja sme získali informácie aj o počtoch meraní časov kontaktov, ktoré boli do spracovateľského centra v IMCCE doručené po 8. júne 2004. Celkovo 125 individuálnych pozorovateľov zaslalo svoje pozorovania, pričom počty pozorovaní jednotlivých kontaktov sú zhrnuté v *tabuľke 2*.

kontakt	počet
T1	38
T2	123
T3	106
T4	41

Tabuľka 2: **Počty pozorovaní kontaktov doručených do IMCCE zo Slovenska.**

sú uvedené v *tabuľke 3*. Ako naznačujú údaje v *tabuľke 3*, hoci sú neistoty výsledkov pomerne veľké, výpočet viedol k polomerom, ktoré sa len málo líšia od hodnôt považovaných za „presné".

	Vypočítaný polomer a neistota	Rozdiel voči „presnej" hodnote
Slnko	695 980,7 km ± 806 km	8,6 km
Venuša	6 052,3 km ± 7,0 km	0,5 km

Tabuľka 3: **Polomery Slnka a Venuše určené z meraní časov kontaktov za predpokladu, že vzdialenosť Zeme od Slnka je známa.**

Porovnanie hodnôt AU určených v minulosti a v roku 2004

V *tabuľke 4* je prehľad hodnôt AU v rôznych historických obdobiach, ktoré boli získané pozorovaniami prechodu Venuše. V tabuľke nie sú uvedené AU určené inými metódami, napr. z pozorovania paralaxy Marsu, ktoré vykonali Giovanni Domenico Cassini a Jean Richter v roku 1672. Aj v tomto prípade sú jednotlivé hodnoty porovnané s „presnou" AU určenou z radarových pozorovaní, ktorá má hodnotu 149 597 871 km. V poslednom stĺpci *tabuľky 2* sú v zátvorkách uvedené aj percentuálne odchýlky vypočítaných AU voči „presnej" AU.

Za zmienku stojí fakt, že hoci v minulých storočiach bolo získaných pozorovaním prechodov len pomerne málo meraní času kontaktov (*tabuľka 5*), iba 10 až 30 najlepších bolo použitých pri výpočte AU v závislosti od autorov pozorovaní. Neistoty uvedené pri vypočítaných AU v tabuľke 4 sú len odhadnuté, nakoľko v čase, keď boli tieto výsledky získané, nebola ešte vypracovaná teória chýb. Tá vznikla až začiatkom 20. storočia. Všetky výpočty z minulosti prijali za polomer Zeme hodnotu 6 378,14 km.

Analýza výsledkov

- Do 18. storočia bola AU, a teda vzdialenosť k Slnku silne podhodnotená.
- Situácia sa výrazne zmenila po roku 1769 (*tabuľka 4*, riadok 3). Naviac prepočítanie výsledkov pozorovaní z rokov 1761 a 1769 Newcombom v roku 1890 po oprave zemepisných dĺžok, ktoré použil v 18. storočí Pingré a ďalší, viedlo k zásadnému spresneniu hodnoty AU (*tabuľka 4*, riadok 4). Túto hodnotu nezmenili pozorovania z 19. storočia, ktoré prispeli len k zmenšeniu chýb (*tabuľka 4*, riadok 5).
- Chyby sa s časom zmenšujú, čo je zrejme dôsledok technologického pokroku.

Výsledok z prvého prechodu v 21. storočí je jasne najlepší (v zmysle chyby), napriek pomerne malej skúsenosti väčšiny pozorovateľov a náhodnému rozloženiu pozorovacích miest. Dalo by sa povedať, že tento úspech bol dosiahnutý hlavne vďaka:

- použitiu GPS a presných máp pri určení geografickej polohy pozorovacích miest,
- dostupnosti presného svetového času pre všetkých pozorovateľov,
- kvalitnej optike teleskopov redukujúcej nepriaznivý vplyv napr. efektu čiernej kvapky,
- možnosti získať veľmi kvalitné snímky pomocou CCD a videokamier s krátkymi expozičnými časmi,
- dostupnosti softvéru umožňujúceho po spracovaní snímok lepšiu definíciu okamihu kontaktov, a teda objektivizovať meranie času kontaktu.

Výsledky merania AU v rámci projektu Venus Transit 2004 možno zhrnúť nasledujúcim spôsobom. Aj keby AU nebola známa pred rokom 2004, spojeným úsilím všetkých pozorovateľov zapojených do kampane VT2004 by sa ju podarilo zmerať s presnosťou na stotinu percenta (*tabuľka 2*, riadok 6). Právom patrí za to vďaka všetkým pozorovateľom, ktorí prispeli k tomuto spoločnému úspechu.

Rok	1761	1769	1874	1882	2004
Počet meraní	100	120	71	85	4550

Tabuľka 5: **Počet meraní času kontaktov získaných pozorovaniami prechodov Venuše**

Ako ďalej počas VT2012

Všetky skúsenosti získané v tomto pilotnom projekte VT2004 bude možné naplno zužitkovať počas príprav pozorovacej kampane nasledujúceho prechodu Venuše v roku 2012. Hlavný dôraz bude kladený na:

- získanie pozorovateľov z oblastí s veľkou paralaxou, čím sa zlepšia predpoklady pre úspešnejšie použitie Delisleho a Halleyho metódy, ako to bolo v roku 2004,
- špecifikovanie výberových podmienok určených na selekciu pozorovaní, z ktorých bude počítaná AU v reálnom čase. To bude možné vďaka poznatkom o presnosti pozorovaní z roku 2004. Potom nebude treba zavádzať vo výpočtových algoritmoch obmedzujúce podmienky, ako to bolo v roku 2004, a tak bude možné stanoviť skutočnú presnosť individuálnych pozorovaní.

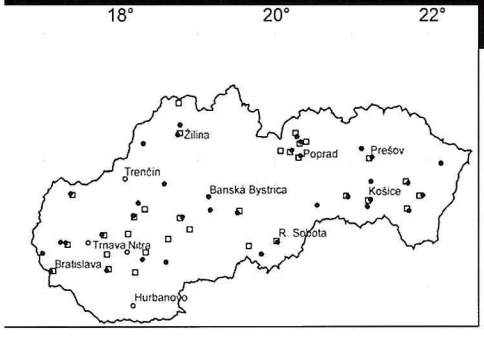
POUŽITÉ INFORMAČNÉ ZDROJE

Autor článku čerpal z materiálu publikovaného na www stránke projektu Venus Transit 2004:
Extended Summary of the Analysis of the Contact Timing Observations
http://www.vt-2004.org/auresults/au-2_pf.html
Zostručnenou podobou tohoto materiálu je dokument:
Brief Summary of the VT-2004 Determination of the AU
http://www.vt-2004.org/auresults/index_pf.html
Podrobnejšia charakteristika on-line metódy výpočtu v reálnom čase a metódy založenej na všetkých pozorovaniach je uvedená v materiáloch:
Explanatory Note No. 1: The On-Line Calculation of the AU
http://www.vt-2004.org/auresults/au-3a.pdf
Explanatory Note No. 2: Calculation of the AU by means of the Entire Data Set
http://www.vt-2004.org/auresults/au-3b.pdf

JÚLIUS KOZA
Astronomický ústav SAV, Tatranská Lomnica

	Rok prechodu	Autor výpočtov (v roku)	Vypočítaná hodnota AU a jej neistota	Rozdiel voči „presnej" hodnote AU
1	1639	Horrocks	94 000 000 km	– 55 597 870 km (– 37 %)
2	1761	Pingré a Short	138 540 000 km ± 14 400 000 km	– 11 057 871 km (– 7,4 %)
3	1761 a 1769	Lalande a Pingré	151 000 000 km ± 1 500 000 km	+ 1 402 129 km (+ 0,94 %)
4	1761 a 1769	Newcomb (1890)	149 670 000 km ± 850 000 km	+ 72 129 km (+ 0,05 %)
5	1874 a 1882	Newcomb (1890)	149 670 000 km ± 330 000 km	+ 72 129 km (+ 0,05 %)
6	2004	projekt VT-2004	149 608 708 km ± 11 835 km	+ 10 838 km (+ 0,007 %)

Tabuľka 4: **Hodnoty AU vypočítané z pozorovaní prechodov Venuše v rôznych historických obdobiach.**



Obrázok 1: **Mapa miest, z ktorých boli do databázy IMCCE doručené merania času kontaktov (plné krúžky), a z ktorých boli do AsÚ SAV Tatranská Lomnica zaslané protokoly o pozorovaní (štvorčeky).** (Autor: J. Gerboš)

Výpočet ukázal, že podľa pozorovaní získaných zo Slovenska je vzdialenosť Zeme od Slnka

149 381 183 km.

Táto hodnota si líši od „presnej" AU získanej z radarových pozorovaní o –216 688 km, t.j. odchýlka predstavuje –0,14 %. Polohu miest, na ktorých boli merané časy kontaktov, znázorňuje mapa na *obrázku 1*. Mapa bola vytvorená na základe geografických súradníc pozorovacích miest prístupných na adrese http://www.imcce.fr/hosted_sites/vt2004i/Index.php v odkaze „Access to the database of the timings" a na základe pozorovacích protokolov doručených do Astronomického ústavu SAV v Tatranskej Lomnici (ďalej len AsÚ SAV). Aj keď správcovia databázy IMCCE zaviedli jednoduchšiu klasifikáciu účastníkov, porovnanie údajov v *tabuľke 1* a v *tabuľke 3* uvedenej v spomenutom článku *v Kozmose 4/2004 na str. 30* naznačuje isté rozdiely v počtoch účastníkov registrovaných v databáze IMCCE a na slovenskej centrálnej stránke. Do úvahy prichádzajú tri možné príčiny týchto rozdielov: 1. Niektoré organizácie zo Slovenska sa v databáze IMCCE zaregistrovali viackrát. Napr. z jednej školy, hvezdárne alebo klubu bolo zaslaných niekoľko pozorovaní, a databáza chápala každého pozorovateľa ako samostatný subjekt. 2. Niektoré subjekty zaregistrované na slovenskej centrálnej stránke neboli zaregistrované v databáze IMCCE. 3. Niektoré slovenské subjekty sa zaregistrovali iba v databáze IMCCE.

V každom prípade však patrí vysoké uznanie a poďakovanie všetkým učiteľom, pracovníkom hvezdární a planetárií, vedúcim astronomických krúžkov a aj astronómom-amatérom, ktorí umožnili mládeži zažiť niečo neopakovateľné a jedinečné, akým bolo pozorovanie prechodu Venuše cez disk Slnka 8. 6. 2004.

Pokračovanie na 32. strane

Ako zmerali vzdialenosť Zeme od Slnka pozorovatelia na Slovensku

Dokončenie z 31. strany

Výzva pozorovateľom

Ako vidieť aj z *obrázku 1*, niektorí pozorovatelia zaslali svoje pozorovania iba do databázy IMCCE, a neposkytli ich aj AsÚ SAV. Tiež nie je možné celkom vylúčiť, že niektoré pozorovania neboli zaslané ani na jedno z uvedených miest. Pretože prechod Venuše je mimoriadne vzácny úkaz, je našou úlohou archivovať všetky jeho pozorovania tak, aby boli v budúcnosti dostupné pre ďalšiu odbornú analýzu.

Vyzývame preto všetkých pozorovateľov, aby nám svoje merania kontaktov Venuše z 8. júna 2004 poslali čo najskôr, a tak prispeli ku kompletizácii práve vznikajúcej slovenskej databázy pozorovaní. Pochopiteľne, táto výzva sa netýka tých pozorovateľov, ktorí už protokol do AsÚ SAV zaslali skôr, a to buď elektronicky, alebo poštou. Výsledky zašlite na pozorovacom protokole, ktorý bol publikovaný v zborníku Venus Transit 2004 na stranách 42 a 43. Protokol nájdete aj na adrese: http://www.ta3.sk/VENUS-TRANSIT-2004/zbornik.html v príspevku Ing. J. Gerboša (Pozičné merania a metóda pozorovania prechodu Venuše) na stranách 45 a 46 pdf súboru (419 k). Kompletne vyplnený protokol pošlite poštou na adresu: Július Koza, Astronomický ústav SAV, 059 60 Tatranská Lomnica, a na obálku uveďte: Venus Transit 2004. Nezabudnite do protokolu uviesť aj vašu e-mailovú adresu. Protokol môžete prípadne poslať aj e-mailom na adresu: koza@astro.sk, kde ako predmet e-mailu uveďte Venus Transit 2004. V prípade, ak nemáte pozorovací protokol alebo prístup k internetu a chceli by ste svoje pozorovania poskytnúť, spojte sa s nami prostredníctvom telefónneho čísla AsÚ SAV: 052 / 44 67 866 (J. Koza).

Zoznam účastníkov zapojených do projektu Venus Transit 2004

(stav k 18. 6. 2004 podľa slovenskej centrálnej stránky)

Základné školy

ZŠ Jarná 13, Poprad; ZŠ Spišský Štiavnik; ZŠ Rybany; ZŠ s materskou školou, ul. 29. augusta, Poprad; ZŠ Lichardova 24, Žilina; ZŠ Školská 1, Fiľakovo; ZŠ Š. Mnoheľa, Poprad; ZŠ kpt. J. Nálepku, Stupava; ZŠ, Gymnaziálna ul., Kláštor pod Znievom; ZŠ Ul. mieru 134, Svit; ZŠ Lietavská Lúčka; 1. ZŠ Levice; ZŠ park Angelinum, Košice; ZŠ Dneperská 1, Košice; 1. ZŠ Hriňová; ZŠ sv. Cyrila a Metoda, Košice; ZŠ Sačurov; ZŠ Ondreja Štefku, Varín; 1. ZŠ, ul. Francisciho, Poprad; ZŠ, ul. Dr. Jánskeho, Žiar nad Hronom; ZŠ pre sluchovo postihnutých a pre žiakov s poruchami reči, Lučenec; ZŠ Tekovská Breznica; ZŠ, ul. Tajovského 17, Poprad; ZŠ, ul. M. R. Štefánika, Trebišov; ZŠ Pavla Horova, Michalovce; ZŠ, ul. Kežmarská 28, Košice; ZŠ, ul. Komenského 1962/8, Trebišov; ZŠ a MŠ Čierne-Vyšný koniec; ZŠ, ul. Komenského 1961/6, Trebišov; ZŠ, ul. Družicová, Košice; ZŠ, ul. Š. Moyzesa, Žiar nad Hronom; ZŠ Hliník nad Hronom; ZŠ J. Zemana, Nová Baňa; ZŠ M. Hella, Štiavnické Bane; ZŠ, ul. Kežmarská 30, Košice; ZŠ Čierne-Ústredie; ZŠ, nám. Š. Moyzesa 14, Banská Bystrica; ZŠ a MŠ Dráhovce; ZŠ, ul. Budatínska, Bratislava; IV. ZŠ, ul. Karpatská, Svidník.

Gymnáziá

Gymnázium Senica; Gymnázium, Poštová 9, Košice; Súkromné gymnázium, Prešov; Gymnázium Žiar nad Hronom; Gymnázium Sabinov; Gymnázium Rimavská Sobota; Gymnázium s VJM Šahy; Gymnázium V. P. Tótha, Martin; Gymnázium P. O. Hviezdoslava, Kežmarok; Gymnázium A. Kmeťa; Banská Štiavnica; Gymnázium Sereď; Gymnázium, Šrobárova 1, Košice; Gymnázium Hlohovec; Gymnázium, ul. D. Tatarku, Poprad; Gymnázium Topoľčany; Gymnázium, Opatovská 7, Košice; Piaristické gymnázium J. Braneckého, Trenčín.

Stredné odborné školy

SOU elektrotechnické, Poprad-Matejovce; SOU elektrotechnické, Vráble; SOUP Medzev; SOU strojárske, Rimavská Sobota; Združená stredná škola, Dr. Jánskeho 10, Žiar nad Hronom; SPŠ S. Mikovíniho, Banská Štiavnica; SPŠ, Mnoheľova 23, Poprad; SOU hutnícke a Gymnázium, Šaca; Združená stredná škola sklárska, Poltár; SOU stavebné, ul. Ostrovského 1, Košice; Stredná zdravotnícka škola, Poprad.

Univerzity

Fakulta humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity, Prešov.

Hvezdárne a planetáriá

Hvezdáreň Rimavská Sobota; Hvezdáreň a planetárium Hlohovec; Hvezdáreň Sobotište; Hvezdáreň Kysucké Nové Mesto; Hvezdáreň Trebišov; Krajská hvezdáreň Banská Bystrica; Hvezdáreň Partizánske; Hvezdáreň a planetárium M. Hella, Žiar nad Hronom; Planetárium pri Slovenskom technickom múzeu, Košice; Astronomické observatórium Modra; Hvezdáreň Medzev; Hvezdáreň Žilina.

Astronómovia-amatéri

P. Zuskáč, Žilina; Ľ. Urbančok, Šíd; P. Delinčák, Zákopčie; I. Marhevský, Nová Ves nad Žitavou; P. Gič, Snina; R. Mikušinec, Poniky; I. Gorecký, Poprad; J. Buliščák, Poprad; J. Vyrostek, Poprad; M. Gajdošík, Dubová; J. Šuchta, Svinica; I. Miškovičová, Košice; M. Luptovec, Raková; Ľ. Šiška, Hrušovany; P. Travnik, Žilina; J. Krajčovič, Svit; E. Macejka, Dolné Trhovište; R. Jánov, Lučenec; R. Lehotský, Bratislava; P. Onderčin, Belá nad Cirochou; M. Štrba, Trenčín; P. Otčenáš, Štrba; L. Křivonožka, Adamov, ČR; T. Szaniszlo, Banská Bystrica; P. Žaťko, Sliač; P. Kálnai, Levice; M. Vetrík, Košeca; J. Tkáčik, Sabinov; R. Lacko, Sabinov; M. Weis, Prievidza; J. Illa, Svinná; J. Fabuš, Stará Turá.

Kluby

SZAA Rimavská Sobota; Astronomický klub A. Bečvářa, Púchov; Astronomický klub Bratislava; Astronomický kabinet Kunov; SZAA Snina; Astronomický klub Police nad Metují, ČR.

Centrá voľného času

CVČ Domino, Košice; CVČ Cvrček, Kremnica; CVČ Šaľa; CVČ Ahoj, Piešťany.

Okrem uvedených registrovaných účastníkov v projekte Venus Transit 2004 aktívne pracovali aj: Hvezdáreň a planetárium Prešov; Hvezdáreň Michalovce; P. Orolín, SZAA Žiar nad Hronom.

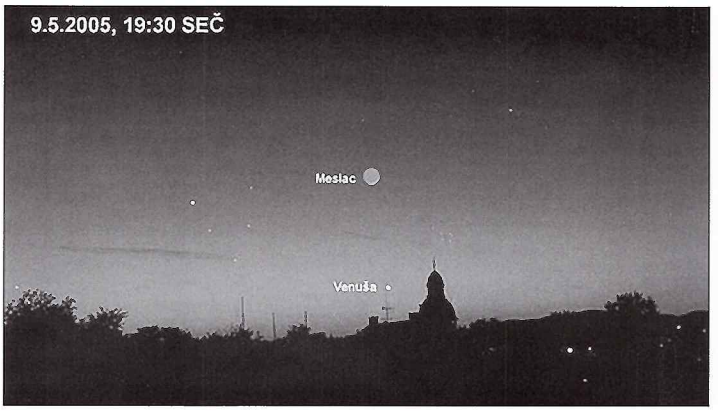
Slovenské www stránky venované prechodu Venuše 8. júna 2004

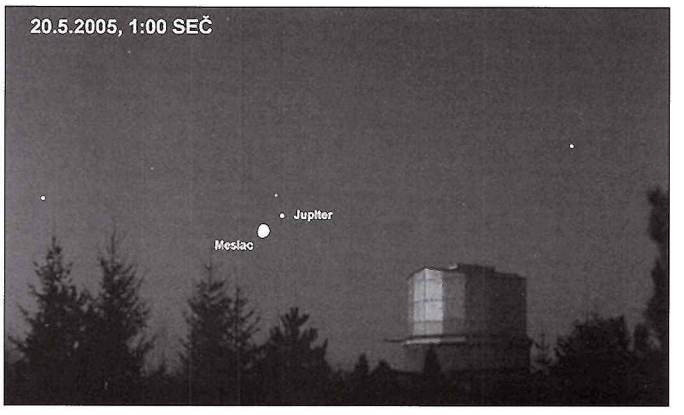
Astronomický ústav SAV, Tatranská Lomnica	www.astro.sk/VENUS-TRANSIT-2004/
Slovenský zväz astronómov amatérov	www.venustransit.sk
Gymnázium, Poštová 9, Košice	www.vt2004.unas.cz
Gymnázium, Šrobárova 1, Košice	www.srobarka.sk/rozne/mff/venusa/index.html
1. ZŠ, Hriňová	www.zshrinova.edu.sk/venus_transit_2004/venus.html
Hvezdáreň a planetárium Hlohovec	www.portcoeli.sk/vt/vt.html
Hvezdáreň Sobotište	www.zssobotiste.edu.sk
Hvezdáreň a planetárium Prešov	www.astropresov.sk/prechod_venuse.htm
Hvezdáreň Partizánske	www.hvezdaren.sk/pozor/venusa/venusa.htm
Hvezdáreň Michalovce	www.astromice.host.sk/sk/z_056sun.htm

Obr. 2:

Stránku vytvoril Roman Hol, študent gymnázia na Poštovej 9 v Košiciach.

JÚLIUS KOZA, Astronomický ústav SAV, Tatranská Lomnica





Obloha v kalendári

apríl – máj

Pripravil PAVOL RAPAVÝ **Všetky časové údaje sú v SEČ**

Vnútorné planéty sa schovávajú v súmraku, no tie vonkajšie môžeme pozorovať bez problémov. V apríli máme skvelú príležitosť pokochať sa uzulinkým Mesiacom krátko po nove a v ten istý mesiac nastane aj skvelý zákryt Antaresa. Po dlhšom pôste budú v činnosti aj silnejšie meteorické roje, aj keď počas Lyríd bude výrazne rušiť svit Mesiaca. Celkom pekná je aj úroda komét, a tak je len na nás, čo si vyberieme ako objekty záujmu pre svoj ďalekohľad, fotoaparát či kameru.

Planéty

Merkúr je začiatkom apríla nepozorovateľný, nakoľko vychádza len krátko pred Slnkom. Jeho uhlová vzdialenosť od Slnka sa síce zväčšuje, no vzhľadom na nevhodnú geometriu sa podmienky jeho viditeľnosti prakticky nezlepšia. 26. 4. je v najväčšej západnej elongácii (27°), no aj tak vychádza len začiatkom občianskeho súmraku ako objekt 0,4 mag. Po elongácii sa podmienky zhoršujú, planéta sa blíži do hornej konjunkcie (3. 6.) so Slnkom. 6. 5. krátko pred východom Slnka sa môžeme pokúsiť o pozorovanie jeho konjunkcie (0 mag) s tenučkým kosáčikom Mesiaca nízko nad horizontom. Mesiac bude len dva dni pred novom a bude z neho osvetlených len 5 %.

Venuša (3,9 mag) po konjunkcii sa Slnkom sa len pomaličky začne vymaňovať zo Slnkom presvetlenej oblohy. Na večernej oblohe ju nájdeme až koncom apríla, keď zapadá na konci občianskeho súmraku. V máji sa jej večerná viditeľnosť predlžuje, no stále zostáva večer nízko nad obzorom. Koncom mája má na začiatku nautického súmraku výšku 5°. 5. 5. večer po západe Slnka môžeme urobiť zaujímavú fotografiu Venuše s kosáčikom Mesiaca za asistencie Plejád na súmrakovo pekne sfarbenej oblohe.

Mars (0,9 – 0,3 mag) nájdeme ako červenkastý objekt nevysoko na rannej oblohe. Jeho viditeľnosť sa predlžuje, začiatkom apríla vychádza po 3. hodine, koncom mája už hodinu pred polnocou. 27. 4. sa presunie z Kozorožca do Vodnára, je teda v oblastiach pomerne chudobných na hviezdy. Jeho vlastný pohyb si najlepšie všimneme v blízkosti jasnejších hviezd, ktoré sú bližšie ako 1°. 8. 4. bude 0,6° od θ Cap (4,1 mag), 14. 4. len 3', ι Cap (4,3 mag), 25. 4. 0,8° μ Cap (5,1 mag), 29. 4. 0,5° ι Aqr (4,3 mag), 8. 5. 0,5° σ Aqr (4,8 mag), 25. 5. 1° φ Aqr (4,2 mag).

Mars príjemne zjasňuje, nakoľko sa približuje k Zemi. Jeho vzdialenosť sa zmenší z 1,599 na 1,191 AU a priemer jeho kotúčika zväčší z 5,8 na 7,9". V kvalitnom ďalekohľade pri dostatočnom zväčšení uvidíme najvýraznejšie albedové útvary. 3. 4. nastane jeho konjunkcia s Mesiacom v úctivej vzdialenosti takmer 5°, tesnejšia konjunkcia (3°) 2. 5. bude menej fotogenická, nakoľko najbližšie budú planéty ešte pod obzorom, no 3. 5. ráno to bude vcelku pekné zoskupenie aj v asistencii so slabým Uránom. Najtesnejšia konjunkcia (0,8°) nastane v posledný májový deň, no tu sa môžeme pokúsiť o pozorovanie len cez deň okolo poludnia, keď budú obe telesá nízko nad západným obzorom. Z hľadiska získania pekných fotografií planét z rozličným sfarbením sú inšpirujúce konjunkcie Marsu s Neptúnom 13. 4. a Uránom 15. 5. Ako najvhodnejšie sú objektívy s ohniskovou vzdialenosťou 300 a 500 mm.

Jupiter (–2,5 až –2,2 mag) je viditeľný ako dominantný objekt v Panne. Počas celého obdobia je nad obzorom takmer celú noc, nakoľko 3. 4. je v opozícii so Slnkom. Koncom mája zapadá 2 hodiny po polnoci. Jupiter sa na oblohe pohybuje spätne, jeho rýchlosť sa však zmenšuje, nakoľko 5. 6. bude v zastávke. Jeho vlastný pohyb si môžeme dobre všimnúť od konca apríla porovnaním s hviezdou γ Vir (3,4 mag), pri ktorej bude najbližšie (1,3°) 6. 5. 22. 4. nastane jeho tesná konjunkcia s Mesiacom, mimo nášho územia bude pozorovateľný aj zákryt. Od nás uvidíme túto dvojičku hneď po zotmení, no chybičkou krásy bude jasný Mesiac pred splnom. Z hľadiska pozorovateľnosti je výhodnejšia konjunkcia 19. 5. Mesiac bude medzi prvou štvrťou a splnom a najbližšie budú telesá v noci. Pred ich západom môžeme získať zaujímavé fotografie s obzorom. Aj v tomto prípade nastane zákryt, ktorý však od nás neuvidíme... Nároční sa môžu pokúsiť o pozorovanie vzďaľovania sa Jupitera od hviezdy PPM 195890 (9 mag). Zákryt nebude pre veľký rozdiel jasností pozorovateľný a nastáva len na konci občianskeho súmraku.

Saturn (0,1 – 0,2 mag) v Blížencoch je pozorovateľný v prvej polovici noci, jeho viditeľnosť sa skracuje. Začiatkom apríla zapadá 2,5 hodiny po polnoci, koncom mája už viac ako dve hodiny pred polnocou. 16. 4. bude v konjunkcii s Mesiacom (4,3°) a najvhodnejší čas na snímky s obzorom budú pri ich západe. Podobná situácia sa zopakuje 13. 5., no s Mesiacom v menšej fáze. 14. 5. bude planéta prechádzať okrajovými časťami otvorenej hviezdokopy NGC 2420 (8,3 mag). Saturnove prstence sú dobre viditeľné aj malými ďalekohľadmi, sú majestátne roztvorené a 22. 5. si pripomenieme 10. výročie, keď vôbec pozorovateľné neboli, nakoľko sme práve prechádzali ich rovinou.

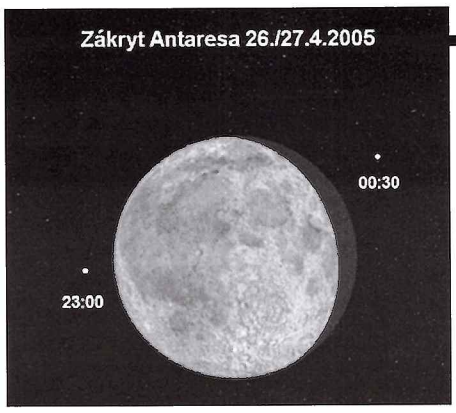
Urán (5,9 mag) má zlepšujúce sa podmienky viditeľnosti, jeho elongácia od Slnka sa zväčšuje. Nájdeme ho už malým ďalekohľadom ako pokojne svietiaci zelenkastý objekt vo Vodnárovi. Začiatkom apríla vychádza len pred občianskym súmrakom, no koncom mája už po polnoci. 15. 5. nastane jeho konjunkcia (1,1°) s Marsom, pri pohľade ďalekohľadom pekne vyniknú pokojne svietiace planéty výrazne odlišného sfarbenia na tmavom hviezdnom pozadí s jasnou hviezdou λ Agr (3,7 mag). Konjunkcia s ubúdajúcim Mesiacom 3. 5. nie je síce najvhodnejšia, no v blízkosti bude aj Mars, čo robí situáciu zaujímavejšou. Podobná, no ešte krajšia konštelácia sa zopakuje aj 30. 5.

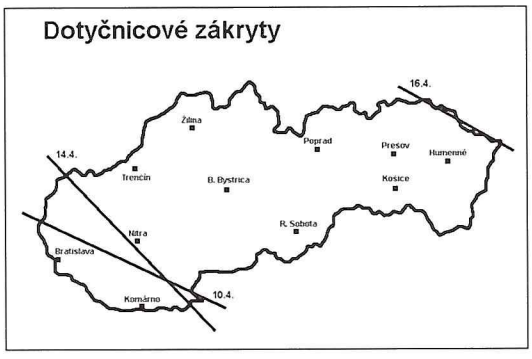
Neptún (7,9 mag) v Kozorožcovi má trošku lepšie podmienky viditeľnosti ako Urán, nakoľko sa nachádza 22Ú západnejšie. Na oblohe sa pohybuje v priamom smere, 20. 5. bude v zastávke a začne sa pohybovať spätne. Začiatkom apríla vychádza

Zákryty hviezd Mesiacom (apríl – máj)

Dátum	UT h m s	f	XZ	mag	CA °	PA °	a s/o	b s/o
15. 4.	21 10 30	D	10893	6,9	+72S	115	8	–116
17. 4.	18 15 28	D	13609	7,0	+38S	159	47	–187
20. 4.	21 8 54	D	17070	6,6	+75S	131	69	–94
20. 4.	22 25 49	D	17112	7,0	+40N	66	153	–25
26. 4.	22 8 23	D	22374	0,9	–75N	91	69	66
26. 4.	23 13 40	R	22374	0,9	+64N	312	55	4
27. 4.	0 11 43	R	22397	6,2	+52N	324	60	–24
10. 5.	18 46 31	D	6514	6,6	+36S	132	–34	–141
11. 5.	18 41 30	D	8068	6,1	+49S	126	–11	–133
12. 5.	18 44 12	D	10087	7,0	+54S	128	3	–136
28. 5.	2 1 25	R	28566	6,2	+89N	260	94	30

Predpovede sú pre polohu $\lambda_0 = 20°E$ a $\varphi_0 = 48,5°N$ s nadmorskou výškou 0 m. Pre konkrétnu polohu λ, ϕ sa čas počíta zo vzťahu $t = t_0 + a(\lambda - \lambda_0) + b(\varphi - \varphi_0)$, kde koeficienty a, b sú uvedené pri každom zákryte.





3:30, koncom mája už pred polnocou. Aj malým ďalekohľadom by sme ho mali bez problémov nájsť asi 1,5° severozápadne od ι Cap (4,3 mag) a 13. 4. sa k nemu pridruží aj červenkastý Mars. Konjunkcie s Mesiacom pod 5° nenastanú, sú v kalendári úkazov (4. 4., 1. 5., 28. 5.).

Pluto (14 mag) má prijateľné podmienky viditeľnosti, vychádza pred polnocou a koncom mája je nad obzorom celú noc, nakoľko sa blíži do opozície so Slnkom 14. 6. Začiatkom apríla je len 0,3° severne od ζ Ser (3,5 mag) a postupne sa bude od nej vzďaľovať západným smerom.

26.4. nastane skvelý zákryt Antaresa Mesiacom. K vstupu za osvetlenú stranu dôjde len nevysoko (6°) nad obzorom, no výstup už bude viditeľný aj voľným okom. Pri výstupe bude Mesiac vo výške 12°. Mesiac bude po splne, a tak je možné získať aj sériu fotografií vzďaľujúceho sa Antaresa aj s pekným mesačným reliéfom. Ďalší zákryt tejto hviezdy bude 24. 5., no u nás ešte budú obe telesá hlboko pod obzorom.

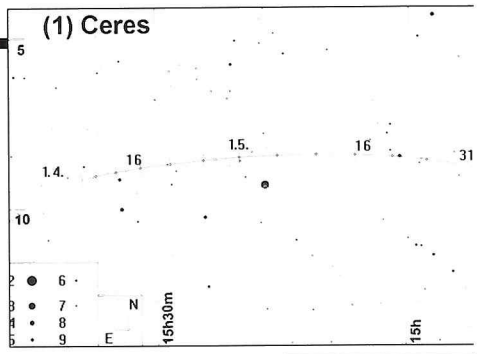
Predpovedané sú 3 pozorovateľné dotyčnicové zákryty, no až na jednu výnimku sa jedná o slabé hviezdy, kde na pozorovanie je nutné použiť prístroje s veľkým priemerom objektívu. Najjasnejší (6,4 mag, 36 Ari) je zákryt 10. 4., no ten nastáva nízko (6°) nad obzorom. Hranica tieňa je v blízkosti Malaciek, Modry, Galanty, Šurian a Pohronského Ruskova, zákryt nastáva 4,6° na neosvetlenej strane tenulinkého Mesiaca. Podrobnejšie informácie o ďalších zákrytoch(14. 4., 16. 4.) sú na stránke http://www.szaa.sk.

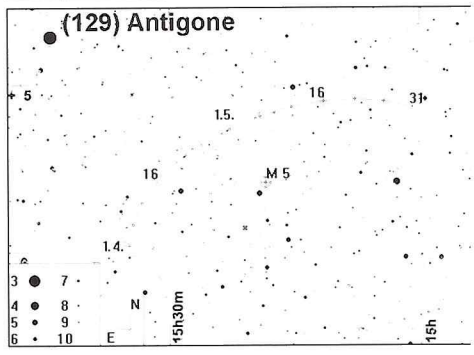
V apríli máme dobrú možnosť uvidieť Mesiac veľmi krátko po nove. 9. 4. je Mesiac pri západe Slnka vo výške 8° a v azimute 4° východnejšie. Na konci občianskeho súmraku je 21,3 hod. starý Mesiac vo výške 3° a v azimute stupeň západnejšie ako zapadlo Slnko. Takého vhodné podmienky sa v tomto roku už nezopakujú. Májový pokus 9. 5. možno bude úspešný, no vek Mesiaca už bude viac ako 33 hodín.

Planétky

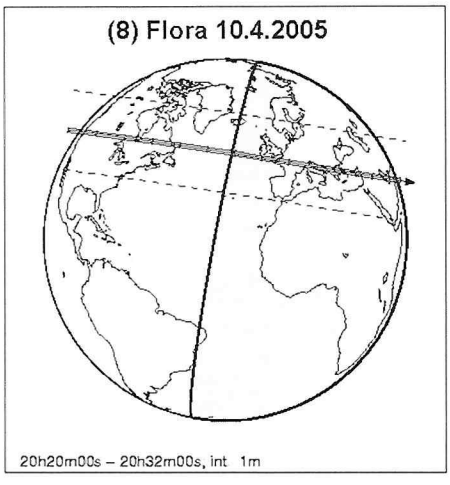
Z jasných planétiek budú v opozícii (6) Hebe (19. 4., 9,9 mag), (15) Eunomia (25. 4., 9,8 mag), (1) Ceres (8. 5., 6,7 mag), (129) Antigone (11. 5., 9,9 mag), (14) Irene (19. 5., 9,0 mag).

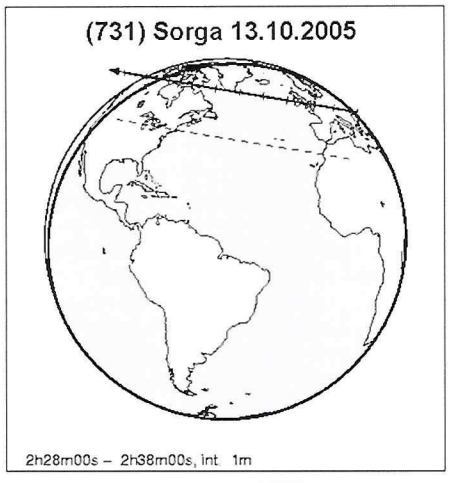
Najjasnejšou planétkou tohto obdobia je práve tá, ktorá bola objavená ako prvá a je zároveň aj najväčšia. Ak ste teda ešte planétku nikdy nevideli, tak tentokrát vystačíte aj s malým ďalekohľadom. Nakoľko je v opozícii, je nad obzorom celú noc. Bez problémov ju nájdete napríklad 4. 5., keď bude necelý stupeň severne od hviezdy β Lib (2,6 mag). Vo veľmi tesnej konjunkcii (1,3') bude s δ Lib (5,0 mag) 22. 5.





Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
Efemerida planétky (1) Ceres			
1. 4.	$15^h39{,}0^m$	−9°10,7'	7,7
6. 4.	$15^h37{,}2^m$	−9°04,6'	7,6
11. 4.	$15^h34{,}8^m$	−8°57,9'	7,5
16. 4.	$15^h31{,}9^m$	−8°51,2'	7,4
21. 4.	$15^h28{,}4^m$	−8°44,7'	7,3
26. 4.	$15^h24{,}4^m$	−8°38,8'	7,2
1. 5.	$15^h20{,}1^m$	−8°33,9'	7,1
6. 5.	$15^h15{,}5^m$	−8°30,4'	7,0
11. 5.	$15^h10{,}9^m$	−8°28,6'	7,0
16. 5.	$15^h06{,}3^m$	−8°28,9'	7,1
21. 5.	$15^h01{,}8^m$	−8°31,6'	7,2
26. 5.	$14^h57{,}7^m$	−8°36,8'	7,3
31. 5.	$14^h53{,}9^m$	−8°44,6'	7,4
Efemerida planétky (129) Antigone			
1. 4.	$15^h34{,}8^m$	+0°11,6'	10,5
6. 4.	$15^h34{,}4^m$	+0°49,9'	10,4
11. 4.	$15^h33{,}3^m$	+1°28,3'	10,3
16. 4.	$15^h31{,}5^m$	+2°05,7'	10,2
21. 4.	$15^h29{,}1^m$	+2°41,0'	10,1
26. 4.	$15^h26{,}2^m$	+3°13,2'	10,0
1. 5.	$15^h22{,}9^m$	+3°41,2'	10,0
6. 5.	$15^h19{,}2^m$	+4°04,1'	9,9
11. 5.	$15^h15{,}4^m$	+4°21,0'	9,9
16. 5.	$15^h11{,}5^m$	+4°31,3'	10,0
21. 5.	$15^h07{,}8^m$	+4°34,4'	10,0
26. 5.	$15^h04{,}4^m$	+4°30,4'	10,1
31. 5.	$15^h01{,}3^m$	+4°19,4'	10,1
Efemerida planétky (14) Irene			
1. 4.	$16^h14{,}9^m$	−11°34,0'	9,9
6. 4.	$16^h15{,}0^m$	−11°33,8'	9,8
11. 4.	$16^h14{,}3^m$	−11°33,2'	9,7
16. 4.	$16^h12{,}8^m$	−11°32,5'	9,6
21. 4.	$16^h10{,}5m$	−11°32,1'	9,5
26. 4.	$16^h07{,}4^m$	−11°32,2'	9,4
1. 5.	$16^h03{,}7^m$	−11°33,2'	9,3
6. 5.	$15^h59{,}5^m$	−11°35,3'	9,2
11. 5.	$15^h54{,}8^m$	−11°38,8'	9,1
16. 5.	$15^h49{,}9^m$	−11°44,1'	9,0
21. 5.	$15^h44{,}9^m$	−11°51,3'	9,0
26. 5.	$15^h40{,}1^m$	−12°00,6'	9,1
31. 5.	$15^h35{,}4^m$	−12°12,1'	9,2



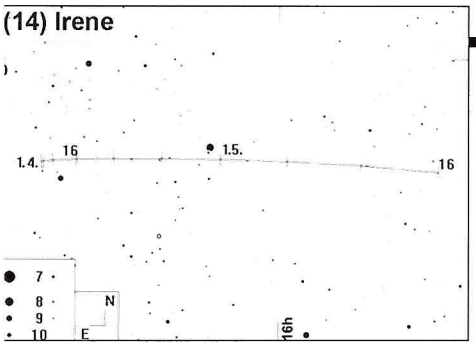


Zákryty hviezd planétkami (apríl – máj)

dátum	[UT]	planétka	trv	hviezda	m*	dm	h*	el	%
4. 4.	0,7	959 Arne	8,8	TYC 6195 217	10,0	6,2	20		
4. 4.	18,7	1596 Itzigsohn	4,6	TYC 5502 1476	10,7	4,5	25		
10. 4.	20,4	8 Flora	8,6	TYC 1916 1204	10,3	1,0	46		
13. 4.	2,5	731 Sorga	3,4	TYC 0293 121	10,7	3,8	18		
20. 4.	2,2	34 Circe	14,6	HIP 77547	8,3	4,1	24	80	81+
27. 4.	22,1	13 Egeria	23,6	HIP 55187	9,4	1,8	50		
22. 5.	22,0	7 Iris	20,5	HIP 83097	8,3	1,6	14	26	99+

Z predpovedí sú vylúčené hviezdy slabšie ako 11 mag. V tabuľke sú len úkazy, u ktorých je pokles jasnosti väčší ako 1 mag. Výber úkazov je pod podmienkou, že Slnko je pod obzorom viac ako 12 stupňov a hviezda minimálne 10 stupňov nad obzorom (pre polohu Rimavskej Soboty).

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



Planétka (129) Antigone sa 2. 5. priblíži na 2° k jasnej guľovej hviezdokope M5 v Hadovi. (14) Irene bude 30. 4. prechádzať 10' južne od χ Sco (4,3 mag), a tak séria niekoľkých záberov bude s ohľadom na zaujímavé hviezdne pole pri použití dlhoohniskového objektívu určite veľmi pekná.

Kométy

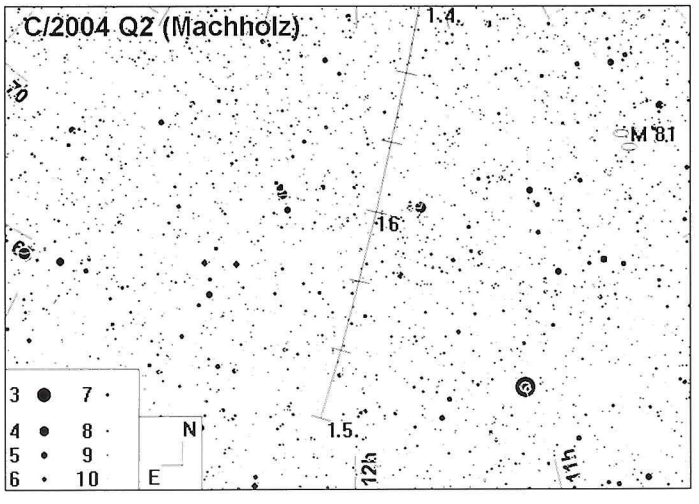
Najjasnejšou kométou je LINEAR (C/2003 T4), na ktorú nám hneď na začiatku apríla postačí aj triéder, mali by sme ju nájsť krátko pred východom Slnka. 1. 4. bude mať na konci nautického súmraku výšku nad obzorom 4°, no elongácia od Slnka je dostatočná. Má však zápornú deklináciu a rýchlo sa presúva na južnú oblohu, bude teda pozorovateľná len niekoľko dní. V polovici mesiaca už vychádza súčasne so Slnkom.

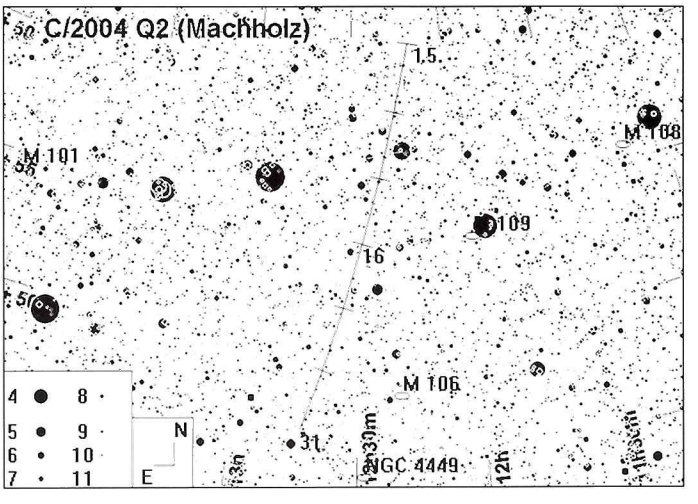
Aj keď nie najjasnejšou, no určite najlepšie pozorovateľnou kométou tohto obdobia ostáva stále Machholz (C/2004 Q2), aj keď už je po svojej maximálnej jasnosti a stále slabne. Je však stále cirkumpolárna a pozorovateľná aj menšími ďalekohľadmi. Vybrané konjunkcie kométy s hviezdami a objektmi nočnej oblohy sme už uverejnili a môžu byť inšpiráciou na získanie zaujímavých fotografií.

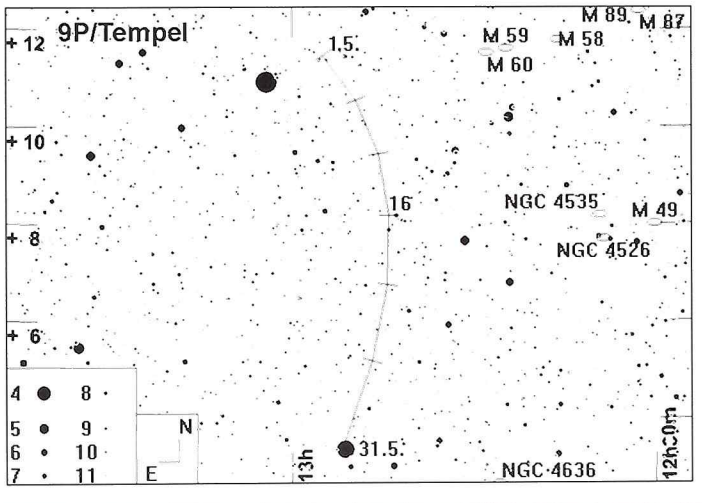
Svoju pozornosť by sme mali zamerať aj na kométu 9P/Tempel, ktorá príjemne zjasňuje, pozorovateľná je takmer celú noc a koncom mája už bude jasnejšia ako 10 mag. Na prelome mesiacov bude

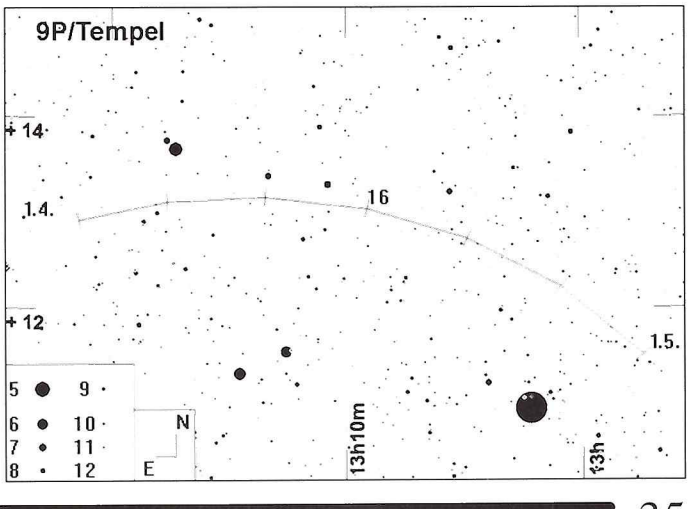
Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el
Efemerida kométy LINEAR (C/2003 T4)				
1. 4.	$21^h56{,}9^m$	−10°16,1'	5,7	43,6
6. 4.	$22^h18{,}9^m$	−15°02,4'	5,6	45,3
11. 4.	$22^h44{,}4^m$	−19°59,1'	5,6	47,2
Efemerida kométy 21P/Giacobini-Zinner				
1. 5.	$22^h43{,}0^m$	+18°01,6'	12,0	55,0
6. 5.	$23^h02{,}6^m$	+19°17,6'	11,8	54,5
11. 5.	$23^h22{,}9^m$	+20°28,2'	11,5	53,8
16. 5.	$23^h43{,}9^m$	+21°31,6'	11,3	53,1
21. 5.	$0^h05{,}7^m$	+22°26,2'	11,1	52,3
26. 5.	$0^h28{,}0^m$	+23°10,4'	10,9	51,4
31. 5.	$0^h51{,}0^m$	+23°42,9'	10,7	50,6
Efemerida kométy 161P/Hartley-IRAS				
16. 5.	$1^h11{,}8^m$	+18°18,3'	12,2	33,0
21. 5.	$1^h16{,}4^m$	+21°49,9'	12,0	36,1
26. 5.	$1^h21{,}2^m$	+25°37,5'	11,8	39,1
31. 5.	$1^h26{,}5^m$	+29°43,1'	11,6	42,1
Efemerida kométy LINEAR (C/2003 K4)				
1. 4.	$3^h39{,}9^m$	−11°09,1'	10,4	47,0
6. 4.	$3^h42{,}3^m$	−10°13,1'	10,6	43,7

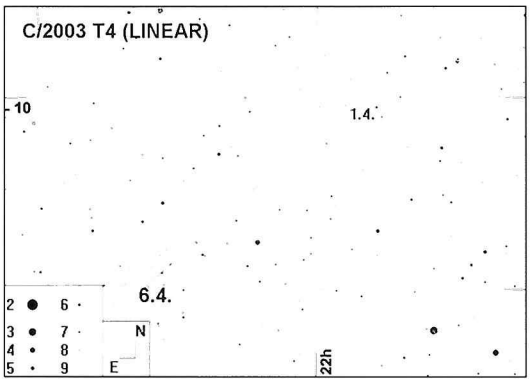
Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el
Efemerida kométy Machholz (C/2004 Q2)				
1. 4.	$11^h15{,}5^m$	+77°08,9'	7,7	97,5
6. 4.	$11^h30{,}8^m$	+74°34,9'	7,9	97,9
11. 4.	$11^h42{,}2^m$	+71°57,1'	8,1	98,3
16. 4.	$11^h51{,}1^m$	+69°16,9'	8,3	98,6
21. 4.	$11^h58{,}7^m$	+66°35,7'	8,6	98,7
26. 4.	$12^h05{,}3^m$	+63°54,3'	8,8	98,8
1. 5.	$12^h11{,}3^m$	+61°13,7'	9,0	98,7
6. 5.	$12^h17{,}0^m$	+58°34,4'	9,2	98,5
11. 5.	$12^h22{,}4^m$	+55°57,0'	9,4	98,1
16. 5.	$12^h27{,}7^m$	+53°22,2'	9,7	97,5
21. 5.	$12^h32{,}9^m$	+50°50,6'	9,9	96,7
26. 5.	$12^h38{,}0^m$	+48°22,5'	10,1	95,8
31. 5.	$12^h43{,}2^m$	+45°58,3'	10,3	94,7
Efemerida kométy 9P/Tempel				
1. 4.	$13^h21{,}4^m$	+12°55,1'	11,2	160,0
6. 4.	$13^h17{,}6^m$	+13°06,9'	11,0	160,0
11. 4.	$13^h13{,}4^m$	+13°09,9'	10,8	158,6
16. 4.	$13^h09{,}1^m$	+13°02,7'	10,6	155,9
21. 4.	$13^h04{,}8^m$	+12°44,1'	10,4	152,5
26. 4.	$13^h00{,}9^m$	+12°13,4'	10,3	148,6
1. 5.	$12^h57{,}4^m$	+11°30,5'	10,1	144,5
6. 5.	$12^h54{,}7^m$	+10°35,6'	10,0	140,3
11. 5.	$12^h52{,}8^m$	+9°29,4'	9,9	136,2
16. 5.	$12^h51{,}9^m$	+8°12,8'	9,8	132,2
21. 5.	$12^h52{,}1^m$	+6°46,9'	9,7	128,4
26. 5.	$12^h53{,}3^m$	+5°13,0'	9,7	124,8
31. 5.	$12^h55{,}7^m$	+3°32,3'	9,6	121,4











v blízkosti ε Vir (2,8 mag) a v posledný májový deň dokonca len 4' od δ Vir (3,4 mag). 4. 5. bude kométa 0,7° od dvojice galaxií NGC 4762 a NGC 4754 (11,1 a 11,5 mag) a tak je možné získať pekný fotografiu. Najzaujímavejšie však na tejto kométe je, že k nej mieri sonda Deep Impact. Impaktor svoj cieľ zasiahne 4. júla a po kolízii sa očakáva vzrast jasnosti kométy až o 6 mag, mohla by teda dosiahnuť aj viditeľnosť voľným okom...

Kométu LINEAR (C/2003 K4) nájdeme len začiatkom apríla na večernej oblohe. Jej deklinácia síce stúpa, no geometrické podmienky sa zhoršujú a definitívne sa nám stratí na súmrakovej oblohe.

21P/Giacobini-Zinner je pozorovateľná v druhej polovici noci, pod 12 mag sa dostane v máji.

10. 4. bude v tesnej blízkosti (12') guľovej hviezdokopy M5. V tom čase bude mať síce ešte len 13 mag, no majiteľov fotografickej techniky s dlhším ohniskom by to odradiť nemalo. Ďalšia pekná konjunkcia (9') bude 12.4. s planetárnou hmlovinou NGC 7094 (14 mag). V tejto kométe má pôvod známy meteorický roj Drakonidy. Najbližšie priblíženie tejto kométy k Zemi (0,39 AU) však bude až v roku 2018, mesiac pred maximom roja, a tak je vysoká pravdepodobnosť, že budeme môcť vidieť meteorický dážď.

Pod 12 mag sa v druhej polovici mája dostane aj kométa 161P/Hartley-IRAS, ktorej pozorovacie podmienky sa zlepšujú a od druhej júnovej dekády bude cirkumpolárna.

Meteory

Je už po uhorkovej sezóne, no aj tak je aktivita hlavných rojov podpriemerná. V databáze IMO sú iba 4 roje, z ktorých však len dva sú dostatočne aktívne, aby malo význam ich vizuálne štatistické pozorovanie.

Hlavným rojom dobre pozorovateľným zo severnej pologule sú Lyridy s maximom 22. 4., ktoré však tento rok bude silne rušiť Mesiac v splne.

Stabilným a silným rojom sú η Akvaridy, no ich radiant vychádza len nadránom, a tak pozorovanie je rušené svitaním. Tento roj, ktorého materskou kométou je kométa Halley, má pomerne stabilné frekvencie, no je predpoklad, že vplyvom Jupitera existuje 12-ročná periodicita vyšších aktivít, ktorá by mala byť pozorovateľná v rokoch 2008 – 2010. Ak keď je pozorovanie možné až nadránom, určite sa oplatí. Frekvencie nebudú síce závratné, no pozorovatelia budú odmenení krásnymi dlhými meteormi...

PAVOL RAPAVÝ

Meteorické roje (apríl – máj)

Roj	Aktivita	Max.	Radiant		Pohyb rad. °/deň		V. km/s	ZHR	Zdroj
			RA	D	RA	D			
VIR	25. 1.–15. 4.	(24. 3.)	13:00	–04	0,5	–0,3	30	5	IMO
LBR	15. 4.–30. 4.		15:12	–18	1,1	–0,2	30	5	ALPO
LYR	16. 4.–25. 4.	22. 4.	18:05	+34	1,1	0,0	49	15	IMO
ABO	14. 4.–12. 5.	28. 4.	14:32	+19	0,9	–0,1	20	2	ALPO
ETA	19. 4.–28. 5.	5. 5.	22:32	–01	0,9	+0,4	66	60	IMO
ASC	1. 5.–31. 5.	16. 5.	16:12	–21	1,1	–0,1	35	5	ALPO
SAG	15. 4.–15. 7.	(19. 5.)	16:28	–22	0,8	–0,1	30	5	IMO
OSC	23. 5.–15. 6.	2. 6.	15:56	–20	1	–0,1	21	5	DMS

VIR – Virginidy, LBR – Libridy, LYR – Lyridy, ABO – α Bootidy, ETA – α Akvaridy, ASC – η Škorponidy, SAG – Sagitaridy, OSC –ω Škorpionidy

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

Kalendár úkazov a výročí (apríl – máj)

2. 4.	1,8	Mesiac v poslednej štvrti
3. 4.	17,5	Jupiter v opozícii so Slnkom
3. 4.	23,3	konjunkcia Mesiaca s Marsom (Mars 4,6° severne)
4. 4.	1,7	zákryt hviezdy TYC 6195 217 (10,0 mag) planétkou (959) Arne
4.4.	12,1	Mesiac v prízemí (368 494 km)
4.4.	14,5	konjunkcia Neptúna s Mesiacom (Neptún 5,1° severne)
4. 4.	19,7	zákryt hviezdy TYC 5502 1476 (10,7 mag) planétkou (1596) Itzigsohn
6. 4.		40. výročie (1965) prvého komunikačného satelitu Intelsat 1
8. 4.	21,5	Mesiac v nove (hybridné zatmenie Slnka, od nás nepozorovateľné)
8. 4.		25. výročie objavenia Saturnovho mesiaca Telesto (Voyager 1)
9. 4.	19,0	zákryt hviezdy PPM 195890 (9,0 mag) Jupiterom
10. 4.	21,4	zákryt hviezdy TYC 1916 1204 (10,3 mag) planétkou (8) Flora
11. 4.	4,4	Merkúr v zastávke (začína sa pohybovať priamo)
11. 4.		35. výročie (1970) štartu Apolla 13
13. 4.	3,5	zákryt hviezdy TYC 0293 121 (10,7 mag) planétkou (731) Sorga
13. 4.	13,4	konjunkcia Marsu s Neptúnom (Neptún 1,2° severne)
13. 4.		45. výročie (1960) prvého navigačného satelitu Transit 1B
16. 4.	4,2	konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 4,3° južne)
16. 4.		510. výročie (1495) narodenia P. Apianusa
16. 4.	15,6	Mesiac v prvej štvrti
16. 4.	19,7	Mesiac v odzemí (404302 km)
18. 4.		50. výročie (1955) úmrtia A. Einsteina
19. 4.		planétka (6) Hebe v opozícii (9,9 mag)
20. 4.	3,2	zákryt hviezdy HIP 77547 (8,3 mag) planétkou (34) Circe
22. 4.		maximum meteorického roja Lyridy (ZHR 15)
22. 4.	16,4	konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 0,9° severne, zákryt mimo nášho územia)
24. 4.	11,1	Mesiac v splne (polotieňové zatmenie, od nás neviditeľné)
24. 4.		15. výročie (1990) Hubblovho vesmírneho ďalekohľadu
24. 4.		35. výročie (1970) prvej čínskej družice Mao 1
25. 4.		planétka (15) Eunomia v opozícii (9,8 mag)
25. 4.		70. výročie (1935) narodenia P. Peeblesa
26. 4.	18,2	Merkúr v najväčšej západ. elongácii (27°)
26. 4.	23,7	zákryt Antaresa Mesiacom
27. 4.	23,1	zákryt hviezdy HIP 55187 (9,4 mag) planétkou (13) Egeria
28. 4.		105. výročie (1900) narodenia J. Oorta
29. 4.	11,3	Mesiac v prízemí (369 030 km)
1. 5.	7,4	Mesiac v poslednej štvrti
1. 5.		180. výročie (1825) narodenia J. Balmera
1. 5.	18,4	konjunkcia Mesiaca s Neptúnom (Neptún 5° severne)
2. 5.	18,2	konjunkcia Mesiaca s Marsom (Mars 2,9° severne)
3.5.	11,5	konjunkcia Mesiaca s Uránom (Urán 3,3° severne)
5. 5.		maximum meteorického roja η Akvaridy (ZHR 60)
5. 5.	16,4	konjunkcia Mesiaca s planétkou (3) Juno (Juno 0,4° severne)
6. 5.	7,4	konjunkcia Mesiaca s Merkúrom (Merkúr 2° južne)
7. 2.	2	planétka (2) Pallas v zastávke (začína sa pohybovať priamo)
8. 5	9,7	Mesiac v nove
8. 5.	19	planétka (1) Ceres v opozícii (6,7 mag)
9. 5.	4,8	konjunkcia Mesiaca s Venušou (Venuša 2,3° južne)
11. 5.		planétka (129) Antigone v opozícii (9,9 mag)
13. 5.	17,5	konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 4,7° južne)
14. 5.	14,7	Mesiac v odzemí (404601 km)
15. 5.	12,1	konjunkcia Marsu s Uránom (Urán 1,1° severne)
16. 5.	9,9	Mesiac v prvej štvrti
19. 5.		planétka (14) Irene v opozícii (9,0 mag)
19. 5.	22,7	konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 1,1° severne, zákryt mimo nášho územia)
20. 5.	4,1	Neptún v zastávke (začína sa pohybovať spätne)
22. 5.	23,0	zákryt hviezdy HIP 83097 (8,3 mag) planétkou (7) Iris
23. 5.	21,3	Mesiac v splne
24. 5.		45. výročie (1960) prvej infračervenej družice Midas 2
25. 5.		140. výročie (1865) narodenia P. Zeemana
26. 5.	11,7	Mesiac v prízemí (364 242 km)
28. 5.		75. výročie (1930) narodenia F. Drakea
28. 5.	23,1	konjunkcia Mesiaca s Neptúnom (Neptún 5,4° severne)
30. 5.	12,8	Mesiac v poslednej štvrti
30. 5.	16,2	konjunkcia Mesiaca s Uránom (Urán 3° severne)
31. 5.	12,4	konjunkcia Mesiaca s Marsom (Mars 0,8° severne)
3. 6.	10,2	Merkúr v hornej konjunkcii
3. 6.		planétka (7) Iris v opozícii (9,2 mag)
5. 6.	23,0	Jupiter v zastávke (začína sa pohybovať priamo)
6. 6.	22,9	Mesiac v nove

Tabuľky východov (apríl – máj)

Slnko

			Súmrak					
			Astronomický		Nautický		Občiansky	
	Vých.	Záp.	zač.	kon.	zač.	kon.	zač.	kon.
1. 4.	5:18	18:10	3:24	20:05	4:04	19:25	4:42	18:47
8. 4.	5:04	18:21	3:06	20:18	3:48	19:37	4:27	18:58
15. 4	4:50	18:31	2:48	20:33	3:32	19:49	4:12	19:09
22. 4	4:37	18:41	2:29	20:49	3:16	20:02	3:58	19:20
29. 4.	4:24	18:51	2:10	21:05	3:01	20:15	3:44	19:31
6. 5.	4:13	19:01	1:51	21:23	2:46	20:28	3:31	19:43
13. 5.	4:03	19:11	1:31	21:42	2:32	20:42	3:20	19:54
20. 5.	3:54	19:20	1:12	22:02	2:19	20:55	3:10	20:04
27. 5.	3:47	19:28	0:52	22:23	2:08	21:07	3:01	20:13

Mesiac

	Východ	Západ
1. 4.	1:23	8:40
8. 4.	5:00	18:03
15. 4.	8:30	1:10
22. 4.	16:34	3:56
29. 4.	0:20	7:39
6. 5.	3:22	17:02
13. 5.	7:18	–
20. 5.	15:26	2:15
27. 5.	23:47	6:42

Merkúr

	Východ	Západ
1. 4.	4:57	17:45
8. 4.	4:31	16:50
15. 4.	4:13	16:17
22. 4.	3:59	16:07
29. 4.	3:47	16:14
6. 5.	3:37	16:34
13. 5.	3:29	17:06
20. 5.	3:24	17:48
27. 5.	3:26	18:41

Venuša

	Východ	Západ
1. 4.	5:28	18:08
8. 4.	5:16	18:28
15. 4.	5:05	18:48
22. 4.	4:56	19:09
29. 4.	4:47	19:30
6. 5.	4:40	19:51
13. 5.	4:36	20:11
20. 5.	4:35	20:29
27. 5.	4:38	20:45

Mars

	Východ	Západ
1. 4.	3:14	12:17
8. 4.	3:01	12:17
15. 4.	2:46	12:17
22. 4.	2:31	12:17
29. 4.	2:15	12:18
6. 5.	1:59	12:18
13. 5.	1:43	12:18
20. 5.	1:26	12:18
27. 5.	1:08	12:17

Jupiter

	Východ	Západ
1. 4.	18:09	5:41
8. 4.	17:37	5:12
15. 4.	17:05	4:43
22. 4.	16:33	4:13
29. 4.	16:01	3:44
6. 5.	15:30	3:15
13. 5.	15:00	2:47
20. 5.	14:30	2:18
27. 5.	14:02	1:50

Saturn

	Východ	Západ
1. 4.	10:38	2:23
8. 4.	10:11	1:57
15. 4.	9:45	1:30
22. 4.	9:19	1:04
29. 4.	8:53	0:38
6. 5.	8:28	0:12
13. 5.	8:04	23:42
20. 5.	7:39	23:17
27. 5.	7:15	22:52

Urán

	Východ	Západ
1. 4.	4:21	15:05
8. 4.	3:55	14:39
15. 4.	3:28	14:13
22. 4.	3:01	13:47
29. 4.	2:34	13:21
6. 5.	2:07	12:55
13. 5.	1:40	12:29
20. 5.	1:13	12:02
27. 5.	0:45	11:35

Neptún

	Východ	Západ
1. 4.	3:30	13:07
8. 4.	3:03	12:41
15. 4.	2:36	12:14
22. 4.	2:09	11:47
29. 4.	1:42	11:20
6. 5.	1:14	10:53
13. 5.	0:47	10:25
20. 5.	0:19	9:58
27. 5.	23:48	9:30

Pluto

	Východ	Západ
1. 4.	23:43	9:31
8. 4.	23:15	9:04
15. 4.	22:47	8:36
22. 4.	22:19	8:08
29. 4.	21:51	7:40
6. 5.	21:23	7:12
13. 5.	20:55	6:44
20. 5.	20:27	6:16
27. 5.	19:59	5:48

Antares sa stretol s Mesiacom

To, že Mesiac pri svojom pohybe po oblohe pomerne často zakrýva hviezdy, je známa skutočnosť. Zákryt jasnej hviezdy však nie je až takým obvyklým úkazom. Predpovede zákrytov jasnejších hviezd si záujemcovia o pozorovanie podobného úkazu môžu vyhľadať v Astronomickej ročenke, prípadne v Kozmose.

Lepšia možnosť, ako získať predpovede pre konkrétne miesto, je program, ktorý sa volá LOW (Lunar Occultation Workbench). Najnovšiu verziu programu si aj s databázami môžete stiahnuť na adrese http://home.plex.nl/~gottm/doa/.

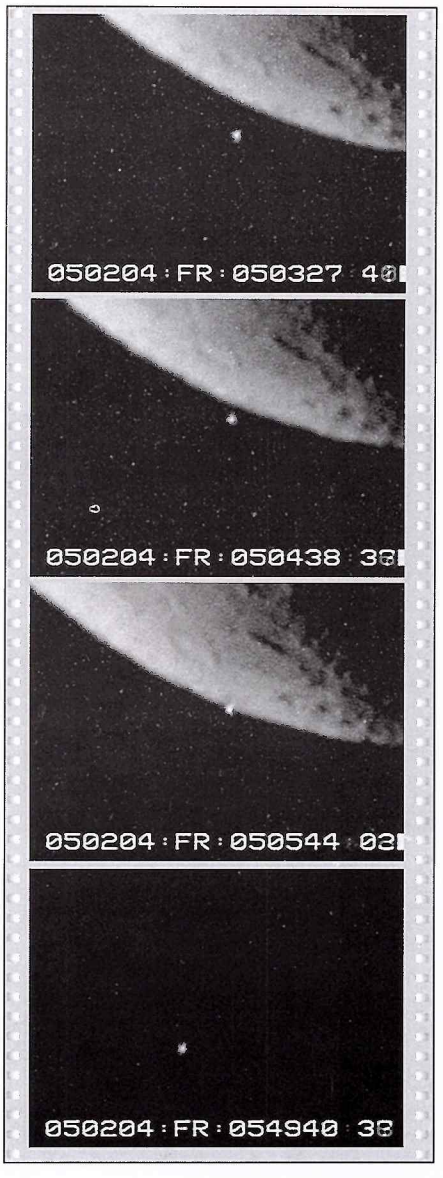
Veľkou výhodou je, že program presne vypočíta časy vstupov a výstupov pre konkrétnu polohu. Hlavne začiatočníkom sa pri vizuálnom pozorovaní môže stať, že im v túžobne očakávanom okamihu zákrytu alebo objavenia sa hviezdy začne slziť oko, alebo žmurknú. Preto sa na zákryt treba pripraviť s dostatočným predstihom, ale nesústrediť sa príliš dlho na pozorovanú hviezdu. Pri pozorovaní zákrytov hviezd Mesiacom nájdu uplatnenie aj pozorovatelia vybavení potrebnou technikou. So znalosťou presného času, najlepšie z rádiového signálu, a presných stopiek, môžete získať okamih vstupu, prípadne výstupu hviezdy, ktorý je po spracovaní dôležitým údajom pre štúdium dynamiky sústavy Zem-Mesiac.

V tomto roku dochádza k dvom zákrytom jasnej hviezdy – Antares zo súhvezdia Škorpióna. Prvý zákryt nastal 4. februára a druhý bude pozorovateľný 27. apríla 2005. Obidva úkazy nastávajú nízko nad obzorom. Ale ani to ma neodradilo, aby som sa pokúsil napozorovať už prvý zákryt 4. februára ráno.

Na zaznamenanie tohoto zákrytu som použil refraktor COUDE 150/2250 v ohnisku, ktorého bola ČB televízna kamera SANYO VCB-3512P prepojená s vkladačom času. Vkladač synchronizuje čas s rádiovým signálom. To umožňuje snímať zákryt a nahrávať ho na videokazetu aj s presným časovým údajom. Krokovaním záznamu potom určíme presné okamihy vstupu a výstupu. Následne je možné previesť záznam do počítača a ďalej ho spracovať.

Podmienky na pozorovanie zákrytu Antaresa 4. februára neboli ideálne. Vlastný zákryt nastal nízko nad obzorom a mráz (– 9 °C) spôsoboval vysokú turbulenciu, čo sa negatívne prejavilo na zázname. Asi hodinu pred zákrytom sa navyše začala pokrývať obloha oblačnosťou, ktorá bola v mieste Mesiaca iba riedka. To spôsobilo síce zoslabenie obrazu, ale úkaz bolo možné pozorovať aj triédrom.

Po spracovaní videa bude časť animácie zákrytu sprístupnená na internetovej stránke http://www.hvezdaren.sk



Snímky vybrané z nahraného záznamu. Prvé tri sú pred vstupom Antaresa, dolný záber po výstupe spoza Mesiaca.

Vyhodnotením záznamu som určil čas vstupu na 5:05:48,92 SEČ. S určením presného času výstupu bol malý problém, pretože Antares je dvojhviezda. Prvý záblesk bol v čase 5:49:39,94 SEČ a plné zjasnenie hviezdy nastalo 5:49:40,1 SEČ.

JÁN HORŇÁK
Hornonitrianska hvezdáreň Partizánske

TRENČIANSKY SAMOSPRÁVNY KRAJ – HORNONITRIANSKA HVEZDÁREŇ PARTIZÁNSKE – POZÝVAJÚ NA HVIEZDNE LETO 2005

HST^{M}(Lab) Hviezdna Stanica Teeneger

Hviezdna stanica teeneger (HST) v auguste roku 2005 otvára svoje priestory pre prázdninové LETNÉ ASTRONOMICKÉ BÁDANIE (LAB). Ak máš od 13 do 17 rokov, máš vzťah k astronómii, prírodopisu, zemepisu a fyzike, tak neváhaj a zapoj sa.

Ubytovanie: v samostatných bunkách Hviezdnej osady „ORIÓN", prípadne vo vlastnom stane. **Stravovanie:** Reštaurácia Belanka – cca 20 minút peši od Hviezdnej stanice. **Program:** Prednášky z astronómie, kozmonautiky prírodopisu, zemepisu a fyziky, kultúrno-zábavné popoludnie, športové hry, videoprojekcia astronomických a sci-fi filmov, 3D prechádzky po planétach, internet, vo večerných hodinách pozorovanie letných hviezdnych objektov ďalekohľadmi.

***

ASTROTECH

August 2005. Kurz brúsenia astronomických zrkadiel

***

ESA – (EBICYKEL SLOVENSKÝCH ASTRONÓMOV)

Poznávanie hvezdární na bicykloch v dňoch **23. – 29. 7. 2005**

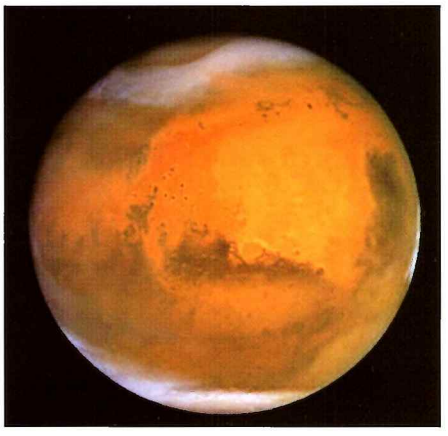
***

Bližšie informácie:

č. tel.: 038 /7497108
e-mail: hvezdap@stonline.sk
www.hvezdaren.sk

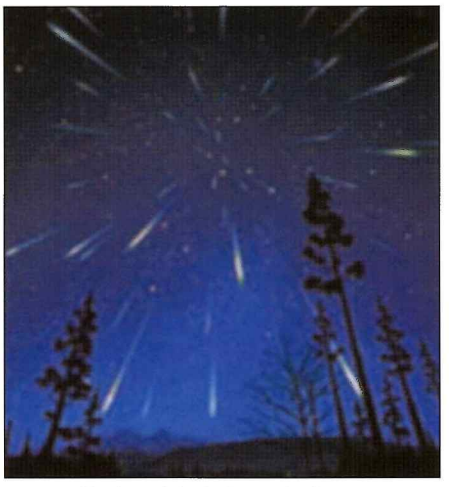
Desať astronomických pozoruhodností v roku 2005

1. Mars zblízka – 7. novembra 2005 dôjde opäť k opozícii Marsu, planéta bude v súhvezdí Barana. Aj keď nejde o rekordné priblíženie k Zemi – 56 miliónov km – ako tomu tak bolo pri opozícii Marsu v auguste 2003, planéta bude dosť blízko na to, aby aj malými ďalekohľadmi bolo na nej vidno charakteristické útvary. Prieskumná sonda NASA, pripravovaná na štart 10. augusta 2005, bude skúmať na planéte objekty azda menšie ako tanierik pod šálku. Po siedmich mesiacoch, keď dorazí k planéte, bude sonda vyhľadávať vhodné miesta na ďalšie pristátia.



2. Zlatý prsteň – po roku 1999 budeme v októbri na Slovensku opäť pozorovať čiastočné zatmenie Slnka. Z nášho územia ho budeme vidieť ako čiastočné 3. októbra so začiatkom o $10^h3^m7^s$. Slnko bude ponorené do tieňa Mesiaca v najväčšej fáze zatmenia o $11^h18^m9^s$ skoro na 60 %. Koniec zatmenia bude o $12^h36^m52^s$. V severnej časti Portugalska a v strede Španielska bude zatmenie prstencové, pretože uhlový priemer Mesiaca bude menší a nezakryje úplne kotúč Slnka. V týchto oblastiach bude počas stredu úplného zatmenia Slnka vidno tenký zlatý prstenec slnečnej fotosféry.

3. Meteory mŕtveho súhvezdia – meteorický roj Kvadrantidy dosahuje svoje maximum aktivity 3. januára. Meno roja vzniklo v dôsledku toho, že severný okraj súhvezdia Bootes, v ktorom sa nachádza radiant roja, sa predtým nazýval Quadrans Muralis (Mural Quadrant). Hoci sa uvedené súhvezdie dnes už nepoužíva, meno súhvezdia prežilo. Roj je jeden z najplodnejších, niekedy preletí až 120 meteorov za hodinu, z ktorých niektoré sú sfarbené na modro. Hlavná aktivita roja trvá 10 – 15 hodín, napriek tomu, že meteory s radiantom v tomto roji vidno už od 28. decembra do 7. januára. Kvadrantídy v tomto roku nikto nepozoroval, bolo zamračené.



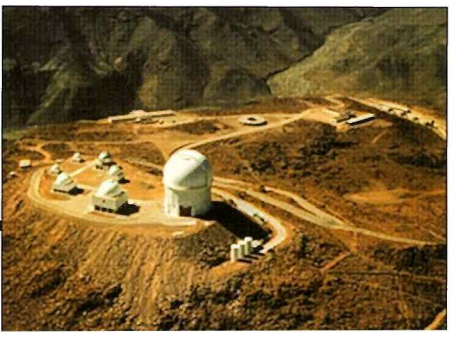
4. Unikajúci Merkúr – najvnútornejšiu drobnú planétu našej Slnečnej sústavy ťažko nájsť voľným okom, pretože sa nikdy nevzdiali od Slnka viac ako 27 stupňov a vždy sa nachádza v šere úsvitu alebo súmraku. V tomto roku však nastanú tri vhodné obdobia na pozorovanie tejto planéty, každé v trvaní okolo jedného týždňa pri nasledovných dátumoch: 12. marec – ako večernica asi 30 stupňov pod Mesiacom v období novu, 23. august – zornička asi 7 stupňov pod Saturnom, 12. december – ako zornička asi 20 stupňov pod Jupiterom.

5. Ďalší európsky expres – ESA pripravila na tento rok štart dvoch významných kozmických sond. Venus Express využíva konštrukciu a vybavenie misie MarsExpressu, bude vypustený v októbri, presne tri roky po tom, čo bol uvedený do prevádzky. Je určený na štúdium atmosféry a oblakov Venuše.

ESA vypustí v tomto roku aj prvý zo siedmich automatických dopravných prostriedkov (Automated Transfer Vehicles – ATVs). Sú určené na automatickú prepravu deväťtonového nákladu na Medzinárodnú vesmírnu stanicu (ISS). Budú tiež odnášať z ISS nepotrebný materiál a spaľovať ho pri návrate do atmosféry.

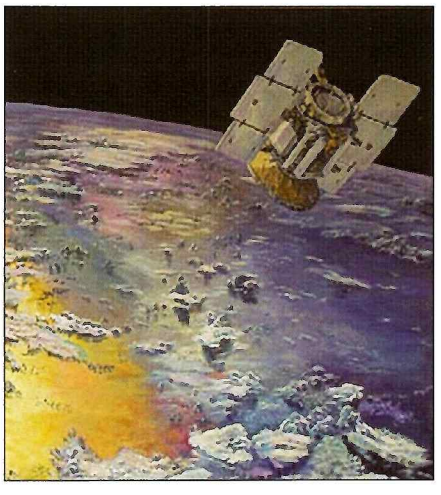
6. Výhľady pre ET – začiatkom roka sa očakávajú prvé výsledky z Allen Telescope Array (ATA) – Allenova sústava teleskopov. ATA určená na hľadanie mimozemských signálov, súbežne pozoruje až milión hviezd na 10^8 kanáloch, medzi vlnovými dĺžkami 2 a 50 cm. Je situovaná 300 km severovýchodne od San Franciska a v prvej fáze využíva 32 parabolických antén o priemere 6 metrov. Časom sa počet antén rozrastie na 350, čo bude ekvivalentné jednej 110 metrovej parabolickej anténe.

7. PROMPT... – v polovici tohto roka začne prácu šesť 0,4 m ďalekohľadov na Cerro Tololo v nadmorskej výške 2300 metrov. PROMPT (Panachromatic Robotic Optical Monitoring and Polarimetry Telescopes) je kompletný automatický systém na pozorovanie vzplanutí gama žiarenia po niekoľkých sekundách od ich objavu. Zistenie vzplanutí pomocou sondy ako Swift spustí pozorovania a každý z ďalekohľadov bude pracovať v rôznych vlnových dĺžkach v rozpätí od fialovej do infračervenej čiary spektra. Ak nedôjde k vzplanutiam gama žiarenia, PROMPT bude využitý na webe na iné výskumy a univerzitné a vysokoškolské projekty.

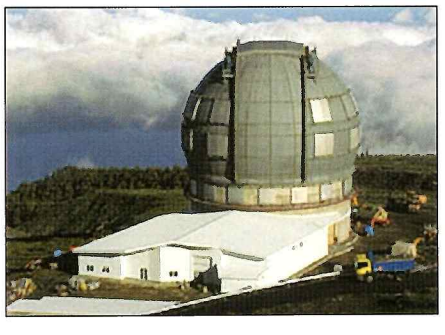


8. Prechod Zeme (Mesiaca) pred slnečným diskom – pre tých, ktorí sú pripravený cestovať sa podobne ako v roku 2004, v ktorom nastal prechod Venuše pred slnečným diskom, zopakuje uvedený úkaz. Venušu však v tomto prípade nahradí naša Zem. 13. januára pozorovateľ na planéte Saturn by bol videl prechod Zeme (a Mesiaca) pred diskom Slnka a rýchlou prepravou na planétu Neptún sa úkaz 8. augusta 2005 zopakuje. Samozrejme, pozorovateľ by potreboval veľké ďalekohľady: Zem je len 1,8 oblúkových sekúnd z pohľadu zo Saturna a len 0,5 oblúkových sekúnd z planéty Neptún.

9. Pozorovateľ Zeme – vypustenie experimentálnej kozmickej sondy plánuje NASA 15. apríla 2005. CloudSat bude na Zemi monitorovať vodu a ľad, ktorú obsahujú oblaky, s radarom na milimetrových vlnách. Bude lietať vo formácii s ďalšou sondou CALIPSO, ktorá je už na obežnej dráhe a zadováži pomocou zariadenia LIDAR (radarové využitie svetla alebo infračerveného žiarenia) merania tých istých mrakov minútu po sonde CloudSat. Tri ďalšie kozmické sondy Aqua, Aura a Parasol tiež prispejú údajmi na projekt objektivizácie krátkodobých a dlhodobých modelov počasia.



10. Obrovský ďalekohľad pre Španielsko v roku 2005 uzrie prvé svetlo obrovský Gran Telescopio Canarias (GTC). V mnohom je podobný Keckovým ďalekohľadom. Prístroj bude mať primárne zrkadlo o priemere 10,4 m. Začal sa stavať na Roque de los Muchachos Observatory na ostrove La Palma na Kanárskych ostrovoch a jeho kompletizáciou získa Európa najväčší optický ďalekohľad. **(LD)**



Medzinárodný astronomický tábor (IAYC), tento rok na Slovensku!

Je koniec júla 2005. Sme v areáli horského hotela Vŕšky pri obci Závadka nad Hronom. Zišli sa tu mladí astronómovia z celého sveta. Je krátko po druhej hodine ráno. Niekoľkí ležia v spacákoch na lúke v blízkosti hotela, rozprávajú sa s pohľadom ponoreným do Mliečnej cesty, ktorá sa rozprestiera priamo nad nimi. Iní stoja pri ďalekohľadoch a spoločne vyhľadávajú deep sky objekty, ďalší sa snažia odfotiť jasný meteor a pomocou rotujúceho sektora zmerať jeho rýchlosť. Niektorí však ostali vo vnútri hotela. Pár nadšencov ešte stále sedí za počítačom a pracuje na svojich projektoch, iní sedia v jednej z útulných izieb, niekto hrá na gitare a spoločne spievajú známe pesničky. V izbe jednej z pracovných skupín práve začína spontánna párty...

Asi takto bude vyzerať typická noc na tohtoročnom medzinárodnom astronomickom tábore.

Medzinárodný astronomický tábor (International Astronomical Youth Camp – IAYC) sa organizuje každý rok na inom mieste Európy. Tento rok máme to šťastie privítať IAYC na Slovensku. Uskutoční sa v čase od 24. júla do 13. augusta v areáli horského hotela Vŕšky pri obci Závadka nad Hronom na strednom Slovensku. Zíde sa tu asi 70 mladých ľudí z vyše 20 krajín z celého sveta! Zídu sa tu nadšenci, ktorých spája spoločný záujem o astronómiu a záujem o poznanie nových ľudí z iných krajín.

Nie je to tábor na spôsob letnej školy, kde niekto prednáša a ostatní bezducho prijímajú odovzdávané informácie. Na IAYC každý pracuje na svojom vlastnom malom výskumnom projekte, v pracovnej skupine pod vedením mladého vedca (väčšinou študenta na doktorandskom štúdiu) a sám tak objavuje doteraz preňho skryté tajomstvá. Tento rok bude na IAYC osem pracovných skupín: *Astronómia a fotografia* (Astronomy and Photography), *Fyzika a chémia v astronómii* (Physics and Chemistry in Astronomy), *Drobnosti z filozofie* (Bits and Pieces of Philosophy), *Nádherná Mliečna cesta* (Beautiful Milky Way), *Extragalaktická astronómia* (Extragalactic Astronomy), *Počítačové simulácie v astronómii* (Simulations in Astronomy), *Spracovanie signálov* (Signal Laboratory 2), *Bratia Wrightovci, Apollo a Mars* (Wright Brothers, Apollo, and Mars).

Keďže počas jasných nocí sa na IAYC pozoruje, denný režim musí byť posunutý. Raňajky sú o 12:00, od 13:00 sa dve hodiny pracuje v pracovných skupinách na projektoch. Potom je do obeda voľno. V tomto čase sa konajú aj „workshopy", kde niektorí účastníci učia ostatných tancovať salsu, hrať na gitare, žonglovať s piatimi loptičkami alebo programovať v C++... Obed sa začína o 17:30. O 19:00 je čas na „neastronomický program", kde si všetci majú možnosť oddýchnuť a zabávať sa s ostatnými. Od 22:00 sa opäť všetci odoberú na dve hodiny pracovať do pracovných skupín. Večera je o polnoci. Po večeri je za jasných nocí možnosť pozorovať alebo sa zabávať s ostatnými.

Okrem astronómie je aj množstvo neastronomickej zábavy: počas IAYC sa natočí film, kde si zahrajú všetci účastníci; večer poézie, kde môže každý predniesť báseň v svojom materinskom jazyku; dva národné večery, kde účastníci všetkých národností predstavia svoju krajinu a svoje zvyky; večer spoločného spevu; diskotéky; a rôzne zábavné hry, pri ktorých sa všetci účastníci navzájom spoznajú a zblížia.

Počas tábora sú aj dva špeciálne dni. Jeden deň sa koná exkurzia na blízke zaujímavé miesto, druhý špeciálny deň je voľný, každý ho môže tráviť ako chce, či už výletom do prírody, alebo vynahradením si spánkového deficitu.

Na IAYC sa môže prihlásiť každý vo veku 16 až 24 rokov, kto má záujem o astronómiu a chce stráviť 3 týždne v skutočne multikultúrnom prostredí s mladými ľuďmi z celého sveta. Oficiálnym jazykom počas tábora je angličtina. Ak sa chceš zúčastniť, nemusí byť tvoja angličtina bezchybná, mal by si však byť schopný dohovoriť sa s ostatnými aj bez slovníka.

Účastnícky poplatok, ktorý zahrňuje ubytovanie, stravu, exkurziu a celý program je 440 euro. V prípade, ak nie si schopný zaplatiť celý tento poplatok, môžeš požiadať o finančnú pomoc. Množstvo finančných prostriedkov je však obmedzené. Viac informácii o IAYC a prihlášku nájdeš na stránke *www.iayc.org*. Ak chceš dostať vytlačenú prihlášku poštou, napíš e-mail na adresu *info@iayc.org*.

Norbert Werner
SRON Space Research, Sorbonnelaan 2,
3584 CA Utrecht the Netherlands
norbert@iayc.org

Pomaturitné štúdium astronómie

V školskom roku 2005 – 2006 bude otvorený 18. cyklus Pomaturitného kvalifikačného štúdia astronómie (PŠA). PŠA je dvojročné štúdium popri zamestnaní, ktoré sa otvára každé dva roky pri Strednej priemyselnej škole stavebnej v úzkej spolupráci so Slovenskou ústrednou hvezdárňou v Hurbanove. Štúdium je určené absolventom stredných škôl s maturitou bez vekového ohraničenia, ktorým absolventi získajú kvalifikáciu pre prácu na astronomických zariadeniach, ako aj pre záujemcov o astronómiu. V každom ročníku poslucháči absolvujú 8 trojdňových sústredení podľa schváleného plánu a jedno letné sústredenie. Z každého absolvovaného predmetu sú študenti povinní vykonať ročníkové skúšky. Po úspešnom absolvovaní ročníkových skúšok štúdium končí maturitnou skúškou a absolvent obdrží vysvedčenie.

Na PMŠKA sa prednášajú nasledovné predmety: Základy astronómie, Sférická astronómia, Základy vyššej matematiky, Vybrané kapitoly z fyziky, Základy výpočtovej techniky v astronómii, Astronomické prístroje a pozorovacie metódy, Meteorológia, Astrofyzika, Fyzika Slnečnej sústavy, Nebeská mechanika, Kozmológia a kozmogónia, Základy filozofie, Vybrané kapitoly z pedagogiky a psychológie, Vybrané kapitoly z matematiky, Raketová technika a kozmonautika.

Výučbu vedú odborní pracovníci SÚH a externí učitelia.

Prihlášky na riadny prijímací termín musia uchádzači zaslať spolu so životopisom a kópiou maturitného vysvedčenia do 31. mája 2005 a v náhradnom termíne do 31. júla 2005 na adresu:

Slovenská ústredná hvezdáreň
Komárňanská 134
947 01 Hurbanovo.

Uchádzači budú pozvaní na prijímacie pohovory, ktoré sa uskutočnia v riadnom termíne v poslednom júnovom týždni a v náhradnom termíne v auguste, kde dostanú aj podrobnejšie informácie o štúdiu.

Marián Vidovenec, SÚH Hurbanovo

Informácie:
tel.: 035-7602484-6;
email: suhmet@suh.sk

Astronomická expedice 2005 – Vesmír v hrsti

Zajímáte se o astronomii, vesmír a vubec o vše co souvisí s noční oblohou? Chcete zjistit, jaké je to být opravdovým pozorovatelem, který se v noci vydává na lov těch nejkrásnějších vesmírných objektu? Pak přesně pro vás je tu Astronomická expedice 2005. Tato „letní škola astronomie" se již po sedmačtyřicáté uskuteční na Hvězdárně v Úpici. Od 29. července do 14. srpna 2005 zaplaví pozemek hvězdárny parta přibližně sedmdesáti stejně smýšlejících lidí, které spojuje zájem o astronomii a přírodní vědy vubec. Těšit se mužete nejen na krásně temnou noční oblohu, ale i na vlastní středně velký až velký dalekohled a na široké spektrum přednášek od předních českých astronomických kapacit. Spolu s Hvězdárnou v Úpici akci spolupořádá i Hvězdárna a planetárium M. Koperníka v Brně a společnost Amatérská prohlídka oblohy.

Astronomická expedice 2005 je naplánována tak, aby i naprostí začátečníci byli po jejím absolvování schopni samostatného pozorování – poznají souhvězdí, seznámí se se Sluncem, planetami, objekty vzdáleného vesmíru... Zkrátka, nepřijdou ani zkušenější pozorovatelé, kteří si mohou prohloubit své dosavadní znalosti. Akce probíhá formou stanového tábora, který každoročně vyroste v okolí úpické hvězdárny. K dispozici vám bude kvalitní sociální zařízení a výborná expediční kuchyně. Kromě snídaně, obědu a večeře udělá radost i pulnoční svačina, která spolehlivě dodá energii na zbytek pozorovací noci.

Denní program expedice začíná o pul jedenácté snídaní, následuje dopolední zpracování pozorování z předešlé noci a ve dvě hodiny pravidelný oběd. Po obědě je zpravidla připravena nějaká přednáška, v opačném případě má každý z expedičníku osobní volno. Přednášky probíhají rovněž každý den po večeři, po setmění se v případě hezkého počasí pozoruje až do pul třetí. V době osobního volna se mužete zajít vykoupat na blízké koupaliště či splav, zahrát si volejbal na hvězdárenském hřišti nebo si jen tak lenošit či dospávat předešlou noc. Pokud nám počasí nepřeje, máme v záloze náhradní program v podobě zajímavé přednášky nebo daleko častějšího filmového večera. Každoročně dojde i na bojovou hru.

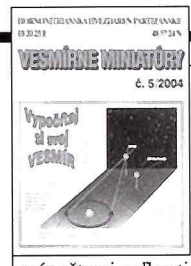
Přednášky, které jsou zaměřené hlavně na praktickou a teoretickou astronomii (nechybí však ani přednášky z oblastí meteorologie a planetární geologie), vedou především vysokoškolští studenti. Na expedici každoročně nechybí ani renomované astronomické kapacity (v minulých letech např. Marcel Grün, Zdeněk Pokorný, Jiří Grygar...), které se na hvězdárně objeví zejména ve druhém týdnu expedice. Programově netradiční je prostřední víkend. V sobotu se uskuteční seminář, jež probíhá ve znamení nějakého tématu (zatmění Slunce, proměnné hvězdy, kosmologie...). Neděle je pak úplně volným dnem, skýtající možnost podniknout zajímavý výlet do okolí Úpice.

Pozornost věnujeme také praktickým pokusum a fyzikálním experimentum, které častokrát výborně doplňují některou z přednášek. Mezi ty tradiční patří stavba vlastního spektroskopu a následná večerní výprava za spektry, stavba horkovzdušného balónu nebo tvorba impaktních kráteru. Během expedice dostanete zdarma, popř. za symbolickou cenu řadu užitečných pomucek a materiálu, které se stanou vašimi neocenitelnými společníky při nočních pozorováních.

Co se pozorovacího vybavení týče, podílí se na něm většina našich hvězdáren. Kromě velkých dalekohledu hvězdárny v Úpici je k dispozici řada kvalitních obřích triedru (amatéry i profesionály vychvalované Somety binar) a nechybí ani CCD kamera. Pokud nám navíc dokážete, že máte opravdový zájem, rádi vám zapujčíme některý z dalekohledu na celý rok domu!

Chcete-li se i vy zúčastnit této jedinečné akce, neváhejte a kontaktujte nás. Expedice je určena především studentum středních a vysokých škol od 15 let. Hledáte-li více informací, navštivte webové stránky http://expedice.astronomie.cz. Kontaktní adresa pro předběžné přihlášky a dotazy je Jan Píšala, Gudrichova 61, Lhota u Opavy, 747 92. Přihlášky sbíráme do 1. března 2005.

Jan Píšala



VYPOČÍTAJ SI SVOJ VESMÍR, je názov 5. čísla VESMÍRNYCH MINIATÚR, ktoré vydáva Hornonitrianska hvezdáreň v Partizánskom. Toto číslo je obsahom odlišné od predchádzajúcich. Neprináša nové informácie z výskumu vesmíru, ale zaoberá sa jednoduchými výpočtami veľkosti a hmotnosti telies, ktoré vytvárajú náš pozorovateľný vesmír.

Materiál je určený predovšetkým všetkým záujemcom o poznanie vesmíru v číslach, žiakom 9. ročníka ZŠ, ako i pedagógom, ktorí môžu žiakom na hodinách fyziky názorným spôsobom priblížiť vesmír.

Novinkou je, že úspešní riešitelia zadaných úloh môžu vyhrať zaujímavé vecné ceny v podobe kníh alebo CD.

Autorom zaujímavého materiálu VYPOČÍTAJ SI SVOJ VESMÍR je Jozef Bezák, promovaný fyzik, učiteľ na ZŠ na Ul. kpt. Nálepku v Novom Meste nad Váhom. Publikáciu si môžete objednať za 40 Sk na adrese: Hornonitrianska hvezdáreň 958 01 Partizánske, p.o. box 59, tel.: 038/7497108, e-mail: hvezdap@stonline.sk.

● **HORNONITRIANSKA HVEZDÁREŇ PARTIZÁNSKE vypisuje konkurz na obsadenie miesta manažéra pre kultúrno-výchovnú a vzdelávaciu činnosť v oblasti astronómie. Podmienky:** stredoškolské alebo vysokoškolské vzdelanie príslušného smeru, ovládanie práce na PC, kreativita, vítaná znalosť cudzieho jazyka. **Svoje písomné žiadosti s krátkym profesijným životopisom adresujte na: Hornonitrianska hvezdáreň, P. O. Box 59, 958 01 Partizánske. E-mail: hvezdap@stonline.sk. Tel.: 038/7497108.**

● **Predám** zviazané časopisy Kozmos roč. 1983 – 2000 a časopisy Říše hvězd a Astropis. Tel.: 0905427212.

● **Predám** časopis KOZMOS 2002 – 2004. Cena dohodou. Tel.: 0903275264, e-mail: hajekv@inmail.sk.

● **Predám** kvalitný teleskop MEADE ETX 125EC s dvoma hľadáčikmi (druhý neobracia a má zoom). Statív pevný s meniteľnou výškou zdvihu systému. V cene: okulár Super Plössl 25 mm, inteligentný ovládač MEADE Autostar GO TO s vlastnou databázou 15 000 objektov s káblami na pripojenie k PC. Softvér Starry night umožňuje po prepojení priamo z displeja PC myšou hýbať teleskopom a poslať ho na želaný objekt. (Cena Sk 55 000). Extra výbava: Elektrické ostrenie Meade – originál k ETX (Sk 5400), okulár MEADE Super Plössl 12 mm s osvetleným niťovým krížom (4500), fokálna redukcia MEADE f 6.6 (2400), úzkopásmový filter proti presvetleniu oblohy MEADE + 908N (2800), sada farebných filtrov MEADE na planéty (1500), neutrálny mesačný filter MEADE (400), Web-kamera ToUcam 740 upr. na dlhé časy s CCD čipom 1/3" ICX 424 a chladená Peltierom (8500). Kontakt: tel. 02/4342 2320, mail: kvetoz@netax.sk.

● **Opravujem** ďalekohľady, puškohľady, nivelačné prístroje a mikroskopy. Tel: 0903162204, e-mail: marbo@stonline.sk+adresa, Boris Martinák, Royova 778, 020010 Púchov.

● **Kúpim** kompletný ďalekohľad Newton na paralaktickejmontáži 150-300/1500-2000 mm s možnosťou použitia Barlowovej šošovky, okulárový výťah f = 1,25", okuláre Plössl f = 1,25". Marián Milan, Hiadeľ 156, 976 61, tel.: 048/4191349.

● **Výmenou** za SOMET BINAR 25×100 nabízím NEWTON pruměr 240 mm, f = 1500 mm na dobson. montáži, vynikající tovární výrobek zn. ASTRONA TELESCOPE, s 2" okulár. výtahem a hledáčkem s osvětleným vlákn. křížem, pořiz. cena 26 000 Kč. Popř. prodám. Ing. Igor Konečný, J. E. Purkyně 2990, Frýdek Místek, tel. +420/732341225 nebo večer +420/558682359.

● **Predám** ďalekohľad Bushnell typu Newton 76/700, azimutálna montáž, jemný pohyb zvislo, hrebeňový okulárový výťah, hľadáčik 5×24 mm, okuláre: SR4, H8, F20, Barlow 3×, slnečný filter, statív: drevená trojnožka, cena 7000 Sk (dohoda možná). Tel.: 0904170807.

Úlomky svojho ochranného štítu skúmal robot Opportunity na začiatku tohto roka.

Robot Opportunity našiel na Marse železný meteorit

Prvý meteorit, nájdený na inom telese Slnečnej sústavy, je veľký ako basketbalová lopta. Čo do zloženia pripomína objekt, ktorý v americkom štáte Arizona vyhĺbil známy Meteor Crater. Robot ho objavil na Planine Meridiani neďaleko miesta, kam pred rokom dopadol tepelný štít, ktorý chránil pristávaciu sondu s robotom po vniknutí do atmosféry Marsu. Štít sa krátko pristátím sa uvoľnil.

Na panoramatických snímkach, ktoré Opportunity z Planiny Meridiani vyslala na Zem, identifikovali vedci celý rad objektov, ktoré by mohli byť meteoritmi. V januári a februári sonda niekoľko z nich navštívi a preskúma, pričom cieľom nie je ani tak rozšírenie poznatkov o meteoritoch (na Zemi sa ich našlo a preskúmalo dosť), ako skôr získanie informácií o Planine Meridiani.

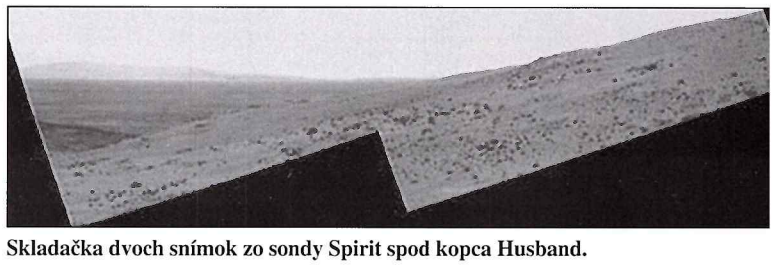
Počet nájdených meteoritov by mohol pomôcť pri rekonštrukcii erózie Planiny Meridiani. Nie je isté, či planina eróziou pôvodného povrchu, alebo naopak, ukladaním vetrom či vodou premiestňovaného materiálu.

Už prvé údaje z miniatúrneho spektrometra termálnych emisií na robote naznačili, že balvan Heat Shield obsahuje kovy, takže by mohlo ísť o meteorit. Pri bližšom preskúmaní Mössbauerovým spekrometrom, ako aj röntgenovým spektrometrom detegujúcim častice alfa, sa podozrenie potvrdilo. Na Zemi sa zatiaľ našlo iba niekoľko meteoritov, ktoré majú taký vysoký podiel kovov. Ide o pozostatky rozpadnutého telesa, ktoré muselo byť také veľké, že sa v ňom stihli ešte pred osudnou kolíziou oddeliť ťažšie kovové prvky od ľahších skalnatých.

Koncom januára sa robot Opportunity začal pohybovať smerom k okrúhlej štruktúre Vostok.

NASA Press Release

Vedľa miesta dopadu svojho tepelného štítu našla Opportunity meteorit.



Skladačka dvoch snímok zo sondy Spirit spod kopca Husband.

Po objave meteoritu neďaleko svojho odhodeného tepelného štítu pokračovala Opportunity v ceste smerom na juh. Tam naďabila na kamene, ktoré výrazne pripomínali meteority. Po dôkladnejšom preskúmaní niektorých kameňov a najmä kameňa Russet sa ukázalo, že obsahujú soli síry (sulfáty).

Keďže aj rover Spirit pri škriabaní sa do svahu podkĺznutím odokryl podobné kamienky, dostal pokyn ich preskúmať. Taktiež išlo o sulfáty.

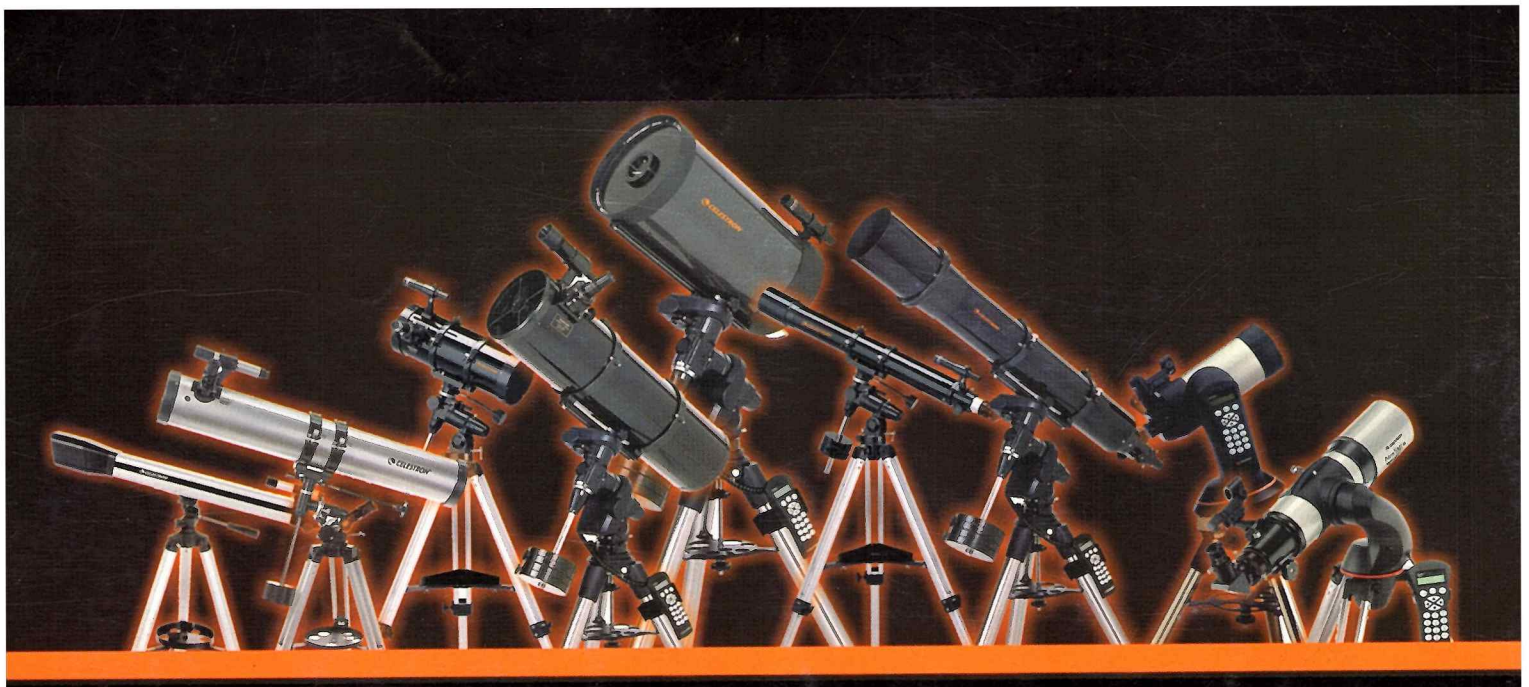
Vedci prítomnosť sulfátov vysvetľujú presakovaním vody s rozpustenými minerálmi do povrchových vrstiev. Pri odparení vody potom prišlo k usadzovaniu solí, ktoré sú teraz prekryté nánosmi prachu.

Oba rovery sú už v činnosti viac ako 400 solov, čo ďaleko predstihlo očakávania. Preto sa plán výskumu Spiritu i Opportunity na Marse (pôvodne bol plán na 90 solov) stále rozširuje.

Spirit jazdí na Marse o 28 solov dlhšie ako Opportunity. Už dnes je reálny predpoklad, že oba rovery vydržia jazdiť po Marse minimálne 500 solov.

Opportunity počas niektorých dní prekonáva úseky nad 150 metrov. Je to aj preto, že jeho solárne články boli marťanským vetrom oprášené. V polovici marca smerovala sonda k erodovanému kráteru Vostok. Tento kráter je zaplnený pieskom. Poblíž neho sa sonda Opportunity venovala najviac (vyše päť hodín) balvanu pomenovanému Gagarin, čiastočne aj balvanu Lajka.

Spirit zhotovuje maxipanorámu neďaleko Lany's Lookout. Z úpätia kopca Husband mal dobrý výhľad na celý okolitý terén. Odtiaľ snímkoval planiny krátera Gusev, kde pred vyše rokom pristál. Stadiaľ mal aj výhľad na dunami pokryté údolie Tennessee, ktoré stúpa až k vrcholku kopca Husband. Z týchto miest fotografoval aj okraj krátera Thyra s pohľadom na veľmi vzdialené valy krátera Gusev.



NAJVÄČŠÍ SHOWROOM

ASTRONOMICKÝCH ĎALEKOHĽADOV NA SLOVENSKU

sme tu pre vás v pracovných dňoch od 10.00 do 18.00

CELESTRON - BAADER - GS-OPTICAL - MEADE - BUSHNELL - NIKON

TROMF

tromf, partizánska cesta 71, sk-97401 banská bystrica, infolinka: 00421-(0)903-517519, web: www.tromf.sk, e-mail: tromf@tromf