

KOZMOS

2011
ROČNÍK XLII.
1,49 €

3

Astrofoto 2010

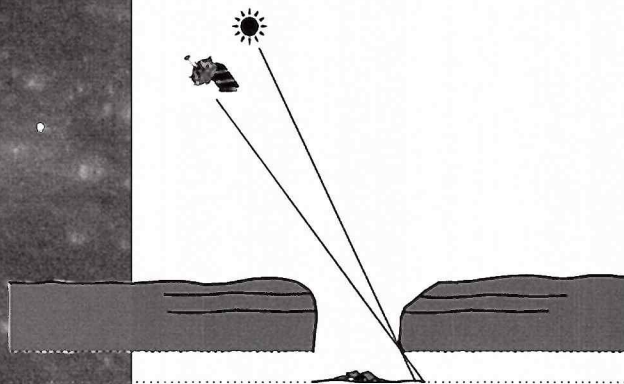


- **Jaskyne na Mesiaci**
- **MESSENGER krúži okolo Merkúra**
- **Odkiaľ sa vzala voda na Zemi?**
- **Alfa: konšanta, ktorá môže zmeniť kozmológiu**



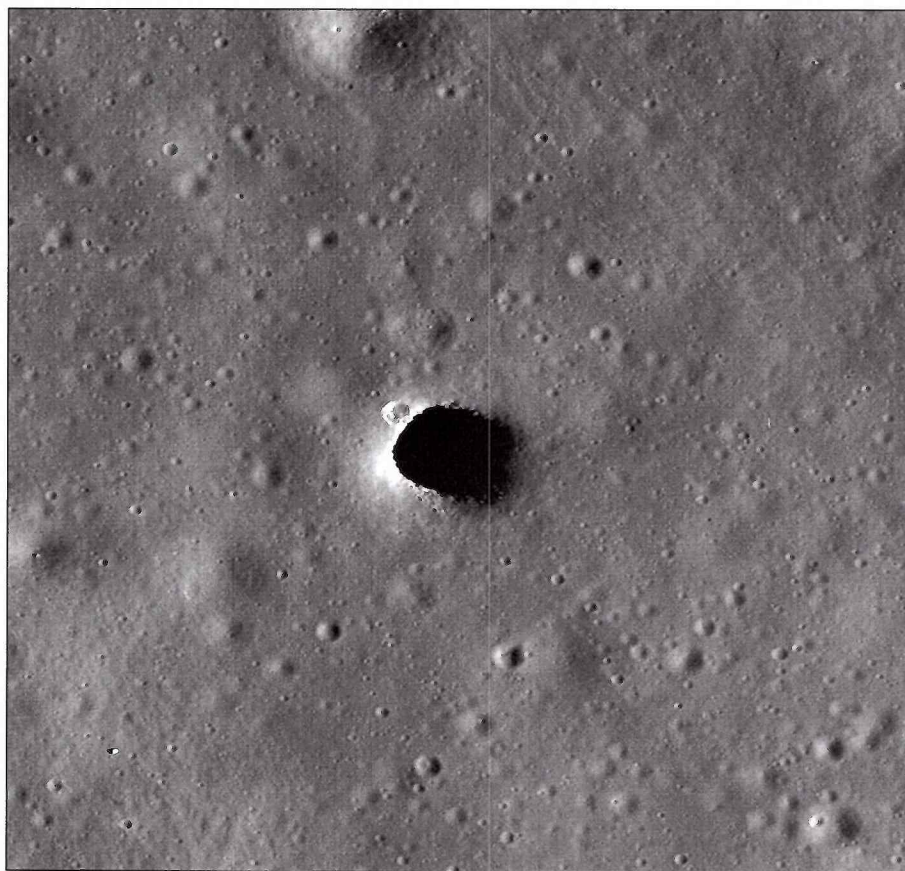
Prepadlisko na Mesiaci

Optimálna poloha Slnka i sondy Lunar Reconnaissance Orbiter umožnili odfotohrovať vnútro „diery“ v pohorí Marius Hills na Mesiaci. Nie je to hocijaká diera: má priemer 65 metrov. Pohľad dovnútra tohto prepahliska potvrdil predpovede analyzátorov predchádzajúcich snímok, ktorí tvrdili, že v pod povrchom a nielen v tejto oblasti, je rozsiahly labyrint sopečných jaskýň. Tie vznikli počas vulkanických období, keď sa pod stuhnutým povom lávy udržali podzemné po-



Prepadlisko v oblasti Marius Hills má priemer 60 metrov. Dno, pokryté suťou, je hĺbké najmenej 50 metrov. Do prepahliska ústia lávové tunely, pozostatok po dávnom vulkanizme na Mesiaci. V poradí štvrtú snímku útvaru urobila sonda Lunar Reconnaissance Orbiter.

Schéma znázorňuje polohu sondy a Slnka v momente exponovania snímky prepahliska na Marius Hills.



Prvý snímku prepahliska nasnímala japonská sonda SELENE/Kaguya pred rokom.

toky riedkej magmy. Magma odtiekla, prírodné „potrubia“ ostali, ale na niektorých miestach sa strop prepadol. Tak vznikli na Mesiaci prepahliská a priepasti, ktoré otvárajú vstup do labyrintu pod povrchom.

Na Zemi existujú stovky podobných útvarov. Vyskytujú sa najmä vo vápencových pohoríach, kde voda vytvorila rozsiahle jaskynné systémy, ktorých stropy sa prepadli. Na stolových horách vo Venezuele objavili jaskyniari podobné útvary aj v pieskovci. Najrozsiahlejšie lávové tunely a jaskyne sú na Islande a na Havajských ostrovoch.

Objav mesačných jaskýň nadchlo najmä projektantov základní na Mesiaci. Prieskumníkov budú účinne chrániť nielen pred kozmickým žiarením, ale aj pred extrémnymi výkyvmi teploty či impaktmi meteoritov.

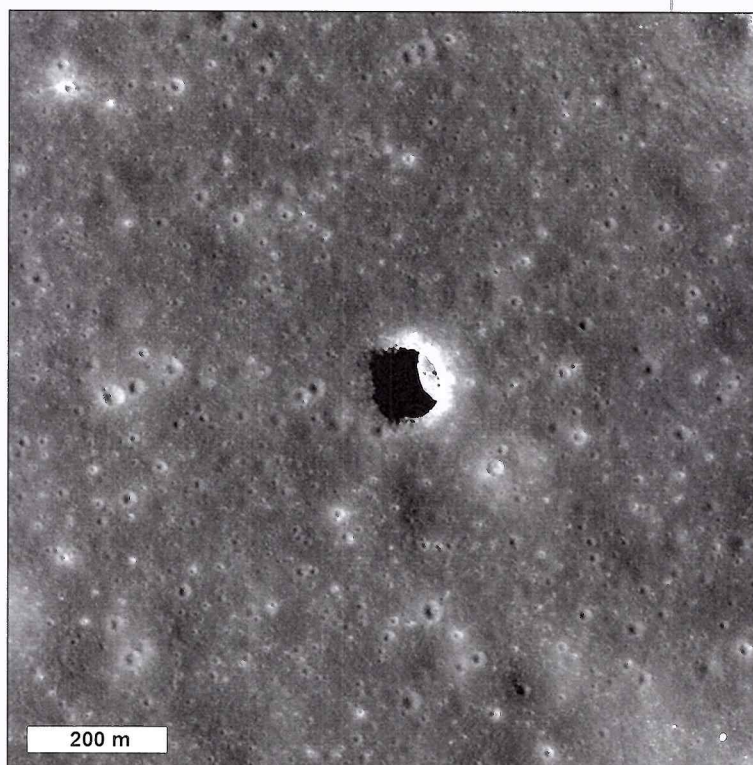
Sonda LRO obieha okolo Mesiaca, pričom počas 30 dní zmonitoruje celý jeho povrch. Riadiaci tím preto dokáže najzaujímavejšie útvary opakovane snímať v rozličných svetelných podmienkach. Na prvých troch snímkach sme videli iba čiernu dieru či slabšie osvetlené steny prepahliská. Až štvrtá, posledná snímka, umožnila nahliadnúť až na dno prepahliska. Kamera na sonde snímala vnútro pod uhlom 43°, Slnko svietilo pod uhlom 34° voči vertikále. Na kvalitnej snímke vedci rozlíšili nielen kužel regolitu na dne a ústie lávového tunela, ale aj obnažené vrstvy na stenách prepahliska. Analýza týchto vrstiev umožní rekonštruovať sopečnú činnosť v oblasti.

Ďalšie prepادلiská na Mesiaci



More Túžby

sa vyznačuje výraznými „vírmi“, útvarmi s vysokým albedom, ktoré sa vyskytujú v magnetických anomáliách. V Mori Túžby sa však nachádzajú aj iné zaujímavé útvary. Japonská sonda SELENE/Kaguya objavila v ňom prepادلisko. Na pripojenej snímke sondy LROC ho vidíme v rozlíšení 0,55 metrov na pixel. Na ľavej, osvetlenej strane dna rozoznáme hrubú sutinu. Poloha prepادلiska: 35,95° severnej šírky a 166,06° východnej dĺžky. Otvor, ležiaci uprostred poľa s hranou 550 metrov, má priemer 130 metrov.

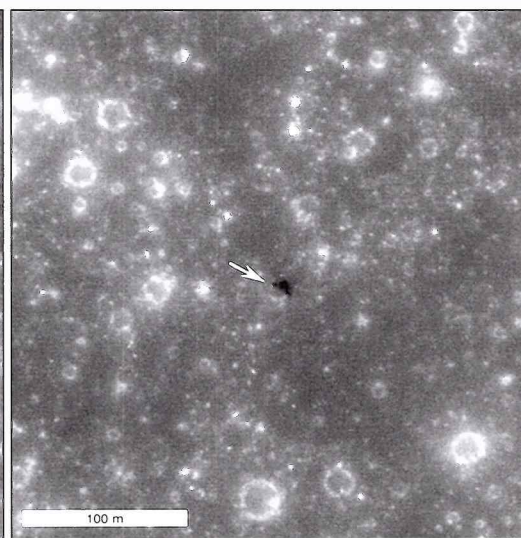
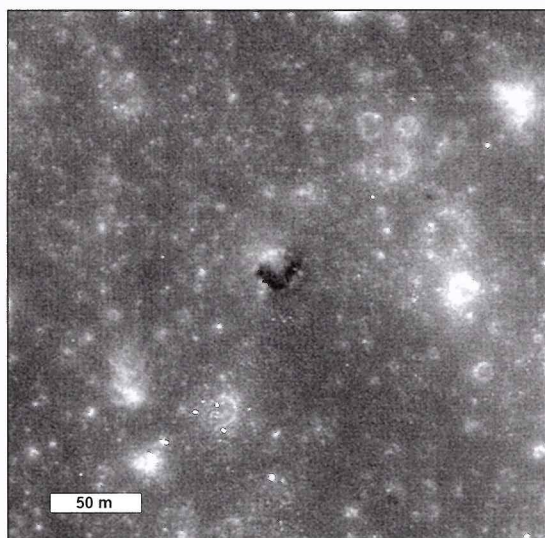


Sonda Kaguya

objavila na Mesiaci 3 ďalšie prepادلiská s priemerom 100 metrov. Jeden z nich vidíte na obrázku. Rozlišovacia schopnosť japonskej sondy neumožňuje spoľahlivé rozlíšenie prepادلísk s menším ako 100-metrovým priemerom. Sonda LROC však objavila najmenej 10 menších „dier“, ktoré ešte treba preveriť.

More Pokoja

Jedno z menších prepادلísk (priemer 25 m) objavila sonda LROC v Mori Pokoja. Pripadá sa je od veľkého krátera v pohorí Marsius Hills vzdialená 200 kilometrov na severovýchod. V Mori Pokoja však objavili aj ďalšie, väčšie prepادلisko, s priemerom 100 metrov.



Havajské ostrovy

Takto vyzerá lávová tuba s pretekajúcou tuhnúcou lávou na Havajských ostrovoch.

Obálka



Róbert Barsa: *Hmlovina Srdce*. Fotografované 12. 8. 2010 o 00:08 – 02:01 SEČ a 23:22 – 02:25 SEČ v Mníšku nad Hnilcom. SW ED 80/600 + reduktor a rovnač poľa SW HED 80W 0,85× (f/6,4) na paralaktickej montáži EQ-6, fotoaparát Canon EOS 350D mod., expozícia 15×8 min (1. pole vpravo) + 17×8 min (2. pole vľavo), ISO 1600, automatická pointácia cez notebook s mono kamerou QHY-5. Snímka získala vo fotosúťaži Astrofoto 2010 1. cenu v kategórii Astronomická fotografie.

Aktuality

2. ob. Prepadisko na Mesiaci

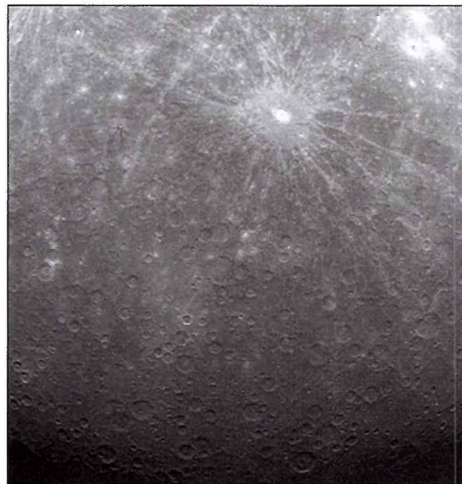
1 **Ďalšie prepadiská na Mesiaci**

3 **Čo je zdrojom tmavých vzplanutí gama?**

4 **Rýchla hviezda Alpha Cam**
Objav nevybuchnutých supernov
Rekordná supernova

5 **Vesmír je 250-krát väčší ako to,**
čo pozorujeme
Čierna diera priveľká pre svoju galaxiu

6 **Sonda MESSENGER krúži okolo Merkúra**



8 **Stopy života v meteorítoch**
Tajomstvo zriedkavého meteoritu
Zmerali silu zemského jadra
Niektoré kovy na Zemi majú mimozemský pôvod

15 **Prečo mladá Zem nebola zaľadnená**

21 **Superjasné vzplanutie žiarenia gama**
Obrovský prstenec po kozmickej zrážke

Témy čísla

9 **Zlovestný návrat Chlapčeka...**

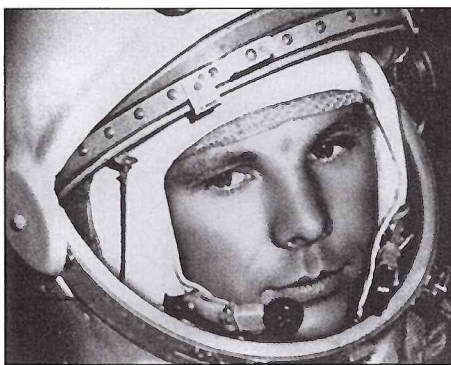
12 **Odkiaľ sa vzala voda na Zemi?**

16 **Astronomický sprievodca (3) –**
Ako zistili vzdialenosti hviezd? /
Milan Rybanský

18 **Neobyčajná slnečná búrka /**
D. N. Baker, J. L. Green

22 **Alfa: konštanta, ktorá môže zmeniť**
naše predstavy o vesmíre

26 **50. VÝROČIE PRVÉHO LETU**
ČLOVEKA DO VESMÍRU (1. časť)
Jurij Gagarin – nepohodlný hrdina



28 **Astrofoto 2010 – vyhodnotenie súťaže**
Podmienky súťaže Astrofoto 2011 /
Marián Vidovenec

Ocenené práce sú uverejnené
na stranách 28 – 32, 17. strane
a na 1. strane obálky

34 **SID monitor / *Rudolf Slošiar,***
Matúš Kocka, Richard Marko

3. a 4. ob. **Fotoalbum mrazivého zatmenia /**
J. Koza, P. Bendík, T. Pribulla

Rubriky

POZORUJTE S NAMI

36 **Obloha v kalendári / *Pavol Rapavý***

39 **Kalendár úkazov a výročí**
(jún – júl 2010) / *Pavol Rapavý*

40 **SLNEČNÁ AKTIVITA**
/ Milan Rybanský

ALBUM POZOROVATEĽA

40 **Objavovanie so SOHO / *René Novyseďák***

Rôzne

24 **Hipparchos – starogrécky astronóm /**
Stanislav Šišulák

33 **Význam planetária**
pri popularizácii astronómie /
Igor Kudzej, Renáta Kolivošková
NOVÉ KNIHY

40 **Bartha Lajos: A Csillagképek története**
és látnivalója (Súhvezdia ich príbehy
a pozoruhodnosti) / *Ladislav Druga*

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:
generálny riaditeľ SÚH v Hurbanove Ing. Teodor Pintér.

Redakcia: Eugen Gindl –
šéfredaktor, Milan Lackovič –
redaktor, Daniel Tóth –
redaktor, Lýdia Priklorová –
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. Leonard Kornoš,
PhD, doc. RNDr. Zdeněk Mikulášek,
CSc., RNDr. Daniel Očenáš,
Mgr. Anna Pribullová, PhD,
RNDr. Pavol Rapavý, doc. 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 nevraciam.

Cena jedného čísla 1,49 €. Pre
abonentov ročne 7,97 € vrátane
poštovného.

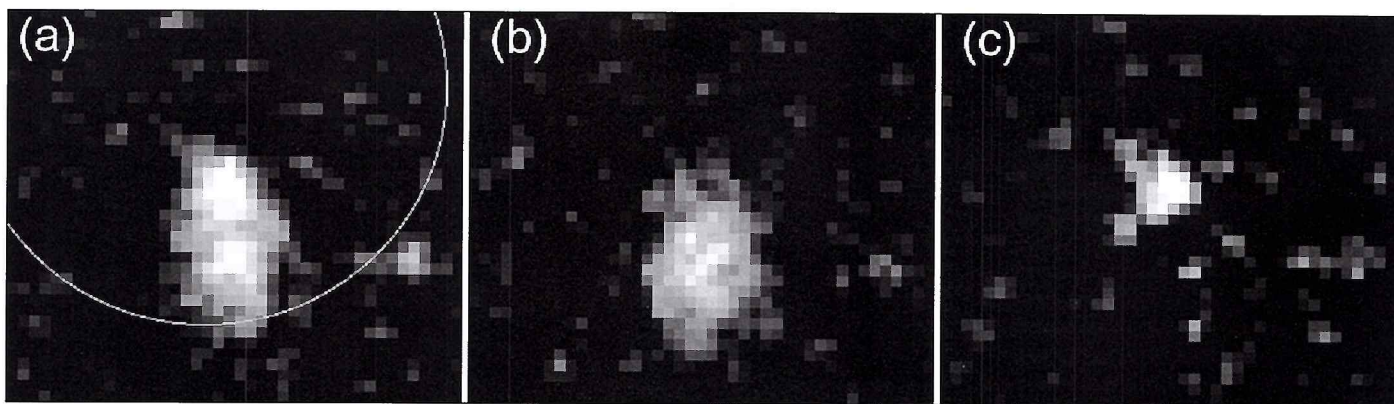
Objednávky na predplatné
prijíma každá pošta a doručovateľ
Slovenskej pošty. Objednávky
do zahraničia vybavuje Slovenská
pošta, a. s., Stredisko predplatného
tlaču, Námestie slobody 27,
810 05 Bratislava 15, e-mail:
zahrancna.tlac@slposta.sk.

Predplatitelia: V Českej republike
A. L. L. Productions,
P. O. Box 732, 110 00 Praha 1,
tel. 663 114 38, na Slovensku
L.K. Permanent s.r.o., PP 4,
834 14 Bratislava, tel. 44 4 537 11.

Podávanie novinových zásielok
povolené Riaditeľstvom poštovej
prepravy Bratislava, pošta 12,
pod číslom 152/93. V Českej republike
rozširujú 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 ČR bolo
povolené Českou poštou, s.p.
OZSeč Ústí nad Labem, 19. 1. 1998,
pod číslom P-291/98. Indexné číslo:
498 24. EV 3166/09

Zadané do tlače 10. 5. 2011

ISSN 0323 – 049X



Dosvit po vzplanutí tmavej tmavej GRB a jej hostiteľská galaxia na snímke ďalekohľadu Subaru. Snímku (a) získali 9 hodín, snímku (b) 34 hodín po vzplanutí. V priebehu 25 hodín dosvit, jasná škvrna na hornom okraji galaxienu snímku (c), výrazne zoslabol. Na snímku (c) bola hostiteľská galaxia odstránená, takže vidíme iba dosvit.

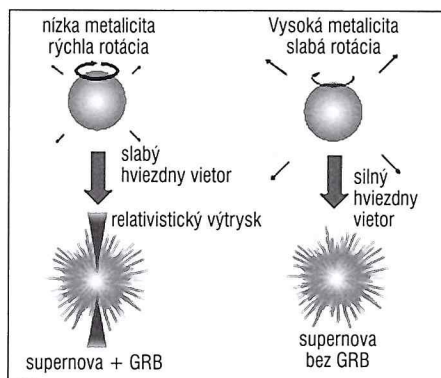
Čo je zdrojom tmavých vzplanutí gama?

Vzplanutia žiarenia gama (GRB) sú jednou z najväčších záhad súčasnej astronómie. Patria k najenergetickejšim vzplanutiam vo vesmíre. Trvajú niekoľko sekúnd až niekoľko desiatok sekúnd. Zdroje GRB sa nachádzajú vo vzdialených galaxiách. Nemožno ich predvídať, pričom ich relatívne krátky dosvit neumožňuje dôkladnejší výskum. Astronómovia študujú niekoľko hodín až niekoľko dní dosvity na röntgenových, optických a blízkyh infračervených dĺžkach.

Detektory žiarenia gama nedokážu určiť polohu zdroja. Ak chcú vedci identifikovať zdroj a preskúmať vlastnosti jeho okolia, využívajú najmä optické ďalekohľady. Existuje však podskupina GRB (tzv. tmavé GBR), ktoré majú taký slabý dosvit, že nijaký optický ďalekohľad ich nemôže detegovať. O týchto GRB veľa nevieme, hoci predstavujú polovicu známych zdrojov vzplanutí gama.

V marci 2008 objavili v súhvezdí Lýry tmavé GRB bez optického dosvitu. Japonským astronómom sa podarilo už 9 hodín po vzplanutí získať pomocou ďalekohľadu Subaru (vybavenom špeciálnou infračervenou kamerou so spektrografom MORICS), snímky okolia GRB v blízkej infračervenej oblasti. Na snímke bol viditeľný nielen dosvit v blízkej infračervenej oblasti, ale aj hostiteľská galaxia! Dosvit bol však oveľa slabší ako pre túto oblasť spektra predpovedala teória. Vedci predpokladali, že jasnosť v optickej oblasti stlmili oblaky prachu a plynu. Teóriu však bolo treba overiť.

Ďalekohľad Subaru opatrili vysokocitlivou optickou kamerou. Tak získali snímku, z ktorej vyčítali vlastnosti hostiteľskej galaxie a údaje, získané na rozličných vlnových dĺžkach, porovnali so spektrálnym modelom galaxie. Zistili, že čo do hmotnosti sa hostiteľská galaxia vyrovná Mliečnej ceste, takže je jednou z najväčších galaxií, v ktorých vzplanuli doteraz objavené GRB. Masívne galaxie majú obyčajne vysokú metalicitu. Vedci potom vypočítali očakávanú metalicitu hostiteľskej galaxie a konštatovali, že



Vzplanutie žiarenia gama (GRB) je produktom zvláštnej súhry okolností. Hviezda na sklonku života, ktorá vybuchne ako supernova, musí rýchlo rotovať a musí mať disk, ktorý do nej čoraz vyššou rýchlosťou špiráluje. Iba vtedy vzniká relativistický výtrysk, generujúci žiarenie gama (GRB). Hviezdny vietor z povrchu hviezdy vynáša časť hmoty do priestoru. Množstvo vynešeného materiálu závisí od metalicity hviezdy. Ak je metalicita nízka, hviezdny vietor oberie hviezdu iba o malú časť rotačnej hybnosti a hviezda i disk pred výbuchom rotujú rýchlejšie. Tak rýchle, že v disku vzniknú protismerné výtrysky, emitujúce žiarenie gama. Ak je metalicita, naopak, veľmi vysoká, hviezdny vietor oberie hviezdu o veľkú časť rotačnej hybnosti, takže hviezda, progenitor supernovy, rotuje oveľa pomalšie a GRB nedokáže vygenerovať.

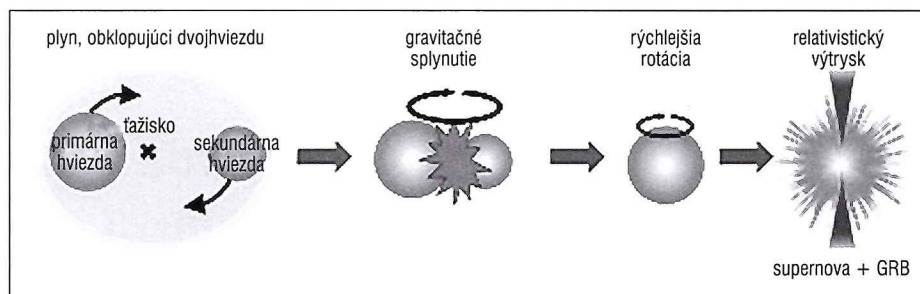
jej hodnota je najvyššia zo všetkých galaxií, v ktorých vzplanuli GRB.

Ako to vysvetliť? Vzplanutie GRB vysvetľuje teória výbuchom normálnej hviezdy. Vieme, že relativistické výtrysky (úzke prúdy superhorúceho plynu, pohybujúce sa extrémnymi rýchlosťami), ktoré sú príznačné pre supernovy, sa prejavajú ako GRB iba vtedy, keď sa pohybujú pozdĺž zornej línie pozemského pozorovateľa.

Podľa doterajších výpočtov môžu relativistické výtrysky vzniknúť iba vtedy, keď výbuchom supernovy končí život masívnej hviezdy v **prostredí s nízkou metalicitou**. Priame merania metalicity v oblastiach, kde vybuchli supernovy, tieto teoretické závery podporili. Objav vysokej metalicity v prípade tmavej GRB zo súhvezdia Lýry preto vedcov zmiatol. Zdá sa, že vzplanutia tmavých GRB generujú aj iné, doteraz neznáme výbuchy hviezd. Vedci sa pokúsili namodelovať, čo by sa stalo, keby sa výbuchom supernovy skončil život jednej zo zložiek dvojhviezdy. (Jednu z možností objasňuje ilustrácia.)

Zdá sa, že výskum tmavých GRB objasňuje celý rad doteraz záhadných procesov v celej populácii GRB. Nie je vylúčené, že objasnenie tejto záhady môže potvrdiť aj hypotézu, podľa ktorej to bolo práve vzplanutie žiarenia gama (GRB) v Mliečnej ceste, ktoré pred 435 miliónmi rokov, v ordoviku, spôsobilo masové vymieranie na Zemi. Túto hypotézu donedávna vedci odmietali.

Astrophysical Journal



Objav tmavých GRB v prostredí s vysokou metalicitou vyššie vysvetlenú teóriu spochybnil. Vedci vyvinuli hypotézu, podľa ktorej môžu vzplanutie žiarenia gama v prostredí s vysokou metalicitou vygenerovať aj interakcie dvojhviezdy: primárnej, masívnej hviezdy a sekundárnej, menej hmotnej hviezdy. Keď väčšia hviezda zostarne, zjavuje sa vonkajšej obálky. Materiál obálky obalí obe hviezdy, krúžiace okolo spoločného ťažiska a spomaľuje ich pohyb. V dôsledku toho sa obe hviezdy k sebe približujú a nakoniec splynú. Hybnosť oboch hviezd sa po splnutí preniesť na novovytvorenú hviezdu. Tá rotuje tak rýchle, že by mohla byť zdrojom GRB. Tento scenár pripúšťa vznik GRB aj v prostredí s vysokou metalicitou.

Rýchla hviezda Alpha Cam

Niektoré hviezdy sa pohybujú rýchlejšie ako iné. Astronómovia pomocou vesmírnej sondy WISE, vybavenej širokouhlou infračervenou kamerou, objavili hviezdu Alpha Camelopardalis – Alpha Cam (jasná hviezda uprostred snímky), ktorej pohyb objaviteľov udivil. A to napriek tomu, že vzdialenosť hviezdy i jej rýchlosť iba zhruba odhadli. Vzdialená je 1 600 až 6 900 svetelných rokov, má rýchlosť 680 až 4 200 kilometrov za sekundu. (2,3 až 14 miliónov kilometrov za hodinu.)

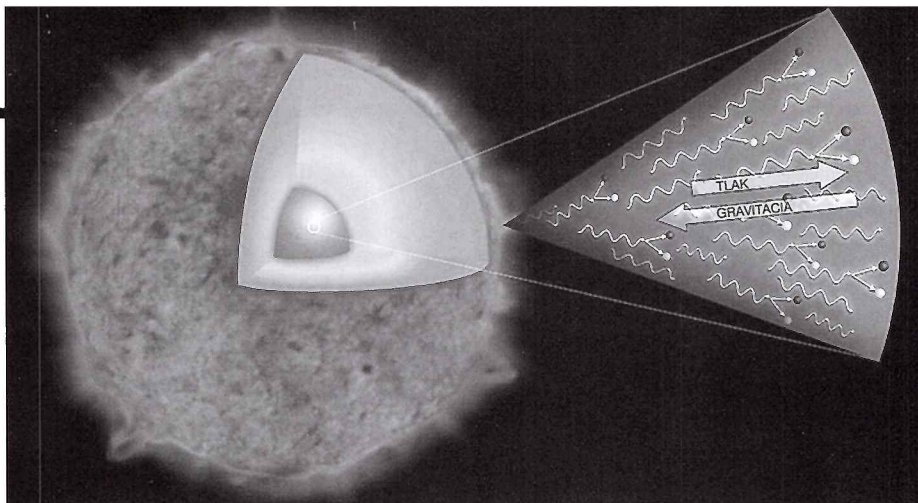
Vedcov zaujal rožkovitý oblúk, vľavo od hviezdy, tvorený prachom a plynom. Podľa všetkého ide o rázovú vlnu vytvorenú pohybom superrýchlej hviezdy. Podobné oblúky objavili aj pri hviezdach zeta Ophiuchi, AE Aurigae a ksí Persei, Menkhib.

Teória pripúšťa dva mechanizmy, ktoré môžu hviezdám udeliť takúto rýchlosť: buď výbuch supernovy v dvojhviezde, alebo gravitačné interakcie s inými hviezdami vo hviezdokope.

Alpha Cam je hviezdny superobor, ktorý generuje silné hviezdne vetry. Rýchlosť vetrov v smere pohybu hviezdy umocňuje jej rýchlosť. Ak takýto vietor koliduje s pomalšie sa pohybujúcim medzihviezdny materiálom, sformuje ho do podoby oblúka, pripomínajúceho vydutú plachtu na plachtovníci. Hviezdny vietor plyn a prach skomprimuje, čím sa jeho teplota zvýši, takže začne emitovať infračervené žiarenie. Optické ďalekohľady rázový oblúk pred hviezdou Alpha Cam nedokážu zviditeľniť. Pre detektory na sonde WISE to však nebol problém.

WISE Press Release

Superrýchla hviezda Alpha Cam vytvorila pred sebou hviezdny vetromi rázový oblúk stlačeného prachu a plynu v medzihviezdnom priestore.



Jedna z piatich masívnych hviezd sa výbuchom supernovy premení na čiernu dieru. V tomto prípade neuniknú z kolabujúcej hviezdy ani fotóny, takže výbuch v optickom svetle nemôžeme, tak ako v prípade kolapsu do neutrónovej hviezdy, zaznamenať. Uniknú iba neutrína, ktoré sa však tak rozptýlia, že pozemské detektory ich zaznamenajú iba niekoľko. Výkonnejšie detektory neutrín umožnia v budúcnosti spoľahlivú detekciu „neviditeľných“ supernov.

Objav nevybuchnutých supernov

Relatívne krátky život masívnych hviezd končí výbuchom supernovy. Zdá sa však, že pri explóziách najväčších hviezd ich masívne jadrá skokujú tak rýchle do čiernej diery, že do okolia neunikne ani fotón. Vedci vypočítali, že prinajmenšom pätina hviezd má takú veľkú hmotnosť, že sa premenia na čiernu dieru bez explózie. Takéto supernovy sa v okamihu stratia z oblohy, takže ich dodatočný výskum sa zdal byť nemožný.

Podľa nedávno uverejnenej teórie sa však takýto kolaps môže prejavíť sprškou neutrín, nepatrných častíc, ktoré s normálnou hmotou interagujú iba zriedka. Neutrína z nevybuchnutej supernovy uniknúť môžu. Túto teóriu zatiaľ potvrdzuje iba jediný prípad: supernova 1987a, ktorá vybuchla relatívne blízko, v susednej galaxii Veľký Magellanov oblak. Keď vybuchla, neutrína hviezdu opustili a pozemské detektory ich zachytili o 3 hodiny skôr, ako rázová vlna dospela na jej povrch, čo sa prejavilo zjasnením vo viditeľnom svetle.

Tri pozemské detektory však z gigantickéj explózie zachytili iba 24 neutrín, (či presnejšie, elektrónových antineutrín). Čím vo väčšej vzdialenosti sa takýto jav odohrá, tým väčší je rozptyl neutrín a tým slabší je prúd neutrín smerujúci na pozemský detektor. Dnešné detektory dokážu zaznamenať v Mliečnej ceste a v jej satelitoch iba 1 až 3 explózie za storočie. Väčšie detektory by zaznamenali aj vzdialenejšie výbuchy.

Súčasnú detektory používajú kilotony detekčnej tekutiny. Vyrývajú sa však detektory,

ktoré budú obsahovať megatony detekčnej tekutiny, takže dokážu zaznamenať výbuchy supernov do vzdialenosti 6,5 miliónov svetelných rokov. S takým dosahom by zaznamenali v priemere jeden výbuch za desaťročie.

Ak platí, že jedna z piatich supernov sa premení na čiernu dieru bez výbuchu, obrie detektory by zaznamenali iba 1 až 2 nevybuchnuté supernovy za storočie. Našťastie, vďaka mimoriadnej hmotnosti najmasívnejších hviezd, energia uvoľnená kolapsom sa vzhľadom na to, že z hviezdy nemôžu uniknúť fotóny, prejaví vo vyšších emisiách neutrín. Takže veľké detektory by mali zachytiť neutrína aj z explózií nevybuchnutých supernov vzdialených až 13 miliónov svetelných rokov. V takom okruhu sa vyskytuje viacero galaxií s vysokým počtom hviezd a teda aj s vyšším počtom supernov.

V prípade typickej supernovy by pozemské prístroje po sprške neutrín zaznamenali aj optický dosvit. V prípade nevybuchnutých tieto dodatočné prejavy chýbajú, takže podrobnejšie štúdium úkazu je nemožné. Vedcov pritom zaujíma, do akej miery sa supernovy, ktoré sa po výbuchu premenia na neutrónovú hviezdu odlišujú od tých, ktoré sa premenia na čiernu dieru. Teoretici vypočítali, že spršky neutrín z nevybuchnutých supernov by mali trvať približne 1 sekundu, zatiaľčo z nových neutrónových hviezd až 10 sekúnd. Ak to platí, kľúč k rozlíšeniu supernov už majú vedci v rukách.

Caltech Press Release

Rekordná supernova

Astronómovia sú súťaživí... Každý by rád objavil niečo, čím by sa zapísal do histórie. Aj lovci supernov. Poslednou rekordérkou v tejto disciplíne sa stala desaťročná Kanadanka Kathryn Aurora Gray. 2. januára 2010 spozorovala na oblohe úkaz, ktorý jej otec oznámil mailom do Medzinárodnej astronomickej únie (IAU). Tam zistili, že ide o výbuch supernovy a do katalógu ju zanesli pod označením SN

2010It. Supernova vzplanula v galaxii UGC 3378, v súhvezdí Žirafy, vo vzdialenosti 240 miliónov svetelných rokov.

Výbuchom supernovy sa končí život istého druhu hviezd. Explózia dosahuje pri vrchole jasnosť miliónov normálnych hviezd. Pozemský pozorovateľ zaznamená zrazu svetlo na mieste, kde predtým „nič nebolo“. Ako spoluobjaviteľa supernovy, okrem otca a dcéry Grayovcov, zapísali aj Davida Lanea, ktorý úkaz odfotoграфoval. Je to jeho štvrtá supernova. Otec Gray objavil už sedem supernov, jeho dcéra Kathryn Aurora, vôbec najmladšia objaviteľka supernovy, svoju prvú.

Sky and Telescope

Vesmír je 250-krát väčší ako to, čo pozorujeme

Podľa teoretikov má vesmír jeden z troch možných tvarov:

1. Je plochý, ako Euklidova rovina a priestorovo nekonečný.
2. Je otvorený, zakrivený ako sedlo a priestorovo nekonečný.
3. Je uzavretý, zakrivený ako guľa, ale priestorovo konečný.

Nakoľko najnovšie údaje preferujú plochý vesmír, kozmológovia dospeli k zhode. Prezентujú ju traja anglickí kozmológovia, Mihran Vardanyan, Roberto Trotta a Joseph Silk v podobe matematickej verzie Occamovej britvy, nazývanej aj Bayesov model spriemerovania. Princíp Occamovej britvy hovorí, že najjednoduchšie riešenie je obvykle to správne. V našom prípade má plochý vesmír jednoduchšiu geometriu ako zakrivený vesmír. Bayesovo spriemerovanie prevádza postupne túto paradigmu do jazyka matematiky. Najnovším údajom najlepšie vyhovuje plochý, nekonečný vesmír.

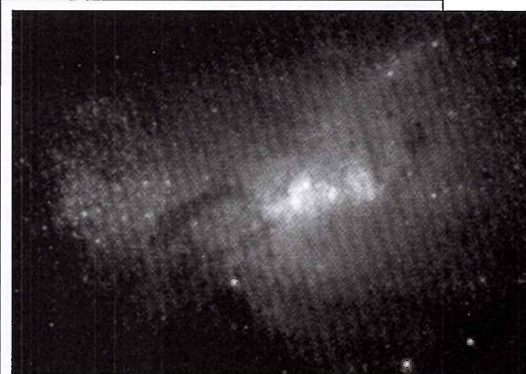
Čo by sa však stalo, keby sa vesmír zakrivil a stal by sa tak konečným? Kozmológovia sa často odvolávajú na Hubblov objem, objem vesmíru, ktorý je takmer totožný s viditeľným vesmírom. Svetlo vyžiarené spoza Hubblovho objemu k nám nikdy nedospeje, pretože priestor medzi nami a zdrojom žiarenia sa rozpína príliš

rýchle. Podľa Angličanov by mal uzavretý vesmír približne 251 Hubblových objemov!

Čo to znamená? Pôvodné svetlo, vyžiarené po zrode vesmíru, začalo svoju púť pred 13,75 miliardami rokov. Podľa teórie relativity sa nič nemôže pohybovať rýchlejšie ako fotón, takže polomer pozorovateľného vesmíru by mal mať 13,75 miliárd svetelných rokov. V skutočnosti je oveľa väčší! Nielen preto, že sa od big bangu rozpína, ale rozpína sa, pôsobením tmavej energie, čoraz rýchlejšie. Nakoľko teória relativity nezohľadňuje rozširovanie samotného priestoru, kozmológovia vypočítali, že prvé, najstašie fotóny prekonal od big bangu vzdialenosť 45 miliárd svetelných rokov. To znamená, že pozorovateľný vesmír má priemer 90 miliárd svetelných rokov.

Na dôvažok: z výpočtov vyplynulo, že veľkosť vesmíru – 251 Hubblových objemov je opatrný odhad. Prinajmenšom s prihliadnutím na geometrický model zohľadňujúci infláciu. Keby astronómia dokázala odhadnúť veľkosť vesmíru iba podľa veku a distribúcie objektov, ktoré dnes pozorujeme, zistili by, že uzavretý vesmír má najmenej 398 Hubblových objemov. To je takmer 400-násobok objemu toho vesmíru, ktorý dnes pozorujeme.

Arxiv



Trpasličia galaxia Heinze 2-10 na snímke HST. Supermasívna čierna diera je nepatrný prúžok medzi dvomi veľkými jasnými oblúkmi.

Čierna diera privedká pre svoju galaxiu

V takmer všetkých galaxiách hniezdi čierna diera. Hmotnosť čiernej diery závisí od veľkosti výdute uprostred galaxie starých, žltých hviezd, ale najmä od rýchlosti hviezd v tejto výduti. Výdute a čierne diery sa navzájom ovplyvňujú, hoci čierna diera má zhruba tisícinu hmotnosti a miliardtinu priemeru výdute. Ak by mala centrálna výduta priemer 160 kilometrov, čierna diera by nebola väčšia ako zrnko piesku.

Podľa platnej teórie čierne diery v mladom vesmíre aktívne ovplyvňovali evolúciu galaxií. Ich výtrysky a vetry vytlačili zo svojho okolia značnú časť plynu, z ktorého sa neskôr sformovali hviezdy. Hviezdy, ktoré sa stihli sformovať pred „veľkým upratovaním“ (dnes hviezdy vo výduti), sa stali hračkou gravitácie čiernej diery. Mnohé z nich gravitácia čiernej diery z galaxie katapultovala, iné čierna diera pohltila. Zvyšné hviezdy vo výduti sa pohybujú po divokých, premenlivých dráhach, až kým ich nepostihne osud ich sestier.

Astronómia z University of Virginia objavili čiernu dieru, ktorá sa vymyká všetkým pravidlám. V trpasličej galaxii Heinze 2-10, kde prebieha búrlivá hviezdotvorba, hniezdi čierna diera s hmotnosťou 2 miliónov Slnk. Je o polovicu menšia ako čierna diera v jadre Mliečnej cesty. Pritom jej hostiteľská galaxia Heinze 2-10 má iba 3 až 4 % hmotnosti našej Galaxie! Navyše táto trpasličia galaxia nemá nijakú centrálnu výduta...

Objav oživil jednu z astronomických dilem: Čo sa sformovalo skôr? Supermasívne čierna diera, alebo ich galaxie? Vedci z Virgínie sa nazdávajú, že sa stali svedkami zriedkavého procesu, „prvotného“ formovania galaxie, ktoré však prebieha so značným oneskorením. Ak sa predpoklad potvrdí, budeme mať dôkaz toho, že čierna diera nadobudli svoju veľkosť a hmotnosť skôr, ako sa stihli okolité hviezdy sformovať do galaxií.

S&T, 2011/4



Na snímke HST vidíme distribúciu tmavej hmoty v jadre gigantickej kopy galaxií Abell 1689, v ktorej zatiaľ napočítali vyše 1000 galaxií s biliónmi hviezd.

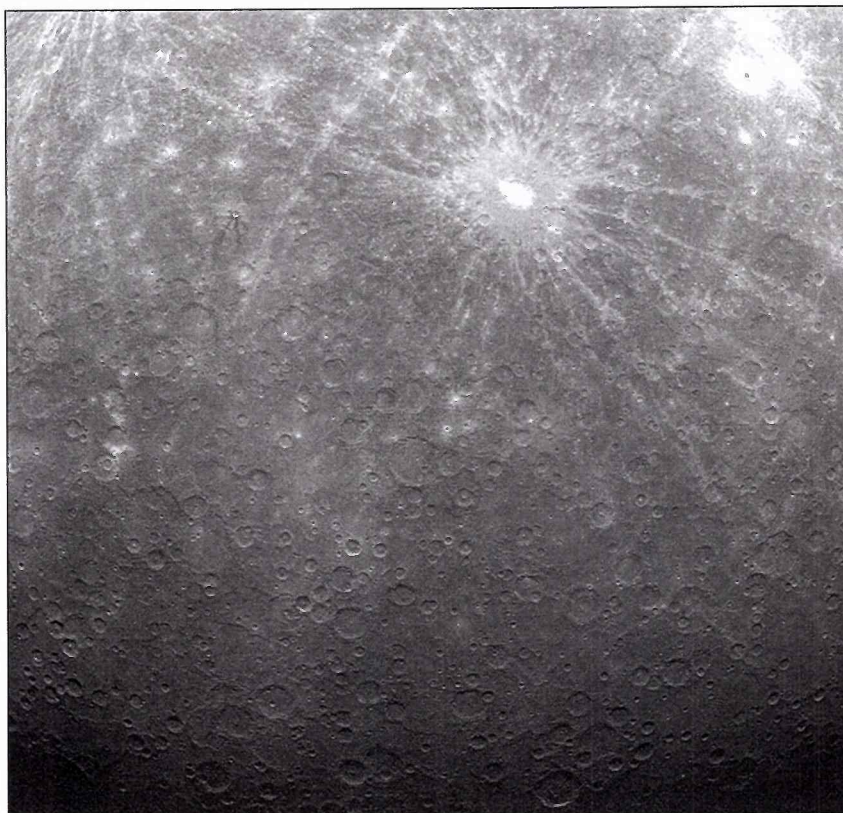
Sonda MESSENGER krúži okolo Merkúra

Zložitý manéver sa vydaril. 17. marca, keď sa sonda po tretíkrát priblížila k planéte, začal sa na 15 minút hlavný motor. Rýchlosť sondy sa znížila na 862 metrov za sekundu, čo umožnilo, aby sa MESSENGER usadil na plánovanej, eliptickej dráhe, so sklonom 82° k rovníku Merkúra. Hodinu po manévri zachytilo centrum APL pri Hopkinsovej univerzite prvé signály. Po šesť a pol roku sa skončila 7,9 miliárd kilometrov dlhá, komplikovaná púť sondy k najmenšej planéte našej Slnčnej sústavy a začal sa jej dlhodobý prieskum z obežnej dráhy. Najzložitejší manéver v dejinách vedeckej kozmonautiky prebehol podľa plánu. V čase, keď výjde toto číslo Kozmosu, budú už pracovať všetky prístroje na palube sondy. V tomto čísle uverejňujeme najzaujímavejšie fotografie, ktoré APL vydalo do uzávierky.

Kráter Debussy:

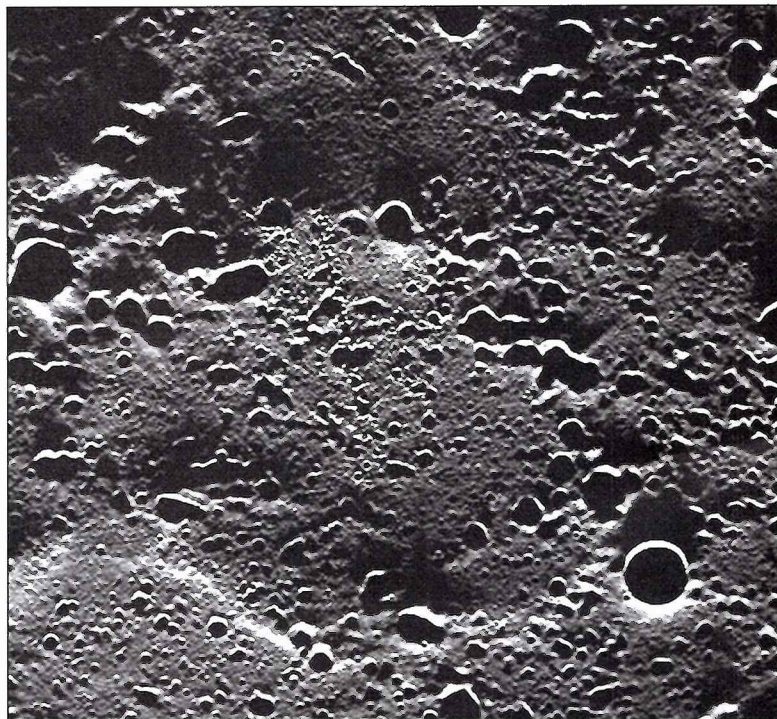
prvá snímka z obežnej dráhy

V APL ju prijali 29. marca. Na spodnej časti vidíme oblasť južného pólu, kde sa nachádza aj oblasť, ktorú sonda Mariner 10 pred 37 rokmi nezmapovala. Širokohlá kamera MDIS (Mercury Dual Imaging System) exponovala počas prvých 6 hodín ďalších 363 fotografií. Počas ďalších troch dní prijalo centrum ďalších 1 185 snímok. Sonda bude pracovať do mája budúceho roku.



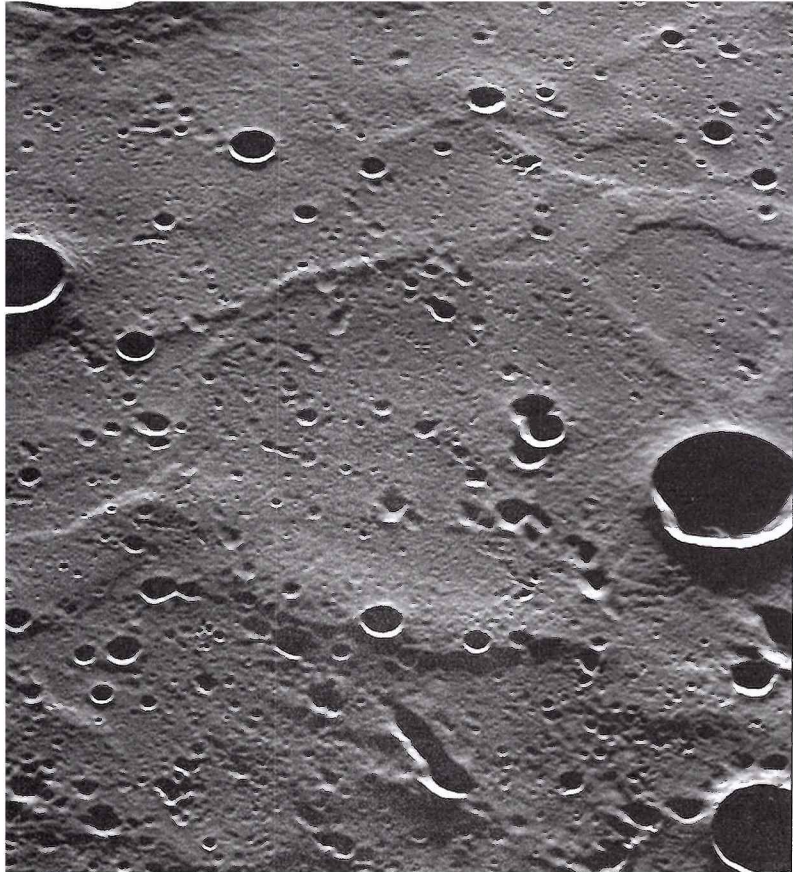
Kráter Debussy a jeho lúče

O deň neskôr vydalo APL ďalšie snímky. Na jednej, celkom hore, vidíme detail krátera Debussy (priemer 80 km), niekoľko sekundárnych kráterov a svetlé pásy impaktom vyvrhnutých hornín. Najdlhšie pásy majú až 400 km. Kráter pomenovali po francúzskom skladateľovi Claudovi Debussym.



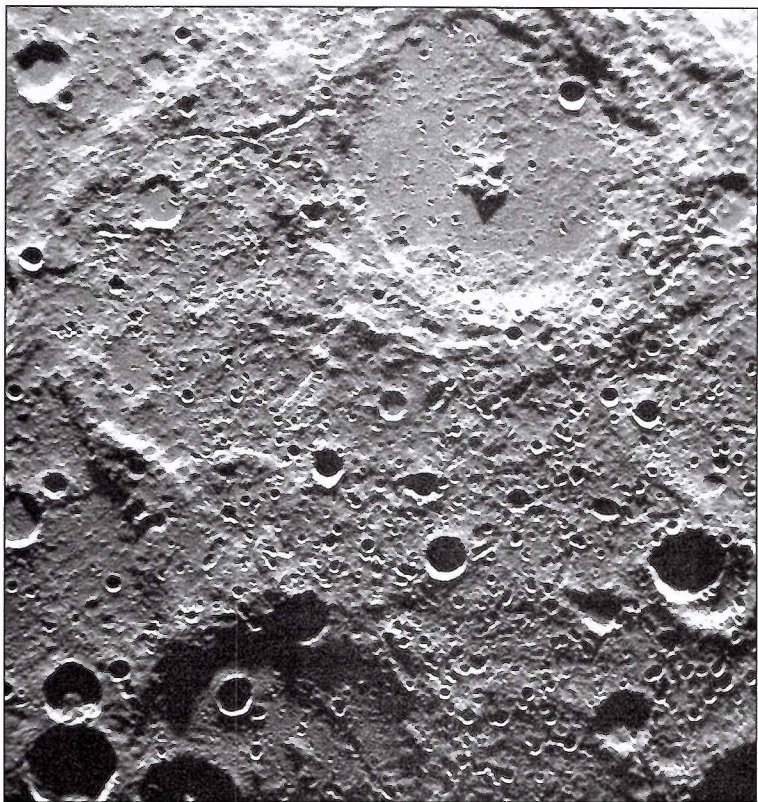
Terén okolo severného pólu

Aj v tomto prípade ide o snímku oblasti, ktorú sme nepoznali. Terén je husto posiaty sekundárnymi krátermi, ktoré vytvorili vyvrhnuté úlomky po veľkom impakte. (Kráter leží mimo záberu.) Širokohlá kamera (WAC) systému MDIS nasnímala oblasť z výšky 450 km, z bodu najtesnejšieho priblíženia počas tohto obletu, krátko predtým, ako sonda križovala rozhranie Slnkom osvetlenej a nočnej časti Merkúra. Najnižší bod eliptickej dráhy, po ktorej sa sonda pohybuje je 200 km, najvzdialenejší bod 15 135 km nad povrchom planéty.



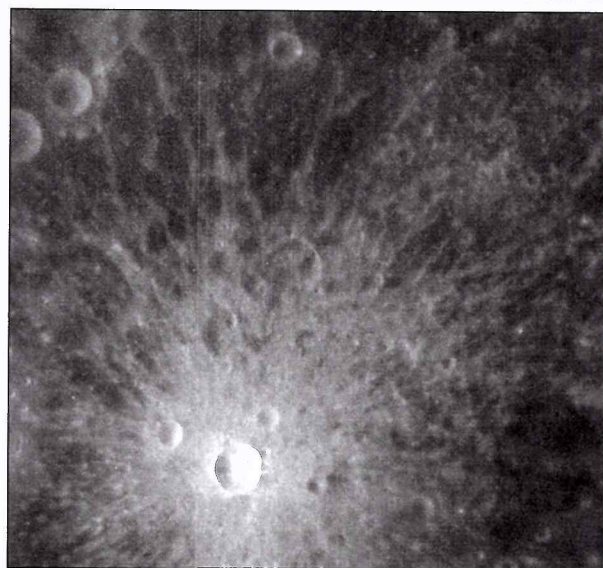
Krátery, v ktorých môže byť ľad

Na políčku o hrane 100 km vidíme po prvý raz impaktné krátery v doteraz neznámej oblasti pod severným pólom. Terén osvetlený šikmým svetlom je plastický. Na dne hlbokých kráterov, kam nedopadá žiarenie Slnka, bude sonda hľadať vodný ľad. Je to jeden z hlavných cieľov misie. Medzi krátermi vidíme hrebene, ktoré môžu byť veľmi starších impaktov.



Kráter Bocaccio

Tento kráter nasnímal aj sonda Mariner 10, ktorá Merkúr obletela v roku 1974. Tentokrát boli svetelné podmienky priaznivejšie. Jasne vidíme centrálny pahorok. Vytvorili ho impaktom roztavené horniny, ktoré sa po impakte vynorili z podložia a stuhli. Kráter Bocaccio má priemer 142 km.



Mladý impaktný kráter

Nepomenovaný impaktný kráter, pár stupňov nad rovníkom, má priemer 6,4 km. Jeho dno je okrúhle, plošina uprostred je malá. Má kolmé steny, bez terás. Vyvrhnutý svetlý materiál je okolo krátera rozptýlený symetricky, impaktujúce teleso dopadlo na povrch planéty takmer kolmo. Všetko svedčí o tom, že ide o relatívne mladý kráter.



Tmavá škvrna

Na Merkúre sa v niekoľkých oblastiach objavuje tmavý materiál neznámeho pôvodu. Objavili ho aj na dne krátera Hemingway a okolo krátera Derain. Tvorí lúče okolo krátera Matabei i škvrny okolo niekoľkých malých kráterov v gigantickom bazéne Caloris. Do roka sa dozvieme, aké má chemické zloženie tmavý i svetlý materiál na povrchu Merkúra, ako aj horniny, ktoré po impaktoch a sopečnej činnosti vyvreli na povrch. Škvryna na obrázku leží na severnej pologuli, pod veľkým kráterom Hokusai, ležiacim mimo snímky.

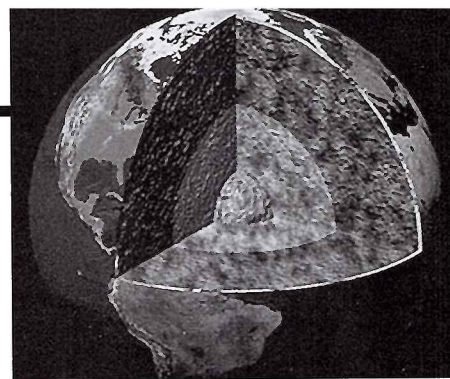
Stopy života v meteoritoch

V októbri 2008 dopadli na povrch Sudánu kusy rozpadnutého asteroidu. Vedci v nich objavili 19 aminokyselín, ktoré sú základnými kameňmi života. Bola z toho senzácia, pretože sa predpokladalo, že tento asteroid bol zvyškom po zrážke dvoch asteroidov. Pri zrážke by sa však materiál zohrial na teplotu 1 100 °C. Takú by komplexné, organické molekuly nemohli prežiť. O to bol úlovok vzácnejší...

Navyše: asteroid TC3 je vôbec prvým objektom zo skupiny NEAR (telies, približujúcich sa periodicky k Zemi), ktorého zvyšky dopadli na Zem. Medzi jeho objavom, výpočtom dráhy a nájdením prvých meteoritov uplynulo iba 20 hodín. Vedci zo SETI Institute našli postupne vyše 600 meteoritov s celkovou hmotnosťou 10 kilogramov. V kolekcii identifikovali 10 rozličných typov meteoritov. Z ich analýzy vyplynulo, že viaceré z nich obsahovali aminokyseliny a ďalšie pre život dôležité, molekuly. Objav dokazuje, že aminokyseliny mohli vzniknúť už v prvom období formovania našej Slnecnej sústavy! Zástancovia teórie panspermie sa potešili. **NASA Press Release**



V úlomku asteroidu 2008TC3 objavili vedci 19 aminokyselín.



Jadro Zeme tvoria dve časti: vonkajšie polotekuté jadro a vnútorné pevné jadro. Interakcie pláštia s vnútorným jadrom generujú magnetizmus.

Zmerali silu zemského jadra

Astronómovia z Kalifornskej univerzity pozorovali vzdialené kvazary (aktívne galaxie) a pomocou získaných údajov po prvý raz určili silu magnetického poľa zemského jadra: 25 gaussov. Ide o údaj, ktorý nie je odhadom, ale výpočtom na základe presne nameraných hodnôt!

Sila magnetického poľa (pôsobiaci na streľky kompasov), meraná na povrchu Zeme, má hodnotu 0,5 gaussov. Zmerať z povrchu silu magnetického poľa jadra nie je možné. Astronómovia navrhli iný spôsob: využili presné polohy kvazarov na oblohe a tak vypočítali nepatrné zmeny zemskej osi, vyvolávané gravitáciou Mesiaca. Nakoľko variácie zemskej osi ovplyvňuje aj sila magnetického poľa jadra, mohli vypočítavať, že povrch Zeme má päťdesiatkrát slabšie magnetické pole ako jadro v hĺbke 2900 kilometrov. Vedci pomocou nových údajov vypracujú časom presnejšie modely dynamiky vnútra našej planéty. **Sky and Telescope**

Tajomstvo zriedkavého meteoritu

Vedci z University of Leicester preskúmali zbierku zriedkavých marťanských meteoritov sto rokov potom, ako bol objavený prvý z nich: mimoriadne vzácny nakhlit. Nakhlitly majú bezsporný pôvod na Marse. Pomenovali ich podľa dediny El Nakhla v Egypte, kde prvý z nich objavili v roku 1911.

Hitesh Candella a John Bridges študovali po-

sa usadili drobné čiastočky hliny, hadca, uhlíkatou a gelu, ktoré do nich dopravila voda z roztopeného ľadu.

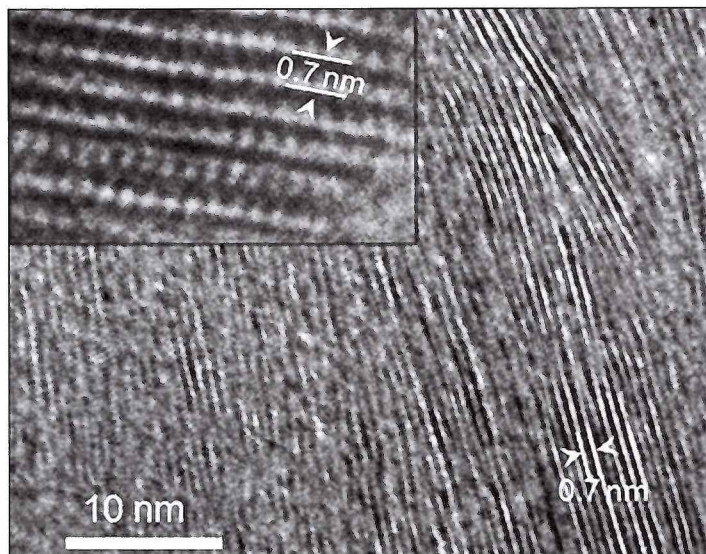
Objav je v dobrej zhode s poslednými geologickými objavmi hliny a uhlíkatou na povrchu Marsu, ktoré detegovali sondy NASA a ESA. Vedci už vedia, ako sa niektoré z týchto hornín formovali. Mineralizácia hadca sa spája s produkciou metánu.

V roku 2016 vypustia sondu Trace Gas Orbiter, ktorej cieľom bude zistiť pôvod metánu v marťanskej atmosfére, s podozrením, či metán nie je produktom živých organizmov. Proces, ktorí Angličania objavili, môže byť jedným z jeho zdrojov.

Objav je kľúčom k pochopeniu tvorby minerálov, ktoré sa nemôžu sformovať bez prítomnosti vody. Rozhodujúcu rolu zohrala pritom voda z ľadu roztopeného impaktom. Získané údaje spresnili vedomosti o teplote, zása-

ditosti a dobe, počas ktorej hydrotermálne procesy prebiehali, čo objasnilo lepšie pochopenie vývoja marťanského povrchu. Objav pomôže vedcom, ktorí vyhľadávajú najoptimálnejšie miesto pristátia pre sondu Mars Sample Return, ktorá má privieŕť na Zem vzorky marťanskej pôdy.

Meteoritic and Planetary Science



Mriežkové riadkovanie v škále atómov minerálu hadca na políčku elektrónového mikroskopu.

mocou elektrónového mikroskopu zloženie nakhlitov, vrátane tých egyptských, ktoré sú súčasťou zbierky Natural History Museum v Londýne. Zvlášť sa sústredili na zrnká s priemerom 0,1 mikrónu. Po porovnaní piatich meteoritov objavili žilky, ktoré vznikli po dopade asteroidu na povrch Marsu, kde vznikol 1- až 10-kilometrov široký kráter. V žilkách

Niektoré kovy na Zemi majú mimozemský pôvod

Vedci zo Southwest Research Institute v Boulderi (Colorado) namodelovali, ako sa siderofilné (na železo sa viažúce) prvky, najmä zlato, ukladali v plastickom, protoplanetárnom telese, ktoré sa stalo Zemou. Z modelov vyplynulo, že by sa mali nachádzať pod plášťom, v kovovom jadre našej planéty. To by znamenalo, že v zemskej kôre by malo byť oveľa menej železa, kobaltu, platiny a zlata ako geológovia doteraz objavili.

Aktuálnu koncentráciu kovov v zemskej kôre najpresvedčivejšie objasňuje teória impaktov. Väčšinu kovov dodali na Zem veľké asteroidy počas prvého veľkého bombardovania.

Táto teória vysvetľuje aj sklon zemskej osi a možno ju aplikovať aj na ďalšie terestrické telesá. **Science**

Impakt veľkého asteroidu.



Zlovestný návrat Chlapčeka...

El Niño (po španielsky) znamená Chlapček... El Niño je zároveň klimatický úkaz, ktorý sa v Pacifiku cyklicky objavuje. Svedčia o tom známky od polovice 19. storočia. El Niño sa vrátilo aj teraz, ale tentokrát sa El Niño prejavilo celkom ináč ako doteraz... Mnohí klimatológovia to považujú za znepokojujúci úkaz.

Návrat El Niño zaznamenali klimatológovia už v roku 2009. Sedemdesiat bôji rozmiestnených v Tichom oceáne zaznamenalo narastajúce teploty vody. To znamenalo, že El Niño, teplá fáza „El Niño-Southern Oscillation“ (ENSO) sa blíži. ENSO je proces, ktorý nepravidelne mení teplotu vody a vzduchu nad Pacifikom od horúceho maxima – El Niño, po studené minimum La Niña.

Krstnými otcami klimatologického úkazu sú peruánski rybári. Práve oni si ako prví všimli, že raz za niekoľko rokov okolo Vianoc zmiznú z pobrežných vôd okolo Peru skoro všetky ryby. Dôvod: teplota vody v Tichom oceáne sa počas El Niño zvýši do takej miery, že ryby sa premiestnia do chladnejších oblastí. A naopak: keď El Niño vystrieda La Niña (Maličká), voda pri brehoch opäť ochladne (až o 4 °C) ryby sa opäť vrátia.

Neočakávané výkyvy počasia

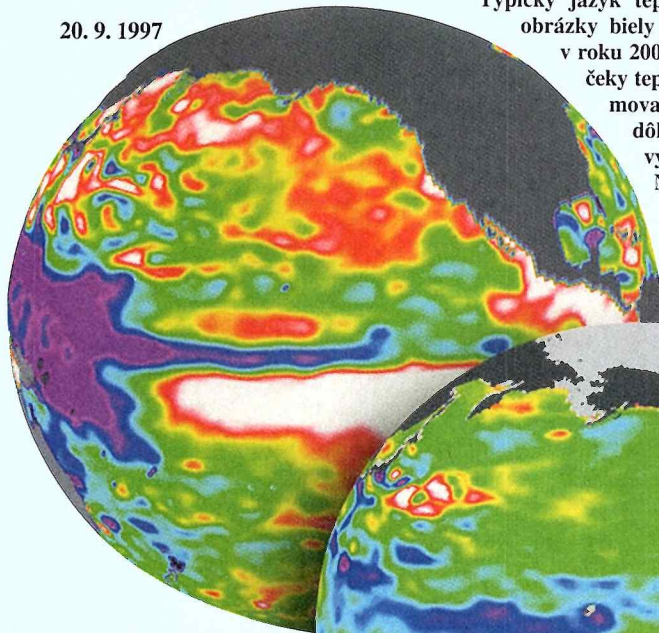
Mnohí si ešte pamätajú, čo priniesol návrat El Niño v rokoch 1997/98. Po výdatných daždoch zaplavili Peru povodne, aké si tu nikto nepamätal. Uprostred jednej púšte sa vytvorilo druhé najväčšie jazero Peru: dlhé 145, široké 20 km a v priemere 3 metre hlboké. V Ecuadore a v Kolumbii sa v dlhodobu zaplavených oblastiach premožili komáre prenášajúce maláriu. Výdatné dažde zaplavili aj východnú Afriku, kvôli čomu sa rozšírila nielen malária, ale aj cholera a ďalšie choroby. Na druhej strane juhovýchodnú Áziu sužovalo nevídané sucho. Na Sumatre, Borneu a v Malajzii celé mesiace horeli tropické pralesy. Dym z požiarov bol taký hustý, že autá aj počas dňa museli mať zapnuté reflektory.

Rozmarny El Niño spôsobili smrť desaťtisícov ľudí a škody vo výške až 45 miliárd dolárov.

Na rok 2010 predpovedali vedci na základe priemerného vzostupu teploty Pacifiku o 2,8 °C stredne silné El Niño. To však platilo iba v prvej polovici roku. V novembri sa však všetko zmenilo. Na obrovskej ploche, väčšej ako celá Európa, vzrástla teplota vody v Pacifiku o 1,8 °C nad normál. Silné západné vetry nárast teploty ešte urýchlili. Na druhej strane oceánu, v Indonézii a v Austrálii sa objem zrážok začal znižovať.

Zlovestné príznaky zmobilizovali vlády okolo Pacifiku. V Indonézii naplnili priehradné jazerá až po okraj. Na Filipínach uvoľnila vláda peniaze na zavlažovanie v oblastiach, ktoré to doteraz nepotrebovali. Experti presviedčali roľníkov, aby siali iba rýchlorastúce a proti suchu odolné odrody ryže. Naopak v Kalifornii vydal guvernér príkaz naplniť milióny vriec pieskom pre prípad mimoriadnych povodní.

20. 9. 1997



17. 9. 2009

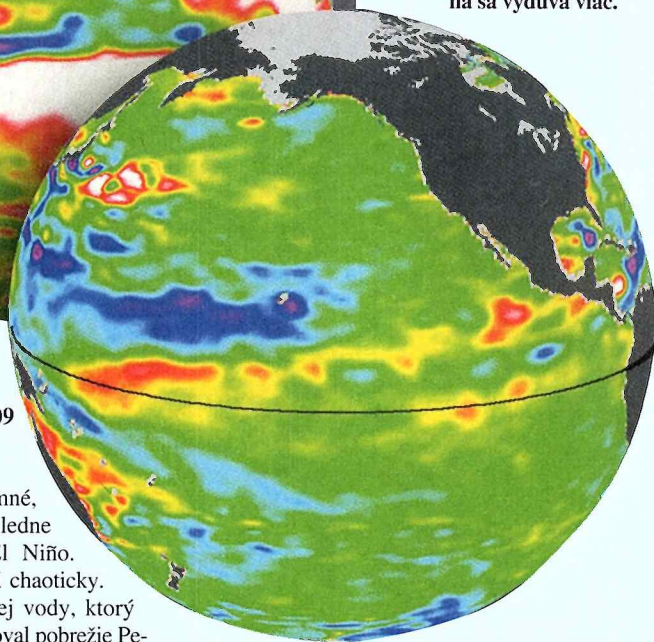
Tieto prípravy boli rozumné, ibaže to, čo sa v Pacifiku následne odohralo, nebolo obyčajné El Niño. Rovníkový Pacifik sa zohrieval chaoticky. Dlhý jazyk nadpriemerne teplej vody, ktorý v minulosti počas El Niño obliezol pobrežie Peru, sa neobjavil. Normálne sa Tichý oceán počas obdobia El Niño najviac prehreje vo východnej časti. Koncom roku 2009 sa najviac prehriali centrálné oblasti Pacifiku, tisíce kilometrov vzdialené od pobrežia Latinskej Ameriky. A prekvapujúco, teplota vody pri Peru klesla dokonca pod normál. Rybári mali bohatý lov.

El Niño Modoki

Podľa všetkého sa v Pacifiku pozdĺž 180° zemepisnej dĺžky vyvinulo El Niño s inými vlastnosťami. Výčiny tohto brata El Niño (Japonci ho nazvali Modoki, čo znamená „rovnaký, ale iný“) sú však rovnako zničujúce, hoci sa prejavujú celkom opačne. V Peru a v Kolumbii nenastalo očakávané obdobie zrážok. Oblasť nízkeho tlaku, ktorá normálne prepravuje vodou nasýtené oblaky z oceánu nad Južnú Ameriku, zotrvala v centrálnom Pacifiku. Počet a objem zrážok nad Austráliou, ale aj nad Južnou Áziou sa však výrazne znížil.

El Niño Modoki sa prejavilo aj nad Atlantikom. Normálne El Niño do značnej miery znižovalo počet hurikánov v západnom Atlantiku. Touto brzdou boli silné vetry v horných vrstvách atmosféry, ktoré narušovali dozrievanie veľkých tropických búrok v tejto oblasti. V roku 2004, keď sa po prvýkrát prejavil El Niño Modoki,

Typický jazyk teplej vody v roku 1997 (na obrázky biely s červeným lemovaním) sa v roku 2009 nevyvinul. Červené ostrovy teplej vody sa do jazyka nesformovali. Pre klimatológov to bol dôkaz, že namiesto El Niña sa vyvinul príbuzný útvar El Niño Modoki. Rozličné farby na oboch snímkach zo satelitu zviditeľňujú oblasti s rozličnou výškou hladiny. Tam, kde je voda teplejšia, hladina sa vydúva viac.

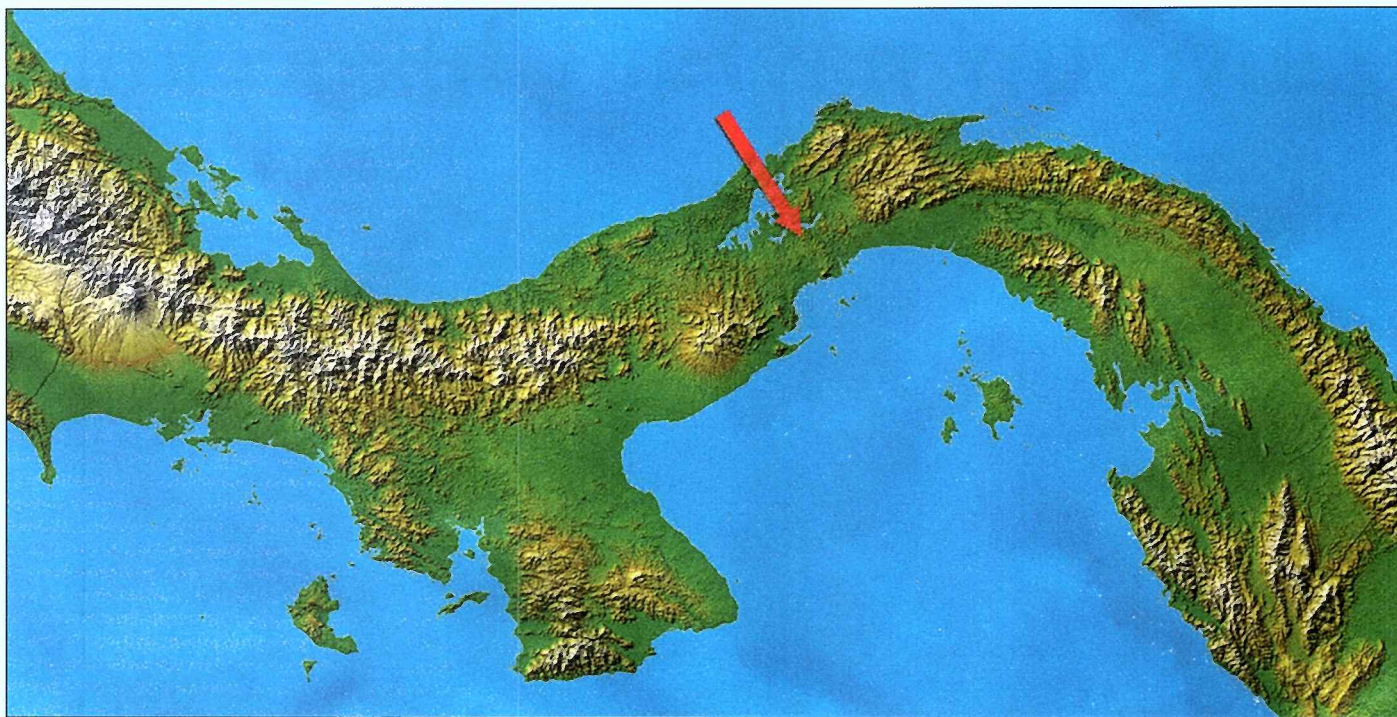


sformovalo sa nad Atlantikom 12 silných hurikánov, medzi nimi aj hurikán Ivan, najsilnejší, aký meteorológovia pamätajú. Hurikány spôsobili v roku 2004 rovnaké škody ako super-El Niño v roku 1997.

Čoraz neistejšie predpovede

V budúcnosti sa budú atypické El Niño objavovať čoraz častejšie. Vedci zistili, že medzi rokmi 1850 a 1990 sa objavilo 32 normálnych El Niño a 7 El Niño Modoki. Po roku 1990 sa objavili iba 3 normálne El Niño, zato 6 El Niño Modoki. Z počítačových simulácií vyplýva, že pre otepľujúcu sa klímu bude tento trend ešte výraznejší.

Americký klimatický úrad (NOAA) zatiaľ tento trend neakceptuje. Preto sú jeho predpovede čoraz neurčitejšie. Predpoveď, či sa počas Vianoc zjaví El Niño alebo La Niña, uverejňuje NOAA až v júli. Táto predpoveď, ak sa splní, má cenu zlata. Ten, kto dopredu vie, čo ho čaká, môže sa na to pripraviť rovnako ako na zmenu sezón. V roku 1997 boli v Kalifornii na brutálne zvýšenie zrážok počas El Niño tak dobre pripravení, že celkové škody nedosiahli ani polovicu z návratu El Niño v rokoch 1982/83, keď boli dažde rovnako silné, ale nik ich nepredpovedal.



Pred 4 miliónmi rokov bola hladina oceánov o 25 metrov vyššia ako dnes. V Panamskej šiji, na miestach označených šípkou, existoval v tom čase prieliv. Voda z Pacifiku prúdila do Atlantiku.

Presné predpovede sa vyplácajú aj menej rozvinutým krajinám. Pôdu osejú takou odrodou obilia, ktorá aj v zmenených podmienkach zabezpečí dostatočnú úrodu.

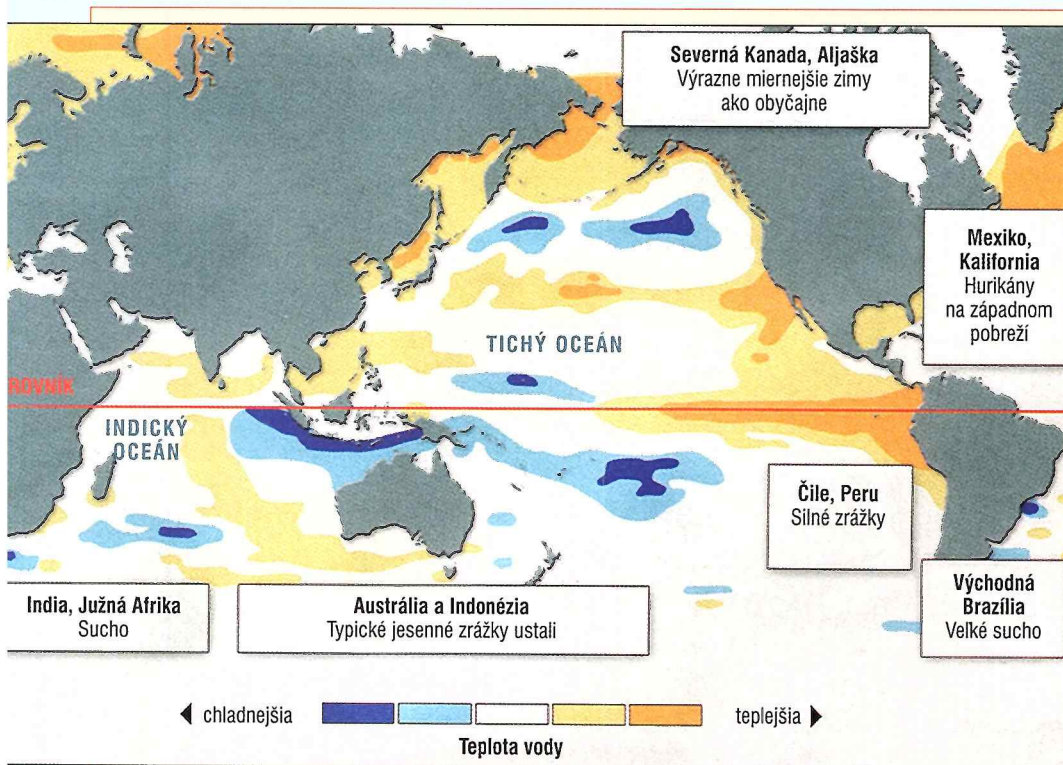
Silné El Niño možno spoľahlivejšie predpovedať ako slabé. Posledné slabé El Niño v roku 2006 odhadli až v auguste. Jedným z dôvodov je aj skutočnosť, že pred májom nemožno v Pacifiku nazbierať pre počítačové modely dostatok

spoľahlivých informácií. Dovtedy sa z rovnakých podmienok môže vyvinúť tak El Niño ako La Niña. V prípade El Niño Modoki však takáto bariéra neexistuje, preto sa dá na predpovede viac spoľahnúť.

V pliocéne vládol El Padre

Posledné teplé obdobie na Zemi zavládlo v pliocéne. Podiel CO₂ v atmosfére dosiahol

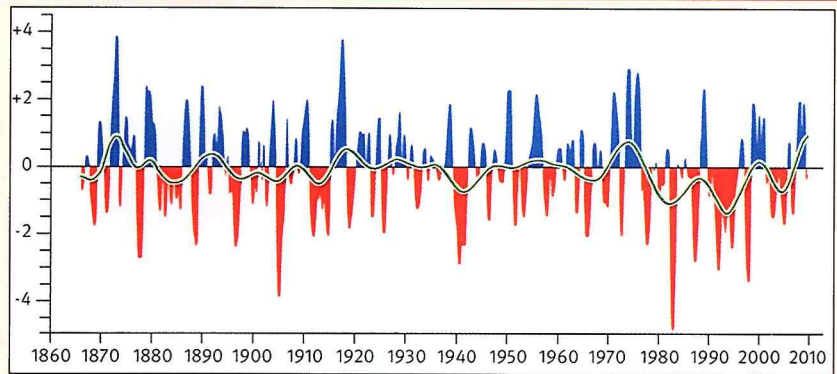
v tom čase, medzi 2,7 a 5 miliónmi rokov, rovnakú hodnotu ako dnes. Rozmiestnenie kontinentov bolo v podstate také isté ako dnes. Aj Slnko produkovalo rovnaké množstvo energie. Napriek tomu priemerná teplota na Zemi bola o 3 °C vyššia a hladina oceánov ležala o 25 metrov vyššie. V Pacifiku neprestajne panovali podmienky El Niño. Voda pozdĺž západného pobrežia Južnej Ameriky mala pred 4 miliónmi



Fenomén El Niño sa prejavuje aj v Atlantiku. Je však oveľa slabší ako v Pacifiku. Tichý oceán je viac ako dvakrát väčší. Austráliu a Južnú Ameriku delí 1 200 km, Afriku a Južnú Ameriku iba 6 000 km. Preto sa v Pacifiku vzdúvanie hladín, pripomínajúce vlnenie, prejavuje oveľa výraznejšie. Tieto ozrutné vlny sa formujú vtedy, keď celé týždne veje vietor jedným smerom. Nie je to príboj generovaný gravitáciou Mesiaca, ale veľkoplošné pohyby vody pod hladinou, prejavujúce sa jej vzdúvaním. Tieto gigantické prúdy premiestňujú celé mesiace prehriatu vodu z jednej oblasti do tisíce kilometrov vzdialených končín. V Pacifiku toto premiestňovanie trvá 3 až 12 mesiacov. Na rozdiel od Atlantiku je nerovnomerné, preto tento systém nie je rovnovážny. V Atlantiku sa teplé vody od jedného kontinentu k druhému premiestnia počas jediného mesiaca, takže sa v ňom nevytvárajú také výrazné teplotné rozdiely. Navyše objem teplej vody v Atlantiku je podstatne nižší ako v Tichom oceáne, takže na mechanizmus globálneho počasia má Atlantik oveľa menší vplyv.

Klimatická hojdačka v Pacifiku

Podľa výkyvov tlaku vzduchu určujeme, či nad Pacifikom panujú podmienky El Niño a aké je silné. Údaje o zmene tlaku, ktoré získavajú najmenej dve stanice počas jedného mesiaca, ukazujú, do akej miery sa aktuálny tlak odlišuje od dlhodobého priemeru. Krivka uprostred vznikla premietnutím údajov zo staníc na Tahití a v severoaustrálskom Darwine. Výkyvy pod rozhraním zviditeľňujú výskyt a silu El Niño, výkyvy nad rozhraním výkyvy a silu La Niña. Ako vidno, najsilnejšie sa El Niño prejavilo začiatkom 40. rokov, v rokoch 1982/1983 a v rokoch 1997/98. Údaje pred rokom 1935 sú iba približné.



rokov rovnakú teplotu ako pri tropickom pobreží Austrálie a pravidelné, vlhu premiestňujúce pasáty boli mimoriadne slabé. V Mexiku a na Floride však prevládalo chladnejšie a vlhkejšie počasie, na severozápade Ameriky bolo miernejšie a suchšie počasie. Dlhotrvajúce El Niño navzali vedci El Padre (Otec).

Pozemská klíma sa prispôsobuje skleníkovému efektu do takej miery, že návrat El Padre je podľa niektorých klimatológov viac ako pravdepodobný. Alebo azda vzostup teploty v pliocéne spôsobili iné efekty? Prečo však po pliocéne nastala doba ľadová? V posledných rokoch nazhromaždili vedci vela údajov, pomocou ktorých chcú pliocén rekonštruovať. Mnohé z týchto údajov sú záhadné. Zdá sa, že rozhodujúca zmena, ktorá El Padre a obdobie miernej klímy ukončila, sa odohrala v panamskej úžine.

Na začiatku pliocénu sa hladina vody v oceánoch zvýšila do takej miery, že voda z Pacifiku prúdila do Atlantiku. Rozdiely podielu solí v oboch oceánoch sa vyrovnali. Pred 4,2 miliónmi rokov sa však toto prepojenie prerušilo.

Voda v Karibiku bola čoraz slanšia. V dôsledku toho zosilnel Golský prúd a s ním aj termálna cirkulácia. Golský prúd, táto mohutná rieka v Atlantiku, ktorú poháňajú rozdiely slanosti a teploty vody, dopravuje z trópov do vysokých zemepisných širok teplú, na soli bohatú vodu. Tam sa ponára do väčších hĺbok a vracia sa späť na juh. (Podľa všetkého bariérou, ktorá obracia Golský prúd, je chladná voda Arktického oceánu.) Golský prúd sa po kolízii s touto bariérou ponára do hĺbky, obracia späť na juh, ochladzuje a takto chladí aj pobrežie kontinentov na oboch stranách Atlantiku.

Kým sa panamský prieliv neuzavrel, chladná voda navracajúceho sa Golského prúdu nikde nevyvierala na hladinu. Chladný jazyk Golského prúdu, ktorý dnes oblihuje Južnú Ameriku, v tom čase ešte neexistoval. Ani pred Kaliforniou a Západnou Afrikou nevyvierala z hĺbok chladná voda, vracajúca sa z polárných končín. Takže podľa všetkého hlavným dôvodom neobyčajne teplej klímy počas pliocénu bolo to, že oceány v tom čase neplnili úlohu gigantickú vodnej pumpy tak efektívne ako dnes. Voda ochladená v polárných končínach ostávala v hĺbke a neochladzovala kontinenty.

Pred 4,2 miliardami rokov sa hranica chladných podmorských prúdov premiestnila z hĺbok bližšie k hladine. Ďalšia kritická zmena sa odohrala pred 3,3 miliónmi rokov: na severnej pologuli sa začali k juhu plaziť prvé ľadovce. Ľadovce mali vplyv na pasáty. Tie boli čoraz silnejšie a výrazne prispievali k tomu, že sa chladná voda v prúdoch (ktoré v tomto období už neprúdili v takých hĺbkach) postupne premiešala s teplou vodou na povrchu oceánov. Tak ako sa to deje aj dnes.

V tom čase sa vytvorili aj teplotné rozdiely medzi východným a západným Pacifikom. Pasáty aj tam zosilneli, takže studený jazyk, prúd z južných polárných oblastí, prúdiaci pozdĺž brehov Južnej Ameriky, sa udržal. Vlása El Padre sa skončila.

La Niña Modoki?

Obavy, že zmeny rytmu El Niño, La Niña vyústia opäť do éry El Padre, sa predbežne nenašli. El Niño v roku 2010 vystriedala opäť La Niña. Aj tá sa však zmenila. Je chaotickejšia, intenzívnejšia, klimatológovia už hovoria o La Niña Modoki. Prejavila sa mohutnými záplavami aj v krajinách, kde bojujú najmä so suchom. Najmä v Kalifornii, v Austrálii. Predĺžila obdobie monzúnov v Indii, v juhovýchodnej Ázii. Na druhej strane Rusko prežilo sucho, aké najmä v jeho európskej časti už dávno nebolo. Nuž a klimatológovia...? Kfmnia svoje počítače záplavou nových údajov, vytvárajú nové modely, horúčkovo diskutujú, ale ich predpovede sa zdajú byť ešte nespoľahlivejšie ako pred týmito zmenami, ktoré nedokážu zatiaľ jednoznačne vysvetliť.



Mohutné záplavy ničia sídla v krajinách, ktoré donedávna sužovalo sucho (Kalifornia, Austrália). Naopak Rusko postihlo sucho, najväčšie od roku 1946.

Bild der Wissenschaft

Odkiaľ sa vzala voda na Zemi?

Zemeguľa je jedinou známou planétou, na povrchu ktorej sa udržuje významné množstvo vody v tekutom skupenstve. 71 % povrchu Zeme pokrývajú oceány a jazerá.

Vo vesmíre sme objavili vodu v najrozličnejších skupenstvách a formách. Aj v akrečných, protoplanetárnych diskoch, kde sa formujú planéty. Táto voda bola spolu s atómami a molekulami iných prvkov súčasťou prvotných hmlovín, v ktorých sa po gravitačnom kolapse formovali hviezdy.

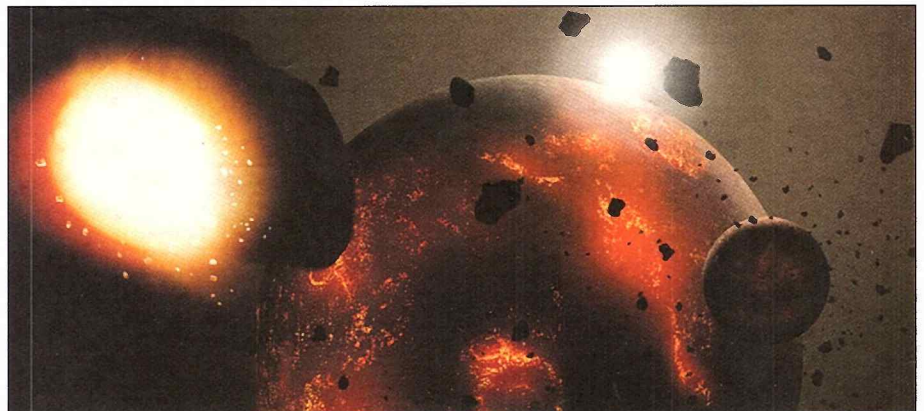
Naša planéta sa sformovala gravitačným zliepaním kolidujúcich planetezimál. Tento proces zohrieval mladú Zem a jej horniny na také vysoké teploty, že zo Zeme, krúžiacej blízko mladého horúceho Slnka, sa „prvá voda“ vyparila. Odkiaľ sa však nabrala „druhá voda“, ktorá sa už na vychladnutej Zemi udržala?

Terestrické planéty sa sformovali pred 4,5 miliardami rokov. V chladných vonkajších oblastiach Slnčnej sústavy bolo množstvo plynu a vodného ľadu. Z tohto materiálu sa postupne sformovali veľké plynové planéty i zlepenice skál a ľadu – kométy a asteroidy. Planetológovia sa donedávna nazdávali, že takzvaná „čiara snehu“, oddeľujúca teplé a studené oblasti planetárnej sústavy, bola kdesi tam, kde dnes okolo Slnka krúži pás asteroidov.

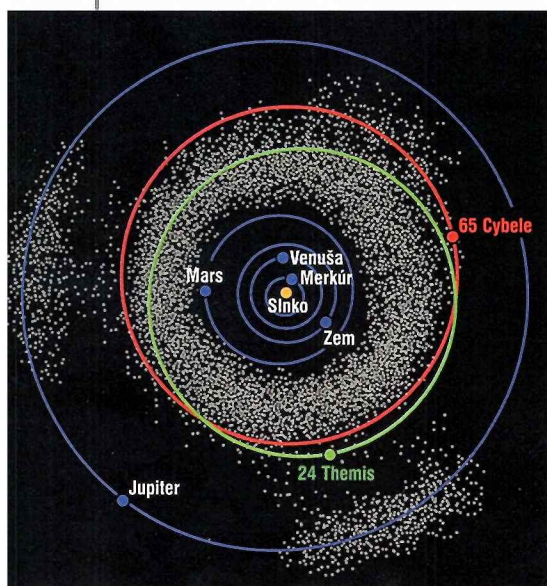
Vedci donedávna predpokladali, že na mladú Zem, z ktorej sa vyparila „prvá voda“, priviezli „druhú vodu“ kométy. Kométy sa formovali za čiarou snehu a obsahovali veľa vody. Keď však astronómovia analyzovali spektrá vody, ktorá sublimovala (odparila sa) z niekoľkých jasných komét (Halley, Hyakutake, Halle-Bopp), zistili, že pomer vodíka a deutéria je v kometárnej vode podstatne iný ako vo vode v oceánoch Zeme. (Deutérium je ťažký izotop vodíka.) Tento fakt



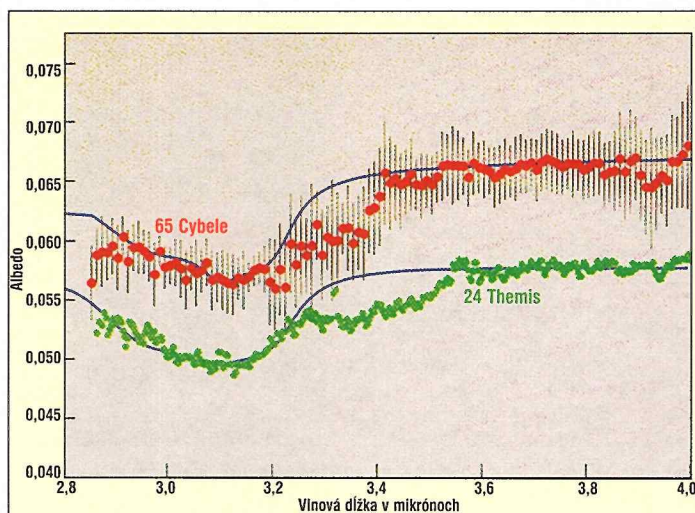
Voda má iba 0,03 hmotnosti Zeme. Napriek tomu pokrýva 71 % jej povrchu. Na snímke skaly vyčnievajúce neďaleko pobrežia Oregonu.



Zem sa sformovala z planetezimálov. Počas bombardovania Zeme sa väčšina „prvej vody“ vyparila.



Asteroidy 24 Themis a 65 Cybele obiehajú okolo Slnka na vonkajšom okraji pásu asteroidov. Themis v priemernej vzdialenosti 3,1 AU, Cybele 3,4 AU.



Takto vyzerá spektrum asteroidov hlavného pásu 24 Themis a 65 Cybele, ktoré získal infračervený ďalekohľad na Havaji. V spektrách oboch asteroidov sa ukázali jasné absorpčné čiary na vlnovej dĺžke 3,1 mikrónoch. Táto vlnová dĺžka preprádza absorpciu svetla vodným ľadom. Ide o doteraz najsilnejšie dôkazy prítomnosti vody na mnohých asteroidoch hlavného pásu.



Kométy, ktoré dopadli na Zem počas miliárd rokov, boli tiež zdrojom vody. Kométy s dlhou periódou, vzhľadom na rozdielny podiel izotopov vodíka, však kľúčovým zdrojom určite neboli, hoci v chvoste kométy Halley dominujú vodné pary.

vylúčil kométy ako hlavného dodávateľa vody na Zem.

Posledné objavy v páske asteroidov ponúkli alternatívu. Kométy definujeme ako „špinavé snehové gule“, pohybujúce sa po pretiahnutých elipsovitých dráhach. Počas obehu strávia väčšinu času v chladných končinách vonkajšej Slnčnej sústavy. Asteroidy považujeme za skalnaté objekty, pohybujúce sa zhruba po kruhových dráhach v teplejších, vnútorných oblastiach Slnčnej sústavy.

V 90. rokoch ohlásili pozorovatelia objavy telies v páske asteroidov, ktoré vyzerali ako kométy, pretože mali chvosty i kómy. Spočiatku ich považovali za objekty, ktoré vznikli po kolízii dvoch asteroidov. V roku 2006 sa však presadil iný názor. Nakoľko v chvostoch objavili sublimujúci ľad, nazvali tieto telesá „kométami hlavného pásu“.

V roku 2005 zverejnil Peter Thomas z Cornell University pozorovania Ceres, najväčšieho asteroidu hlavného pásu. Na snímkach HST sa asteroid javí ako sférické teleso, čo znamená, že jeho vnútro je poskladané z vrstiev. Vzhľadom na relatívne nízku hustotu Ceres i spektrálny dôkaz prítomnosti minerálov obsahujúcich vodu pod jej povrchom dospel autor k presvedčeniu, že objekt má pod tenkou, „suchou“ kôrou hrubý plášť z vodného ľadu.

Snežná čiara v našej sústave nie je zafixovaná v páske asteroidov. V priebehu evolúcie slnčnej sústavy sa k Slnku raz približovala, inokedy od neho vzdalovala. Tento tanec snežnej čiary (rovňako ako spochybnenie komét ako hlavných dodávateľov vody na Zem) priviedol planetológov na myšlienku, že väčšinu „druhej vody“ dopravili na Zem asteroidy.

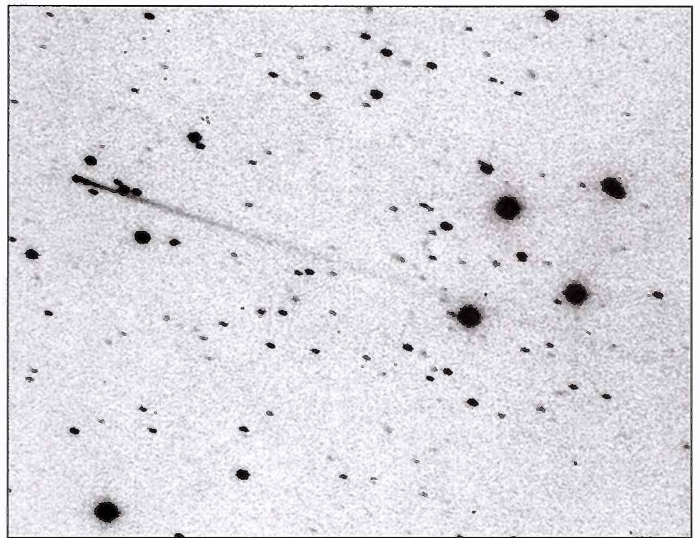
Voda spadla z nebies

Táto myšlienka nie je nová. V mnohých asteroidoch, ktoré dopadli na Zem, sa našli minerály s hydroxylom (OH), naviazané do ich štruktúry. Vedci sa nazdávali, že niektoré asteroidy sa zrodili zo zmesi ľadu a skál, ale ľad sa topil,

reagoval s materiálom hornín, takže vznikli minerály s hydroxylmi. Táto teória sa neujala, pretože oponenti nepripúšťali, že by asteroidy mohli obsahovať toľko vody. Napriek tomu v kamených asteroidoch približujúcich sa k Slnku podaktorí vedci prítomnosť vody predpokladali.

Nemýlili sa... V roku 2010 dva nezávislé tímy študovali asteroid 24 Themis (priemer 200 km), ktorý krúži okolo Slnka v priemernej vzdialenosti 3,1 AU. V spektrách, ktoré získal 3-metrový infračervený ďalekohľad IRTF na Havajských ostrovoch, objavili čiary ľadu. Vedúci prvého tímu, Humberto Campinus z University of Central Florida sa spojil s Andrew Rivkinom (University of Tennessee), ktorý tím istým ďalekohľadom študoval Themis i ďalšie asteroidy. Campinusov tím, v snahe vytvoriť globálnu mapu, študoval Themis počas celej rotácie. Rivkinovci (v rokoch 2003, 2005 a 2008), sledovali počas pohybu Themis na obežnej dráhe iba okolie niekoľkých rovnobežiek. Údaje, ktoré získali, sa neuveriteľne zhodovali.

Oba tímy sa zamerali na svetlo odrazené z povrchu Themisu. Spektrálna analýza zviditeľnila medzeru 3,1 mikrónov, teda vlnovú dĺžku,



Začiatkom 90. rokov objavili vedci v hlavnom páske asteroidov telesá s chvostom. Najskôr si mysleli, že ide o drvinu po zrážke asteroidov. Dnes vieme, že v niektorých prípadoch ide o vodnú paru, uvoľňujúcu sa z asteroidov.

na ktorej vodný ľad absorbuje infračervené svetlo. Aby si boli načistom, porovnali čiaru s absorpčnými pásmi iných materiálov, najmä fľov, ktorých štruktúra absorbuje infračervené svetlo na vlnovej dĺžke 2,8 mikrónov. Oba tímy zistili, že objavili vodný ľad premiešaný s organickými molekulami. Ich objav v apríli 2010 zverejnil časopis Nature.

Objav bol trochu kontroverzný, pretože povrchová teplota Themisu je dostatočne vysoká na to, aby vodný ľad v priebehu tisícov rokov vysublimoval. Ľad však evidentne pokrýval celý povrch Themisu. Vedci najprv zvažovali možnosť, že ide o srieň, pozostatok z ľadu kométy, ktorá s asteroidom kolidovala. Tento srieň by mal byť kontaminovaný ľadom zvnútra asteroidu, ktorý sa tam zachoval z obdobia, keď sa Slnčná sústava formovala. Údaje hypotézu potvrdili. Je isté, že v mnohých asteroidoch sa ľad pod ochrannou vrstvou kamennej drviny zachoval. Pôvodne boli tieto, väčšinou kremičité kamienky súčasťou skalnato-ľadovej zmesi. Ľad, vystavený slnečnému žiareniu, sa odparil. Obnažené kamienky vytvorili nad ľadom v podloží účinný štít.

Vedci sú presvedčení, že najmä vo vonkajšej

Voda a technologické civilizácie

Baktérie či cicavce... Bez vody by tu neboli. Iba na planétach, kde je dostatok vody, sa môže vyvinúť a udržať také množstvo rastlinných a živočíšnych druhov. Technologické civilizácie však potrebujú aj súš, pevniny a kontinenty. Technické inovácie, metalurgia, elektronika, raketové motory by sa pod vodou nedali vyvinúť.

Koľko je planét, ktoré majú podobný pomer vody a súše ako Zem? V literatúre sci-fi je takýchto svetov ako maku. Najnovšie poznatky o exoplanétach však takéto optimizmus redukujú.

Množstvo vody, ktoré planéta akumuluje, závisí od toho, ako dlho bola vystavená bombardovaniu asteroidmi a kométami. Podľa simulácií na počítačoch, ktoré zohľadňujú vplyv lokálnych Jupiterov na asteroidy, hmotnosti protoplanetárnych diskov, i to, či je hviezda osamelá, alebo je súčasťou viac-hviezdneho systému, má nanajvýš jedna planéta z desiatich toľko vody ako Zem.

Keby bolo na Zemi iba dvakrát viac vody, kontinenty by boli pod hladinou. Iba Mount Everest a niekoľko ďalších osemtisícoviek by vytrčali nad hladinu. A terestrická planéta, ktorá by mala iba polovicu pozemskej vody, mala by 90 % súše, pretože väčšinu vody by vstrebal plášť.

Zdá sa, že iba jedna zo sto planét má toľko vody, že nie je ani vyprahnutou púšťou, ani vodnou planétou. Keby Zem nebola taká, aká je, neboli by sme tu.

časti pásu asteroidov sú takéto telesá bežné. Za zriedkavé sme ich považovali iba preto, lebo prístroje nemali primeranú rozlišovaciu schopnosť.

Nie je voda ako voda

Je voda na asteroidoch taká istá ako voda na Zemi? Nevedno, pretože predbežne nedokážeme zmerať podiel izotopov na Themise. Údaje o izotopoch by sme mohli získať na UV vlnových dĺžkach zo sublimujúceho ľadu v chvostoch či kómach komét. Themis však takéto štruktúry nemá. A kométy v hlavnom pásu sú príliš malé na to, aby sa ich zloženie dalo zo Zeme zmerať. Meteority síce obsahujú informácie o zložení asteroidov, lenže nevieme, z ktorého sa po impakte odpúťali. Niektoré meteority, napríklad uhľikate chondrity, majú podobný pomer vodíka a deutéria, ale vedci nevedia, do akej miery sa izotopy menia, keď voda vytvára hydráty. Navyše niektoré prvky v meteoritoch (napríklad vzácne plyny, neón a xenón) nemajú na Zemi zodpovedajúce zastúpenie. Najspoľahlivejšie informácie o vlastnostiach vodného ľadu na asteroidoch by sme získali zo vzorky, ktorú by sondy priviezli z Themisu alebo niektorého zo susedných telies.

V roku 2007 vypustila NASA sondu Dawn na asteroid Vesta, kam priletí v júli 2011. Sonda bude okolo Vesty krúžiť celý rok, potom sa vydá k Ceresu. V minulom roku sa vrátila zo svojej misie japonská sonda Hayabusa, odkiaľ priviezla čiastočky prachu z asteroidu Itokawa, ktorý sa pravidelne približuje k Zemi. (Vedci vzácnu korisť analyzujú.) Ďalšia sonda, OSIRIS-REx, privieze vzorky z iného asteroidu skupiny NEAR.

Sonda na asteroide Themis sa predbežne neplánuje. Vedci sa preto sústreďia na hľadanie vody na asteroidoch pomocou IRTF a vesmírneho ďalekohľadu Spitzer. Španielsky tím ohlásil nedávno objav vody na asteroide 65 Cybele, ktorý je vzdialenejší od Slnka ako Themis. Objav ďalších „vodných asteroidov“ je iba otázkou času.

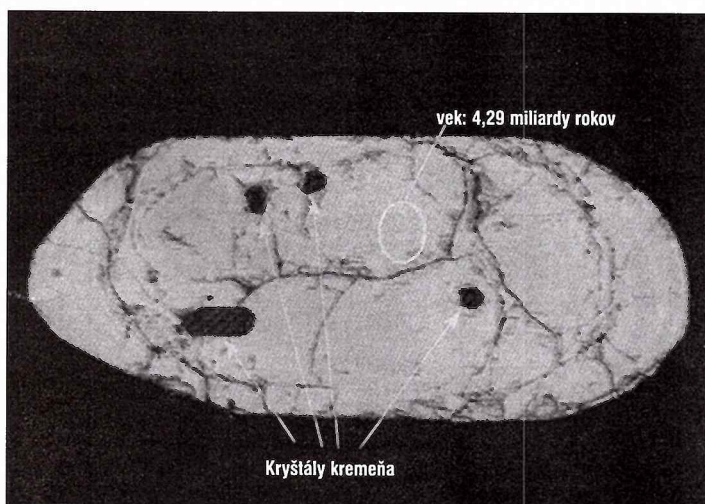
Záhady na pokračovanie

Nevieme, odkiaľ sa voda na Zemi vzala. Nevieme však ani kedy sa to stalo. Podľa nie-

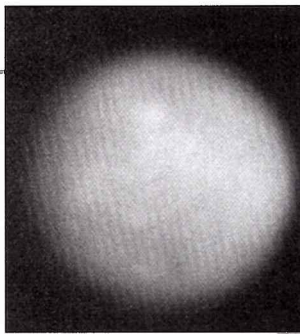
ktorých planetológov veľký impakt (podobný tomu, ktorého zrážka so Zemou zrodila Mesiac), v čase, keď sa Zem sformovala, roztopil tenkú zemskú kôru, vtláčil ju do oceánu žeravej lávy, takže „prvá voda“ sa vyparila. Iní sa nazdávajú, že „prvá voda“ sa vyparila pred 3,9 miliardami rokov počas posledného ťažkého bombardovania (LHB), keď na Zem narazilo najmenej jedno veľké teleso.

Najnovšie poznatky naznačujú, že evolúciu Slnčnej sústavy významne ovplyvnila migrácia planét. Premiestňujúce sa planéty narušili obežné dráhy veľkého množstva asteroidov. Najmä migrácia Jupitera a Saturna mohla spôsobiť, že sa asteroidy s vysokým obsahom uhlíka a vody, ktoré sa sformovali za snežnou čiarou, vo vonkajšom pásu asteroidov, rozptýlili. Niektoré z nich zamierili k Zemi a priviezli na ňu vodu. Pochopenie pohybov kryštalizovanej kôry, kontinentálnych i tých pod oceánmi, ktoré recyklujú materiál na povrchu, je kľúčom k formovaniu Zeme.

Najstaršie horniny majú 4 miliardy rokov. Najstaršiu históriu vody sme však vyčítali z nepatrných zrníek minerálu zirkóna. Niektoré z nich majú 4,38 miliardy rokov. V zirkóne sa uchovávali izotopy ^{18}O a ^{16}O . Keď sa uložené minerály formovali vo vodnom prostredí, ich kryštalová štruktúra prednostne začleňovala ^{18}O a ^{16}O . To znamená, že v porovnaní s morskou vodou či normálnou kôrou je zirkón na ^{18}O bohatší. Najstaršie vzorky zirkónu dokazujú, že už magma, v ktorej vykryštalizovali, bola kontaminovaná usadeninami, obohatenými zirkónom.



Na snímke vidíte 180 mikróv široký minerál zirkónu s kryštalikmi kremeňa. Zirkón sa sformoval pred 4,29 miliardami rokov. Zrníčka kremeňa sa mohli so zirkónom pozliepať iba v riedkej magme, bohatej na vodu a kremík. Dôkaz, že aj na mladej horúcej Zemi už bola voda.



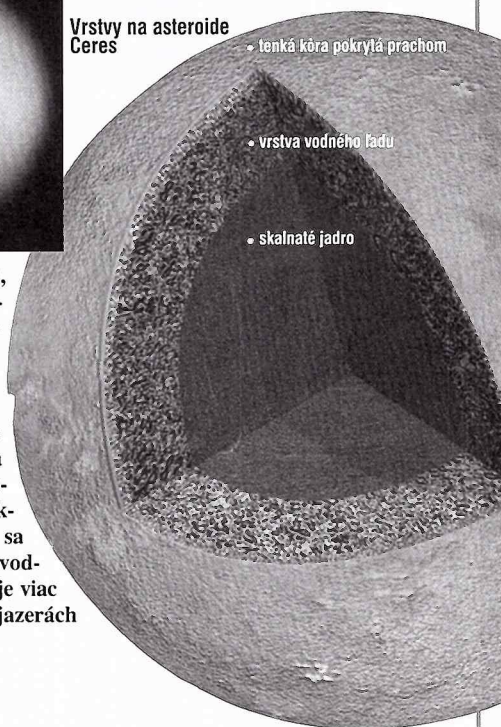
Ceres (na snímke HST), najväčšie teleso pásu asteroidov (priemer na rovníku 1022 km, od pólu k pólu 941 km), vyzerá na prvý pohľad ako dokonalá guľa. Vedci na základe parametrov (tvar a nízka hustota: $2,08 \text{ g/cm}^3$), vytvorili model vnútornej štruktúry. Vidíte, že pod kôrou sa nachádza hrubá vrstva vodného ľadu. V tejto vrstve je viac vody ako vo všetkých jazerách a riekach na Zemi.

Vrstvy na asteroide Ceres

• tenká kôra pokrýva prachom

• vrstva vodného ľadu

• skalnaté jadro



Keď nepatrne zrníčka zirkónu kryštalizujú, ukládajú sa v nich informácie o ich okolí. Bez ohľadu na to, či proces prebiehal vo vode, alebo bez vody. „Sú to doslova malé konzervy času,“ vraví Stephen Mojzsis (University of Colorado), jeden z prvých, čo starý zirkón analyzovali.

Chémia zirkónu a minerálov, ktoré obsahuje svedčia o tom, že sedimenty nekontaminovali magmy ani v lade, ani vo vodnej pare, ale vo vode. Okrem iného to znamená, že oceány boli na Zemi už pred 4,4 miliardami rokov. Teda voda bola na Zemi takmer od samého začiatku. Je nanajvýš nepravdepodobné, že neskoršie bombardovanie Zeme asteroidmi spôsobilo také vyparovanie „prvej vody“, že sa bezozvyšku vyparila.

Nevieme, kedy sa oceány objavili, nevieme, koľko vody je na dnešnej Zemi. O tom, koľko vody sa nachádza v zemskom plášti, majú geológovia iba približné predstavy. Odhady sa pohybujú v rozmedzí od 1- až po 10-násobok vody v oceánoch.

Tak, či onak, najnovšie poznatky o ľade v asteroidoch hlavného pásu sú silným dôkazom toho, že prinajmenšom časť vody dopravili na Zem práve tieto telesá. Vedci sú presvedčení, že voda v oceánoch pochádza z rôznych zdrojov: z asteroidov hlavného pásu, z komét Kuiperovho pásu i z prvotnej hmoty, z ktorej sa naša planéta sformovala. V najbližších rokoch sa vedci zamerajú na to, aký je podiel vody z jednotlivých zdrojov.

Ak zistíme, ako sa voda dostala na Zem, pochopíme aj to, či a ako sa dostala aj na iné planéty.

Pôvod vody na Zemi je zatiaľ nejasný. Astronómia preto vyhľadávajú ďalšie zdroje vody a zdokonaľujú modely evolúcie Slnčnej sústavy s cieľom vytýpať také miesta pre budúce sondy, ktoré by pomohli „záhadu pozemskej vody“ definitívne vyriešiť.

Prečo mladá Zem nebola zaľadnená

Prečo na mladej Zemi panovala mierna klíma, hoci Slnko v tom čase vyžarovalo oveľa menej energie? Astrofyzici podrobným skúmaním hviezd podobných Slnku v rozličnom štádiu vývoja zistili, že žiarivý výkon Slnka sa počas miliárd rokov neustále zvyšuje. V archaiku (3,8 až 2,5 miliárd rokov) vyžarovala naša hviezda v porovnaní s dneškom sotva 75 % energie. V takých podmienkach musela byť priemerná teplota na Zemi o 26 °C nižšia ako dnes. Voda by sa skoro na celom povrchu musela premeniť na ľad. Z analýzy prahornín však geológovia vyčítali, že na Zemi prevládala teplota nad bodom mrazu a väčšina plochy oceánov nezamrzala.

Na tento paradox upozornil už pred 40 rokmi americký astronóm Carl Sagan. Podľa neho klímu na Zemi ovplyvňoval v tom čase oveľa silnejší skleníkový efekt. Niektorí jeho hypotézu prijali, iní ju odmietli. Pred nedávnym tím Minika Rosinga z Kodanskej univerzity uverejnil teóriu „paradox mladého Slnka“. Podľa nich odrážala Zem v tom čase oveľa

menej žiarenia. Faktory, ktoré tento jav ovplyvnili, boli: menšia plocha kontinentov a priezračnejšia atmosféra. Vplyv skleníkového efektu bol zanedbateľný.

K podobnému výsledku dospeli pred dvoma rokmi aj vedci z Nemeckého centra pre letectvo a kozmonautiku. Podľa ich modelu v daných podmienkach žiarenia a premiešania spodných vrstiev vtedajšej atmosféry stačil 0,3-percentný podiel oxidu uhličitého na to, aby sa na Zemi udržala priemerná teplota nad bodom mrazu. Táto hodnota je síce 10-násobne vyššia ako dnes, ale na to, aby Saganov klimatický paradox obstál, musel byť podiel CO₂ až 70-násobne vyšší!

Saganovu skleníkovú hypotézu väčšina klimatológov spochybnila. Najmä jeho model skleníkových plynov, ktoré oteplenie mali spôsobovať. Napríklad amoniak je plyn, ktorý sa pod vplyvom UV-žiarenia zo Slnka rýchle rozkladá. Oveľa odolnejší nie je ani metán.

CO₂ dnes tvorí nad Zemou riedku hmlu z or-



Odhad množstva oxidu uhličitého v atmosfére mladej Zemi umožnili železité minerály, ktoré sa vytvorili v usadeninách na dne vtedajších oceánov, najmä magnetity a siderity. Najviac sa ich zachovalo v Grónsku.



Búrľivá sopečná činnosť spôsobila, že mladá Zem bola nehostinnou planétou. Slnčné žiarenie bolo o 25 percent slabšie. Napriek tomu sa vytvorili podmienky pre vznik a vývoj života.

ganických materiálov, ktorá atmosféru skôr ochladzuje ako zohrieva.

V najnovších modeloch skombinovali vedci model vtedajšej atmosféry s geologickými a biologickými faktormi, ktoré na ňu vplývali. Ukázalo sa, že v takých modeloch sa podiel CO₂ ešte viac znížil. Kľúčovú rolu zohrala hornina, ktorú tvoria usadeniny na dne oceánov v archaiku. Obsahuje minerály magnetit (oxid železa) a siderit (uhličitan železa). Nakoľko medzi vtedajšou atmosférou a oceánmi prebiehali búrlivé interakcie, možno z minerálov, ktoré sa vytvorili v morskej vode, vypočítať aj limity koncentrácie CO₂ v atmosfére.

Výsledok modelovania: atmosféru v archaiku ohrievalo iba 0,09 % oxidu uhličitého, čo je iba 3-násobok súčasnej hodnoty. Pri vyššom podiele CO₂ by sa vytvorili iné minerály. Podľa autorov zvyšoval účinnosť skleníkového efektu do istej miery aj metán s porovnateľnou koncentráciou ako CO₂. Ten produkovali v atmosfére baktérie

konzumujúce vodík a oxid uhličitý. Podobné jednobunecné organizmy využívame dnes v čističkách vody. Vyskytujú sa aj na dne oceánov, pri takzvaných čiernych komínoch. Podľa genetikých štúdií práve tieto baktérie vo vtedajšej biosfére dominovali. Atmosféra počas archaika rozkladala skleníkové plyny oveľa pomalšie ako dnes, pretože v nej ešte nebol kyslík. Práve preto mohlo v nej byť oveľa viac metánu. Podiel atmosférického metánu predstavuje dnes 0,00018 %.

Dôležitým poznatkom je aj to, že pred miliardami rokov pripomínala Zem vodnú planétu, pretože kontinenty boli v tom čase oveľa menšie. Oceány absorbovali oveľa viac žiarenia. Navyše

evolúcia ešte nestihla vytvoriť fotosyntézu. Riasy a rastliny, producenti kyslíka, sa ešte nevyvinuli. Za takých podmienok nemohol existovať ani významný zdroj kondenzačných jadier – oxidy síry. Pritom práve kyslík a síra sú významnými produktmi látkovej výmeny živých organizmov.

Bez dostatočného množstva kondenzačných jadier sa v atmosfére tvorilo oveľa menej oblakov, pričom ich životnosť bola oveľa kratšia ako dnes. Atmosféra bola oveľa priezračnejšia, takže oceány vstrebávali oveľa viac energie. Spolupôsobenie všetkých spomínaných efektov vytvorilo podľa Rosingovho modelu podmienky, v ktorých sa na väčšine mladej planéty udržali teploty nad nulou.

Aj ten najdokonalejší model je iba zjednotením skutočnosti. Komplexné, trojdimenzionálne modely globálnych klimatických zmien všetky možnosti preveria. Jedno je však isté: Zem počas archaika zaľadnená nebola.

Bild der Wissenschaft

Ako zistili vzdialenosti hviezd?

Metódy určenia vzdialeností hviezd boli odvodené z pozemskej meracej praxe. Prvým krokom bolo určenie jednotky. Potom ju použili na určenie rozmeru nášho životného priestoru – Zeme, ďalej na určenie vzdialenosti Mesiaca, Slnka a planét. Ako uvidíme, nepomerne ďalej sa nachádzajú hviezdy a ešte ďalej hviezdne sústavy – galaxie.

V tejto časti budeme hovoriť iba o priamych, trigonometrických metódach. O nepriamych pojednáme v budúcich dieloch „sprievodcu“.

Jednotkou dĺžky je meter. Pôvodne bol odvodený z rozmerov zemegule. V základnej škole sme sa ešte v štyridsiatych rokoch minulého storočia učili, že to je „desaťmilióna časť zemského kvadrantu“. T. j., ak by sme považovali Zem za guľu, potom obvod jej rovníka by bol 40 miliónov metrov. Na základe týchto prvých moderných meraní bol urobený etalón s dvoma ryskami. Presnejšie merania však ukázali, že tvar Zeme je bližší rotačnému elipsoidu a ešte s mnohými nepravidelnosťami. Obvod rovníka, podľa presnejších meraní je 40 075 161,199 m. Dlho potom, až do roku 1960, bol meter definovaný vzdialenosťou spomínaných rysiek. Novšia definícia používa násobok vlnovej dĺžky svetla určitého kvantového prechodu atómu kryptonu.

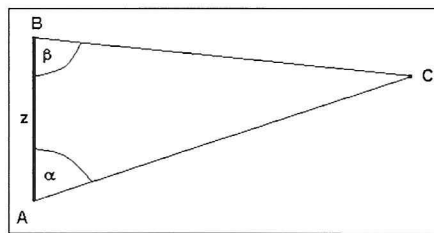
Približný rozmer zemegule bol známy už starým Grékom. Metóda určenia bola zaradená medzi najkrajšie fyzikálne pokusy, napr. také, ako bolo Millikanove určenie náboja elektrónu a pod. Krásnym v prípade fyziky nazývame pokus, ktorý dáva jasný výsledok pri čo najjednoduchšom postupe.

Asi pred 2200 rokmi žil v Alexandrii grécky matematik Eratostenes. Dovoľ sa, že v blízkosti Syéne v deň letného slnovratu zvislé múry a stĺpy nevrhajú tieň, pretože Slnko je kolmo nad nimi. V Alexandrii však v ten istý deň tieň pozorovať mohol a uvádza, že smer na Slnko bol odklonený od zvislice 1/50 kruhu, t. j. 7' 12". Alexandria leží približne na tom istom poludníku ako Syéne (dnešný Asuán). Vedel, že karavána tiav prejde túto vzdialenosť za 50 dní, pričom denne prejde asi 100 stadií a teda obvod Zeme musí byť 50-krát väčší ako vzdialenosť týchto dvoch miest. Ak 1 stadion = 170 m (táto relácia nie je presne známa, údaj odhadujeme iba z tejto správy a zo skutočnosti, že medzi Alexandriou a Asuánom je 850 km a 5 000 stadií), čím vychádza pre polomer Zeme hodnota okolo 6 764 km, rádovo blízka skutočnej hodnote.

Všetky pozemské merania boli pôvodne urobené metódou triangulácie. Mapované územie bolo prekryté sústavou trojuholníkov so stranami 30 – 40 km, vrcholy boli zabezpečené betónovými blokmi, astronomickými metódami určili ich zemepisnú polohu a s veľkou presnosťou boli v týchto trojuholníkoch merané uhly. Vzdialenosť

vrcholov bola určená výpočtom z meraných uhlov a z veľmi presného merania jednej strany. Tak vznikla *triangulačná sieť prvého rádu*. Podrobnejšie mapovanie sa vykonávalo už vo vnútri týchto trojuholníkov. V sieti prvého rádu sa používa geometria na guľi, prípadne elipsoide, v sieťach vyššieho rádu sa používa rovinná geometria.

Základnou geodetickou úlohou pri týchto meraniach bolo tzv. *pretínanie napred*. V geometrii sa táto úloha nasýva *usu* (uhol, strana, uhol). Zo známej dĺžky strany (z) a dvoch meraných uhlov (α a β) určíme výpočtom vzdialenosti AC a BC (obr. 1).



Obr. 1. Pretínanie napred v geodézii je takmer totožné s určením paralaxy v astronómii.

Z týchto meraní bol určený rovníkový polomer zemského elipsoidu na $a = 6\,378\,140$ m, ktorý je jednotkou na určovanie vzdialeností vo vnútornej slnečnej sústave. Vzdialenosť je určovaná *paralaxou* – uhlom, pod ktorým z danej (kolmej) vzdialenosti vidíme rovníkový polomer Zeme. Napríklad, stredná paralaxa Mesiaca je 57' 02,45".

Celkom dobre si vieme predstaviť meranie deklinácie Mesiaca z rôznych miest na jednom poludníku a z týchto meraní určiť jeho paralaxu. Už pri základni s veľkosťou 100 km a pre Mesiac v blízkosti zenitu, by bol rozdiel v určení deklinácie na koncoch základne cca 54", čo je dobre merateľné. Ťažšie by to bolo už pri planétach, kde podobné merania by v najlepšom prípade pre Venušu a Mars dávali hodnoty blízke oblúkovým sekundám. Relatívne rozmery Slnečnej sústavy nám pomohli určiť dynamické zákony pohybu a dlhodobé pozorovania. Hlavne je to tretí Keplerov zákon (spresnený Newtonovým gravitačným zákonom) a veľkosť slučiek pri zdanlivom spätnom pohybe. Pre zavedenie merítka do relatívnych relácií poslúžili hlavne merania pri prechode Venuše cez slnečný disk a merania polohy Marsu pri opozíciach. Z takýchto meraní sme získali hodnotu pre strednú paralaxu Slnka: 8,794", čo predstavuje 149 597 870 km. Táto veľičina je astronomickou jednotkou vzdialenosti (1 AU) v rámci Slnečnej sústavy.

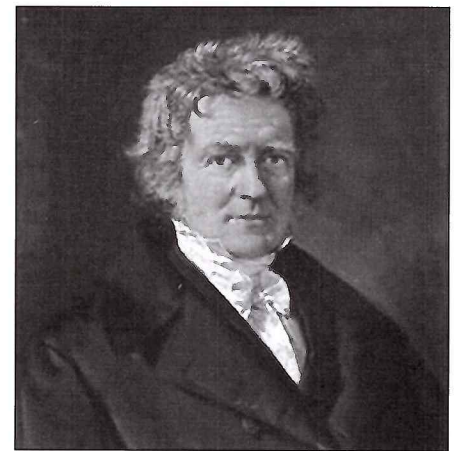
Pokusy o zmeranie hviezdnych vzdialeností boli dlho neúspešné. Nikde som nezistil, komu a kedy napadlo použiť vo funkcii základne pri pretínaní napred celú dráhu Zeme, t. j. 2 AU – najväčšej základne, ktorú má ľudstvo k dispozícii. Aj tak boli pokusy o meranie neúspešné. Ukázalo to iba, že ak vedeli zistiť 1" rozdiel v polohe na koncoch takejto základne, po-

tom vzdialenosti hviezd musia byť väčšie ako 2×206263 AU. To ukazuje, že AU je už v tomto prípade nevhodná jednotka. Preto bola zavedená jednotka *parsek* – (pc) vzdialenosť, odkiaľ vidieť 1 AU pod uhlom 1". Vyjadrené v kilometroch je to približne 30 000 000 000 000 km, teda tridsať biliónov km, alebo v úspornejšom zápise 30.10^{12} km. Používa sa tiež jednotka *svetelný rok* – (ly), vzdialenosť, ktorú za tropický rok (365,2422 dní) prejde svetlo s rýchlosťou 299 792,458 km/s. Platí: 1 ly = 63 240 AU = 0,306 8 pc; 1 pc = 3,259 5 ly.

Prvú hviezdnu paralaxu sa podarilo určiť F. W. Besselovi (1784 – 1846) v roku 1838. Išlo o hviezdou 61 Cygni, ktorá je vlastne dvojhviezdou so zložkami vzdialenými 30", s magnitudami 5,20 a 6,05. Jej vzdialenosť odhadol na 3,185 pc, t. j. paralaxa bola 0,314". Súčasná, presnejšia hodnota je 3,484 pc.

Ako väčšinou v dejinách vedeckého pokroku, iba dodatočne sa dá zistiť, ktoré boli rozhodujúce momenty takého úspechu. Najprv to musel byť prístroj. Ten vyhotovil samotný J. Fraunhofer, konštruktér prvého achromatického objektívu. V roku 1825 postavil refraktor s priemerom 244 mm a ohniskom 433 cm vo hviezdárni Dorpat (dnes Tartu, Estonsko). Ďalekohľad bol vybavený vláknovým mikrometrom. Dalo sa na ňom mikrometrickou skrutkou pohybovať jedným vláknom voči druhému, ktoré je pevné. Tak sa dali odmerať relatívne polohy s presnosťou okolo 0,01 mm, čo predstavuje v ohnisku okolo 0,5".

Vidíme, že takáto presnosť ešte nemohla zaručiť úspech. Najdôležitejšou „súčiastkou“ bol človek – F. Bessel (1784 – 1846, obr. 2), ktorý vypracoval metódu merania a uskutočnil ho.



Obr. 2. Fridrich Wilhelm Bessel.

Nemožno pochybovať, že to bol pravý človek na pravom mieste. Za svojho života, okrem iného, zmeral polohy okolo 50 000 hviezd a podľa spracovania triangulačných meraní určil rozmery zemského elipsoidu, ktoré boli spresnené až po ďalšom storočí (1924 – Hayfordov zemský elipsoid). Podľa neho je tiež nazvaná Besselova funkcia, jedna zo základných funkcií súčasnej mate-

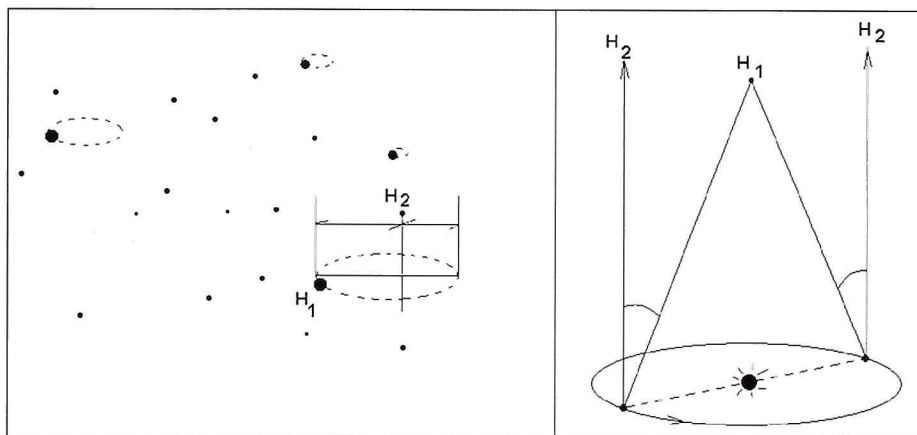
matickej fyziky. Jej správanie preskúmal pri teoretických prácach na probléme viacerých telies.

Dlho mi nebolo jasné ako sa to technicky meralo; ako na koncoch základne, ktorú predstavuje priemer zemskej dráhy, odmeriame potrebné uhly a určíme ich rozdiel. Zamieriť na hviezdzu môžeme, ale nevedel som si predstaviť, čo je druhým ramenom uhla. Až po prečítaní pôvodných prác som zistil, že tu ide o relatívne merania, voči zdanlivo blízkym (v zornom poli), avšak v zornom lúči oveľa vzdialenejším hviezdám. Ak pozorujeme s dostatočnou presnosťou nie veľmi vzdialenú hviezdzu, uvidíme, že počas roka vykonáva voči vzdialenejším hviezdám, ktoré ostávajú „stálicami“, zdanlivý pohyb po elipse, s veľkosťou hlavnej osi závislej od jej vzdialenosti a veľkosť vedľajšej osi závisí od uhla zámernej priamky voči rovine ekliptiky (obr. 3).

Spracovanie merania paralaxy komplikuje ešte vlastný pohyb hviezdzy a aberácia spôsobená orbitálnym pohybom Zeme. Tieto vplyvy sa odstránia pri spracovaní. Treba zdôrazniť, že Bessel je aj autorom mnohých postupov *vyrovnávacieho počtu*, ktorý vo výsledku zohľadňuje veľký počet pozorovaní a tak podstatne znižuje chybu jedného merania.

Besselov výber hviezdzy – 61 Cygni – súvisí s jej vlastným pohybom. Zrejme vychádzal z predpokladu, že pri blízkych hviezdach budeme pozorovať väčší vlastný pohyb. Pri 61 Cygni bol v tom čase zistený najväčší vlastný pohyb, okolo 3" ročne.

Približne v tom istom čase zmerali F. G. W.



Obr. 3. Ilustračné znázornenie merania hviezdnej paralaxy. Lavá časť obrázku znázorňuje hviezdne pole, H_1 – meraná hviezdza voči H_2 , ktorá je voči H_1 prakticky v nekonečne, lebo počas roka nepozorujeme paralaktické zmeny polohy.

Struve paralaxy α Centauri: 0,762" a T. Henderson paralaxy α Lyrae, Vegy: 0,123". Do začiatku dvadsiateho storočia boli známe paralaxy 60 hviezd.

Maximálna vzdialenosť, ktorú touto metódou môžeme zistiť je pri použití súčasnej techniky okolo 1 000 pc = 1 kpc.

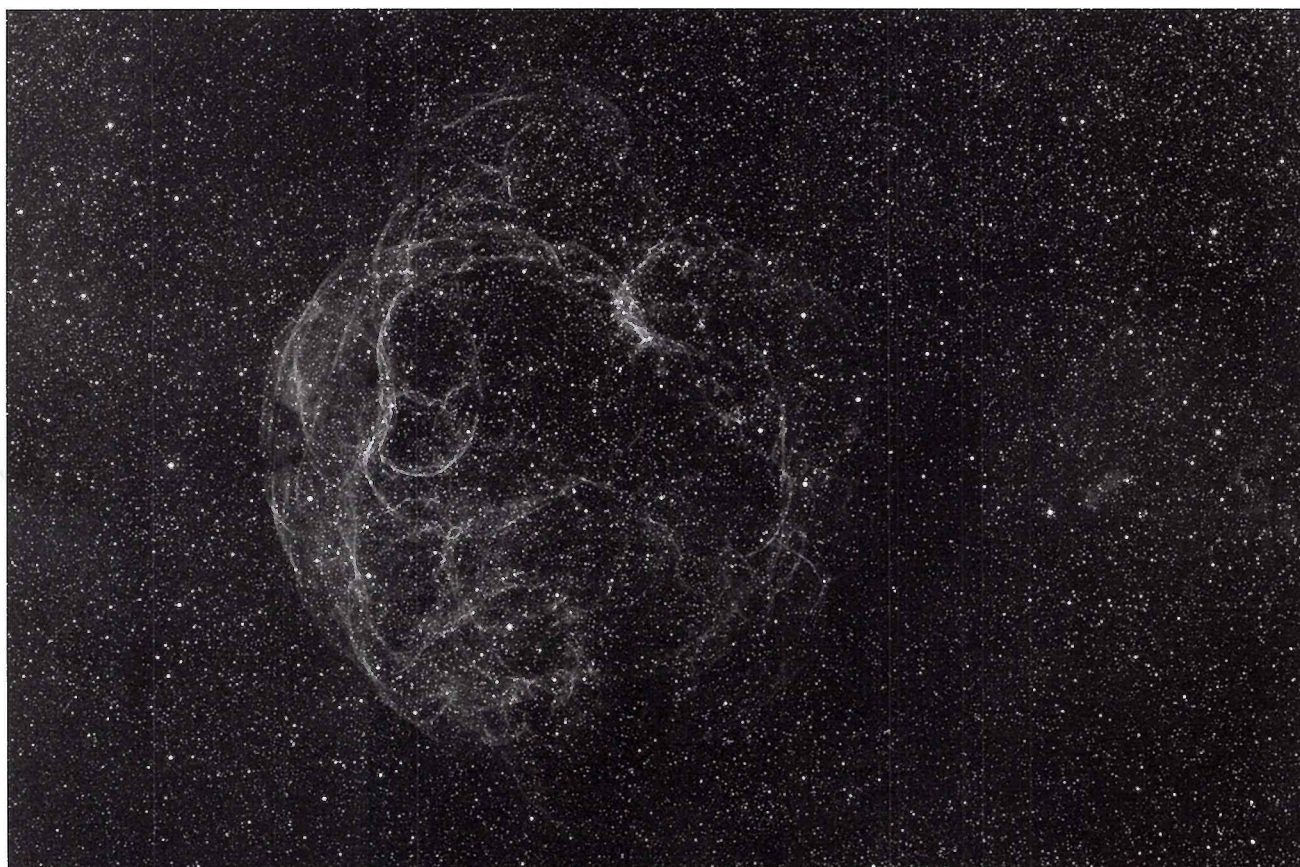
Ak uvážime, že priemer Galaxie je okolo 30 kpc (pozri „Astro – sprievodca 2“) môžeme takto premerať iba „blízke“ okolie Slnka. Ďalej nás môžu posunúť nepriame metódy, o ktorých budeme hovoriť neskôr.

Priestor od Slnka k najbližším hviezdám je te-

da obrovský. Ak ohraničíme priestor Slnčnej sústavy polomerom 100 AU, potom po najbližšiu hviezdzu máme 3 000-krát väčší prázdny priestor.

Použitie väčších ďalekohľadov v infračervenom odbore spektra môže tento priestor zúžiť. Už v minulej časti „sprievodcu“ sme uviedli, že za posledných 10 rokov sa počet hviezd do vzdialenosti 10 pc zvýšil z 200 na 354. Okrem toho, v poslednom čase sa podarilo objaviť tzv. hnedého trpaslíka s povrchovou teplotou okolo 350 °C s hmotnosťou okolo 50 hmôt Jupitera. Podobných (chladných) hviezd môže byť v našom okolí viac.

MILAN RYBANSKÝ



Peter Delinčák: Pozostatok supernovy Sh2-240 (Simeis 147). Fotografované 30. októbra 2010 od 20:57 SELČ; 13×30 min. Canon EF 300 F4 L USM + Baader H- α . Fotografia s prihladením na ostatné práce tohto autora prihlásené do Astrofoto 2010 v kategórii Astronomická fotografia (najmä snímku *Melotte 15*) bola ocenená 2. cenou. Porota v tejto kategórii udelila 2 druhé ceny; druhú dostal Peter Jurista za snímku M 42, ktorú uverejňujeme na strane 31.

Neobyčajná slnečná búrka

Článok naväzuje na materiál z minulého čísla s titulom *Naozaj sa Slnko „prebudilo“?* ktorého autorkou bola Monica Bobra

Slnečná búrka v roku 1859 spôsobila skazu v telegrafnej sieti na celom svete. Polárne žiary boli pozorovateľné až pri rovníku. Čo by taká búrka mohla spôsobiť súčasnej modernej technike?

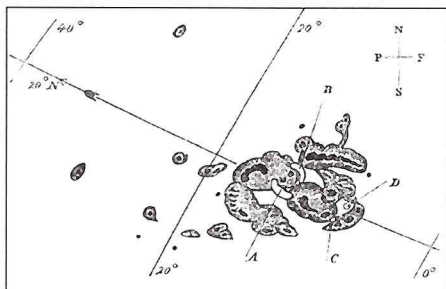
Takmer na celom svete sa dalo pozorovať dramatické divadlo na oblohe, v noci z 28. na 29. augusta 1859. Obyvatelia New Yorku hovorili: „...na oblohe boli naaranžované také farbami hýriace drapérie, aké sme ešte nikdy nevideli“. Noviny *The New York Times* písali: „Takýto úkaz sa dá pozorovať maximálne dvakrát za život“.

Ešte pôsobivejšia polárna žiara sa vyskytla 2. septembra 1859. Bola mimoriadne jasná, farebná a s prestávkami obišla celý svet až do 4. septembra. Ešte aj po dennej prestávke, keď polárnu žiaru už nebolo vidieť, bolo magnetické pole Zeme natolko porušené, že magnetometre ukazovali hodnoty za škálu. V telegrafnej sieti sa na celej zemeguli vyskytli mnohé poruchy a výpadky. Úplne bol telegraf vyradený na 8 hodín. V mnohých regiónoch operátori odpojili telegraf od batérií a vysielali depeše využívajúc iba indukovaný prúd. Zem bola vystavená niekoľkým tak intenzívnym „úderom“ zo strany Slnka, aké sa dovtedy nepozorovali.

V roku 1859 bolo ľudstvo iba na úsvite technického vývoja. Telegraf sa považoval za technický zázrak. Vtedy ešte neboli celé kontinenty spájané sieťami vysokých napätí, nebolo ani satelitov s citlivou elektronikou, obiehajúcich Zem. V súčasnosti, na začiatku 24. cyklu slnečnej aktivity by sme radi poznali odpoveď na otázku: „Čo by sa stalo, keby nás teraz v 21. storočí postihla tak prudká slnečná búrka ako tá z roku 1859?“

Vzťahy Slnko – Zem

Polárne žiary z roku 1859 boli viditeľné prejavy dvoch intenzívnych magnetických búrok, ktoré sa vyskytli blízko maxima 10. cyklu



Obr. 7. Reprodukcia pôvodnej kresby R. Carringtona. A, B, pozorovaná biela erupcia.

slnečnej aktivity. 1. septembra, deň pred začiatkom druhej búrky, britský astronóm-amatér R. Carrington zablask vo veľkej skupine škvŕn, blízko stredu slnečného disku („dve veľmi jasné škvŕnky v bielom svetle“). Zjasnenie trvalo 5 minút a pozoroval ho aj R. Hodgson zo svojej domácej hviezdárne neďaleko Londýna. Carrington vo svojej správe poznamenal, že na druhý deň bola pozorovaná magnetická búrka, ale nabádal k opatrnosti pri tvrdení o kauzálnom spojení týchto dvoch javov.

Americký súčasník týchto udalostí D. Kirkwood naopak, spojil výskyt polárnych žiar, magnetických porúch a zlyhania telegrafu medzi 28. augustom a 4. septembrom 1859 ako „záhadné spojenie medzi slnečnými škvŕnami a zemským magnetizmom“. Aj viacerí výskumníci predpokladali také spojenie na základe desaťročných regulárnych pozorovaní zmien magnetického poľa Zeme a počtu slnečných škvŕn. V polovici desaťročia 1860 H. Fritz z Zürichu a E. Loomis z Yalskej univerzity presvedčivo dokázali súvislosť medzi polárnymi žiarami a cyklom slnečných škvŕn.



Obr. 8. Červená olárna žiara nad východným Massachusetts 30. októbra 2003. Bola viditeľná až nad Kubou, podobne ako polárna žiara z roku 1859.

Teda vzťah medzi javmi na Slnku a geomagnetizmom bol preukázaný už v roku 1859, Carrington a Hodgson objavili stopu tejto väzby, avšak jej podstatu sa dlho nepodarilo zistiť až takmer do konca 20. storočia. Dovtedy, kým sa pomocou programu „kozmickej počasia“ nepodarilo vytvoriť celkový obraz tohto fenoménu.

Veľkoškálové búrky

Prelom nastal až v sedemdesiatych rokoch 20. storočia, keď boli objavené CME – výtrysky koronálnej hmoty do priestoru slnečnej sústavy. Veľmi rýchlo sa zistilo, že nie erupcie, ale CME sú zdrojom geomagnetických porúch. Zatiaľ čo

erupcie sa prejavujú náhlou emisiou žiarenia všetkých vlnových dĺžok, najmä energetických, t.j. krátkovlnových, ale aj dlhovlnových – rádiových a výronu energetických častíc, CME predstavuje obrovský výtrysk koronálneho, teda plazmového materiálu s hmotnosťou okolo 10^{14} kg, t.j. 100 miliárd ton a pohybuje sa rýchlosťou až 3000 km/s. Ak sa to prepočíta na kinetickú energiu, predstavuje to energiu výbuchu 10 000 megaton TNT.

Erupcie aj CME sa častejšie vyskytujú okolo maxima slnečnej aktivity a všeobecne sa mechanizmus ich vzniku vysvetľuje premenou energie magnetického poľa na tepelnú, resp. kinetickú energiu. Detailne tento proces však opísať nevieme. Erupcie a CME sú v princípe nezávislé úkazy, ale ich výskyt je spojený so začiatkom zmeny v kozmickom počasi, ktorá vedie k vzniku poruchy v magnetickom poli Zeme. Aby magnetická búrka vznikla, musí CME:

1. smerovať k Zemi, aby sa oblak plazmy stretol s magnetickým polom Zeme;
2. mať rýchlosť aspoň 1000 km/s a dostatočnú hmotnosť;

3. mať intenzívne vlastné magnetické pole, s opačnou orientáciou ako Zem.

Magnetická búrka so začiatkom dňa 2. septembra 1859 nebola spôsobená vysoko energetickou bielou erupciou, ktorú pozorovali Carrington a Hodgson ráno predošlého dňa, ale rýchlym CME, ktorý „odštartoval“ práve v čase aj v mieste vzniku erupcie. CME tvorilo enormné množstvo hmoty okolitej koróny.

Ak by v roku 1859 operovalo na obežnej dráhe SOHO, jeho koronograf LASCO by pozoroval CME asi 20 minút po maxime erupcie. CME by bolo viditeľné ako jasné halo okolo vonkajšej clony koronografu, čo indikuje, že

CME sa pohybuje smerom k Zemi. Medzi začiatkom erupcie 1. septembra a začiatkom magnetickej búrky uplynulo 17,6 hodiny. Z toho sa dá určiť, že rýchlosť pohybu CME bola približne 2300 km/s, čo by ho zaradilo na druhé miesto v pozorovaných rýchlostiach. Slnční fyzici sa domnievajú, že magnetická búrka, spojená s polárnou žiarou 28. augusta, bola spôsobená podobným mohutným CME, ktorý pri svojom pohybe k Zemi „vyčistil“ dráhu v slnečnom vetre a tak umožnil vysokú rýchlosť CME, ktoré spôsobilo búrku 2. septembra. Pohyb CME je oveľa rýchlejší ako okolitého prostredia, takže jeho čelo tvorí nárazovú vlnu, kde vznikajú veľké elektromagnetické sily urýchľujúce nízkoenergetické častice koróny a slnečného vetra do rýchlosti blížiacej sa rýchlosti svetla. Tento výron slnečných energetických častíc (SEP) obsahuje aj častice, ktoré boli urýchlené priamo pri erupcii. SEP dosiahnu oblasť Zeme do jednej hodiny po erupcii, teda nie sú spojené s hlavným prúdom CME a vnikajú do zemskej atmosféry v okolí pólou, pozdĺž magnetických siločiar. Zvyšujú ionizáciu dolnej ionosféry nad polárnymi oblasťami. Táto sekvencia javov trvá niekedy niekoľko dní.

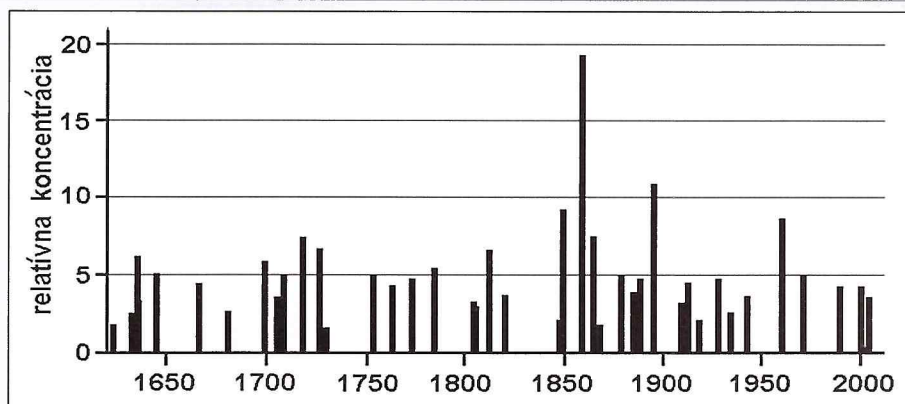
V päťdesiatych rokoch 19. storočia ľudstvo nemalo prostriedky na detekciu častíc zo Slnka (vlastne ani nevedeli, že nejaké častice prichádzajú) a nepoznalo ani väčšinu dnešných technických vymožeností. Takže príchod SEP v septembri 1859 nemal žiadnu odozvu. Existuje však prírodný záznam tejto magnetickej búrky. Pri zrážkach SEP s časticami atmosféry nad pólmi vznikajú ióny NO_3^- – a tieto sa spolu so zrážkami ukladajú v polárnych ľadovcoch. Analýza časového priebehu obsahu týchto iónov v jadrach prieskumných vrtov ukazuje (obr. 9), že pri magnetickej búrke v roku 1859 bol tok SEP niekoľkokrát intenzívnejší ako pri búrke z roku 1972 – najväčšej búrke v modernej dobe.

Nárazová vlna, zodpovedná za búrku v roku 1859 dosiahla zemskú magnetosféru o 04:50 UT, 2. septembra. Dramaticky stlačila zemské magnetické pole a okamžite spustila zjasnenie v celom polárnom ováli. Trvalo niekoľko dní, kým sa magnetosféra vrátila do pôvodného stavu. B. Stewart, riaditeľ observatória „Kew“ neďaleko Londýna (magnetické observatórium, založené 1769), zaznamenal, že „...magnetické pole bolo v tom čase v stave neustálej porušenia až do 5. septembra a normálny stav dosiahlo až 7. – 8. septembra.“

Vplyv kozmického počasia

Súčasný pozorovateľ by ocenil prípad magnetickej búrky z roku 1859 ako mimoriadny. Avšak dopad na spoločnosť vzhľadom na vtedajší stav techniky bol obmedzený na poruchy telegrafu a škody telegrafických firiem, ďalej na škody v riadení dopravy, ktoré s tým súviseli.

V dnešnej dobe by boli následky takejto búrky ďaleko väčšie. Moderná spoločnosť veľmi silno závisí od celého komplexu technických zariadení a mnohé z nich sú citlivé na efekt intenzívnych porúch vonkajšieho magnetického poľa, prípadne ožiarenia časticami (SEP). Zemský povrch, oceány, atmosféra aj blízky kozmický priestor sú dnes prepletené zložitou



Obr. 9. Relatívne koncentrácie NO_3^- získané analýzou jadier z vrtu v grónskom ľadovci.

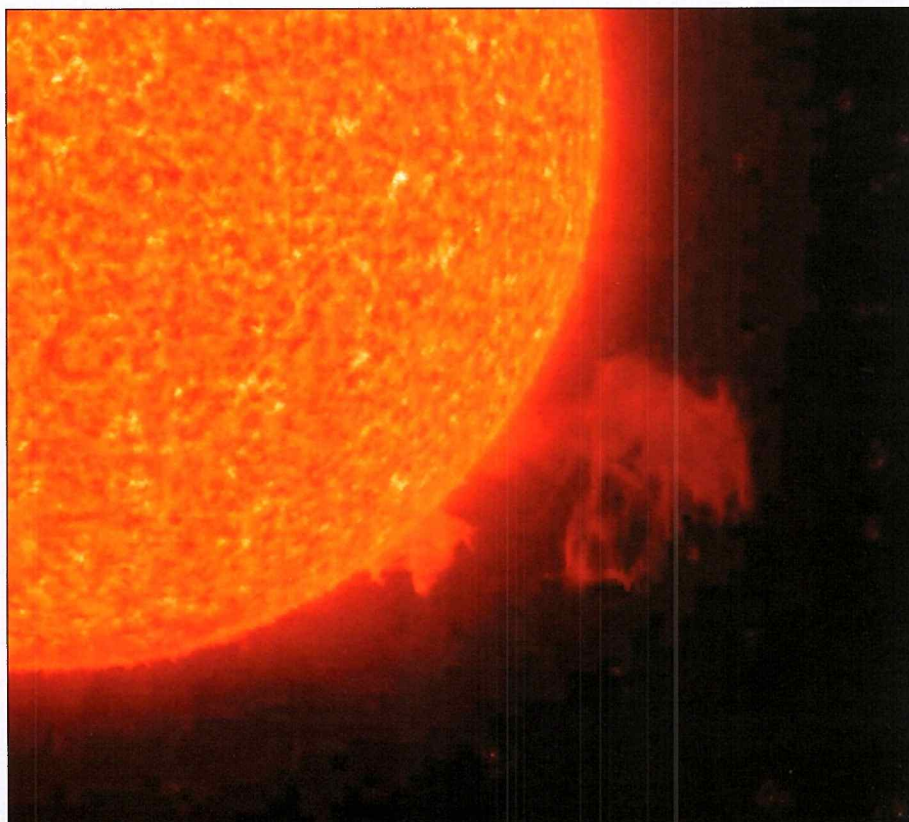
sietou komplikovaných technológií. Vyradenie jednej komponenty, takej ako je zdroj elektrickej energie by mohlo spustiť dominový efekt kratšie alebo dlhšie trvajúcich porúch v celej sieti.

Slnko zase dáva o sebe vedieť

Po približne 11-ročnej perióde, počet pozorovaných slnečných škvrín vzrástol z takmer nuly na 100, možno viac, a potom klesol znova takmer na nulu, akoby nasledujúci cyklus bol v plnom prúde. K slnečnému minimu v našom súčasnom cykle (číslo 24) došlo 4. januára 2008, keď sa skupina slnečných škvrín s premenenou polaritou magnetickeho poľa 24. cyklu objavila vo vysokých heliografických šírkach. Je zaujímavé, že Slnko v minulých rokoch absolvovalo najhlbšie minimum aktivity, aké bolo pozorované za viac ako storočie.

Príčina vzniku cyklu slnečných škvrín zostáva jednou z najväčších záhad slnečnej fyziky. Hoci poznáme mnoho detailov, ešte stále sme neobjavili spoľahlivý spôsob na predpoveď. Vedci v súčasnej dobe predpovedajú, že 24. cyklus vyvrcholí v lete 2013, s priemerným Wolfovým číslom 60, v jednotlivých dňoch môže dosiahnuť až 90.

Napriek skromným nedávnym vzrastom počtu slnečných škvrín a relatívne slabým slnečným erupciám, terajší vzrast aktivity po minime má najmenšiu razanciu od 16. cyklu, ktorého maximum slnečných škvrín sa odohralo na konci 20. rokov 20. storočia. Ale Wolfovo číslo nie vždy je spoľahlivým ukazovateľom úrovne slnečnej aktivity (hlavne intenzity erupčnej činnosti), pretože búrka z roku 1859, hoci sa odohrala počas maxima aktivity podľa slnečných škvrín, úroveň Wolfovho čísla bola iba okolo 100. Preto nemôžeme vedieť, či nadchádzajúce maximum nám



Obr. 10. Erupatívna protuberancia, pozorovaná na SDO v čiare HeII – 30,4 nm.

neprípravi podobnú sériu udalostí, ako boli tie z rokov 1859 – 60.

Silné aurorálne prúdy (prúdy v ionosfére, indukované vniknutím SEP do magnetosféry v polárnych oblastiach Zeme), ktoré spôsobili skazu telegrafnej siete v roku 1859, by mohli zničiť moderné transformátory a energetickú sieť. V princípe všetky technológie závisia dnes od elektrickej energie. Hoci pravdepodobnosť krátkeho výpadku prúdu následkom extrémnych kozmických búrok je nízka, následky môžu byť katastrofálne – hlavne kaskádovým efektom na iné závislé systémy, podobne ako to bolo pri kozmickej búrke *Katrina*.

13. marca 1989 nastal výpadok prúdu v provincii Quebec a na severovýchode USA, čo bol klasický príklad dopadu silnej magnetickej búrky na výrobu a rozvod elektrickej energie. Podľa podrobnej štúdie firmy *Metatech Corporation*, v ktorej sa analyzovali následky výskytu magnetickej búrky, ktorá nastala v máji 1921, ohrozujú takéto prípady viac ako 130 miliónov Američanov najmä pre permanentné ohrozenie transformátorov s veľmi vysokým napätím.

(Štúdia „*Severe Space Weather Events – Understanding Societal and Economic Impacts*“ je na: www.nap.edu/openbook.php?record_id=12507&page=R1.)

Kapacity na výrobu takýchto transformátorov v USA aj inde na svete sú obmedzené, preto pri ich poškodení by mohlo byť množstvo ľudí *meziace*, ba aj roky bez elektrického prúdu, pokiaľ by sa podarilo zaobstarať a nahradiť poškodené zariadenia.

Ako kozmická búrka spôsobila výpadok elektrickej siete (prípád z 13. marca 1989)

Aurorálne (okolopolárne) prúdy, spôsobené vniknutím častíc slnečného pôvodu do ionosféry, indukujú v energetických sieťach jednosmerné napätie. Následný jednosmerný prúd môže spôsobiť preťaženie vysokonapäťových transformátorov až tak, že môže dôjsť k ich odpojeniu, a teda prerušeniu prúdu na veľkých územiach. Intenzívnejšie náhle prepätia môžu dokonca za niekoľko minút transformátory zničiť. Problém sa môže rozšíriť aj cez hranice štátov, ak sú energetické siete prepojené, tak ako je to v prípade USA a Kanady. Keď kozmická búrka postihla 13. marca 1989 sieť v kanadskej provincii Québec, porucha sa rýchlo rozšírila na celý severovýchod amerického kontinentu. Bola to iba šťastná náhoda, že sa šírenie poruchy zastavilo, takže škody v USA boli pomerne malé.

Dlhšetrvajúci výpadok prúdu môže ohroziť dopravu, komunikácie, banky, nemocnice, celý finančný aj štátny aparát. Je ohrozená aj dodávka pitnej vody následkom výpadku čerpadiel a strata rýchlo sa kaziacich potravín a liekov pre výpadok chladiacich zariadení. Znesenie určitých služieb na týždeň, mesiace, prípadne aj roky v určitých regiónoch môže mať ďalekosiahle národné aj medzinárodné následky.

Aj slabšie kozmické búrky môžu ovplyvniť činnosť rôznych technických zariadení. Poruchy v ionosfére spôsobené magneticou búrkou môžu interferovať s rádiovým vysielaním alebo

s navigačnými signálmi GPS. Počas trvania polárnej žiary môže byť skreslená, alebo úplne znemožnená vysokofrekvenčná rádiokomunikácia v transpolárnych koridoroch leteckej dopravy. To spôsobí následné odklonenie lietadiel do nižších širok, prípadne aj menších výšok, čo v každom prípade spôsobí finančné straty leteckým spoločnostiam a spôsobí ťažkosti cestujúcim. Časticové žiarenie SEP môže spôsobiť dočasné anomálie v činnosti satelitov, hlavne je kritické pre ich elektroniku, znefunkčňuje slnečné panely, oslepuje kamery a hviezdne navigačné systémy. Intenzívnejšie SEP môžu radiačne ohroziť kozmonautov na ISS, predovšetkým počas preletu cez najvyšší segment jej dráhy, keď nie sú chránení magnetosférou.

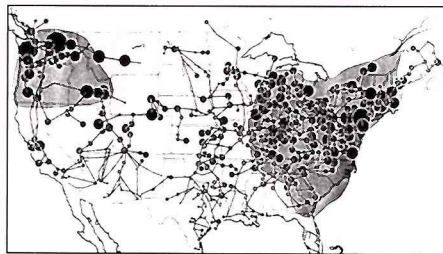
Priemysel sa môže brániť proti vplyvu kozmických búrok úpravou technických noriem a technologických postupov. Pomocou predpovedí hroziacich geomagnetických búrok, ktoré vydáva „*NOAA's Space Weather Prediction Center*“ a monitorovaním zemných prúdov môže operátor rozvodných energetických siet podniknúť preventívne opatrenia. Môže napríklad dočasne presmerovať alebo obmedziť prúd z najohrozenejších častí siete, a tak ochrániť celú sieť pred indukovanými prúdmi.

Ak by operátor dostal varovanie, že prichádza búrka takej úrovne, aká bola v roku 1859, mohol by odpojiť niekoľko vysokonapäťových transformátorov, aby ich ochránil pred zničením. Takto sa však môže koncentrovať nebezpečný prúd do ostatných. Celú sieť (v USA) nie je možné odpojiť, na to nemá nikto oprávnenie. Avšak aj keby sa to dalo urobiť, následky by dosiahli výšku desiatok miliárd dolárov. A ešte je tu riziko, že ide o falošný poplach. Podľa štúdie firmy *Metatech* väčšia ochrana energetickej siete proti účinkom slnečných búrok je oveľa lacnejšia ako úhrada škôd za falošný poplach, t. j. za odpojenie siete.

Tak ako v iných odvetviach, aj vedúci kozmických agentúr môžu odložiť štart satelitov počas kritických období. Kozmický priemysel navrhuje satelity tak, aby boli schopné prevádzky aj v extrémnych podmienkach. A satelity GPS sú vybavené prídavným zariadením, ktoré meria a signalizuje stav kozmických podmienok.

Budúce ohrozenia

Extrémne kozmické búrky nie sú časté, avšak majú ohromné následky. Či už verejné, alebo



Obr. 11 : Táto mapa pochádza zo štúdie *Metatech Corporation*. Spojovacie čiary znázorňujú rozvody veľmi vysokého napätia, krúžky hlavné rozvodne. Pozdĺž týchto rozvodov sa môže šíriť aj indukovaný prúd z geomagnetických búrok. Na trase je okolo 300 ohrozených vysokonapäťových transformátorov.

súkromné inštitúcie musia plánovať aj prostriedky na ochranu pred nežiadúcimi účinkami kozmických búrok. Aby bola civilizácia pripravená na zmeny kozmických podmienok (Space Weather), musí byť vypracovaná stratégia postupu pri každej činnosti. Bez preháňania môžeme tvrdiť, že moderná spoločnosť sa nezaobíde bez zohľadňovania kozmických podmienok.

Naše poznatky o zraniteľnosti modernej infraštruktúry extrémnymi kozmickými búrkami a možnosťami ochrany pred nimi sa zakladajú na skúsenostiach, ktoré boli získané počas takých geomagnetických búrok, aké boli v marci 1989, alebo v októbri a novembri 2003. Prípady búrok z rokov 1859 alebo 1921 ukazujú, že také extrémne javy sa môžu vyskytnúť hocikedy, hoci aj nie často. Je dôležité si tiež uvedomiť, že veľká erupcia a CME v novembri 2003 sa vyskytla na slnečnom okraji, a nie v jeho strede. Ak by nastala v strede disku, následky by pravdepodobne boli porovnateľné s tými z roku 1859. Predpokladá sa, že budúce maximum slnečnej aktivity nastane okolo roku 2013 a vtedy môžeme predpokladať výskyt väčších kozmických búrok.

Napriek udalostiam z roku 1989 a 2003, energetická rozvodná sieť USA sa do dnešných dní stala ešte zraniteľnejšou, jednak z hľadiska slabého zabezpečenia proti celkovému výpadkom a jednak stáleho ohrozenia zo zastaraneho zariadenia, ktoré by si vyžadovalo veľmi dlhé lehoty na prípadné opravy. Zo štúdie, ktorú vypracovala „*U.S. National Academy of Sciences*“ vyplýva, že priemyselní experti chápu možnosti poškodenia technológií kozmickými búrkami. V mnohých prípadoch vedia, čo by sa malo urobiť na obmedzenie následkov slnečných búrok: zväčšiť kapacity monitorovania, zlepšiť možnosti predpovede a nové technológie budovať s väčšou bezpečnosťou. Málo sa tiež zdôrazňuje, koľko nás stoja následky kozmických búrok. Výpadok siete v auguste 2003, ktorý nebol spôsobený magneticou búrkou stál 4 – 10 miliárd dolárov. Podľa vypracovaného scenára by následky intenzívnej magnetickej búrky vyšli na 1 – 2 bilióny dolárov, pričom by ich odstránenie trvalo 4 – 10 rokov. Rovnako sú ohrozené aj siete mnohých iných štátov.

Naš príspevok je založený na známych alebo predpokladaných sociálno-ekonomických dopadoch kozmických búrok. Možno by bolo vhodnejšie ukázať nespočetné množstvo úkazov, ktoré by bolo potrebné lepšie poznať. Je dosť ťažké určiť, nakoľko môže byť pre dnešný svet nebezpečná kozmická búrka podobná tej z roku 1859. Treba sa nám však lepšie pripraviť na takýto prípad a pomôcť politikom pochopiť, čo sa môže urobiť na zmiernenie následkov kozmických búrok.

D. N. BAKER, J. L. GREEN
D. N. Baker je riaditeľ oddelenia fyziky atmosféry a kozmického priestoru na univerzite v Boulderi (Colorado). Publikoval viac ako 700 vedeckých prác z oblasti fyziky plazmy a energetických častíc.

J. L. Green je riaditeľ planetárneho oddelenia v štábe NASA. Publikoval viac ako 100 prác o rôznych aspektoch magnetosféry Zeme a Jupitera.

S pomocou dcér Janky a Moniky preložil a upravil MILAN RYBANSKÝ

V r. 2004 byl k překvapení odborníků objeven v atmosféře Marsu **plynný methan**. Methan je totiž v atmosféře Marsu nestabilní, takže musí být neustále doplňován z nějakého konkrétního zdroje pod povrchem planety. Podle M. Mummy aj. se nyní podařilo takový zdroj najít pomocí pozemních infračervených spektrometrů ve výronech z hornin bohatých na jílové minerály na vysočině Arabia Terra, v příkopech Nili Fossae aj. Z jednotlivých zdrojů uniká až 0,6 kg methanu za sekundu a v létě se v atmosféře Marsu nad severní polokoulí odhaduje množství methanu na 19 kilotun. Podle F. Lefevra a F. Forgeta se koncentrace methanu mění jak na daném místě tak v daném čase na různých místech. Přesto však zatím nevíme, jak a kde se tento methan opět z atmosféry ztrácí. Jde o tak palčivou otázku, že NASA a ESA uvažují o vyslání společné speciální sondy k Marsu již v r. 2016.

Spektrometr GRS pro detekci záření gama na orbitální sondě Mars Odyssey přinesl důkaz o tom, že na planetě **existoval v dávné minulosti oceán**, pokrývající třetinu povrchu planety (byl dvacekrát větší než plocha Středozemního moře), a o něco mladší menší oceán. Na jejich březích se podařilo prokázat přebytek draslíku, železa a thoria. Spektrometr GRS „prohlédne“ do hloubky 0,3 m pod povrch planety a na severní polokouli našel ve vysokých areografických šířkách všude led. Čistý led se také postupně nachází v mladých impaktních kráterech; je ho tam mnohem více, než se čekalo. M. Balme aj. objevili na povrchu Marsu polygonální útvary oddělené od sebe trhlinami. Jejich morfologii vysvětlují cykly tání a mrznutí tekuté vody, které probíhaly ještě před 2 mil. let. Evropská sonda Mars Express našla kolem 45° jižní areografické šířky hory, kde pod povrchem z prachu úspěšně stékají z hor ledovce. Podle N. Jevdokimové aj. získala sonda i další doklady o výskytu tekuté vody na povrchu Marsu v minulosti. Totéž potvrzují i snímky oběžné sondy MGS z r. 1997.

Po velké erupci na Slunci v říjnu 2003 se dočasně **snížila hustota atmosféry Marsu o řád**. Zato za posledních 30 let došlo na Marsu k solidnímu globálnímu oteplení, neboť průměrná teplota povrchu planety se zvýšila o 1,7 °C. Jelikož Mars dostává v průměru od Slunce o 43 % méně záření a přitom má v porovnání se Zemí velmi řídkou atmosféru, je pravděpodobně, že je citlivější na variace sluneční činnosti než Země. To by ovšem znamenalo, že globální oteplování pozorované na Zemi odráží celoplanetární „klima“, a to si nedá poroučet.

1.1.5. Jupiter

Australský astronom amatér Anthony Wesley oznámil 19. 7. 2009 objev **malé tmavé skvrny** poblíž jižního pólu planety svým 0,35m teleskopem. Objev vzápětí nezávisle potvrdil japonský astronom amatér T. Mišina. Příslušnou oblast pak o 22 h později sledovali P. Kalas aj. pomocí Keckova teleskopu v infračerveném pásmu spektra a zaznamenali tam jasnou skvrnu v jovigrafické délce 305°, jejíž plocha dosáhla závratných 200 mil. čtv. kilometrů. O týden později sledoval oblast skvrny také teleskop VLT ESO a na snímcích v pásmu 2,5 μm se ukázalo, že skvrna se rozdělila na dvě jasné části vzdálené od sebe 8° a její vývoj v čase zcela odpovídal podobnému vývoji skvrn po dopadu úlomků komety Shoemaker-Levy 9 shodou okolností právě o 15 let dříve. Jak uvedli G. Orton aj., byli jsme tedy shodou šťastných okolností svědky dopadu dalšího kosmického projektilu (jádra komety nebo planetky) o průměru stovek metrů na Jupiter, což naznačuje, že Jupiter dostává daleko více takových zásahů, než jsme si donedávna mysleli. Zejména tím získalo na ceně pozorování tmavé skvrny na Jupiteru, kterou objevil V. Zlatinski v severní tropické zóně planety 18. 8. 1917 pomocí 0,11m refraktoru. Objev byl o týden později potvrzen známým amatérem P. Fauthem.

X. Asay-Davis aj. zjistili, že lineární průměr dlouhodobě pozorované **Velké červené skvrny** v atmosféře Jupiteru se během deseti let od r. 1996 zmenšil o 15 %, ale její obvodová rychlost se přitom nezměnila. R. Helled aj. srovnali několik metod určení periody rotace Jupiteru a dostal lehce rozdílné výsledky. Z měření polohy hladiny konstantního atmosférického tlaku planety jim vyšlo 9 h 54 min 30 s, kdežto z průletu sond Pioneer a Voyager hodnota přesně o 1 min delší a z velikosti zploštění Jupiteru hodnota o 50 s delší v porovnání s první metodou.

V listopadu 2009 dostala družice Jupiteru s **předběžným označením S/2003 J 17 jméno Herse a oficiální označení Jupiter L**, tj. jde o jubilejní 50. družici planety. V. Lainey aj. propočítali velikost energie ze slapového tření v Jupiterově družici Io a dokázali, že je postačující pro vysvětlení mohutného vulkanismu na povrchu tohoto jedinečného tělesa v Jupiterově soustavě družic. Slapy totiž produkují tepelný výkon 90 TW, což dává na povrchu Io tepelný tok přes 2 W/m². Nitro Io je přitom v termodynamické rovnováze. Pro výpočet byla velmi užitečná přesná astrometrie pohybu družice již od r. 1891. Io se sice od Jupiteru vzdaluje z téhož důvodu jako se Měsíc vlivem slapového tření vzdaluje od Země; podobně se od Jupiteru sekulárně vzdalují i družice Europa a Ganymed. U Jupiteru však existuje i další silný efekt opačného znamení, takže výsledkem tohoto přetahování je pomalé přibližování Io k Jupiteru, které asi za 100 mil. roků způsobí, že silný vulkanismus na Io ustane.

Dne 23. června 2009 se odehrál **zákryt Jupiterovy družice Amalthea družicí Io**. Šlo dokonce o totální zákryt, který trval 94 sekund a byl sledován pomocí série 5s expozic. Při dnešní přesnosti astrometrie lze takové úkazy dobře předvídat a jejich sledování přispívá jak k dalšímu zpřesnění drah obou družic, tak i ke zkoumání jejich exosfér.

1.1.6. Saturn

Neobyčejně úspěšná kosmická sonda Cassini pokračovala plynule v průzkumu Saturnu, jeho družic i prstenců i po skončení své zaručené životnosti 2004-2008. Zvláště velké množství výsledků přinesly další těsné průlety sondy kolem Saturnových družic, především **Enceladu**, kde se při průletu počátkem října 2008 podařilo získat snímky jeho povrchu s lineárním rozlišením až 12 m. J. Waite aj. získali díky hmotovému spektrometru na sondě údaje o výskytu celkem 28 sloučenin na povrchu a ve výtryscích Enceladu, počínaje vodou a konče uhlovodíky, ale také čpavku. Poblíž trhlin, z nichž tryskají gejzíry vody a zrníček vodního ledu, byly naměřeny teploty nad 180 K a při těchto teplotách tvoří voda s příměsí čpavku nebo methanu nemrzoucí směs.

Již při průletu koncem listopadu 2005 zaznamenali M. Hedman aj. **výtrysk sahající až výšky 300 km**, v němž ledem obalená zrnka prachu o průměru řádově mikrometry tryskala z jácnu gejzíru rychlostmi až 160 m/s, tj. až 2/3 únikové rychlosti z družice. Někteří autoři se proto domnívají, že Enceladus má podpovrchový vodní oceán, ale pozorování tomu příliš nenasvědčují, protože podle N. Schneidera aj. ve zmíněných gejzírech nebyl zjištěn z pozemních pozorování sodík, tj. vystřelované kapičky vody nejsou slané.

Naoproti tomu podle F. Postberga aj. byly slané sloučeniny NaCl, NaCO a NaCO₂ objeveny na okrajích trhlin Encleadu poblíž jeho jižního pólu během dosavadních průletů sondy a jelikož se další průlety ještě uskuteční, je pravděpodobné, že se dosud protichůdné údaje podaří zlepšit a zmíněnou otázku jednoznačně rozhodnout. Počátkem listopadu 2009 proběhl další těsný průlet sondy ve výšce 99 km nad povrchem Encelada a tak se podařilo spočítat, že slapové tření uvnitř družice dává tepelný výkon kolem 100 MW, což by mohlo stačit pro ohřev vody v hypotetickém podpovrchovém oceánu.

Také největší družice Saturnu **Titan** byla sledována sondou Cassini při několika dalších těsných průletech. Podle J. Mitchella má Titan zcela určitě podpovrchový oceán tekuté vody, protože se to projevuje kolísáním rychlosti rotace družice. Oceán tepelně izoluje hmotné jádro Titanu od jeho ledové kůry o tloušťce kolem 100 km. Tekutina snižuje moment setrvačnosti povrchu družice. Sezónní výměna momentu hybnosti mezi hustou atmosférou Titanu a jeho povrchem ovlivňuje délku rotační periody družice. Atmosféra Titanu totiž vykazuje tzv. superrotaci, tj. přebytek rychlosti až 100 m/s. R. Lorenz a J. Radebaughová prozkoumali radarové snímky 16 tis. segmentů dun na 8 % povrchu Titanu v úhlové vzdálenosti až 30 \circ od rovníku. Duny jsou seřazeny ve směru od východu na západ, což svědčí o neobvyklém retrográdním vanutí větru.

Další důkaz o existenci **podpovrchového oceánu** poskytla podle C. Béghina aj. měření modulu Huygens, protože průběh změn elektrického náboje během sestupu odrazil interakci magnetického pole Titanu s atmosférou i nitrem Titanu. Z měření vyplývá, že kůra družice má tloušťku jen několika desítek km, a že oceán obsahuje kromě vody také čpavek, který mimo jiné (jako „fridex“) snižuje bod tání kapaliny v oceánu.

V **atmosféře Titanu** jsou podle S. Rodrigueze aj. pozorovatelná uhlovodíková mračna na jižní, tj. nyní letní, polokouli, zatímco na chladnější severní polokouli zcela chybějí. Léto a zima se na polokoulích Titanu střídají zhruba po 15 letech. Výskyt mračen je tedy ovlivněn globální cirkulací Titanovy atmosféry. Mračna se dají dokonce pozorovat ze Země ve výškách až 45 km nad Titanem, což se podařilo díky Spitzerovu kosmickému teleskopu, ale též díky teleskopům Gemini N a IRTF na Havaji v infračerveném spektrálním pásmu. Na jaře 2008 byl dokonce díky oběma teleskopům pozorován hurikán v jižní šířce 15°. Podle E. Schallera aj. a C. Griffithové aj. se bouřková mračna objevila po několikaleté přestávce i v troposféře nad rovníkem ve výškách pod 26 km a jelikož jsou tvořena kapičkami uhlovodíků (především methanu), může na Titanu pršet. Na chladnější severní polokouli se vyskytují ethanová mračna.

D. Jennings aj. ukázali, že **povrchová teplota na Titanu** jen nepatrně závisí na úhlové vzdálenosti od rovníku. V oblasti rovníku, kde přistál modul Huygens, byla naměřena jasová teplota 94 K, která směrem k pólům klesá jen o 2 K. Na jižní polokouli jsou léta kratší, a proto i chladnější. Hloubka uhlovodíkových jezer přesahuje 10 m a podle profilu dna jezer v létě vyschlých dosahuje i stovek metrů. Když se na severní polokouli Titanu blíží léto, začnou se jezera stěhovat ze severu na jih a během severního léta se zcela vypaří. D. Cordier aj. dokázali zpřesnit díky měřením plynového chromatografu na modulu Huygens a také pomocí radaru na sondě Cassini údaje o chemickém složení kapaliny v jezerech, které se podstatně liší od původních hrubých modelů. V jezerech se vyskytuje v průměru 78 % ethanu (C₂H₆), 8 % propanu (C₃H₈), 5 – 10 % methanu (CH₄), 2 – 3 % kyanovodíku a po 1 % butenu (C₄H₈), butanu (C₄H₁₀) a acetyleny (C₂H₂).

O. Mousis aj. se věnovali otázce, kde se na Titanu bere **methan, jenž dává jeho atmosféře oranžové zbarvení**, ale současně se nepřetržitě rozkládá slunečním zářením takovým tempem, že k jeho průběžnému doplňování by nestačila jezera na povrchu Titanu. Dospěli k závěru, že methan získal tato obří družice již při svém vzniku před 4,5 mld. let, takže v jejím nitru je dosud nejméně o tři řády více methanu než v jeho atmosféře. Cirkulace methanu mezi nitrem, povrchem a atmosférou dokonce napovídá možnosti výskytu života na odlišném principu, než je koloběh vody na Zemi, jak se dosud většinou uvažovalo. C. Nixon připomněl, že atmosféra Titanu byla objevena při pozorováních ze Země již v r. 1907 a díky sondě Voyager 1 víme od r. 1980, že hlavní složkou atmosféry je dusík a tlak na povrchu družice přesahuje dvakrát tlak atmosféry na povrchu Země. Projevuje se tam i podobný skleníkový efekt, jenž umožňuje výskyt kapalné vody na zemském povrchu, jenže se v tomto případě týká methanu. X. Gu aj. dokonce zjistili na základě modelových výpočtů, že v atmosféře Titanu se vyskytuje triacetylén (HC₆H), který tvoří zřejmě významnou součást opraru nad uhlovodíkovými jezery a hraje podobnou úlohu ochrany povrchu před ultrafialovým zářením Slunce, jakou má na Zemi ozon. Proto bude podle H. Lammera aj. asi zapotřebí rozšířit definici ekosfér (obydlitelných pásem) zejména kolem trpasličích hvězd pozdních spektrálních tříd.

J. Lebreton aj. a Nelson aj. popsali **výsledky studia povrchu Titanu** jednak při sestupu sondy Huygens a jednak při následných těsných průletech sondy Cassini v blízkosti Titanu. Odtud vychází, že povrch Titanu je geologicky mladý, a tudíž se rychle proměňuje. Během let 2004 – 2005 byly pozorovány změny infračervené odrazivosti povrchu na ploše přes 70 tis. čtv. kilometrů kolem 78° západní délky a 26° jižní šířky. Patrně jde o důsledek sezónního kolísání výskytu čpavkové jinovatky na této obrovské ploše. Podle H. Zebkera aj. vyplývá z radarových měření sondy Cassini, že Titan má prakticky přesně kulový tvar o poloměru 2574 km.

Pokud jde o další družice Saturnu, pokrok je i v těchto případech znamenitý. T. Roatsch aj. publikovali atlasy a schválenou nomenklaturu útvarů na povrchu družic **Mimas, Tethys a Japetus** s rozlišením lepším než 800 m/pixel. V březnu 2009 byl zveřejněn objev další družice Saturnu s předběžným označením S/2008 S1, která byla pozorována sondou Cassini mezi červnem 2007 a únorem 2009, odkud vyšly parametry oběžné dráhy: $a = 167,5$ tis. km; $e = 0,000$; $i = 0,001^\circ$; oběžná perioda 0,8 d a odhadovaný průměr 0,25 km. Družice vykazuje dráhovou rezonanci 7:6 se známou družicí Midas a nachází se v oblasti Saturnova prstenu G. V květnu 2009 obdržela definitivní označení: Saturn LIII Aegaeon.

Během roku 2009 stoupl díky sondě Cassini počet Saturnových družic s ověřenými drahami na 61, ale některá z těles jsou podobně nepatrná jako Aegaeon, takže se patrně blíží chvíle, kdy bude asi potřebí nějakého administrativního zásahu, oddělujícího přirozené družice od kamenných či ledových úlomků. Cassini je zkrátka v tomto směru příliš horlivá sonda, a to také díky spolupráci s astronomy-amatéry, kteří začali objevovat minidružice díky dlouhým stínům, které vrhají na Saturnovy prstence.

Do sledování Saturnu se však poněkud překvapivě zapojil i Spitzerův kosmický teleskop SST, který díky infračerveným snímkům vzdáleného okolí planety umožnil A. Verbiscerové aj. odhalit gigantický prsten ve tvaru tlustého disku s vnitřním okrajem nanejvýš 128 poloměrů Saturnu R_S (7,7 mil. km) a vnějším dokonce alespoň 207 R_S (12,5 mil. km). Příčná tloušťka disku skloněného pod úhlem 27° k rovině Saturnova rovníku dosahuje 40 R_S (4,8 mil. km). Prsten se skládá z nepatrných prachových zrníček o průměru do

100 mikronů, ale jeho plocha je o čtyři řády větší než u klasických Saturnových prstenců A a B. Podle všech známek je prsten výsledkem bombardování povrchu družice Phoebe, která obíhá Saturn retrográdně po dráze skloněné pod úhlem 175° k oběžné rovině planety v průměrné vzdálenosti $215 R_S$ (13 mil.km). Jeho existenci předpověděl v r. 1974 americký astrofyzik S. Soter.

S. Charnoz aj. se věnovali otázce, zda **Saturnovy prstence** mohly vzniknout v epoše těžkého bombardování planet Sluneční soustavy před 4 mld. let. Myslitelné jsou dva mechanismy, tj. srážka dvou již existujících přirozených družic Saturnu, anebo slapové rozpady dorážejících kometárních jader. Autoři zjistili, že bombardování kometami bylo v té době dostatečně vydatné, takže i tento scénář je reálný, ale v tom případě by podobně bohatou soustavu prstenců musely mít i ostatní obří planety. Proto nakonec dávají přednost srážce dvou již existujících družic Saturnu.

Odstavec o pozoruhodných prstencích Saturnu uzavírám poznámkou o **Galileových pozorováních dalekohledem**, který sice neumožnil objevit jejich podstatu, ale stačil na zahlédnutí Saturnových „sluhů“ v létě 1610 a znovu od r. 1616. Zajisté udivený Galileo je však nemohl nalézt při pozorováních v r. 1612 a znovu sluhové zmizeli v r. 1626. Těžko mohl tušit, že jde o prstence, které se během Saturnovy oběžné dráhy naklápějí od největšího rozevření až po prakticky skutečné zmizení, když je pozorujeme z boku, protože jejich příčný rozměr je opravdu zanedbatelný vůči jejich poloměru v poměru více než sedmi řádů!

Sonda Cassini podle L. Ioria umožnila díky přesným **měření poloh Saturnu** v letech 2004 – 2006 objevit nečekanou odchylku v rychlosti sekulárního perihelu Saturnu od výpočtu, který postihuje známé efekty Newtonovy i Einsteinovy teorie včetně rušivého působení 20 transneptunských objektů. Odchylka od výpočtu činí $(-0,006 \pm 0,002)''$ /století, což je ovšem právě na hranici trojnásobku střední chyby a lze jen těžko odhadnout, jak se bude tato veličina měnit v průběhu dalších let. Z tohoto důvodu by bylo jistě skvělé, kdyby sonda Cassini mohla měřit polohy Saturnu co možná nejdéle.

R. Helled aj. užili pro **určení rotační periody Saturnu** těchto metod, kterými počítali periodu rotace Jupiteru. Pro Saturn tak dostali hodnoty v rozmezí 10 h 31 min 49 s až 10 h 32 min 35 s, takže navrhuji uvádět nadále průměrnou hodnotu 10 h 32 min.

1.1.7. Uran a Neptun

O. Benvenuto aj. ukázali, že **obří plynné planety Sluneční soustavy** počínaje Jupiterem a konče Neptunem vznikly rychleji, než se dosud soudilo, během několika málo milionů let z kamenných zárodků tvořených přibíráním (akrecí) planetesimál o typických rozměrech 30 – 100 m. Tyto zárodky pak na sebe nabalily obrovské množství prvotního plynu, převážně vodíku a hélia.

T. Widemann aj. zpracovali výsledky mezinárodní pozorovací kampaně z 8. září 2001, kdy Uranova družice **Titania** zakryla hvězdu 7. mag (HIP 106829; sp. KO III; poloměr $10 R_O$; vzdálenost 170 pc). Na kampani se podílelo 57 pozorovatelů na třech kontinentech; z pozorování vybrali nejlepší 27 záznamů, a tak zjistili, že Titania nemá atmosféru a není zploštělá; její poloměr dosahuje 788 km a rotuje s periodou 8,7 dne. Hustota 1,7násobek hustoty vody prozrazuje, že jde o kamenné těleso s velkým obsahem vodního ledu. C. Miller a N. Chanover využili okolnosti, že Uranova družice Umbriel zakryla 15. srpna 2007 Titanii a o 4 dny později také Ariela k odvození přesných poloměrů všech tří družic, tj. Umbriel má poloměr 585 km, Titania 789 km a Ariel 579 km.

Spektrometr CRIRES na VLT ESO potvrdil výskyt plynného methanu v řídké atmosféře Neptunovy družice **Triton** a odhalil také pásy CO v blízké infračervené oblasti spektra kolem $2,3 \mu\text{m}$.

1.2. Meziplanetární látka

1.2.1. Trpasličí planety, transneptunská tělesa (TNO), Kentauři

E. Lellouch aj. zkoumali vlastnosti spodní atmosféry (**134340**) **Pluta** jednak pomocí spektrografu HIRES na Keckově teleskopu a jednak během zákrytů hvězd Plutem. Hlavní složkou spodní atmosféry Pluta je molekulový dusík s 0,5% příměsí plynného methanu, jenž se však převážně koncentruje těsně u povrchu trpasličí planety. Tím lze vysvětlit teplotní inverzi v atmosféře Pluta ve vrchní atmosféře, kde teplota vzrůstá na 100 K. Tlak atmosféry při povrchu kolísá od 0,6 do 2,4 Pa.

Trpasličí planeta s přeběžným označením 2003 EL61, která díky dvěma objeveným družicím (objeveným Keckovým dalekohledem na Mauna Kea na Havaji) má nyní dobře určené rozměry (poloměr 700 km) i hmotnost ($4 \cdot 10^{21}$ kg, tj. 6 % hmotnosti našeho Měsíce), dostala název (**136108**) **Haumea** podle havajské bohyně plodnosti. Její družice obdržely ve shodě s tím jména **Hi'iaka** (bohyně zrozená z úst Haumey) a **Namaka** (bohyně vod a moří zrozená z těla Haumey). Podle W. Frasera a M. Browna mají všechna tři tělesa podle spekter pořízených NICMOS HST podobný povrch, takže vznikla naráz při jediné srážce, nikoliv zachycením družic Haumeou. Jde zatím o jedinou rodinu planetek se společným původem mezi tělesy TNO, přičemž Haumea je právě největším a nehmotnějším členem své rodiny.

D. Ragozzine a M. Brown zjistili z pozičních snímků HST a Keckova teleskopu, že bližší družice **Namaka** s excentricitou $e = 0,25$ nemá keplerovskou dráhu, kdežto vzdálenější družice **Hi'iaka** ano, ačkoliv dráhy obou družic jsou koplanární, ale současně obě obíhají retrográdně se sklonem drah 113° a 126° . Namaka prodělávala v uplynulých letech jednak přechody přes kotouček Haumey a jednak také zákryty. Obě družice se vzájemně zakrývaly v červenci 2009 a zmíněné geometrické úkazy pochopitelně pomohly zpřesnit parametry všech zúčastněných těles. Velká poloosa dráhy Namaky činí 26 tis. km, kdežto Hi'iaky 50 tis. km. Namaka má poloměr 80 km a hmotnost $2 \cdot 10^{18}$ kg, zatímco Hi'iaka je dvakrát větší a o řád hmotnější. Průměrná hustota družic je srovnatelná s hustotou vody v pozemských podmínkách, což nasvědčuje tomu, že jde převážně o ledová tělesa s mírnou porézností.

A. Heinze a D. de Lahunta zpracovali světelnou křivku další trpasličí planety (**136472**) **Makemake** (předběžné označení 2005 FY9), která se barvou podobá Plutu. Z periodického kolísání její jasnosti s amplitudou 0,03 mag obdrželi její rotační periodu 7,8 h. Je pozoruhodné, že k vizuálnímu rozlišení Pluta a Charonu stačí reflektor o průměru zrcadla 0,45 m při zvětšení 500krát, ovšem za vynikajícího klidu atmosféry vysoko v horách. K vizuálnímu pozorování Makemake (17,0 mag) a Haumey (17,4 mag) je zapotřebí 0,9m reflektor, takže vizuální dohlednost pomocí dalekohledu do vzdálenosti 45 AU od Slunce je nyní dobře možná.

C. Morea Dalle Ore aj. zkoumali pomocí SST a VLT infračervená spektra TNO (**50000**) **Quaoar**. Prokázali tak na jeho povrchu

s teplotou 30 K krystalický vodní led a dále led methanu a možná i ethanu. V zrníčkách hornin se však vyskytuje i amorfni vodní led vznikající ozařováním krystalického ledu slunečním zářením. Quaoar s červeným vzezřením podobným Plutu je patrně menší, než se původně soudilo, protože má poměrně vysoké albedo 20 %, takže jeho poloměr činí jen něco přes 400 km. Quaoar se vyznačuje poměrně malou výstředností dráhy ($e = 0,04$) se sklonem 8° a velkou poloosou $a = 43,6$ AU.

Koncem září 2009 se podařilo pomocí HST prokázat **podvojnost šesti TNO**, konkrétně objektů s předběžným označením 2007 TY430, 1999 XY143, 1999 RY214, 2002 VT130, 2000 WT139 a 2003 YU 179. Úhlová rozteč mezi složkami se pohybovala od $0,06''$ do $0,4''$.

Podle B. Gladmana aj. překročil **počátkem r. 2009 počet objevených transneptunských těles hranici tisíc objektů**, a to jen 79 let po objevu prvního z nich – Pluta. U planetek hlavního pásu, které jsou nesrovnatelně blíží, a tedy mnohem jasnější, dosáhli astronomové těžké mety za 124 let od objevu první planety Ceres. Je to výmluvný doklad toho, jak se za dvě poslední století zlepšily technické možnosti výzkumu Sluneční soustavy. B. Gladman aj. také ohlásili objev prvního TNO s retrográdní drahou, který našli v přehlídce pomocí dalekohledu CFHT. Jde o objekt 2008 KV42 o průměru 50 km se sklonem oběžné dráhy k ekliptice 104° , velké poloose dráhy 42 AU a výstřednosti 0,5. Podle názoru autorů se směr obíhání změnil na retrográdní následkem poruch dráhy od Uranu a Neptunu během nějakých 30 mil. let po vzniku zmíněného TNO.

W. Fraser a J. Kavelaars využili úžasných parametrů přehlídkové kamery Suprime u japonského 8,2m teleskopu Subaru k vyhledání všech TNO jasnějších než $R = 26,8$ mag v zorném poli o ploše 0,33 čtv. stupně. Našli tak celkem 36 TNO a odtud odvodili zlom funkce svítivosti pro TNO s poloměrem 30 km a dále odhadli celkovou hmotnost Edgeworthova-Kuiperova pásu (EKP) na několik setin hmotnosti Země. Jde tedy o pás zhruba o dva řády hmotnější, než je hlavní pás planetek, jehož hmotnost dosahuje jen $3 \cdot 10^{21}$ kg, tj. asi 4 % hmotnosti našeho Měsíce.

R. Gil-Hutton aj. vysvětlují zlom ve funkci svítivosti fázovým přechodem mezi amorfni a krystalickým ledem, který podle nich nastává u těles s poloměrem 35 km. **Haumea** je podle autorů pokrytá tenkou (1,2 mm) ledovou krustou, ale v hloubce 16 mm pod povrchem se prý už nachází původní materiál pásu EKP.

D. Jewitt se zabýval vývojem **drah Kentaurů** v prostoru mezi Saturnem a Uranem a ukázal, že jejich životnost v tomto pásmu je poměrně krátká. Zdrojem nových Kentaurů je zmíněný pás EKP a medián jejich velkých poloos činí 12,4 AU. S rostoucí aktivitou Kentaurů se přisluní jejich drah zkracují. Průměrná velikost přisluní pro 9 nyní aktivních Kentaurů, jejichž prototypem je (2060) **Chiron** občas kamuflující kometu, dosahuje jen 5,9 AU. Naproti tomu více než 4/5 z 92 známých Kentaurů aktivních není, a jejich přisluní mají v průměru 8,7 AU. Jewitt ukázal, že aktivita Kentaurů souvisí s fázovým přechodem amorfniho ledu na krystalický. Dlouhodobým následkem je pak pád Kentaurů do Slunce, anebo jejich únik do mezihvězdného prostoru.

1.2.2. Planetky hlavního pásu a křížiči

R. Duffard aj. srovnali na rozsáhlém vzorku **střední rotační rychlosti** pro planetky *hlavního pásu* (6,95 h), objekty *TNO* (6,88 h) a *Kentaury* (6,75 h). Střední hustota těchto těles vychází na 1,1násobek hustoty vody. Pak se dá ukázat, že **většina těchto objektů vyhovuje podmínce hydrostatické rovnováhy**, čili se tím fakticky kvalifikují do nově zavedené třídy trpasličích planet!

Podle M. Bushe se nečekaným pomocníkem při studiu planetek hlavního pásu stává submilimetrová aparatura **ALMA** (*ESO, Atacama*), která umožní díky úhlovému rozlišení $0,005''$ změřit rozměry 700 největších planetek hlavního pásu a dokonce i stovky největších *Trojanů Jupiteru* v relativně dohledné budoucnosti pěti let.

Jak uvedli J. Chambers aj., jsou totiž právě **geometrické rozměry planetek** klíčem k tomu, abychom se dozvěděli, jakým mechanismem vznikaly v rané *Sluneční soustavě* samotné planety. Z nepatrných zrnek vznikají zejména elektrostatickým přitahováním zhruba centimetrová tělíška. Přechod od centimetrových zrn k metrovým kamenům je však ztížen faktem, že v době I. fáze obsahovala *Sluneční soustava* kromě tuhých tělísek ještě i větší množství plynu, který rotuje kolem *Slunce* tím pomaleji, čím dále se od mateřské hvězdy nalézá a působí odporem prostředí na zkracování oběžných dob všech těles budoucího hlavního pásu planetek. Následkem toho se rostoucí kameny spíše přibližují ke *Slunci* a nakonec se na *Slunce* zřítí.

Během existence *Sluneční soustavy* ztratil tak hlavní pás planetek plných 99,9 % původní hmotnosti – zařídily to dále i gravitační poruchy vyvolané *Jupiterem*. Tak se už zpočátku vytrídila a zachovala jedině větší tělesa o průměru >100 km. V další fázi většina z nich začala splývat na **planetární embrya** o hmotnostech *Měsíce* až *Marsu*. Převážná část tohoto materiálu však byla z hlavního pásu vypoklonkována buď směrem ke *Slunci*, anebo dokonce mimo *Sluneční soustavu*. Podle A. Morbidelliho aj. zbyly jen ty největší planetky o průměrech stovek km, které se dodnes srážejí při vysokých vzájemných rychlostech, takže se drtí na prach či malé objekty – jde o členy čím dále rozsáhlejších rodin planetek.

Proto dalším klíčem k poznávání vývoje *Sluneční soustavy* je studium současných a **minulých drah planetek**, protože gravitace planet zřetelně ovlivňuje dráhy planetek a moderní výpočetní technika dokáže tyto vlivy čím dál tím podrobněji sledovat. Již v r. 1867 vysvětlil D. Kirkwood existenci mezer v rozložení planetkových drah *orbitálními rezonancemi s Jupiterem*. Nyní se však podle D. Minton a R. Malhotraové ukazuje, že ani v pásmu stabilních drah (mimo mezery) nejsou dráhy planetek rozloženy stejnoměrně, což souvisí s nedávno zjištěnou skutečností, že **obří planety Sluneční soustavy migrovaly před 4,5 – 4,0 mld. let** jak směrem ke *Slunci*, tak také směrem opačným.

Zatímco *Jupiter* se nakonec přisunul o 0,2 AU ke *Slunci*, *Saturn* se vzdálil o 0,8 AU, *Uran* o 3 AU a *Neptun* dokonce o 7 AU! Tím se pochopitelně posouvaly i vzdálenosti rezonančních drah planetek, což nejvíce ovlivnilo rezonance oběžných dob 5:2, 7:3 a 2:1. Velmi silná rezonance těles ve vzdálenosti vnitřního okraje hlavního pásu (2,1 AU) se *Saturnem* dokonce vyvolala závěrečné **těžké bombardování** terestrických planet a *Měsíce* před 3,8 mld. let. Rozložení drah planetek se tak stává dobrým indikátorem migrací planet v dávné minulosti *Sluneční soustavy*.

V současné době je známo už **445 tisíc planetek** a roční přírůstky počtu se pohybují kolem 10 %. V první stove mil. let existence *Sluneční soustavy* byl hlavní pás o tři řády hmotnější než později. Vymetení způsobily již zmíněné *migrace Jupiteru a Saturnu*, zejména pak rezonance 3:1 s *Jupiterem*, ale také srážky s obřími planetkami. Migrace obřích planet měly rovněž vliv na vznik a struk-

туру *Edgeworthova-Kuiperova pásu* planetek za drahou *Neptunu*. Vnější okraj pásu je dán rezonancí 2:1 s *Neptunem* a rezonance také vysvětlují, proč v pásu existuje skupina těles s dynamicky excitovanými drahami, zatímco migrace planet silně omezila úhrnnou hmotnost *Edgeworthova-Kuiperova pásu*. Tzv. **Nicejský model** (2005), na němž se podílela řada autorů (H. Levison, R. Gomes, K. Tsiganis a A. Morbidelli), jež popisuje zmíněný sběh událostí v době budování *Sluneční soustavy*, byl v r. 2009 potvrzen D. Nesvorným a D. Vokrouhlickým.

P. Vernazza aj. se zabývali vztahem mezi *barvou meteoritů a jejich mateřských planetek*. Tyto planetky jsou totiž soustavně červenější než meteority nalezené na *Zemi*. Všimli si totiž toho, že planetky (1270) **Datura** a (21509) **Lucascavin**, které vznikly jako samostatná tělesa následkem srážky jiných větších planetek před milionem let, jsou už stejně červené jako jejich starší kolegyně. Podle autorů je příčinou zčervenání planetek *sluneční vítr*, jež neustále bombarduje regolit planetek, který tak fakticky zvětrává. Rychlost zčervenání však závisí na chemickém složení a velikosti zrnec regolitu. D. Vokrouhlický aj. změřili rotační periodu 3,4 h *Datury*, která je hlavním tělesem stejnojmenné rodiny planetek. Určili také velmi pomalou rotaci (24 h) dalšího člena této rodiny **2003 CL5**. Odtud upřesnili stáří rodiny na 0,5 mil. roků.

H. Levison aj. rozebírali příčiny velké rozmanitosti objektů **hlavního pásu planetek**, jež vlastně představuje prsten obklopující *Slunce* v rozmezí 2,1 – 3,3 AU. Je sice pravděpodobné, že většina pozorovaných planetek v pásu vznikla, takže se skládá z akumulovaných hornin, ledu a vyvěřelých hornin. Nicméně *pás byl postupně znečištěn tělesy TNO*, které přinesly vysoký podíl organických sloučenin, takže snadno podléhaly drčení při nevyhnutelných následných srážkách s původními planetkami pásu. Poznáváme to na základě rozdílu mezi izotopovým složením mikrometeoritů a velkých meteoritů. Mikrometeority zřejmě pocházejí z TNO rozbitých v hlavním pásu.

V. Reddy aj. kritizovali výpočty W. Bottkeho aj. z r. 2007, podle nichž měla být planetka (**298**) **Baptistina** mateřským tělesem obřího meteoritu, který způsobil katastrofické vymírání života na *Zemi* před 65 mil. lety (impaktní kráter *Chicxulub* v *Mexickém zálivu*). Infračervená měření vlastností povrchu planetky teleskopem *IRTF* totiž prokázala, že planetka patří k typu S (převaha silikátů), nikoliv Xc, takže její složení nesouhlasí se složením zmíněného meteoritu.

D. Vokrouhlický zkoumal dráhy planetek (**3749**) **Balam** a **2009 BR60** a zjistil, že se od sebe oddělily před necelým milionem roků. Planetka *Balam* je zřejmě hlavní úloemek minirodiny, která vznikla nikoliv srážkou, ale štěpením, přičemž planetka *2009 BR60* je jen jedním z více malých úlomků. D. Vokrouhlický a D. Nesvorný také ukázali, že planetky (**6070**) a (**54827**) mají příbuzné dráhy a společný průsečík před 17 tis. lety, takže jde o pohrobky takto dávné srážky, která se odehrála nepatrnou rychlostí 170 mm/s.

P. Michel aj. oznámili, že planetka (**25143**) **Itokawa** snímkováná zblízka japonskou sondou *Hajabusa* má nezvykle hladký povrch, na němž zcela chybějí impaktní krátery s průměry <10 m. Odtud vyplývá, že planetka existuje jako samostatné těleso minimálně 75 mil. let, ale asi není starší než 1 mld. let.

O. Winter aj. posuzovali stabilitu soustavy satelitů planetky (**87**) **Sylvia** (střední průměr 280 km; $a = 3,5$ AU; $e = 0,1$; $i = 11^\circ$). Satelity *Romulus* (průměr 18 km) a *Remus* (průměr 7 km) obíhají ve vzdálenostech 1 360 a 710 km od planetky; mají své dráhy navzájem „uzamčeny“, protože *Sylvia* má protáhlý tvar a tím zabezpečuje stabilitu drah obou satelitů. V hlavním pásu už byly objeveny čtyři planetky, které mají po dvou satelitech. Poslední z nich byla rozpoznána v srpnu 2009 díky pozorováním *Keckova teleskopu* vybaveného adaptivní optikou. Jde o planetku (**93**) **Minerva** o průměru 145 km, kolem níž obíhají průvodci o průměrech 3 a 4 km ve vzdálenostech 380 a 630 km od planetky.

Koncem listopadu se podařilo díky snímkům z teleskopu *Gemini-N* vybaveného adaptivní optikou objevit průvodce planetky (**317**) **Roxane**, jež je potenciální mateřskou planetkou meteoritu **Pena Blanca Spring**, který v r. 1946 dopadl v *Texasu* do plaveckého bazénu. Průvodce o průměru 5 km obíhá planetku o průměru 19 km v minimální vzdálenosti 254 km. P. Descamps aj. využili fotometrie planetky (**121**) **Hermione** pomocí obřích teleskopů *VLT ESO* a *Keck* ke zpřesnění hlavních parametrů planetky i jejího průvodce. *Hermione* má průměr 187 km a její průvodce 32 km. Planetka je 1,4krát hustší než voda, avšak její poréznost dosahuje 1/3. Titíž autoři také využili zákrytů binární planetky (**90**) **Antiope** v letech 2007-08 k objevu obřího impaktního kráteru na planetce se střední hustotou 1,3násobku hustoty vody. To svědčí o poréznosti 50 %, což vlastně planetku o průměru jen 88 km (její průvodce má průměr 84 km) zachránilo před zničením, protože impaktní kráter má průměr téměř 70 km, ale vysoká poréznost explozi dostatečně ztlumila. Z toho též vyplývá, že impaktor měl průměr >17 km, ale náraz se odehrál rychlostí <4 km/s.

V dubnu 2009 byla v hlavním pásu ($q = 2,1$ AU) objevena planetka **2009 DD47** (bez nejmenších stop kometární aktivity) s velmi protáhlou drahou ($e = 0,9!$; $a = 16$ AU!; oběžná doba 66 let!). Hlavním překvapením je však její retrogradní dráha ($i = 106^\circ$) kolem *Slunce*. O měsíc později se podařilo nalézt planetku **2009 HC82** opět s retrogradní drahou ($i = 155^\circ$) a vysokou výstředností (0,8), která má velkou poloosu dráhy $a = 2,4$ AU a oběžnou dobu 3,8 let. V přísluní se však dostává do vzdálenosti jen 0,5 AU od *Slunce*. V prosinci se k nim přidala planetka **2009 YS6** s přísluním ve vzdálenosti 1,3 AU, velkou poloosou dráhy 5,3 AU, výstředností 0,8, oběžnou periodou 12 let a sklonem 144° . V listopadu však byla objevena planetka **2009 UG89** ve vzdálenosti 5 AU od *Země*, která má opět velmi výstřednou dráhu ($e = 0,9$) a obíhá kolem *Slunce* rovněž retrogradně ($i = 131^\circ$) po dráze s velkou poloosou 74 AU v periodě 640 let. Nicméně toto těleso jeví kometární aktivitu, takže vzniká otázka, zda i v předešlých případech nejde nakonec spíše o *spící kometární jádra*, než opravdové planetky.

H. Hsieh aj. se zabývali *vyhledáváním komet v hlavním pásu planetek* a uspěli: prototypem je planetka (**7968**), známější jako periodická kometa **133P (Elst-Pizarro)**, jež patří do rodiny planetek *Themis*. Dynamicky tedy patří k planetkám, ale díky uvolňování prachové vlečky ke kometám. Autoři se domnívají, že ve skutečnosti jde o normální planetku pokrytou ledem. Autoři dále pročešovali rodiny planetek *Koronis*, *Veritas* a *Karin* a našli tak další aktivní planetku/kometu **176P (LINEAR)**. Navrhují zavést novou třídu **komet hlavního pásu (MBC – Main-Belt Comets)**, jež mají řádové kilometrové rozměry a nízké sklony k ekliptice a jejichž kometární aktivita pochází ze srážek s balvany o metrových rozměrech. Podle jejich odhadu obsahuje *hlavní pás planetek na stočku takových obojakých objektů*.

B. Schmidt aj. pořídili pomocí *HST* snímky velké planetky (**2**) **Pallas**, charakterizované jako trojosý elipsoid s délkou os $294 \times 278 \times 250$ km. Na jejím povrchu objevili velký impaktní kráter, svědčící o dávné srážce. Odtud pak pochází rodina planetky *Pallas*, jejímž největším úlomkem je planetka (**5222**) **Ioffe** o průměru 22 km.

E. Pitjevoá a E. Standish navrhli revidovat hmotnosti tří největších planetek v poměru ke *Slunci* (v závorce uvádím též procentuální změny proti dosavadní hodnotě: **Ceres** ($4,7 \cdot 10^{-10}$; +7 %), **Pallas** ($1,0 \cdot 10^{-10}$; -6 %) a **Vesta** ($1,35 \cdot 10^{-10}$; -8 %). *Ceres* o hmotnosti $9,35 \cdot 10^{20}$ kg má asi třetinu hmotnosti celého hlavního pásu planetek, což ovšem představuje dohromady pouhých 4 % hmotnosti našeho Měsíce! Sluneční sonda *STEREO* snímala v polovině června 2009 kamerou *SECCHI* planetku (**3200**) **Phaeton**, jež je mateřským tělesem vydatného meteorického roje *Geminid*. Z pozorování vyplývá, že planetka má protáhlý tvar a během průchodu přísluním ve vzdálenosti 21 mil. km od *Slunce* se zjasnila na 10 mag. O několik hodin později zeslábla na 13,5 mag.

Radarová měření planetky (**136617**) = **1994 CC** výkonnými radary v *Goldstonu* (8,6 GHz; 35 mm) a *Arecibu* (2,4 GHz; 126 mm) při jejím přiblížení k *Zemi* v červnu 2009 ukázala, že planetka je fakticky trojitá, přičemž průměry složek navzájem vzdálených 0,5 – 1,2 km jsou po řadě 650, 50 a 100 m. Hlavní složka rotuje v periodě 2,4 h.

Počátkem března proletěla nad Pacifikem ve vzdálenosti 64 tis. km od povrchu *Země* miniplanetka **2009 DD45**, která dosáhla maximální jasnosti 10 mag. V největším přiblížení urazila za minutu $0,5^\circ$. Přesto se jí podařilo pozorovat 3m infračerveným teleskopem *IRTF* na *Havaji* a odtud se podařilo určit její typ S (skládá se převážně ze silikátů) a průměr 20 m. Svou drahou patřilo ke křížičům typu *Apollo* (v odsluní je od *Slunce* dále než *Země*). Pravděpodobně se navrátí k *Zemi* v r. 2067.

R. Binzel aj. zkoumali spektrální vlastnosti povrchu dnes už proslulého křížiče (**99942**) **Apophis** o průměru 250 m a zjistili, že jde o obyčejný chondrit skupiny LL (nízký obsah kovů včetně železa) o hmotnosti 20 Mt s porézností dosahující 40 %. V případě impaktu by se zmařila kinetická energie odpovídající 375 Mt TNT (1,5 EJ), tj. zhruba o dva řády vyšší než při dopadu *Tunguského meteoritu*. Při těsném přiblížení planetky k *Zemi* na vzdálenost 37 tis. km v pověstný pátek 13. dubna 2029 záleží podle A. Žabotina a J. Medvěděva na tom, zda planetka prolétne „klíčovou dírkou“ ve tvaru elipsy o rozměrech os 390×16 km – v tom případě by se podle M. Królikowské aj. mírně zvýšila pravděpodobnost srážky planetky se *Zemí* v dubnu 2036, nebo 2037, popř. v r. 2076. Pokud však klíčovou dírkou mine, tak se nesrazí se *Zemí* ani v tomto ani v příštím století.

V současné době se odhaduje pravděpodobnost srážky *Apophise* se *Zemí* v r. 2036 na 0,004 promile. Budoucí dráhy planetky půjde podle L. Sokolova aj. zlepšit až v r. 2012. Změna v trajektorii průletu planetky v r. 2029 o pouhých ± 1 km však znamená změnu dráhy v rozmezí $\pm 30\,000$ km v r. 2036. Proto O. Kočetovová aj. navrhuje upevnit pomocí robotické sondy na povrch *Apophis* rádiový vysílač, který by umožnil zpřesnit dráhu planetky a tím rozhodnout o potřebě případné obrany proti srážce. Vhodná startovní okna pro takovou sondu připadají na r. 2013, popř. 2020–21.

V. Ivaškin a K. Stichno propočítali rozličné technické scénáře, které by srážku *Apophise* se *Zemí* definitivně odvrátily. K odklonu dráhy planetky by stačil náraz 700 kg pasivního projektilu a la *Deep Impact* v r. 2026. Ten by musel odstartovat ze *Země* buď v r. 2013 nebo v r. 2021. Lepší by však byl „gravitační traktor“, jenž by se usadil na oběžné dráze kolem *Apophise* a působením raketových motorů střídavě zapínaných a vypínaných po dobu několika měsíců by postupně odtáhl *Apophise* tak, aby se místo *Země* srazil najisto s *Měsícem*. S. Yoo aj. navrhli napadnout nebezpečný kosmický projektil *formací minisond*, vybavených zrcadly s průměrem 0,3 m a výkonnými ultrafialovými lasery, které by obklopile projektil a ozařovaly ho naprogramovanými záblesky ze vzdálenosti 10 tis. km. Vypařování zasažených oblastí planetky by vedlo k raketovému efektu a tudíž i potřebné změně dráhových parametrů projektilu. Y. Chjubier aj. však tvrdí, že na změnu dráhy planetky *Apophis* je už pozdě, a jediné účinná metoda obrany spočívá v jejím rozdrčení na neškodné úlomky.

A. Vítek shrnul, že od r. 1914 astronomové zaznamenali 38 průletů planetek ve vzdálenosti menší než *Měsíc*, z toho 11 průletů ve vzdálenostech do 100 tis. km od *Země*. Tím, jak se zlepšuje pozorovací technika, četnost objevů stoupá; v r. 2008 bylo zaznamenáno plných 11 průletů; technický zlom přišel už v r. 1998. Před několika lety dostala *NASA* za úkol najít do roku 2020 90 % potenciálně nebezpečných planetek (*PHA* – *Potentially Hazardous Asteroids*) s průměrem >140 m, ale už nyní je zřejmé, že se tohoto cíle nedá dosáhnout včas.

Rozhodující pro takové přehlídky je zabezpečení dalšího financování radaru v *Arecibu*, a dále optických přehlídkových systémů *PanSTARRS* a *LSST*. Jak však uvedli A. Milani aj., lze sice už dnes spočítat dráhy *PHA* téměř na dvě století dopředu, ale výpočet není příliš přesný, jelikož taková tělesa předtím vícekrát těsně proletí kolem *Země*, která pokaždé pozmění dráhu křížiče. Tím se opakovaně zhoršuje přesnost výpočtu průběhu budoucích rizikových přiblížení, protože řadu jemných efektů (rotace planetky, její tvar a rozložení hmoty uvnitř, efekt *Jarkovského* – *YORP* aj.) nelze dostatečně přesně předem propočítat. P. Vereš aj. proto navrhli, aby do kosmu byl vynesena širokouhlý přehlídkový teleskop, jenž by obíhal *Slunce* uvnitř zemské dráhy, a potlačil tak slepé skvrny při sledování nejnebezpečnějších křížičů.

Evropská kosmická agentura *ESA* plánuje ve spolupráci s japonskou agenturou *JAXA* projekt **Marco Polo**, v němž by robotická kosmická sonda měla odebrat kolem r. 2020 vzorky z povrchu křížiče typu *Apollo* (**162173**) = **1999 JU3** a dopravit je v návratovém pouzdru k *Zemi* v r. 2023. Planetku (*162173*) zkoumali H. Campins aj. pomocí *Spitzerova teleskopu* ve středním infračerveném pásmu 5 – 38 μm a odtud odvodili její průměr 1 km a nízké albedo $A = 0,07$. Planetka patří k nejběžnějšímu typu C (převaha uhlíkatých sloučenin), což odpovídá jejímu nízkému albedu. Odtud lze odvodit, že tepelná setrvačnost jejího regolitu bude extrémně vysoká.

P. Abell aj. navrhli, aby se o sběr vzorků z planetek pokusili astronauti, protože dokáží lépe a rychleji než autonomní roboty reagovat na konkrétní situace, k nimž při choulostivých manévrech v blízkosti planetek nutně dochází. Dráhy některých známých křížičů jsou tak výhodné, že by zpáteční let ze *Země* do bezprostřední blízkosti křížiče trval nanejvýš půl roku, z čehož týden až dva by astronauti strávili odběrem vzorků. Jde zároveň o důležitý mezikrok před uskutečněním daleko obtížnějšího pilotovaného letu k *Marsu*.

1.2.3. Komety

Počátkem ledna 2009 prošla kometa **2007 N3** (objevená v červenci 2007 na tajvanské observatoři *Lulin*) přísluním ve vzdálenosti 1,2 AU od *Slunce*. Kromě vlastního „zkrouceného“ chvostu bylo možné pozorovat i protichvost. V té době byla kometa na hranici viditelnosti očima, ale její jasnost se dále zvyšovala až na 5 mag, protože koncem února se přiblížila k *Zemi* na vzdálenost 0,4 AU. Počátkem února se chvost načas utřhl od komy, zřejmě v důsledku předchozí interakce se slunečním větrem. Kometa *Lulin* obíhá kolem *Slunce* po retrogradní dráze ($i = 178^\circ$) v oběžné periodě kolem 40 tis. let.

Během roku byla znovu pozorována řada starých i nových **periodických komet** (periody <200 let), takže koncem roku dosáhl jejich celkový počet 232. Hodně pozornosti stále budí periodická kometa **9P/Tempel 1**, která se počátkem července 2005 stala terčem pultunového měděného projektilu sondy *Deep Impact*. Náraz projektilu na jádro komety uvolnil totiž 200 tis. tun prachu a vodní páry, řádově téměř stokrát více materiálu, než se čekalo. Oblak prachu tak znemožnil pozorovat tvar a velikost impaktního kráteru. Odborníci se shodli na tom, že projektil zasáhl pod povrchem jádra komety vrstvu *amorfního ledu*, který může existovat při teplotách nižších než $-125\text{ }^{\circ}\text{C}$, a vinou ohřevu nárazem se náhle změnil na led krystalický, takže vlastně vybuchl.

Podobnou příčinu měl podle W. Altenhoffa aj. také výbuch komety **17P/Holmes**, k němuž došlo 23.8. října 2007, tj. 173 dnů po jejím průchodu přísluním ve vzdálenosti 2,05 AU. Při předešlém pozorovaném výbuchu počátkem listopadu 1892 měla kometa přísluní ve vzdálenosti 2,2 AU od *Slunce*, ale k sublimaci ledu začíná docházet již ve vzdálenosti 2,5 AU od *Slunce*. Menší hodnota přísluní v r. 2007 proto způsobila vzrůst sublimace ledu na dvojnásobek v porovnání s r. 1892, a to byla příčina relativně dřívějšího výbuchu v porovnání s r. 1892. Při posledním přiblížení se totiž jádro komety o průměru 3,2 km nacházelo téměř rok před výbuchem pod hranicí 2,5 AU.

Autoři dále ukázali, že jádro komety (ze 60 % porézní) je překryto *tlustou vzduchotěsnou prachovou pokrývkou*, takže sublimace ledu probíhá se zpožděním, daným pomalým vedením tepla v pokrývce. Poréznost jádra zvětšuje sublimační povrch pod pokrývkou, takže po jeho oteplení došlo k výbuchu amorfního ledu, který odhodil plát prachové pokrývky o mocnosti asi 20 m, čímž kometa přišla asi o 3 % své hmotnosti. Tyto údaje autoři odvodili z mikrovlnných měření následků výbuchu bolometrem *MAMBO* na 30 m radioteleskopu *Pico Veleta* (*Španělsko*) na frekvenci 250 GHz (1,2 mm). Ke stejnému závěru o povaze výbuchu komety *Holmes* dospěli také B. Yang aj., kteří koncem října 2007 sledovali výbuch v blízkém infračerveném oboru spektra 3m teleskopem *IRTF* na *Havaji*. Zjistili tak, že prachová zrnka měla teplotu 360 K, zatímco ledové krystalky v rozšiřujícím se oblaku kolem jádra zůstaly studené a tepelně oddělené od prachu.

Z. Lin aj. ukázali na základě optických pozorování na observatoři *Lulin*, že kometa se *zjasnila o 14,5 mag (téměř o 6 řádů!)* během *pouhých 42 h* a prachový oblak se přitom rozpínal tempem 0,6 km/s. D. Schleicher připomněl, že periodická kometa *17P* (průměrná oběžná doba 6,9 d) byla sice po objevu při výbuchu v r. 1892 pozorována při následujících dvou návratech v r. 1899, kdy však dosáhla jen 13 mag, a v r. 1906 (16 mag). Pak se však ztratila z dohledu až do r. 1964, kdy se všakjevila mnohem slabší (19 mag). Při výbuchu v r. 2007 se uvolnila voda, CN, C₂, C₃ a NH. Hmotnost rozpínající se prachové složky odhadl na 2 % hmotnosti jádra komety.

Nejpodrobněji se mechanismem megavýbuchů komety *Holmes* v letech 1892–93 a 2007 zabýval Z. Sekanina v sérii tří prací publikovaných během r. 2009. Odhadl v nich hmotnost vymršťených plátů až na 100 Mt, k čemuž stačí *ohřev amorfního ledu pod povrchem na teploty 130 – 150 K*. Plát se tlakem výbuchu nadzvedne nad jádrem a po zpětném dopadu se roztříští na mikroskopický prach a zrníčka ledu. Tato směs je pak vymršťena subkilometrovými rychlostmi jako rozpínající se obálka. Na konci prvního dne po výbuchu dosáhla produkce prachu do obálky tempa 1 kt/s!, ale pak se tempo výrazně zmírnilo. Nicméně ještě v r. 2009 byla kometa stále až o 4 mag jasnější, než tomu bývalo při klidných návratech do odsuní.

Autor současně ukázal, že v celém sledovaném období 115 let zcela určitě nedošlo k dalším výbuchům, ale je možné, že se velký výbuch odehrál při návratu v r. 1885, kdy ovšem kometa ještě nebyla objevena. Poukázal také na souvislost příčiny výbuchů komety *Holmes* se zcela zapomenutým megavýbuchem komety **1P/Halley** v r. 1836, který se odehrál 68 dnů po průchodu komety přísluním ve vzdálenosti 1,44 AU od *Slunce*. Kometa se tehdy během několika dnů zjasnila minimálně o 3,5 mag a vyvržená prachová obálka dosáhla hmotnosti 60 Mt. Tehdejší megavýbuch tak podstatně překonal relativně slabý, ale dobře dokumentovaný výbuch téže komety v únoru 1991.

V r. 2009 byla pozorována zjasnění periodické komety **33P/Daniel** ($q = 2,2$ AU; $e = 0,46$; per. = 8,1 r) o 3 mag v druhé polovině ledna a znovu o 1 mag v polovině února proti klidové hodnotě 18 mag; tj. zhruba půl roku po posledním průchodu přísluním koncem července 2008. K. Meechová aj. si položili otázku, jak je možné, že komety jeví v mnoha případech silnou aktivitu (krátkodobé kolísání své jasnosti) již dlouho před průchodem přísluním, tj. už ve vzdálenostech 5,8 – 14 AU od *Slunce*, kdy nemůže mít sublimace vodního ledu žádný patrný význam.

Pokusy s amorfním ledem jim odhalily silnou emisi plynu hluboko pod kritickou hodnotou 137 K, kdy začíná hrát významnou úlohu fázový přechod amorfního ledu do krystalické (kubické) fáze. Uvolňování plynu souvisí s temperováním amorfního ledu ve vzdálenosti, která odpovídá teplotě, při níž kometa vznikla, což dává zároveň možnost tuto teplotu zjistit pozorováním počátku kometární aktivity. Pokud se při uvolnění plynu z jádra komety dostávají do komy větší zrnka prachu, vede to ke zvolnění růstu jasnosti komety při jejím přiblížování do přísluní; jinak naopak pozorujeme krátkodobá zjasnění. Autoři si experimentální údaje ověřili při rozboru světelných křivek před přísluním pro dvě dlouhoperiodické a tři dynamicky nové komety.

J. Elsila aj. oznámili, že ve vzorcích kometárního prachu, odebraných sondou *Stardust* v lednu 2004 při průletu kolem komety **Wild 2** a navracených na *Zemi* v lednu 2006, našli aminokyselinu *glycin*, jež je zcela určitě kometárního původu.

N. Kaib aj. objevili v přehlídce *SDSS* objekt **2006 SQ372** s přísluním ve vzdálenosti 24 AU (mezi *Uranem* a *Neptunem*) a výstředností 0,96, takže v odsuní se dostává do vzdálenosti bezmála 800 AU. To znamená, že se nachází na pomyslném rozhraní mezi rozptýleným diskem *Edgeworthova-Kuiperova pásu* a okrajem vnitřního *Oortova oblaku* komet, přičemž jeho dráha je nestabilní na časové stupnici 200 mil. roků. Autoři se proto domnívají, že fakticky objevili *nejvzdálenější známou kometu*, která v době objevu byla 22 mag v oboru *R*.

Jako na zavolanou M. Duncan ukázal, že komety vzniklé před 4,5 mld. let ve vnitřní části *Oortova oblaku* (vzdálenost 3 – 10 kAU) se mohou vinou slapů od centra *Galaxie* přemístit na bližší dráhy za planetou *Saturn*, odkud se však následkem planetárních poruch dostávají až do vnějšího *Oortova oblaku* (vzdálenost 20 – 100 kAU). Ani tam však nejsou v bezpečí, protože již zmíněné slapy je vrací do vnitřních partií *Sluneční soustavy*. Tyto komety přímo pozorujeme nejprve jako panenské komety z *Oortova oblaku*, ale jejich odsuní se postupně přibližují ke *Slunci*, takže se z nich stávají *dlouhoperiodické komety*.

A. Sosa a J. Fernández spočítali **hmotnosti 10 komet** se známými rozměry jejich jader pomocí velikosti negravitačních sil na jádra působících. Zatímco hustoty jader činí v průměru 40 % hustoty vody v pozemských podmínkách a nikdy nedosáhnou dvojnásob-

ku střední hustoty, takže poréznost materiálu jader je zřejmě vysoká, hmotnosti jader se pohybují velmi širokých mezích 0,3 – 400 mld. tun.

D. Prialniková a E. Rosenberg sledovali pomocí počítačových simulací vývoj krátkoperiodické komety **133P/Elst-Pizzaro**, jež byla objevena v r. 1979 jako planetka hlavního pásu, která dokonce dostala katalogové číslo (7968). Nachází se totiž během celého svého oběhu kolem *Slunce* v hlavním pásu planetek s velkou poloosou $a = 3,2$ AU, ale malou výstředností dráhy $e = 0,16$, takže má oběžnou periodu jen 5,6 r a podle měření *SST* průměr 4 km. Jenže v r. 1996 v blízkosti přísluní si vytvořila kometární chvost, takže byla překlasifikována na kometu. Při dalším návratu do přísluní se kometární vzhled opět obnovil, ale v odsluní vypadá jako bodový zdroj podobný planetkám těchto miniaturních rozměrů. Podle obou autorů vzniklo těleso v hlavním pásu planetek současně s ostatními již před 4,6 mld. let a skládalo se z ledu i prachu. Pokud je led na povrchu v přísluní exponován, chová se těleso jako komet, kdežto v hloubce 50 – 150 m pod povrchem si led uchovává krystalickou strukturu, a těleso má tehdy vzhled klasické planetky. Zdá se, že takových *planetek podobojí* bude v hlavním pásu víc, ale zatím se těžko dohledávají.

V srpnu 2008 pozorovali C. Lisse aj. krátkoperiodickou kometu *Jupiterovy* rodiny **103P/Hartley 2** pomocí *Spitzerova kosmického teleskopu (SST)* ve středním infračerveném pásmu (22 μ m). Odvodili tak poloměr jádra 0,3 km a albedo jeho povrchu 3%. I když komet má jen setinu hmotnosti a pětinu poloměru komety **Tempel 1**, která byla v r. 2005 cílem projektu *Deep Impact*, stala se druhým cílem těžké kosmické sondy pod novým názvem *EPOXI* v říjnu 2010 z toho důvodu, že téměř celý její povrch je aktivním zdrojem vypařování plynu a úniku prachu. Podle měření *SST* dosahuje hmotnost jádra komety 1 Gt, ale komet ztrácí při každém oběhu 1 Mt své hmotnosti, takže se odhaduje, že by mohla přežít ještě stovku obletů kolem *Slunce*, tj. zhruba 7 století.

Na počátku r. 2009 pozorovali R. Barber aj. pomocí 3,8m teleskopu *UKIRT* blízké infračervené spektrum krátkoperiodické komety **8P/Tuttle**, jež byla v té době 1,1 AU od *Slunce*, a našli tak řadu molekulových pásů vody, která unikala z jádra komety tempem $1,4 \cdot 10^{28}$ mol./s. Souběžně s ní se vymrštuje z povrchu jádra do prostoru led a prachová zrnka, neboť již ve vzdálenosti 3 AU od *Slunce* se povrch jader komet ohřívá na teplotu >200 K. Komet 8P má dvojité jádro s úhrnným průměrem 7,5 km a obíhá kolem *Slunce* v periodě 13,5 r. Je mateřskou kometou „vánočního“ meteorického roje **Ursid**, který znovuobjevil A. Bečvář na *Skalnatém Plese* v r. 1945.

1.2.4. Meteorické roje a bolidy

J. Trigo-Rodriguez aj. zaznamenali v r. 2007 zvýšenou činnost nepravidelného meteorického roje **α -Cygnid**, jenž byl poprvé pozorován M. Konkolyem v r. 1874 a 1877 a potom W. Denningem v letech 1885–87. Moderní pozorování pocházejí až z r. 1993, ale nejlepší údaje získali až zmínění autoři pomocí celooblohových videokamer s čipy *CCD*. Vrchol činnosti připadl na 18. srpna 2007, kdy bylo zaznamenáno několik jasných bolidů roje. Dráha roje je prakticky totožná s několika křížiči (*2001 MG*; *2004 LA12*; *2008 ED69*), což jsou nejspíš spící komety. Porovnání četnosti bolidů v r. 1993 a 2007 poukazuje dle autorů na postupnou fragmentaci jádra původní komety na zmíněné křížiče a drobné úlomky v podobě chondritů, jak ukázalo spektrum velmi jasného bolidu z r. 2007.

P. Atreya a A. Christou předpověděli na 11. října 2007 krátkodobé (1,5 h) zvýšení činnosti nepravidelného meteorického roje **Aurigid** s maximální četností 200 met/h. V předpověděný čas byly *Aurigidy* zpozorovány v *San Francisku*, i když jen s poloviční hodnotou maximální četnosti. Maximum nastalo o 21 min. dříve, než autoři předpovídali, a hodně meteorů bylo jasných, v rozmezí -2 – $+1$ mag. Pozorováním ze dvou stanic se podařilo určit trajektorie *5 Aurigid* odpovídající elementům dráhy mateřské extrémně dlouhoperiodické (per cca 2 tis. let!) komety **Kiess (C/1911 N1)**, přičemž pozorované meteoroidy byly vyvrženy z komety při jejím předešlém návratu do přísluní v r. 83 př. n. l.! Vstupovaly do zemské atmosféry vysokou rychlostí 66 km/s a nejvyšší zaznamenaná výška začátku svítící dráhy dosáhla neuvěřitelných 137 km. *Aurigidy* byly předtím pozorovány jen v letech 1935, 1986 a 1994, protože se dosud nestačily rozptýlit podél celé obrovité eliptické dráhy mateřské komety.

L. Shrbený a P. Spurný shrnuli údaje o bolidech **Leonid**, pozorovaných v Evropské bolidové síti v letech 1998 až 2006. Získali tak přesné heliocentrické dráhy pro 34 *Leonid*, které ve výšce 111 km nad Zemí měly průměrnou absolutní magnitudu -2 mag. Odtud odvodili roky původu jednotlivých bolidů, kdy se příslušné meteoroidy uvolnily z jádra komety při jejich návratech do přísluní: r. 1333 (bolidy v r. 1998); r. 1699 (2001); r. 1733 (2000); r. 1767 (2001 a 2002); r. 1866 (1999, 2000 a 2002); r. 1899 (1999); r. 1932 (2000 a 2006). V listopadu 2008 se *Leonidy* opět poněkud nečekaně vytáhly, když 17. 11. ve 21:43 h UT dosáhly četnosti minimálně 120 met/h; krátkodobě až 500 met/h. Šlo o meteoroidy vyvržené z jádra mateřské komety **Tempel-Tuttle** v r. 1466 n.l.

K. Lee aj. objevili staré korejské záznamy o pozorování komety **C/1490 Y1**, které jim pomohly spočítat její dráhové elementy. Komet prošla přísluním 8. ledna 1491 ve vzdálenosti 0,8 AU od *Slunce*. Výstřednost její dráhy 0,75 a velká poloosa 3 AU ukazovaly, že jde o krátkoperiodickou kometu s oběžnou periodou 5,3 r, která má sklon dráhy 70° k ekliptice, tj. parametry shodné s elementy dráhy meteorického roje **Kvadrantid**. S rojem však patrně souvisí také planetka **2003 EH1**, což může být vyhaslý úlomek jádra zmíněné komety.

D. Čapek a J. Borovička zjistili, že meteoroidy z rojů, které mají přísluní blíže než 0,2 AU od *Slunce*, tam přicházejí o sodík, který pak chybí ve spektrech meteorů z těchto rojů při jejich setkávání se Zemí. Týká se to především známých *Geminid*, kde je ztráta sodíku úplná pro meteoroidy s rozměry $<0,1$ mm, ale také *Monocerotid*, *a-Akvarid* a denních *Arietid*.

J. Kikwaya aj. vyvinuli speciální televizní okruh *LLTV* pro pozorování **mikrometeoroidů** ze dvou stanic. V květnu 2004 uskutečnili pozorování na 5km základně v *Londonu, Ont.* v *Kanadě* a v říjnu 2007 použili touž aparaturu na 118 km základně ve švédské *Kiruně*. Kamery měly zorné pole o průměru 6° a jejich mezní hvězdná velikost dosáhla 8 – 11 mag. Tomu odpovídalo rozmezí hmotností zaznamenaných mikrometeoroidů 0,4 – 4 mg! Nalezli tak trajektorie celkem 42 mikrometeoroidů s relativně velmi vysokými hustotami. Jejich dráhy ve *Sluneční soustavě* vycházely z hlavního pásu planetek, popř. z kometárních drah *Jupiterovy* rodiny komet.

J. Younger aj. uvedli, že v letech 2006-07 pracovaly na jižní polokouli **meteorické radary** na frekvenci 33 MHz jednak v *Antarktidě (Davis; 69° j.š.)* a jednak v *Austrálii (Darwin; 12° j.š.)*. Za 727 dnů měření na stanici v *Davisu* získaly 6,5 mil. pozorování a v *Darwinu* za 605 dnů dokonce 8,8 mil. pozorování radarových ozvěn od meteorů. Nalezli tak celkem 37 meteorických rojů a pro

Superjasné vzplanutie žiarenia gama

Vzplanutia žiarenia gama sú najenergetickejšími úkazmi vo vesmíre. Generujú ich gigantické explózie, pričom väčšina vyžiarenej energie sa šíri do vesmíru úzkymi kuželmi. Tieto lúče umožňujú vedcom študovať históriu vesmíru. Ak by sa takéto vzplanutie odohralo v našej Galaxii a kužel vyžiarenej energie by nás zasiahol, väčšina života na Zemi by vyhynula. Jedno z posledných veľkých vzplanutí žiarenia gama (GRB 080607) pritlmil oblak prachu a plynu, v závislosti od vlnovej dĺžky, 20- až 200-násobne. Napriek tomuto masívnemu filtru mohli úkaz sledovať aj majitelia menších ďalekohľadov, dokonca celú hodinu.

GRB 080607 objavil satelit Swift začiatkom júna 2008. Nakoľko tieto úkazy trvajú krátko, prístroje satelitu sa na zdroj žiarenia okamžite zamerali. Takmer vzápätí začali úkaz monitorovať aj pozemské observatóriá ROTSE-III a Keck. Astronómovia tak získali záplavu údajov, ktoré im veľa prezradili nielen o GRB, ale aj o plyne, ktorý vzplanutie pritlmil. Vzhľadom na to, že galaxia, v ktorej GRB vzplanulo, je vzdialená 12 miliárd svetelných rokov, mali vedci vzácnu príležitosť skúmať povahu a prostredie takýchto vzdialených galaxií.

Astronómov prekvapila neobyčajne silná absorpcia na úrovni vlnovej dĺžky 2175 Å. Podobné absorpcie objavili síce aj v iných galaxiách, v takej veľkej vzdialenosti boli vyslovenou vzácnosťou. V lokálnej skupine galaxií, ktoré sú stabilnejšie, sa tieto úkazy objavujú častejšie. V nestabilnejších galaxiách (napríklad Malý Magellanov oblak či turbulentnejšie oblasti Mliečnej cesty) sa takmer nevyskytujú.

Hostiteľská galaxia GRB 080607 je stabilná. Stabilita je príznačná skôr pre bližšie galaxie, takže objav mohutného GRB v takej vzdialenej galaxii sa považuje za vzácnu úlohu. Vedci zatiaľ nevedia úkaz vysvetliť, hoci objav polycyklických uhľovodíkov a grafitu teoretikom všeličo naznačil. Vedci v spektre objavili dokonca molekulárny vodík. Podobné údaje z galaxie, v ktorej vzplanutie GRB objavili, sa doteraz nikdy neznamenali. Molekuly vodíka i molekuly ďalších prvkov sa disociujú iba za vysokých teplôt, najmä v galaxiách, kde prebieha búrlivá hviezdotvorba a v prachoplynových oblakoch sa formuje veľa veľkých hviezd, ktorých krátky život sa končí explóziou, generujúcou vzplanutie gama. Detegované molekuly vodíka naznačujú, že tam môžu byť aj veľké množstvá oxidu uhoľnatého (CO). Aj prítomnosť týchto molekúl by bola v hostiteľskej galaxii GRB unikátom.

Objav prinútil astronómov vytvoriť špeciálnu kategóriu GRB – slabosvietivé optické vzplanutia, v skrátenej forme „tmavé vzplanutia“. Pri týchto vzplanutiach je optické vzplanutie (najmä dosvit) menej jasné ako pri normálnych GRB.

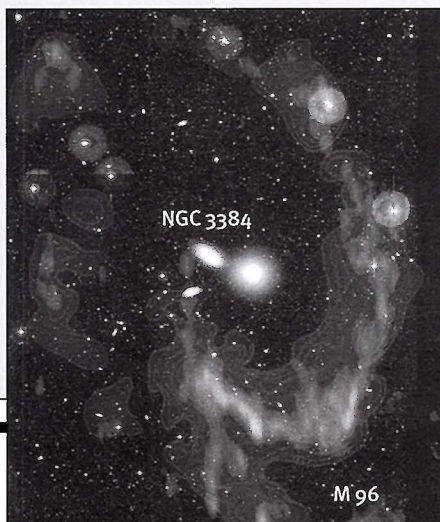
Swift Press Release

Obnažené vzplanutie žiarenia gama, GRB 080607, uprostred snímky.



Obrovský prstenec po kozmickej zrážke

Prstenec objavili v polovici 80. rokov rádiové teleskopy. Má priemer 650 000 svetelných rokov a vinie sa okolo skupiny galaxií Leo. Podaktorí astronómovia ho pokladali za prvotný. Inými slovami, mal to byť prstenec praplynu, ktorý sa bez väčších zmien zachoval z doby po big bangu. Pomocou kanadsko-francúzskeho ďalekohľadu na Mauna Kea (Havaj) získali astronómovia prvé optické snímky z najhustejších oblastí prstenca. Objavili tam množstvo masívnych mladých hviezd, čo jeho starobylosť vylúčilo. Vedci predpokladajú, že prstenec sa vyvinul po kolízii dvoch galaxií. Simulácie na počítači tento predpoklad potvrdili: pred miliar-



dou rokov sa zrazili galaxie NGC 3384 a M 96. Obe galaxie sú dnes od seba vzdialené 38 miliónov svetelných rokov. NGC 3384 uprostred skupiny stratila počas zrážky disk plynu, ktorý sa rozptýlil a sformoval do prstenca. Masívna špirálová galaxia M 96 sa medzitým od skupiny Leva vzdialila.

CFHT Press Release

Pozostatok po kozmickej kolízii: gigantický prstenec v skupine galaxií Leo vznikol po zrážke dvoch galaxií M 96 a NGC 3384.

Alfa:

konštanta, ktorá môže zmeniť naše predstavy o vesmíre

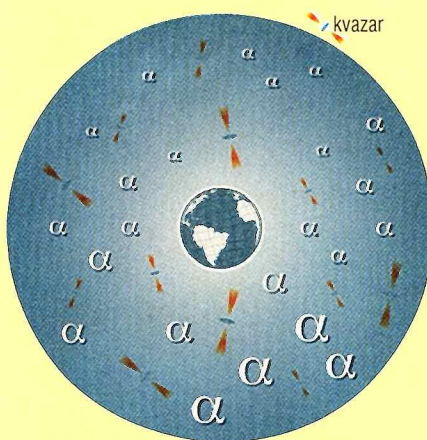
„Nikto zatiaľ nenašiel chybu ani v našej analýze, ani v našej interpretácii výsledkov. Napriek tomu väčšina kolegov našu teóriu odmieta,“ povedal pre časopis New Scientist astronóm John Webb. Nečudo, ak sa údaje, ktoré so svojím tímom získal, potvrdia, Einsteinova teória relativity by sa otriasla a s ňou aj naše chápanie kozmu.

Webbov tím študoval svetlo vzdialených galaxií. Z údajov vyplynulo, že fyzika a jej zákony sa môžu meniť v závislosti od toho, z akého smeru vesmír pozorujeme. Ak je to pravda, museli by sme do fyziky vrátiť „éter“, hypotetickú látku, ktorá podľa vedy 19. storočia vyplňala vesmír, až kým ju Einstein neposlal na „smetisko vedy“. Ba čo viac: Webbove analýzy môžu rozptýliť aj pochybnosti okolo extradiemnií.

John Webb pôsobí na University of New South Wales (UNSW) v Sydney. Rozruch spôsobil už pred desiatimi rokmi, keď originálne interpretoval údaje o kvazaroch, ktoré získal pomocou obrieho ďalekohľadu Keck na Havajských ostrovoch. Keď svetlo kvazarov na svojej miliardy rokov trvajúcej ceste preniká oblakmi horčička a železa, atómy týchto prvkov časť tohto svetla absorbujú. Podľa Webba tieto atómy pôvodné svetlo „falsujú“. Žiarenie absorpčných čiar horčička a železa možno pomocou rovníc kvantovej elektrodynamiky predpovedať. Údaje, ktoré zaznamenal Webb, sa od tých predpovedaných výrazne odlišovali. Akoby pred 12 miliardami rokov železo a horčička absorbovali fotóny, ktoré mali iné energie ako majú dnes.

Webb záhadu vysvetlil. Zistil totiž, že namerané údaje perfektne sedia vtedy, ak sa alfa, jedna zo základných konštánt prírody, mení. (Alfa ako „konštanta jemnej štruktúry“, charakterizujúca silu elektromagnetických interakcií, je základným pilierom kvantovej elektrodynamiky. Okrem iných procesov ovplyvňuje aj absorbovanie fotónov atómami rozličnými prvkov.)

Dnešná hodnota alfa je $1/137$. Z Webbovej štúdie vyplýva, že pred 12 miliardami rokov musela byť miliónkrát menšia. Webb svoju štúdiu uverejnil v časopise Physical Review Letters. Astronomická obec štúdiu odmieta ako absurdnú, hoci oponenti vo výpočtoch a ich inter-



Hodnoty alfa, namerané ďalekohľadmi na severnej a južnej pologuli sa odlišuje. Smerom na juh sa hodnota alfa zvyšujú.

pretácii nenašli ani chybičku. Napokon sa prijalo vysvetlenie, že výsledky ovplyvnilo čosi v ďalekohľade Keck. Webb sa však nevzdal. Získal čas na Very Large Telescope (VLT) v Čile a spolu s Julianom Kingom ďalej študovali svetlo vzdialených kvazarov. S tým, že ak namerajú rozličné hodnoty, poruchu by bolo treba hľadať naozaj v ďalekohľade Keck. Ukázalo sa však, že odlišné hodnoty alfa zaznamenal aj VLT. S jedným rozdielom: hodnoty alfa, namerané na južnej pologuli, boli ešte vyššie!

Parametre života

Ak sa základné konštanty vo vesmíre menia, potom existuje iba málo miest, kde by život mohol vzniknúť a rozvíjať sa. Keby konštanta alfa, ktorá determinuje detaily najrozličnejších procesov v atómoch a v ich jadrách, bola iba o 4 % vyššia, hviezdy by nedokázali produkovať uhlík. Keby bol pomer sily gravitácie a sily elektromagnetizmu iba o šestinu menší, hviezdy by vyhoreli skôr, akoby sa na ich planétach dokázal rozvinúť život. Keby sa sila, ktorá drží pohromade atómové jadrá, zvýšila o 15 %, neboli by sme tu. Keby bola o 15 % slabšia, jediným prvkom vo vesmíre by bol vodík, pretože protóny a neutróny by sa nemohli spájať. Keby bola ešte slabšia, nevznikol by ani vodík.

Webb vyhlásil, že alfa sa určite mení, ale nie v čase, lež v priestore!!! Ďalekohľady Keck a VTL monitorujú inú oblohu, pretože každý operuje v inej pologuli. Ukázalo sa, že smerom zo severu na juh hodnota alfa narastá (pozri obr.).

Narušená symetria

Inými slovami: zdá sa, že alfa je na jednej strane vesmíru menšia ako na jeho druhej strane. Zem sa nachádza kdesi uprostred. „Ak naše predchádzajúce výsledky zákony fyziky nenašli, tieto najnovšie ich postavili na hlavu,“ zažartoval si na účet pochybovačov Michael Murphy, jeden z Webbových spolupracovníkov.

V roku 2002 Alan Kostelecky, Ralph Lehnert a Malcolm Pery dokázali, že každá zmena hodnoty alfa by narušila Lorentzovu symetriu, ktorá je jedným zo základných pravidiel Einsteinovej špeciálnej teórie relativity. Podľa tohto pravidla sa zákony fyziky prejavujú vo vesmíre rovnako všetkými smermi, pričom na rýchlosti pohybu pozorovateľa/skúmateľa nezáleží. Jednoduchšie: keby ste leteli na lodi pohybujúcej sa rýchlosťou svetla zo Zeme na Alpha Centauri, získali by ste rovnaké údaje, ako posádka cestujúca pomalšie opačným smerom. Keby po návrate domov vyhodnotili výsledky meraní, zistili by, že namerali rovnaké hodnoty.

Vo svete fyziky sa objavil problém. Naše modely vesmíru boli vytvorené s predpokladom, že v časopriestore všetko funguje rovnako. Ak sú zákony fyziky premenlivé, naša starostlivo zrekonštruovaná história vesmíru by sa rozpadla. Napokon existenciu „lokálnych kozmických zákonov“ pripúšťal i posledný veľký fyzik modernej doby, John Wheeler. Jedinou výhodou zmenenej paradigmy je istá podpora teórie strún. (Pozri rámeček s titulkom „Prišla z inej dimenzie“.)

Kozmická súbežnosť

Narušenie Lorentzovej symetrie však má aj iné dôsledky. Ak zákony fyziky naozaj závisia od našej orientácie vo vesmíre, fyzika by sa musela vrátiť o sto rokov dozadu. Do obdobia éteru.

Koncepciu éteru vyvinuli fyzici 19. storočia. Boli presvedčení, že musí existovať médium, pomocou ktorého sa šíri svetlo. Rovnako, ako sa šíri zvuk vo vzduchu. Predpokladali, že existenciu éteru možno overiť meraním dôsledkov pohybu Zeme na okolie, ktoré by sa mali prejaviť „éterovým vetrom“. Existencia éteru by znamenala, že experimenty zamerané na meranie rýchlosti svetla by sa čo do údajov odlišovali, v závislosti od smeru, z ktorého sa merania robili.

Experiment Alberta Michelsona a Edwarda Morelyho v roku 1887 však neprinesol nijaké výsledky. Einstein z toho odvodil, že ak éter neexistuje, potom rýchlosť svetla musí byť všade rovnaká. Tento fakt potom využil ako pilier špeciálnej teórie relativity.

Dôkazy narušenia Lorentzovej symetrie sa však naďalej hľadajú. Vieme, že Einsteinova teória relativity nie sú posledným slovom fyziky. Kostelecky i ďalší fyzici študujú rozličné procesy, napríklad, kedy sa spin neutrónov spo-

maľuje, ale zatiaľ neúspešne. O to viac sú Webbove výsledky vzrušujúce.

Fyzici stoja pred dilemou: buď vyčkajú, kým sa neobjaví iný dôkaz podporujúci Webbovu teóriu, alebo ju vnímajú ako výzvu, ako „objav roka“, tak ako tím okolo fyzika Wima Ubacha zo Slobodnej univerzity v Amsterdame. Získali prostriedky na overenie Webbovej teórie. Prvým krokom je porovnanie Webbových výsledkov s inými kacírskymi teóriami. Tak ako severný magnetický pól umožňuje pozemšťanom určiť „kde je sever“, rovnako línia/os, pozdĺž ktorej hodnota alfa narastá, mohla by byť „osou“, či dipólom, ktorá definuje smer v kozme.

Existujú však aj iné osi. Napríklad analytici mikrovlnného žiarenia kozmického pozadia študujú úkaz, ktorý Joao Migueijo a Kate Land z Imperial College London nazvali „osou zla“. Ak je vesmír naozaj všade rovnaký, horúce a chladné škvrnky žiarenia by mali byť rovnomerne rozptýlené na oblohe. Horúce a chladné škvrnky sa pohybujú v kozme istým smerom, ale táto os sa od osi alfa výrazne odlišuje.

Os alfa

Štúdie kvazarov na severnej a južnej oblohe naznačili, že alfa na jednej strane vesmíru je väčšia ako na druhej. Zdá sa, že os alfa je vo zvláštnej zhode s inou kozmickou anomáliou. V roku 2008 Saša Kashlinsky z Goddardovho vesmírneho centra v Greenbelte (NASA) objavil veľký zhuk galaxií pohybujúcich sa naprieč vesmírom. Galaxie sa z neznámych dôvodov presúvajú smerom k „prázdnote“ medzi súhvezdiami Centaurus a Vela. Tento pohyb potvrdilo niekoľko nezávislých tímov: galaxie sa pohybujú

Prišla z inej dimenzie

Ak je alfa premenlivá konštanta a tým by boli premenlivé aj ostatné konštanty, mohli by sme to považovať za dôkaz teórie strún, najsilnejšieho kandidáta pre „teóriu všetkého“.

Podľa teórie strún je svet, v ktorom žijeme, iba vrcholkom ľadovca. Matematici pripúšťajú existenciu šiestich či siedmich „skrytých“ dimenzií, pričom fyzikálne konštanty by mali byť iba vtedy konštantami, keby platili pre všetky. Podobne ako guľa, ktorá sa pohybuje v rovine dvoch dimenzií, vyzerá pri pohľade zhora ako kruh s meniacimi sa veľkosťami, môže sa meniť aj hodnota alfa, ak vnímame iba tri z jej dimenzií.

Hoci to znie bláznivo, tento scenár je momentálne najlepším vysvetlením faktu, prečo je gravitácia dramaticky slabšia ako ostatné sily: silná jadrová sila, slabá jadrová sila, elektromagnetizmus a antigravitácia (tmavá energia). Teoretici predpokladajú, že zatiaľ čo spomínané sily sú pevne ukotvené v našej realite, gravitácia presakuje do tej našej z vyšších dimenzií.

Podivný svet strún ponúka aj ďalšie potvrdenia premenlivej alfy. Problémom strunových teoretikov – fakt, že ich rovnice majú viacero riešení – naznačuje existenciu ďalších možných svetov. Podľa nich je náš vesmír iba časťou multiverza mnohých odlišných svetov, pričom každý má vlastné fyzikálne zákony a konštanty.

Bolo by dobré, keby sa aj kozmológovia hlavného prúdu pokúsili vysvetliť, prečo sa postupne zmeny konštant tak ťažko detegujú. V prvých sekundách po big bangy sa vesmír dostal do štádia superrýchleho rozpínania, ktoré zotrela rozdiely variácií vo fyzike rozličných oblastí. Craug Hogan z Fermilabu to sformuloval takto: Alfa sa mení/zväčšuje postupne, pretože kozmická inflácia zväčšila škálu štruktúry do veľkých rozmerov.

rýchlosťou zhruba 1 000 kilometrov za sekundu. Podľa všetkého ich priťahuje gigantická štruktúra za horizontom vesmíru. Táto galaktická rieka má rovnaký smer ako os alfa!!! Webbov komentár: „Zdá sa, že náš dipól nie je prívelmi vzdialený od dipólu týchto galaxií.“

Vynorili sa aj iné možnosti. Jeden dipól sa nachádza v oblakoch deutéria, hojného v mladom vesmíre. Ten sa pohybuje paralelne s osou alfa. Iný dipól (intenzity svetla emitovaného supernovami) sa od smeru osi alfa iba nepatrne odlišuje. Definitívny dôkaz ešte chýba. Niekoľko tímov simuluje štatistickú možnosť súbežnosti všetkých dipólov, a tá je, zatiaľ, malá.

Vedci študujú aj ďalšie možnosti. Napríklad skúmajú, ako oblaky molekúl vodíka pohlcujú svetlo kvazarov, a tak objavili silný dôkaz ďalšej osi.

Súbežnosť nie je jediným potvrdením Webbovej hypotézy. Presnejšie údaje o množstve hélia a lítia v mladom vesmíre môžu priniesť dôkaz o premenlivosti ďalších konštant, napríklad síl udržiavajúcich pokope jadrá atómov.

Ak by sa potvrdila premenlivosť čo len jednej z tučtu základných konštant fyziky, premenlivosť hodnoty alfa by sme ľahšie pochopili. Pretože fyzici nepochybujú, že ak sa mení jedna konštanta, musia sa meniť všetky. Nemožno si predstaviť všeobecnú teóriu všetkého, kde by sa alfa menila, ale ostatné konštanty nie.

Nie všetky dôkazy môžeme objaviť vo vesmíre. Fyzici z UNSW navrhli niekoľko spôsobov, ako by mohla byť alfa a ďalšie konštanty preverené na Zemi. Napríklad premenlivosť alfy by na pohybujúcej sa Zemi zviditeľnili atómové hodiny. Nanešťastie, doteraz ani najpresnejšie atómové hodiny nemajú takú citlivosť, pomocou ktorej by Webbovom predpovedané hodnoty alfa dokázali zmerať.

Kostecky chce dokázať narušenie Lorentzovej symetrie premenlivou hodnotou alfa iným experimentom. Testovať sa bude v laboratóriu. Skeptici namietajú, že to bude prehliadka strateného času. Pedro Ferreira z University of Oxford: „Podobné anomálie sa objavujú a miznú.“

Čo sa musí stať, aby svet odobril premenlivé konštanty? Pravdepodobnosť, že Webbove výsledky nie sú náhodné, predstavuje 99,9937 %. Akceptovanie vedeckého objavu však vyžaduje pravdepodobnosť 99,99994 %. Podľa Ferreira vedeckú obec by ani taká vysoká pravdepodobnosť nepresvedčila o nutnosti poopraviť zákony fyziky.

Webba to rozčuľuje: „To, čo sme zverejnili, sú doteraz najpresnejšie merania, aké sa kedy získali z veľkých štruktúr vesmíru. Nikto nám nepovedal, kde naša analýza pokrívka. Nikto v nich neobjavil systémovú chybu. Ale neveria nám.“

Nejedná vedecká revolúcia sa začala objavom anomálií. Nanešťastie, proces overovania trvá niekedy celé desaťročia a úspešnú obhajobu často urobí niekto, kto originálny objav našiel v „mŕtvej schránke“.

New Scientist



Hipparchos – starogrécky astronóm

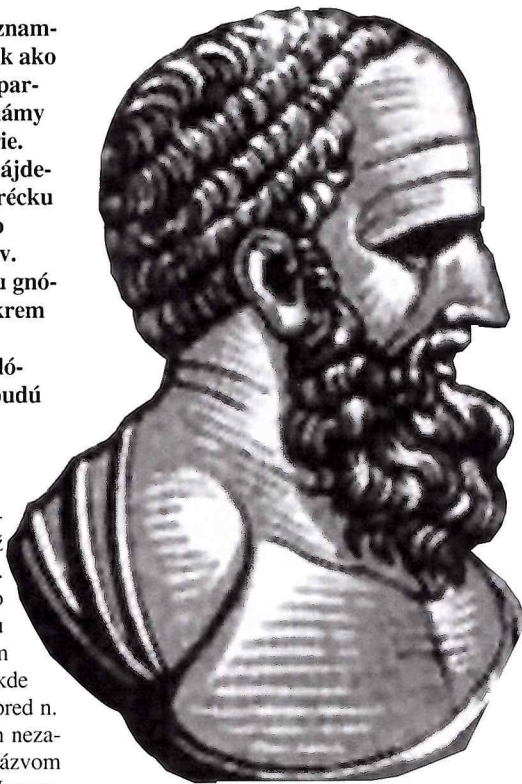
Hipparcha pokladajú mnohí za najvýznamnejšieho starogréckeho astronóma. Tak ako sa Herodotos stal otcom dejepisu, Hipparchos získal titul otca astronómie. Je známy svojím pôsobením na poli trigonometrie. Niektorí historici mu pripisujú jej vynájdenie, iní sú zdržanlivejší. Ako prvý v Grécku delil kruh na 360 stupňov, pričom túto novinku prebral z babylonských spisov. V geografii využíval merania pomocou gnómonu na určenie zemepisnej šírky. Okrem iného sa zaoberal aj filozofiou a podľa zmienok starovekých autorov aj astrológiou. V nasledujúcich riadkoch však budú uvedené jeho zásluhy v astronómii.

Stručne o živote a diele

O živote Hipparcha je známe veľmi málo. Pochádzal z mesta Nicaea alebo tiež Nikáia v Bitýnii (dnes Iznik v Turecku). Hipparchos sa tu narodil niekedy okolo roku 190 pred n. l. Svoju vedeckú kariéru začal v rodnom meste, ale ešte pred rokom 141 pred n. l. odišiel na ostrov Rodos, kde pravdepodobne niekedy okolo roku 120 pred n. l. zomrel. Z jeho vedeckej tvorby sa nám nezachovalo takmer nič až na jeden spis s názvom Komentáre k Arátovým a Eudoxovým Javom. Pripisuje sa mu autorstvo celkovo asi 14 astronomických diel, ktorých názvy poznáme najmä vďaka Ptolemaiovmu Almagestu. Zmienky o Hipparchovi však príležitostne nájdeme aj u iných antických autorov.

Teórie pohybu Slnka, Mesiaca a ostatných planét

Hoci je Hipparchos známy predovšetkým roztriedením hviezd do 6 kategórií, jeho teórie pohybu Slnka a Mesiaca mali na rozvoj astronómie v neskoršom období podstatne väčší vplyv. Vieme, že ročné obdobia sú definované prechodom Slnka bodmi rovnodenností a slnovratov a svojou dĺžkou sa medzi sebou rôznia. Hipparchos tiež vedel o týchto nerovnakých dĺžkach, boli totiž známe už od dôb Metóna a Euktemóna (5. storočie pred n. l.). Vykonal vlastné merania, z ktorých zistil nasledujúce hodnoty: jar $94\frac{1}{2}$ dňa; leto $92\frac{1}{2}$ dňa; jeseň $88\frac{1}{8}$ dňa; zima $90\frac{1}{8}$ dňa. Podľa vtedajšej predstavy Grékov sa museli všetky telesá na nebesiach (teda aj Slnko a Mesiac) pohybovať po kruhových dráhach rovnomerným kruhovým pohybom (mali konštantnú uhlovú rýchlosť) a stredy ich dráh boli v Zemi. Hipparchovi z toho všetkého vyšlo, že z dôvodu odlišnej dĺžky období nemôže mať dráha Slnka svoj stred v Zemi, ale mimo Zeme. Slnko sa potom musí k Zemi raz približovať a raz vzdalovať, a raz pôjde zdanelivo pomalšie, raz rýchlejšie. Tým sa bude meniť aj dĺžka jednotlivých ročných období. Bolo to prvýkrát, čo bol geometrický model dráhy telesa prispôbený tak, aby vyhovoval presným údajom získaným z pozorovaní. Predchodcovia Hipparcha sa dráhami telies totiž zaoberali skôr z teoretického hľadiska.



Hipparchos (okolo 190 pred n. l. – okolo 120 pred n. l.).

Rovnakú metódu uplatnil Hipparchos aj pri teórii pohybu Mesiaca. Z babylonských dát zistil siderickú, anomalistickú a drakonickú periódu a podľa nich prispôbil dráhu Mesiaca. Mesiac sa pohyboval po epicykle v smere hodinových ručičiek a stred epicyklu sa pohyboval po deferente v protismere hodinových ručičiek. Epicyklus bol voči rovine deferentu navyše naklonený o 5° , aby bol vystihnutý pohyb Mesiaca nad a pod ekliptikou. Hipparchos vedel o tom, že v tomto prí-

pade sa budú výsledky predpovedí zhodovať len v syzygiách (v bodoch konjunkcie – 0° a opozície – 180° so Slnkom) a v ich blízkosti, ale to mu úplne stačilo na predpovedanie zatmení Slnka a Mesiaca, ktoré v týchto bodoch občas nastávajú. Navyše sa mu podarilo spresniť obežné doby Mesiaca práve na základe dlhej série pozorovaní, ktoré vykonali Babylónčania.

V teórii pohybu planét sa Hipparchovi nepodarilo skonštruovať model, ktorý by odrážal skutočné pohyby 5 nebeských telies. Neprikláňal sa však ani k teóriám svojich predchodcov, pretože ich teórie epicyklov dávali pre spätný pohyb planét rovnakú veľkosť slučiek, ktoré planéty navyše prešli za rovnaký čas. To však pozorovaniam vôbec neodpovedalo.

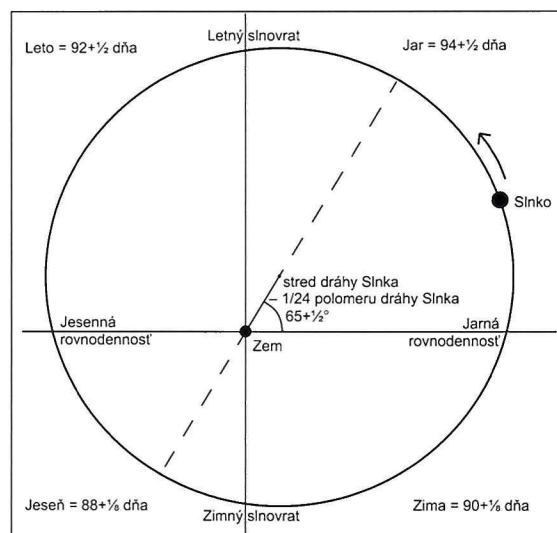
Zatmenia

Hoci nemáme priamy dôkaz, je dosť pravdepodobné, že Hipparchos vytvoril tabuľky zatmení. Plínius uvádza, že dokázal predpovedať zatmenie na ďalších 600 rokov. Babylonské zoznamy obsahujú aj záznamy zatmení od 8. storočia pred n. l., čo bolo v Hipparchovej dobe už asi 600 rokov. Nakoniec, zvládanie problémov pohybov Slnka a Mesiaca mu predpovedanie umožňovalo. Plínius okrem iného uvádza, že Hipparchos podrobne poznal periodicitu zatmení. Pripisuje mu objav mesačných zatmení nastávajúcich každých 5 mesiacov, slnečných nastávajúcich každých 7 mesiacov, ba dokonca dvakrát za mesiac, jedno zo severnej, druhé z južnej pologule.

Veľkosti, vzdialenosti a paralaxa Slnka a Mesiaca

Na predpovedanie zatmení bolo treba poznať veľkosti a vzdialenosti Mesiaca, Zeme a Slnka.

Vzdialenosť Mesiaca od Zeme určil Hipparchos pomocou paralaxy Slnka. Odhadoval, že Slnko je vzdialené minimálne 490 zemských polomerov a odhad jeho paralaxy, ktorú nedokázal odmerať, bol 7 uhlových minút. Rôznymi prepočtami mu nakoniec vyšla hodnota $67\frac{1}{3}$ zemského polomeru pre strednú vzdialenosť Mesiaca od Zeme. Túto vzdialenosť považoval za maximálnu. Keďže paralaxa Slnka bola neznáma, skúsil vypočítať ako ďaleko by bol Mesiac, keby bolo Slnko nekonečne ďaleko (slnečná paralaxa by bola 0); vyšlo mu 59 zemských polomerov. Stredná vzdialenosť Mesiaca od Zeme teda podľa Hipparcha kolísala medzi týmito dvomi hodnotami. Dnešná hodnota (≈ 60 zemských polomerov) sa od Hipparchovej príliš nelíši. Veľkosť Mesiaca určil Hipparchos podľa veľkosti tieňa Zeme vo vzdialenosti Mesiaca. Vyšla mu tiež pomerne presná hodnota $3\frac{1}{11}$ veľkosti Zeme. Pre veľkosť Slnka mu vyšla hodnota $12\frac{1}{3}$ veľkosti Zeme a jeho vzdialenosť od Zeme nakoniec



Dráha Slnka podľa Hipparcha. Vzdialenosť stredú dráhy Slnka od Zeme určil na $\frac{1}{24}$ polomeru jeho dráhy. Zem umiestnil do jesenného kvadrantu a zvolil uhol s veľkosťou $65\frac{1}{2}^\circ$, aby presne vystihol pohyb Slnka. Dnes sú hodnoty období trochu iné. (Obrázok je len ilustračný.)

určil približne na 2 500 zemských polomerov. Hipparchos používal minimálne dve metódy na určovanie veľkosti a vzdialenosti avšak dáta, s ktorými pracoval, neboli príliš presné.

Stálice

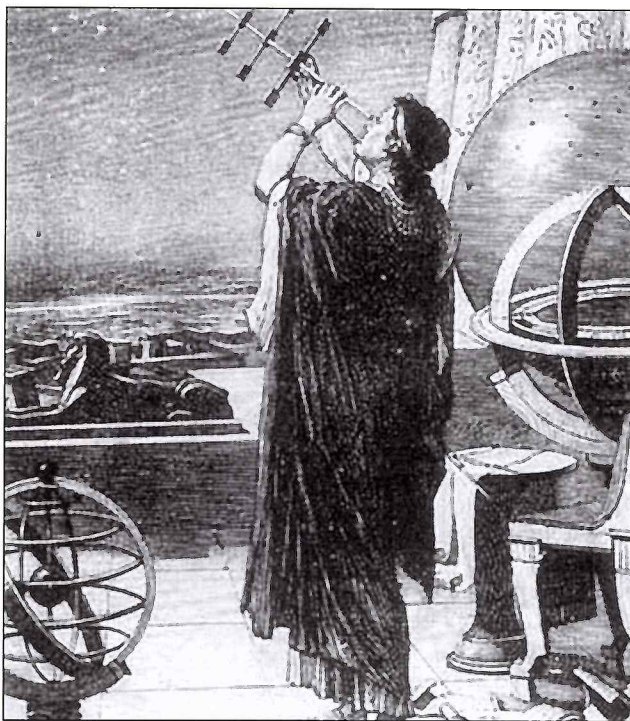
V úvode bola spomínaná jediná Hipparchova práca, ktorá sa dodnes zachovala – Komentáre k Arátovým a Eudoxovým Javom. Ide o didaktickú báseň, ktorú Arátos skomponoval na základe Eudoxovho diela *Fainomena* (Javy). Zachovala sa práve preto, že bola veľmi obľúbená a opisovala sa spolu s Hipparchovým komentárom k nej. Je v nej podaný opis 48 súhvezdí severnej a časti južnej oblohy. Hipparchos vo svojom komentári podáva vlastný opis súhvezdí aj s polohami 44 jasných hviezd, podľa ktorých sa dá v noci určovať čas prostredníctvom sledovania ich východov a západov. Na to, aby sa Hipparchos vedel kriticky postaviť k dielam podobného druhu, musel mať za sebou niekoľko-ročnú prax v sledovaní oblohy. Podľa zachovaných údajov vykonával pozorovania po dobu 20 rokov (147 – 127 pred n. l.). Na základe nich vytvoril katalóg, v ktorom vyznačil polohy 850 hviezd. Pohnútkou na vytvorenie takéhoto na tú dobu rozsiahleho diela bola „nová hviezda“, ktorá sa na oblohe objavila v roku 134 pred n. l. v súhvezdí Škorpión. Pravdepodobne to bola nova, ktorej prítomnosť na oblohe zachytili aj čínske kroniky. Hipparchovi vrátilo v hlave, či na nebesiach naozaj dochádza k zmenám, a či sa niektoré hviezdy predsa len pohybujú. Navyše nevedel, či sa všetky pohybujú rovnakým smerom alebo navzájom menia svoju polohu. V tej dobe bol totiž zakorenený názor, že nebesia sú nemenné a hviezdy sú neustále na jednom mieste (z toho vznikol názov stálice). Rozriešenie otázky však napokon nechal pre budúce generácie. Pohyb hviezd na nebesiach je totiž pomalý a viditeľný až po niekoľkých storočiach. Vo svojich dielach, z ktorých cituje Ptolemaios, zanechal opisy polôh troch hviezd tvoriacich priamku. Presne určené polohy nielen takýchto troch, ale aj ostatných hviezd v Hipparchovom katalógu mohli o stáročia neskôr porovnať ďalší astronómovia s polohami hviezd v ich dobe a rozhodnúť tak túto zdanlivo neriešiteľnú úlohu. Zostavenie tohto katalógu malo teda teoretický a zároveň aj výskumný účel.

S Hipparchom sa však spája ešte jeden vynález. Vo svojom katalógu sa rozhodol hviezdy zaradiť do skupín podľa jasnosti. Najjasnejšie patrili do prvej triedy a najslabšie, sotva viditeľné okom, do šiestej triedy. Tento systém pretrval až dodnes, hoci bol upravený a rozšírený. Najjasnejšie hviezdy (napr. Síríus alebo aj naše Slnko) tak získali zápornú zdanlivú magnitúdu.

Precesia a dĺžka roka

Hipparchov záujem o hviezdy ho doviedol k ďalšiemu objavu – precesii bodov rovnodenností a slnovratov, t. j. pomalému pohybu týchto bodov po oblohe od východu na západ proti smeru pohybu Slnka. Hipparchos sa najprv snažil určiť dĺžku roka. Poslúžili mu na to staršie záznamy okamihu letného slnovratu od Metóna a Euktemóna z roku 432 pred n. l. a Aristarcha z roku 280 pred n. l. Tie porovnával so svojimi

údajmi a prepočítaval. Hodnota dĺžky tropického roka bola v roku 135 pred n. l. $365+1/4$ dňa. Vzal si Aristarchovu hodnotu a použilím posledne menovanej dĺžky roka zistil, že slnovrat nastal o pol dňa skorej, než by podľa výpočtu mal. Rozdiel medzi Aristarchovým a Hipparchovým pozorovaním bol po zaokrúhlení približne 150 rokov. Ak sa za 150 rokov vyskytla odchýlka pol dňa, za 300 rokov by to bol celý deň, preto treba od dĺžky $365+1/4$ dňa odpočítať $1/300$. Tak určil Hipparchos novú dĺžku tropického roka. Dĺžku siderického roka potom pomocou babylonských dát stanovil na $365+1/4+1/144$ dňa.



Hipparchos pri pozorovaní (rytina z 19. storočia).

Rozdiel medzi siderickým a tropickým rokom vzniká práve v dôsledku precesie. Aj precesný pohyb sa v tej dobe dal zmerať až po období dlhšom než je ľudský život, preto si na určenie hodnoty precesie Hipparchos zvolil pozorovania hviezdy Spica v súhvezdí Panny, ktoré 160 rokov pred ním vykonal astronóm Timocharis v Alexandrii. Hipparchos meral vzdialenosť hviezdy od jesenného bodu rovnodennosti, z čoho mu vyšla hodnota 6° . Timocharis vraj nameral 8° . Hviezda sa odvtedy teda musela posunúť o 2° na východ. Ostatné hviezdy v okolí ekliptiky sa tiež pohli rovnako. Hodnotu precesie pohybu z toho určil na prinajmenšom 1° za 100 rokov, z čoho vyjde $36''$ za rok. Skutočná hodnota je dnes 1° za približne 72 rokov = $50''$ za rok.

Ďalší problém, ktorý ho trápil, bola otázka, okolo akých pólov rotuje sféra stálic. Priklonil sa nakoniec k správnejmu názoru, že sú to póly ekliptiky. Napriek správnejmu výkladu pohybu nebies, nebola precesia v neskorších časoch úplne prijímaná. Narušala totiž aristotelovskú fyziku, podľa ktorej sa môže jedno teleso pohybovať len jedným pohybom. Často bol potom precesný pohyb nahrádzaný tzv. trepáčnym pohybom (body rovnodennosti oscilovali v oblúku s veľkosťou 8°).

Nástroje

Na úplné vykreslenie osobnosti tohto starovekého astronóma je potrebné zmieniť sa aj o nástrojoch, ktoré používal. Kvôli nejednoznačným a často stručným zmienkam u iných autorov je celkový obraz nástrojového vybavenia Hipparcha nejasný. Pripisuje sa mu napríklad vynájdenie rovinného astrolábu. Podľa Ptolemaia používal Hipparchos štvorlaktový diopter a opísal ekvatorálny kruh a jeho používanie. Nepochybne poznal a tiež využíval veľmi starý prístroj – gnómon a jeho vylepšenie – skafé. Je možné, že používal taktiež armilárny astroláb a hviezdny glóbus.

Hipparchov odkaz

Astronómia bola do čias Hipparcha kvalitatívna, teoretická a idealistická disciplína. Dráhy planét boli len geometrické modely, ktoré neodkradľovali skutočné dianie na oblohe. Hipparchova hlavná zásluha v dejinách astronómie spočíva v tom, že z astronómie vytvoril kvantitatívnu vedu. Zapojil matematické metódy a pomocou už ustanovených geometrických modelov dokázal vo pred predpovedať niektoré deje na oblohe. Tým vniesol do astronómie prvok praktickosti. Dokázal sa odpútať od niektorých zakorenených predstáv o dejoch vo vesmíre. Vesmír skúmal kriticky a rovnako prístupovo aj k svojim výsledkom. Tak mohol overovať svoje teórie i teórie svojich predchodcov. Hipparchos nezanechal po sebe žiadne kompendium poznatkov podobné Ptolemaiovmu *Almagestu*. Tým, že Ptolemaios zhmlul všetky dovtedajšie poznatky, Hipparchove práce sa stali nepotrebnými a stratili sa. No *Almagest*, dielo ktoré ovplyvnilo vývoj európskej astronómie v nasledujúcich 1 500 rokoch, je založený z veľkej časti práve na Hipparchových pozorovaniach.

STANISLAV ŠIŠULÁK

Použitá a odporúčaná literatúra:

- Jones, Alexander: Hipparchus. In: Murdin, Paul: *Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics*. Nature Publishing Group – Institute of Physics Publishing, 2001.
- Kwan, Alistair: Hipparchus of Nicaea. In: Hockey, Thomas (ed.): *The Biographical encyclopedia of astronomers*. Springer, 2007, p. 511.
- Špelda, Daniel: *Astronomie v antice*. Ostrava: Montanex, 2006, s. 149–161.
- Štefl, Vladimír – Krtička, Jiří: *Historie astronomie*. Brno: Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, 2008, s. 15–18. Dostupné na: <<http://astro.physics.muni.cz/download/documents/skripta/F6560.pdf>>
- Toomer, Gerald James: Hipparchus. In: Gillispie, Charles Coulston: *Complete Dictionary of Scientific Biography*, vol. 15. New York: Charles Scribner's sons, 1981, pp. 207–224.
- Toomer, Gerald James: Ptolemy and his Greek Predecessors. In: Walker, Christopher: *Astronomy Before the Telescope*. London: British Museum Press, 1996, pp. 76–82.

JURIJ GAGARIN

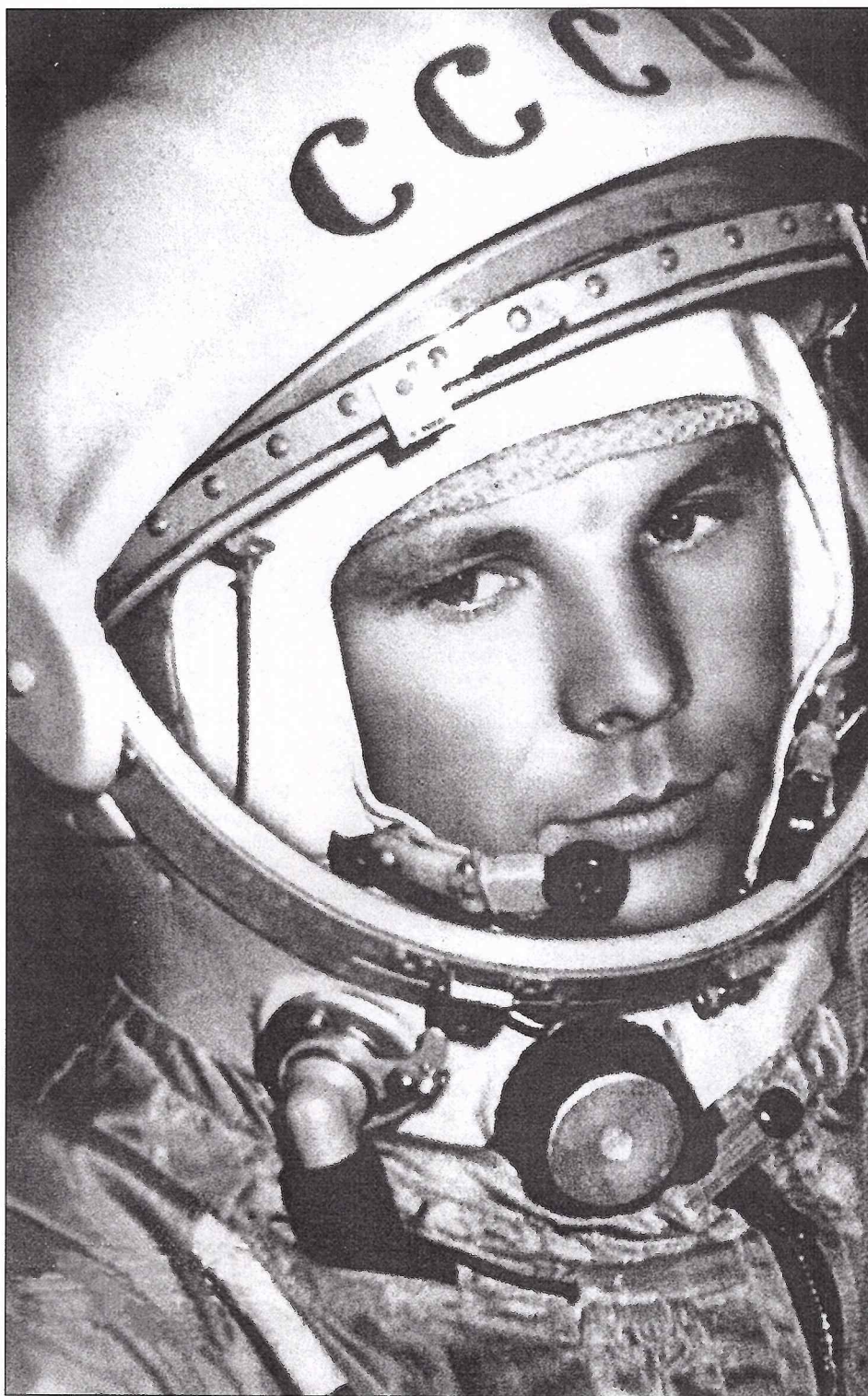
nepohodlný hrdina

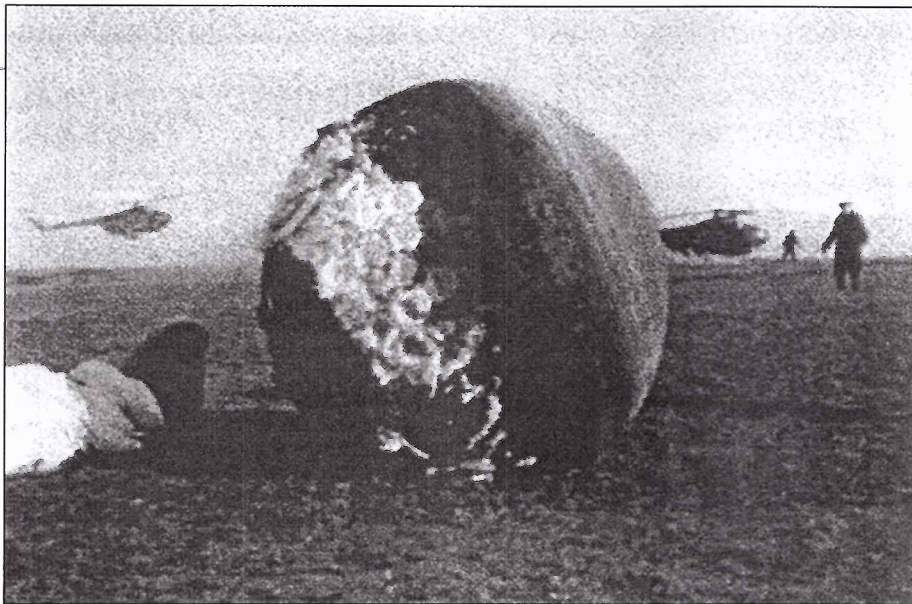
Dejiny sovietskej kozmonautiky majú veľa bielych stránok. Ani dnes ešte všetko nevieme, pretože strážcovia trezorov sprístupňujú dokumenty o najväčšom dobrodružstve v dejinách ruskej technológie iba neochotne. Z desiatok kníh a stoviek článkov sa vynárajú fakty, príbehy a svedectvá, o ktorých sme vôbec nevedeli. Pri čítaní niektorých žasneme, prečo boli pred verejnosťou tak dlho utajované, hoci neraz poslúžili autorom najrozličnejších konšpiračných fám. Pri iných iba krútime hlavou, pretože mnohé informácie, ktoré sme si osvojili, ukázali sa byť polopravdami, ba vyslovenými lžami. V aréne studenej vojny sa nehralo s odkrytými kartami. Ideológovia a propagandisti (a treba povedať, že presvedčivo), servirovali svetu i svojim protivníkom idealizovaný obraz toho, čo sa skutočne dialo. Ibaže: napriek dôvtipným i nešikovným kamuflážam sovietska kozmonautika nebola „Potemkinovou dedinou“. Sputnik, sondy, ktoré pristáli na Mesiaci, na Venuši i na Marse, to všetko boli pionierske činy, ktoré sa zapísali do dejín ľudstva. Na to všetko sa už pozabudlo. V apríli tohto roku si však všade na svete pripomenuli 108 minút trvajúci let Jurija Gagarina na kozmickej lodi Vostok okolo Zeme. Človeka, ktorého aj Západ považuje za „Kolumba vesmíru“.

Oslavy 50. výročia prvého letu človeka do vesmíru pripravoval v Moskve zvláštny výbor. Prizvali doň aj jednu ženu: najstaršiu Gagarinovu dcéru – Jelenu. Predseda výboru, ruský premiér Vladimir Putin, na úvod prvého sedenia povedal: „Let kozmickej lode Vostok je jednou z najvýznamnejších udalostí v dejinách civilizácie.“ Prítomných novinárov však zaujala najmä výzva, ktorá nasledovala. Putin povedal, že je najvyšší čas, aby sa odhalilo všetko, čo sa okolo dejín ruskej kozmonautiky zamlčalo, retušovalo či prekrútilo.

Miesto a spôsob pristátia

Najviac lží o Gagarinovom lete vyprodukovali na príkaz sovietskeho vedenia. Na čele strany a vlády stál vtedy Nikita Chruščov. Zoznam všetkých klamstiev a poloprávd nie je dodnes úplný. Za typickú lož na príkaz zhora sa považujú informácie o pristátí. Sovieti totiž zverejnili správu, že Gagarin pristál v kozmickej lodi. Táto lož sa prevalila až počas Gorbačovovej glasnosti. Mystifikácia sa zdôvodnila obavami, že keby sa Medzinárodná astronautická federácia (IAF) dozvedela, že Gagarin po katapultovaní pristál pomocou padáka, 1500 kilometrov od miesta štartu, prvý let okolo Zeme





Pristávací modul Vostok 1, z ktorého sa Gagarin vo výške 7000 metrov katapultoval.

by neuznala. Podľa pravidiel IAU mal kozmonaut pristáť sediac v lodi, ktorá ho vyniesla na obežnú dráhu.

To však nie je všetko: v tom čase sa všetko okolo kozmonautiky paranoidne utajovalo. (Nielen v ZSSR.) Gagarinov štart nesmeli sledovať ani sovietski novinári. Štart nakrúcali iba vojenski kameramani z Ústredného štúdia pre dokumentárne filmy. Filmy potom viackrát zostrihali s cieľom utajiť dôležité detaily. Autentické snímky Gagarina v oranžovom skafandri i s raketou Vostok, zverejnili až po rokoch. O dva dni, keď prvého kozmonauta triumfálne privítala Moskva, úrady zverejnili snímku Gagarina v koženej, leteckej čiapke. Z čias, keď bol ešte pilotom. Nové boli iba jeho fotografie v uniforme majora. (Nadporučika Gagarina po slávnom lete povýšili.) Prvé fotografie Gagarina-kozmonauta uverejnili na Západe. Poslali ich tam sovietski filmári, ktorí niekoľko políčok z filmovej suroviny vystrihli a prepašovali do zahraničia. Onedlho ich odhalili. Skončili vo väzení.

Sovietska agentúra TASS rozšírila po svete text plný politických komentárov k letu. O technických detailoch vesmírnej lode Vostok 1, či nosnej rakety s rovnakým menom sa však čitatelia veľa nedozvedeli. Utajili mená hlavného konštruktéra Sergeja Koroljova (hoci on pred štartom prijal Gagarinovo hlásenie) i Gagarinovo náhradníka Germana Titova. TASS však neutajila iba miesto pristátia.

Problémy pred pristátím

Soviety chceli za každú cenu predbehnúť Ameriku. Nielen kvôli prvenstvu vo vesmíre. Chceli demonštrovať potenciál krajiny, s dôrazom na prevahu vo vývoji rakiet, ktoré dokážu zasiahnuť ľubovoľné miesto na Zemi. Inžinieri letu preto odobrili štart, hoci všetky muchy zďaleka neboli vychytané. Pred Gagarinom vypustili 48 lodí so psami. Dvadsať psov zahynulo krátko po štarte. V zlom stave sa vrátila na Zem aj posledná „psia posádka“ – Belka a Strelka. Navyše pol roka pred štartom Vostoku 1 vzbuchla na jednej z rámp raketa P-16, pričom 74 ľudí, medzi nimi aj maršal Nedelin, zahynulo. Jeden zo žijúcich inžinierov, Boris Čertok (99)

v nedávno zverejnenom rozhovore povedal, že let napriek všetkému povolili, hoci vedeli, že neúnosne riskujú. S rizikom oboznámili aj Gagarina, ale on to riziko prijal.

Obavy konštruktérov sa potvrdili. Hneď potom, ako sa Gagarin usadil v kabíne, technik nebožiecom priskrutkoval poklop. Zvláštne zariadenie malo vzápätí poklop hermeticky uzavrieť. Sensor však zlyhal. Celý proces museli zopakovať. Dramatické bolo aj pristátie. Pred vstupom do atmosféry sa od pristávacieho modulu mal oddeliť servisný modul s prístrojmi. Oddelil sa, ale elektrický kábel, ktorý oba segmenty spájal, sa neuvoľnil. Hrozilo, že kabína sa destabilizuje a nevnikne do atmosféry privrátená k Zemi ohňovzdorným štítom. Našťastie kábel po vniknutí do atmosféry zhorel. Keď sa kábel

Jurij Gagarin s dcérami.



pretrhol, kabína začala rotovať, ale rotácia trvala iba chvíľu. Kabína sa ustálila a letela po zhruba naplánovanej dráhe.

Loď mali pribrzdiť padáky, ale na Zem mala aj tak dopadnúť rýchlosťou 12 metrov za sekundu. To by kozmonaut nemusel prežiť. Konštruktéri v časovej tiesni nenašli spôsob, ako rýchlosť kabíny pred dopadom viac pribrzdiť. Preto rozhodli, že kozmonaut sa vo výške 7000 metrov katapultuje. Automat ho vystrelil aj s kreslom, ktoré sa o 3000 metrov nižšie oddelilo a Gagarin sa znášal na padáku. Presnejšie, na dvoch padákoch. Ten hlavný sa mu najprv neotvoril. Otvoril sa, až keď Gagarin aktivoval aj rezervný. Keby sa zamotali, prvý kozmonaut by sa pri návrate z kozmu zabil. A na dôvažok: po pristátí nedokázal dlho uvoľniť uzáver skafandra. Vznikla kritická situácia, lebo po dopade sa uvoľnil vzduchovod od kyslíkovej nádrže. Hrozilo, že sa zadusí. Nakoniec všetko dobre dopadlo. O tom všetkom sa verejnosť dozvedala až za Gorbačova.

To však nie je všetko. Gagarin mal pôvodne pristáť 120 kilometrov južne od Volgogradu. V skutočnosti pristál neďaleko mesta Engels neďaleko Saratova, 500 kilometrov od plánovaného miesta pristátia. Keď vystúpil z kabíny, neprivilala ho záchranná skupina, ale stará kolchozníčka s vnučkou. Až neskôr sa objavila vojenská patrola, ktorá ohlásila do ústredia súradnice. O tom všetko sa verejnosť dozvedela až v roku 1987.

Fámy okolo výberu

Gagarina vybrali spomedzi vyše tisíciky kandidátov. Ústredný výbor KSSZ do výberu nezasiahol! Okruh sa postupne znížil na dvadsiaticich, potom na šiestich, štyroch, až napokon ostali dvaja: Jurij Gagarin a German Titov. Definitívne rozhodnutie prijal kolektív ľudí z velenia vojenských vzdušných síl a zvláštna komisia.

Nie je pravda, že Gagarin uspel iba preto, že mal, ako syn roľníka – tesára, lepší kádrový profil ako učiteľov syn German Titov. Podľa Borisa Čertoka všetky skúšky z techniky, poznania kozmickej lode, fyzickej prípravy, rýchlosti reakcií absolvoval na jednotku. Navyše mal najlepšie psychologické testy. Generálny konštruktér projektu Sergej Koroljov od samého začiatku preferoval Gagarina, hoci generál Nikolaj Kamanin, šéf oddelenia kozmonautov, bol proti. Jeho favoritom bol Titov. Nakoniec ustúpil...

*Pokračovanie
nabudúce*

Astrofoto 2010

Roman Vaňúr: Snímka zo seriálu piatich fotografií nazvanom *Hmlovina*. Fotoграфované 7. 9. 2010 o 2:00 hod SEČ, 877×8 sekúnd, QHY5 mono, 8" Newton.

Prepracovali sme sa ku Kristovým rokom súťaže Astrofoto. Kristove roky znamenajú začiatok veku vyspelosti a s radosťou môžeme konštatovať, že sa to odrazilo aj na kvalite zúčastnených prác. Je vidieť, že autori snímok si už osvojili súčasnú modernú techniku fotografovania a tak porota v zložení Dušan Kalmančok, Eugen Gindl, Milan Lackovič, Peter Dolinský a Pavol Rapavý mala skutočne náročnú úlohu. Medzi osemnástimi autorami boli ostrieľaní účastníci súťaže s tradične kvalitnými prácami. Potešujúce je, že sa vyskytli aj noví autori, ktorých práce boli plne konkurencieschopné.

Po náročnom hodnotení a búrlivých diskusiách dospela porota k týmto výsledkom:

1. Astronomické snímky

1. cena *Róbert Barsa*
Snímka – Srdece
2. cena *Peter Delinčák*
Snímky – Pozostatok supernovy Sh2-240 a snímka Melotte 15
Peter Jurista
M 42

3. cena *Roman Vaňúr*
Seriál – Planéty

2. Variácie na tému obloha

1. cena *Vladimír Šifra*
Snímka – Pod Polárkou
2. cena *Tomáš Maruška*
Snímka – Meteor nad observatóriom
3. cena *Roman Vaňúr*
Seriál – fotografia zo seriálu 3 snímok nazvaných Variácie na tému obloha, zachytávajúca Mesiac nad osvetleným mestom
Peter Delinčák
Seriál – Expedícia meteorit Košice

Snímka roka

Vladimír Šifra
Nebo nad Tatrami

Ocenenie redakcie časopisu Kozmos

Lubomír Maslík
Západ Slnka

Ako vidieť z výsledkovej listiny, porota dospela ku kompromisu takým spôsobom, že udelila 2 druhé a 2 tretie miesta a znovu po rokoch udelila aj cenu Snímka roka, čo vypovedá o skutočne kvalitnom ročníku.

Cenu **Snímka roka** získal Vladimír Šifra za snímok Nebo nad Tatrami. Pri súbore prác Planéty od Romana Vaňúra porota vyzdvihla spôsob spracovania.

Ďakujeme všetkým priaznivcom súťaže Astrofoto a do ďalšieho ročníka želáme jasnú oblohu, veľa dobrých nápadov a bezporuchovú techniku.

Marián Vidovec

Vzor formulárov pre odoslanie súťažných prác do Astrofoto 2011

Formulár pre jednotlivé práce

Meno a priezvisko	
Kontaktná adresa	
e-mail	
Dátum narodenia	
Číslo účtu (na prípadné zaslanie ceny)	
Kat. názov práce	
Dátum a čas expozície	
Parametre použitých prístrojov	
Materiál (film, fotopapier, atď..)	
Špeciálne postupy a úpravy (digitálne foto)	

Formulár pre seriál

Meno a priezvisko	
Kontaktná adresa	
e-mail	
Dátum narodenia	
Číslo účtu (na prípadné zaslanie ceny)	
Názov práce	
Počet snímok	
Dátum a čas expozície č. 1	
Dátum a čas expozície č. 2	
Dátum a čas expozície č. 3	
Dátum a čas expozície č. 4	
Dátum a čas expozície č. 5	
Dátum a čas expozície č. 6	
Dátum a čas expozície	
Parametre použitých prístrojov	
Materiál (film, fotopapier, atď..)	
Špeciálne postupy a úpravy (digitálne foto)	

Podmienky súťaže Astrofoto 2011

Slovenská ústredná hviezdáreň v Hurbanove vyhlasuje 34. ročník súťaže Astrofoto. Súťaž je určená všetkým amatérom a profesionálom v oblasti astronómie. Všetky kategórie sú bez vekového ohraňovania. **Všetky snímky, digitálne aj klasické fotografie budú hodnotené spoločne.** Súťažné práce budú rozdelené do nasledujúcich tematických kategórií:

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

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

Upozornenie:

– do súťaže sa prijímajú snímky získané resp. urobené v čase od 1. januára 2011 do 31. decembra 2011,
– ku každej súťažnej práci musí byť priložený formulár, z ktorého jasne vyplynie, že práca a formulár patria k sebe. Formulár je možné stiahnuť aj na internetovej stránke www.suh.sk.

– každý zarámovaný diapositív označte v ľavom dolnom rohu (pri prehladaní voľným okom) čiernou bodkou a vložte do osobitného vrecúška alebo obálky,
– digitálne zábery musia byť v niektorom z formátov: JPG, TIF alebo BMP a musia mať pripojený súbor s požadovanými údajmi,
– každá súťažná práca musí byť označená tematickou kategóriou, v ktorej sa autor s prácou zúčastňuje.

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

Počet prác: Každý autor môže do súťaže poslať 6 súťažných prác. Za súťažnú prácu sa považuje jednotlivá snímka alebo seriál. V seriáli môže byť maximálne 6 snímok. Za seriál sa považuje súbor fotografií, ktoré majú časovú alebo významovú kontinuitu. Každá snímka seriálu musí byť zreteľne označená názvom práce a poradovým číslom od 1 do max. 6 tak, aby bolo jednoznačné, že je súčasťou seriálu. V prípade nesplnenia týchto podmienok budú snímky hodnotené jednotlivito, a nie ako seriál.

Ceny: Víťazné práce budú ocenené finančnými cenami, a to za 1. miesto 150 eur, za 2. miesto 100 eur a za 3. miesto 50 eur. Snímka roka, v prípade, že bude táto cena udelená, bude navyše ohodnotená prémieou 200 eur. Porota si vyhradzuje právo udeliť špeciálnu cenu pre autora do 18 rokov. Porota si tiež vyhradzuje právo neudelit cenu.

Výsledky: Vyhodnotenie súťaže bude uverejnené v časopise Kozmos 3/2012. Ocenené fotografie sa stávajú majetkom vyhlasovateľa. Diapositívy (aj ocenené) autorom vrátime po vyžiadaní. Vyhlasovateľ si vyhradzuje právo zhotoviť si kópie ocenených prác do archívu súťaže.

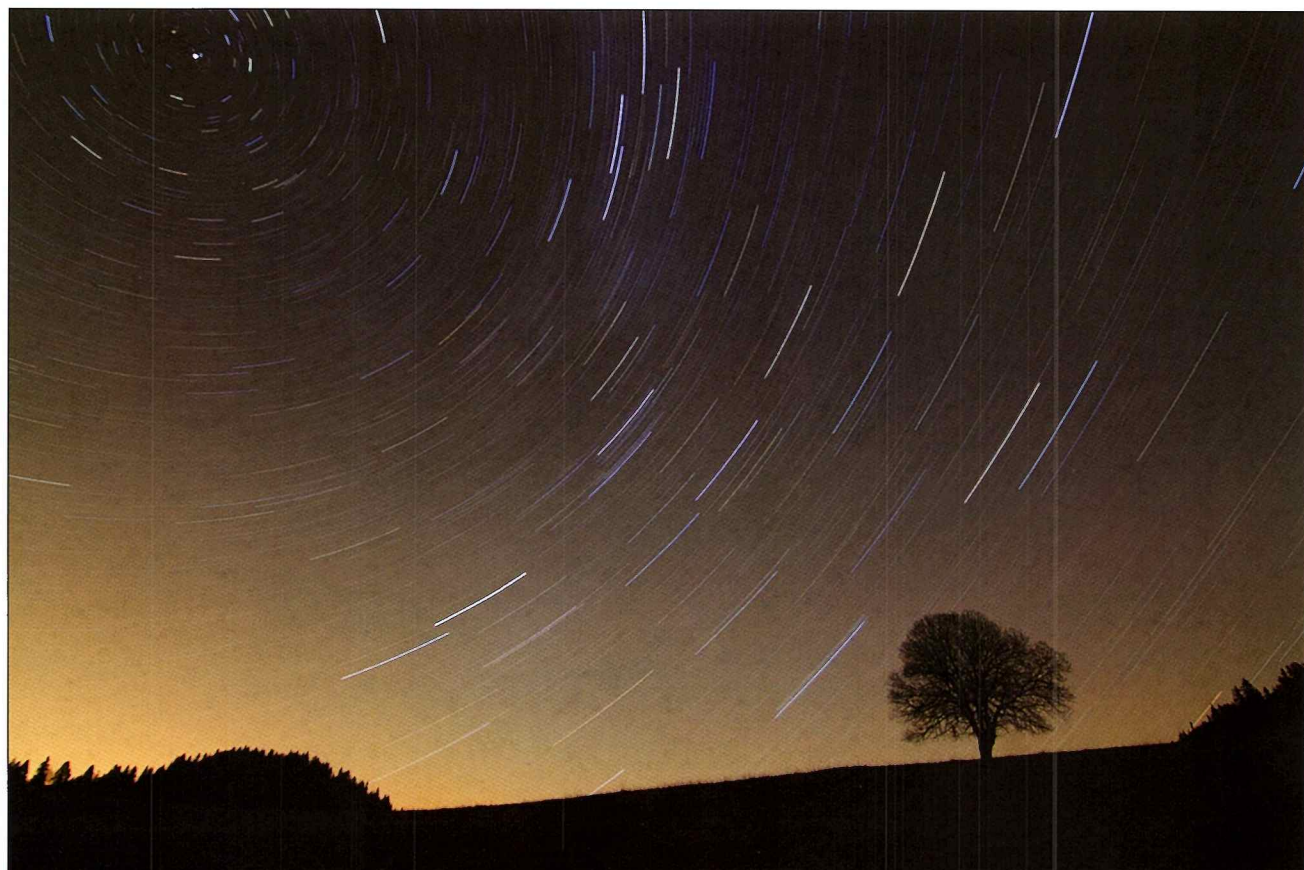
Pre zaradenie do súťaže je rozhodujúci dátum podania zásielky, najneskôr 31. 1. 2012.

Práce označené heslom ASTROFOTO posielajte na adresu:

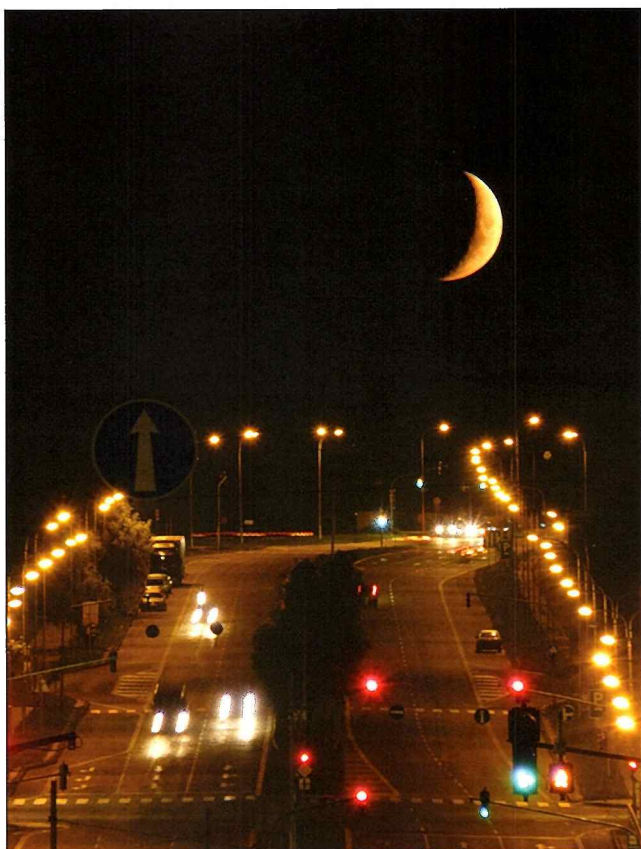
Slovenská ústredná hviezdáreň
Komárňanská 134
947 01 Hurbanovo
Slovenská republika



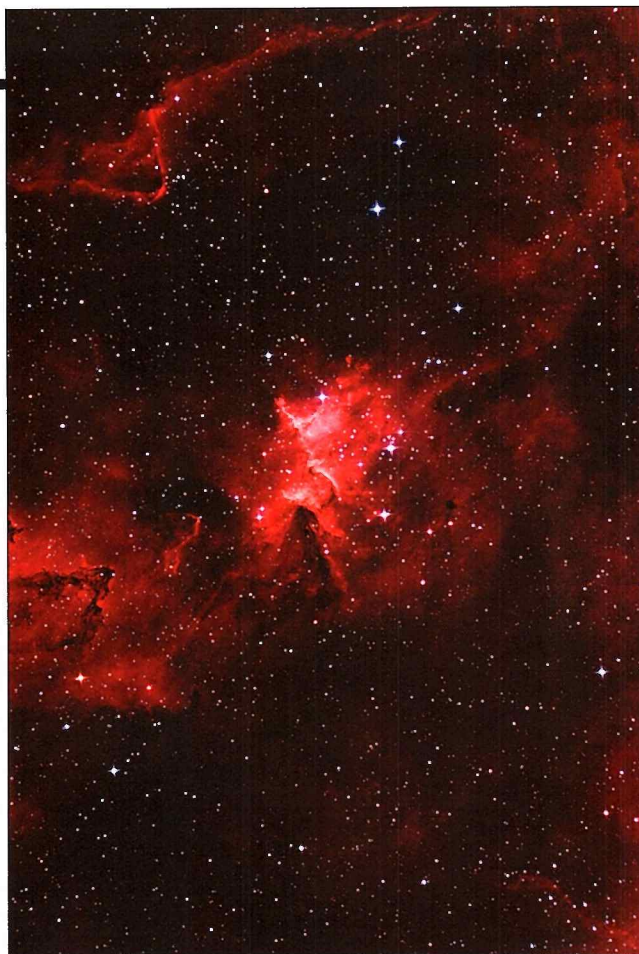
Vladimír Šifra: *Nebo nad Tatrami*. Fotografované 24. 1. 2010 o 5:30 SEČ. Canon EOS 7D tokina 12-24. Fotografia získala ocenenie **Snímka roka**.



Vladimír Šifra: *Pod Polárkou*. Fotografované 27. 10. 2010 o 18:31 SEČ. Canon EOS 7D tokina 11-16. Ocenené 1. cenou v kategórii **Variácie** na tému obloha.



Roman Vaňúr: Fotografia zo seriálu 3 fotografií, ktoré autor pomenoval rovnako, ako kategóriu, do ktorej seriál zaradil: *Variácie na tému obloha*. Táto fotografia bola zhotovená 13. 9. 2010 o cca 21:00 SEČ, expozícia 3 s, ISO 100, fotoaparát Panasonic FZ-18. Snímka bola ocenená 3. cenou.



Peter Delinčák: *Melotte 15*. Fotografované 19. septembra 2010 od 20:52 SELČ. RGB 2×(5:5:5) min + H- α 18×10 min binning 2×2; Newton 36 cm(F=1500) + Paracorr. Aj s prihliadnutím na túto fotografiu získal Peter Delinčák v kategórii Astronomické fotografie 2. cenu.



Lubomír Maslík: *Západ Slnka*. Fotografia z 23. 5. 2010 (o 19:05 SEČ) zachytáva západ slnka nad časťou lesa Malých Karpát, ktorá bola krátko predtým zničená veternou víchricou. Krvavo červená obloha a torzá stromov, ktoré kalamite odolali umocňujú silu a zároveň krásu prírody. Ďalekohľad: Newton GSO 200/800; ohnisko 800 mm; expozícia 1/1600 s; ISO 100. Fotoaparát Canon EOS 400D. Fotografii udeľuje redakcia časopisu Kozmos uznanie.



Peter Jurista: *M 42*. Fotografované 29. 12. 2010. Expozície 10×15 sek., 10×1 min., 22×5 min., ISO 800 + 17×10 min., ISO 800 v H- α . Sky-Watcher Black Diamond ED 120, montáž EQ6, rovnač-reduktor SW HED 120W na F 6,4, pointacia ED80+QHY5mono v PHD, Astronomik CLS CCD, Astronomik H- α . Fotografia získala 2. miesto v kategórii Astronomické fotografie.

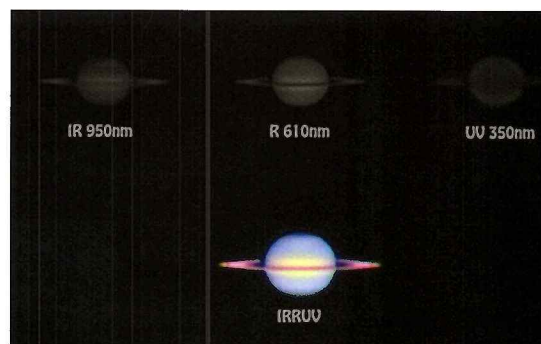
Roman Vaňúr: *Seriál Planéty* (6 snímok). Prístroje: 8" Newton, QHY5 mono, TeleVue plossl 8mm. Seriál získal 3. miesto v kategórii Astronomické fotografie.



Saturn. Fotené 8. 2. 2010 o 01:00 SEČ. Výber cca 1000 snímok videa 640×480 px z 3000.



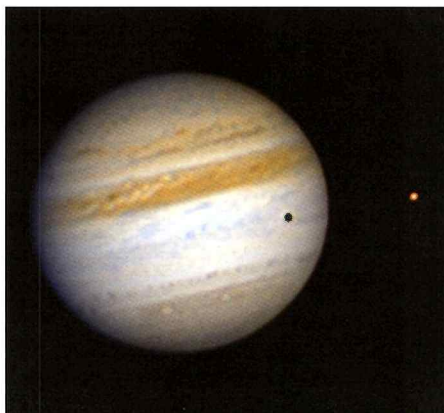
Venuša. Fotografované 22. 2. 2010 o 01:30 SEČ. 1000 snímok (fotené cez R,G,B a UV filtre). Výsledný snímok klasický RGB a RGUV vo falošných farbách, ktoré zvyrazňujú vysokú oblačnosť.



Saturn. Fotografované 22. 2. 2010 o 01:00 SEČ, 500 snímok (filtre 950 nm IR, R 610 nm a UV 350 nm). Snímka vo falošných farbách zviditeľňuje vrchnú hmlistú oblačnosť zmrznutého amoniaku (UV) a nižšiu vrstvu oblačnosti (IR).



Venuša. Fotografované 14. 7. 2010 o cca 20:00 SEČ, 7000 snímok z 10 000. Fotené cez Baader CaK (úzkopásmový filter účinný v pásme 393 nm – čiara vápnika, so šírkou priepustnosti 8 nm) vhodný na zobrazenie oblačnosti Venuše. Falošné farby spravené cez R filter a syntetický zelený.



Jupiter. Fotografované 1. 8. 2010 o 03:20. 1500 snímok. Vpravo mesačik Io a jeho tieň.



Fotografované 5. 12. 2010 o 05:15 SEČ, 2000 snímok, 800×600 px. „Popolavý svit Venuše“ – termálne emisie nočnej strany prejavujúce sa už pri vlnovej dĺžke okolo 1 μ m. Fotografované cez 950 nm IR filter.



Tomáš Maruška: *Meteor nad observatóriom.* Fotografované 4. 7. 2010 o 2:42:52 SEČ. Canon EOS 20D, EF 2,8/15 Fish-Eye, cl.2,8, exp. 15 s, ISO 3200. Snímka vznikla počas časozberného snímania za svitu Mesiaca. Snímka získala 2. cenu v kategórii Variácie na tému obloha.



Peter Delinčák: *Expedícia meteorit Košice.* Fotografované 6. apríla 2010. Canon 350D. Fotografie z expedície hľadania fragmentov z meteoritu Košice, ktorá sa uskutočnila od 6. do 8. apríla 2010. V kategórii Variácie na tému obloha udelila porota 2 tretie ceny. Jednou z nich bola ocenená aj táto séria obrázkov.



Záber do hľadiska prednáškovej sály HaP v Prešove na účastníkov medzinárodnej konferencie.



Pokračovanie medzinárodnej konferencie v Planetáriu na Kolonickom sedle.

Význam planetária pri popularizácii astronómie

V rámci projektu *Spoznaj vesmír v planetáriu*, podporovaného Agentúrou na podporu výskumu a vývoja, uskutočnila Hvezdáreň a planetárium v Prešove od novembra 2009 množstvo aktivít, ktoré sa stretli s veľmi dobrým ohlasom tých, ktorí boli ich účastníkmi.

Jednou z najnáročnejších podujatí bola medzinárodná konferencia *Význam planetária pri popularizácii astronómie*. Akcia prebiehala v dňoch 10. a 11. marca 2011 v priestoroch Hvezdáreň a planetária v Prešove. Účastníkmi boli odborní pracovníci hviezdární a planetárií z Čiech (Praha, Brno, Ostrava), Poľska (Olsztyn, Czestochowa, Niepolomice) a zo Slovenska (Hurbanovo, Košice, Žiar nad Hronom, Levice, Rožňava, Michalovce, Humenné, Prešov, Žilina, Partizánske, Hlohovec, Rimavská Sobota). Ako už prezrádza samotný názov konferencie, cieľom jej organizátorov bola výmena pracovných skúseností, čo v našich podmienkach znamená každodenné vzdelávanie detí a mládeže, popularizácia najnovších poznatkov v oblasti astronómie a príbuzných prírodných vied, poskytovanie návštevníkom pohľady nielen na reálnu oblohu ďalekohľadmi, ale aj na umelú pomocou najdokonalejšej astronomickej pomôcky, ktorou je planetárium. Odborní strážnik tejto konferencie v podstate vytvárali prednášateľmi sami, nakoľko tretina zúčastnených boli súčasne aj prednášateľmi, ktorí svojimi príspevkami prezentovali výsledky práce svojej a svojich kolegov. Nepochybujeme o tom, že všetky príspevky boli inšpiratívne pre poslucháčov. Zároveň sa týmto podujatím mohli uskutočniť neoficiálne dohody spolupráce medzi jednotlivými hviezdárňami a planetáriami, ktoré sa nadväzujú väčšinou pri takýchto pracovných stretnutiach.

Aj keď hlavným dôvodom, pre ktorý sme sa zišli 10. – 11. marca v Prešove, bolo planetárium a práca s ním, niektoré príspevky upriamili našu pozornosť aj na možnosti využívania planetária nielen pre popularizáciu astronómie. Tu možno povedať, že čo planetárium (myslí sa organizácia), to iný prístup k tomuto fenoménu, ktorý nám priestory v takýchto zariadeniach poskytujú. Podujatia, ktoré môžeme zaradiť medzi „iné“ sú hudobné predstavenia, čiže prezentácia jedného alebo viacerých hudobných interpretov pod hviezdňou oblohou, hudobno-relaxačné sedenia niekedy aj v spolupráci so psychológmi, divadelné predstavenia alebo interaktívne predstavenia, pri ktorých lektor predvádza fyzikálne, chemické alebo iné pokusy, ktoré pri metodicky správnom prístu-

pe lektora môžu zmeniť pohľad návštevníkov na tú-ktorú vedu ako veľmi atraktívnu a zároveň sa môže stať oveľa zrozumiteľnejšia pre bežných ľudí.

Z uvedeného s určitosťou vyplýva, že návšteva planetária prináša návštevníkom silný estetický, emocionálny a intelektuálny zážitok.

Keďže si myslíme, že stále máme svojim priaznivcom čo povedať a chceli by sme oslovit čo najširší okruh návštevníkov, bolo v rámci projektu *Karpatské nebo* postavené nové Planetárium na Kolonickom sedle. A to bolo miesto, kde pokračovala naša medzinárodná konferencia v dňoch 12. – 13. marca 2011.

Slávnostným ukončením stavebných prác na budove planetária v astronomickom areáli na Kolonickom sedle sa završila najvýznamnejšia investičná akcia v rámci projektu *Karpatské nebo* podporeného v rámci programu cezhraničnej spolupráce Poľsko – Slovenská republika 2007 – 2013, ktorého hlavným prijímateľom je Vihorlatská hviezdáreň v Humennom. Vďaka tomuto významnému kroku pribudlo do Prešovského kraja v poradí už druhé planetárium.

Kým planetárium nachádzajúce sa v meste Prešov je typické mestské zariadenie tohto druhu a určite právom patrí do tohto prostredia, planetárium na Kolonickom sedle bude mať svoje špecifiká. Predovšetkým sa tu črtá unikátna príležitosť kombinácie programu pod umelou hviezdňou oblohou s pohľadom na reálnu, svetlom neznečistenú tmavú oblohu. Toto je v mestských planetáriách nemožné. Prehliadky nočnej oblohy s odborným výkladom sa na Kolonickom sedle už bežne konajú. Večerné exkurzie využívajú ďalekohľady astronomického observatória, ktoré sa na Kolonickom sedle postupne rozvíja už od roku 1986. Isté špecifiká bude mať aj klientela nového planetária. Významnú časť by mali tvoriť turisti navštevujúci región Vihorlatu a Polonín. Ako jeden z výstupov projektu *Karpatské nebo* bude vytvorených aj niekoľko turistických produktov, ktoré budú obsahovať program v Astronomickom

Úvodný príspevok riaditeľa Hvezdáreň a planetária v Prešove PaedDr. Juraja Humeňanského.



observatóriu a planetáriu na Kolonickom sedle. Tieto produkty budú ponúknuté podnikateľom v cestovnom ruchu.

Na Astronomickom observatóriu na Kolonickom sedle sa zišlo deväť partnerov projektu *Karpatské nebo*, zástupcovia slovenských a českých astronomických inštitúcií, predstavitelia miestnej a regionálnej samosprávy, Národného parku Poloniny, podnikatelia v cestovnom ruchu, médiá a v neposlednom rade zástupcovia dodávateľskej firmy. V programe bola prehliadka budovy planetária, samotný akt odovzdania novostavby a odzneli tiež dve tematicky vhodné prednášky, ktoré sa uskutočnili už pod kupolou nového planetária. RNDr. Igor Kudzej, CSc., riaditeľ Vihorlatskej hviezdárne v Humennom priblížil okolnosti, ktoré historicky ovplyvnili realizáciu výstavby planetária na Kolonickom sedle v príspevku nazvanom *Planetárium pod Vihorlatom – 20-ročná cesta k realizácii*. Druhý príspevok bol tiež zaujímavý. Doc. RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., z Prírodovedeckej fakulty Masarykovej univerzity v Brne hovoril na tému *Hviezdy a my – prečo sa nám hviezdy tak páčia, hviezdy všetkými zmyslami, načo sú nám hviezdy*. Po skončení programu v planetáriu sa účastníci presunuli do hotela Armales v Stakčíne, kde sa konala slávnostná recepcia a pokračovala konferencia projektu *Karpatské nebo*.

Stavebné práce na budove planetária boli ukončené, ale to ešte ani zďaleka nie je koniec aktivity *Výstavba planetária na Kolonickom sedle*. Ukončená bola stavebná časť a inštalácia projekčnej kupoly. Tá je riešená veľmi zaujímavou technológiou. Projekčné plátno je napínané do tvaru presnej polgule podtlakom, ktorý sa počas predstavení vytvára medzi plátnom a konštrukciou strechy. V ďalšej etape bude inštalovaný projekčný prístroj ZKP2 umiestnený na hydraulickom elevátore, ktorý umožní jeho pootočeniu alebo spustenie do podzemnej šachty, a tým aj ďalšie využitie priestorov na konferencie a semináre. Planetárium bude vybavené zariadením, sedadlami pod kupolou, nábytkom, výpočtovou technikou. Paralelne sa budú pripravovať prezentačné programy pre verejnosť.

Začiatok pravidelnej prevádzky planetária môžeme očakávať v roku 2012.

RNDr. IGOR KUDZEJ, CSc.,
riaditeľ Vihorlatskej hviezdárne v Humennom
RENÁTA KOLIVOŠKOVÁ,
samostatná odborná pracovníčka Prešov

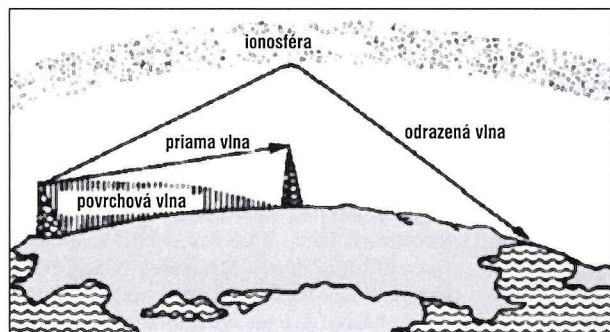
SID monitor

Monitorovanie náhlych ionosférických porúch je nenákladná a pomerne jednoduchá metóda nepriameho pozorovania veľmi zaujímavých dejov dostupná bežnému človeku. Výsledky meraní sú prekvapivé a natolko presné, že sú porovnateľné s dátami z profesionálnych observatórií určených na pozorovanie slnečnej aktivity, kozmického počasia a detekcie vysoko energetického kozmického žiarenia.

SID (z anglického Sudden Ionospheric Disturbance) monitoring je nepriama pozorovacia metóda, to znamená, že nepozorujeme jav samotný, ale sekundárny dej, ktorý bol týmto javom spôsobený.

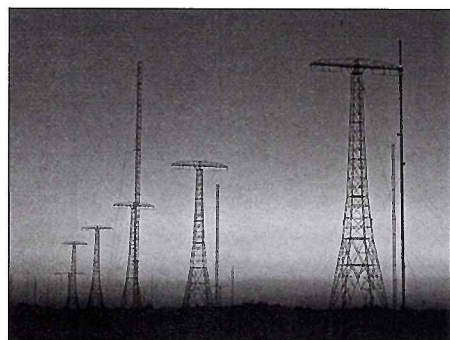
SID monitor meria intenzity odrazených rádiových vln vzdialeného vysielača VLF (Very Low Frequency, veľmi nízke frekvencie) od D vrstvy ionosféry. Zmeny v zložení ionosféry sú veľmi dynamické a menia sa v reakcii na dopadajúce slnečné či kozmické žiarenie. Tieto zmeny sa označujú ako náhle ionosférické poruchy.

Zariadenie tvoria tri základné časti: zdroj rádiových vln, odrazová plocha a prijímač – schematicky znázornené na obr. 1.



Obr. 1. Schematické znázornenie detekcie odrazenej vlny.

Ako zdroj rádiových vln nám slúži jeden alebo niekoľko vysielačov siete ponorkového komunikačného systému. Vysielajú na veľmi nízkych frekvenciách od 3 – 80 kHz (jedná sa o ~10 až 100 km vlny) a sú rozmiestnené po pobrežiach morí tak, aby ich rádiové vlny mali čo najmenej prekážok. Konštrukčné rozmery anténnych sústav sú vzhľadom na veľmi nízke frekvencie obrovské a ich výkon sa pohybuje v intervale desiatok až stoviek kilowattov. Zaberajú plochu niekoľkých futbalových štadiónov a ich výška presahuje 100 m, ako je vidieť na obr. 2. Aj keď je väčšina



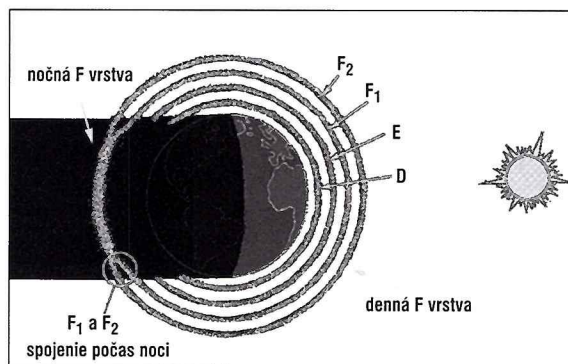
Obr. 2. Veľké antény systémy pre VLF.

z nich zriadená na špeciálne účely, sú informácie o výkonoch, frekvenciách a lokalizácii známe. Tieto parametre sú dostatočné na to, aby ich nosné vlny bolo možné použiť ako zdroj signálu pre SID monitor.

Čitateľa nepochybne napadne otázka, prečo práve VLF, a ako súvisí ponorkový komunikačný systém s astronómiou? Jedna z vlastností rádiových vln VLF je, že prenikajú pod hladinu vody do hĺbky až niekoľko desiatok metrov. Môžu ich teda prijímať ponorky bez potreby vynorenia sa, a to je strategický dôvod, prečo sú používané na špeciálne účely. Ďalšou vlastnosťou je ich výborná odrazivosť od D vrstvy ionosféry. Táto vrstva je pre rádiové vlny veľmi nízkych frekvencií nepriepustná, a to až do takej miery, že sa od nej odrážajú akoby od zrkadla – vlastnosť, umožňujúca použiť opisovanú metódu.

Rádiové vlny sa opakovane odrážajú od D vrstvy ionosféry a od zemského povrchu. Pri dostatočnom výkone vysielača sú vedené ako vlnovode na vzdialenosti až niekoľko tisíc kilometrov. So zväčšujúcou sa vzdialenosťou sa ich kvalita zhoršuje a je značne rušená atmosférickými výbojmi. Optimálna vzdialenosť na dosiahnutie dobrých výsledkov je v intervale cca 900 km až 1 800 km.

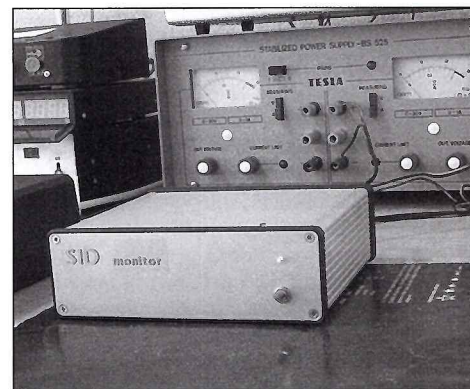
Ionosféra je časť hornej vrstvy atmosféry vo výškach 60 – 400 km nad zemským povrchom. Tvorí ju ionizovaný plyn, ktorého elektrónová hustota závisí na výške nad zemským povrchom. Nieje však rovnomerná a maximálne hodnoty dosahuje v rôznych výškach. Tým vznikajú rozhrania, ktoré nazývame ionosférické vrstvy D, E, F₁ a F₂. Pre nás je v tomto prípade dôležitá najnižšia, D vrstva, a to v čase, keď do nej preniká röntgenové a ultrafialové žiarenie Slnka (obr. 3). Je tvorená priamym slnečným žiarením, teda vzniká pri východe a zaniká pri západe Slnka, a tak sa aj tá najmenšia zmena intenzity žiarenia prejaví v jej kvalite. Predstavme si D vrstvu ako obrovský senzor s rozlohou približne 300 miliónov km², ako membránu, ktorá sa vlní v rytme slnečných a kozmických udalostí.



Obr. 3. Ionosférické vrstvy.

Šírenie VLF je za normálnych okolností veľmi stabilné a intenzita prijímaného signálu v priebehu dňa kopíruje profil, ktorého tvar je možné vidieť na obr. 5. Z pozorovania a monitorovania zmien, ktoré toto ich šírenie naruší, je možné určiť príčinu, ktorá to spôsobila. Nie vždy má spôsobená zmena pôvod mimo Zeme. Zmeny môžu byť vyvolané aj počas zemetrasení a zdokumentovaná je aj ionosférická vlna vyvolaná počas testov nukleárných zbraní. Ionosféra sa v takomto prípade chová ako vodná hladina. Rýchlosťou 600 m/s až 1 200 m/s sa ňou prevalia ionosférické vlny.

Pre príjem rádiových vln je potrebný jednoduchý prijímač veľmi dlhých vln. Prijímač musí byť dostatočne selektívny, presne naladený na príslušnú frekvenciu vybraného vysielača VLF a čo je veľmi dôležité, musí mať konštantné zosilnenie.



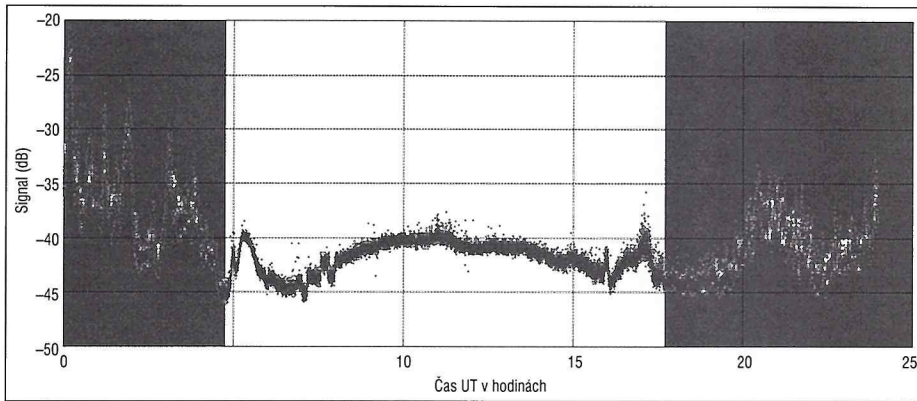
Obr. 4. SID monitor.

Na príjem signálu je z rozmerových dôvodov najvhodnejšia slučková anténa. Jej rozmery pre dobrý príjem nie sú nijako kritické, ale v každom prípade platí zásada, že najlepší prijímač je dobrá anténa, pretože ide o skutočne dlhé vlny rádovo 10 km.

V praxi to znamená, že ak máme prijímač naladený napríklad na vysielač Tavolara, ktorý je na Sardínii a vysiela na frekvencii 20,27 kHz, je dĺžka rádiovéj vlny 14,8 km. Zodpovedajúca anténa pre túto frekvenciu by mala obrovské rozmery – menšia anténa je preto nutný kompromis. Naše antény majú priemer 120 cm. Ako nosná konštrukcia je použitá 20 mm duralová trúbka, v ktorej je vo vnútri navinutých 32 závitov medeneho drôtu o priemere 0,5 mm. Trúbka zároveň tvorí ochranu pred poveternostnými vplyvmi (obr. 6).

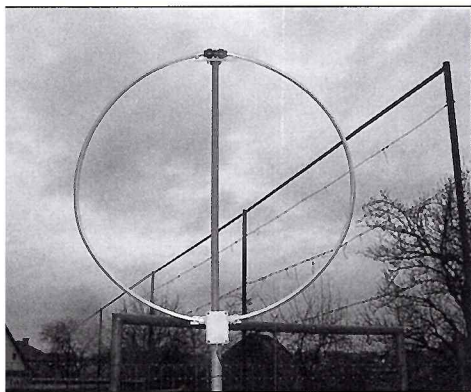
Zosilnený jednosmerný signál je pomocou 12-bitového, analógovo-digitálneho prevodníka konvertovaný do digitálnej podoby, privedený do PC a spracovaný vhodným softvérom. Pre SID monitor je dôležitá len intenzita nosnej vlny a nie informácia, ktorú prenáša.

Správne nastavený prijímač nám dáva meniaci sa signál, ktorý zodpovedá okamžitej intenzite odrazených rádiových vln od D vrstvy ionosféry. Kozmické počasia je teda možné sledovať aj v reálnom čase, ale ako je už zo samotného názvu „SID monitor“ zrejme, vyhodnocovanie záznamu bude možné až po uplynutí určitej doby. Monitoring je potrebné robiť nepretržite, po dobu 24 hodín denne.



Obr. 5.

Na obr. 5 je ukázkový celodenný záznam SID monitoru v čase nízkej slnečnej aktivity. Záznam postupuje nasledovne zľava doprava. Rádiové vlny sú počas noci odrážané od vyšších E a F vrstiev ionosféry a rádiový signál je z dôvodu ich scintilácie pomerne nestabilný. Svitane, v podobe priamych slnečných lúčov dopadajúcich na ionosféru, spôsobia zvýšenú ionizáciu a tvorbu D vrstvy ionosféry, čo sa v našom zázname prejaví ako dramatický pokles signálu, ktorý po určitom čase dosiahne dennú hodnotu. Tá je počas celého dňa pomerne vyrovnaná a stabilná, s miernym maximum, keď Slnko prechádza miestnym poľudníkom. Západ Slnka v zázname vytvorí podobné klíše ako pri svitaní, a zánik D vrstvy ionosféry je tak charakterizovaný postupným prechodom až do času, keď sa rádiové vlny začnú znova odrážať od vyšších vrstiev ionosféry. Obdobný záznam sa opakuje každý deň s tým, že sa predlžuje alebo skracuje dĺžka denného záznamu, v závislosti od striedajúcich sa ročných období.

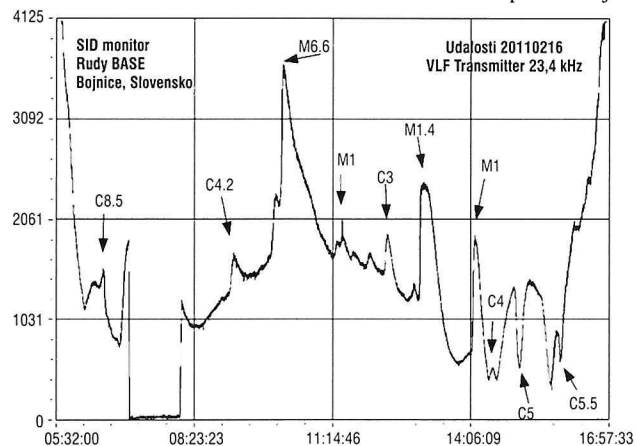


Obr. 6. Slučková anténa s priemerom 1,2 m.

Trvalo niekoľko rokov, kým sa pojem „SID monitor“ ako-tak usadil v slovníku slovenskej a českej astronómie. Dokonca už nie je potrebné nikoho presvedčať, čo je možné touto metódou merať a pozorovať.

Pre praktickú ukážku údajov a zaujímavého merania sme vybrali deň 18. 2. 2011 v čase zvýšenej slnečnej aktivity, keď SID monitor Rudy BASE v Bojniciach zaznamenal slnečné vzplanutie. Rovnaká zmena bola aj v záznamoch SID monitorov na hviezdárňach v Partizánskom a v Hlohovci. Tento záznam sa objavil aj na stránke spaceweather.com

motná detekcia slnečných vzplanutí slúži ako dostatočná ukážka citlivosti metódy SID monitora, avšak ten je schopný detegovať dokonca oveľa slabšie javy.



Obr. 7. Detekcia viacerých slnečných vzplanutí počas 18. 2. 2011, detegovaná SID monitorom v Bojniciach (Rudy BASE) publikovaná aj na stránkach NASA.

Takýto jav sa s veľkou pravdepodobnosťou podarilo detegovať 12. februára 2010 (obr. 8).

Viacere SID monitory v ten deň detegovali slnečné vzplanutie o sile M 8,3. Po podrobnej analýze dát zo SID monitoru a družice GOES 14, ktorú následne urobil kolega Karlovský z hviezdárne Hlohovec, bola na vzostupnej strane hlavného vrcholu slnečného vzplanutia zistená malá porucha. Táto porucha, ktorej začiatok bol o 11:25:22 UT a trvala 33 sekúnd, bola súčasne zaznamenaná trojicou SID monitorov Partizánske, Hlohovec a Rudy BASE Bojnice. V rovnakom čase zaznamenali udalosť aj družice INTEGRAL a KONUS. Obe sú určené na detekciu gama

zábleskov a na ich svetelných krivkách je vidieť zhodnú dĺžku trvania tejto udalosti. S veľkou pravdepodobnosťou je nami zaznamenaná odchýlka spôsobená práve gama zábleskom GRB 100212. Potreba eliminovať lokálne poruchy a byť schopní potvrdiť obdobné merania je aktuálne najväčšou motiváciou pre vznik Slovensko-Českej siete SID monitorov, ktorú pracovne nazývame SID cloud.

SID cloud

SID cloud je pracovný názov siete softvérových SID detektorov. Softvérových preto, lebo signál je vyčítaný v celom pásme pomocou výkonných zvukových kariet a pomocou jednoduchého protokolu posielaný na jeden centrálny server. Týmto spôsobom je eliminovaný problém s lokálnym rušením, a v princípe vznikne zariadenie, ktoré bude oveľa citlivejšie a nezávislé na akejkoľvek obsluhu. V budúcnosti bude stačiť postaviť si podľa návodu SID cloudový modul, tvorený anténou, predzosilňovačom, počítačom s Linuxom a vhodnou zvukovou kartou. Po nainštalovaní SID cloudovej linuxovej distribúcie a pripojení do siete bude klient periodicky odosielať dáta na server, kde budú archivované a ďalej spracovávané. Celý systém SID cloudu je momentálne vo fáze testovania s niekoľkými anténami, a v priebehu roku dôjde k pripájaniu ďalších. Takto postavená sieť umožní pozorovať aj veľmi slabé a krátko trvajúce zmeny v ionosfére.

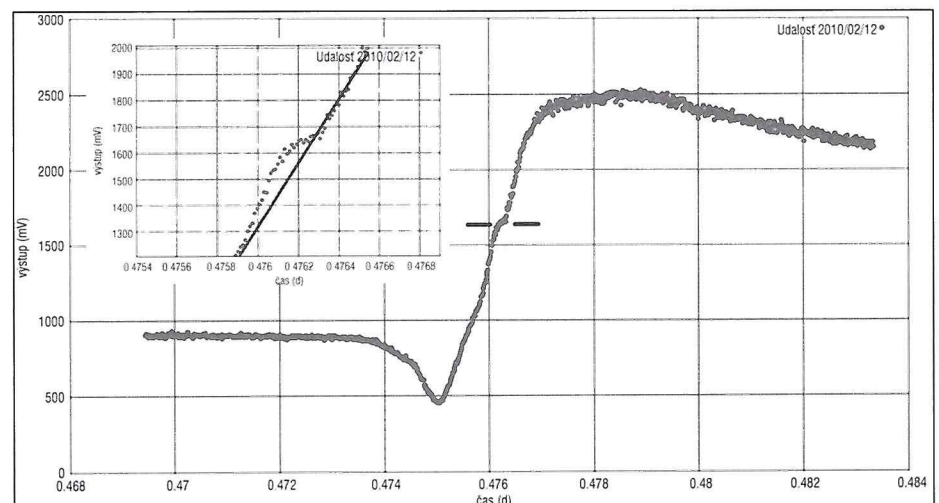
Nedávno bola celá myšlienka predstavená na medzinárodnej astronomickej konferencii IBWS 2011 v Karlových Varoch a stretla sa s medzinárodnou podporou, ktorej výsledkom bude rozmiestenie viacerých antén aj mimo územia Slovenska a Čiech.

V prípade že by mal čitateľ záujem zapojiť sa do projektu, bližšie informácie poskytneme na adrese sidmonitor@gmail.com.

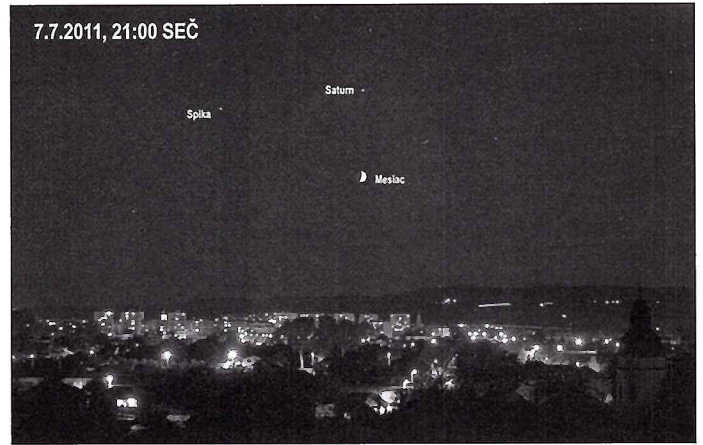
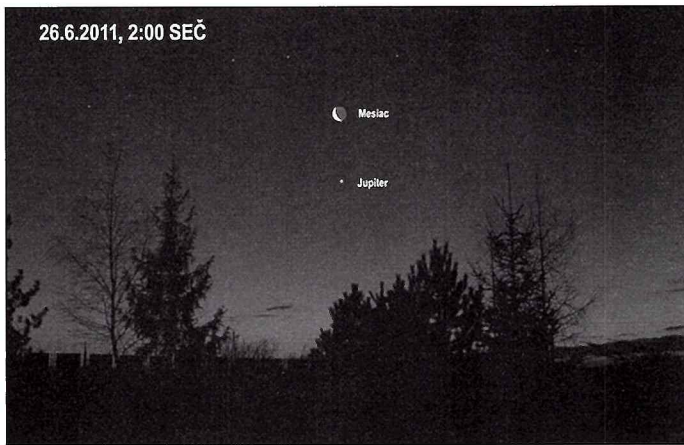
Rudolf Slošiar, Matúš Kocka, Richard Marko linky:

<http://spaceweather.com/archive.php?view=1&day=19&month=02&year=2011>

http://zeus.asu.cas.cz/~koci/posters/poster_usa.pdf



Obr. 8. Detekcia GRB100212 pomocou SID monitoru.



Obloha v kalendári

jún – júl 2011

Pripravil PAVOL RAPAVÝ

Všetky časové údaje sú v SEČ

Čakajú nás najkratšie, no aj príjemne teplé noci, mnohých pozorovateľských expedície či výlety za dostatočne tmavou oblohou. Na rannej oblohe budú všetky planéty okrem Saturna, aj keď trblietavá Venuša sa v júli začne strácať na svetlej oblohe. Čiastočné zatmenia Slnka od nás viditeľné nebudú, no takmer v celom priebehu si vychutnáme farebné úplné zatmenie Mesiaca. Meteorári majú skvelé pozorovanie podmienky a ako sa zdá, tentokrát neprírodu skrátka ani milovníci komét, aj keď to najlepšie ich ešte len čaká.

Planéty

Merkúr sa začiatkom júna ukrýva na presvetlenej oblohe, vychádza ráno ako objekt -1 mag len počas občianskeho súmraku. Je od Slnka vzdialený takmer 14° , no sklon ekliptiku k obzoru nie je najpriaznivejší. V ďalších dňoch sa situácia ešte zhorší, uhlovo sa približuje k Slnku a 13. 6. bude v hornej konjunkcii a aj najďalej od Zeme ($1,32$ AU).

Po konjunkcii sa presunie na večernú oblohu a podmienky viditeľnosti sa budú rýchlo zlepšovať. Koncom druhej júnovej dekády zapadá ($-1,4$ mag) začiatkom nautického súmraku a v polovici júla ($0,3$ mag) už viac ako hodinu po Slnku. Dobrá viditeľnosť súvisí s najväčšou východnou elongáciou 20. 7. ($26,8^\circ$, $0,5$ mag). Po nej sa budú zhoršovať a na konci júla už Merkúr zapadne pred koncom občianskeho súmraku ako slabý objekt $1,3$ mag.

3. 7. bude v nevýraznej konjunkcii s Mesiacom, večer budú obe telesá vodorovne nad obzorom na pomerne svetlej oblohe. Je to podobná situácia ako 1. 6. krátko pred východom Slnka (tu však ešte aj s jasnou Venušou).

Venuša ($-3,9$ mag) vychádza na konci nautického súmraku, je jasná a teda prakticky neprehliadnuteľná. Jej viditeľnosť sa však pomaličky zhoršuje nakoľko 16. 8. bude v hornej konjunkcii. Po polovi-

ci júla sa začne strácať v rannom súmraku, koncom mesiaca vychádza necelú polhodinku pred Slnkom.

30. 6. bude v peknej fotogenickej konjunkcii s Mesiacom, ich ďalšie priblíženie sa zopakuje presne o mesiac, no to už bude vzdialenosť oboch telies takmer 5° a na svetlej oblohe.

Mars ($1,3 - 1,4$ mag) sa pekne uhlovo vzdaluje od Slnka a teda jeho viditeľnosť sa ráno zlepšuje. Začiatkom júna vychádza počas nautického súmraku, no koncom júla už hodinu po polnoci. Jeho jasnosť málinko poklesne, vzdaluje sa od Slnka aj od Zeme. 12. 6. sa presunie sa z Barana do Býka, 27. 6. prejde Zlatou bránou ekliptiky (spojnica Aldebarana a Alcyone). Pozorovacie podmienky sa síce zlepšujú, no vzhľadom na veľkú vzdialenosť bude jeho uhlový priemer len $4''$ a teda aj za dobrých podmienok ho v ďalekohľade uvidíme len ako malinký načervenalý kotúčik, azda len s náznakom povrchových útvarov.

28. 6. večer, ešte pod obzorom, je v konjunkcii ($0,9^\circ$) s Mesiacom, nad obzorom ich nájdeme 29. 6. ráno vo vzdialenosti 4° . Podobná situácia sa zopakuje 27. a 28. 7. V polovici prvej dekády si všimnime priblíženie tejto červenkastej planéty k oranžovému Aldebaranu.

Jupiter ($-2,1$ až $-2,4$ mag) sa presunie 7. 6. z Rýb do Barana a bude jasným objektom na rannej oblohe. Vychádza dve hodiny po polnoci, koncom júla dokonca už $1,5$ hodiny pred polnocou. Nakoľko sa jeho vzdialenosť od Zeme zmenší z $5,67$ na $4,87$ AU, jeho jasnosť sa zväčší. V ďalekohľade sa teda opäť budeme môcť pokochať jeho úchvatnými povrchovými útvarmi aj s mohutnou Veľkou červenou škvrnou. Jeho štyri najjasnejšie mesiace uvidíme už v triédri.

Konjunkcia s Mesiacom 26. 6. bude vo vzdialenosti necelých 5° , no aj tak upúta pozornosť, podobne ako 24. 7.

Saturn ($0,7 - 0,9$ mag) je v Panne, jeho uhlová

vzdialenosť od Slnka za zmenšuje. Začiatkom obdobia zapadá $1,5$ hodiny po polnoci, koncom júla však už vyše 3 hodiny pred polnocou. 14. 6. je v zastávke a začne sa medzi hviezdami pohybovať v priamom smere. Jeho vlastný pohyb si môžeme všimnúť porovnaním s Porrimou (γ Vir, $3,4$ mag), ku ktorej sa priblíži na $15''$, ku konjunkcii však nedôjde. Saturnove prstence sú pomerne široko roztvorené, pokocháme sa nimi už pri 50 -násobnom zväčšení. Vidíme ich zo severnej strany a ich šírka sa bude meniť len nepatrne: $5,3 - 5,1 - 5,4''$. Aj malým ďalekohľadom uvidíme aj jeho najväčší mesiac Titan, ktorého jasnosť sa zmení z $8,4$ na $8,7$ mag.

Konjunkcie s Mesiacom 10. 6. a 8. 7. budú nevýrazné, vzdialenosť neklesne pod 8° .

Urán ($5,9 - 5,8$ mag) je v Rybách, uhlovo sa od Slnka vzdaluje a jeho viditeľnosť sa zlepšuje. Vychádza hodinu po polnoci, koncom júla však už takmer tri hodiny pred polnocou. 10. 7. je v zastávke a začne sa medzi hviezdami pohybovať späť. Jeho priblíženia k Mesiacu nastanú len vo vzdialenosti 5° 23. 6. a 21. 7.

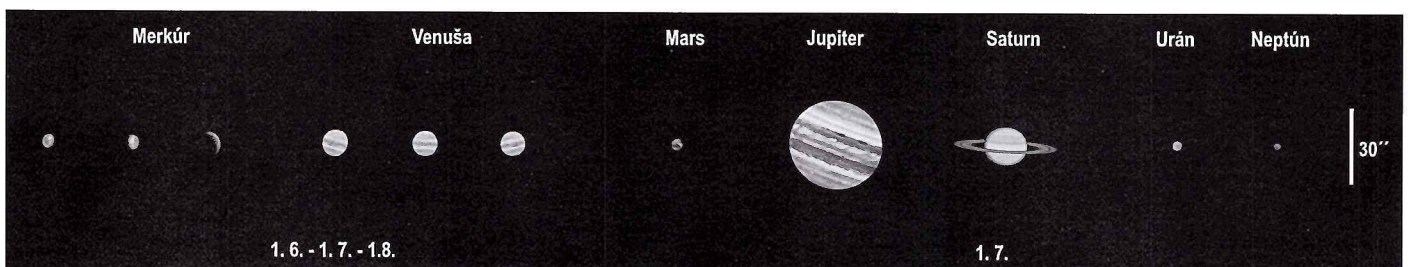
Neptún ($7,9 - 7,8$ mag) je vo Vodnárvi, 33° západne od Uránu a teda jeho viditeľnosť je lepšia, vychádza asi o hodinu skôr. Už 3. 6. je v zastávke a začne sa pohybovať medzi hviezdami späť. Vlastný pohyb si všimneme porovnaním s polohou 38 Aqr ($5,4$ mag), ku ktorej bude najbližšie ($15''$) 5. 7. Konjunkcie s Mesiacom (20. 6. a 18. 7.) sú pomerne nezaujímavé.

Čiastočné zatmenie Slnka nastane 1. 6. a 1. 7., ani jedno však nie je od nás pozorovateľné. Júnové zatmenie bude viditeľné zo severných častí Číny, Sibíri, Škandinávie, Islandu, Grónska, Kanady a Aljašky. Maximálna veľkosť zatmenia je $0,6$.

Júlové zatmenie s veľmi malou fázou, len $0,1$, bude viditeľné len z mora južne od Afriky.

Úplné zatmenie Mesiaca 15. 6. je od nás pozorovateľné aspoň čiastočne.

Mesiac u nás vychádza okolo 19:30, teda krátko po začiatku čiastočného zatmenia. Práve táto skutočnosť bude iste inšpiráciou pre fotografy, ktorí majú možnosť získať pekné snímky zatmeného



Zákryty hviezd Mesiacom (jún – júl 2011)

Dátum	UT h m s	f	XZ	mag	CA	PA	a s/°	b s/°
22. 6.	23 21 15	R	31746	5.6	+51S	207	10	144
9. 7.	20 29 9	D	20149	6.4	+78N	95	71	-72
9. 7.	21 19 32	D	20178	5.8	+85N	102	56	-88
12. 7.	21 14 56	D	23327	6.9	+88S	94	99	-21
12. 7.	21 15 6	D	23328	5.4	+88S	94	99	-22
12. 7.	21 29 55	D	23329	6.7	+43N	45	82	19
17. 7.	21 3 39	R	30044	5.9	+42N	292	61	68
18. 7.	0 0 22	R	30120	6.8	+81S	235	84	68
18. 7.	23 26 29	D	30851	5.3	-49S	105	115	46
19. 7.	0 21 32	R	30851	5.3	+39S	193	33	142
23. 7.	1 46 15	R	2306	6.9	+62N	277	93	63
23. 7.	22 33 39	R	3206	6.8	+14S	176	-76	227
27. 7.	2 1 5	R	6530	7.0	+47S	221	-20	151

Predpovede sú pre polohu $\lambda_0 = 20^\circ \text{E}$ a $\phi_0 = 48,5^\circ \text{N}$ s nadmorskou výškou 0 m. Pre konkrétnu polohu λ , ϕ sa čas počíta zo vzťahu $t = t_0 + a(\lambda - \lambda_0) + b(\phi - \phi_0)$, kde koeficienty a, b sú uvedené pri každom zákryte.

Tabuľky východov a západov (jún – júl 2011)

		Súmrak						
		Občiansky		Nautický		Astronomický		
		zač.	kon.	zač.	kon.	zač.	kon.	
1. 6.	3:44	19:33	3:03	20:13	2:08	21:08	0:46	22:32
6. 6.	3:41	19:37	3:00	20:18	2:03	21:15	0:32	22:47
11. 6.	3:39	19:41	2:57	20:22	2:00	21:20	0:20	23:01
16. 6.	3:38	19:44	2:56	20:25	1:58	21:24	0:09	23:13
21. 6.	3:39	19:45	2:57	20:27	1:58	21:26	0:05	23:19
26. 6.	3:40	19:46	2:58	20:27	1:59	21:26	0:09	23:15
1. 7.	3:43	19:45	3:01	20:26	2:03	21:24	0:20	23:05
6. 7.	3:46	19:43	3:05	20:24	2:08	21:21	0:34	22:52
11. 7.	3:50	19:41	3:10	20:20	2:14	21:16	0:49	22:39
16. 7.	3:55	19:37	3:16	20:16	2:21	21:09	1:04	22:25
21. 7.	4:01	19:32	3:22	20:10	2:29	21:02	1:19	22:11
26. 7.	4:06	19:26	3:29	20:03	2:38	20:53	1:34	21:57
31. 7.	4:13	19:19	3:36	19:56	2:47	20:44	1:47	21:44

Mesiac

	Východ	Západ
1. 6.	3:08	19:26
6. 6.	8:19	22:47
11. 6.	14:44	0:22
16. 6.	20:23	4:02
21. 6.	22:39	9:46
26. 6.	0:02	15:07
1. 7.	3:41	19:45
6. 7.	9:57	22:04
11. 7.	16:19	0:04
16. 7.	20:00	5:12
21. 7.	21:42	10:44
26. 7.		15:58
31. 7.	5:03	19:19

Jupiter

	Východ	Západ
1. 6.	2:04	15:42
6. 6.	1:46	15:28
11. 6.	1:29	15:14
16. 6.	1:11	14:59
21. 6.	0:54	14:45
26. 6.	0:36	14:30
1. 7.	0:18	14:15
6. 7.	0:00	13:59
11. 7.	23:39	13:44
16. 7.	23:21	13:28
21. 7.	23:03	13:12
26. 7.	22:44	12:55
31. 7.	22:26	12:38

Merkúr

	Východ	Západ
1. 6.	3:10	18:17
6. 6.	3:16	18:55
11. 6.	3:28	19:36
16. 6.	3:48	20:11
21. 6.	4:14	20:38
26. 6.	4:44	20:54
1. 7.	5:13	21:02
6. 7.	5:40	21:02
11. 7.	6:03	20:56
16. 7.	6:21	20:45
21. 7.	6:32	20:31
26. 7.	6:37	20:13
31. 7.	6:32	19:52

Saturn

	Východ	Západ
1. 6.	13:49	1:42
6. 6.	13:29	1:22
11. 6.	13:09	1:02
16. 6.	12:49	0:42
21. 6.	12:30	0:22
26. 6.	12:11	0:03
1. 7.	11:52	23:40
6. 7.	11:34	23:20
11. 7.	11:15	23:01
16. 7.	10:57	22:41
21. 7.	10:38	22:22
26. 7.	10:20	22:03
31. 7.	10:03	21:44

Venuša

	Východ	Západ
1. 6.	2:52	17:36
6. 6.	2:48	17:50
11. 6.	2:45	18:03
16. 6.	2:43	18:16
21. 6.	2:43	18:28
26. 6.	2:45	18:39
1. 7.	2:49	18:49
6. 7.	2:54	18:57
11. 7.	3:02	19:04
16. 7.	3:11	19:08
21. 7.	3:21	19:11
26. 7.	3:33	19:12
31. 7.	3:46	19:11

Urán

	Východ	Západ
1. 6.	1:12	13:25
6. 6.	0:52	13:06
11. 6.	0:33	12:47
16. 6.	0:13	12:27
21. 6.	23:50	12:08
26. 6.	23:31	11:49
1. 7.	23:11	11:30
6. 7.	22:51	11:10
11. 7.	22:31	10:50
16. 7.	22:12	10:31
21. 7.	21:52	10:11
26. 7.	21:33	9:51
31. 7.	21:13	9:31

Mars

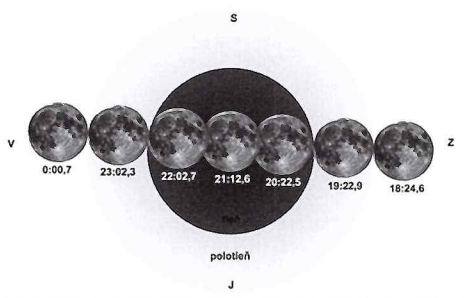
	Východ	Západ
1. 6.	2:36	17:15
6. 6.	2:25	17:16
11. 6.	2:15	17:16
16. 6.	2:05	17:16
21. 6.	1:55	17:16
26. 6.	1:46	17:16
1. 7.	1:37	17:15
6. 7.	1:29	17:13
11. 7.	1:21	17:12
16. 7.	1:14	17:09
21. 7.	1:07	17:07
26. 7.	1:00	17:03
31. 7.	0:54	16:59

Neptún

	Východ	Západ
1. 6.	0:06	10:24
6. 6.	23:43	10:05
11. 6.	23:23	9:45
16. 6.	23:03	9:26
21. 6.	22:43	9:05
26. 6.	22:24	8:45
1. 7.	22:04	8:25
6. 7.	21:44	8:05
11. 7.	21:25	7:45
16. 7.	21:05	7:25
21. 7.	20:44	7:05
26. 7.	20:24	6:44
31. 7.	20:05	6:24



Úplné zatmenie Mesiaca 15. 6. 2011



Mesiaca so zaujímavým popredím. Aj pri maximálnej fáze bude len 10' na obzorom a to je ďalšia šanca pre invenciu. Pri úplnej fáze uvidíme aj Mliečnu cestu, zatmenie nastáva v jej západnej časti.

Jednotlivé fázy zatmenia

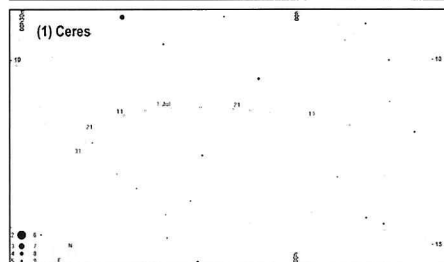
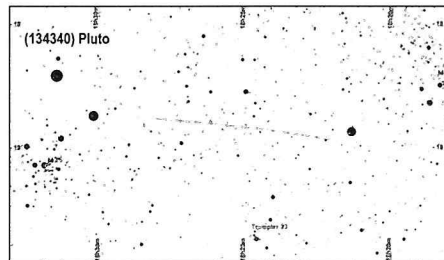
	SEČ	poz. uhol
vstup do polotieňa	18:24,6	90
začiatok čiastočného zatmenia	19:22,9	92
začiatok úplného zatmenia	20:22,5	278
stred zatmenia (maximálna fáza)	21:12,6	
koniec úplného zatmenia	22:02,7	76
koniec čiastočného zatmenia	23:02,3	262
výstup z polotieňa	0:00,7	263

Okamžiky kontaktov vybraných kráterov sú v Hvezdárskej ročenke

Trpasličie planéty

(1) Ceres (9,1 – 8,4 mag) príjemne zjasňuje, uhlová vzdialenosť od Slnka sa zväčšuje a tým sa zlepšujú aj pozorovacie podmienky. V polovici tohto obdobia vychádza o polnoci. Z Vodnára do Veľryby sa presunie 8. 6., jej pohyb medzi hviezdami sa spomaluje a 1. 8. bude v zastávke.

(134340) Pluto (14,2 mag) je v Strelcovi, v hustých oblastiach Mliečnej cesty, medzi hviezdokopami M 24 a M 25. Podmienky sa zlepšujú, 28. 6. je v opozícii. Dva dni pred opozíciou bude v prízemí vo vzdialenosti 31,038 AU.



Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
Efemerida (1) Ceres				
1. 6.	23 ^h 49,6 ^m	-11°58,7'	9,1	77,4
6. 6.	23 ^h 54,4 ^m	-11°45,0'	9,1	81,0
11. 6.	23 ^h 59,0 ^m	-11°33,9'	9,1	84,6
16. 6.	00 ^h 03,3 ^m	-11°25,4'	9,0	88,3
21. 6.	00 ^h 07,3 ^m	-11°19,8'	9,0	92,0
26. 6.	00 ^h 10,9 ^m	-11°17,2'	8,9	95,9
1. 7.	00 ^h 14,1 ^m	-11°17,8'	8,8	99,8
6. 7.	00 ^h 16,9 ^m	-11°21,7'	8,8	103,8
11. 7.	00 ^h 19,3 ^m	-11°29,0'	8,7	108,0
16. 7.	00 ^h 21,3 ^m	-11°39,7'	8,6	112,2
21. 7.	00 ^h 22,7 ^m	-11°53,8'	8,6	116,6
26. 7.	00 ^h 23,6 ^m	-12°11,3'	8,5	121,1
31. 7.	00 ^h 24,0 ^m	-12°32,1'	8,4	125,6
Efemerida (134340) Pluto				
1. 6.	18 ^h 28,2 ^m	-18°45,2'	14,2	153,0
11. 6.	18 ^h 27,2 ^m	-18°46,3'	14,2	162,6
21. 6.	18 ^h 26,2 ^m	-18°47,7'	14,2	171,6
1. 7.	18 ^h 25,1 ^m	-18°49,4'	14,2	174,8
11. 7.	18 ^h 24,0 ^m	-18°51,3'	14,2	166,7
21. 7.	18 ^h 23,1 ^m	-18°53,3'	14,2	157,3
31. 7.	18 ^h 22,1 ^m	-18°55,5'	14,2	147,7

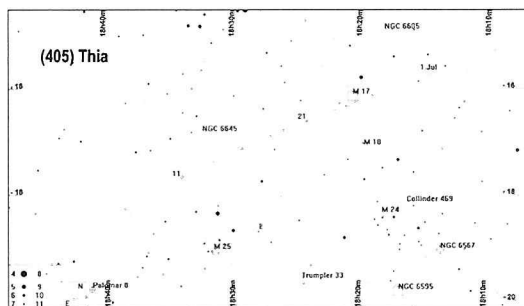
Asteroidy

V opozícii do 11 mag budú: (405) Thia (25. 6.; 11,0 mag), (194) Prokne (27. 6.; 10,5 mag), (43) Ariadne (28. 6.; 8,9 mag), (21) Lutetia (3. 7.; 9,4 mag), (32) Pomona (8. 7.; 10,9 mag), (704) Interamnia (19. 7.; 10,0 mag), (532) Herculina (25. 7.; 9,8 mag), (9) Metis (28. 7.; 9,6 mag), (2) Pallas (29. 7.; 9,5 mag).

Najjasnejšia bude (4) Vesta v Kozorožcovi, ktorá sa dostane dokonca na hranicu viditeľnosti voľným okom, nakoľko začiatkom augusta bude v opozícii. Keďže je v oblasti pomerne chudobnej na hviezdy,



(405) Thia + M 17
23. - 26. 6.



V posledný júnový deň sa dostane (20) Massalia (11,3 mag) do tesnej blízkosti galaxie NGC 4546 (11,3 mag), (43) Ariadne prejde 9. 7. severným okrajom pomernej riedkej, no peknej otvorenej hviezdokopy NGC 6568 (8,6 mag) a 17. 7. (704) In-

teramnia severne od nepravidelnej galaxie NGC 6822 (9,3 mag).

21. 7. (532) Herculina bude len 0,6° od špirálovej galaxie s priechkou NGC 6907 (11,9 mag) a pred koncom júla sa (21) Lutetia dostane na necelý polstupeň južne od malej guľovej hviezdokopy NGC 6638 (9,0 mag).

Kométy

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el
Efemerida kométy C/2009 P1 (Garradd)				
1. 6.	23 ^h 01,5 ^m	-04°16,5'	11,2	85,2
6. 6.	23 ^h 00,5 ^m	-03°15,9'	11,0	89,8
11. 6.	22 ^h 58,9 ^m	-02°12,5'	10,8	94,5
16. 6.	22 ^h 56,5 ^m	-01°06,0'	10,7	99,4
21. 6.	22 ^h 53,3 ^m	+00°04,0'	10,5	104,4
26. 6.	22 ^h 49,2 ^m	+01°17,9'	10,3	109,5
1. 7.	22 ^h 43,9 ^m	+02°36,1'	10,1	114,9
6. 7.	22 ^h 37,3 ^m	+03°58,9'	9,9	120,3
11. 7.	22 ^h 29,4 ^m	+05°26,5'	9,7	125,9
16. 7.	22 ^h 19,8 ^m	+06°58,9'	9,5	131,4
21. 7.	22 ^h 08,4 ^m	+08°35,4'	9,3	136,9
26. 7.	21 ^h 55,1 ^m	+10°14,9'	9,1	142,0
31. 7.	21 ^h 39,9 ^m	+11°5,4'	8,9	146,1
Efemerida kométy C/2010 X1 (Elenin)				
16. 7.	11 ^h 00,6 ^m	+05°00,5'	12,3	51,4
21. 7.	11 ^h 07,7 ^m	+04°17,0'	11,9	48,6
26. 7.	11 ^h 15,5 ^m	+03°28,7'	11,6	45,9
31. 7.	11 ^h 24,0 ^m	+02°5,3'	11,1	43,4

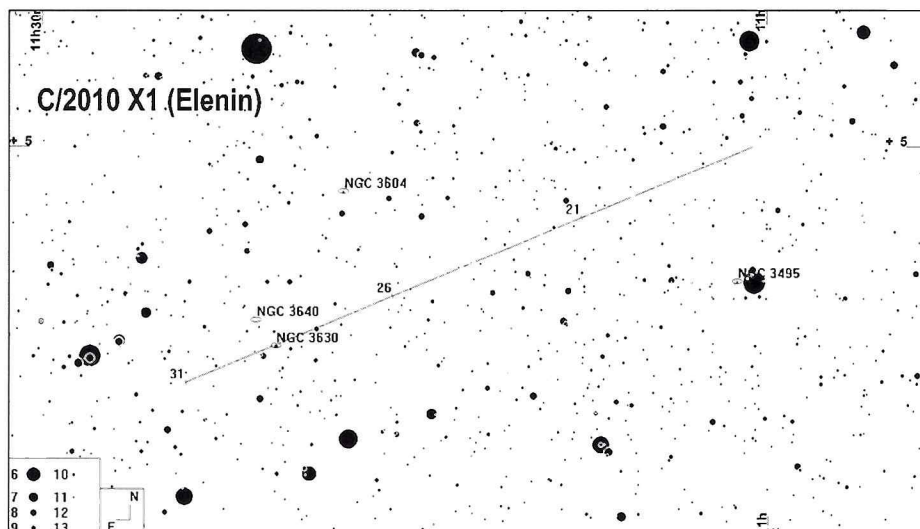
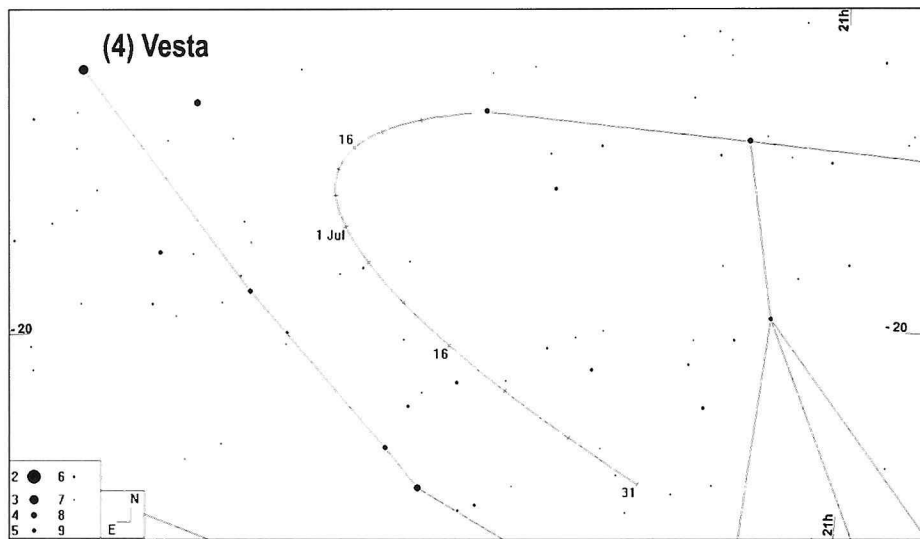
určite stojí za pokus pozrieť sa na tento asteroid aj bez ďalekohľadu. K Zemi sa priblíži z 1,6 na 1,2 AU. Medzi hviezdami sa bude pohybovať po elegantnej krivke, 24. 6. je v zastávke a svoju júnovú púť začne 14' východne od červenej hviezdy i Cap (4,3 mag).

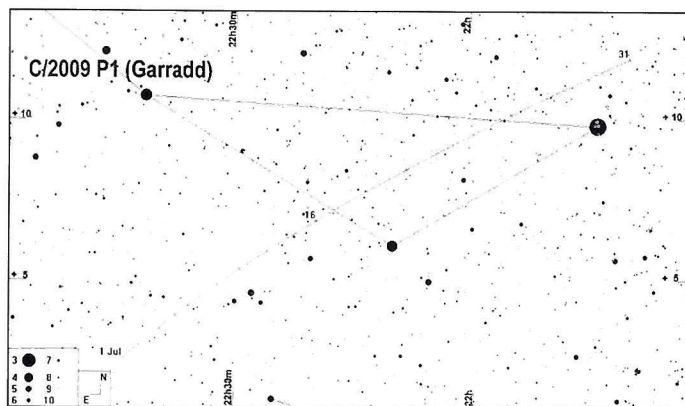
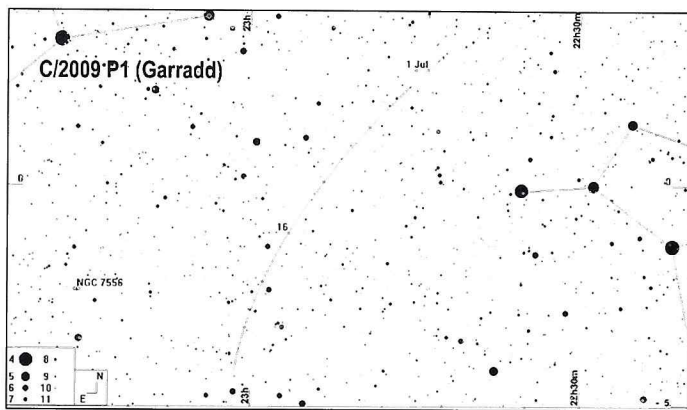
Z jasnejších asteroidov sme vybrali niekoľko, ktoré sa priblížia k zaujímavým objektom a môžu byť inšpiráciou pre astrofotografov.

24. 6. prejde (405) Thia okrajom difúznej hmloviny M 17 (6,0 mag), ktorú poznáme pod názvami Omega, Podkova prípadne aj Labutia).

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
Efemerida asteroidu (4) Vesta			
1. 6.	21 ^h 23,2 ^m	-16°52,4'	6,9
6. 6.	21 ^h 26,3 ^m	-16°58,2'	6,8
11. 6.	21 ^h 28,7 ^m	-17°08,1'	6,7
16. 6.	21 ^h 30,5 ^m	-17°22,3'	6,6
21. 6.	21 ^h 31,4 ^m	-17°41,1'	6,5
26. 6.	21 ^h 31,6 ^m	-18°04,5'	6,4
1. 7.	21 ^h 31,0 ^m	-18°32,3'	6,3
6. 7.	21 ^h 29,6 ^m	-19°04,3'	6,2
11. 7.	21 ^h 27,5 ^m	-19°39,9'	6,1
16. 7.	21 ^h 24,6 ^m	-20°8,2'	6,0
21. 7.	21 ^h 21,1 ^m	-20°58,5'	5,9
26. 7.	21 ^h 17,1 ^m	-21°39,7'	5,8
31. 7.	21 ^h 12,6 ^m	-22°20,5'	5,7

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
Efemerida asteroidu (405) Thia			
1. 6.	18 ^h 42,6 ^m	-18°53,5'	11,4
6. 6.	18 ^h 38,7 ^m	-18°18,3'	11,3
11. 6.	18 ^h 34,3 ^m	-17°43,9'	11,2
16. 6.	18 ^h 29,5 ^m	-17°10,8'	11,1
21. 6.	18 ^h 24,4 ^m	-16°39,3'	11,0
26. 6.	18 ^h 19,2 ^m	-16°09,8'	11,0
1. 7.	18 ^h 14,2 ^m	-15°42,7'	11,1





Absenciu jasnejších komét vcelku slušne zachraňuje C/2009 P1 (Garradd), ktorá bude koncom júla jasnejšia ako 9 mag a teda v dosahu silnejších binokulárov. Pomaly zjasňuje a vo februári by mala dosiahnuť 7 mag. Perihéliom prejde pred Vianocami.

V poslednej júlovej dekáde sa pod 12 mag dostane v Levovi aj kométa C/2010 X1 (Elenin), ktorú objavil 10. 12. 2010 ruský astronóm Leonid Elenin pomocou robotického ďalekohľadu International Scientific Optical Network v Novom Mexiku ako objekt 19,5 mag. Perihéliom prejde 10. 9.

V posledných júlových dňoch bude prechádzať kopou galaxií v Levovi. Ide o mimoriadne zaujímavé teleso, ktorému je venovaná aj dostatočná publicita v médiách. O vývoji jej jasnosti sa vedú diskusie a je dosť možné, že sa dostane až k hranici pozorovateľnosti voľným okom.

Meteory

Aprílové Lyridy nesklamali, 22. 4. v dobrej zhode s predpoveďou dosiahli frekvenciu 17 – 19 meteorov za hodinu.

Meteorické roje (jún – júl 2011)								
Roj	Aktivita	Max.	λ_{sol}	α [°]	δ [°]	v_{inf}	r	ZHR
antihelionový zdroj (ANT)	26. 11. – 24. 9.					30	3,0	4
júnové Botidy (JBO)	22. 6. – 2. 7.	27. 6.	95°7'	224°	+48°	18	2,2	var
Piscis Austrinidy (PAU)	15. 7. – 10. 8.	28. 7.	125°	341°	-30°	35	3,2	5
južné δ Akvaridy (SDA)	12. 7. – 23. 8.	30. 7.	127°	340°	-16°	41	3,2	16
α Kaprikornidy (CAP)	3. 7. – 15. 8.	30. 7.	127°	307°	-10°	23	2,5	5
Perzeidy (PER)	17. 7. – 24. 8.	13. 8.	140°0'	48°	+58°	59	2,2	100

Júnové Botidy majú maximum predpovedané na 27. 6. okolo 22. hodiny. Radiant kulminuje večer ešte počas súmraku, od polnoci bude pozorovanie len málo rušiť Mesiac medzi poslednou štvrtou a novom. Frekvencia roja je značne premenlivá, vysoká aktivita bola pozorovaná v roku 1998 (ZHR 50 - 100+) a 2004 (ZHR 20 - 50). Materskou kométou roja je periodická 7P/Pons-Winnecke s obežnou dobou 6,4 roka, perihéliom prešla 28. 9. 2008. Pozorovania tohto roja sú mimoriadne cenné, vytrvalých pozorovateľov možno práve tohto roku prekvapí dostatok jasných a veľmi pomalých meteorov.

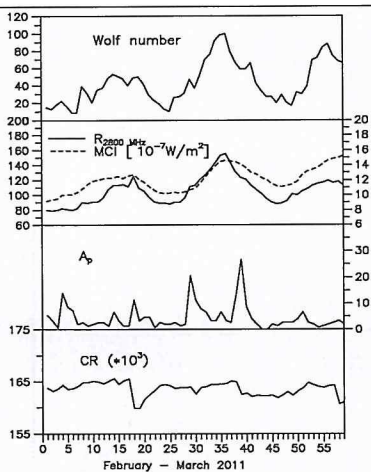
Koncom júla majú maximum južné Piscidy (ZHR 5), južné δ Akvaridy (ZHR 16) a α Kaprikornidy (ZHR 5). Mesiac je pred novom a teda rušiť nebude, sú to ideálne podmienky. Nakoľko koncom júla sú už v činnosti aj nastupujúce Perzeidy, pozorovatelia prežijú krásne chvíle pod hviezdou oblohou.

Piscidy a Akvaridy sú pomerne málo jasné, no u Kaprikornid nie sú výnimkou jasné a pomalé meteory.

PAVOL RAPAVÝ

Kalendár úkazov a výročí (jún – júl 2011)

1. 6. 22,0 Mesiac v nove	26. 6. 17,2 Pluto v prízemí (31,03813 AU)	21. 7. 0,9 konjunkcia Urána s Mesiacom (Urán 5,2° juž.)
1. 6. 22,3 čiastočné zatmenie Slnka (od nás neviditeľné)	27. 6. asteroid (194) Prokne v opozícii (10,5 mag)	21. 7. 50. výročie (1961) Mercury-Redstone 4 (V. I. „Gus“ Grissom)
3. 6. 45. výročie (1966) štarty Gemini 9 (T. Stafford, E. Cernan)	27. 6. maximum meteorického roja júnové Botidy (ZHR var)	21. 7. 23,8 Mesiac v odzemi (404 358 km)
3. 6. 16,5 Neptún v zastávke, začne sa pohybovať späť	28. 6. 6,3 Pluto v opozícii	22. 7. 100. výročie (1911) narodenia V. A. Krata
3. 6. 100. výročie (1911) narodenia E.R. Mustela	28. 6. 100. výročie (1911) pádu meteoritu Nakhla (Egypt)	22. 7. 100. výročie (1911) narodenia K. Bezava
4. 6. 70. výročie (1941) narodenia V. Skalského	28. 6. 20,1 konjunkcia Marsu s Mesiacom (Mars 0,9° juž.)	23. 7. 6,0 Mesiac v poslednej štvrti
6. 6. 100. výročie (1911) narodenia R. M. Regiomontana	28. 6. asteroid (43) Ariadne v opozícii (8,9 mag)	23. 7. 22,2 konjunkcia Jupitera s Mesiacom (Jupiter 4,1° južne)
9. 6. 3,2 Mesiac v prvej štvrti	30. 6. 7,6 konjunkcia Venuše s Mesiacom (Venuša 0,4° severne)	25. 7. asteroid (532) Herculina v opozícii (9,8 mag)
9. 6. Saturn v konjunkcii (15°) s γ Vir (Porrima)	30. 6. 40. výročie (1971) tragédie Sojuzu 11 (G. Dobrovoľskij, V. Volkov, V. Pacajev)	26. 7. 8,2 Merkúr v odslni (0,4667 AU)
10. 6. 14,4 konjunkcia Saturna s Mesiacom (Saturn 8,2° severne)	1. 7. 9,6 čiastočné zatmenie Slnka (od nás neviditeľné)	26. 7. 40. výročie (1971) Apolla 15 (D. Scott, A. Worden, J. Irwin)
10. 6. 110. výročie (1901) narodenia A. Bečvářa	1. 7. 9,9 Mesiac v nove	27. 7. 18,3 konjunkcia Marsu s Mesiacom (Mars 1,3° severne)
12. 6. 2,7 Mesiac v prízemí (367 189 km)	1. 7. 230. výročie (1781) narodenia V. K. Višnevskeho	27. 7. 210. výročie (1801) narodenia sira G. B. Airyho
12. 6. 8,5 Merkúr v prízemí (0,3075 AU)	3. 7. 0,4 konjunkcia Merkúra s Mesiacom (Merkúr 5,8° severne)	28. 7. asteroid (9) Metis v opozícii (9,6 mag)
12. 6. 22,5 konjunkcia Merkúra s Slnkom (Merkúr 0,9° severne)	3. 7. asteroid (21) Lutetia v opozícii (9,4 mag)	28. 7. maximum meteorického roja južné Piscidy (ZHR 5)
13. 6. 0,8 Merkúr v hornej konjunkcii	4. 7. 16,1 Slnko v odzemi (1,01674 AU)	29. 7. asteroid (2) Pallas v opozícii (9,5 mag)
13. 6. 6,5 Merkúr v odzemi (1,32264 AU)	7. 7. 14,9 Mesiac v prízemí (369 567 km)	30. 7. 9,1 konjunkcia Venuše s Mesiacom (Venuša 4,6° severne)
13. 6. 100. výročie (1911) narodenia L. W. Alvareza	8. 7. 1,6 konjunkcia Saturna s Mesiacom (Saturn 8,3° severne)	30. 7. maximum meteorického roja južné δ Akvaridy (ZHR 16)
14. 6. 5,7 Saturn v zastávke, začne sa pohybovať priamo	8. 7. 7,5 Mesiac v prvej štvrti	30. 7. 19,7 Mesiac v nove
15. 6. 21,2 úplné zatmenie Mesiaca	8. 7. asteroid (32) Pomona v opozícii (10,9 mag)	30. 7. maximum meteorického roja α Kaprikornidy (ZHR 5)
15. 6. 21,2 Mesiac v splne	9. 7. 70. výročie (1941) narodenia R. Larsona	1. 8. 10,0 konjunkcia Merkúra s Mesiacom (Merkúr 1,9° severne)
15. 6. 140. výročie (1871) narodenia L. Steinera	10. 7. 9,0 Urán v zastávke, začne sa pohybovať späť	1. 8. trpasličia planéta (1) Ceres v zastávke
16. 6. 120. výročie (1891) narodenia V. Albického	15. 7. 7,7 Mesiac v splne	2. 8. 7,8 Merkúr v zastávke, začne sa pohybovať späť
18. 6. 85. výročie (1926) A. Sandagea	16. 7. 265. výročie (1746) narodenia G. Piazziho	2. 8. 22,1 Mesiac v prízemí (365 758 km)
20. 6. 22,7 konjunkcia Neptúna s Mesiacom (Neptún 4,5° južne)	18. 7. 7,9 konjunkcia Neptúna s Mesiacom (Neptún 4,9° južne)	4. 8. 7,3 konjunkcia Saturna s Mesiacom (Saturn 7,6° severne)
21. 6. 18,3 letný slnovrat	18. 7. 90. výročie (1921) narodenia J. Glenna	4. 8. 110. výročie (1901) narodenia E. Buchara
22. 6. 35. výročie (1976) štartu vesmírnej stanice Sfalut 5	18. 7. 45. výročie (1966) štartu Gemini 10 (J. Young, M. Collins)	5. 8. asteroid (4) Vesta v opozícii (5,6 mag)
23. 6. 12,8 Mesiac v poslednej štvrti	19. 7. asteroid (704) Interamnia v opozícii (10,0 mag)	6. 8. 12,1 Mesiac v prvej štvrti
23. 6. 19,7 konjunkcia Urána s Mesiacom (Urán 5,2° juž.)	19. 7. 165. výročie (1846) narodenia E. Pickeringa	6. 8. 50. výročie (1961) Vostoku 2 (G. Titov)
23. 6. 110. výročie (1901) narodenia O. H. Heckmanna	20. 7. 6,0 Merkúr v najväčšej východnej elongácii (26,8°)	6. 8. 830. výročie (1181) objavenia supernovy v Kasiopeji
24. 6. 5,2 Mesiac v odzemi (404 274 km)	20. 7. 35. výročie (1976) pristátia Vikingu 1 na Marse	
25. 6. asteroid (405) Thia v opozícii (11,0 mag)		
26. 6. 4,8 konjunkcia Jupitera s Mesiacom (Jupiter 4,6° južne)		



Slnečná aktivita február – marec 2011

Dočkali sme sa. Aktivita Slnka skutočne stúpa. Wolfovo číslo aj rádiový index presiahol číslo 100 a vyskytla sa aj erupcia – triedy X v röntgenovom žiarení (15. februára; prvýkrát po piatich rokoch).

Avšak predĺžené minimum minulého 23. cyklu neustále znepokojuje slnečných fyzikov. Žiada sa z 50 predpovedí, o ktorých sme písali v Kozmose 1/2009, takýto priebeh nepredpokladala.

Podľa našich doterajších znalostí magnetická aktivita Slnka kolíše v 11-ročnom cykle – podľa pozorovaní výskytu a polohy slnečných škvrín. Avšak po 23. cykle, ktorý vrcholil v roku 2001 a minimum dosiahol v roku 2008, nasledovalo 780 dní, keď sa na Slnku nevyskytovali škvrny a polárne magnetické pole bolo neobyčajne slabé. Pre porovnanie: obyčajne interval bez škvrín trvá okolo 300 dní, a takéto predĺžené minimum sa naposledy vyskytlo v roku 1913.

V marcovom čísle časopisu *Nature* (Vol. 471,80-82, 3.March 2011) publikovali článok D. Nandy z Indického inštitútu pre vzdelanie a výskum v Kalkate a spoluautorov, v ktorom sa neobyčajný priebeh vysvetľuje prechodným znížením rýchlosti meridionálneho prúdenia plazmy, pravdepodobne následkom zložitej spätnej väzby medzi prúdením plazmy a slnečným magnetickým poľom. Podľa súčasnej hypotézy plazma na povrchu Slnka prúdi od rovníka k pólom a potom pod povrchom prúdi naspäť k rovníku. Celý cyklus má trvať 11 rokov. K vysvetleniu anomálneho správania dospeli po analýze počítačovej simulácie činnosti slnečného dynamu za obdobie 2000 rokov.

Podľa autorov rýchlejšie prúdenie v prvej polovici 23. cyklu bolo vystriedané pomalším prúdením v druhej polovici, čo viedlo k predĺženému minimu.

Tento teoretický model odporuje spracovaniu pozorovaní, ktoré boli publikované v renomovanom časopise *Science* (2010) Vol. 327, 1350. Podľa tejto publikácie bolo pomalšie prúdenie na začiatku cyklu.

Myslím si (aj na základe týchto prác), že zatiaľ nemáme vysvetlenie pre anomálny priebeh úrovnice slnečnej aktivity počas minulého minima. A ani nevieme, či kváziperiodické zmeny slnečnej aktivity sú následkom stochastických procesov v slnečnom plazmovom telese, alebo chaotickej (nelineárnej) reakcie na rotáciu a konvekciu.

Milan Rybanský

Objavovanie so SOHO

Aj amatérski astronómovia už dnes môžu objavovať. Napríklad kométy. Túto možnosť ponúka NASA už od roku 2005. Stačí mať len internet, dostatok voľného času a chuť objavovať. V tomto článku uvádzam návod, ako na to.

Prvým krokom je dostať sa na stránku <http://sungrazer.nrl.navy.mil/index.php>. Na začiatok odporúčam prečítať si FAQ's v angličtine. Všetky podstatné informácie sú však aj v tomto článku. Celé objavovanie a následne nahlásenie objavu rozdeľujem do nasledujúcich krokov:

1. Stránka ponúka prehliadanie obrázkov C2 a C3 v reálnom čase pomocou Java. Môžete si zvoliť obrázky vo formáte *.gif alebo *.jpg v rozlíšení 256×256, 512×512 alebo 1024×1024. Ja osobne odporúčam animácie *.gif v čo najväčšom rozlíšení. Po tom, ako si vyberiete formát a rozlíšenie, stačí kliknúť na „Odoslať“ a zobrazí sa vám prehliadka 25 obrázkov v reálnom čase. Veľká časť práce pri hľadaní komét spočíva práve pri prezeraní si týchto obrázkov.

2. Myslíte si, že ste objavili kométu? Stačí poslať správu. No treba si dať pozor na to, aby ste náhodou nenahlásili planétu či hviezdu. Nikdy si nemôžete byť istý, že ste objavili kométu. Na uľahčenie práce odporúčam pozrieť si stránku. Je tam znázornený pohyb komét každej skupiny voči Slnku v priebehu celého roka. Naopak, na stránke si môžete porovnať svoje obrázky s potenciálnou kométou s planétami či výronmi zo Slnka, aby ste náhodou nemerali pozíciu kométy zbytočne. Ale o tom až nižšie.

3. Ak si aj po prezretí predchádzajúcich stránok myslíte, že ste objavili kométu, tak je potrebné zmerať jej pozíciu aspoň na piatich snímkach, najlepšie po sebe nasledujúcich. Najjednoduchšie je to pomocou Java konzoly, ktorá by sa mala dať spustiť vo vašom internetovom prehliadači, je to však individuálne. Dá sa však aj stiahnuť. Ďalej je potrebné zistiť, ktorému rohu obrázka priradíte váš počítač súradnice 0,0. Najčastejšie je to ľavý horný roh „upper left“.

4. Teraz stačí už len odoslať správu s nameranými hodnotami cez formulár na tejto stránke. Jeho vyplnenie je jednoduché. Zvýraznil by som však dve veci. 1. Ak posielate svoju prvú správu o nájdení potenciálnej kométy, zvolte možnosť „New user“, pretože vaše meno sa v zozname nenachádza. Ale nie je to prekážkou. Vaše meno je potrebné jedine v prípade kométy, pretože inak by vám nevedeli pripísať kredit za objav. Do zoznamu ho dostanete zaslaním e-mailu na adresu sungrazer@nrl.navy.mil. Do predmetu napíšte „Sungrazer New User“ a veľmi jednoducho sa v angličtine predstavte (meno, číslo správy). Číslo správy získate po odoslaní vašej správy o objave potenciálnej kométy. 2. „Comet group“. Do tohto políčka nemusíte do zoznamu vybrať nič. Najviac komét bolo objavených zo skupiny Kreutz. Skupinu svojej kométy zistíte podľa toho, kde ste ju na obrázkoch našli.

5. Teraz stačí už len odoslať správu kliknutím na tlačítko „Preview“ a potom „Submit“.

Doteraz bolo touto metódou objavených vyše 2000 nových komét. A číslo rýchlo stúpa.

Veľa šťastia pri objavovaní nových komét praje

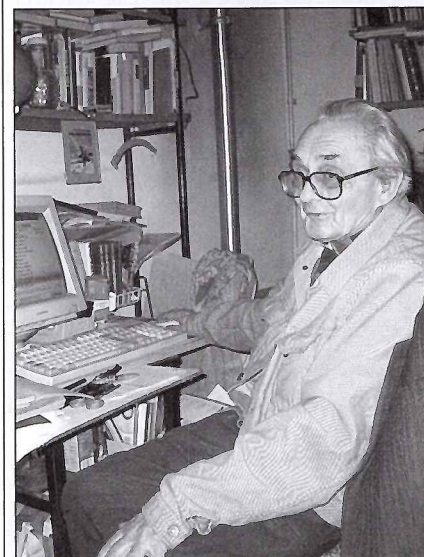
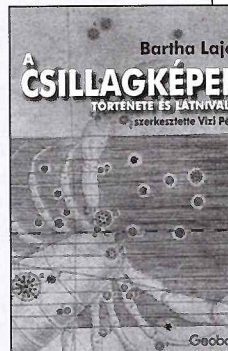
René Novyzedlák

Bartha Lajos:
*A Csillagképek
története és látványai*



*Súhvezdía
ich príbehy a pozoruhodnosti*

Redaktor: Vizi Péter
Vydavateľ: Geobook
Hungary (1. vydanie
2010, Szentendre, tvrdá
väzba, 359 strán, vyše
500 farebných strán
a ilustrácií.) Kniha zatiaľ
vyšla v maďarskom jazyku
(vzhľadom na obsah
a obrazové ilustrácie
môže byť zaujímavá aj
pre slovenských čitateľov).
ISBN 978 963 87835 7 8



Lajos Bartha – vyše 50 rokov popularizuje astronómiu prostredníctvom prednášok článkov a kníh. Je zakladajúcim členom Maďarskej astronomickej spoločnosti (1948) a spoluzakladateľom astronomickeho časopisu *Meteor* (1971), ktorý vychádza podnes. Je doživotný člen londýnskej Royal Geographical Society. Za významný prínos a spoluprácu vo výskume histórie astronómie aj na území Slovenska bol pri príležitosti významného životného jubilea 75 rokov (2008) navrhnutý aj na Cenu Ministra kultúry SR.

Bartha Lajos (1933) je popredný historik astronómie v Maďarsku. Kniha o súhvezdiach je výsledkom jeho 40-ročnej vedeckovýskumnej práce. Uvádza čitateľa do starodávnych čias kultúrnych dejín ľudskej civilizácie, keď sa začali odhaľovať a spoznávať tajomstvá hviezdnej oblohy a vytvárať názvy jej súhvezdí. Autor podáva prehľadný obraz o dejinách vývinu jednotlivých súhvezdí, rôznych obdobiach ich spoznávania i porekadlách, ktoré o nich vytvorili rôzne národy. Hviezdy najzaujímavejších súhvezdí a ich známe objekty predstavuje na základe najnovších vedeckých objavov a poznatkov.

(ld)

Fotoalbum mrazivého zatmenia

Studené ráno dňa 4. 1. 2011 napovedalo, že vo Vysokých Tatrách bude jasný deň s teplotou hlboko pod bodom mrazu. Nížiny boli väčšinou ponorené do hustej hmly, no vďaka inverzii bolo na horách ideálne počasie na sledovanie celého priebehu čiastočného zatmenia Slnka, ktoré malo vo Vysokých Tatrách dosiahnuť magnitúdu 79 %. Tá udáva kolko percent z priemeru slnečného disku je v maxime zatmenia zakrytého Mesiacom. Spočiatku bolo osvetlenie krajiny a jas oblohy celkom bežné, akurát ranný mráz nechcel so stúpajúcim Slnkom poľavovať a poriadne zaliezal po celý čas za nechty pri fotografovaní nádhornej zimnej scenérie bez rukavíc. Okolo pol desiatej, kedy zatmenie vrcholilo, bol už aj zrakom postrehnuteľný slabý šerosvit v osvetlení krajiny a trochu potemnený jas oblohy nad tatranskými štítmi. To prezrádzalo, že súputník Zeme odhrzol z disku našej materskej hviezdy príliš veľa a denné svetlo poznateľne ubudlo.

V areáli Astronomického ústavu SAV v Starej Lesnej má svoje sídlo aj Meteorologické observatórium Geofyzikálneho ústavu SAV, ktoré je vybavené heliografom alebo slnkomerom. Ten zaznamenáva dĺžku slnečného svitu počas dňa na papierový pásik stopou prepálenou slnečným žiarením sústredeným na pásik sklenenou guľou. Ako ukazuje pripojený obrázok, zatmenie zanechalo na záznamovom pásiku svoj zreteľný odtlačok v podobe podstatne tenšej stopy. Pre porovnanie je na obrázku aj pásik zo dňa 2. 1. 2011, ktorý bol podobne jasný a bezoblačný, ako deň zatmenia. Stupnica na pásiku, podobne ako slnečné hodiny, udáva pravý miestny slnečný čas T_p , ktorý je možné previesť na stredoeurópsky čas ako $SEC = T_p - 16,3$ min. Fázu alebo momentálnu magnitúdu zatmenia a jej zodpovedajúcu odozvu na slnečnej stope na pásiku ukazuje séria snímok zatmenia pripojená pod pásikom. T_{max} označuje okamih najväčšieho zatmenia a tesne po ňom bola získaná aj prostredná snímka série. Hraničná citlivosť pásika, pri ktorej je ešte možné zreteľne rozoznať vypálenú stopu je 120 Wm^{-2} , pričom priemerná hodnota celkového slnečného vyžarovania nad atmosférou Zeme je 1367 Wm^{-2} . Je možné teda konštatovať, že čiastočné zatmenie Slnka s magnitúdou 79 % sa prejaví ako pri vizuálne vnímanom osvetlení krajiny a jase oblohy, tak aj na zázname z merania tak jednoduchého prístroja, akým je heliograf. Bude zaujímavé porovnať uvedené efekty pri nasledujúcom čiastočnom zatmení Slnka s magnitúdou 69 %, ktoré nastane 20. marca 2015.

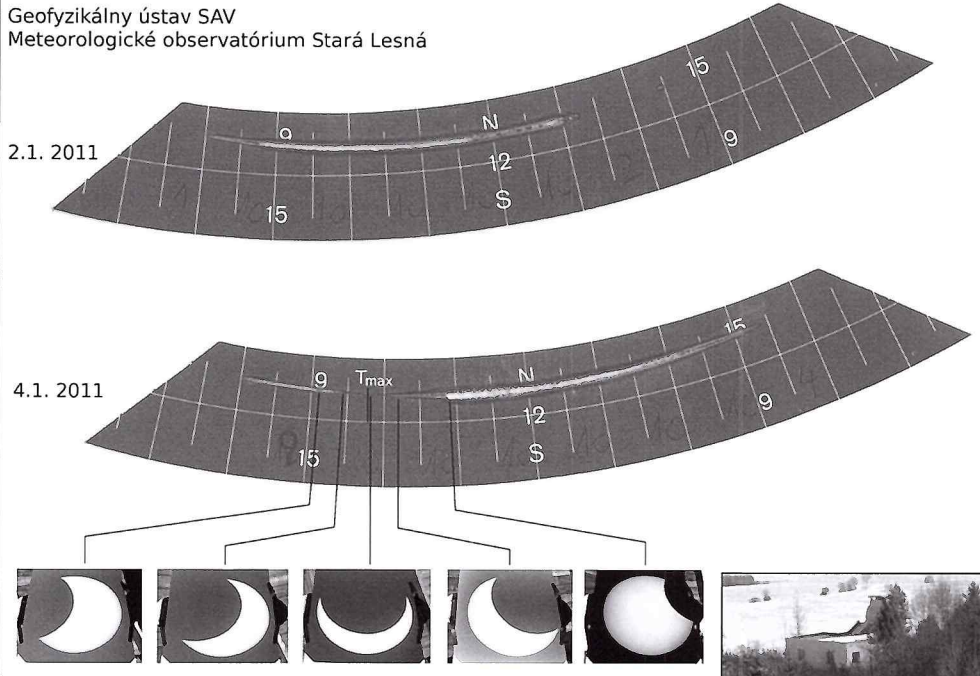
**J. KOZA, P. BENDÍK,
T. PRIBULLA**
Astronomický ústav SAV,
Tatranská Lomnica

(Pokračovanie na 4. strane obálky)

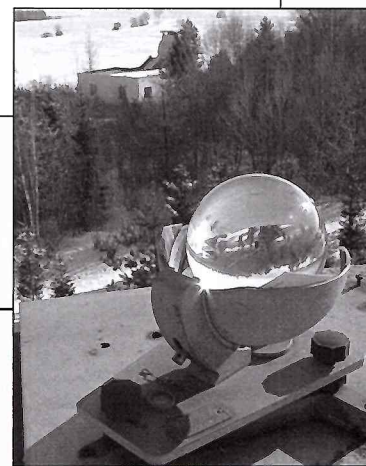
Geofyzikálny ústav SAV
Meteorologické observatórium Stará Lesná

2.1. 2011

4.1. 2011



Stopa čiastočného zatmenia Slnka 4. 1. 2011 na záznamovom pásiku heliografu Meteorologického observatória Stará Lesná. V pozadí je pozorovacia kupola G1 Astronomického ústavu SAV. Pásiky sú z dňa zatmenia a pre porovnanie z podobne slnečného a jasného dňa. Snímky zatmenia v dolnej časti získal P. Bendík © v kupole G1 fotografovaním projekčnej plochy re-flektoru 100/1000.



Zatmenie na Starolesnianskych lúkach sprevádzala riedka mrazivá hmľa v prízemných vrstvách, ktorá sa vytvorila počas zatmenia v dôsledku poklesu toku slnečného žiarenia a následnému ochladeniu. V popredí je pozorovacia kupola G2 Astronomického ústavu SAV (foto: T. Pribulla ©).



Fotoalbum mrazivého zatmenia

(Dokončenie z 3. strany obálky)



Scenéria Starolesnianskych lúk v čase zatmenia. Hustá hmľa v pozadí prikrýva Popradskú kotlinu (foto: P. Bendík ©).

Mesiacičky v tieni oleandru (*Nerium oleander*) prezrádzajú zatmenie. Snímka bola získaná o 9 hod 27 min SEČ, teda veľmi blízko maxima zatmenia (foto: T. Pribulla ©).

