Astronomické novinky 16

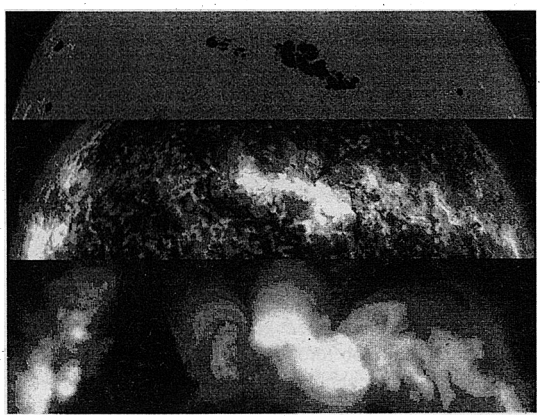
Miroslav Randa, Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň*

Země

Astronomie prochází v posledním desetiletí obrovským rozvojem nových pozorovacích metod. Snahou astronomů je zejména omezit rušivý vliv atmosférické turbulence, při níž dochází k lokálním fluktuacím teploty a hustoty atmosféry, a tím i ke změnám indexu lomu vzduchu. Tak se obraz v 8–10metrovém dalekohledu zhorší oproti obrazu mimo atmosféru zhruba 50krát. Proto byla vyvinuta metoda **adaptivní optiky**, při níž počítačem řízené motorky mění v reálném čase tvar zrcadla tak, aby byly vlivy turbulencí v atmosféře kompenzovány. Lokální změny charakteristik atmosféry se zjišťují pomocí jasných referenčních hvězd, jejichž obraz se pomocí motorků dolaďuje tak, aby byl co nejostřejší. Účinnost metody dokumentuje rozlišení Pluta a Charóna 8metrovým dalekohledem Gemini se systémem adaptivní optiky v červnu 1999, které je ekvivalentní rozlišení světlometů automobilu na vzdálenost 4 000 km!! Je jasné, že tato metoda je vhodná pro pozorování objektů, které se nacházejí na obloze blízko u některé jasné hvězdy, protože s rostoucí vzdáleností od referenční hvězdy velice rychle klesá ostrost obrazu. Proto došlo k vylepšení techniky adaptivní optiky o **využití tzv. umělých hvězd**. Umělé hvězdy se vytvářejí ve výškách přibližně 90 km nad zemí pomocí laserového paprsku, kterým jsou excitovány elektrony v atomech sodíku. Takovou umělou hvězdu lze samozřejmě vytvořit na jakémkoliv místě oblohy, tedy i tam, kde jasné hvězdy nejsou. Hitem posledních let je potom **atmosférická tomografie**, při níž se využívá ke korekci obrazu několika hvězd, ať už skutečných či umělých [1]. Tato metoda rozšiřuje dále možnosti pozorování, protože oproti předchozím metodám výrazně zvětšuje zaostřenou oblast zorného pole dalekohledu. Podobná metoda se chystá rovněž pro pozorování Slunce, kde však úlohu referenčních hvězd hrají jednotlivé světlé oblasti – granule.

Slunce

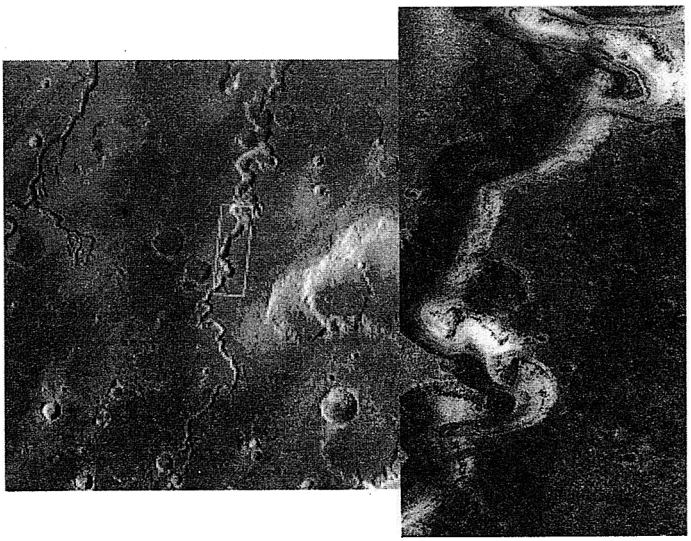
Obrovská sluneční skvrna (přesněji skupina slunečních skvrn) ozdobila období končícího maxima sluneční činnosti v tomto roce. Skupina, která byla na přelomu března a dubna (při východu či západu Slunce nebo za pomoci slunečního filtru) pozorovatelná i prostým okem, dosáhla v maximu délky 22krát větší, než je průměr Země! Stala se tak **největší sluneční skvrnou za posledních 10 let**. Její nezvyklost se projevila i v tom, že byla pozorována dokonce při třech otočkách Slunce. Na obrázku jsou pod sebou tři snímky z 27. března, kdy byla skvrna největší, a to ve viditelném spektru, v ultrafialovém oboru a v rentgenové části spektra. Zatímco ve vi-



* randa@iris.pef.zcu.cz

ditelném světle se skvrna na světlejším pozadí jeví jako tmavá, v ostatních dvou oborech je naopak světlým útvarem na tmavém pozadí. To souvisí s různou teplotou v jednotlivých fotografovaných vrstvách Slunce. Teplota fotosféry (zobrazené na horním obrázku ve viditelném světle) činí řádově tisíce kelvinů, v chromosféře stoupá teplota až ke statisícům kelvinů a v koróně dokonce až na milióny kelvinů. Můžeme být rádi, že sluneční erupce, která vznikla v průběhu vývoje této obrovské skvrny, nesměřovala k Zemi, protože byla mohutnější než erupce, která v roce 1989 ochromila kanadskou elektrickou síť.

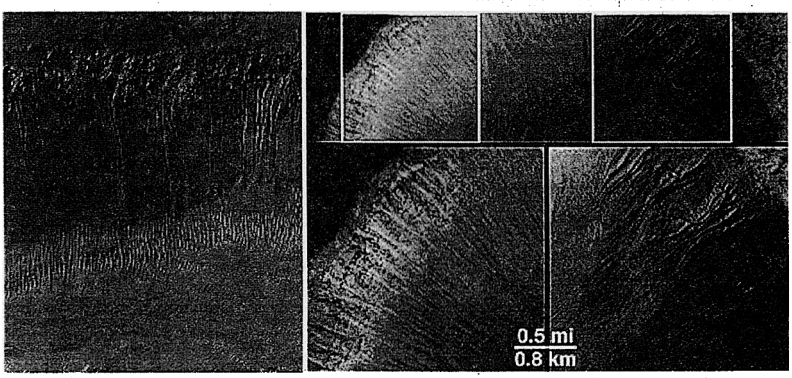
Mars



Hledání vody na Marsu patří mezi dlouholeté šlágry kosmického průzkumu Marsu. Už jsme si zvykli na obrázky koryt na Marsu svědčících o tom, že v minulosti se na Marsu nacházela voda v tekutém skupenství. Příkladem může být koryto v oblasti Nanedi Vallis na snímku nahoře (velikost oblasti ve výřezu je 10 km x 18,5 km), který byl pořízen sondou Mars Global Surveyor počátkem roku 1998.

O existenci vody v tuhém skupenství se můžeme přesvědčit i při pohledu na polární čepičky, případně na zamrzlé krátery na Marsu. Velkým překvapením však byly snímky kanálků nalezených na mnoha místech Marsu kamerou MOC (**M**ars **O**rbiter **C**amera) na palubě sondy **Mars Global Surveyor** (MGS), která trpělivě podle plánu oblétává Mars a snímkuje jeho povrch. Na trojici obrázků na následující straně vidíte jednak stěnu v oblasti Polar Pit nacházející se na Marsu v 70° jižní šířky (snímek na následující straně nahoře). Obrázek má velikost asi 2,8 km a jednotlivé rovnoběžné kanálky jsou velmi dobře patrné. Vlevo dole je oblast nazývaná Nirgal Vallis, kterou byste nalezli zhruba v 30° jižní šířky, vpravo dole pak koláž ze snímků stěn kráteru Elysium nacházejícího se na severní polokouli Marsu v 37° šířky. Astronomové předpokládají, že kanálky na snímcích mohla v nedávné minulosti (a možná dokonce v současnosti) „téci" voda v kapalném stavu. Všechny kanálky vyvěrají zhruba 100 m pod úrovní okolního terénu ve svazích hor či kráterů. Podle přijímaných teorií se na Marsu nachází pod povrchem voda v kapalném stavu. Voda může téci po nepropustných vrstvách

hornin a ve svazích může vyvěrat na povrch. Protože je atmosférický tlak na Marsu malý, voda ihned po výtoku začne vřít a rychle se vypaří do atmosféry. Proto kanálky nevedou až dolů do údolí, ale končí ještě na svazích. Protože alternativní teorie nedovedou nové snímky Marsu uspokojivě vysvětlit, jsou nalezené kanálky silnou indicií, že **se na Marsu nachází i v současnosti voda v kapalném skupenství**.



Mars očekává novou návštěvu. 7. dubna 2001 se na cestu k Marsu vydala **sonda Mars Odyssey**. Sonda s hmotností 750 kg dorazí k Marsu letos 24. října, stabilizuje se na polární dráze s oběžnou dobou 2 hodiny a zahájí dvouletý program pozorování Marsu. K tomu bude sloužit infračervená kamera THEMIS (**Th**ermal **Em**ission **I**maging **S**ystem) zaměřená na průzkum složení povrchu planety, gama spektrometr GRS (**G**amma-**R**ay **S**pectrometer) s podobným zaměřením, který bude navíc pátrat po stopách přítomnosti vody, a

detektor kosmického záření MARIE (**M**artian **R**adiation Envi**r**onment **E**xperiment), zkoumající úroveň kosmického záření v blízkosti Marsu s ohledem na budoucí expedice s lidskou posádkou. Již v průběhu dubna byly vyzkoušeny kamera a infračervená kamera, které současně pozorovaly noční polokouli Země. Infračervená kamera naměřila v souladu s pozemními měřeními rozmezí teplot od –50 °C v Antarktidě po +9 °C v severovýchodní Austrálii. O letech sond k Marsu se můžete dočíst v tomto čísle Školské fyziky v samostatném článku [6].

Jupiter

Sonda Galileo pokračuje ve své činnosti a zkoumá Jupiter a rodinu jeho měsíců. Po objevu **podpovrchového kapalného oceánu na měsíci Europa** přinesla důkazy i pro oceán pod povrchem měsíce **Callisto** [4] **a nejnověji také Ganyméda**. Objev je založen na objevu koryta, jehož dno leží asi 100 m až 1 km pod úrovní okolního terénu a ve kterém se mohla v minulosti (asi před miliardou let) nacházet kapalná voda nebo alespoň rozbředlý sníh. Dalším argumentem je existence vlastního magnetického pole měsíce. I když je povrchová hodnota magnetické indukce pouze přibližně 750 nT, z hlediska astronomického jde o největší hodnotu magnetického pole na měsíci (ve sluneční soustavě). Astronomové se domnívají, že magnetické pole Ganyméda by mohlo být způsobeno indukcí ve slaném oceánu, který by se mohl nacházet asi 170 km pod povrchem měsíce. Existence oceánu by kromě jiného připustila také možnost existence primitivních forem života.

Během letošního roku sonda nejprve navštívila Callisto (v květnu prolétla ve výšce pouhých 123 km nad tímto měsícem), v srpnu a říjnu prolétne nad polárními oblastmi měsíce Io. Srpnový průlet nad severním pólem Io bude patřit k nejzajímavějším průletům, protože cílem sondy bude stejná oblast, v níž byla v březnu letošního roku objevena další z četných sopek. V příštím roce se pak ještě jednou přiblíží k Io, tentokrát prolétne nad rovníkem měsíce. V listopadu dojde k premiérovému průletu kolem měsíčku Amalthea. V srpnu 2003 pak skončí svou pouť v Jupiterově atmosféře.

Nechce se ani věřit, že sonda Galileo odstartovala do kosmického prostoru již 18. října 1989 a že její program byl plánován původně jen do roku 1997.

Měsíce planet

Přestože jsem při psaní posledních Astronomických novinek [5] tušil, že situace kolem počtu měsíců planet není zdaleka definitivní, přece jen mne rychlost zastarání údajů v článku zaskočila. Ještě nebyl časopis Školská fyzika vytištěn a již počty měsíců Saturna a Jupitera nesouhlasily. Koncem roku 2000 přišla zpráva o objevu dalších dvou **měsíců Saturna**, čímž se celkový počet měsíců této půvabné planety zaokrouhlil na **třicet**. Těsně po začátku nového tisíciletí se pak objevila překvapivá zpráva, že **kolem Jupitera** krouží ještě dalších 11 měsíců, takže král mezi planetami se posunul v této statistice se svými **28 měsíci** hned za Saturn. Nutno však podotknout, že nově objevené měsíce nejsou žádní cvalíci, ale jde spíše o kosmickou drobotinu: rozměry nově objevených měsíců jsou menší než 10 km. Astronomy tak čeká obtížný úkol: dohodnout se, které balvany obíhající planety budou ještě počítány mezi měsíce a které se již budou muset bez tohoto vznosného označení obejít.

Planetky

Sonda NEAR Shoemaker, o které jste se již dvakrát v Astronomických novinkách dočetli ([3], [5]), ukončila definitivně svůj program průzkumu planetky **(433) Eros**. V únoru letošního roku přistála na povrchu Erosu a zakončila tak svou velice úspěšnou misi. Až do poslední chvíle předávala na Zemi snímky z přibližovacího manévru

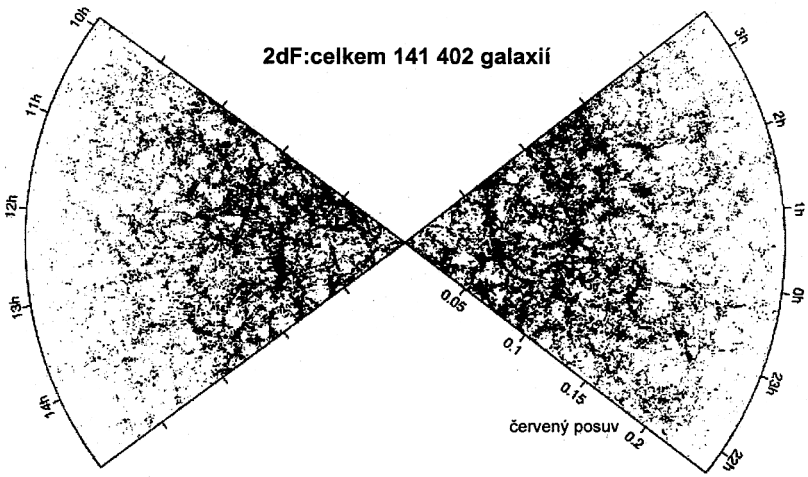
(naposledy z výšky 120 m nad povrchem Erosu), poté velice měkce přistála na povrchu planetky. Astronomům přálo štěstí a při přistávacím manévru zůstaly sluneční panely nepoškozeny a dokonce natočeny ke Slunci, a tak stále zásobovaly přístroje sondy elektrickou energií. Pomocí gama-spektrometru byla v povrchové vrstvě jasně detekována přítomnost železa, kyslíku, křemíku a draslíku. To jsou unikátní výsledky, protože jde o zkoumání planetky do hloubky až zhruba 10 cm, zatímco běžně využívané metody z oběžné dráhy prozkoumají jen velice tenkou povrchovou slupku (krustu). Význam spočívá zejména v tom, že poměr množství železa a křemíku rozhoduje o typu planetky, množství draslíku pak umožňuje určit, zda prošel Eros v minulosti stádiem plného roztavení nebo alespoň částečného natavení, protože při zahřátí lehké prvky (jako právě draslík) velmi snadno unikají do kosmického prostoru. Na přesné rozbory si však (po zkušenostech s rozborem měsíčních hornin z Apolla 15 a 16) budeme muset ještě nějakou dobu počkat, protože budou trvat ještě několik měsíců (rozbor hornin z Měsíce trval asi půl roku). Další cenný výsledek získal magnetometr sondy, který zjistil, že na povrchu planetky není magnetické pole.

Hvězdy

Zajímavý objev ohlásil S. T. Hodgkin a kol. [2]. V halu Galaxie nalezli objekt, který odpovídá nejnovějším modelům o **pozdním vývoji bílých trpaslíků**. Původně astronomové předpokládali, že bílí trpaslíci postupně chladnou, záření se posouvá směrem k červenému konci spektra a zeslabuje se, protože již v jejich jádrech není jadernými reakcemi produkována žádná energie. Takové objekty se však nepodařilo nalézt. Nové teorie proto předpovídají, že barva starých bílých trpaslíků bude naopak modrá, a to z důvodu silné absorpce infračerveného záření molekulami H_2 v atmosférách, které jsou velice stlačeny působením silné gravitace trpaslíků. Tyto teorie souhlasí s pozorováním barev velice vzdálených (a tím velice starých) galaxií pomocí Hubblova dalekohledu, ale pozorované galaxie jsou příliš slabé a pozorování příliš hrubá, aby bylo možno rozlišit jednotlivé bílé trpaslíky. Proto pozorování starého bílého trpaslíka WD 0346+246, který se nachází v kulovém halu naší Galaxie, je prvním přímým potvrzením zmíněných teorií. Ukazuje se, že staří bílí trpaslíci by mohli z části **přispět k vysvětlení podstaty skryté hmoty ve vesmíru**. Projektem MACHO (**M**assive **C**ompact **H**alo **O**bjects) bylo totiž v halu Galaxie nalezeno několik objektů, jejichž hmotnost je příliš velká pro hnědé trpaslíky, ale dobře vyhovuje mezím pro staré trpaslíky bílé. Vyhovují rovněž odhady četnosti starých bílých trpaslíků v halu galaxií: podle dosavadních výsledků projektu MACHO by mohli bílí trpaslíci tvořit mezi 8 a 50 procenty hmotnosti galaktických halo.

Galaxie

Novou **mapu rozložení galaxií** publikoval počátkem března 2001 J. A. Peacock. Získal ji za pomoci anglicko-australského dalekohledu v systému **2dF** (**Two D**egree **F**ield **S**ystem), který je schopen získávat současně spektra až 400 objektů. Jedinou podmínkou je, že se objekty nacházejí na obloze v poli o velikosti dvou stupňů. Pomocí tohoto systému byly proměřeny vzdálenosti téměř 150 000 galaxií na jižní obloze. Po vynesení poloh galaxií v závislosti na vzdálenosti (resp. na červeném posuvu) do grafu se ukázalo, že i v této části oblohy má vesmír pěnovou, či chcete-li plástevnatou strukturu. Na obrázku na následující straně je po obvodu v hodinách vynášena rektascenze, směrem od středu k okrajům se zvětšuje vzdálenost (a červený posuv). „Tloušťka“ obrázku je 4 stupně. Z intenzity a rozměrů jednotlivých buněk lze odhadnout hmotu spojenou se zobrazenými galaxiemi a kupami galaxií: činí přibližně 30 % kritické hodnoty (odpovídající plochému vesmíru) v souladu se současnými kosmologickými teoriemi.



Kosmologie

Pozorování vzplanutí supernovy 1997ff – dosud **nejvzdálenějšího vzplanutí supernovy typu Ia** (s rudým posuvem 1,7, který odpovídá výbuchu supernovy před 11 miliardami let) zkomplikovalo obraz vývoje vesmíru. Jak souvisí výbuch supernovy typu Ia s kosmologií? Pokud je hmotnost hvězdy menší než 1,44násobek hmotnosti Slunce (tzv. Chandrasekharova mez), končí jako bílý trpaslík. Je-li však složkou těsné dvojhvězdy (to je taková dvojhvězda, mezi jejímiž složkami může docházet k přetoku hmoty), může takový bílý trpaslík přijímat hmotu od svého průvodce, a to zejména tehdy, kdy je průvodce obrem. Tím se hmotnost bílého trpaslíka zvětšuje a pokud přesáhne Chandrasekharovu mez, vybuchne jako supernova již zmíněného typu Ia. Je zjevné, že všechny výbuchy supernov typu Ia vypadají naprosto stejně, maximální jasnost je ve všech případech shodná. Proto se používají k určování vzdáleností galaxií, ve kterých vybuchly. Porovnáme-li vzdálenost galaxií, v nichž vybuchly supernovy Ia, s rudým posuvem určeným ze spektra supernovy, můžeme zjistit, **jak se mění rozpínání vesmíru s časem**. A to je vlastně již náznak odpovědi na výše uvedenou otázku. Standardní kosmologické teorie předpokládaly, že vesmír se rozpíná a od konce inflační fáze se rozpínání vlivem gravitace stále zpomaluje. Výbuchy supernov typu Ia však do tohoto scénáře nezapadají. Supernova 1997ff totiž vybuchla ve vesmíru, jehož rychlost rozpínání se zmenšovala, zatímco ostatní supernovy (bližší) vybuchly ve vesmíru, jehož rychlost rozpínání se zvětšovala!

Literatura:

[1] Ellerbroek, B., Rigaut, F.: *Optics adapt to the whole sky*. Nature **403** (2000), 25.
[2] Hodgkin, S. T. a kol.: *Infrared spectrum of an extremely cool white-dwarf star*. Nature **403** (2000), 57.
[3] Randa, M.: *Astronomické novinky 9*. Školská fyzika **IV**, č. 3 (1996/1997), 15.
[4] Randa, M.: *Astronomické novinky 12*. Školská fyzika **V**, č. 3 (1998), 65.
[5] Randa, M.: *Astronomické novinky 15*. Školská fyzika **VI**, č. 3 (2000), 41.
[6] Štefl V.: *Jak se kosmické sondy dostávají k Marsu?* Školská fyzika **VII**, č. 1 (2001), 12.
[7] <http://mars.jpl.nasa.gov/mgs/msss/camera/images/> *Mars Global Surveyor* (anglicky).