
BÍLÝ TRPASLÍK

Číslo 120

2004

červenec

„...meteorologie je jediné povolené šarlatánství“

Ať už si o Jánů Zákopčaníkovi kdokoli myslí cokoli, za tuto větu, kterou kdysi prohlásil, ho nemůže nikdo kritizovat. Ba naopak. Bravurně v ní shrnul to, co všichni víme, ale neodvažujeme se to, snad pod tíhou současných vědeckých poznatků a schopností předpovědních modelů, ani vyslovit. Možná to málokdo tuší, ale předpověď počasí, byť je to velmi složitý matematický proces vyžadující ty nejvýkonnější počítače, se dá skutečně v podstatě připodobnit ke čtení z křišťálové koule. Pravou magii v tom však nenajdete. Stejně tak, jak cikánská vědma předvídá za pomoci své fantazie a podivných odlesků a stínů, které se při různém úhlu pohledu v magické



kouli zobrazují, lidské osudy, tak i meteorologové, využívající výstupů z numerických modelů či statistik, provozují denně své pokoutné „umění“. Výstupem je pak krátké konstatování, že ke konci týdne bude tak či onak. A posluchač je spokojen. Vždyť i špatná informace je povětšinou lepší jak žádná. Jenže, zkušenost nás již naučila, že krátkodobé předpovědi bývají obvykle úspěšné, takže jim věříme, a to, že by mohly být špatné, si už ani nepřipouštíme. Tedy obvykle.

Má poslední zkušenost s tím, že i chytrý Aladin se může v předpovědích pořádně seknout, se týká minulého víkendu. Na sobotní odpoledne jsem hodlal uspořádat při příležitosti svých narozenin malou garden party. S hrůzou v očích jsem v pátek večer sledoval předpověď počasí, ve které Pavel Karas lomil rukama a strašil přechodem výrazné studené fronty. Pod modrým flekem na předpovědní srážkové mapě nebyly vidět ani hranice naší republiky! Předpověď byla skutečně děsivá. Až 30 milimetrů srážek a déšť v podstatě od pátku cca 23 hodin do pozdního nedělního odpoledne. Toť vše, bez výjimek na celém území. „Je to v pytlí“, říkal jsem si. Avšak chyba lávky! Jaké mě čekalo v sobotu ráno překvapení! Probudil jsem se do pěkného polojasného dne, na obloze pár cirrů, nějaký ten altokumulus a pod ním chomáčky osamocených stratokumulů. Jasně příznaky blížící se studené fronty. Jenže ta tu však již měla hezkých 12 hodin řídit jako černá ruka! Počasí se

kolem poledne začalo skutečně kazit. Přesně jako podle předem známého scénáře se obloha zatáhla dekou nízkých šedých hustých stratokumulů, přidal se studený vítr a obloha nabyla děsivého vzhledu. A má nálada? Ta zešedla stejně jako mračna nade mnou. Vývoj měl být jasný – nastoupí déšť a nepoleví dřív jak na druhý den. No jo, ale do půl druhé se oblačnost prorhala, vykouklo sluníčko a bylo opět příjemně! Fronta jakoby zmizela. Jakožto zkušenému pozorovateli počasí mě tato situace byla opravdu velice divná. Dění na obloze připomínalo spíše tyl fronty, než její čelo a co bylo nejkurióznější, do večera, zvláště pak s ohledem na hrůzné předpovědi, ani kapka srážek! Byl jsem sice zmaten, ale byl jsem rád a říkal si, že asi nějaká vyšší síla vyslyšela mé modlitby, aby nepršelo. A opravdu. Celá oslava proběhla bez jediné kapky. Mračna se sice nakonec na oblohu vrátila, ale jen se nevinně převalovala a plula od západu k východu. Jaké však bylo mé udivení, když jsem si v neděli odpoledne pustil televizi a sledoval, jak i moderátor Karas kroutil hlavou nad faktem, že na celém území republiky spadlo od 10 do 35 mm srážek (někde dokonce přívalové deště způsobily i místní záplavy), jen v Praze ani kapka. V rozporu s neomylným Aladinem, v rozporu se zdravým rozumem. Malý „suchý“ fliček na mapě za ním evokoval myšlenku na jediné: zázrak!

Těžko říct, kde je pravda, ale skutečnost, které jsem byl svědkem, k této domněnce opravdu nemá daleko. Nemá smysl si namlouvat, že o zázrak šlo. Tak naivní představy mají dnes už snad jen sektářští fanatici. Fronta se zřejmě zavlhla a s ním i průběh počasí. Moderní člověk podobnou zkušenost shrne do fádního konstatování, že počasí je prostě živel vrtkavý a ne náhodu se přirovnává k náladám žen. Nuže dobrá.

O tom, že je počasí skutečně vrtkavý živel, vědí své především meteorologové/šarlatáni. Důkazem toho je zajímavý článek, na který jsem dnes náhodou narazil. Je to rozhovor s Vladimírem Seifertem, nestorem televizních obrazovek a zkušeným machrem na počasí, ve kterém se novinářka mimo jiné dotazuje, jaké že vlastně bude letos v létě počasí. Jako profesionální šarlatán předvedl Vladimír Seifert opravdu znamenitý výkon, když řekl: „Zhruba s 10% pravděpodobností by nadcházející letní sezóna měla být spíš studená a teplotně podprůměrná, s 30% pravděpodobností by měla být normální a teplotně průměrná a ta větší část, dejme tomu těch 60 %, říká, že by léto mělo být spíše teplejší, teplotně nadprůměrné. Kdybych si já měl vsadit, tak bych řekl, že celé léto má větší šanci být teplejší než je průměr a ještě větší šanci být teplejší než je podprůměr.“ Nádhera, co říkáte? A co si z toho vezme obyčejný čtenář – prostý zahrádkář či chatař? Asi nic moc. Z 60 % to bude dobré, zbytek bude stát za starou bačkoru. O tom, kdy se má pustit do natírání okapů či sušení sena, mu tato předpověď neřekne nic. Je to prostě nic neříkající hromada slov seřazená za sebou.

Vladimír Seifert je noblesní starší pán a to, že je skutečný machr, dokázal až v závěru svého vyjádření. Svou prognózu totiž dokázal, na rozdíl od jiných „mágů a šarlatánů“, přeložit do lidské řeči srozumitelné i tomu prostinkému zahrádkáři: „...když se mě tedy zeptáte, jaký bude konec července, kdy jedete na dovolenou, tak jsem stejně v koncích, protože to nevím.“ Taková předpověď je zmíněnému zahrádkáři sice stejně na prd, ale aspoň ví, která bije. Výše uvedené citace měli jen poukázat na fakt, kterak meteorologové svou nejistotu dokáží mistrně zaobalit do snůšky nic neříkajících frází. Čím větší ta nejistota je, tím méně srozumitelné jejich prognózy jsou. Toho si jistě všiml každý, zvláště s ohledem na výkony

Jána Zákopčaníka. Co však vidím já, amatérský meteorolog, jako pointu oněch upřímných slov z úst odborníka Vladimíra Seiferta? Především to, že Vladimír Seifert dokázal, že vlastně šarlatánem není. Byl si schopen totiž přiznat, že číst budoucnost prostě neumí. A tak by to mělo být, ne? Co říkáte?

– Petr Skřehot –

Hon na Venuši

Pozorování vzácných úkazů se alespoň v mém případě nikdy neobejde bez dobrodružství. Příroda je prostě záhudná (to je ten slušnější výraz) a s mistrovskou taktikou dokonale sabotuje jakýkoli pozorovací plán. Nezaváhala ani při přechodu Venuše přes Slunce, což názorně ilustruje následující popis událostí doplněný fotkami.

Na počátku jako obvykle stojí pochybnosti, odkud vlastně pozorovat. Studuji totiž v Praze, doma jsem v Ostravě a přítelkyni mám u Brna. Nakonec vítězí Ostrava, hlavně díky tomu, že tam mám svůj vlastnoručně vyrobený dobson 145/1053 a zahradu, ze které lze nerušeně pozorovat. Z hlediska počasí je to úplně jedno, zkušenosti z Leonid a ze zatmění Slunce v Maďarsku totiž napovídají, že řídit se předpovědmi počasí nejen že je vcelku naivní, ale mnohdy to bývá až politováníhodně kontraproduktivní (ale člověk se stejně nepoučí).

Pondělí 7. června

Nádherný slunečný den s tmavě modrou oblohou a překvapivě malým chvěním vzduchu. Jsem doma v Ostravě a celé odpoledne a večer si vyrábím vybavení pro zítřejší jedinečné pozorování. Koupil jsem si fólii Astrosolar, udělal si na ni bytelnou objímku z lepenky a po nasazení na dalekohled nestačím žasnout, co je s ní na Slunci vidět. Drobné skvrnky, nápadná fakulová pole a hlavně – granulace! Navíc má Slunce svou přirozenou bělavou barvu. Fólie nebyla zrovna levná (600 Kč za A4), ale oproti mému staršímu filtru z 5,25“ diskety je to opravdu rozdíl. Zkouším fotit přes okulár digitálem, jde to až překvapivě dobře. Z kusu staré krabice ještě vytvářím clonu na dalekohled, aby Slunce nesvítilo z boku do očí, a z gumy ze staré duše z kola si vystřihávám očné na okuláry. Ze zbytku Astrosolaru si ještě vyrábím filtry na triedr a pro pozorování pouhým okem. Jdu spát ve dvě v noci s hřejivým pocitem, že všechno bezvadně



klape. Jsem zvědav hlavně na začátek a konec úkazu: jak výrazná bude „kapka“ a světlý prstýnek atmosféry Venuše?

Úterý 8. června

Je šest ráno a vriskající budík mě tahá z postele. Tak je to tady, den D. V kómatu se doplázím do kuchyně a protírám si oči u okna. Venku je pod mrakem. Počkat, ono je ZATAŽENO!! Přesněji řečeno: TOTÁLNÍ DEKA!!! Do pr...kenný ohrady, jak by asi řekla Verča. V rádiu si nějaký pražský meteorolog libuje, že přechod Venuše bude dobře pozorovatelný, protože v celé republice převládá jasné počasí, tedy až na severní Moravu. Do háje, co teď? Daří se mi dostat se na internet a podívat se na předpověď numerického



modelu Aladin. Celá republika je podle něj víceméně čistá, jen nad severní Moravou se budou celý den převalovat těžká mračna. Prima. Blíží se první kontakt. Přece jen stačkou vytahujeme dalekohled, naděje umírá poslední. Tak už to začalo. Smutně koukáme do mraků. Vtom se mraky začnou trhat – hurá, malá díra! Lačně se přisáváme k okulárům dobsona a triedru. Paráda!! Do mraky obestřeného Slunce je už napůl zakousnutý sametově černý kotouček. Opravdu, miniaturní „zatmění“. Rychle tasím digitál a udělám fotku. Pár vteřin hledám v okuláru světlý prstýnek kolem planety, žádný ale nevidím. A už se zase zatáhla oblačná opona. Mračna houstnou a šedočerná obloha na západě

dává tušit brzký příchod deště. Tak to je konec. Chtě-nechtě dělám osudové rozhodnutí: naházím do krosny triedr s filtry, foťák, ponožky a slipy, a vyběhám na autobus. Cílem je stihnout vlak směr Brno s odjezdem v devět. Už prší. Mluvím s Verčou mobilem, mají v Ivančicích úplně jasno.

Na svinovském nádraží mám půl hodiny čas, a tak si kupuji jízdenku a jdu na konec nástupiště sednout si na lavičku. Déšť právě ustal, mraky se začínají rychle trhat. Za chvíli už se objevují velké díry modrého nebe. S rozpačitým výrazem lovím v krosně triedr a perón č. 4 se stává mou dočasnou pozorovatelnou. Venuše je nápadná i bez dalekohledu. V triedru je to hezký obrázek, jako z učebnice: veliké Slunce a před ním maličká planeta. Zajímavě plastický dojem vyvolává, když si uvědomím, že to velké světlé a to malé tmavé nejsou kolečka, ale koule. A že ta černá kulička je stejně velká jako Země... Zpět do reality: nezůstanu nakonec přece jen v Ostravě? Ale ne, nenechám se zvíkat. To je přece stará finta matky Přírody, jak necháš ujet vlak, bude zas pršet. Vzpomeň na Aladina.

S malým zpožděním přijíždí vlak a já se zaťatými zuby nastupuji. Někde kolem Hranic na Moravě už je skoro jasno. Pocit, že všichni pozorují, zatímco mě čekají ještě tři hodiny ve vlaku, není zrovna příjemný, tak radši usínám.

V Brně o půl dvanácté přeseďám na motoráček směr Ivančice. Na obloze rychle houstne kupovitá oblačnost. Ach jo. Zvoní mi mobil: volá tatka, že v Ostravě je hezky. Mým dalekohledem je to prý krásně vidět a už se u něj vystřídalý tři třídy místní základní školy. Fajn. Nejsem ani trochu nervózní, krucinálhergot!

V Moravských Bránicích málem přeseďnu do nesprávného vlaku. To už bych se asi picnul. O půl jedné konečně dorážím do Ivančic a vítám se s Verčou. Učí se na státnice, ale dalekohled má samozřejmě v pohotovosti. Je to vypůjčený kvalitní refraktor značky Vixen, průměr asi 8 cm. Sluneční filtr je taky z nějaké fólie, apertura jen 4 cm. Počasí se našťestí konečně umoudřilo a mraky se zase rozpouštějí. Obraz je dobrý, vidět černý kotouč Venuše před žhavým Sluncem je opravdu zážitek při každém zvětšení. Jen semtam přeběhne mráček. Verča mě překvapuje tvrzením, že ráno při vstupu planety žádnou kapku ani atmosféru neviděla. Vždyť se o tom odjakživa psalo jako o nějakých nápadných jevech! S napětím čekám těch pár minut, kdy se Venuše blíží k okraji Slunce, a dělám pár fotek. Nasazuji největší zvětšení (asi 150×) a čekám na kontakt. A už je to tady, černý kotouček se dotkl okraje slunečního disku. Opravdu, žádná kapka se nekonala, ať jsem koukal jak jsem koukal. A ani ta atmosféra okolo není vidět. Tedy, když se člověk hodně snaží, tak tam možná něco tuší, nějaké to lehké světlé ohraničení té části kotoučku, která už je mimo Slunce, ale kdybych o tom nevěděl, rozhodně bych si toho ne všiml. Ještě pár minut se střídáme u okuláru a potíme se ostošest, Slunce nemilosrdně pálí, a už je tu úplný konec, poslední tmavá prohlubeninka zmizela.

Ivančice, 12:55 SELČ



Ivančice, 13:11 SELČ



Jak se říká, konec dobrý, všechno dobré. Po tom, co mi mraky nedopřály spatřit úplné zatmění Slunce ani deště Leonid, se mi tak konečně podařilo vidět vzácný nebeský úkaz. A jaké z toho všeho plyne poučení?

1. Efekt kapky je reálný asi tak jako kanály na Marsu.
2. Atmosféry Venuše si kdysi nejspíš museli všimnout až ve větších dalekohledech (nebo koronografech?) někde na vysokohorských observatořích.
3. Přesto je přechod Venuše přes Slunce pěkným zážitkem, na jaký se nezapomíná.
4. Amatérská astronomie je adrenalinový sport.

– Lukáš Král –

Pozorovací program pro každý den

Pro nadšeného pozorovatele dění na noční nebo denní obloze je často velkým handicapem, nemá-li k dispozici nějaký větší pozorovací přístroj. Přestože takový triedr patří k samozřejmostem, nestačí na všechna pozorování. Kromě toho triedr každý nemá vždy při sobě.

Jednou z možností, jak problém nedostatku přístroje řešit, je koupě lepšího přístroje. Druhou je realizace pozorovacího programu, pro který je i stávající vybavení plně postačující.

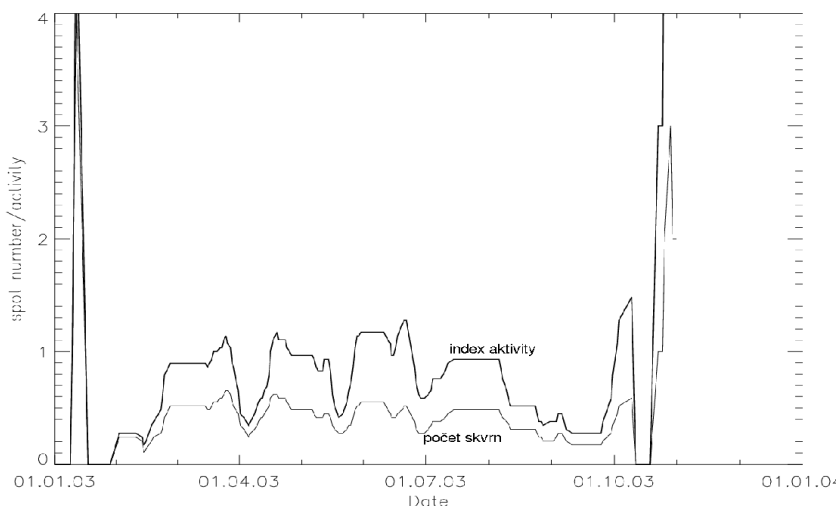
A proč nejít do extrému – proč nezvolit pozorovací program, na který stačí jen pouhé oko, bez kterého se opravdu žádný pozorovatel neobejde? Podívejme se tedy na činnost, na kterou postačí pouhé oko a lze ji vykonávat každý den.

Pravdou je, že ani na program, který se vám snažím popisovat, jen s okem nevystačíte. Pro tento účel je totiž až příliš citlivé – pozorování by pak mohlo být nejen nepříjemné, ale z praktického hlediska i zbytečné. Budete potřebovat ještě tmavý filtr. Tím je jasné, že mluvím o pozorování Slunce pouhým okem.

K čemu je to vlastně dobré? Mně jsou známy důvody dva. První důvod je notoricky omiláný – navázání dlouhé časové řady. Pozorování skvrn na Slunci pouhým okem totiž máme již někdy z druhého tisíciletí před naším letopočtem ze starověké Číny. Mnohé další záznamy lze vystopovat i v kronikách evropských civilizací.

Ale proč vlastně navazovat nějaké řady? Je to důležité z hlediska dlouhodobé periodičnosti sluneční aktivity. Obecně přijímaným je jedenáctiletý (resp. dvaadvacetiletý) cyklus sluneční aktivity, osmdesátiletý je též považován za něco, co je velmi pravděpodobné. Uvažuje se ale o cyklech s mnohem delším periodou, např. o dvousetletém nebo čtyřsetletém, avšak pro takové závěry neexistuje dlouhá homogenní pozorovací řada. Dalekohledy se totiž v průběhu staletí měnily, jediné, co se nezměnilo po tisíciletí, je samotné lidské oko. Jedině to může pomoci při studiích dlouhodobé cykličnosti. Přesto se je zřejmě nutné dívat na tuto snahu poněkud se skepsí a to proto, že pozorovatelé v dávných dobách vůbec nepracovali systematicky a tak pozorování skvrn pouhým okem jsou spíše sporadická.

Druhým důvodem je moderní studium výzkumu jedenáctiletého cyklu. Je totiž snaha prokázat domněnku, že maximum výskytu velkých skvrn nastává mírně později, než

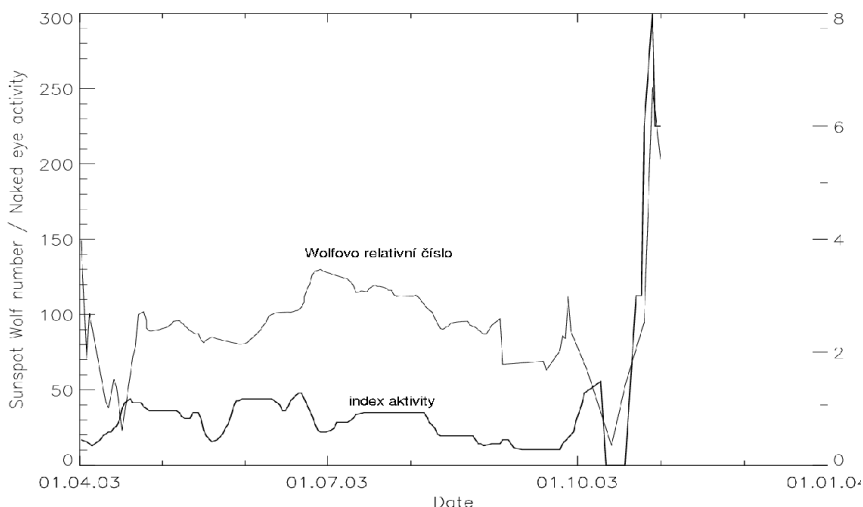


Průběh indexu aktivity (jeho výpočet byl popsán v článku) a počtu viditelných skvrn při pozorování pouhým okem.

maximum stanovené pomocí Wolfova relativního čísla, které morfologii skvrn nezohledňuje. Pozorování pouhým okem může k prokázání domněnky napomoci. Dlužno podotknout, že „konkurenčním“ programem v této studii je ISP (InterSol Programme), který stanovil nový index, jež bere v úvahu morfologii skvrn ve skupinách.

Co tedy na pozorování potřebujete? Jen dostatečně tmavý filtr, který zeslabí sluneční svit natolik, aby bylo možné skvrny pozorovat. Dobré jsou brýle, které vám jistě zbyly ze zatmění v roce 1999, svářečské filtry číslo 13 nebo 14, vyvolané kousky černobílých negativů (ne barevných!). V nouzi poslouží i vnitřky počítačových disket, ty však nejsou úplně bezpečné, neboť propouštějí infračervené záření. Pro fajnšmekry existuje i komerční varianta – ochranná fólie AstroSolar.

Jak při pozorování postupovat? Úplně jednoduše, stačí každý den věnovat minutu sledování slunečního kotouče (pakliže je samozřejmě vidět). Jestliže je ve fotosféře volným okem pozorovatelná některá skvrna, je zapotřebí vyhotovit o pozorování záznam, který by měl obsahovat **orientovaný náčrtek Slunce** (průměr 3–5 cm, polohy skvrn jsou vyznačené zhruba a orientace je vztažena vůči nebeské sféře), **místo, datum a čas (UT)** pozorování, **typ filtru, intenzitu viditelnosti jednotlivých skvrn** a zmínku o **pozorovacích podmínkách**.



Porovnání průběhu indexu aktivity při pozorování pouhým okem a Wolfova relativního čísla ve stejném období (zdroj: Sluneční sekce Štefánikovy hvězdárny v Praze). Oba indexy byly zhlazeny průměrováním přes 28 dní.

Pro dva poslední indexy existují přesně definované stupnice:

Intenzita viditelnosti skvrn:

1. skvrna je na hranici viditelnosti pouhým okem,
2. skvrna je vidět bez potíží,
3. skvrna je viditelná velmi zřetelně („bije do očí“).

Pozorovací podmínky:

1. jasno i při obzoru,
2. jasno a při obzoru zákal,
3. slabá oblačnost,
4. Slunce pozorováno mezi mraky,
5. velká oblačnost,
6. Slunce nelze kvůli oblačnosti pozorovat.

Jestliže skvrny ne pozorujete, přesto je důležité o tomto stavu vyhotovit záznam. Ten by měl s výjimkou zákresu a intenzit obsahovat tytéž údaje, jako pozorování pozitivní. Pro vlastní účely je vhodné zaznamenávat i dny, kdy Slunce nelze z důvodu špatného počasí pozorovat vůbec.

Co s napozorovanými daty? Sběrem těchto kreseb (i negativních pozorování) se zabývá Hvězdárna ve Valašském Meziříčí; bohužel mi není známo, že by se kromě onoho sběru s daty něco dělo. Vždy je vhodné se nejdříve informovat přímo u zdroje, v jaké formě jim

mají být data zasílána. Pokud chcete skončit zde, je to samozřejmě možné. Pokud vím, systematickým pozorováním skvrn pouhým okem se v republice zabývá hrstka lidí.

Chcete-li jít dále, musíte si patřičně počkat. Perioda základního slunečního cyklu trvá jedenáct let. Abyste si tedy mohli udělat své vlastní závěry, je třeba vytrvat.

Možností jak zpracovat takovou řadu pozorování je povícero, můžete si vymyslet svoji. Jednou z možností je vynášení četnosti výskytu okem viditelných skvrn. Hledaný index se stanovuje vždy za určité období (týden, lépe měsíc) a bude roven podílu počtu dnů v tomto období, v nichž byly skvrny okem pozorovány a celkového počtu pozorovacích dnů (kdy bylo Slunce pozorováno bez ohledu na výsledek) v téže období. Jednotlivé příspěvky lze samozřejmě ováhat například pozorovacími podmínkami.

Jinou možností je sestavení nějakého vlastního indexu, který bude reprezentovat sluneční aktivitu při pozorování pouhým okem. Možností je opět povícero – například je možné sestavit období Wolfova relativního čísla.

Anebo úplně jinak – spolehnout se na subjektivní odhady intenzity viditelnosti jednotlivých skvrn pouhým okem (pokud jsou prováděny dostatečně zkušeným pozorovatelem po dlouhou dobu, pak intenzita přímo souvisí s plochou pozorované skvrny). Indexem aktivity pak může být pro každý den pouhý součet intenzit jednotlivých skvrn. Stejně jako v případě výpočtu relativního čísla je vhodné zbavit se preference viditelnosti jedné polokoule průměrováním přes sluneční otočku (tedy přes 28 dní). Jak se vyvíjel takto sestavený index v lednu až říjnu roku 2003 je patrné na přiložených obrázcích.

Budete-li pracovat dostatečně dlouho, jistě se budete divit, co po nějakých jedenácti letech zjistíte.

– Michal Švanda –

Dráha sondy Cassini u Saturnu

1. července byla sonda Cassini úspěšně navedena na oběžnou dráhu okolo planety Saturn. Při této příležitosti uveřejňujeme mapku několika prvních oběhů, včetně příletové trajektorie, až do dubna roku 2005. Můžete si ji pověsit např. na zeď, vyrobit si ze špendlíku vlaječku, a pro každý den si ji zapíchnout na správnou polohu. Polohy sondy (odpovídající vždy 0h UT) jsou vyznačeny velkými značkami s odstupem dvou dnů, malými značkami s odstupem jednoho dne, a po čtyřech dnech je vždy u dané značky zobrazeno datum (obvykle jen den v měsíci, při přechodu do dalšího měsíce i číslo měsíce). Protože dráhy při jednotlivých obězích se značně překrývají, celá mapka je vždy po několika obězích posunuta do nového počátku. Časový vývoj těchto posunů je shora dolů a nakonec doprava.

Na mapce je kromě dráhy sondy kotoučkem vyznačena planeta Saturn, schematicky její prstence a dále dráhy měsíců Encladus, Titan a Iapetus.

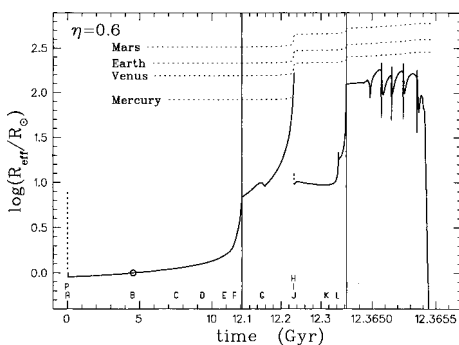
Dráha končí kvůli přehlednost 22. dubnem 2005. Její další vývoj ale včas vyjde na podobné v některém z dalších čísel Bílého Trpaslíka. Mapka byla vytvořena na základě dat z JPL Ephemeris Generator (<http://ssd.jpl.nasa.gov/cgi-bin/eph>).

– Petr Scheirich –

Slunce v proměnách času

Současné Slunce

Slunce je klidnou hvězdou v současnosti se nacházející na hlavní posloupnosti (spektrální třída G2V), na kterou vstoupilo před 4,5 miliardami let. Ve svém nitru při centrální teplotě $15,4 \times 10^6$ K a tlaku $2,269 \times 10^{16}$ Pa poklidně spaluje nejčastěji se vyskytující nukleární palivo – vodík. Jeho hmotnost $M_{\odot} = 1,9891 \times 10^{30}$ kg je shromážděna v kouli o poloměru $R_{\odot} = 6,9598 \times 10^8$ m. Do okolního prostoru každou sekundu vyzáří energii $L_{\odot} = 3,858 \times 10^{26}$ jouůl. Zatímco v povrchových vrstvách se zastoupení prvků od okamžiku kontrakce příliš nezměnilo (28 % helia, necelá 2 % těžších prvků a zbytek vodík), v centru již došlo ke spálení zhruba poloviny vodíku, jeho zastoupení zde činí nějakých 36 %.



Změny slunečního poloměru jako funkce času pro případ nejvíce pravděpodobné hodnoty ztráty hmoty. Zakresleny jsou i změny velkých poloos terestrických planet. Obě osy jsou v logaritmickém měřítku.

opticky tenká sluneční atmosféra se dvěma hlavními vrstvami – chromosférou a korónou, volně se rozprostírající do meziplanetárního prostoru.

Taková je centrální hvězda sluneční soustavy. Poklidně zásobuje planety energií a dává řád jejich pohybům. Její dlouhodobá stabilita a relativně nízká aktivita se staly zárukou příznivého podnebí na planetě zvané Země, kde tak mohl vzniknout život až do podoby, jakou známe dnes.

Bude tomu tak navždy?

Podívejme se na výsledky detailního slunečního modelu. To je v podstatě sofistikovaný počítačový program, který řešením rovnic hvězdné struktury „umí předpovídat“ budoucnost i minulost našeho Slunce. V případě hvězd je to naštěstí docela dobře možné. Ačkoli mohou být výsledky výpočtu dosti ovlivněny parametry, které ani v případě Slunce neznáme dostatečně přesně, ukazuje se, že kardinální rozpor ve výsledcích tato neznalost obvykle nezpůsobí.

Oblast spalování zasahuje přibližně do 15 % slunečního poloměru od jádra, v další vrstvě, vrstvě v zářivé rovnováze, se pak již energie prakticky nevytváří, pouze přenáší. A to až do 0,741 slunečního poloměru, kde při teplotě $1,959 \times 10^6$ K rekombinují některé ionty vodíku a zastaví zde přenos energie zářením. Zde se nachází dno mohutné podpovrchové konvektivní zóny, která zabírá prakticky 60 % slunečního tělesa, avšak soustředí v sobě jen 1,7 % jeho hmotnosti.

Konvektivní zónu před zvědavými zraky chrání pouhých 300 km tlustá fotosféra, vrstva s teplotním minimem (efektivní teplotou 5780 K), nad níž se rozkládá

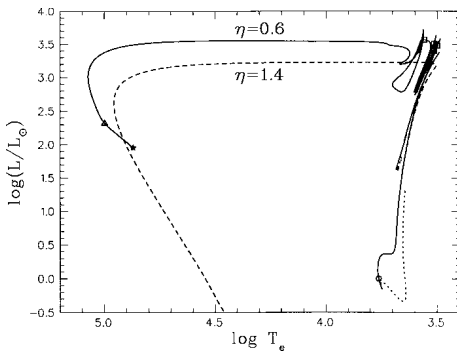
Pohled do budoucnosti

Jako každá hvězda, i naše Slunce stráví převážnou část svého života na hlavní posloupnosti. Naše Slunce zde pobýlo již 4,5 miliardy let a ještě nějakých 7 miliard se bude na hlavní posloupnosti vyskytovat. Jeho zářivý výkon pomalu stoupá z přibližně 70 % dnešní hodnoty, kterou mělo v době svých začátků mezi dospělými hvězdami, na 221 %, kterou bude mít v době, kdy se od hlavní posloupnosti odkloní. Přibližně za 3 miliardy let dosáhne efektivní teplota sluneční fotosféry svého maxima – 5843 K, což je o pouhých 64 K více, než je aktuální hodnota. Za 4,8 miliardy let dojde k vyčerpání vodíku v samotném centru hvězdy, ale stále ho ještě bude dostatek v okolí, takže zde termonukleární reakce mohou bez problémů probíhat dál. Uvnitř jádra se bude postupně rozšiřovat koule jaderného popela – helia. Za 6,4 miliardy let již termonukleární reakce probíhají nikoli v samotném centru, ale v tlusté vrstvě poblíž jádra a v důsledku toho začne nitro kontrahovat. Zrychlující se kontrakce nitra urychluje hoření ve vodíkové slupce, což způsobí dramatické nafouknutí obálky. Slunce opouští hlavní posloupnost.

Nemusíme však mít strach, že by přechod centrální hvězdy sluneční soustavy mezi rudé obry způsobil drastickou změnu v životních podmínkách na Zemi. Země v té době bude již dávno neobyvatelná. Bylo totiž spočítáno, že veškerá povrchová voda na Zemi se vypaří v době, kdy svítivost Slunce dosáhne 1,1násobku současné hodnoty, čili přibližně za 1,1 miliardy let. Živoucí planeta se promění ve vyprahlou pouštinu obklopenou zmenšujícím se oceánem. Až bude zářivý výkon $1,4 L_{\odot}$, vypaří se kompletně i oceány. Za nějakých 3,5 miliard let.

Přechod z hlavní posloupnosti bude Slunci trvat přibližně 700 milionů let. Je to stádium pomalé expanze, v jehož závěru naroste sluneční poloměr přibližně $2,3 R_{\odot}$, zatímco efektivní teplota poklesne až na 4900 K. V tu chvíli se expanze výrazně zrychlí, v důsledku toho naroste svítivost,

podpovrchová konvektivní zóna se rozšiřuje směrem do nitra. Z nitra k povrchu naopak postupuje slupka jaderného hoření. Obě vrstvy se potkají za 7,6 miliard let, což způsobí dočasný pokles jinak stále rostoucí svítivosti. Krátce poté však opět narůstá a to mnohem rychleji než předtím, neboť konvekce dodává do vodíkové slupky čerstvé palivo. Vrcholu svítivosti dosáhne Slunce za 7,68 miliardy let, kdy její hodnota přesáhne $2300 L_{\odot}$. V té době dosáhne sluneční průměr $166 R_{\odot}$. Celkově stráví Slunce ve větvi červených obrů H-R diagramu 600 milionů let.



Vývojová stopa Slunce v Hertzsprungově-Russellově diagramu od doby před hlavní posloupností do doby těsně před konečnou fází bílého trpaslíka. Zakresleny jsou vývojové stopy pro dvě hodnoty hmotové ztráty – pro nejpravděpodobnější ($\eta = 0,6$) a extrémní ($\eta = 1,4$). Ztráta hmoty je parametrizována vztahem:

$$\mu = 4 \times 10^{-13} \cdot (L/L_{\odot})(M_{\odot}/M)(R/R_{\odot}) M_{\odot}/rok$$

V samotném centru slunečního tělesa vzniklo degenerované heliové jádro. Jeho teplota během vývoje v oblasti červených obrů postupně rostla až na hodnotu v řádu 10^8 K, což je dostatečná teplota k hoření helia. Zapálení reakce se podobá spíše výbuchu. Nitrem hvězdy se směrem k povrchu šíří rázová vlna, která se ale velmi rychle utlumí a prakticky nezasáhne vnější obálku. Logicky by mělo dojít k nárůstu celkové svítivosti, ale není tomu tak. Děje se jev přesně opačný. Totiž i v okamžiku zapálení heliové reakce v nitru je zdaleka nejvýraznějším zdrojem energie hořící vodíková slupka. Při heliovém záblesku však dojde k jejímu „odfouknutí“ do oblastí blíže k povrchu, kde je teplota nižší a vodíková reakce se tudíž zpomalí. Se svítivostí rapidně poklesne i sluneční poloměr – nafouknuté Slunce „splaskne“.

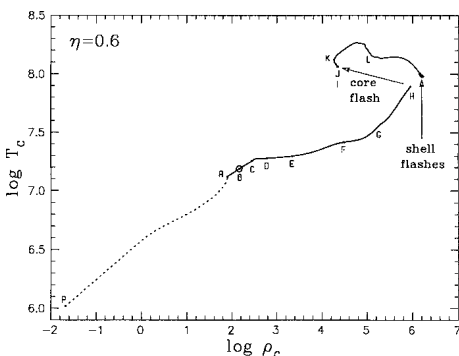
Další vývoj už je velmi rychlý. Slunce zůstane v relativně stabilním stavu asi 100 milionů let, celková svítivost zůstává téměř konstantní na hodnotě $44 L_{\odot}$, rozměr umírajícího Slunce dosáhne přibližně 10násobku současné hodnoty. Situace v samotném centru se opakuje, jen s jinými prvky – od středu začne narůstat husté degenerované uhlíkové jádro a heliové hoření se přesune do okolní slupky. Nitro Slunce nabývá slupkové struktury – v centru narůstá uhlíkové jádro, nad ním se nachází slupka heliového hoření, ještě blíže k povrchu oblast helia a nad ním slupka vodíkového hoření. Slunce se dostává v H-R diagramu na asymptotickou větev obrů a jeho svítivost i rozměr začíná opět narůstat.

Uhlíko-kyslíkové jádro je pro Slunce konečnou fází, k jeho zapálení již nedojde. V nitru se objevují četné nestability, degenerované jádro stlačuje hořící heliovou slupku, což způsobuje pulsy v rychlosti jejího hoření. Slunce projde čtyřmi až deseti těmito termálními pulsy, v závislosti na míře ztráty hmoty. Expanzní část pulsu trvá typicky 400 let (heliová vrstva se při něm „nařídí“), zpětná kontrakce pak zabere přibližně 10 000 let. Na asymptotické větvi obrů Slunce pobyde přibližně 400 tisíc let.

Při termálních pulsech hvězda odhazuje své vnější obálky do meziplanetárního prostoru. V okamžiku opouštění asymptotické větve obrů v H-R diagramu nezůstanou Slunci prakticky žádné vnější vrstvy. Zobra se stane horké odhalené uhlíkové jádro s efektivní teplotou až $120\,000$ K a o hmotnosti $0,54 M_{\odot}$. Žhavý zbytek ionizuje a ohřívá okolní materiál a nakrátko tak rozsvítí planetární mlhovinu. Horké jádro postupně chladne a přechází do klidného stádia bílého trpaslíka, v němž dožije za mnoho desítek miliard let.

Vývoj sluneční soustavy

Je asi jasné, že Slunce při svém vývoji a především mohutných změnách objemu zásadním způsobem ovlivní situaci ve sluneční soustavě, především co se terestrických planet týče.



Vývoj centrální teploty a centrálního tlaku. Zajímavý je skok v okamžiku heliového záblesku v jádře.

Merkur bude rozpínající se obálkou pohlcen ještě během fáze rudého obra, čili přibližně za 7,7 miliard let. Situace dalších planet silně závisí na míře ztráty hmoty v závěrečných stádiích. Pokud bude totiž ztráta hmoty dostatečně velká, stihnout planety počínaje Venuší postupně „uskakovat“ do větších vzdáleností, takže je Slunce nespokne. Pokud během pobytu v oblasti červených obrů ztratí Slunce 28 % hmoty (což je preferovaná hodnota), přesune se Venuše do vzdálenosti 1 astronomické jednotky a Země 1,38 AU. Venuše svému pohlčení rozpínající se hvězdou unikne prakticky ovlásek. Pokud bude ztráta hmoty výrazně menší, obě planety sice přežijí fázi červeného obra, ale budou pohlčeny při předsmrtných termálních pulsech, kdy se hvězdná obálka rozepne až na $347 R_{\odot}$.

Míra ztráty hmoty slunečním větrem je nejdůležitější neznámou celého modelu, na její hodnotě je závislý průběh závěrečného stádia života Slunce a také vývoj vnitřní planetární soustavy. Bohužel hodnotu tohoto parametru lze jen odhadovat na základě analogií s podobnými hvězdami v různých stádiích vývoje. Výsledek se přesto nemění – ze Slunce vznikne chladnoucí bílý trpaslík.

– Michal Švanda –

Zdroj: Sackmann, I.-J., Boothroyd, A. I., Kraemer, K. E.: 1993, Astrophysical Journal, 418, 457–468

Trpasličí tipy na srpen, září a říjen

Srpen je pro astronoma amatéra tím nejlepším měsícem. Doba prázdnin a dovolených, teplé letní noci, které jsou čím dál tím delší, Mléčná dráha nad hlavou občas prořatá létavicemi Perseid, ráno vycházející Plejády a Orion... Není divu, že během srpna se nejlíp pozoruje. Ne pro všechny je ale srpen ideální. Pozorovatelé Měsíce a planet mají v letním období tu nevýhodu, že objekty jejich zájmu bývají dost nízko nad obzorem. Příčina je jednoduchá: v létě kolem půlnoci se totiž nad jižním obzorem díváme do souhvězdí, ve kterých se nacházelo Slunce v zimě (protože kolem půlnoci je Slunce právě na opačné straně oblohy – pod severním obzorem). Jak víme, v zimě Slunce vystoupí jen nevysoko nad jižní obzor, a stejné je to v létě s planetami, protože ty se pohybují po obloze po stejné zdánlivé kružnici jako Slunce – po ekliptice. Pokud je tedy Měsíc nebo planeta v létě viditelná nejlépe kolem půlnoci, nachází se v nejjihnější části ekliptiky (má nejnižší možnou deklinaci kolem -23 stupňů) a vystoupí maximálně necelých 20 stupňů nad obzor. Však to znáte: letní úplněk líně se povalující mezi vrcholky stromů a vlezle nahlížející do oken. V takto malé výšce nad obzorem silně kazí obraz chvění vzduchu (seeing) a také vadí různé překážky, hlavně stromy, což je problém především na hvězdárnách, kde není možné větší dalekohledy podle potřeby přemísťovat. Tohle byl přesně případ opozice planety Mars loni v létě. Podrobnosti zřetelné jen při velmi klidné atmosféře, pobíhání s malými přenosnými dalekohledy po poli a hledání děr mezi stromy. Příznivější je, pokud jsou planety v létě vidět zvečera nebo k ránu, to už leží ekliptika severněji a tedy i výše nad obzorem. Nejlépe jsou naopak planety i Měsíc v zimě (je to zkrátka vždy opačně než se Sluncem). Také známý obrázek: úplněk vysoko nad hlavou, zalévající svým bledým světlem za mrazivé noci zasněženou krajinu.

Letos v létě nás ale tento problém s planetami příliš trápit nemusí: v opozici se Sluncem je během prázdnin jen **Uran** a **Neptun** (oba v srpnu), a to nejsou pro amatérský dalekohled příliš zajímavé objekty. U Uranu (5,7 mag) jde v menším dalekohledu stěží rozeznat samotný kotouček (jeho zdánlivý průměr je 3,6 úhl. vteřin), slabší a vzdálenější Neptun (7,8 mag) je pak ještě úhlově menší (2,4“). Uran se nachází ve Vodnáři, Neptun nedaleko od něj v Kozorohu. V první polovině září máme velmi dobrou šanci spatřit **Merkur**, a to na ranní obloze před východem Slunce. Na začátku občanského soumraku bude kolem 9. září až 10 stupňů nad obzorem. **Venuši** najdeme také na ranní obloze, a to poměrně vysoko (až 33 stupňů). Vzdaluje se od nás po horní konjunkci se Sluncem (kterou jsme viděli jako přechod planety přes sluneční kotouč 8. června) a má podobu postupně dorůstajícího půlměsíčku. **Mars** po dlouhé době viditelnosti dorazil na pozemské obloze do blízkosti Slunce a není už proto pozorovatelný. Stejně je to v srpnu a v září i s **Jupiterem**, který se vyhoupne na ranní oblohu teprve v říjnu. **Saturn** bude v srpnu ráno nízko nad obzorem a bude stoupat výš a výš. V říjnu už bude vycházet pozdě večer.

Úkazem hodným podrobnější zmínky je jistě **úplné zatmění Měsíce**, které nastane v noci z 27. na 28. října k ránu. Je to noc ze středy na čtvrtek, naštěstí je ale 28. říjen státním svátkem, a tak si můžeme tohle zatmění v klidu užít. Měsíc tentokrát projde severně od středu zemského stínu, jeho jižní okraj se bude v maximální fázi zatmění středu stínu Země dotýkat. Jižní okraj Měsíce bude proto nejtmaší. Zatmění od nás bude vidět celé, Měsíc zapadá jen pár minut před skončením poslední nevýrazné fáze – polostínového zatmění (v té době je Měsíc v polostínu Země a z jeho povrchu bychom viděli částečné zatmění Slunce). V té době už navíc stejně bude svítit Slunce, které vyjde kolem 7.45 SELČ. Elementy zatmění jsou následující (časy jsou v SELČ, tzn. letní čas):

- 2.07 – začátek polostínového zatmění (téměř neznatelné postupné tmavnutí Měsíce)
- 3.15 – začátek částečného zatmění (vstup Měsíce do plného stínu Země)
- 4.24 – začátek úplného zatmění (celý Měsíc je v plném stínu Země)
- 5.04 – střed úplného zatmění (maximální fáze)
- 5.44 – konec úplného zatmění
- 6.53 – konec částečného zatmění
- 8.01 – konec polostínového zatmění

Meteorický roj **Perseid** letos bude mít dobré pozorovací podmínky. Maximum nastává sice v noci z 11. na 12. srpna až během ranního svítání, ale dobré je, že nebude rušit Měsíc, který bude jen 4 dny před novem a jeho úzký srpek vyjde až k ránu. Máme se tedy na co těšit, maximální frekvence je jako obvykle 100 meteorů za hodinu (samozřejmě, že jen na tmavé venkovské obloze, světlo měst drasticky snižuje počet spatřených meteorů). 21. října se také můžeme těšit na **Orionidy**, roj vzniklý z Halleyovy komety. Jeho maximální frekvence je asi 25 meteorů za hodinu, maximum není ostré (pološířka asi 3 dny). Je třeba si na ně přivstat ve druhé polovině noci, kdy už bude Orion výše nad obzorem, a také zapadne Měsíc (kolem půlnoci).

Velmi neobvyklé bude i **těsné setkání planety Merkur se hvězdou Regulus** ráno 10. září. Merkur v té době bude dobře pozorovatelný (při svtání až 10 stupňů nad obzorem) a bude mít jasnost kolem $-0,2$ mag. V 7 h SELČ dojde ke konjunkci s Regulem, jasným 1,3 mag, ve vzdálenosti pouhých 3,1 úhlových minut! V době začátku občanského soumraku (kolem 6 h SELČ) je od sebe sice bude dělit ještě 4,7 minuty, ale i tak půjde obě jasná tělesa stěží od sebe rozlišit pouhým okem! Můžeme se tak těšit na nezvyklou jasnou „dvojhvězdu“, zářící to jediné ráno nad východním obzorem.

Na závěr jako obvykle malý kalendář úkazů:

- **12. srpna** časně ráno – maximum Perseid, a také seskupení hvězd Castora a Polluxe z Blíženců s Venuší, Saturnem a Měsícem.
- **9. září** ráno – opět podobné seskupení stejných hvězd a planet jako 12. srpna.
- **9. září** ráno – Merkur v největší západní elongaci, období nejlepší viditelnosti.
- **10. září 6 h SELČ** – těsné přiblížení Merkuru ke hvězdě Regulus.
- **14. října** – částečné zatmění Slunce, viditelné ovšem jen z části Asie, od nás ne.
- **21. října** – maximum Orionid.
- **28. října** ráno – úplné zatmění Měsíce, celé viditelné od nás.

P. S. Jak to tak po sobě čtu, tak zjišťuji, že naprosto vše o čem píšu se bude odehrávat ráno...

– Lukáš Král –

Zajímavá pozorování

Na přehled vašich pozorovacích perel máme dnes poměrně málo místa. Ale nevádí, můžeme si to vynahradiť třeba hned v dalším Bílém trpaslíku.

První příspěvek je od Šárky Hlaváčkové, která od loňské Astronomické expedice v Úpici obhospodařuje nový apačský dobson. Zpráva je sice poněkud kratší, ale alespoň poskytuje nějaké informace o tom, co se s takovou „dvacítkou“ dá například dělat.

24. února večer se konečně po dlouhé době vyjasnilo a já jsem vyrazila pozorovat. Na západě bylo vidět pěkné seskupení Měsíce, Venuše a Marsu, ležících skoro v jedné přímce, a u Měsíce (asi 4 dny po novu) byl snadno rozeznatelný popelavý svit. Jedním z mých cílů byla samozřejmě i kometa C/2002 T7 (LINEAR). Bohužel jsem měla smůlu.

Ještě donedávna na mém stanovišti bývala poměrně tmavá obloha na to, že bydlím na okraji města, ale teď zavedli k nově vystavěným domům na západě příšerné pouliční osvětlení, které bylo právě pod souhvězdím Pegasa, kde se pohybovala T7. Oblohu částečně rušilo i osvětlení z města a MHV se v nejtmašších částech oblohy pohybovalo kolem 5 mag.

Další z mých cílů byly i planety Jupiter a Saturn a především Saturnovi měsíce. Už při 48násobném zvětšení (Dobson 200/1200) jsem rozeznala Titan, Rheu, Tethys i Dione. Při větším zvětšení bylo i za ne moc dobrých pozorovacích podmínek viditelné Cassiniho dělení.

Jinak se toho od minulého vydání BTčka událo na obloze poměrně hodně. Zatměl se nám Měsíc, Venuše se objevila před Sluncem a navštívily nás dvě docela pěkné komety. A právě o pozorování komety C/2001 Q4 (NEAT) budou dnešní poslední řádky, které nám do redakce poslal Peter Delinčák z Kysuce.

V piatok (14. 5. 2004) okolo ôsmej sa začalo podstatnejšie zlepšovať počasie. V pláne som mal pozorovanie kométy C/2001 Q4 NEAT. Naposledy som ju videl iba ako malý elipsovité difúzny objekt. Našiel som si vhodné pozorovacie miesto a vytiahol som na ňu to najväčšie čo mám. Mapku som nemal a tak som ju hžadal okolo 3-4 minút. Pozoroval som ju pomocou Newtona 360/1500 a okulára s ohniskom 32mm (Super-plössl). Kométu som pozoroval od 21.20 SELČ do 22.30 SELČ. Potom sa už dostala nižšie a ďalšie pozorovanie mi znemožnili kondre stromov a oblačnosť, ktorá sa natiahla na celú oblohu behom niekoľkých minút. Čo sa týka vzhľadu samotnej kométy, bol mierne sklamaný. Očakával som, že aspoň týmto veľkým zrkadlom uvidím zreteľne chvost, ale mylil som sa. Kde je chvost sa viacmenej dalo usúdiť len bočným videním. Najsvetlejšia časť kométy mala elipsovité tvar a akoby v jednom ohnisku presvitlo jej jadro ako hviezda z pozadia. Nad kométou a pod kométou boli dve jasnejšie hviezdy (SAO 97881 a SAO 97878). Jadro kométy malo jasnosť niečo cez 6 mag. Vzhľad kométy a okolité hviezdy som si načrtol na papier a doma prekreslil do výslednej podoby.

– sesbíral Michal Švanda –

Obsah čísla:

„... meteorologie je jediné povolené šarlatánství“, Petr Skřehot.....	1
Hon na Venuši, Lukáš Král.....	3
Pozorovací program pro každý den, Michal Švanda.....	6
Dráha sondy Cassini u Saturnu, Petr Scheirich.....	9
Slunce v proměnách času, Michal Švanda.....	10
Trpasličí tipy, Lukáš Král.....	13
Zajímavá pozorování, Michal Švanda.....	15



BÍLÝ TRPASILÍK je zpravodaj sdružení Amatérská prohlídka oblohy. Adresa redakce Bílého trpaslíka: Marek Kolasa, Točítá 1177/3, 736 01 Haviřov-Podlesí, e-mail: marek@ready.cz. Najdete nás také na WWW stránkách <http://www.astronomie.cz>. Na přípravě spolupracují Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně, Hvězdárna a planetárium Johanna Palisy v Ostravě a Hvězdárna v Úpici. Redakční rada: Jana Adamcová, Jiří Dušek, Eva Dvořáková, Pavel Gabzdyl, Marek Kolasa, Lukáš Král, Rudolf Novák, Petr Scheirich, Tereza Šedivcová, Petr Šťastný, Michal Švanda, Martin Vilášek, Viktor Votruba.

Sazba Michal Švanda písmem Lido STF v programu OpenOffice.org

© APO 2004