

Kooperujúca sieť v oblasti astronomických odborných pozorovateľských programov



METODICKÝ A VZDELÁVACÍ MATERIÁL

Pozičné merania - zákryty a zatmenia nebeských telies

Jaroslav Gerboš



TENTO MIKROPROJEKT JE SPOLUFINANCOVANÝ EURÓPSKOU ÚNIOU,
Z PROSTRIEDKOV FONDU MIKROPROJEKTOV SPRAVOVANÉHO
TRENČIANSKYM SAMOSPRÁVNÝM KRAJOM



PROGRAM
CEZHRANIČNEJ
SPOLUPRÁCE
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA



EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA
SPOLOČNE BEZ HRANIČ



TRENČIANSKY
SAMOSPRÁVNÝ
K R A J

Úvod - Čo sú pozičné merania

Telesá pohybujúce sa Slnčnou sústavou i mimo nej sa môžu vo vzťahu k pozorovateľovi na Zemi dostať do zvláštnych polôh. Ak jedno kozmické teleso dočasne zacloní úplne, alebo čiastočne svetlo iného, vzdialenejšieho a uhlovo menšieho telesa, hovoríme, že nastal zákryt. Zákryty môžeme rozdeliť podľa zakrývajúceho (Mesiac, asteroid, satelit...), resp. zakrývaného objektu (hviezda, planéta...), do niekoľkých skupín.

Ak má vzdialenejšie teleso uhlový rozmer väčší, ako teleso bližšie, dochádza k prechodu bližšieho telesa popred disk vzdialenejšieho telesa. Špeciálnym prípadom je zatmenie Slnka, kedy sú uhlové rozmery oboch telies približne rovnaké.

Ak to celé zhrnieme, môžeme za pozičné merania považovať:

- zákryty hviezd Mesiacom
 - totálne
 - dotyčnicové
- zákryty hviezd planétami
- zákryty hviezd asteroidmi
- zákryty planét Mesiacom
- vzájomné úkazy mesiacov Jupitera, Saturna, či Uránu
- zatmenia Slnka
- prechody Merkúra a Venuše popred slnečný disk



Neboli sem zahrnuté perličky ako napr. súčasné zákryty dvoch planét Mesiacom (posledný z nich nastal 23.4.1998, kedy Mesiac súčasne zakryl Jupiter aj Venušu na ostrove Ascension), vzájomné zákryty / prechody dvoch planét a ďalšie.

Pozičné pozorovanie je závislé na polohe a čase. To znamená, že úkaz nastane len na presne určenom mieste a v presne stanovenom čase. Aj toto je dôvod, prečo niektoré úkazy nemôžu byť pozorované z astronomických observatórií, ale je potrebné organizovať výjazdové expedície. Práve v takýchto prípadoch sa pri pozorovaniach uplatnia aj amatéri. Samotné pozorovanie je „akčné“, trvá obyčajne len niekoľko okamihov a nie je k nemu potrebné nákladné technické vybavenie. Pre úspešný výsledok pozorovania postačí dobrá predpoveď, zdroj presného času, stopky, alebo kamera, ďalekohľad a samozrejme dobré počasie.

Niečo z histórie

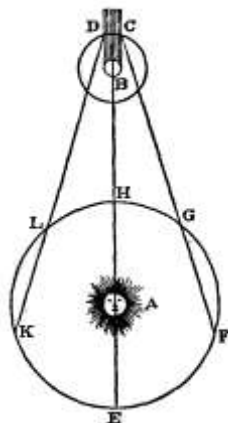
Najstaršími zachovanými astronomickými pozorovaniami boli už v staroveku zatmenia Slnka a Mesiaca. Sú dochované správy o ich pozorovaní 3000 rokov pred n.l. u Mayov, neskôr u Egypťanov, Číňanov a Babylončanov. Už vtedy bol známy mechanizmus ich opakovaní, čo umožnilo robiť predpovede aj do budúcnosti. Mnohé z týchto záznamov nám aj dnes pomáhajú presnejšie datovať udalosti dávnej histórie a tiež nám upresňujú poznatky o pohybe Mesiaca v minulosti.

Pozorovania zákrytov boli v minulosti skôr výnimočné, pozorované najmä námorníkmi, ktorí takto určovali čas a svoju polohu na mori. Slúžili aj v geodézii na určenie tvaru Zeme, pomáhali určiť paralaxu Mesiaca a pod. Zákryt hviezdy Aldebaran Mesiacom pozoroval voľným okom aj Mikuláš Kopernik 9.3.1497. Predpoveď zákrytu vychádzala z geocentrickej teórie, podľa ktorej mala byť vzdialenosť Mesiaca od Zeme v okamžiku zákrytu iná, ako pri splne. Pozorovaný okamžik zákrytu sa zásadne líšil od tejto predpovede. Z pozorovaní zákrytov Jupiterových mesiacov odvodil a spočítal Olaf Römer rýchlosť svetla.

Prelomom v sledovaní zákrytov sa stalo až 20. storočie. Na začiatku 20. storočia bolo už známe, že rotácia Zeme nie je rovnomerná, preto čas z nej odvodený tiež neplynie rovnomerne. Z toho dôvodu bol zavedený pojem tzv. efemeridového času, ktorý plynie rovnomerne. A práve na určenie tohto času a na určenie presnej polohy, pohybu a tvaru Mesiaca, sa v polovici minulého storočia začali využívať zákryty hviezd Mesiacom. Teoretickým základom pre pozorovania boli práce Eulera, Bessela a Browna. Zásluhou Bessela bol vytvorený matematický aparát, ktorý slúži k výpočtom zákrytov hviezd Mesiacom a zatmení Slnka. Tzv. Besselove elementy majú za úlohu urobiť rýchly výpočet predpovede zákrytu hviezdy a pozíčného uhla pre dané topocentrické miesto. Brownova teória pohybu Mesiaca, teoretické práce Wattsa, Browera a Eckerta s použitím výpočtovej techniky dokážu s dostatočnou presnosťou vypočítať polohu tohto telesa do minulosti aj budúcnosti.

Viacero technických nedostatkov, ktoré obmedzovali využitie zákrytov pre pozíčné merania v širšom rozsahu bolo odstránených až v posledných rokoch minulého storočia. Predovšetkým to bola nízka úroveň výpočtovej techniky, pomocou ktorej by bolo možné vypočítať dostatočne presné predpovede okamžikov zákrytov a napozorované údaje spracovať. Ďalším nedostatkom boli neznáme nerovnomernosti na povrchu Mesiaca, nedostatočná presnosť v polohe hviezd, pokrytie väčšieho územia presným časovým signálom a nepresná poloha pozorovacieho stanovišťa. Tieto okolnosti ovplyvňovali počet aj kvalitu pozorovaní.

V priebehu rokov 1943-1959 bolo v Greenwichi - Herstmonceaux spracovaných 18320 zákrytov, pričom v roku 1944 bolo k spracovaniu použitých iba 701 pozorovaní (Bouška, Vanýsek: Zatmení a zákryty nebeských telies, 1963). Predpovede z Greenwicha sa používali až do roku 1982. Začiatkom 60. rokov sa začala systematická celosvetová organizácia pozorovaní zákrytov. V roku 1961 bola pridelená Hvezdárni Valašské Meziříčí celoštátna úloha v odbore časovej služby a pozorovania zákrytov hviezd Mesiacom. Vzápätí začala vznikať na území Československa sieť pozorovacích staníc. Predpovede zákrytov boli donedávna zaisťované od United States Naval Observatory (USNO) v USA a International Lunar Occultation Centre (ILOC) v Japonsku, v súčasnosti od International Occultation Timing Association/European Section (IOTA/ES) v SRN. Pri súčasnom stave výpočtovej techniky predpovede prestávajú byť problémom, existuje množstvo dostupného softwaru vydávaného renomovanými organizáciami alebo aj samotnými pozorovateľmi. Spracovanie pozorovaní vykonáva IOTA/ES.



Zdokonaľovaním pozorovacej techniky, organizácie pozorovaní a väčšou informovanosťou rástol od roku 1990 záujem o tieto pozorovania. Pri získavaní informácií a skúseností vám v súčasnosti určite pomôžu na najbližšej hviezdárni, v zákrytových sekciách Slovenskej, resp. Českej astronomickej spoločnosti, či v Slovenskom zväze astronómov amatérov.

Význam pozičných meraní

Je ešte v dnešnej dobe, kedy pracujú veľké ďalekohľady sveta, množstvo sond, ďalekohľady na obežnej dráhe Zeme a ďalšie technologické novinky, vedecky významné robiť pozičné pozorovania v amatérskych podmienkach? Odpoveď je ÁNO. Moderné pozorovania zákrytov spresňujú dráhu Mesiaca, analyzujú polohy hviezd a súradnicový systém, detekujú nové hviezdne systavy, určujú pozíciu röntgenových a rádiových zdrojov, určujú veľkosť a tvar mesačného povrchu. V roku 1985 bola touto technikou objavená atmosféra Pluta, v marci 1977 bol vďaka pozorovaniu zákrytu jasnej hviezdy Uránom detekovaný prstenec planéty (pokles jasnosti hviezdy v blízkosti planéty pozoroval už aj jej objaviteľ W. Herschel).

Čo sa určuje z pozičných meraní:

- zákony pohybu Mesiaca a jeho tvar
- polohu a dráhové elementy, rozmery a podvojnosti planétok
- presnú polohu nebeského rovníka a jarného bodu
- z toho plyúce korekcie pre súradnicové systémy a polohy hviezd
- pohyb Zeme, precesiu polárnej osi a sekulárne zmeny sklonu ekliptiky
- mesačnú sekulárnu deceleráciu v ekliptikálnej dĺžke
- priemerný vlastný pohyby hviezd
- Oortove konštanty galaktickej rotácie
- podvojnosti hviezdnych systémov
- mnohé ďalšie

Niektoré z týchto úloh sa už riešia iným, efektívnejším a presnejším spôsobom - laserové odražače na Mesiaci, sondy skenujúce povrch Mesiaca, družice s presným meraním polohy hviezd a ďalšie. Napriek tomu sa význam pozičných meraní nestratil a aj dnes sú vedecky hodnotné.

Predpovede

Niekdajšia závislosť na posielaní predpovedí úkazov renomovanými spoločnosťami je už viac - menej minulosťou. V dnešnej dobe si môže každý spočítať potrebné údaje vďaka voľne šíriteľným programom, z ktorých treba spomenúť najmä OCCULT (<http://www.lunar-occultations.com/iota/occult4.htm>) a LOW (<http://www.doa-site.nl>). Ďalšou možnosťou je vyhľadať predpovede na internete. Niektoré adresy sú uvedené na konci publikácie.

Predpovede najzaujímavejších úkazov sa dajú nájsť aj v odbornej literatúre (časopis Kozmos, Astronomická ročenka...) a v neposlednom rade sa každý môže obrátiť na najbližšiu hviezdáreň, alebo Zákrytovú sekciu Slovenskej ako aj Českej astronomickej spoločnosti, kde im s daným problémom určite poradia.

Ako vyzerá predpoveď pozičného merania? To závisí do istej miery od typu tohto merania, ale v zásade vždy obsahuje dátum a čas(y) v UT, zemepisnú polohu miest(a), kde sa dá úkaz pozorovať, podmienky pozorovania (výška nad obzorom, fáza Mesiaca, výška Slnka...), informácie o zakrývanom i zakrývajúcom objekte a mnohé ďalšie. Jednotlivé predpovede rôznych úkazov budú popísané ďalej.

Technické vybavenie

Minimálna konfigurácia techniky bola spomenutá už v úvode. Ďalej uvedený zoznam zahŕňa viaceré metódy a podmienky pozorovania. Väčšinou na pozorovanie postačia len niektoré z uvedených položiek.

Predpoveď a mapky

Ďalekohľad

- montáž (paralaktická / azimutálna, s pohonom, alebo bez)
- statív
- sieťový adaptér, kábel s automobilovou koncovkou na 12V, alebo batérie
- hľadáčik
- okuláre

Diktafón, alebo zvukový záznamník

- čerstvé batérie
- kazeta
- externý mikrofón

Videorekordér, a/alebo kamera

- napájanie
- čistá páska
- prepojovacie káble
- PC konvertor video signálu
- vkladač času

Prijímač času

Stopky

Iné

- baterka s červeným svetlom
- repelent
- sada prvej pomoci
- bežné rádio
- peniaze (na jedlo, pitie, benzín atď pri výjazdových expedíciách)
- jedlo a pitie
- „fén“ napájaný batériami (proti rose)

Pri chladnom počasí

- teplú obuv a oblečenie, rukavice, čiapka
- teplé nápoje v termoske
- deka
- rôzne formy vyhrievania



Čas a metódy jeho záznamu

Od presnosti merania času závisí použiteľnosť pozorovania pre vedecké účely. So snímaním času súvisia aj rôzne pozorovacie metódy. Ich možnosti využitia zahŕňa nasledujúca tabuľka:

Použitá metóda	Odporúčenie	Presnosť	Osobná chyba
Stopky	Nie	0,2s	Áno
Oko – ucho	Nie	0,2-0,6s	Nie
Internet/počítač	Nie	0,1-1,0s	Nie
Zvukový záznam	Áno	0,2-0,3s	Áno
CCD drift	Áno	0,2-0,5s	Nie
Video s vloženým časom	Áno	0,02-0,04s	Nie



Referenčný čas

Ako referenčný čas sa u nás môže použiť signál GPS, alebo DCF 77. Oba signály sú riadené atómovými hodinami - v prvom prípade na družici, v druhom prípade priamo vo vysielacom v Mainflingene (Nemecko). Prijímače signálu GPS sú dnes bežne rozšírené (častokrát aj v mobiloch a pod.) a získaný časový signál nie je treba opravovať, či redukovať. Podobne je to aj v prípade signálu DCF. Prijímače tohto signálu bývajú bežne implementované v hodinách riadených rádiovým signálom. Tu je treba spomenúť, že každý komerčne predávaný typ takýchto hodín má iný spôsob riadenia času. Niektoré sa korigujú každú hodinu, iné len raz, alebo dvakrát za deň, alebo po dosiahnutí vopred stanovenej časovej diferencie. Mimo týchto okamihov idú hodiny podľa vlastného kryštálu, ktorý väčšinou nespĺňa presnosť požadovanú pri pozičných meraniach. Preto je lepšie čas takýchto hodín resetovať (napr. vytiahnutím batérií z hodín) a počkať, až ho hodiny znova načítajú z rádiového signálu. Chybu pri odčítaní presného času vnáša aj bežne používaný LCD display, ktorý preklápa jednotlivé cifry s oneskorením aj viac ako 100ms. Toto oneskorenie je výraznejšie najmä v chlade, kedy sa tekuté kryštály preklápajú pomalšie.

Lepším riešením je použiť rádiový prijímač naladený na 77kHz. Signál vysielateľa DCF je veľmi jednoduchý, pozostáva z krátkych pulzov, ktoré sú vysielané každú sekundu okrem 59.sekundy. Práve táto tichá sekunda indikuje, že nasledujúci pulz bude presne na celej minúte. Dĺžka pulzov (100 alebo 200ms) kóduje aj ďalšie informácie ako sú dátum, hodina a minúta, či letný čas. V špecializovaných predajniach sa dá zaobstarať prístroj, ktorý má implementovaný prijímač DCF a tento signál zobrazuje bliknutím LED diódy so súčasným pípnutím. Navyše je signál vyvedený aj na konektor, odkiaľ sa môže káblom preniesť napríklad na video vkladáč času, stopky a pod.

Metóda stopiek

Najjednoduchším spôsobom merania času je použitie stopiek. Hoci je táto metóda už zastaraná, stále je používaná najmä amatérmi pre jej cenovú dostupnosť. Pozorovateľ potrebuje okrem ďalekohľadu len stopky a presný referenčný čas.

Ako teda vyzerá samotné pozorovanie? Je svojím spôsobom dramatické, plné napätia. Pozorovateľ sleduje v ďalekohľade zakrývaný objekt a čaká, kedy pohasne, alebo naopak, kedy sa opäť objaví. V okamihu kontaktu potom spustí stopky. Po úkaze v čo najkratšom

čase stopky zastaví (alebo stlačí medzičas) podľa referenčného času. Ak od tohto referenčného času potom odčíta údaj stopiek, dostane čas úkazu. Alternatívou môže byť spustenie stopiek podľa referenčného času ešte pred úkazom a ich zastavenie, alebo zaznamenanie medzičasu v okamihu úkazu. Potom sa samozrejme údaj stopiek pričíta k štartovaciemu referenčnému času. Výhodou je, ak majú stopky možnosť zaznamenávania niekoľkých medzičasov. To sa osvedčí napríklad pri mylnom stlačení stopiek. Pozorovanie dotyčnicového zákrytu hviezdy Mesiacom bez viacčasových stopiek snáď ani nie možné.

Metóda so stopkami vnáša do výsledku niekoľko chýb. Prvou je presnosť spustenia, resp. zastavenia stopiek podľa

referenčného času - dá sa elektronicky obísť, ale vyžaduje si to úpravu stopiek a elektronický signál GPS alebo DCF, k čomu je potrebná istá technická zručnosť. Skúsený pozorovateľ dokáže stopky spustiť manuálne s presnosťou pod 50ms. Druhou a väčšou chybou je reakčná doba pozorovateľa. Pozorovateľ stlačí stopky o niečo neskôr, ako úkaz zbadal. Čas oneskorenia závisí od viacerých faktorov - skúsenosti pozorovateľa, jasnosti objektu, momentálnej dispozície pozorovateľa, prípadne ďalších rušivých faktorov. Toto omeškanie je vždy väčšie ako 200ms, ale skúsený pozorovateľ ho dokáže odhadnúť. Pomôcť mu pri tom môžu aj rôzne PC simulátory, ktoré sa dajú nájsť na internete. Simulátor je aj súčasťou programu LOW. Takto odhadnutá reakčná doba by sa potom mala udávať pri zázname do pozorovacieho protokolu. Ak sa chyba nevedie, pri spracovaní sa berie implicitná hodnota - obyčajne 0,4s. Ďalšou chybou môže byť už spomenuté preklápania LCD displeja, či nepresný chod samotných stopiek. Aj preto sa od pozorovania stopkami postupne ustupuje.

Metóda oko - ucho

Je tiež vizuálna, t.j. pozorovateľ pozoruje v okulári ďalekohľadu a súčasne počúva sekundové pulzy napr. z rádia. V okamihu kontaktu sa pokúsi odhadnúť, v akom čase medzi dvoma sekundovými pípnutiami tento úkaz nastal. Je to metóda náročná pre začiatočníkov, pretože odhadnúť takto čas s presnosťou na desatiny sekundy si vyžaduje skúsenosti a tréning. Na druhej strane je už v tejto metóde eliminovaná osobná chyba.

Zvukový záznam (diktafón)

Alternatívou by mohol byť zvukový záznam okamihu úkazu (pozorovateľ "zakričí" dohovorené slovo, resp. signál) nahrávaný súčasne s rádiovými pulzami. V takomto prípade

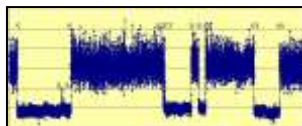
Príklady pozorovania:

1. Stopky spustené vopred podľa časového signálu a zastavené v okamihu úkazu

čas spustenia stopiek:	21:15:00,00
údaj stopiek:	00:03:11,58
reakčná doba:	0,35
Výsledný čas úkazu:	21:18:11,23

2. Stopky spustené v okamihu úkazu a zastavené neskôr podľa časového signálu

čas zastavenia stopiek:	23:46:00,00
údaj stopiek:	01:14:19,82
reakčná doba:	0,30
Výsledný čas úkazu:	22:31:39,88



tam opäť bude osobná chyba (oneskorenie medzi samotným okamihom úkazu a vysloveným signálom), ale čas sa dá veľmi presne určiť po nahratí takéhoto zvukového záznamu do počítača (napr. v programe Audacity) a interpolovaním medzi dvomi sekundovými pulzami. Ak časové pulzy nie sú nahrávané paralelne, ale iba pred a po pozorovaní, môže byť nepresnosť vyššia najmä u kazetových záznamníkov, kde rýchlosť pásky kolíše (napr. vplyvom vonkajšej teploty).

Video (TV) - VHS / digi

Najlepšou a cenovo ešte prijateľnou metódou pre amatéra je použitie video kamery. Na pozorovanie najmä zákrytov jasnejších hviezd asteroidmi postačí niekedy aj bežná video kamera, ale na kvalitné snímanie menej jasných hviezd je vhodná buď oveľa citlivejšia kamera, alebo navyše zosilňovač obrazu. Na trhu sú cenovo dostupné citlivé kamery – Oscar (citlivosť 0,01 lx), Watec (0,0001 lx), americké kamery radu Supercircuits (citlivosť 0,04 – 0,0001 lx), či mnohé ďalšie.

Pri vizuálnom pozorovaní sa za limitnú jasnosť považuje jasnosť najslabšej hviezdy, ktorú pozorovateľ ešte vidí. U video kamier je to trochu iné. Hoci pri režime Play je na monitore hviezda pozorovateľná, pri krokovaní obrazu sa často obraz takejto hviezdy stráca v šume. Stabilný obraz má až hviezda jasnejšia asi o pol magnitúdy.

Je zrejme, že z video záznamu je pri spracovaní potrebné získať presný čas okamihu úkazu. Toto sa dá doceliť viacerými spôsobmi: najjednoduchší spôsob je nasnímať krátko pred úkazom a po úkaze na kameru presný čas (väčšinou je k tomu potrebné vymeniť objektív). Z počtu video snímkov (u nás obyčajne 25 snímkov za sekundu) pri krokovaní videa možno získať presné časy úkazu(ov) jednoduchou interpoláciou. V tomto prípade treba uvažovať aj s prípadnou chybou hodín, ako to bolo uvedené vyššie (riešením je blikajúca LED dióda, ktorá nevnaša časové opozdenie). Iná alternatíva je snímať spolu s obrazom aj zvukový signál z DCF prijímača. Vo vhodnom počítačovom programe, kde je možné súčasne sledovať a editovať obraz aj zvuk potom odčítať presný čas (poradie snímky) na základe zvukových pulzov. Najlepší spôsob, ako odčítať čas presne, je použiť vkladáč času (anglicky time inserter). Takéto zariadenie dokáže do analógového video signálu vložiť čas synchronizovaný s GPS alebo DCF. Obyčajne ide o úzky pásik obrazu, v ktorom je zobrazený dátum a čas. Čas je udávaný s presnosťou 0,001-0,01s, alebo za údajom sekundy nasleduje poradie snímky (polsnímky) v danej sekunde. Podľa počtu snímkov sa dá určiť odpovedajúci zlomok sekundy. Presnosť takého snímania je závislá na snímkovaní video zariadenia a u nás používané videá majú presnosť 0,04 alebo 0,02s (snímka, resp. polsnímka). Úkaz na obrázku nastal 21.4.2007 o 23:53:48,28.

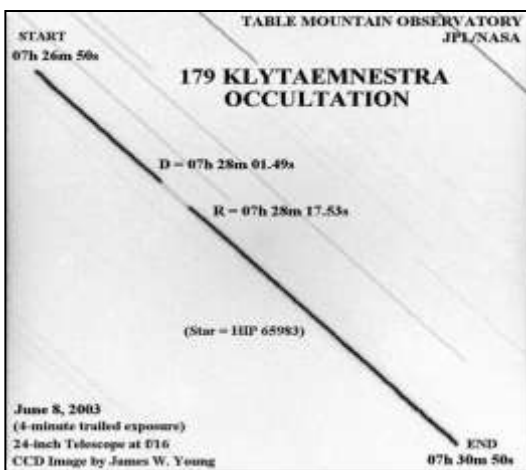


Metóda driftu

CCD kamery bežne používané v astronómii sú na meranie časov nevhodné, pretože majú dlhú vyčítavaciu dobu snímacieho čipu. Dnes zatiaľ nie sú na trhu kamery, ktoré by boli schopné urobiť za sekundu 20-30 snímok. Napriek tomu sa aj tieto citlivé kamery môžu použiť na meranie času metódou driftu, najmä u planétkových zákrytov. Princíp metódy

spočíva v tom, že sa nasníma hviezda pri zastavenom pohone ďalekohľadu po dobu niekoľkých minút (závisí od presnosti predpovede, ale aj zorného poľa kamery).

To znamená, že krátko pred predpovedaným úkazom sa umiestni hviezda na okraj zorného poľa kamery a v presne známom čase sa vypne pohon ďalekohľadu. Od tejto chvíle sa pohybujúca hviezda (vplyvom zdanlivého pohybu oblohy) bude zaznamenávať ako čiara. Táto čiara bude v okamihu zákrytu prerušená, alebo aspoň výrazne poklesne jej jasnosť, až do okamihu výstupu hviezdy spoza asteroidu. Po uplynutí predpokladaného času úkazu sa motor ďalekohľadu opäť spustí rovnako v známom presnom čase, čím hviezda prestane robiť na snímke čiaru. Je zrejmé, že orientáciu snímky a teda aj kamery je vhodné nastaviť tak, aby sa hviezda počas expozície pohybovala po uhlopriečke. Čím bude nasnímaná čiara dlhšia, resp. čím bude mať viac pixlov, tým presnejšie sa potom dá odčítať výsledný čas. Problémom tejto metódy je okamžité spustenie, resp. zastavenie motora ďalekohľadu s požadovanou presnosťou. Aj preto výsledná presnosť nie je lepšia ako 0,1s.

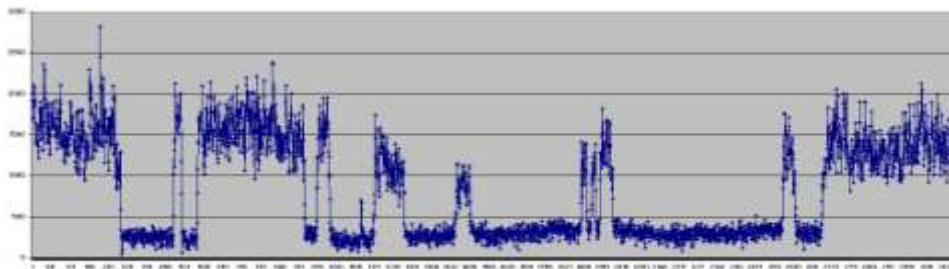


Príklad: Uvedenú snímku možno vyhodnotiť jednoduchou interpoláciou medzi dvomi známymi časmi. V našom príklade majú jednotlivé úsečky po odmeraní nasledovné dĺžky: SE=329px, SD=98px, SR=120px. (S je začiatok expozície - zastavenie motora, D vstup hviezdy za asteroid, R - výstup a E koniec expozície). Z prvej úsečky vieme, že 329px odpovedá 4 minútam, resp. 240 sekundám, teda približne $1px=0,729s$. Potom druhej úsečke odpovedá čas 71,5s a tretej úsečke čas 87,5s od začiatku expozície, teda 07:28:01,5s, resp. 07:28:17,5s.

Metóda driftna sa dá využiť aj pri fotoaparátach, najmä zrkadlovkách, kde sa dá ako objektív použiť objektív ďalekohľadu. Dokonca dáva lepšie výsledky, pretože kvalitné zrkadlovky majú výrazne lepšie rozlíšenie i keď na druhej strane možno nižšiu citlivosť čipu.

Vysokorýchlostná fotometria

Táto metóda sa používa na odborných pracoviskách a amatér k nej obyčajne nemá prístup.



Fotoelektrická fotometria, ktorá je najpresnejšou fotometrickou metódou, umožňuje určovať jasnosť hviezd s presnosťou až na 0,005 magnitúdy. Fotoelektrická fotometria má aj vysokú časovú rozlišovaciu schopnosť, preto je veľmi vhodná nielen na výskum premenných hviezd, ale aj zákrytov.

Zemepisná poloha

Vedecký význam má pozorovanie len vtedy, ak je urobené precízne a presne. S tým súvisí aj čo najpresnejšie určená zemepisná poloha pozorovateľa na Zemi. Pre jednotlivé pozorovania sa vyžaduje nasledovná presnosť:

Totálne zákryty	0,5" - 15 m
Dotyčnicové zákryty	0,3" - 10 m
Zákryty hviezd asteroidom	3,1" - 100 m
Slniečné zatmenia	0,5" - 15 m
Nadmorská výška	0,5" - 15 m



Geodetická poloha sa udáva tromi veličinami – zemepisnou dĺžkou, šírkou a nadmorskou výškou. Pri určovaní polohy treba vychádzať z geodetického dátumu, t.j. minimálneho súboru parametrov, ktoré sú potrebné na definovanie polohy a orientácie miestneho referenčného systému vo vzťahu ku globálnemu referenčnému systému. Dátum definuje polohu počiatku, merítko a orientáciu osí súradnicového systému - je daný modelom Zeme (obyčajne elipsoidom), ktorý najlepšie odpovedá povrchu Zeme v danej oblasti. Dnes sa na celom svete najčastejšie používa systém WGS 84, ktorý je geocentrický a je obyčajne implicitne nastavený aj v prijímačoch GPS.

Systém GPS pozostáva z minimálne 24 družíc, ktoré lietajú okolo Zeme po 6 dráhach so sklonom 55°. V každom okamihu sú nad každým miestom na povrchu Zeme pozorovateľné nad obzorom minimálne 4 družice. Všetky družice majú na palube atómové hodiny, ktoré sú vzájomne synchronizované. Na základe doby, ktorá je potrebná na to, aby sa signál dostal z družice k prijímaču sa prepočíta geometrická poloha prijímača vo vzťažnom systéme, teda geografické súradnice. Chyba takto určených geografických súradníc by nemala prekročiť 15m, vo väčšine prípadov je ešte menšia. Oveľa presnejšie sa dá poloha odmerať pri použití diferenciálneho merania - údaje sa porovnávajú s údajmi získanými v tom istom čase na odbornom pracovisku s presne známymi súradnicami. K takémuto meraniu sa obyčajne amatér nedostane.

Problémom stále ostáva určenie nadmorskej výšky, ktorú prijímače GPS neudávajú dostatočne presne. Preto je lepšie určiť ju napríklad z mapy, kde sú zaznačené vrstevnice, t.j. čiary s rovnakou nadmorskou výškou. Vyžadovaná presnosť určenia tejto hodnoty je 10-15m. Túto presnosť spĺňajú bežné turistické mapy v mierke 1:50 000, kde sa dá medzi jednotlivými vrstevnicami interpolovať. Dôvod presného určenia nadmorskej výšky je vysvetlený ďalej v kapitole Dotyčnicové zákryty - korekcia na nadmorskú výšku.

Na určenie zemepisných súradníc pre pozíčné pozorovania sú použiteľné mapy s mierkou 1:10 000 až 1:25 000. Turistické mapy s mierkou 1:50 000 sú už obyčajne málo presné - 1mm na mape odpovedá 50m v skutočnosti. Keďže presnosť odhadu na mape neprekročí 0,5mm, je potom chyba určenia polohy aspoň 25m.

K dostatočne presnej zemepisnej polohe sa možno dostať aj na internete, či pomocou počítačového programu. Za zmienku stojí najmä populárny Google Earth, resp. Google Map, ale aj mnohé ďalšie.

Totálne zákryty hviezd Mesiacom

Mesiac pri obehu okolo Zeme prejde na oblohe denne asi 13° . Pri svojom uhlovom rozmere asi $0,5^\circ$ tak každý deň zakryje, nech už sme kdekoľvek na Zemi, niekoľko hviezd (počet pozorovateľných zákrytov je závislý na limitnej jasnosti týchto hviezd a ich vzájomnej polohe s Mesiacom).



Pri zákryte hviezdy vrhá Mesiac tieň na Zem. Vzhľadom na obrovskú vzdialenosť hviezdy od Mesiaca môžeme lúče považovať za rovnobežné. Tieň Mesiaca má preto na povrchu Zeme zhruba rovnako veľký rozmer ako samotný Mesiac (platí v sublunárnom bode, ak spojnica hviezdy a stredu Mesiaca prechádza aj stredom Zeme), alebo ešte väčší (ak spomenutá spojnica míňa stred Zeme). Pohyb tohto tieňa po povrchu Zeme je rýchly. V sublunárnom bode nadobúda minimálnu hodnotu takmer 600 m/s a v našich zemepisných šírkach (Mesiac sa do zenitu nedostáva) okolo 1000 m/s. Rýchlosť pohybu sa samozrejme zvyšuje tým viac, čím je Mesiac nižšie nad obzorom. Keďže Mesiac prejde na oblohe voči hviezdám svoj priemer asi za hodinu, môže zákryt hviezdy trvať najviac túto dobu.

Možno povedať, že každý deň na každom mieste na Zemi nastane niekoľko



pozorovateľných zákrytov. Výnimkou sú dni v období okolo novu, keď je Mesiac pozorovateľný len pri súmraku. Vtedy vidno aj v ďalekohľade len jasnejšie hviezdy. Keďže Mesiac obieha okolo Zeme po dráhe so sklonom $5^\circ 8'$, môže na danom mieste na Zemi priebežne zakryť všetky hviezdy v páse širokom takmer 12° (treba pripočítať aj uhlový rozmer samotného Mesiaca). V tomto páse dominujú štyri najjasnejšie hviezdy Aldebaran, Regulus, Spica a Antares, ktoré by sme mohli vidieť tesne pri Mesiaci aj voľným okom. Inou zákrytárskou pozorovateľskou lahôdkou sú prechody Mesiaca popred hviezdokopy M45 Plejády a M44 Jasličky.

Áká jasná musí byť hviezda, aby sme ju mohli pri zákryte pozorovať, závisí od viacerých faktorov:

- priemer objektívu ďalekohľadu – asi najdôležitejší parameter
- výška hviezdy (Mesiaca) nad obzorom – pri obzore dochádza k extinkcii
- výška Slnka pod obzorom – počas dňa i pri súmraku vidno len jasné hviezdy

- fáza Mesiaca – v období okolo novu to súvisí s predchádzajúcimi bodmi, v období okolo splnu je zase obloha okolo Mesiaca značne prežiarená
- stav atmosféry, počasie
- typ úkazu - vstup alebo výstup za neosvetlenou resp. osvetlenou stranou Mesiaca

Je zrejme, že ľahšie pozorovateľné sú tie úkazy, ktoré nastávajú za neosvetlenou stranou Mesiaca. Za osvetlenou stranou je možné pozorovať len relatívne jasnejšie hviezdy. Preto v čase medzi novom a splnom pozorujeme najmä vstupy a v období medzi splnom a novom výstupy hviezd spoza mesačného limbu. Pritom treba brať do úvahy, že najmä pri vizuálnej metóde je pozorovanie vstupov ľahšie ako pozorovanie výstupov. Pri výstupe sa môže hviezda zjaviť na mieste, ktoré nemusí byť „správne odhadnuté“ a v okamihu, keď je spozorovaná, už môže byť neskoro. Najviac zákrytov nastane vtedy, keď Mesiac prechádza Mliečnou cestou - oblasťou s mnohými hviezdami. V našich zemepisných šírkach je to najmä v oblasti Býka a Blížencov, ktorá je vysoko nad obzorom. Oblasť Strelca je síce bohatšia na hviezdy, ale nad obzorom je len relatívne nízko a krátko. Keď to všetko zhrnieme, ideálne obdobie na pozorovanie totálnych zákrytov je prvá časť noci okolo jarnej rovnodennosti (Mesiac okolo prvej štvrti - vstupy), resp. druhá časť noci okolo jesennej rovnodennosti (Mesiac okolo poslednej štvrti - výstupy). Údaje, ktoré sú v predpovediach sa líšia podľa zdroja, hoci väčšinu položiek majú rovnakú, alebo podobnú.

Príklad položiek predpovede:

DATE – dátum úkazu vo formáte deň mesiac rok alebo rok mesiac deň

TIME – čas úkazu v UT zaokrúhlený na celú sekundu

P – typ úkazu, D = Vstup, R = Výstup, G = dotyčnicový zákryt (ak sú uvedené malé písmená, rozdiel medzi jasnosťou hviezdy a okraja Mesiaca je menší ako 1^m), C = konjunkcia, resp. zákryt nenastane

Acc – Presnosť predpovede v sekundách

D – kód dvojhviezdy,

OBJECT (STAR NO) – katalógové číslo hviezdy. XZ katalóg zahŕňa viac ako 58 000 hviezd v ekliptikálnej zóne, kde nastávajú zákryty. Použité môžu byť aj katalógy ZC, SAO, Hubble Guide Star, prípadne ďalšie.

SP – spektrum hviezdy

MAG – jasnosť zakrývanej hviezdy

Príklad predpovede:

```

I.I.O.T.A. (PC Version) TOTAL OCCULTATION PREDICTIONS FOR 2004          PAGE 1
COORDS., LOCATION, IDENT.-- E 19 09 18.9, +48 43 05.7, +0568M -- BANSKA BYSTRICA, SK -- 178MC+150MR
DAY TIME-UT P AC OBJECT          H M S D          LIB LIB M/O M/O S/K O / / O / / H M S
O MAX SP PCT ELG SN MN CA PA VA WA LONG LAT A B C HA DECL. RT. ASC. -- STATION CODE SZ132
V MAG SNLT AL AL AZ          JANUARY ***** JANUARY ***** JANUARY *****
23 8.8 A5 71+ 115 -6 40 123 27N 7 41 25 4.5 2.3 .1 2.9 1.1 -405354 114502 21508.6
23 8.8 K5 71+ 115 -8 42 127 23N 4 37 22 4.4 2.2 .2 3.1 1.3 -374048 114805 21522.9
44 8.2 A0 71+ 115 -9 42 129 15S 146 177 164 4.4 2.2 ***** -354057 112542 21605.4
GRAZE NEARBY -- APPROXIMATE S. LIMIT -- LAT. = 48.866 - .951 (W. LONG. -340.845), CA= 15S, SEC. RA= 5.378, DEC=41.94.
1/18 08 29/D 2 PPM 118122 14 8.7 G0 72+ 116 53 175 75N 55 58 73 3.9 2.0 -1.4 1.3 .4 -24655 121249 21910.8
1/18 25 43/D 5 PPM 118126 33 9.0 G0 72+ 116 53 182 38S 123 121 141 3.9 2.0 -3.8-3.1-1.1 12822 115937 21933.4
1/22 23 32/D 2 PPM 118193 24 8.5 G0 73+ 118 30 255 67N 48 7 65 3.2 1.7 -.8 .0 1.1 594525 130209 22445.8

```

PCT SNLT (%ILL) – Osvetlená časť Mesiaca (v percentách) 0% = nov, 50% = štvrt', 100% = spln. znamienko "+" udáva fázu medzi novom a splnom (rastúci Mesiac) a znamienko "-" fázu medzi splnom a novom (ubúdajúci Mesiac)

ELG – elongácia Mesiaca v stupňoch (nov=0°, spln=180°)

SUNALT – výška Slnka nad obzorom (záporná hodnota znamená, že Slnko je pod obzorom)

MOONALT – výška Mesiaca nad obzorom

MOONAZ - azimut Mesiaca

CA (CUSP) – uhol úkazu meraný od severného (N), resp. južného (S) rohu Mesiaca ku hviezde. V okolí splnu sa udáva aj východ (E), resp. západ (W). Zápornú hodnotu nadobúda na osvetlenej strane.

PA – uhol úkazu meraný od severného okraja Mesiaca (najvyššia deklinácia) proti smeru hodinových ručičiek

VA – uhol úkazu meraný proti smeru hodinových ručičiek od vertexu mesačného limbu.

WA – Wattsov uhol – uhol úkazu meraný po mesačnom limbe od severného mesačného pólu. Je vhodný pri použití mapy Mesiaca (Mare Crisium má asi 300°).

LONG LIB – librácia Mesiaca v dĺžke ako je pozorovateľná v čase úkazu. Maximálna hodnota je 7,59°

LAT LIB – librácia Mesiaca v šírke. Maximálna hodnota je 6,83°

A, B, C – koeficienty na opravu predpovedaného času pre inú zemepisnú dĺžku a šírku v minútach na stupeň

RV – (pre fotoelektrické pozorovanie) - radiálna rýchlosť pohybu hviezdy voči mesačnému limbu v tisícinach oblúčkovej sekundy za sekundu

CCT - (pre fotoelektrické pozorovanie) – kontaktný uhol – vzdialenosť medzi normálou k mesačnému limbu a smerom pohybu Mesiaca.

RA, DE – rektascenzia a deklinácia hviezdy

V programe LOW je okrem toho graficky zobrazená aj poloha hviezdy pri Mesačnom okraji. Toto je veľmi užitočné najmä pri výstupoch hviezd spoza Mesiaca, kedy nie je ľahké odhadnúť, kde sa hviezda zjaví.

APERTURE – minimálny priemer objektívu ďalekohľadu (cm) potrebný na to, aby bol úkaz pozorovateľný.



Samotné pozorovanie spočíva v zaznamenaní presného času zákrytu. Pre amatéra je najjednoduchšie odmerať čas stopkami a porovnať zaznamenaný okamih s referenčným signálom. Oveľa presnejšie údaje sa získajú pri snímaní úkazu kamerou.

Po pozorovaní je potrebné všetko zaznamenať, vyhodnotiť a poslať do databázového centra. Na zápis do formuláru môžeme použiť niekoľko spôsobov. Výsledky pozorovania možno editovať v textovom súbore pri dodržaní presných konvencií a kódovaní. Oveľa pohodlnejší spôsob je využiť programy Occult alebo Low, ktoré výstupný textový formát generujú automaticky. Pri tomto postupe je oveľa menšia pravdepodobnosť vnesenia

chyby, resp. preklepu. Tretí spôsob je použiť formát programu MS Excel. Aj Excel ponúka v jednotlivých bunkách možnosti výberu z povolených hodnôt. Po zaslaní regionálnemu koordinátorovi budú v konečnom štádiu aj tieto dáta pomocou makra konvertované do textového súboru.

V ďalšom texte bude popísaný excelovský formát IOTA, ktorý sa dá stiahnuť z adresy <http://www.timerson.net/IOTA/LunarOccultationReportForm%20V2.0c3.xls>. Pozostáva z troch častí - hárkov (nepovinné údaje sú písané kurzívou):

1. Údaje o pozorovateľoch

Zástupca, resp. pozorovateľ, názov miesta, e-mail

Komentár (nie archivovaný, ale môže pomôcť koordinátorovi)

Zoznam pozorovateľov (kód - písmeno A-Z, meno - v tvare J.Gerbos, *e-mail, poznámka*)

2. Údaje o ďalekohľadoch

Telescope - Označenie písmenami abecedy A-Z - ak je ďalekohľadov viac, treba vytvoriť ďalší formulár a všetky formuláre na konci označiť poradovým číslom, Type - typ (refraktor, Newton, Cassegrain ...), Mount - montáž (paralaktická, azimutálna...), Drive - pohon (motor, manual...), Aperture - priemer objektívu, Focal length - ohnisková vzdialenosť objektívu, Longitude - zemepisná dĺžka v tvare ddd mm ss.ss E/W, Latitude - zemepisná šírka v tvare dd mm ss.ss N/S, Horizontal datum - geografický dátum pre z. dĺžku a šírku, Height - nadmorská výška, Vertical datum - geografický dátum podkladu pre nadmorskú výšku

3. Údaje o pozorovaných časoch.

Observation - pozorovanie č., Telescope code - kód ďalekohľadu (A-Z), Observer code - kód pozorovateľa (A-Z), Date - dátum v tvare rrrr mmm dd, Time - čas v tvare hh mm ss, Catalog, Star - hviezda (číslo), WDS double star component - zložka dvojhviezdy vo *WDS katalógu*, Graze - dotyčnicový zákryt (A/N), Phenomenon - úkaz (vstup, výstup, záblesk, blik, mimo), Lunar limb - okraj Mesiaca (osvetlený, neosvetlený, v tieni počas zatmenia...), Duration - trvanie úkazu v tvare s.sss (ak nebol okamžitý), Method of recording - metóda záznamu (video, stopky, záznamník...), Method of Timing - referenčný čas (GPS, rádiový signál, počítač...), Personal equation application - použitie osobnej chyby (nie je/napr. video, odčítaná, neodčítaná, neznáma...), PE value - hodnota osobnej chyby (0.xx), Accuracy - presnosť (0.xxx - závisí od metódy...), Certainty - istota (pri vizuálnom meraní), Signal/noise - pomer signál/šum, Double star info - info o dvojhviezde (*severná, východná... zložka, jasnejšia zložka...*), Stability - stabilita obrazu (dobrá, slabá...), Transparency - priehľadnosť atmosféry, Remarkable circumstances - pozoruhodné okolnosti (*viditeľný populavý svit, silný vietor, slabá hviezda, veľká oblačnosť...*), Temp - teplota v °C

Súbor by mal byť pomenovaný podľa zaužívanej konvencie v tvare RRRRMMDD_HviezdnyKatalog/Číslo_Zástupca.xls

Napr. 20051225_ZC1925_Gerbos.xls, resp. 20051225_ZC1925_Gerbos1.xls

Príklad vyplneného textového formuláru:

```

GRAZE OCCULTATION OF THE STAR HIP 16268 ON AUGUST 28. 2002
PLACE NAME RIMAVSKA SOBOTA, SLOVAKIA
ADDRESS TOMASOVSKA 63; 97901 RIMAVSKA SOBOTA; SLOVAKIA
E-MAIL ADDRESS ASTRORS@STONLINE.SK
REPRESENTATIVE JAROSLAV GERBOS
REPORTED TO ILOC, IOTA
TA RAM 8.0 120.0 20 21 03.9 E 48 19 10.5 N 175.0S42 A
TB REM 9.0 100.0 20 21 08.7 E 48 19 06.5 N 175.0S42 B
TC REM 10.0 160.0 20 21 16.6 E 48 18 58.4 N 175.0S42 C

```

OA	P. KLUCOVSKY				A					
OB	J. GERBOS				B					
OC	P. RAPAVY				C					
	200208282348183	S	93454		A	A	A	1S	RNO 01 2 22 15 6	AAA
	200208282348390	S	93454		A	A	A	2S	RNO 01 2 22 15 6	AAA
	200208282348402	S	93454		A	A	A	1S	RNO 01 2 22 15 6	AAA

Dotyčnicové zákryty hviezd Mesiacom

Tento úkaz je asi najzaujímavejší zo všetkých pozičných meraní. Nastáva na tých miestach na Zemi, ktorými prechádza hranica tieňa Mesiaca. Na oblohe to vyzerá tak, že hviezda sa "dotkne" okraja Mesiaca. Keďže povrch Mesiaca nie je hladký, hviezda môže pri jej relatívnom pohybe voči Mesiacu aj niekoľkokrát "zapadnúť" a znova "vyjsť" za terénymi nerovnosťami mesačného reliéfu. Celé divadlo tak môže trvať niekoľko minút a pozorovateľ môže zaznamenať aj viac ako 10 kontaktov.

Takáto situácia nastáva pre dané pozorovacie stanovište (napr. hviezdáreň) len zriedka, aj to ide obyčajne o slabé hviezdy. Preto na rozdiel od totálnych zákrytov musí pozorovateľ spravidla vycestovať na miesta, kde k dotyčnicovému zákrytu dôjde.



Pozorovanie dotyčnicového zákrytu má ešte väčší význam, ak sa organizuje expedícia viacerých pozorovateľov, pričom každý pozoruje v inej vzdialenosti od hranice tieňa. Každý z nich potom podľa mesačného profilu registruje iné časy a počty zákrytov. Ešte v nedávnej minulosti slúžili tieto pozorovania na spresnenie mesačného profilu, dnes je už povrch Mesiaca podrobne zmapovaný japonskou sondou Kaguya a pozorovania slúžia skôr na spresnenie údajov o hviezde (napr. podvojnosť), ale aj na získanie ďalších informácií.

Predpoveď oproti totálnym zákrytom je výrazne iná. Popíšeme predpoveď generovanú programom Occult. Pozostáva z textovej a grafickej časti. V textovom súbore sú uvedené osobitne údaje nezávislé od pozorovacieho miesta: *označenie hviezdy, jej jasnosť, dátum a rozsah predpovedaných časov a nominálna nadmorská výška*. Ďalej nasleduje tabuľka s údajmi závislými od danej pozorovacej polohy: *zemepisná dĺžka a šírka hranice tieňa, čas zákrytu, výška Slnka nad obzorom, výška Mesiaca nad obzorom, azimut Mesiaca, pozičné uhly PA, AA, CA*. Ďalej sa uvádza *geodetický dátum, parametre dvojhviezdy, librácie Mesiaca, percento osvetlenej časti a elongácia Mesiaca a mierka zobrazenia Mesačného profilu (km/" pre vertikálnu a km/min. pre horizontálnu mierku)*. Pokračuje tabuľka pre vybranú polohu, kde je uvedená závislosť limitnej jasnosti hviezdy od odporúčaného priemeru objektívu a pozičného uhla CA. Posledná tabuľka uvádza pozorovacie stanice (u nás obyčajne hviezdárne) a ich kolmú vzdialenosť od hranice tieňa.

Graficky je zobrazený priebeh mesačného profilu s uvedenými mierkami vypočítaný pre konkrétnu zemepisnú polohu (dĺžku). Podľa tohto priebehu je potrebné rozostaviť pozorovateľov v rôznych vzdialenostiach kolmo na hranicu tieňa. Nakoniec je generovaný súbor pre GoogleEarth, resp. html link pre GoogleMap, kde je zobrazená hranica tieňa na Zemi v danej oblasti.

Predpoveď dotyčnicového zákrytu

Grazing Occultation of 1384cK0 Magnitude 7.2 [Red = 6.7]
 Date: 2011 Nov 18 2h 51m, to 2011 Nov 18 2h 59m
 Nominal site altitude 0m

E. Longit.	Latitude	U.T.	Sun Alt	Moon Alt Az	TanZ	PA	AA	CA
o ' "	o ' "	h m s				o	o	o
17 0 0	49 56 25	2 50 30		45 146	0.99	205.7	188.56	7.32S
...								
19 0 0	49 22 52	2 53 35		47 149	0.94	206.2	188.99	7.75S
19 15 0	49 18 29	2 53 59		47 150	0.93	206.2	189.04	7.80S
19 30 0	49 14 2	2 54 23		47 150	0.92	206.3	189.09	7.85S
...								
21 45 0	48 32 2	2 58 7		49 154	0.87	206.8	189.58	8.34S
22 0 0	48 27 8	2 58 33		49 155	0.87	206.8	189.64	8.40S

Path coordinates are referred to WGS84 (as used by GPS), with the nominal site altitude being referenced to Mean Sea Level.

Projected diameter of star 1 meters [Estimated]
 1384 is double:

This next pair is not confirmed
 ** 8.2 8.2 0.050" 81.0** (OCc 933) Graze path of ? 0.06 km south, and 0.1 secs later compared to the primary

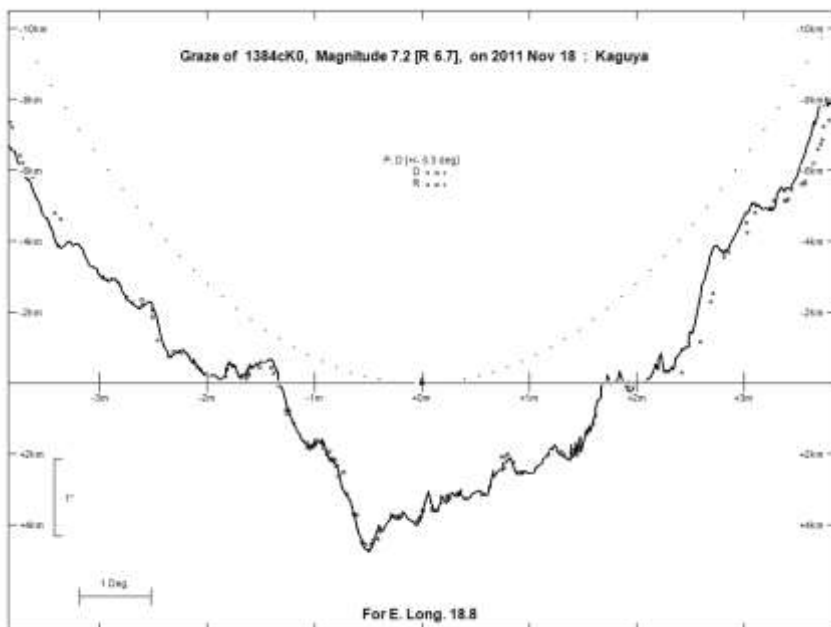
Librations	Long -6.36	Lat +6.66
	P +188.35	D +7.85
Illumination of moon	55%-	
Elongation of Moon	96	
Vertical Profile Scale	2.18 km/arcsec at mean distance of moon	
Horizontal Scale Factor	1.50 deg/min	

At longitude 19.50:

Limiting Magnitudes	for various telescope apertures (in cm)						
CA\Tdia	5	10	15	20	25	30	35
3.9	5.2	6.6	7.4	7.9	8.3	8.6	8.7
5.9	5.8	7.2	8.0	8.5	8.9	9.2	9.4
7.9	5.8	7.2	8.0	8.6	8.9	9.2	9.4
9.9	5.8	7.2	8.0	8.6	8.9	9.2	9.4
11.9	5.8	7.3	8.1	8.6	9.0	9.2	9.4

Results of Observer Scan

Site	Long.	Lat.	Dist.	UT
				h m s
SZ101 CZ Rokycany	13.6	49.8	108km	2 45 37
SZ103 CZ Praha-Petrin	14.4	50.1	54km	2 46 43
SZ113 CZ Valasske Mezirici	18.0	49.5	21km	2 51 59
SZ165 SK Kysucke Nove	18.8	49.3	14km	2 53 13
SZ132 SK Banska Bystrica	19.2	48.7	62km	2 53 50
SZ156 SK Rimavska Sobota	20.0	48.4	71km	2 55 13
SZ181 SK Humenne	21.9	48.9	45km	2 58 24



Graze of ZC1384 2011 Nov 18

Top of Map = North, Left = West, Right = East, Bottom = South

Use + or - in following input boxes to decide which side of the GREEN line to draw line.

A + value places a line on the True Right Hand Side of the path (in direction of increasing time).

To set gray offset line A (in km perpendicular to GREEN line), edit this box then [Click Here](#)

To set gray offset line B (in km perpendicular to GREEN line), edit this box then [Click Here](#)



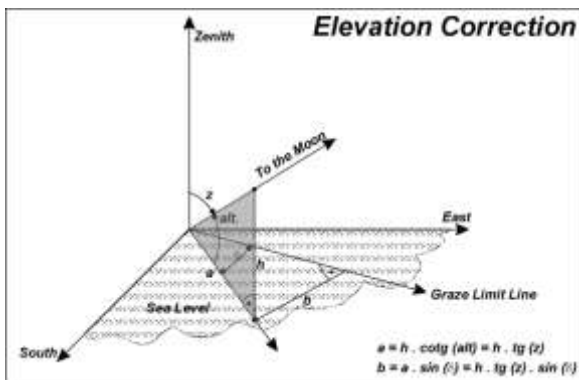
(Offset line is 3 kilometres from path center)

Priebeh prípravy pozorovania a samotného pozorovania je nasledovný:

- Zvolí sa vhodná lokalita pre pozorovanie. Treba brať do úvahy výšku Mesiaca a členitosť terénu zvolenej oblasti.
- Spočíta sa profil mesačného povrchu pre danú zemepisnú dĺžku. Je možné použiť aj profil z inej lokality vzdialenej do $\pm 1-2^\circ$, ale treba rátať s tým, že profil Mesiaca bude o máličko pootočený (sklon závisí od vzdialenosti od predpovedanej polohy)
- Do mapy oblasti sa vyznačí čiara hranice tieňa, resp čiara hranice opravená na priemernú nadmorskú výšku. Rovnobežne s ňou sa môže vyznačiť ešte niekoľko ďalších čiar, vzdialených od hranice napr. každý ďalší kilometer na obidve strany podľa predpovedaného mesačného profilu.
- Podľa počtu pozorovateľov sa vyberú vhodné oblasti v profile (aby nastalo čo najviac kontaktov) a podľa ich vzdialenosti od hranice tieňa aj samotné miesta na mape.
- Ak niektorý z pozorovateľov bude potrebovať zdroj 230V, obyčajne sa dá vopred dohodnúť s miestnymi obyvateľmi.
- Každý pozorovateľ by mal pred pozorovaním obdržať grafické zobrazenie mesačného profilu a svoju vzdialenosť od tieňa. Podľa uvedenej mierky potom vie odhadnúť priebeh úkazov, ale najmä čas prvého a posledného kontaktu.
- Je dobré, ak si pozorovatelia môžu svoje pozorovacie stanovišťa pozrieť ešte pred pozorovaním, ale nie je to podmienka.
- Všetci pozorovatelia sa rozmiestnia na svoje miesta dostatočne včas, aby si pripravili potrebnú techniku. Pri práci s videom treba počítať minimálne s 30 minútami príprav.
- Po pozorovaní sa opäť všetci zídu a organizátor zozbiera všetky získané údaje. Neskôr ich po predspracovaní pošle svetovému koordinátorovi dotyčnicových zákrytov.

Korekcia na nadmorskú výšku

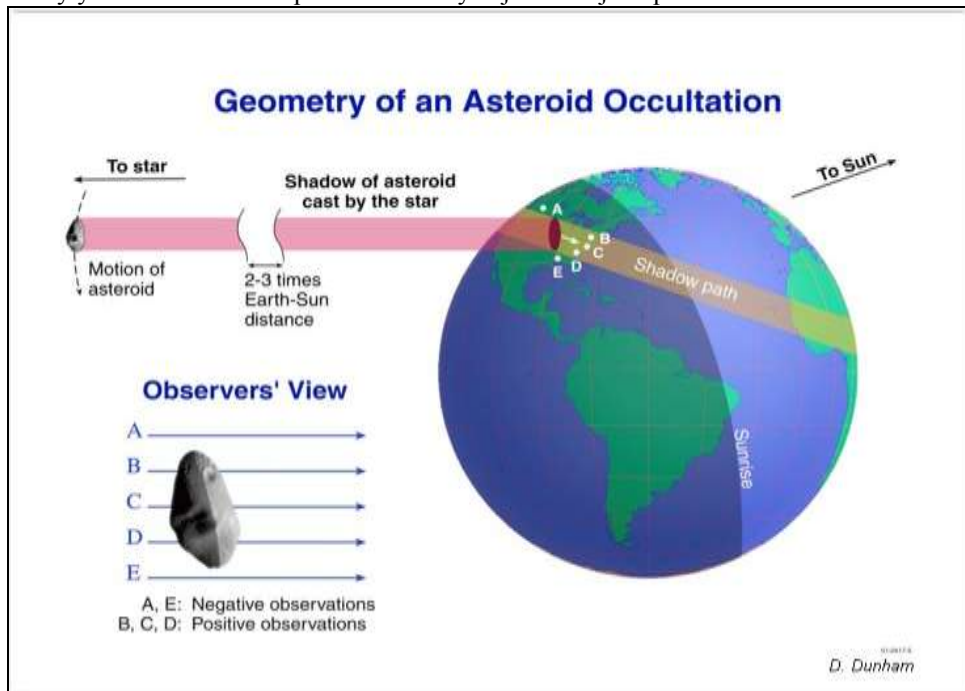
Ako bolo už vyššie spomenuté, predpoveď zákrytu je robená pre konkrétnu nadmorskú výšku. Ak je ale pozorovateľ vyššie, alebo nižšie, videl by to isté, akoby bol na pôvodnej nadmorskej výške, ale v azimute posunutý bližšie, resp. ďalej od Mesiaca. Táto vzdialenosť je závislá nielen od rozdielu nadmorských výšok, ale aj od výšky Mesiaca nad obzorom. Práve pri nízkych polohách Mesiaca môže dôjsť k veľkým posunom v profile. Situáciu najlepšie dokumentuje obrázok. Vzdialenosť $a = h \cdot \text{tg}(z)$, kde z je zenitová vzdialenosť Mesiaca. Hodnota $\text{tg}(z)$ je uvedená v predpovedi.



Protokol o pozorovaní dotyčnicového zákrytu je prakticky totožný s protokolom pre totálne zákryty.

Zákryty hviezd asteroidmi

Asteroidy sú telesá o rozmeroch niekoľkých desiatok metrov až po stovky kilometrov. Z celkového počtu viac ako milión telies je len pol tučta väčších ako 300km. Väčšina asteroidov sa pohybuje v páse medzi Marsom a Jupiterom, ale dosť je aj takých, ktoré križujú Zem. Aj to je jedným z dôvodov, prečo je potrebné asteroidy skúmať a pozorovať. Zákryty hviezd asteroidmi patria k vedecky najužitočnejším pozorovaniam.



Podobne ako pri zákryte hviezdy Mesiacom, aj v tomto prípade tieň asteroidu dopadá na povrch Zeme. Podľa jeho veľkosti a podľa vzájomných rýchlostí Zeme a asteroidu môže zákryt trvať od zlomku sekundy až po desiatky sekúnd. Typická hodnota sú rádovo sekundy. Od jasnosti hviezdy a asteroidu závisí to, ako bude prebiehať pozorovateľná svetelná zmena. Obyčajne býva hviezda oveľa jasnejšia ako asteroid, ktorý spravidla pozorovateľný ani nie je. Vtedy hviezda pri zákryte úplne zhasne. Ak je jasnosť asteroidu v dosahu teleskopu, dôjde len k poklesu jasnosti hviezdy. Rozdiel jasností hviezdy a asteroidu by nemal byť menší ako asi $0,5^m$, aby sa nestratil v šume, resp. scintilácii hviezdy.

Predpovede zákrytov hviezd asteroidmi sú závislé predovšetkým na tom, ako dobre je známa dráha asteroidu a poloha hviezdy. Potrebná presnosť v uhlovej mierke je rádovo $0,01''$. Určiť parametre dráhy sťažuje gravitačný vplyv väčších telies ale aj vzájomné zrážky, malé rozmery a nízke albedo. Asteroid je pozorovateľný len v krátkom období, kedy sa priblíži k Zemi a Slnku.

Predpoveď zákrytu hviezdy asteroidom obsahuje textovú a grafickú časť. V textovej časti predpovede nájdeme informácie o hviezde (jasnosť, rovníkové súradnice), asteroide (jasnosť, priemer, paralaxa, hodinové zmeny rovníkových súradnic), pozorovacích podmienkach (trvanie zákrytu [s], pokles jasnosti pri zákryte, uhlová vzdialenosť od Slnka a od Mesiaca, fáza Mesiaca).

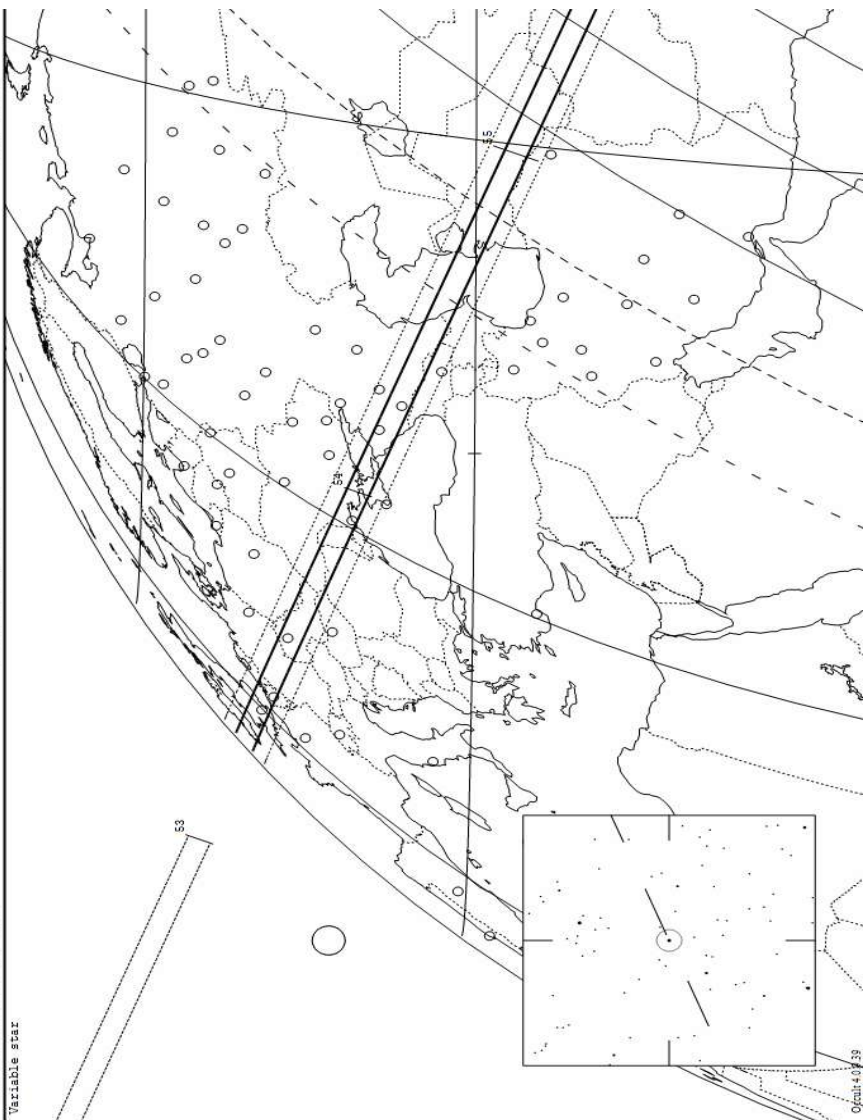
Grafická časť zobrazuje priebeh tieňa po Zemi. Vyznačený býva stred tieňa, jeho hranice (závisia od rozmeru asteroidu ale aj od azimutu a výšky nad obzorom) a hranica pravdepodobnosti úkazu. Súčasťou predpovede je aj mapka okolia hviezdy. V poslednej

116 Sirona occults TYC 0282-00753-1 on 2011 Dec 4 from 2h 53m to 2h 59m UT

Star: 7.7 $M_p = 11.9$ $M_r = 5.4$
 RA = 12 26 14.3978 (J2000)
 Dec Base 0 46 12.004 0.43 101
 Prediction of 2011 Nov 27.0
 Variable star

Max Duration = 3.3 secs
 Max Mag Drop = 5.1 (6.9x)
 Sun : Dist = 66 deg
 Moon : Dist = 70 deg
 E 0.039x 0.038" in PA 94

Asteroid:
 Mag = 12.6
 Dia = 102km
 Paralax = 3.250"
 Hourly dDec = -21.68"



dobe sú prínosom predpovede a ich následné upresnenia „v poslednej minúte“, čo umožňuje lepšie naplánovanie expedícií.

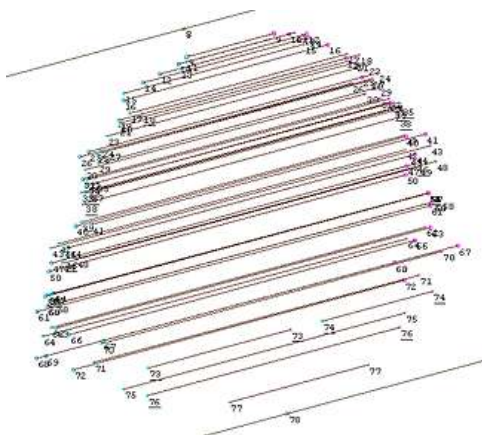
Vzhľadom na malé rozmery a veľkú vzdialenosť asteroidov od Zeme je pozorovanie zákrytov prakticky jediným spôsobom, ako získať informáciu o tvare asteroidu, prípadne o možných prirodzených obežniciach. Oveľa podrobnejšie informácie sice poslali na Zem niektoré sondy letiace okolo niektorých asteroidov, ale takýchto prípadov je zatiaľ menej ako desať.

Aj keď zákryty hviezd asteroidmi nastávajú relatívne často, málokedy tieň prechádza niektorou z hviezdárni. Veľmi často sa preto musia organizovať výjazdové expedície, podobne ako pri dotyčnicových zákrytoch. Aj pri zákrytoch hviezd asteroidmi je potrebný na dosiahnutie čo najlepších výsledkov čo najväčší počet pozorovateľov. Tí by mali byť rozmiestnení po celej šírke tieňa, aby tak zachytili celý rozmer a tvar asteroidu. Z pozorovanej jasnosti a dodaného priemeru sa určuje albedo (odrazivosť povrchu. Odborníci v oblasti medziplanetárnej hmoty vedia určiť aj približné chemické zloženie a popri prípade tiež veľkoškálové rozloženie výrazných útvarov. Z týchto údajov a z dráhy sa dá zas určiť do akej skupiny planétok pozorované teleso patrí, jeho vznik, minulosť a prognóza vývoja. Takto sa dozvedáme nové poznatky nielen o jednotlivých asteroidoch, ale v prípade dostatočne veľkého súboru pozorovaní, pomocou štatistických metód i o dynamike a rozložení hmoty malých telies v Slnecnej sústave.

Je zrejmé, že cieľom pozorovania je získať dva časy – vstup hviezd za asteroid a jej výstup spoza neho. Metódy záznamu týchto úkazov sú rovnaké ako už bolo uvedené skôr. Je dobré (najmä ak je hviezda slabá), ak si pozorovateľ prehliadne zorné pole a „zoznámi sa s ním“ ešte niekoľko dní pred pozorovaním. Ušetrí tak drahocenný čas pri vyhľadávaní hviezd tesne pred samotným pozorovaním.

Napozorované hodnoty sa zapisujú do protokolu, ktorý sa dá stiahnuť na <http://www.asteroidoccultation.com/observations/AsteroidTextForm.txt>. Jeho položky sú: označenie asteroidu a hviezd, dátum a predpovedaný čas, kontaktné údaje pozorovateľa, parametre ďalekohľadu (priemer a ohnisková vzdialenosť objektívu, typ, zväčšenie), pozorovacie miesto (názov najbližšieho mesta, zemepisné súradnice a nadmorská výška, spôsob ich určenia), podmienky pozorovania (priezračnosť atmosféry, stabilita hviezd, vietor, oblačnosť...), zdroj časového signálu a metóda pozorovania, čas (začiatok pozorovania, vstup a výstup, prípadne čas najväčšieho priblíženia, koniec pozorovania, prípadne prestávky v pozorovaní

Jedným z doteraz najlepšie pozorovaných zákrytov hviezd asteroidom na svete bol zákryt hviezd HIP 19388 planétkou Tercidina v roku 2002, pozorovaný aj desiatkami slovenských a českých pozorovateľov. Získaný profil asteroidu je zobrazený na obrázku.

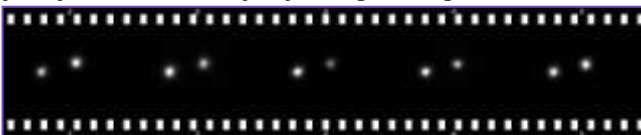


DATE (TE) DU MAXIMUM AN MS JR	PHENOMENE	DEBUT PENOMBRE			DEBUT OMBRE/OCC			DEBUT TOTALITE			MAXIMUM			FIN TOTALITE			FIN OMBRE/OCC			FIN PENOMBRE			DIST.A SAT. IMPACT			
		H	M	S	H	M	S	H	M	S	H	M	S	H	M	S	H	M	S	H	M	S	(RS)	(")	(")	
2009 5 23	2 OCC 1 A	11	47	0.	18	58	37.	14	59	6.	15	2	11.	11	48	59.	15	3	10.	19	7	15.	0.426	238	2.8	0.1019
2009 5 23	2 OCC 3 P	0	35	51.	18	35	56.	18	38	27.	18	40	60.	0	38	39.	0	41	28.	11	50	58.	0.193	337	4.7	0.533
2009 5 24	1 OCC 2 P	21	21	6.	18	35	56.	18	38	27.	18	40	60.	18	38	27.	18	40	60.	18	40	60.	0.414	304	4.7	0.105
2009 5 25	3 ECL 4	21	21	6.	18	35	56.	18	38	27.	18	40	60.	21	24	26.	21	27	44.	21	27	44.	0.031	304	3.5	1.826
2009 5 25	3 OCC 1 P	1	20	1.	18	58	37.	14	59	6.	15	2	11.	19	2	54.	15	3	10.	19	7	15.	0.108	518	5.8	0.836
2009 5 25	3 OCC 2 T	8	30	35.	14	59	6.	14	59	6.	15	2	11.	15	3	10.	15	4	8.	15	7	14.	0.259	488	7.7	0.009
2009 5 26	2 ECL 4	8	30	35.	8	3	12.	8	32	22.	8	32	22.	8	32	22.	8	32	22.	1	28	33.	0.349	488	1.9	0.636
2009 5 26	3 OCC 1 P	8	30	35.	8	3	12.	8	32	22.	8	32	22.	8	32	22.	8	32	22.	8	34	11.	0.005	1431	1.1	1.560
2009 5 26	3 OCC 1 P	16	55	18.	16	55	18.	16	55	18.	16	55	18.	17	0	57.	17	0	57.	17	6	27.	0.311	669	5.9	0.953

Vzájomné úkazy Jupiterových mesiacov

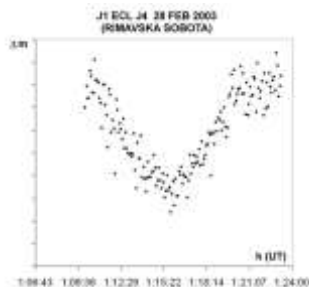
Už v úvode bolo spomenuté pozorovanie Olafa Römera, pri ktorom pomocou zákrytov Jupiterových mesiacov samotným Jupiterom spočítal rýchlosť svetla. Takéto úkazy môžeme pozorovať takmer denne. Oveľa zaujímavejšími (aj z vedeckého hľadiska) sú vzájomné úkazy štyroch najväčších Jupiterových mesiacov - zákryty a zatmenia. Vzhľadom na to, že rovina ich obehu okolo Jupitera je voči ekliptike sklonená, dochádza k takýmto úkazom len vtedy, keď aj Zem leží v tesnej blízkosti tejto roviny, čo je dvakrát počas obehu Jupitera okolo Slnka. V týchto obdobiach trvajúcich len niekoľko mesiacov môžeme zaregistrovať desiatky takýchto úkazov. Najbližšie pozorovateľné obdobie bude v roku 2016. K podobným úkazom dochádza aj pri mesiacoch Saturna a Uránu, ale sú ťažšie pozorovateľné, je ich menej a najbližšie z nich nastanú až v roku 2025.

Samotný úkaz trvá len niekoľko minút a je vizuálne takmer nepozorovateľný, pretože zmeny jasnosti nie sú okamžité. Preto je potrebné zaznamenať jasnosť zatmeného, či zakrývaného mesiaca buď fotograficky, alebo pomocou kamery. Ani toto nie je vždy jednoduché, pretože mesiace sú častokrát veľmi blízko pri planéte, ktorá je výrazne jasnejšia a ruší tak svojim jasom priebeh pozorovania.



V uvedenej predpovedi sú postupne v jednotlivých stĺpcoch položky: Dátum, Úkaz (Ecl=zatmenie, Occ=zákryt, čísla odpovedajú jednotlivým mesiacom), Vstup do polotieňa, Vstup do tieňa, resp. začiatok zákrytu, Začiatok úplného zatmenia, Maximum, Koniec úplného zatmenia, Výstup z tieňa, resp. koniec zákrytu, Výstup z polotieňa, Relatívny pokles jasnosti, Trvanie (s), Vzdialenosť od planéty v polomeroch planéty, Uhlová vzdialenosť.

Zo známych časov a napozorovaného priebehu jasnosti je potom možné určiť okamih začiatku a konca zákrytu, alebo zatmenia, jeho trvanie a všetky zmeny.



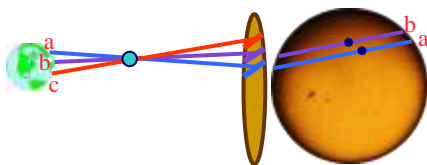
Ostatné pozičné merania

Ďalšie uvedené príklady pozičných meraní už v amatérskych podmienkach nemajú taký vedecký význam ako spomenuté zákryty. Ide skôr o metodické pozorovanie, či o náhodové snímky.

Prechody planét popred slnečný disk

Na začiatok treba uviesť, že k takýmto úkazom dochádza relatívne zriedka. U Venuše to bolo v rokoch 1761 a 1769, 1874 a 1882, 2004 a 2012. Ďalší najbližší nastane až v roku 2117.

U Merkúra je situácia o čosi lepšia - v minulom storočí došlo k prechodu 16 krát, v tomto storočí to bude len 12 krát. Najbližšie prechody nastanú 9.5.2016 medzi 11:12 18:42 UT a 11.11.2019 medzi 12:35 a 18:04 UT. Z merania dotykov Venuše so slnečným diskom sa v minulosti počítala paralaxa Slnka. V roku 2004 bola viacerými európskymi astronomickými inštitúciami vyhlásená pozorovacia kampaň pre študentov a astronómov amatérov. Ich úlohou bolo zaznamenať čo najpresnejšie okamihy kontaktov T1-T4. Bližšie informácie sú na <http://www.eso.org/public/outreach/eduoff/vt-2004/>



Zatmenia Slnka

Z hľadiska pozičných meraní je možné merať dĺžky tetív pri čiastočnom zatmení a z nich určiť časy T1 a T4, t.j. okamih začiatku a konca čiastočného zatmenia. Niekoľko minút po začiatku (resp. pred koncom) čiastočného zatmenia pozorovaného v páse totality je potrebné v krátkych časových intervaloch získať zábery Slnka a urobiť závislosť nameranej dĺžky

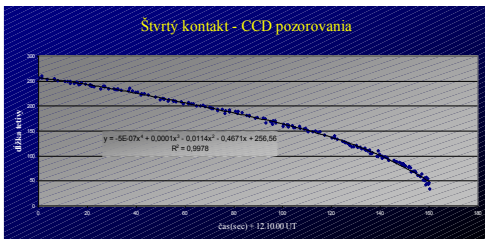


tetivy od času. Nameranými bodmi sa preloží krivka štvrtého rádu a z nej sa vypočíta čas kontaktu T1, resp. T4. Najväčším problémom metódy je presne odmerať dĺžku tetivy, lebo obraz Slnka nie je dokonale ostrý.

Oveľa užitočnejšie

je pozorovanie Bailyho perál pri "dotyčnicovom" zatmení Slnka. Na základe takýchto pozorovaní sa zo známeho rozmeru Mesiaca, jeho vzdialenosti od Zeme a rozmeru tieňa, ktorý vrhá na Zem, dá určiť uhlový priemer Slnka s presnosťou pod 0,1".

Pozorovatelia sa podobne ako pri dotyčnicových, alebo planétkových zákrytoch rozmiestnia kolmo na hranicu tieňa – v tomto prípade hranicu pásu totality. Špecialitou tohto typu pozorovania je extrémne jasné Slnko. Snímať sa dá len pod filtrom, alebo len tesne pred úplným zatmením. Na druhej strane sa pozorovateľ musí zmieriť s pozorovaním „zákrytu“ a nemal by sa venovať samotnému zatmeniu.



Zatmenia Mesiaca

Veľmi jednoduchým, ale aj po merne nepresným pozorovaním je záznam okamihov kontaktov mesačných kráterov s tieňom Zeme počas čiastočného zatmenia Mesiaca. Presnosť takéhoto merania závisí od veľkosti ďalekohľadu, jeho zväčšenia (vhodné sú skôr menšie) a momentálneho znečistenia zemskej atmosféry. Atmosféra Zeme spôsobuje lom slnečných lúčov a tým aj zväčšenie priemeru zemského tieňa. Neostrá hranica tieňa neumožňuje určiť okamihy kontaktov s chybou menšou ako niekoľko sekúnd. Požadovaná presnosť je 0,1min. Za kontakt sa považuje dotyk tieňa so stredom krátera. Predpovede kontaktov pre jednotlivé zatmenia možno nájsť na stránkach NASA. Výsledky pozorovaní sa posielajú redakcii časopisu Sky&Telescope (Sky & Telescope, 90 Sherman Street, Cambridge MA 02140-3264, USA)



Čo sa môže stať pri pozorovaní

Aj keď to možno vyzerá tak, že pripraviť sa na pozorovanie je jednoduché, aj skúseným organizátorom, či pozorovateľom sa stávajú „prešľapy“. Niekoľko z nich uvádzame, aby sme tak predišli opakovaným chybám:

časový sklz - je lepšie prísť na miesto o desiatky minút skôr, ako nestihnúť poskladať a pripraviť techniku. Pozor na rozdiel medzi UT a občianskym časom.

zabudnutá súčasť technickej výbavy - pred výjazdom je potrebné skontrolovať všetky potrebné zariadenia a ich súčasti, napr. okuliare, prepojovacie káble, redukcie, kazety...

neodskúšaná technika - požičkaný ďalekohľad sa nedá zaostriť na kameru bez prídavného nástavca, redukcia na kameru nepasuje k ďalekohľadu, okuliare majú iný priemer, konektory na zariadeniach nie sú kompatibilné s káblami...

náhradné diely - ak padne do snehu matica z montáže, už sa možno (včas) nenájde, skrutkovač, resp. kľúč potrebný na dotiahnutie montáže...

iná hviezda - pozorovaním nesprávnej hviezdy žiadne úkazy zaznamenané nebudú

posunutá oblasť hranice tieňa - ak je nesprávne vytýčená hranica tieňa, k úkazom nemusí dôjsť, alebo budú posunuté a z toho dôvodu nezaznamenané...

terénne prekážky - ak je pozorovaný objekt v čase úkazu nízko nad obzorom, treba pred pozorovaním pri výbere stanovišťa počítať s kopcami, stromami, budovami, drôtni elektrického vedenia a pod., inak objekt nebude počas úkazu vidno

vybité baterky - v diktafóne, stopkách, pohone ďalekohľadu...

chyba so stopkami - omylom zastavené stopky po pozorovaní, namiesto tlačidla medzičasov stláčané tlačidlo štart/stop a pod.

chyba s diktafónom - kazeta na konci, externý mikrofón nezapojený, zapnutá pauza...

slabý, alebo žiadny časový signál - od neho závisí záznam času

rušenie okolím - zvedaví miestni obyvatelia, polícia, psy, komáre, pouličné lampy, autá...

problémy s počasím - silný vietor, rosa, "neaklimatizovaná" optika (pri náhlej zmene teploty sa zarosí), zamrznutá technika (napr. displej hodín)...

Niektoré užitočné adresy

Organizácie:

International Occultation and Timing Association IOTA <http://www.occultations.org>

Európska sekcia IOTA <http://www.iota-es.de/>

Jan Mánek (IOTA) jan.manek@worldonline.cz,

International Lunar Occultation Center, ILOC: <http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KOHO/iloc/obsrep>

European Asteroidal Occultation network astrosurf.com/eaon

Zákrytová a astrometrická sekce ČAS <http://hvr.cz/zakryty/zas>

Slovenský zväz astronómov amatérov SZAA <http://www.szaa.org>

Occultation sektion of Royal astronomical society of New Zealand <http://occsec.wellington.net.nz>

Download software:

OCCULT <http://www.lunar-occultations.com/iota/occult4.htm>

LOW: <http://www.doa-site.nl>

Program na predpovede zákrytov asteroidov OCCULTWATCHER

<http://www.hristopavlov.net/OccultWatcher/OccultWatcher.html>

Simulátor reakčného času AOPS <http://www.lunar-occultations.com/iota/aops.htm>

Simulátor reakčného času React <http://occsec.wellington.net.nz/software/other/React.zip>

Spracovanie video časov http://www005.upp.so-net.ne.jp/k_miyash/occ02/limovie_en.html

Predpovede úkazov na internete:

Zákryty hviezd Mesiacom www.lunar-occultations.com/iota/iotandx.htm

Zákryty hviezd asteroidmi www.mpocc.astro.cz, www.asteroidoccultations.com,

<ftp://ster.kuleuven.ac.be/dist/vvs/asteroids>,

Vzájomné úkazy mesiacov <http://tinyurl.com/d4ag4b>, <http://tinyurl.com/dma2nk>

www.imcce.fr/fr/presentation/equipements/GAP/travaux/phemu09/index_en.html

Komu poslať výsledky:

Totálne zákryty lunocult@iota-es.de

Dotyčnicové zákryty Mitsuru.Soma@nao.ac.jp

Zákryty hviezd asteroidmi jan.manek@worldonline.cz, resp. www.mpocc.astro.cz

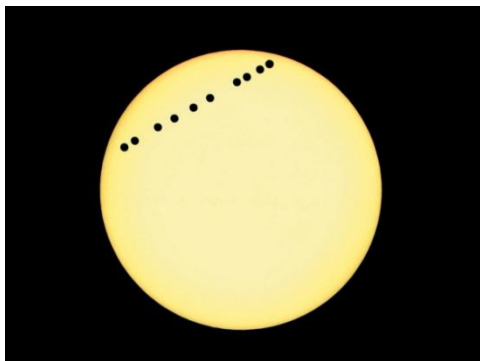
Iné

Katalóg všetkých pozorovaných planétkových zákrytov:

<http://sorry.vse.cz/~ludek/mp/world/mpocc1.txt>

Obsah

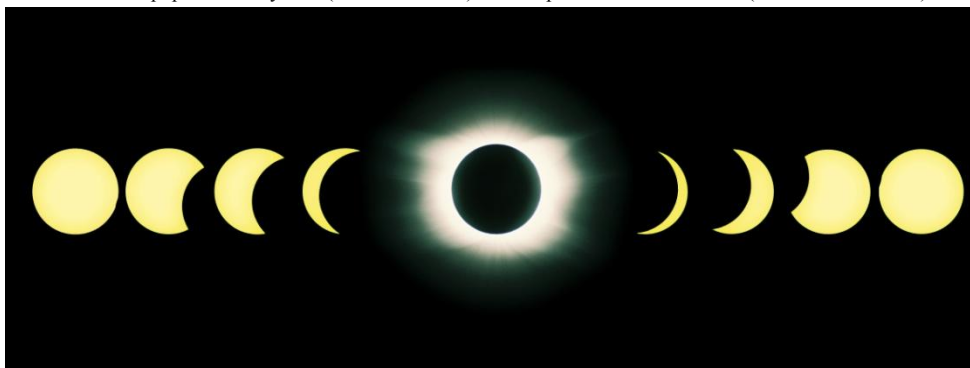
Úvod - Čo sú pozičné merania	1
Niečo z histórie.....	1
Význam pozičných meraní	3
Predpovede	3
Technické vybavenie	4
Čas a metódy jeho záznamu	5
Zemepisná poloha.....	9
Totálne zákryty hviezd Mesiacom.....	10
Dotyčnicové zákryty hviezd Mesiacom	14
Zákryty hviezd asteroidmi	18
Vzájomné úkazy Jupiterových mesiacov	21
Ostatné pozičné merania	22
Čo sa môže stať pri pozorovaní.....	23
Niektoré užitočné adresy	24



Prechod Venuše popred slnečný disk (foto Ján Mäsiar)



Úplné zatmenie Mesiaca (foto Peter Delinčák)



Zatmenie Slnka (foto Ján Mäsiar)



KYSUCKÁ
HVEZDÁREŇ



ŽILINSKÝ
samosprávny kraj



Ako vzdelávací a metodický materiál vydala Kysucká hviezdáreň v Kysuckom Novom Meste

© 2011 Kysucká hviezdáreň v Kysuckom Novom Meste, Dolinský potok 1278, 024 01 Kysucké Nové Mesto, www.astrokysuce.sk

Autor: Jaroslav Gerboš

Grafika a sadzba: Marek Harman, Ján Mäsiar

Vytlačil:

Materiál bol vydaný v rámci projektu „Kooperujúca sieť v oblasti astronomických odborných - pozorovateľských programov“. Partnermi projektu sú Kysucká hviezdáreň v Kysuckom Novom Meste a Hvězdárna Valašské Meziříčí, p. o. Zlínskeho kraja.

Nepredajné!