



Zajímavosti:

# Ohyb světla a pozorování zákrytů (1)

*Jak zdůraznil autor článku ve svém referátu, předneseném na praktikum pro pozorovatele, které se uskutečnilo 26. – 28. 5. 2006 na Slovensku (Kysucké Nové Město), je nutno jeho obsah brát pouze jako teoretický model jednoho z vlivů, které působí na výsledné efekty pozorované při zákrytech hvězd tělesy sluneční soustavy. Hlavním účelem je upozornit pozorovatele, že při vizuálním sledování či nahrávání těchto úkazů se mohou setkat s, na první pohled, nevysvětlitelnými jevy, které může (byť nemusí) mít na svědomí právě lom světla.*

Miroslav Znášik, Hvezdáreň v Žiline

Pri pozorovaní zákrytov sa často stretávame s fenoménmi, vybočujúcimi z obvyklej pozorovateľskej praxe. Postupné zhasínanie hviezd pri vstupoch, náhle zjasnenie slabých hviezd pri vstupoch i výstupoch a ďalšie úkazy nám iba neisto napovedajú, že **niektoré pozorovania zákrytov neriešia iba geometrický problém polohy hviezdy pozorovateľa a zakrývajúceho telesa**. Do hry vstupujú aj vlnové vlastnosti svetla. Hviezdy sú (s málo výnimkami) od nás tak ďaleko, že ich tieň napr. za akýmkoľvek telesom je geometricky prakticky rovnobežný. V niektorých prípadoch však toto tvrdenie neplatí; ohybovými javmi môže svetlo hviezdy zasahovať i do geometrického tieňa a naopak, jeho intenzita sa môže meniť ešte pred hranicou tieňa. Na popis a zváženie vplyvu ohybových javov na jednotlivé druhy zákrytov sa sústreďime postupne od najbližších po najvzdialenejšie telesá.

## Trochu teórie

Obecne rieši problém ohybu svetla na nekonečnej rovinatej hrane, deliacej rovinu kolmú na smer hviezda - pozorovateľ na nepriehľadnú a priehľadnú polovinu **Fresnelova teória**. Z množstva publikovaných vysvetlení pokladám za najjednoduchšie a pritom zreteľne popisujúce problém vysvetlenie **Borna a Wolfa** v ruskom preklade vyd. Nauka v Moskve z r. 1973 ( str. 392 - 397) „**Osnovi optiki**“.

Ak je vzdialenosť zdroja svetla (hviezdy) od hrany (okraj Mesiaca) rovný  $s$ , a vzdialenosť od pozorovateľa ku hrane  $r$ , možno pre monochromatické žiarenie s vlnovou dĺžkou  $\lambda$  zistiť hodnotu ohybového parametra  $w$  z rovnice :

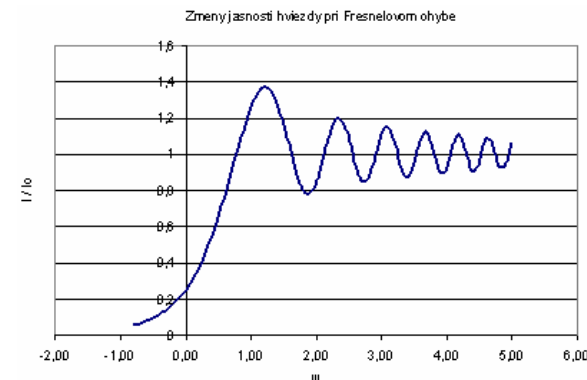
$$w = \sqrt{2/\lambda \cdot (1/s + 1/r)} \cdot X \quad (1)$$

kde  $X$  je priemet vzdialenosti (kladný či záporný) pozorovateľa od geometrického tieňa hrany do osi súradníc kolmej na smer hrany a na rovinu hrany v priestore. Hodnotu  $1/s$  možno vzhľadom na vzdialenosť hviezd zanedbať.

Ohybový parameter  $w$  je vlastne integrálnou dĺžkou zvláštnej krivky - Kornuovej špirály (klotoidy) - od počiatku súradníc. Hodnoty ohybových integrálov  $C(w)$  a  $S(w)$  sú v poradí x-ová a y-ová súradnica klotoidy pre integrálnu dĺžku  $w$ . Pre limitné hodnoty parametra  $w \rightarrow +\infty$  sú  $C(w)$  a  $S(w)$  rovné  $+1/2$ . (ak je  $w \rightarrow -\infty$ , potom aj hodnoty  $C(w) = S(w) = -1/2$ ) Ak intenzitu svetla hviezdy mimo tieňa ďaleko od hrany označíme  $I_0$  platí pre intenzitu  $I$  v závislosti od parametra  $w$  vzťah :

$$I / I_0 = 1/2 \cdot \{ (1/2 + C(w))^2 + (1/2 + S(w))^2 \} \quad (2)$$

Ak sa pozorovateľ nachádza na hrane tieňa (samozrejme jeho priemete na Zem), „vidí“ podľa (2) hviezdu s intenzitou „iba“ 0,25 pôvodnej, mimo tieňa. V určitej polohe môže dokonca pozorovať zjasnenie až na hodnotu takmer  $1,4 I_0$ . Hrana tieňa sa pri zákryte pohybuje, v skutočnosti by sme po „tme“ mali vidieť postupne rast jasnosti do maxima, potom striedanie miním a maxím, konvergujúcich ku pôvodnej hodnote jasnosti. Prekážok, pre ktoré niektoré javy pozorujeme iba zriedkavo, či nepozorujeme vôbec, je veľmi veľa. Ak budeme dostatočne fyzikálni, musíme v prvom rade skonštatovať že **hviezdy nie sú „bodové“ zdroje monochromatického svetla**. Navyiac ani náš prijímač neregistruje svetlo spojíte. CCD TV kamera sníma diskretné ( po 0,04 sek.), zotrvačnosť oka je ešte väčšia. To všetko zvyšuje podiel náhody na našom pozorovaní.



Graf funkcie (2) je pre monochromaticky žiariacu hviezdu zanedbateľného polomeru vo veľkej vzdialenosti od Zeme (bodový zdroj svetla) na predchádzajúcom obrázku.

Hodnoty parametra  $w$ , pri ktorých nastávajú lokálne maximá a minimá funkcie (2) nájdeme z **geometrických vlastností klotoidy**. Prvé maximum nastáva v bode, v ktorom dotyčnica ku klotoide má hodnotu  $\theta = 3\pi/4 = (\pi/2) \cdot w^2$ . Po ňom nasleduje minimum pri hodnote dotyčnice rovnej  $\theta = 7\pi/4 = (\pi/2) \cdot w^2$ , opäť maximum pri  $\theta = 11\pi/4 = (\pi/2) \cdot w^2$ , minimum pri  $\theta = 15\pi/4 = (\pi/2) \cdot w^2$  .... atď. v poradí za sebou. Maximám teda zodpovedajú hodnoty parametrov  $w = 1,2247; 2,3452$  atď., minimám hodnoty  $w = 1,8708; 2,7386$  atď. Tieto čísla budeme potrebovať na posúdenie jednotlivých druhov zákrytov a metód ich pozorovaní z hľadiska pozorovateľnosti ohybových javov. **Ak náš diskretný prijímač žiarenia prijíma signál dostatočne rýchlo (ak sa v priebehu zákrytu mení parameter  $w$  podľa (1) iba pomaly) zmeny jasnosti vyvolané ohybom svetla registrujeme. V opačnom prípade pozorujeme klasický okamžitý zákryt.**

Z požiadavky na monochromatickosť žiarenia hviezdy vyplýva, že **častejšie budú ohybové javy pozorovateľné (paradoxne) horšie farebne korigovaným refraktorom** (napr. Zeissov typ C,s objektívom podľa Clairauta) ako dokonalým reflektorom. Z požiadavky na bodový zdroj zasa vyplýva **vyššia frekvencia pozorovania ohybových javov pre veľmi vzdialené, v prvom priblížení aj menej jasné hviezdy.**

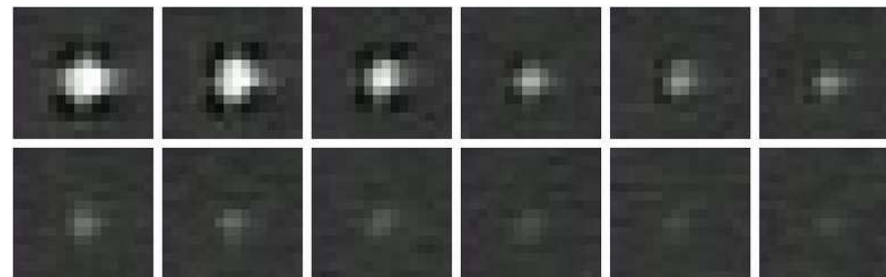
*Článok s podobnou tematikou jste měli možnost si přečíst již v únorovém čísle ZZ, kdy srážka meteoroidu s Měsícem byla zaznamenána již v rámci prvních zkoušek aparatury, která nyní zaznamenala další úspěch*

## Meteoroid udeřil do Měsíce

**13. června 2006: Na Měsíci je nový kráter. Má průměr 14 metrů, jeho hloubka je 3 metry a starý je přesně měsíc a jedenáct dnů.**

Astronomové z NASA sledovali, jak nový kráter vznikl: „2. května 2006 meteoroid udeřil do oblasti měsíčního Moře mraků (Mare Nubium), přičemž se uvolnila kinetická energie 17 miliard jouľů což odpovídá 4 tunám TNT“, říká Bill Cooke, vedoucí kanceláře NASA označené jako Meteoroid Environment Office v Huntsville (AL, USA). „Dopad vyvolal jasný záblesk, který se nám podařilo natočit na video v ohnisku 10palcového (25 cm) dalekohledu.“

Dopady těles na Měsíc už byly pozorovány – „nějaký materiál dopadá na Měsíc nepřetržitě“, poznamenává Cooke – ale toto je nejlepší nahrávka takové srážky, která se zatím podařila:



*Dopad meteoroidu na Měsíc 2. května 2006. Videozáznam pořídili inženýři MSFC Heather McNamara a Danielle Moser.*

Videonahrávka (kterou si můžete stáhnout ze internetové stránky časopisu Astronomy <http://www.astronomy.com/asy/objects/images/movie760.gif>) byla 7x zpomalena; pokud bychom to neudělali, stal by se při vizuálním sledování zachycený záblesk téměř nepostřehnutelným. „Trvání záblesku bylo pouhé čtyři desetiny sekundy,“ říká Cooke. „Člen týmu, student Nick Hollon z Villanova University, si ale krátkého vzplanutí všiml.“

Jestliže vezmeme v úvahu trvání záblesku a jeho jasnost (7. mag) mohl Cooke odhadnout energii uvolněnou při srážce, rozměry kráteru a velikost a rychlost meteoroidu. „Jednalo se o kamenný úlomek o průměru přibližně 10 palců (25 cm) pohybující se rychlostí 85000 mph (38 km/s),“ říká.

Pokud by obdobné tělesko narazilo do Země nedostalo by se vůbec k zemskému povrchu. „Chrání nás zemská atmosféra,“ vysvětluje Cooke. „25 cm meteoroid by zanikl vysoko v naší atmosféře, při tom by nám předvedl nápadný úkaz označovaný jako přelet bolidu, ale žádný kráter by nevytvořil.“ Na Měsíci je to jiné. Ten nemá atmosféru, a proto je bez jakékoli ochrany vystaven dopadům meteoroidů. I velice malé úlomky tak mohou vyvolat nápadné exploze, které rozstříknou materiál z místa dopadu do širokého okolí.

V souladu s plány Vision for Space Exploration chce NASA obnovit lety astronautů na Měsíc. Nemohou nám podobné dopady meteoroidů způsobit nějaké neočekávané problémy?

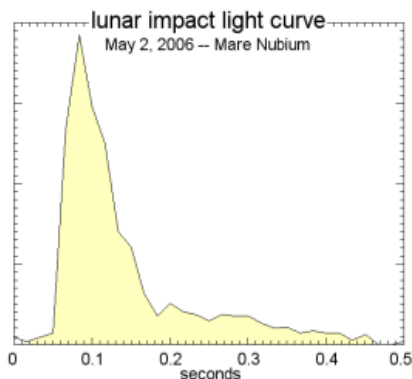
„Právě to se nyní snažíme zjistit,“ říká Cooke. „Nikdo dnes totiž neví kolik materiálu skutečně naráží každý den do měsíčního povrchu. Tím, že sledujeme záblesky, se právě snažíme určit, jak časté a jak intenzivní jsou srážky Měsíce s meteoroidy.“

Práce na tomto projektu se teprve rozbíhají. Využíván je automatický dalekohled, který sestrojili Rob Suggs a Wesley Shift z Marshall Space Flight Center a Cookeova skupina s ním monitoruje noční stranu Měsíce tak často jak to jen jde, kdykoli je měsíční fáze mezi 15 až 50%.

Již během testování dalekohledu loňského 7. listopadu Suggs a Shift zachytili hned v rámci první pozorovací noci dopadový záblesk. Kousek odlomený z komety Encke narazil tehdy do povrchu Mare Imbrium a vytvořil kráter o odhadovaném průměru tři metry.

Nyní, kdy začalo pravidelné sledování, tedy Cookeova skupina zachytila druhý dopad, úkaz z 2. května, po pouhých 20 hodinách pozorování. V tomto případě, jak předpokládají odborníci, se jednalo o náhodný dopad „sporadického“ meteoroidu, který nemá souvislost s žádnou známou kometou či planetkou.

*Světelná křivka průběhu záblesku z 2. května v Mare Nubium.*



„Je to dobrý začátek,“ říká Cooke, „ale většina práce je ještě před námi.“ Pozorování je třeba provádět alespoň celý rok a sledovat, jak se situace vyvíjí v čase, kdy se Měsíc bude blížit a následně vzdalovat od proudů meteoroidů známých meteorických rojů. „Teprve takové podklady nám dají určitý statistický základ pro plánování aktivit na Měsíci.“

Je bezpečné procházet se po měsíčním povrchu v době aktivity meteorického deště? Nakolik bude nutno chránit před dopady případné lunární základny? Existují na Měsíci jeho vlastní meteorické deště, které nezasahují Zemi?

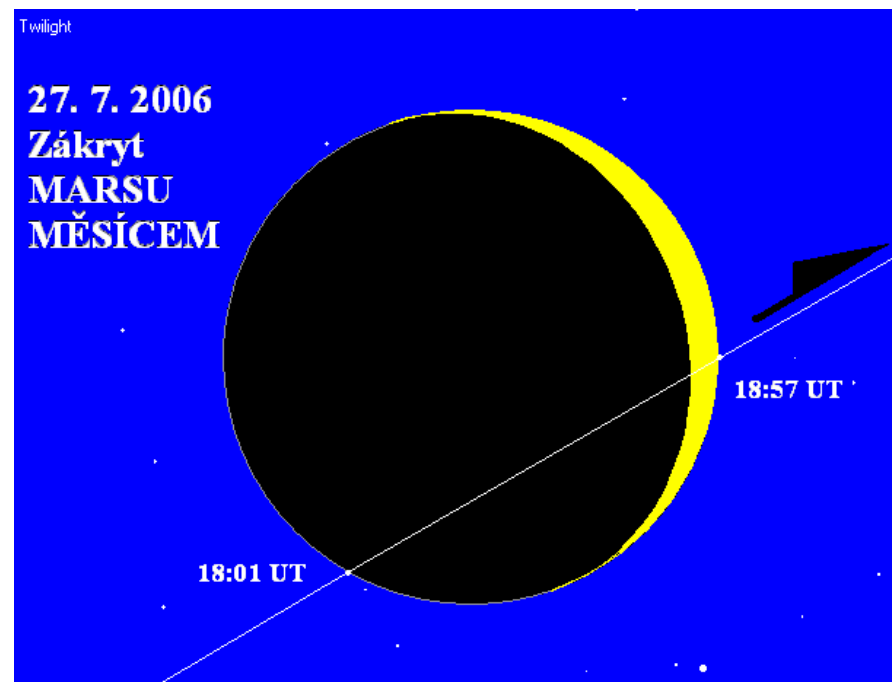
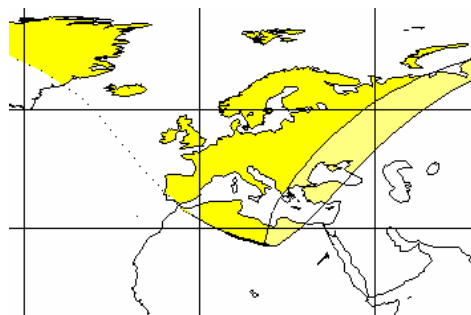
Odpovědi na tyto otázky hledají odborníci při sledování záblesků na Měsíci.

# MARS za Měsícem

Zákryty hvězd Měsícem jsou velice napínavým nebeským představením. Čekání na okamžik, kdy hvězda zmizí za diskem Měsíce, je totiž okořeněno pořádnou dávkou napětí. Stane se to zpravidla velmi rychle a stačí jen v (ne)vhodnou chvíli mrknout a je po všem. Na konci července se ale dočkáme něčeho jiného. 27. 7. v čase západu Slunce nás čeká zákryt planety Mars Měsícem.

V tomto případě se samozřejmě bude jednat o zákryt kotoučku planety (ne bodové hvězdy) a vstup se protáhne na 8,6s a výstup na 8,0s. Úkaz se odehraje relativně vysoko nad jihozápadním obzorem, ale problém bude se Sluncem nad obzorem ( $h = +7^\circ$  v čase vstupu), respektive s právě zapadajícím Sluncem ( $h = -1^\circ$  v době výstupu).

Veškeré potřebné informace získáte z připojených obrázků. Na prvním je vidět oblast, z níž je úkaz pozorovatelný (prakticky celá Evropa).



Druhý obrázek nám ukazuje nejen přibližné časy (záleží na zeměpisných souřadnicích pozorovacího stanoviště) vstupu a výstupu Marsu, ale i úhly, pod nimiž k úkazům dojde (vstup: PA=150°; CA=49S; výstup: PA=272°; CA=-72S).

Na co se mohou pozorovatelé připravit je zachyceno na posledním obrázku, který obdobný úkaz zachycuje při mimořádně velkém zvětšení. V běžně používaných dalekohledech samozřejmě planetu Mars rozeznáte jako lehce načervenalý kotouček, který zmizí, respektive se vynoří v průběhu několika sekund u okraje Měsíce.

Z odborného hlediska prakticky nemá tento typ pozorování žádnou reálnou hodnotu, neboť nejsme schopni určit s dostatečnou přesností ani okamžiky kontaktů, natož pak čas středu vstupu či výstupu planety zpoza Měsíce. Pokud ovšem počasí dovolí, vřele doporučuji udělat si na pozorování, fotografování, případně nahrávání, čas neboť se jedná přinejmenším o zajímavý, nevšední a velice působivý pozorovatelský zážitek.



## Zákrytářská obloha – červenec 2006:

# Zákrytářské prázdniny

Denní zákryt Plejád 20. července letošního roku předznamenává lepší zákrytářské časy. Série přechodů Měsíce přes známou otevřenou hvězdokupu je v plném proudu a lze se pouze těšit na následující měsíce, kdy přijde řada i na Evropu. Před závěrem července nás čeká také zákryt planety Mars Měsícem, kterému se věnuje samostatný článek. To jsou ovšem pro tuto chvíli jediné dobré zprávy, které pro pozorovatele mám. Na zajímavější úkazy v oblastech tečných a planetových zákrytů musíme ještě stále čekat.

Stále krátké letní noci se projevují malým počtem nabízených zákrytů hvězd Měsícem. Opticky (z připojené tabulky) by se na první letný pohled mohlo zdát, že situace se zlepšila. Bohužel to není pravda. Pro měsíc červenec jsem totiž ze seznamu úkazů striktně nevyloučil prakticky nepozorovatelné zákryty nastávající v čase, kdy je Slunce nad obzorem. 20. července dopoledne totiž úzký srpek Měsíce projde nad Evropou na jasné hvězdy bohatou otevřenou hvězdokupu Plejády. Ale i když se jedná o zákryty velice jasných hvězd obávám se, že pozorovatelnost tohoto přechodu je ve skutečnosti nulová. Když k tomu ještě přidáte efemeridu vstupu a výstupu planety Mars zbývá opět pouze hrstka úkazů. Dva vstupy v první dekádě připadají také na denní hodiny, první červencový výstup nastává téměř za úplňkového Měsíce a následující nízko nad obzorem. V úvodu poslední dekády se pak lze těšit na dvě ne příliš jasné hvězdy vystupující však zpoza Měsíce na nočním nebi.

Veškeré potřebné údaje vám poskytne následující tabulka:

### Předpovědi totálních zákrytů pro CZ

zem. délka +15 00 00 zem. šířka +50 00 00 výška 0 m.n.m.

### 2006 červenec

den	čas	P	hvězda	mag	%	elon	Sun	Moon	CA	PA	WA	A	B
	h m s		číslo		ill		h	h	Az	o	o	m/o	m/o
07	18 38 5	D	2287	2,9	87+	137	3	12	162	62S	123	113	+1,1 +0,2
09	20 47 54	D	186237	4,3	90+	163	11	9	164	31S	129		+1,3 +0,2
12	22 56 37	R	3106	5,2	95-	155	15	152	46S	218	235	+1,1 +1,3	
18	22 57 35	R	371	6,2	37-	75	6	70	72N	271	288	-0,2 +1,3	
20	8 56 6	R	537	3,7	23-	58	51	55	234	85N	265	277	+1,4 -0,8
20	9 6 53	D	552	2,9	23-	58	52	54	237	-68S	102	114	+1,4 -1,6
20	9 15 46	R	541	3,9	23-	58	53	52	240	33N	317	329	+1,2 -4,6
20	9 22 54	R	545	4,1	23-	58	54	51	242	36S	206	218	+1,4 +2,1
20	10 13 15	R	552	2,9	23-	57	59	44	255	61S	231	243	+1,1 +0,1
20	10 42 38	R	560	3,6	23-	57	60	40	261	19S	189	201	+1,8 +4,2
21	0 9 36	R	655	7,9	17-	49	7	58	81N	274	282	-0,4 +1,2	
22	1 30 25	R	812	8,0	10-	36	12	61	83N	280	283	-0,2 +1,2	
27	18 0 38	D	Mars	1,8	6+	28	6	18	266	50S	149	129	+0,0 -2,2
27	18 56 27	R	Mars	1,8	6+	29	-2	9	277	-73S	272	253	+0,0 -1,7

I v měsíci červenci pokračuje dlouhý půst pro zájemce o expedice za tečnými zákryty. Dočkají se opět až na podzim letošního roku.

Červencová nabídka planetkových zákrytů je chudá tak, jak je v tomto ročním období obvyklé. Čtyři úkazy z nichž jedno upřesnění prochází od jihu k severu západní částí Moravy. Zakrývaná hvězda má ovšem jasnost 12,1 mag. Naopak poslední ze čtveřice nabízených úkazů míjí Českou republiku jižně, ale hvězda má příjemnou jasnost 8,7 mag. Obecně lze bohužel konstatovat, že nic mimořádného nás v nadcházejícím prvním prázdninovém měsíci nečeká. Přesto doporučuji se o pozorování v případě příznivého počasí pokusit.

Jako vždy doporučuji i tento měsíc sledovat pravidelně www stránky. Další zpřesnění či zcela nový nadějný úkaz se může objevit na internetu prakticky kdykoli:

Jan Mánek (<http://mpocc.astro.cz/>) JM,

Stev Preston (<http://asteroidoccultation.com/>) SP,

EAON (<http://astrosurf.com/eaon/>) zpracovávaná Jeanem Schwaenenem JS

Eric Frappa (<http://www.euraster.net/pred/index.html>) EF

Otta Šándor (<http://www.teplice-city.cz/hap/Pozaktual/Pozaktual.htm>) OS

Veškeré údaje o popsanych zákrytech hvězd planetkami jsou shrnuty v připojené tabulce.

dat	UT	Hvězda	jas.	$\alpha$	$\delta$	planetka	$\emptyset$	trv.	zdr.
7	h m	TYC	mag	h m	°		km	s	
02	21:17	2UCAC 32078408	11,9	18 45	00 49	Polypoites	99	5,8	JS
13	00:54	0595-00290-1	12,0	00 14	09 31	Fucik	27	2,5	JS
24	01:38	1825-00096-1	12,1	04 00	28 09	Quadea	66	2,0	EF
28	23:18	5795-01195-1	8,7	21 36	-12 58	Aristarchus	18	1,6	EF

## Organizační záležitosti:

# ZARok 2006

### Setkání členů sekce

### Zákrytové a Astrometrické v ROKycanech 2006

Na Hvězdárně v Rokycanech se zájemci z řad sekce sejdou oficiálně v sobotu 9. 9. 2006 v 9:30, ale přijet je možno již v pátek večer. Avšak v tomto případě prosím o domluvu předem. Konec setkání je plánován na nedělní poledne a bude těsně souviset s dopravními možnostmi účastníků. Přespat bude možnost přímo na hvězdárně ve vlastních spacích pytlích na rokycanských molitanech.

Na vaši účast a podíl na astronomickém i neastronomickém programu letošního ZARoku se těší výbor sekce.

## Zákrytový zpravodaj – červenec (7) 2006

Rokycany, 26. června 2006