

HURÁ NA MARS

aneb dozvíme se už konečně víc?

Poslední mise k Marsu byly zcela neúspěšné. Selhaly jak oba ruské Phobosy, tak i americký Mars Observer. Velké naděje vkládali vědci do ruského Marsu 96, ten se však nyní nalézá hluboko pod mořskou hladinou mezi Velikonočním ostrovem a pobřežím Chile. Nezbyvá než doufat, že americké sondy Mars Global Surveyor a Mars Pathfinder smůla provázet nebude.

Koncem letošního roku měl zahájit svou pouť k Marsu konvoj tří sond. První z nich Mars Global Surveyor (MGS), byl vypuštěn 8. listopadu. Jeho start proběhl bez problémů. Bohužel to už neplatí o Marsu 96, jehož uvedení na oběžnou dráhu 17. listopadu nebylo úspěšné. Trosky sondy obsahující plutoniový reaktor se nyní nacházejí na dně moře. 2. prosince byl s napětím očekáván start Mars Pathfinderu, který musel být kvůli počasí o den odložen, ale nakonec proběhl bez problémů.

Velký počet startů na konci tohoto roku není dílem náhody, ale je dán optimální polohou Země vůči Marsu. Takto výhodné postavení se opakuje každé dva roky.

Jednotlivé sondy byly koncipovány odlišně. MGS je určen pro velmi podrobné mapování povrchu Marsu. Tenkou planetární atmosféru použije ke zbrzdění, které je nutné k jeho usazení na dráze vhodné pro mapování. Snímkování povrchu bude provádět po jeden martánský rok.

Mars 96 se měl rovněž se svými více než 20 vědeckými přístroji na palubě dostat na oběžnou dráhu a pak k povrchu vyslat celkem čtyři malé přistávací moduly. Dva z nich byly určeny pro povrchový a dva pro podpovrchový průzkum.

Mars Pathfinder, který je koncipován jako kompletní přistávací modul, se nebude zdržovat obíháním Marsu a rovnou z meziplanetární dráhy přejde na přistání.

Starty těchto tří misí přicházejí po objevu stop bakteriálního prehistorického života v meteoritu, který s největší pravděpodobností pochází z prvotní kůry

Marsu. Nabízí se otázka, zda by alespoň jedna ze sond nebyla schopna potvrdit nebo vyvrátit tento objev. Pravděpodobně ne. Žádná z nich nebyla vybavena přístroji, které by byly srovnatelné s těmi, jež museli použít vědci na Zemi k nalezení mikrofosílií a dalších indiciích života v meteoritu ALH 84001, a ani jedna sonda nebyla vybavena návratovou částí. Proto si na zodpovězení této otázky musíme ještě nějaký čas počkat. Vzorky půdy a hornin z Marsu nebudou na Zemi pravděpodobně dříve než po roce 2006 či dokonce 2008. Kdy to přesně bude, bude záviset především na financích, které budou proudit do amerického programu výzkumu Marsu.

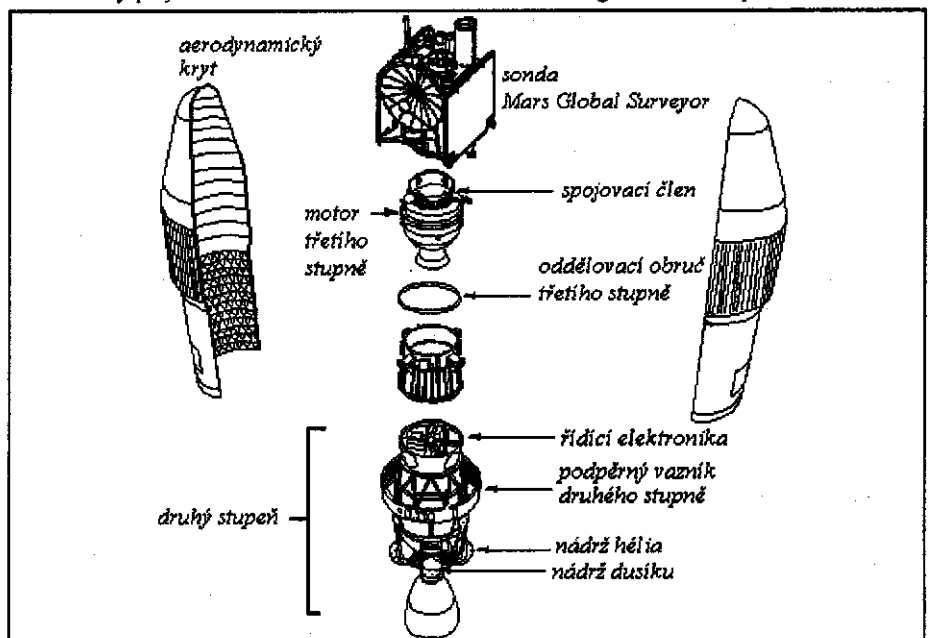
Mars Global Surveyor

Stejně jako Mars Pathfinder byla i tato sonda vynesena do vesmíru raketou Delta II z Kennedyho vesmírného centra na Floridě. Účastníci projektu rádi upozorňují na skutečnost, že celá pětiletá mise sondy přijde na méně než dvouhodi-

NASA v tomto programu plánuje vypuštění jedné nebo dvou sond při každé startovací příležitosti, tedy zhruba po každých 26 měsících. Mise Mars Surveyor 98 se bude skládat z orbitální části a přistávacího modulu. Půjde o dvě samostatné sondy. Orbitální část vystartuje v prosinci 1998 a přistávací modul pak o měsíc později. Při konstrukci obou sond se využije komponent vyzkoušených na Mars Pathfinderu. Jde zejména o počítač, software a u přistávacího modulu pak i o kameru, meteorologickou stanici a padák. Stejně jako u mise Mars Pathfinder se na přístrojovém vybavení budou podílet i další státy.

MGS částečně nahrazuje Mars Observer, ztracený před přiletem ke svému cíli v roce 1993. Sonda váží 1060 kilogramů a je stabilizována ve třech osách, kvůli správnému nasměrování přístrojů v průběhu mapování. Její dva sluneční panely jsou vybaveny kloubovými závěsy, aby mohly neustále směřovat ke Slunci. Parabolická vysílací anténa je pevná, ale sonda se bude neustále orientovat tak, aby bylo na Zemi možné zachytit její signál.

Na palubě nese celkem šest přístrojů pro studium atmosféry, povrchu, magnetického a gravitačního pole. Kamera na



Obr. 1 - Na této kresbě můžeme vidět, jak by měla vypadat poslední fáze přistání Mars Pathfinderu. Vlastní přistávací modul je již ve svém ochranném zámočku ze vzduchových vaků bezpečně na povrchu Marsu.

nový film Vodní svět. "Nízká cena" je nezbytná. Nejedná se totiž o osamocenou sondu, ale MGS je součástí rozsáhlejšího programu NASA - Mars Surveyor.

MGS bude provádět snímání pozemních útvarů a oblaků s použitím širokoúhlé i normální optiky s maximálním rozlišením 3 metry. Každá čočka je zaost-

řena na CCD detektor, který vytváří spojitě obrazové pásy, podle toho, jak ubíhá terén pod sondou. Spektrometr bude analyzovat viditelné i infračervené záření vyzařované a odrážené od povrchu a atmosféry, laserový výškoměr pak výšku nad povrchem s přesností 2 metrů. Magnetické pole Marsu mají měřit dva přístroje. Na palubě sondy se stejně jako na Mars Observeru nachází komunikační relé francouzské výroby. To je konstruováno pro přenos dat ze sond dosedajících na Mars v příštích letech i pro příjem signálů z povrchových stanic, které měly být vyslány na povrch planety Marsem 96. K radiologickému zkoumání atmosféry se má využít ultrastabilní oscilátor. Rozbor letové dráhy nad planetou pak přinese řadu zajímavých údajů. Zajistí se další informace, např. o brzdícím účinku vrchní části atmosféry, o planetárním magnetickém poli a o vnitřní struktuře Marsu.

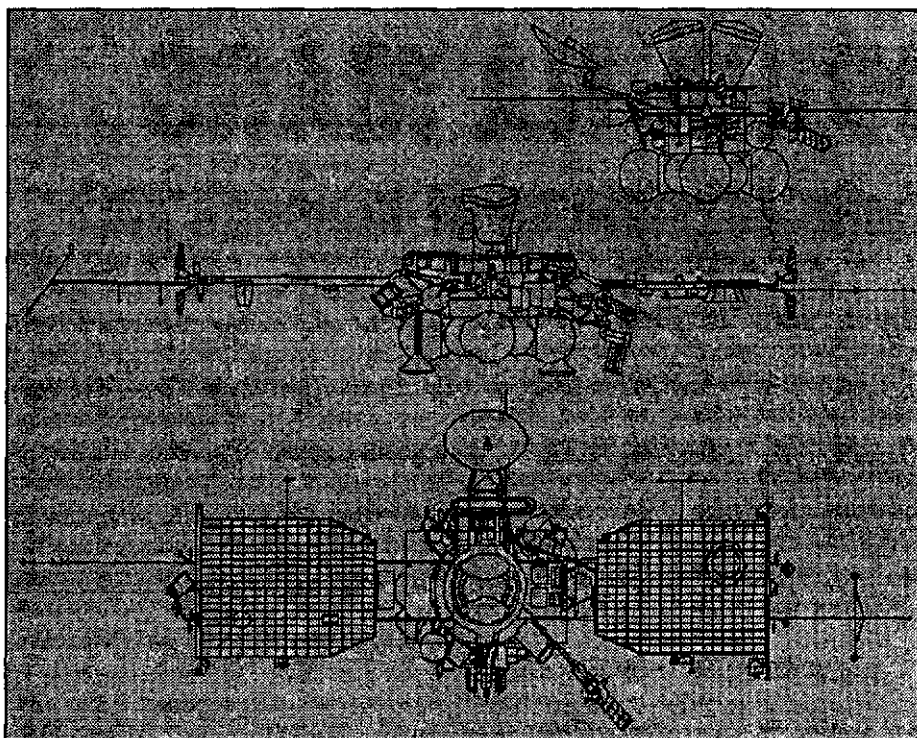
MGS dorazí k planetě v srpnu 1997, v tomto okamžiku přijde ke slovu motor, který bude zažehnut asi na 20 minut. Doba jeho působení je dostatečná k usazení sondy na 48 hodinové, téměř polární oběžné dráze. Ale tato dráha bude ještě pro mapování nevhodná, vzhledem ke své velké výstřednosti. V periapsu se MGS přiblíží k povrchu až na 378 kilometrů, zatímco v apoapsu bude ve vzdálenosti celých 56 400 km. Před třemi lety sonda Magellan předvedla u Venuše velmi ekonomický způsob navádění na mapovací oběžnou dráhu - brzdění o atmosféru. Vnořením do atmosféry v periapsu se část kinetické energie sondy ztratí třením a v apoapsu již nedosáhne takové vzdálenosti od povrchu. Fáze brzdění bude probíhat po dobu asi 130 pozemských dní. Mapovací fáze proto začne počátkem roku 1998. Konečná oběžná dráha bude kruhová s dobou jednoho oběhu 2 hodiny.

Mars 96

Start této sondy byl bohužel provázen neúspěchem.

Projekt byl řízen Institutem pro výzkum vesmíru v Moskvě za spolupráce řady evropských zemí. Při navigaci a přenosu získaných dat měla spolupracovat i NASA.

Mars 96 byla sonda typu Phobos a její hmotnost činila 6 180 kg. Užitečné zatížení vědeckými přístroji bylo úchvatné. Dohromady jich bylo přes 20. Z toho 12 pro dálkové studium povrchu a atmosféry Marsu, sedm pro studium plasmatické



Náčrtek sondy Mars 96.

obálky a tři pro astrofyzikální pozorování. Další přístroje byly namontovány na dvou přistávacích modulech pro povrchový a dvou pro podpovrchový průzkum. Sonda byla stabilizována ve třech osách. Stereoskopická kamera pro snímání povrchu měla maximální rozlišení 12 metrů.

Mars 96 by ke svému cíli dorazil 12 srpna 1997. Jaký byl tedy scénář, podle něž měla mise probíhat? Asi by to vypadalo nějak takto:

Ještě před vstupem na oběžnou dráhu se uvolňují dvě malé povrchové stanice. Vstupují do atmosféry. Jedna sonda míří na Arcadia Planitia a druhá na Amazonis Planitia. Před zárem vznikajícím při sestupu je chráněna tepelným štítem. Jejich rychlost se snižuje a zanedlouho se jim otvírají padáky. Protože je hustota atmosféry příliš nízká, musely by být padáky pro dostatečné zpomalení letu příliš velké, a proto se přistání uskutečňuje na plynové vaky, které nebezpečný dopad dostatečně tlumí. Nyní se obě stanice otvírají. Je vidět, jak čtyři škeblíkové okvětní listy odkrývají arzenál přístrojů. Jsou to magnetometry, seismometry, meteorologické senzory, kamery, rentgenové spektrometry a zařízení pro oxidační experimenty.

Přesuňme se nyní zpátky na oběžnou dráhu. Mars 96 za pár hodin dokončí svůj první oběh planety po středně skloněné dráze. Jeden oběh mu nyní trvá 43 hodin.

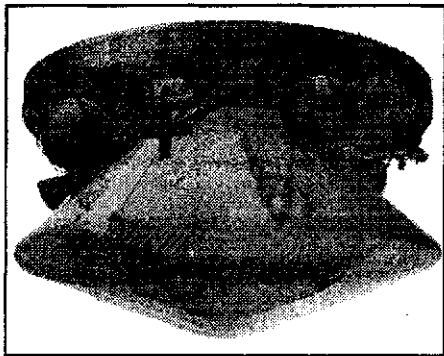
Sonda již dokončila svůj oběh a na cestu k povrchu se uvolňují další dvě stanice. Jedna z nich si to opět míří na Arcadia Planitia, druhá pak na Utopia Planitia. Sestup probíhá stejně jako předtím, pád je nejprve zbrzděn tepelným štítem, potom padáky a nakonec zastaven dopadem na plynové vaky. Tyto stanice budou zjišťovat složení kůry Marsu až do hloubky šesti metrů. Zavrtávací část je řízena z povrchu, kde zůstává přenosová jednotka opatřená kamerou. Přístrojové vybavení je bohaté - kamery, neutronový detektor, teplotní a meteorologické senzory, magnetometr, seismometr, gama spektrometr, rentgenový a alfa-protonový spektrometr. Jako energetický zdroj byl u všech sond zvolen radioizotopový termoelektrický generátor pro předpokládaný jednorocní provoz.

Přenos dat na Zemi zajišťuje oběžná část Marsu 96 a MGS.

Již z tohoto stručného nástinu tohoto velkolepého projektu je vidět, že kdyby bývala mohla pracovat jen čtvrtina přístrojů na palubě sondy, mohlo to značně rozšířit naše vědomosti o rudé planetě.

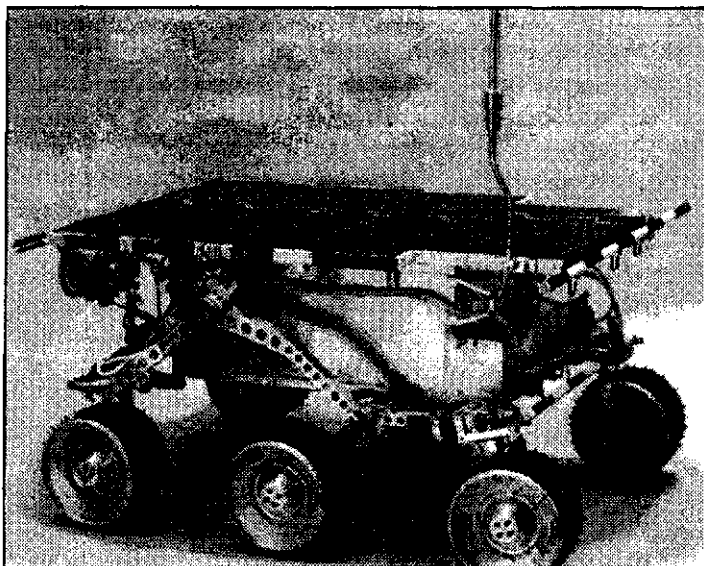
Mars Pathfinder

Stejně tak jako MGS je i Mars Pathfinder součástí rozsáhlejšího programu NASA s názvem Discovery, v němž je snaha vytvářet co nejlevnější sondy (pod 150 mil. \$) s použitím nových technologií. Sonda byla vyvinuta v JPL (Jet Propulsion Laboratory).

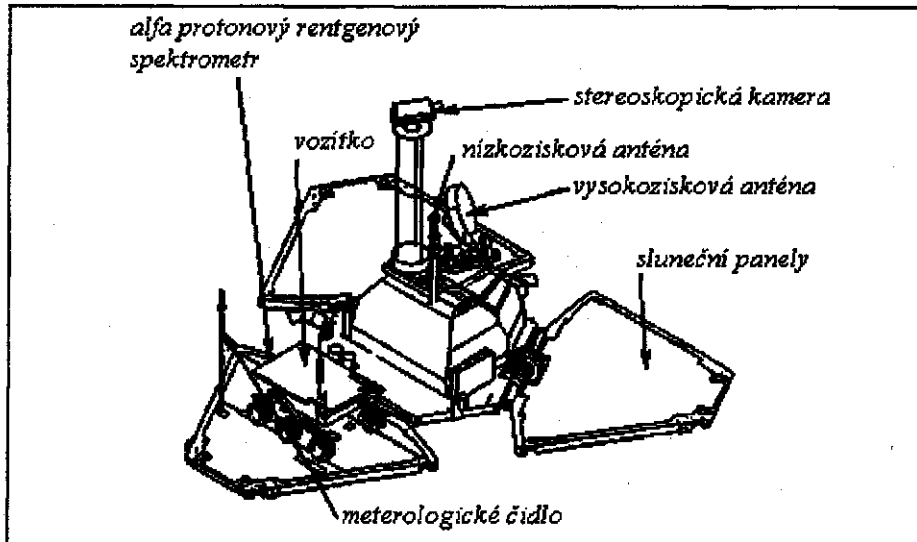


Sonda Mars Pathfinder.

Přestože opustila Zemi až 3. prosince, k Marsu dorazí jako první v červnu 1997. Konstrukčně je Mars Pathfinder řešen jako kompletní přistávací modul bez orbitální části. Do atmosféry planety vstoupí rovnou z meziplanetární dráhy rychlostí 7 600 m/s, jako jakýsi umělý meteor vyvržený ze Země. Má přistát ve starodávném oblasti Ares Vallis, nedaleko Vikingu 1, který je v Chryse Planitia. Sestup bude probíhat obdobně jako měl proběhnout u přistávacích modulů Marsu



96. Proti žáru sondu ochrání tepelný štít odvozený od Vikingů, a ten také za dvě minuty zbrzdí její pád na 400 m/s. Palubní počítač dá poté povel k otevření 12,5 metrového padáku, jehož ekvivalent by měl na Zemi pouhé 2 metry v průměru. Sonda bude dále ztrácet na rychlosti, padák jí zpomalí až na 70 m/s. Přibližně 100 metrů nad povrchem se nafouknou vzduchové pytle a o sekundu později dojde k zapálení tří motorů na tuhá paliva ve vrchní části sondy, která bude se samotným přistávacím modulem spojená lanem. Motory sondu zastaví asi za dvě minuty zhruba 12 metrů nad povrchem. V tomto okamžiku bude padák odhozen a modul dopadne na povrch ve svém zámotku ze vzduchových pytlů. Po jeho



Náčrtek Mars Pathfinderu po přistání.

usazení na zemi dojde k vypuštění vzduchu z vaků a k otevření krytu. Kryt modulu je realizován jako tři okvětní listy, které mají na vnitřní straně panely slunečních baterií. Na jednom panelu je také umístěno malé vozítko s názvem

Sojourner - senzační vozítko, které se bude jako první pohybovat po cizí planetě.

Sojourner. Stereo kamera, která se nachází uprostřed modulu, bude vyzdvižena do výšky 1 metr nad modul. Lokalizuje Slunce na horizontu a podle jeho polohy namíří výkonnou anténu k Zemi. Napřed vyšle data získaná při sestupu atmosférou, poté kamera pořídí panoramatický snímek oblasti přistání a také ho odešle na Zemi. V této chvíli začne nejzajímavější etapa mise. Ze své rampy na jednom panelu vyjede 11,5 kg těžké minivozítko, aby započalo první mobilizovaný průzkum terénu cizí planety.

Sojourner

Sojourner je konstruován jako nezávislý průzkumník. Přistávací modul mu pouze zprostředkovává spojení se Zemí a pro podporu jeho navigace pořizuje každý martánský den snímky okolí.

Sojourner je nevelké šestikolové vozítko s vahadlovým podvozkem, který mu dovoluje překonávat překážky až do

velikosti průměru jeho kola tj. do 13 cm. Kola jsou poháněna nezávisle a velký převodový stupeň (2000:1) zajišťuje velkou stoupací schopnost v měkkém písku. Přední a zadní kola jsou řízena nezávisle, umožňují otočení na místě. Sojourner dosahuje nejvyšší rychlosti 0,4 m/min.

Energii získává pomocí slunečního panelu z GaAs o velikosti 0,22 m². Není to jediný energetický zdroj. Panel je zálohován 9-ti lithiovými články o kapacitě 150Wh. Kombinovaný systém baterií a fotovoltaických článků umožňuje dodávat v případě potřeby výkon až 30W, zatímco špičkový výkon článků je pouze 16 W. Pro pohon za normálních podmínek však Sojourner vystačí s pouhými 10 W. Komponenty vozítka, které nejsou konstruovány pro přežití nízkých nočních teplot (až -110°C), jsou uloženy ve vyhřívané elektronické schránce, která je izolována pláštěm ze speciálních laků. Energetická spotřeba na vyhřívání jsou pouhé 3W. Vyhřívání je vypnuto, pokud je venkovní teplota v „rozumných“ mezích, což na Marsu znamená od -40 do +40 °C.

Vzhledem k tomu, že je od vozítka vyžadována samostatnost, musí být vybaveno počítačem. Ten dosahuje rychlosti 0,1 MIPS (milionů operací za sekundu - dnešní PC mají rychlost řádově stokrát vyšší), jeho paměť se skládá ze 176kB PROM (programovatelná pevná paměť) a 576kB RAM (operační paměť, opět u dnešních PC řádově desetkrát větší). Vykonává vstupně/výstupní operace na 70 senzorových kanálech a obsluhuje jimi zařízení jako kamery, modem, motory a experimentální elektroniku. Nad jeho parametry rozhodně leckterý počítačový nadšenec ohrne nos, leč pro požadované úkoly je zcela dostačující.

28. konference o výzkumu proměnných hvězd

Řízení je uskutečňováno pomocí zapínání a vypínání hnacích nebo řídicích motorů. Když jsou motory vypnuté, počítač zjišťuje případnou přítomnost překážek v cestě pomocí laserového dálkoměru a kamery. Po jejich překonání se vždy nasměruje k původně určenému cíli.

Komunikace s modulem bude probíhat pomocí modemu na vlnách UHF. V průběhu dne vozítko pravidelně zažádá o přenos pro něj určených příkazů ze Země, prozatímne uložených v paměti počítače přistávacího modulu. Na konci každého samostatného pracovního cyklu vozítka pořídí stereoskopická kamera modulu snímek jeho okolí.

Sojourner bude provádět řadu vědeckých experimentů. Informace budou vědci získávat i ze samotného pohybu vozítka. Očekává se, že se podaří tímto způsobem odvodit základní půdní charakteristiky jako je soudržnost apod.. Na závěr hlavní části své mise pořídí i několik snímků přistávacího modulu stereokamerou, kvůli posouzení případných poškození, ke kterým došlo při sestupu atmosférou. Rentgenový spektrometr je totožný s těmi, jež měli být na povrchových stanicích Marsu 96.

Vzhledem k tomu, že je prostředí na Marsu nevlídné, bude se vozítko v prvních dnech pohybovat v okruhu do 10 metrů od modulu, teprve v pozdějších dnech bude podnikat delší cesty. Základní úkoly jsou rozvrženy do čtyřech dnů, ale Sojourner je konstruován tak, aby mrazivým nocím na Marsu odolával po dobu mnoha měsíců.

V blízké budoucnosti se můžeme těšit na zajímavé informace, které nám, doufejme, obě americké sondy budou přinášet. A nejen to. Jestliže tyto dvě mise budou úspěšné, lze očekávat, že i další sondy v programech Discovery a Mars Surveyor nezklamou, vzhledem k tomu, že budou z velké míry vycházet z technologií vyzkoušených těmito průkopníky nové filozofie NASA. Snad se i ruská kosmonautika vzhopí a nebude ji už provázet taková smůla. Doufejme, že k tomu dojde do roku 2001 kdy by se mohl konečně uskutečnit společný projekt Spojených států a Ruska - Mars Together.

**Podle Sky & Telescope
December 1996 a zdrojů na
Internetu připravil**

Václav Procházka.

Ve dnech 22.-24. listopadu 1996 se Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně staly místem 28. výročního setkání profesionálních a amatérských astronomů zabývajících se výzkumem proměnných hvězd. Oproti předcházejícímu roku byl počet účastníků znatelně nižší, přibližně 40, ale můj odhad se může lišit od oficiální prezenční listiny. (Loni jsem počet účastníků odhadl na 60, avšak oficiálně jich bylo 100.) Patrná byla zejména nepřítomnost slovenských astronomů, které letos reprezentovali jen K. Maštenová z Bratislavy a I. Kudzej z Humenného, který se v Brně zdržel jenom krátce. Pan A. Paschke ze Švýcarska je již řadu let stálým hostem, takže „pravými“ cizinci byli na konferenci pouze dva Italové a jeden polský astronom, který přivezl i svou manželku.

Jednáním jazykem byla tentokrát téměř výhradně čeština, slovenský a polský účastník mluvili svým mateřským jazykem, jen Italové přednesli své referáty anglicky. Stravování zajištěli pořadatelé přímo v místě konání konference a kromě záměny sobotního a nedělního oběda vše proběhlo hladce. Pokud jde o ubytování, mohli si účastníci vybrat mezi noclehem v budově hvězdárny a hotelem vzdáleným necelé 2km. Finanční pomoc sponzora, jímž byla letos opět investiční společnost BVV Invest, a.s., umožní vydání tištěného sborníku přednesených referátů.

Konference byla tentokrát oficiálně zahájena již v pátek v 18 hod. Následovala obsáhlá přednáška ředitele Hvězdárny a planetára v Brně Z. Mikuláška věnovaná fyziologii zrakového vnímání se zvláštním zřetelem k rozeznávání barev vesmírných objektů. Zbývající část večera byla vyhrazena pro schůzi výboru B.R.N.O. - sekce pozorovatelů proměnných hvězd ČAS.

Sobotní program začal v 9:30 hod. přednáškou P. Harmanec z Ondřejova o zákrytové dvojhvězdě beta Lyrae, která, přestože je jednou z nejdéle známých a nejlépe prozkoumaných proměnných hvězd, stále ještě umožňuje překvapivé objevy. Tím nejnovějším je objev plyných výtrysků kolmých k oběžné dráze dvojhvězdy, jež vznikají v místě dopadu hmoty do akrečního disku. V dalších dopoledních referátech informovali F. Acerbi a M. Martignoni z Itálie o historii a činnosti západoevropské organizace pozorovatelů proměnných hvězd GEOS a J. Speil z Polska o pozorování proměnných hvězd v jeho zemi. Zatímco oba Italové, jejichž věk odhaduji mezi 30 a 40 lety, již nějaký čas udržují kontakty s organizací českých proměňátek, pro asi 50 letého Poláka byla konference velkým zážitkem a byl jí tak nadšen, že se okamžitě přihlásil za člena B.R.N.O.- sekce PPH ČAS. Po obědě byly na programu dva bloky kratších příspěvků. Znovu hovořil P.

Harmanec, tentokrát o svém projektu SEFONO (výzkum vynucených oscilací v soustavách horkých dvojhvězd), I. Kudzej uvedl výsledky studia refrakce v atmosférách zákrytových dvojhvězd, která se projevuje malým zjasněním uprostřed zákrytů, J. Speil, M. Wolf, P. Molík a P. Skalák komentovali svá vývěšková sdělení. J. Mánek se ve svém příspěvku zabýval problémem identifikace více než 20 proměnných hvězd, jejichž objev oznámil koncem 50. let syn anglického diplomata, světoběžník a několik let též profesionální astronom S. Archer, avšak později proměnnost těchto hvězd nikdo nepotvrdil. J. Borovička se ve svém sdělení zaměřil na hvězdu NSV 4497, M. Artim a M. Zejda představili nový počítačový program na zpracování pozorování proměnných hvězd nazvaný Gorgona.

Tradiční veřejná schůze proměňácké sekce se letos konala již v 16 hod., protože po ní od 18 hod. následoval společenský večer s velkou hostinou, který zahájil slavnostním přítipkem předseda B.R.N.O. - sekce PPH ČAS a hlavní organizátor konference M. Zejda. Během večera mohli zájemci shlédnout v planetáriu pořad „Město a hvězdy“, připravený speciálně pro účastníky mezinárodní konference ředitelů planetárií a poprvé uvedený o dva týdny dříve.

První nedělní přednáška začala v 9 hod. V. Šimon v ní na příkladu asi 10 zákrytových dvojhvězd ukázal, že horké hmotné hvězdy bez výrazného magnetického pole vykazují jen dlouhodobé jednosměrné změny oběžné periody na rozdíl od chladnějších, málo hmotných dvojhvězd s magnetickou aktivitou, u nichž je často pozorováno střídavé zkracování a prodlužování periody. Potom A. Paschke a M. Zejda referovali o budování brněnské databáze okamžiků minim zákrytových dvojhvězd, která již obsahuje 85 tisíc minim a měla by být celá veřejně přístupná. P. Hájek vysvětlil okolnosti vzniku pozorovací skupiny Medúza, působící asi rok v rámci B.R.N.O. - sekce PPH a orientované na fyzické proměnné hvězdy, například polopřavidelné, kataklyzmické aj. Dva neaktivnější členové této skupiny, L. Brát a P. Sobotka, pak předvedli některé svoje výsledky.

Celkem bylo na konferenci předneseno 23 odborných a organizačních příspěvků. Posledním byla v neděli odpoledne přehledová přednáška J. Grygara o nových objevech v oboru hvězdné astronomie. Můj osobní dojem je, že letošní konference byla pro organizátory poněkud odpočinková, přednáškový program byl skromnější než loni a více času zbývalo na volné diskuse. Na příští rok však v Brně připravují opravdu velkou mezinárodní konferenci, takže domácí i zahraniční zájemci o proměnné hvězdy se mají na co těšit.

Petr Molík