

Česká verze / Czech version

Zákryty hvězd planetkami

Minor planet Occultation

Návod na pozorování / Instructions for observation

Tereza Brejchová, 2019

Původně součást bakalářské práce pod vedení Oty Kéhara /
Originally part of bachelor thesis under supervision of Ota Kéhar
(hdl.handle.net/11025/27395)

1 Základy zpracování planetkových zákrytů

Tento dokument pojednává o všech krocích, které pozorovatel musí provést, aby planetkový zákryt a následné vyhodnocení výsledků bylo efektivní a úspěšné.

V tomto případě je popis doplněn o konkrétní poznatky získané během pozorování planetkového zákrytu. Dne 8. listopadu 2016 jsme se společně s panem doktorem Otou Kéharem vydali na hvězdárnu v Rokycanech, abychom ukaz pozorovali s ředitelem hvězdárny panem Karlem Halířem, který se planetkovými zákryty zabývá mnoho let. Zákryt hvězdy TYC 1906-01539-1 planetkou (22) Kalliope se uskutečnil v časných ranních hodinách 4 h 18 min až 4 h 52 min (SEČ).

Všechny obrázky, které jsou v dokumentu použity, jsou většinou „printscreeny“ obrazovek, které jsem pořídila během samotného pozorování listopadového zákrytu hvězdy planetkou na hvězdárně v Rokycanech.

1.1 Navázání času na UT

Všechny protokoly s předpověďmi zákrytů, ať už nominální či předpovědi v poslední minutě uvádějí časy zákrytů v UT (Universal Time, světový čas, založený na rotaci Země). Je proto nezbytné si čas pozorování upravit dle polohy pozorovatele. V případě pozorování na území České republiky se zpravidla přidává +1 hod (od poslední říjnové neděle předchozího roku do poslední březnové neděle nadcházejícího roku, tedy během platnosti středoevropského času, SEČ = UT + 1), příp. +2 hod (od poslední březnové neděle do poslední říjnové neděle, tedy během platnosti středoevropského letního času, SELČ = UT + 2).

1.2 Příprava na pozorování zákrytu

Velkou roli při přípravě pozorování a záznamu zákrytu hvězdy planetkou hraje práce s výpočetní technikou. Jako první si pozorovatel spustí program Occult Watcher, který lze získat na adrese www.occultwatcher.net. Jde o program pro Windows, který usnadňuje pozorovateli přípravu na pozorování planetkových zákrytů tím, že sleduje předpovědi zákrytů publikovaných a pravidelně aktualizovaných z různých zdrojů. Pro Českou republiku jsou to zejména:

- IOTA Updates (Předpovědi od S. Prestona z asteroidoccultation.com. Zveřejněné předpovědi jsou pro úkazy s vyšší pravděpodobností a jsou spočítány použitím velmi

přesných astrometrických údajů. Obecně mají tyto předpovědi velmi dobrou přesnost, vysokou pravděpodobnost a malé chyby),

- E.A.O.N. (Úkazy pro evropskou oblast s nízkou pravděpodobností od E. Thienponta, dříve J. Schwaenena),
- TT14 (Úkazy Trans-Tasman zahrnující planety větší než 50 km, pokles jasnosti větší než 0,2 mag, délku trvání úkazu delší než 10 s, hvězdy jasnější než +14 mag od D. Gaulta z Austrálie),
- TNO (TNO Extras je seznam předpovědí zahrnující TNO a hvězdy jasnější než +15 mag. Výběr je proveden použitím programu OccultV4 a nejnovějšími databázemi astorb.dat a NOMAD).

Na obr. 1.1 vidíme spuštěný program Occult Watcher pro pozorovatelnu na hvězdárně v Rokycanech (hvr.cz).

The screenshot shows the Occult Watcher software interface. At the top, it displays the title 'Occult Watcher, ver. 3.6.0.17 - Observator Rokycany (UTC -01:00)'. Below the title is a table of occultation events. The table columns include: 'Jméno planety', 'Datum úkazu, UT', 'Fra...', 'Mag +', 'Zeměna p...', 'Mag dim', 'Pohl...', 'Max. dé...', 'Šířka pás...', 'Zdroj', 'Vlno sd...', 'K. centrální linie', 'Výška bodů', 'Výška Slunce', 'Vzdáleno...', 'Výška Mě...', and 'Ohlášeno...'. The table contains numerous rows of data for various planets and moons. One row for 'Kalliope' is highlighted in blue, showing details for an occultation on 06.05.2011 at 03:41 UT. Below the table, there are several status indicators and summary statistics, including 'Soutřívání: 9.5 mag', 'Výška bodů: 471 (200*)', and 'Měsíc: (pod obzorem)'. At the bottom, there are navigation buttons and a footer with the text 'Neděly Typ kamery: H047-9104C'.

Obr. 1.1: Ukázka z programu Occult Watcher

Na řádcích jsou jednotlivé zvěřd planety, ke kterým již došlo nebo dojde v nadcházejícím období. U každého úkazu jsou uvedeny základní údaje (sloupce v programu lze libovolně přidávat, ubírat a měnit jejich pořadí): jméno planety, datum a čas úkazu, pozorovaná hvězdná velikost hvězdy a planety, pokles hvězdné velikosti během úkazu, součtová hvězdná velikost planety a hvězdy, délka trvání zákrytu, zdroj dat pro zákryt, výška zakrývané hvězdy, Slunce a Měsíce nad obzorem v době zákrytu, vzdálenost úkazu od Slunce. Informace o výšce úkazu nad obzorem a polohy Slunce a Měsíce jsou důležité pro rozhodování

o pozorovatelnosti zákrytu. Pokud je Slunce níže než 18° pod obzorem, je astronomická noc a tím i velmi výhodné podmínky pro pozorování.

Pozorovatel vybere na příslušném řádku (na obr. 1.1 podbarvený modře) zákryt, který chce pozorovat. U mnou vybraného a pozorovaného zákrytu hvězdy planetkou se jednalo o následující parametry:

| | |
|--|--|
| jméno planetky: | (22) Kalliope ^{**1} |
| datum úkazu: | úterý, 8. 11. 2016, 3:41 UT ² |
| pravděpodobnost úspěšného pozorování úkazu: | 44,2 % |
| pozorovaná hvězdná velikost hvězdy: | 9,9 mag |
| pozorovaná hvězdná velikost planetky: | 10,9 mag |
| součtová hvězdná velikost (hvězda+planetka): | 9,5 mag |
| pokles hvězdné velikosti během zákrytu: | 1,4 mag |
| maximální délka zákrytu v centrální linii: | 26,8 s |
| šířka pásma zákrytu: | 167 km |
| zdroj dat: | IOTA |
| výška a azimut hvězdy: | 67°, 207° ³ |
| výška a azimut Slunce: | -24°, 87° |
| vzdálenost úkazu od Slunce: | 124° |
| výška Měsíce: | -48° |

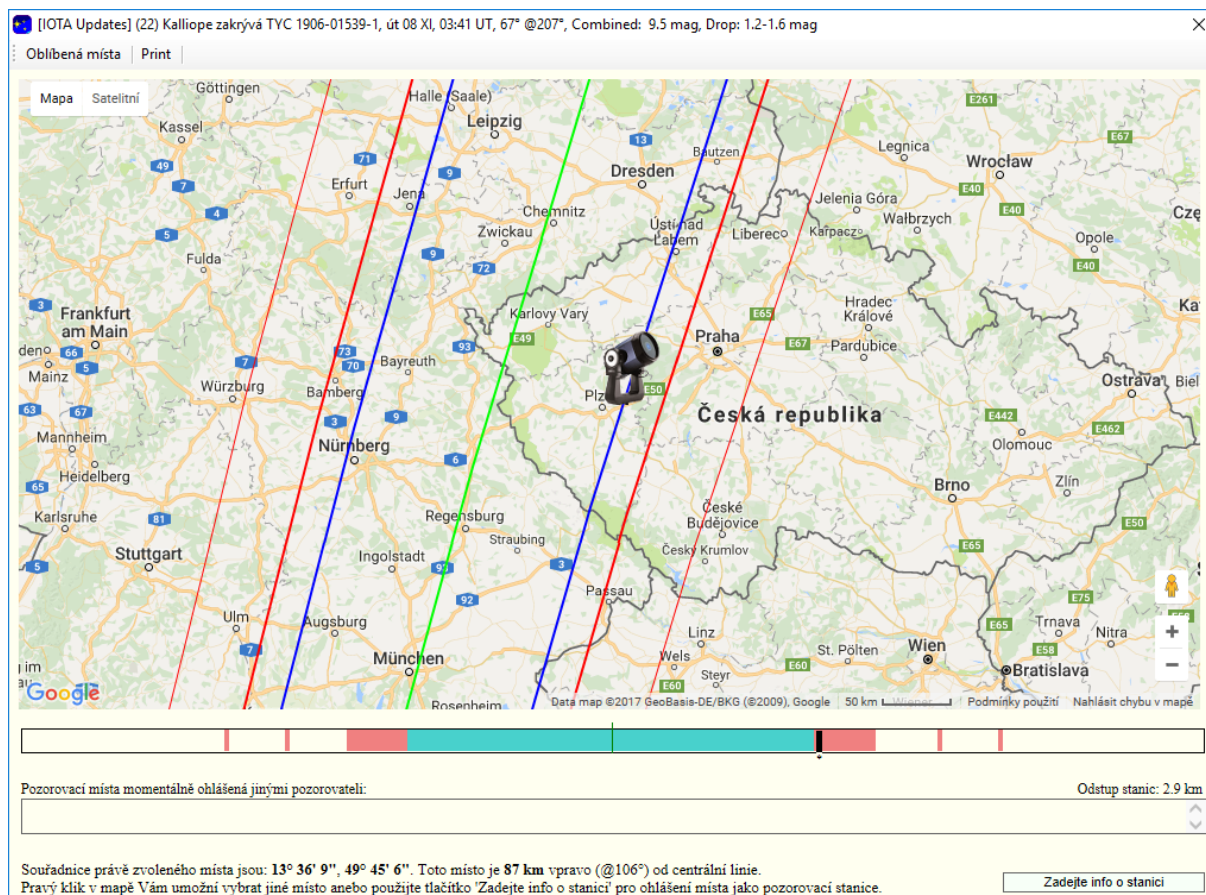
Následně se klikne ve spodní části okna programu na odkaz „Ukaž online mapu“ (pokud není pozorovatel registrován do Plánovače pozorování) nebo „Ukaž online mapu se stanicemi“ (pokud je pozorovatel registrován do Plánovače pozorování; registrace se provádí přímo v programu pomocí e-mailové adresy a hesla), přičemž se zobrazí mapa podle obr. 1.2, kde je znázorněno místo pozorovatele a cesta stínu zákrytu hvězdy planetkou. Služba Plánovač pozorování umožní pozorovatelům z celého světa lépe koordinovat rozmístění pozorovacích míst s ostatními stanicemi, eliminovat jejich překrývání v profilu planetky a tím získat lepší výsledky. Seznam přihlášených pozorovatelů se zobrazuje v části „Pozorovací místa

¹ Pokud je u názvu planetky zobrazen symbol **, jedná se ve skutečnosti o binární planetku.

² V době pozorování platil středoevropský čas, k úkazu došlo ve 4:41 SEČ.

³ Azimut 207° odpovídá zhruba jiho-jihozápadnímu směru.

momentálně ohlášená jinými pozorovateli“. Jestliže se pozorovatel rozhodne pro pozorování úkazu, klikne na „Zadejte info o stanici“, kde zvolí způsob pozorování (vizuálně, video, drift scan, ...) a časovou základnu (GPS, ...), a tím ohlásí místo jako pozorovací stanici. Pozorování lze později i odvolat, případně změnit způsob pozorování a časovou základnu.



Obr. 1.2: Poloha pozorovatele a předpověděná cesta stínu zákrytu

Zelená barva čáry na mapě představuje centrální linii (střed, osu) cesty stínu, modrá barva čáry na mapě zobrazuje okraje cesty stínu, červená tučná barva čáry na mapě značí cestu stínu pro nejistotu $1\sigma^4$, červená netučná barva na mapě je cesta stínu pro nejistotu $3\sigma^5$. Z obr. 1.2 je patrné, že pozorovací stanice (hvězdárna v Rokycanech, na vodorovné liště pod mapou znázorněno černým svislým pruhem) je u vybraného úkazu velmi blízko stínu, v intervalu 1σ . Obecně lze říci, že pokud se pozorovací stanice nachází mezi čarami odpovídající hranicím 3σ , měl by pozorovatel zvážit pozorování úkazu.

⁴ Jedná se o směrodatnou odchylku v předpovědi, která říká, že existuje pravděpodobnost 68,3 %, že se skutečná cesta stínu bude nacházet mezi dvěma linkami omezenými čarami 1σ (sigma).

⁵ Stejně jako pro 1σ , pouze pro 3σ je pravděpodobnost 99,7 %.

Po kliknutí na odkaz „*Detailedly na Webu zdroje*“ (obr. 1.1) nás program odkáže přímo na stránku www.asteroidoccultation.com/2016_11/1108_22_37225.htm (obr. 1.3, pokud je zdrojem dat IOTA, případně lze vybrat ze seznamu zdrojů, jestliže jich je k úkazu více), kde jsou k dispozici podrobné informace o požadovaném zákrytu. U zdroje IOTA jsou v horní části stránky (obr. 1.3) údaje o úkazu (datum: 08 Nov 2016, čas: 03:34 UT), zakrývající planetka ((22) Kalliope) a její pozorovaná hvězdná velikost (10,9 mag), zakrývaná hvězda (TYC 1906-01539-1) a její pozorovaná hvězdná velikost (9,9 mag), oblast viditelnosti úkazu (Europe, N Africa), pokles hvězdné velikosti (1,36 m), délka trvání (26,8 s) a maximální výška hvězdy nad obzorem během úkazu (87°). Následuje náhled na mapu světa s vyznačenou cestou stínu zákrytu, po kliknutí na náhled se zobrazí zvětšená mapa. Vedle náhledu mapy mohou být odkazy na detailní mapy („*Detailed Maps*“). Zde si vybereme mapu, která nás s ohledem na pozorovací místo zajímá, v našem případě Evropa (Europe), obr. 1.4.

| <u>Event Date/Time</u> | <u>Rank Asteroid</u> | <u>Star</u> | <u>Visibility</u> | <u>ΔMDA</u> | <u>Comments</u> |
|------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------|
| 08 Nov 2016 , 03:34 UT | 99 (22) Kalliope mag 10.9 | TYC 1906-01539-1 mag 9.9 | Europe, N Africa | 1.36m 26.8s 87° | |

(click on map above for enlarged view)

Detailed Maps: [Europe](#) , [Linus](#) , [Linus\[Europe\]](#)

[Detailed Info](#) (updated 2016 Nov 07, 16:04 UT)

Finder Charts (courtesy of [Guide](#)): [Wide Field](#) , [15 degree view](#) , [5 degree view](#) , [2 degree view](#) , [30' view](#)

Questions? contact [Steve Preston](#)

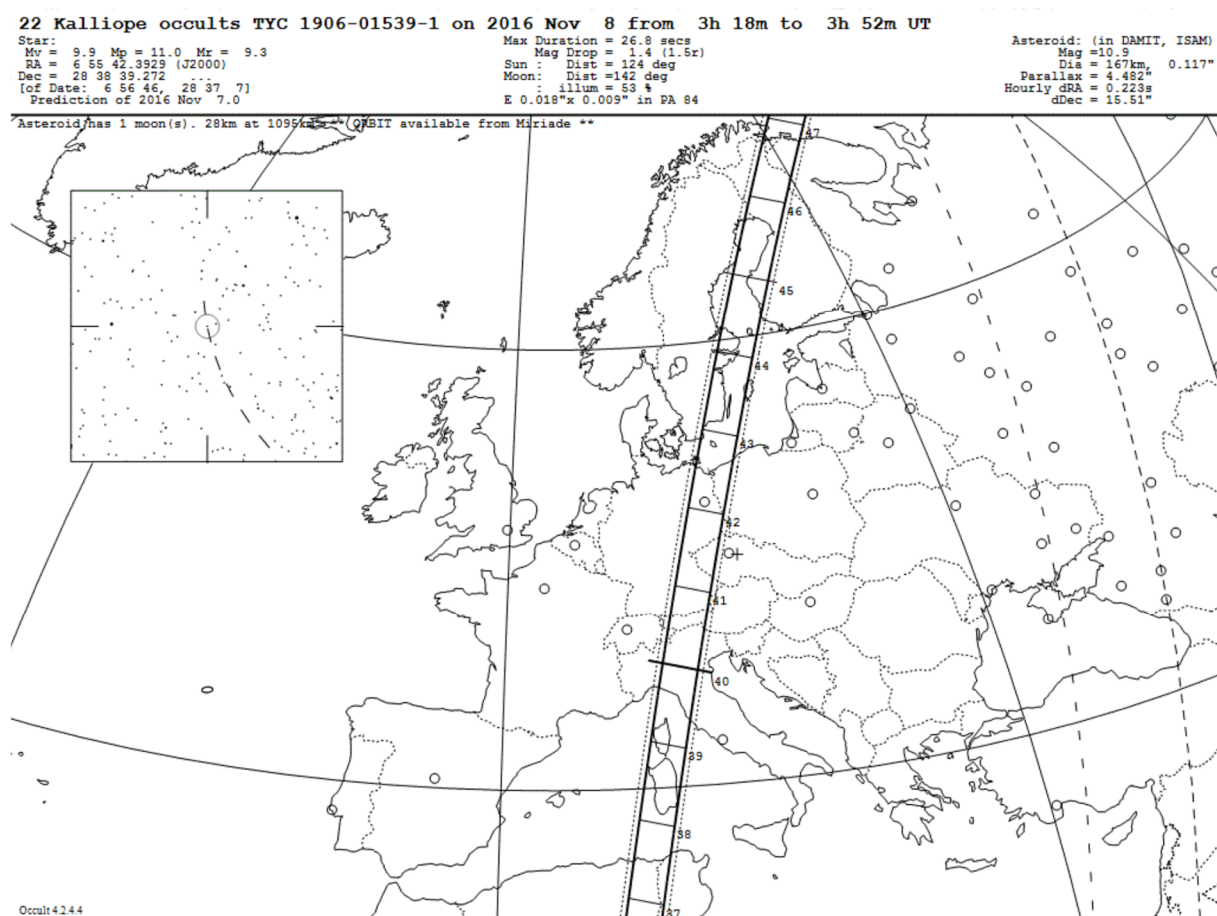
Back to [Steve's Asteroid Occultation Index Page](#)

Obr. 1.3: Stránka na asteroidoccultation.com s podrobnostmi o úkazu [2]

Pokud okolo planetky obíhá měsíc, zobrazí se odkazy na detailní informace (mapy) i pro průvodce planetky. V případě planetky (22) Kalliope se jedná o měsíc Linus, který byl při

listopadovém úkazu také předmětem zákrytu, což nemusí být vždy pravidlem, záleží na konkrétní pozici měsíce okolo planety.

Pod detailními mapami následují odkazy na detailní informace („Detailed Info“) v textové podobě, kde je např. uvedena podrobná cesta stínu, společně s informací o jejich aktualizaci („updated“). Následují vyhledávací mapy („Finder Charts“) hvězdného okolí zakrývané hvězdy – široké zorné pole⁶ (Wide Field), zorné pole 15° (15 degree view), zorné pole 5° (5 degree view), zorné pole 2° (2 degree view) a zorné pole 30'⁷ (30' view).



Obr. 1.4: Zákryt hvězdy TYC 1906-01539-1 planetkou (22) Kalliope z 8. 11. 2016 [2]

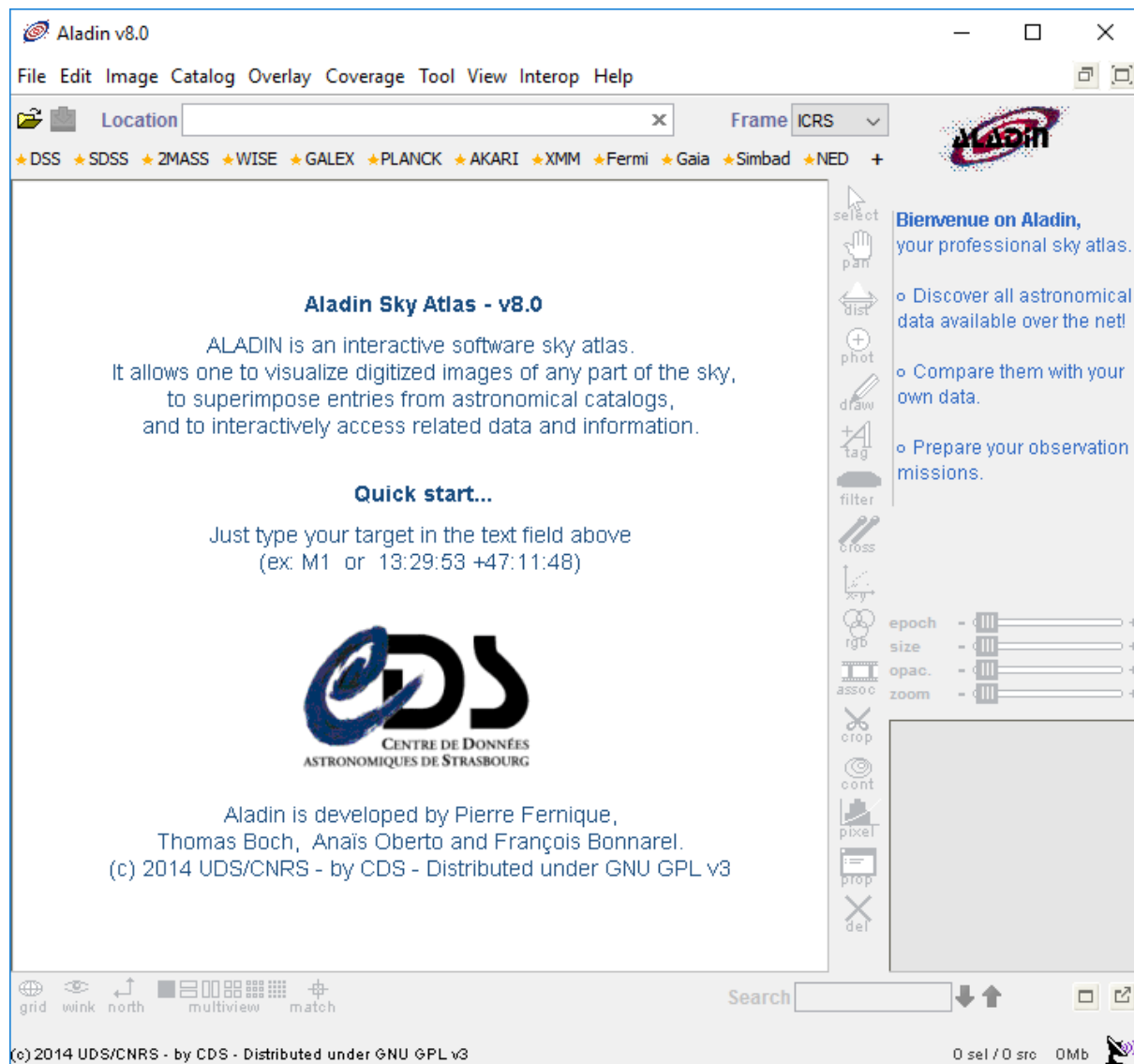
1.3 Hvězdné pole

Velmi důležitou činností před samotným pozorováním zákrytu hvězdy planetkou je důkladné ověření správného nalezení pozorované hvězdy na hvězdném poli.

⁶ Obsahuje názvy souhvězdí a vyznačené spojnice jasných hvězd, šedým rámečkem je znázorněna oblast podrobnějšího hvězdného pole. V levém spodním rohu je kolečkem zobrazena škála pozorované hvězdné velikosti zobrazených hvězd. Křížkem je znázorněna poloha zakrývané hvězdy, která na některých pohledech nemusí být vidět.

⁷ Odpovídá zhruba velikosti Měsíce na obloze.

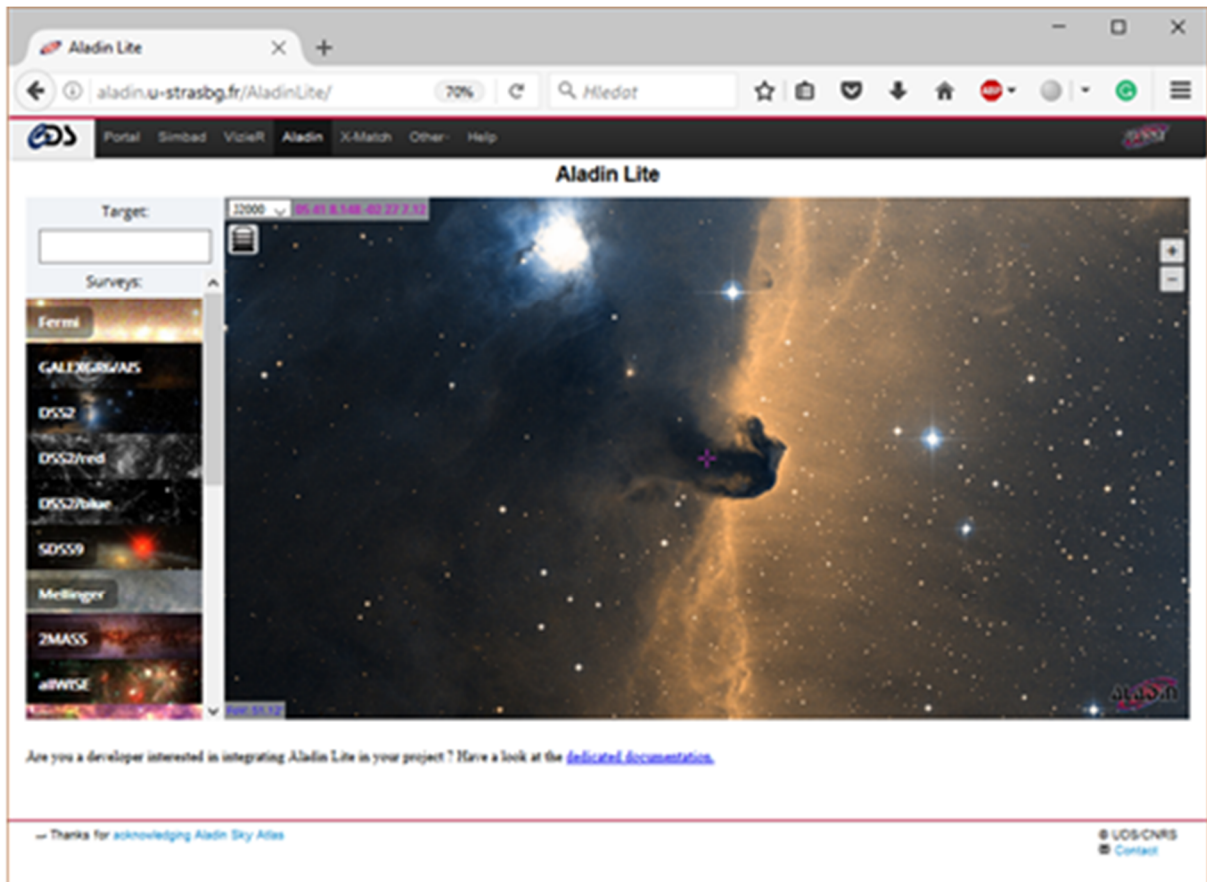
Toto lze provést různými způsoby. Uvedeme si ten, který používají na hvězdárně v Rokycanech – počítačovým programem Aladin (obr. 1.5), který je k dispozici ke stažení na adrese aladin.u-strasbg.fr, nebo v online verzi přímo na internetu na adrese aladin.u-strasbg.fr/AladinLite/ (obr. 1.6).



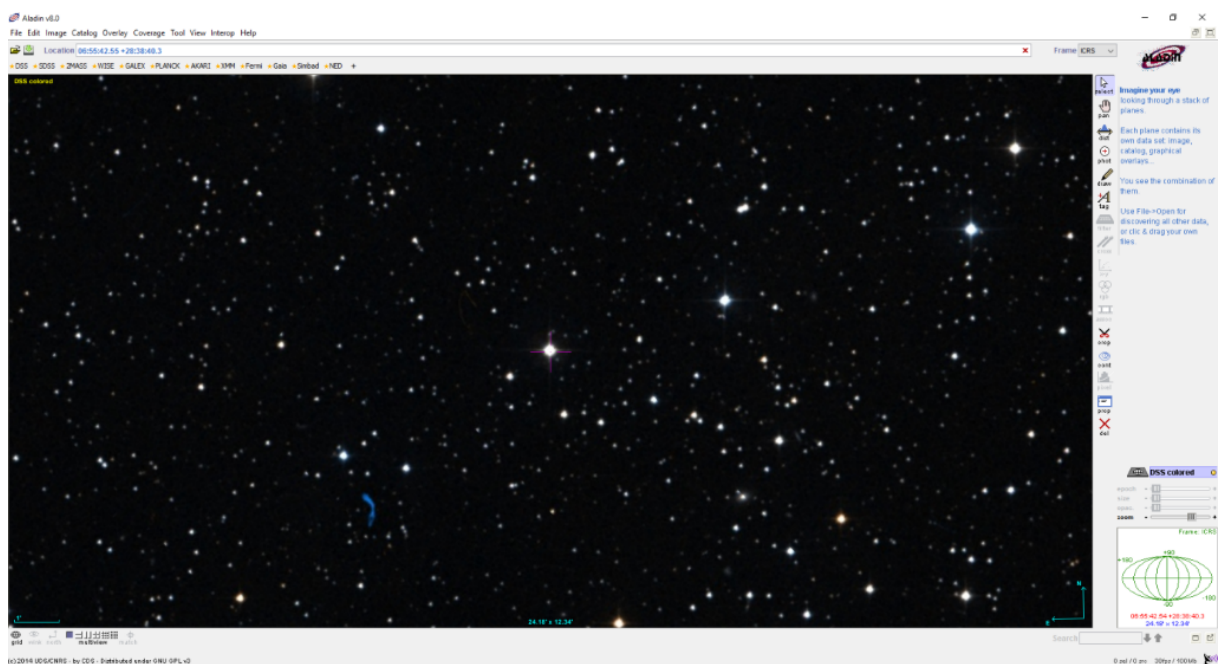
Obr. 1.5: Program Aladin, v horní části je místo pro vkládání souřadnic (Location)

V programu Aladin se do kolonky „Location“, ve webové aplikaci Aladin Lite do kolonky „Target“, zadávají souřadnice hvězdy, která bude zakryta. Souřadnice zakrývané hvězdy jsou uvedeny v levé části na obr. 1.4, v našem případě: „06:55:42.3929 +28:38:39.272“. První údaj představuje rektascenzi (hodiny:minuty:sekundy), druhý údaj je deklinace (stupně:minuty:vteřiny). Při zadávání souřadnic je vhodné zkontrolovat, pro jakou epochu jsou souřadnice u hvězdy uvedeny, např. J2000, protože se k datu (of Date) pozorování mohou vlivem precese lišit. Na řádku níže jsou na obr. 1.4 uvedeny souřadnice platné k datu

pozorování, viz „(of Date: 6 56 46, 28 37 7)“. Ve hvězdných atlasech se ale zpravidla souřadnice uvádějí k nějaké epoše (např. J2000.0).



Obr. 1.6: Webová verze Aladin Lite, v levé části se nachází místo pro vkládání souřadnic (Target)



Obr. 1.7: Hvězdné pole s hvězdou TYC 1906-01539-1 (uprostřed)

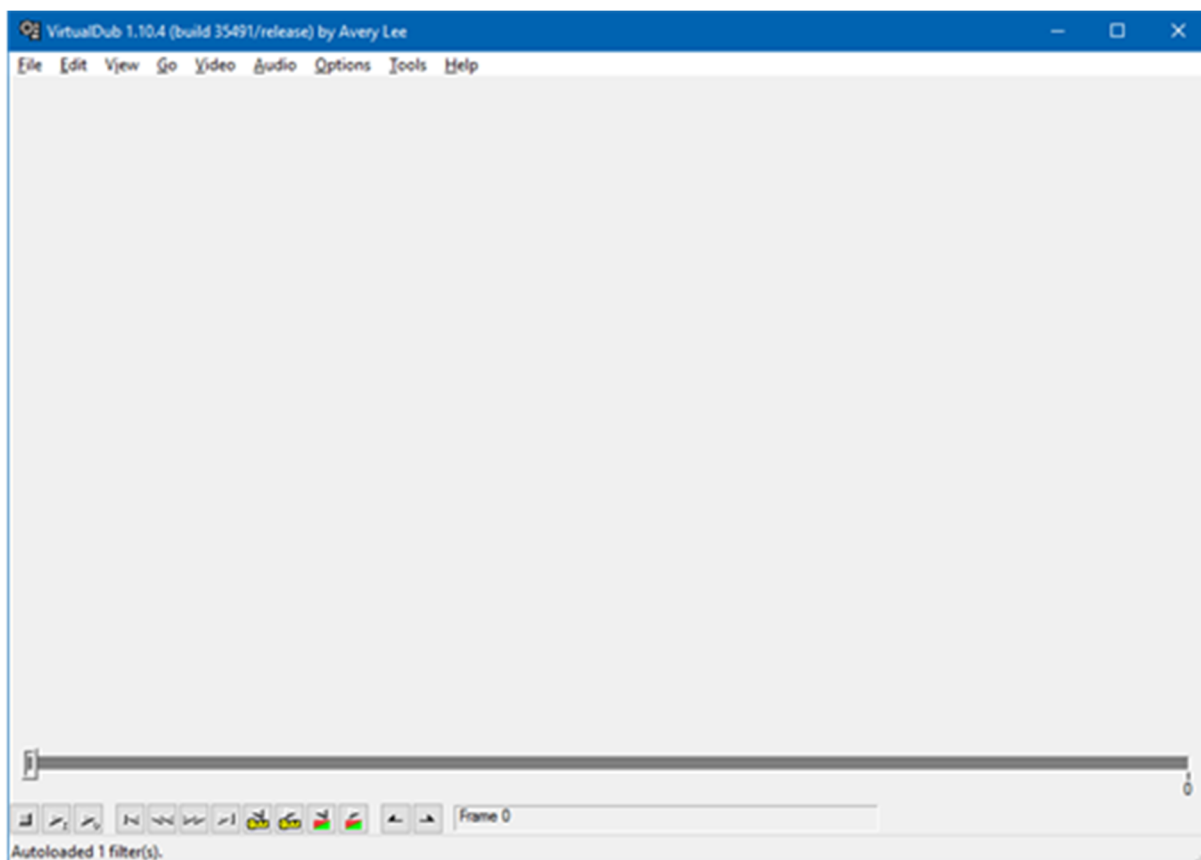
Po zadání souřadnic „06:55:42.3929 +28:38:39.272“ program (nebo webová aplikace) zobrazí fotografii hvězdného pole (obr. 1.7), přičemž zakrývaná hvězda se nachází uprostřed snímku. Pozorovatel porovná takto vygenerovaný snímek digitalizované části oblohy s vyhledaným místem na obloze, aby měl jistotu, že se jedná o správnou hvězdu zakrývanou planetkou. Fotografie hvězdného pole z programu Aladin se může oproti reálnému pohledu na hvězdnou oblohu lišit právě o zakrývající planetku.

1.4 Nahrávání úkazu

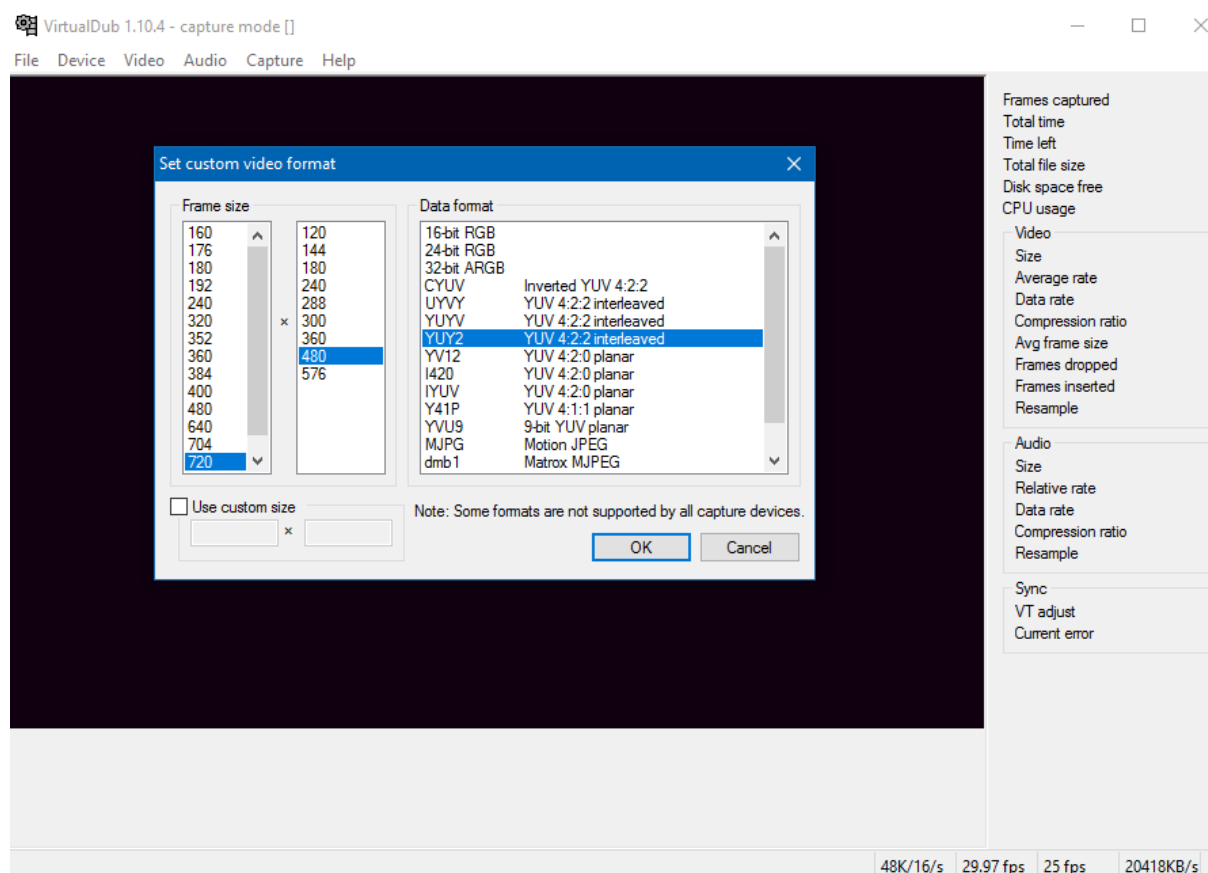
Po důkladném zkontrolování všech předešlých kroků pozorovatel přistoupí k samotnému nahrávání úkazu (jestliže je použita metoda záznamu pomocí televizní kamery). Je nutné zkontrolovat správnou komunikaci počítače a kamery. Při nahrávání zákrytu hvězdy planetkou není vhodné vstupovat do místnosti (kupole), kde se nachází dalekohled a kamera, protože by mohlo dojít vlivem změny teploty vzduchu ke zhoršení scintilace a tím k ovlivnění záznamu a nemožnost jeho následného zpracování. Stejně tak je vhodné si poznamenat, v jaké stavu je obloha, resp. meteorologické podmínky.

Pro nahrávání průběhu planetkových zákrytů se na hvězdárně v Rokycanech používá program VirtualDub (obr. 1.8), který je pro Windows k dispozici na adrese www.virtualdub.org. Jako alternativu lze použít program OccuRec, dostupný pro Windows na adrese www.hristopavlov.net/OccuRec/OccuRec.html. Čas zákrytu je zpravidla předpověděný s relativně velkou přesností (v řádu minut), proto se nahrávání spouští několik minut před samotným zákrytem.

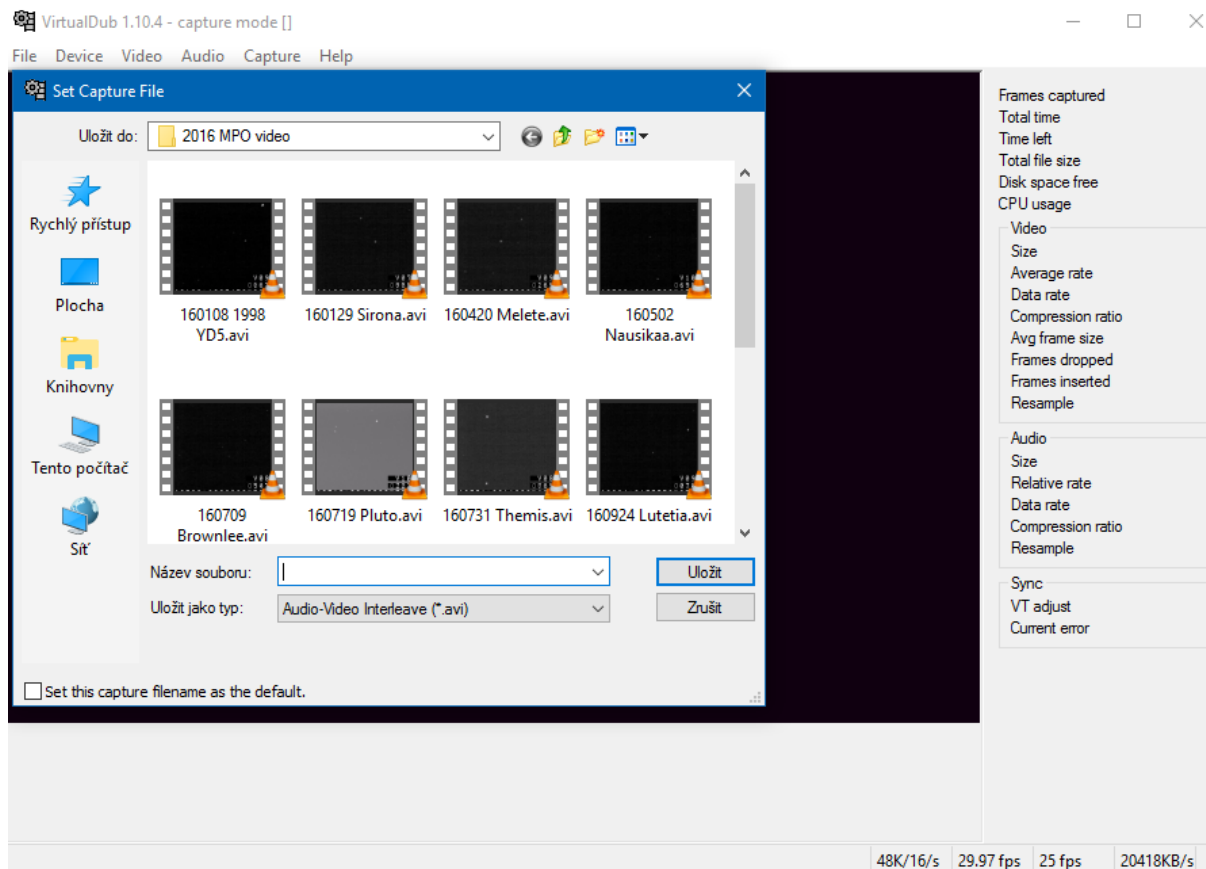
Přes menu „*File – Capture AVI...*“ se program VirtualDub přepne do režimu zaznamenávání videa. Je nutné nastavit přes menu „*Video – Set custom format*“ parametry ukládaného obrazu (obr. 1.9) – např. rozlišení 720×576 px, formát YUY2. Pro název souboru je vhodné používat předem zvolený formát pro snazší vyhledávání záznamů – „*YYDDMM + název planetky*“ (obr. 1.10).



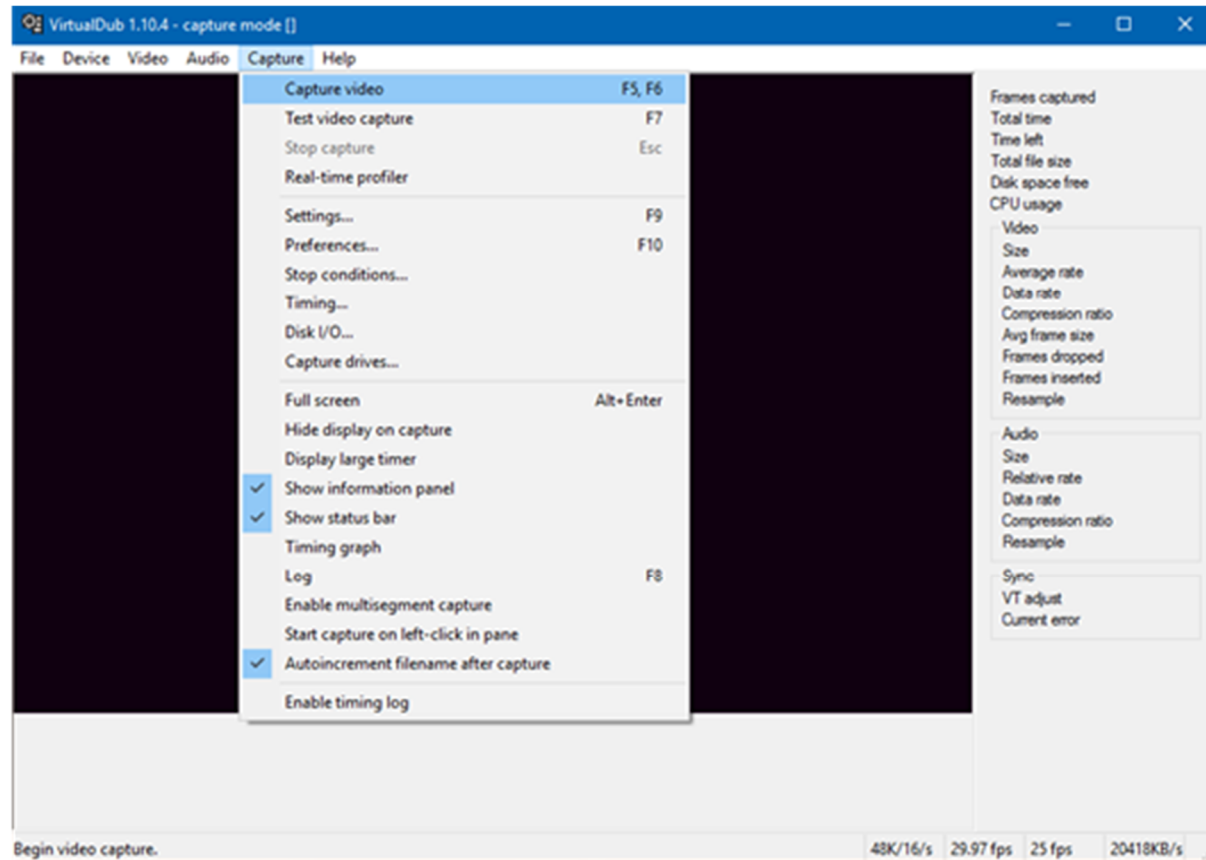
Obr. 1.8: Základní okno programu VirtualDub



Obr. 1.9: Nastavení parametrů nahrávání v programu VirtualDub



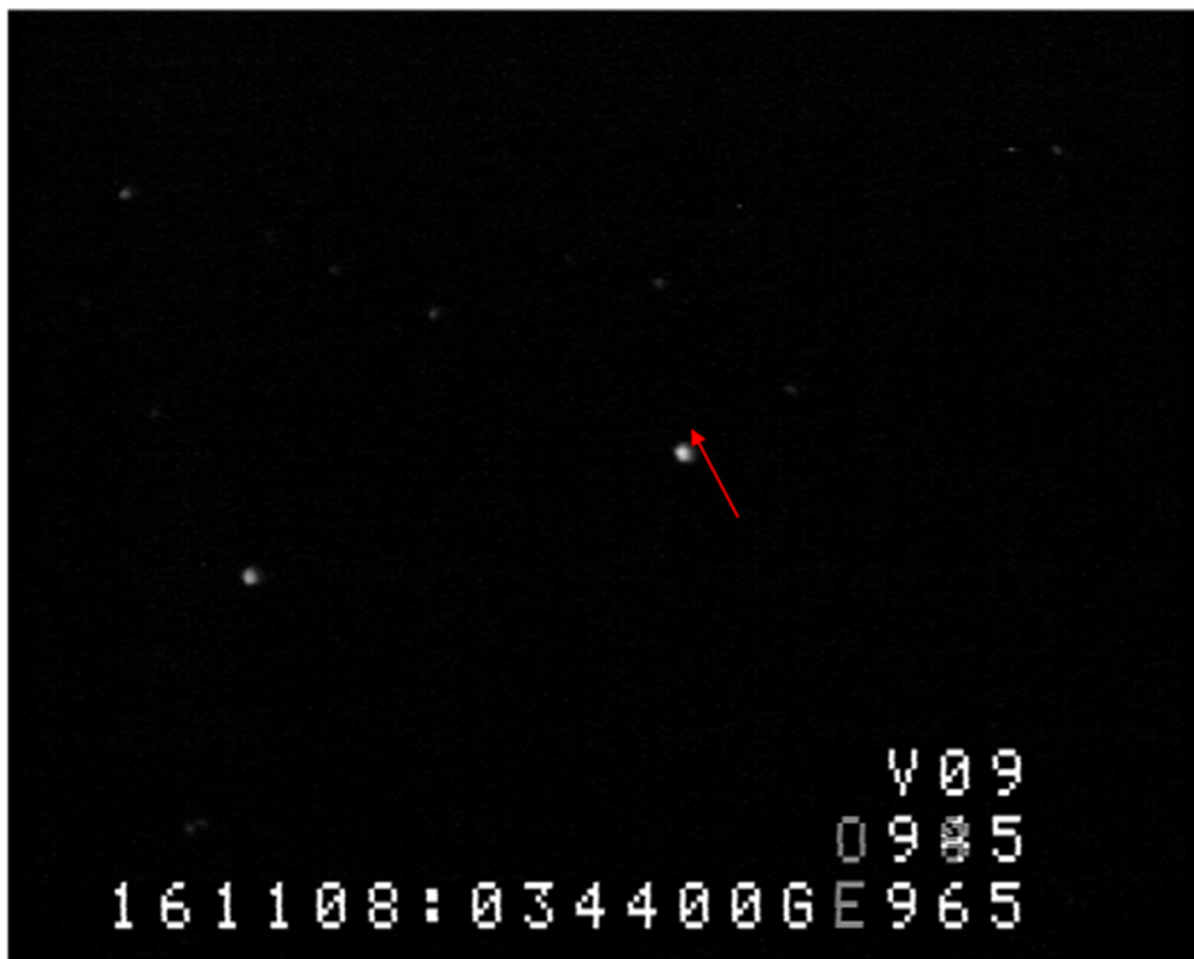
Obr. 1.10: Název souboru pro uložení záznamu



Obr. 1.11: Spuštění nahrávání záznamu

Samotné nahrávání záznamu se provede v menu „*Capture – Capture video*“ (obr. 1.11).

Celé video s nahrávkou může mít velikost několika GiB, je vhodné před pozorováním zkontrolovat volné místo na disku. U mnou pozorovaného zákrytu hvězdy planetkou (22) Kalliope (obr. 1.12) má video ve formátu 720×576 px při frekvenci 25 snímků za sekundu celkem 1,6 GiB. Délka videa činí 6 min 40 s, začíná 8. listopadu 2016 v 03:37.50 UT a končí v 03:43.58 UT.

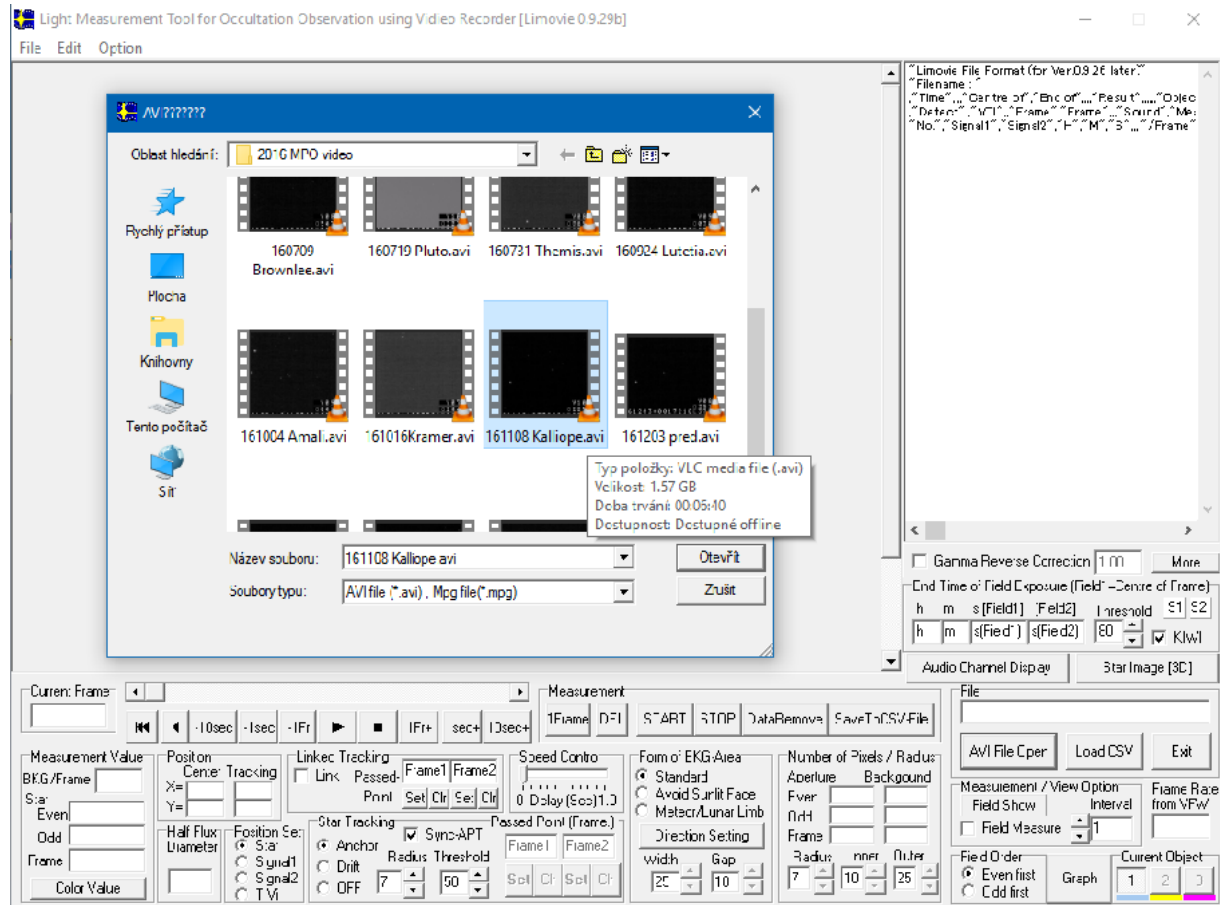


Obr. 1.12: Ukázka jednoho snímku v záznamu zákrytu, šipkou je označena zakrývaná hvězda společně s planetkou, ve spodní části se nachází časový údaj (rok, měsíc, den : hodina, minuta, sekunda)

1.5 Zpracování záznamů

Po nahrání zákrytu se záznam musí dále zpracovat. Zaznamenané video vložíme do programu *Light Measurement Tool for Occultation Observation using Video Recorder – LiMovie* (obr. 1.13), který je na adrese astro-limovie.info/limovie/limovie_en.html. Jako alternativu lze použít program Tangra, který je dostupný na adrese www.hristopavlov.net/Tangra3/. Pro

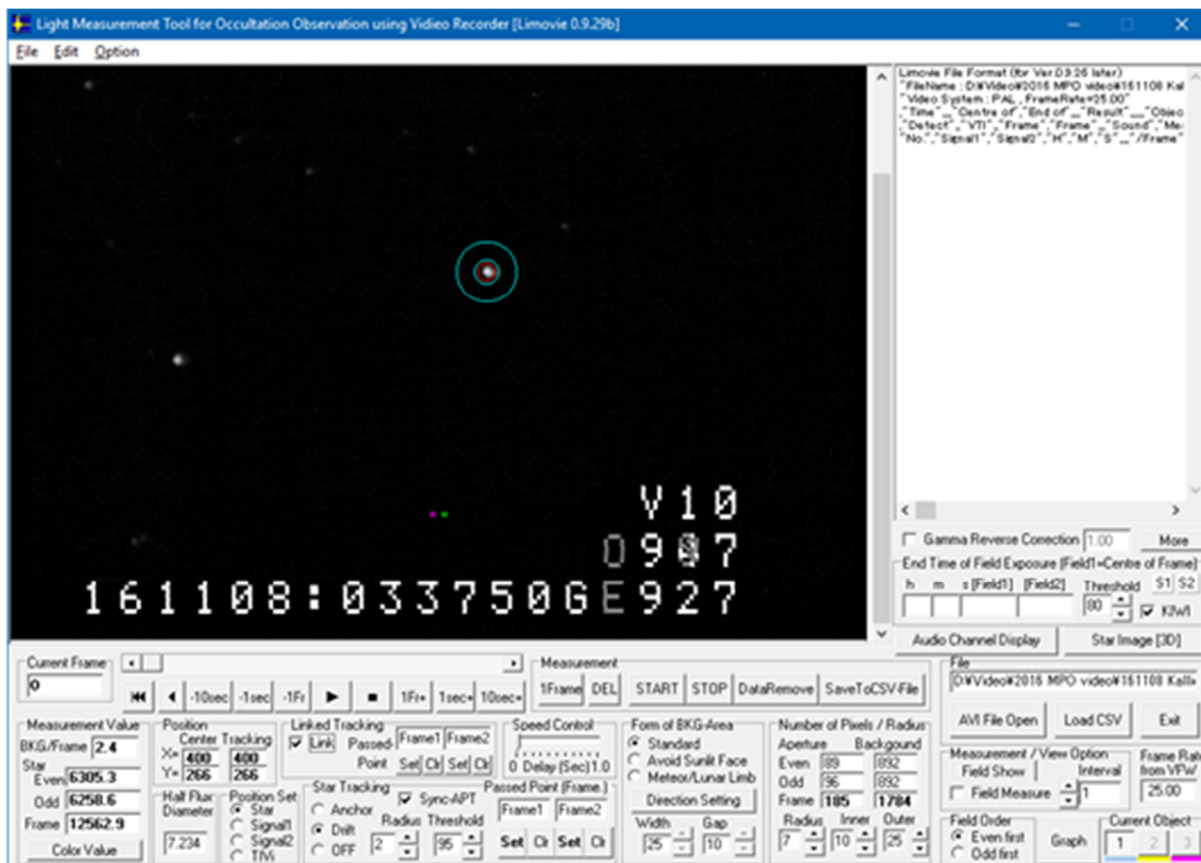
analýzu světelných křivek získaných pomocí CCD driftové metody je určen program Scanalyzer, který je dostupný na www.asteroidoccultation.com/observations/DriftScan/Index.htm.



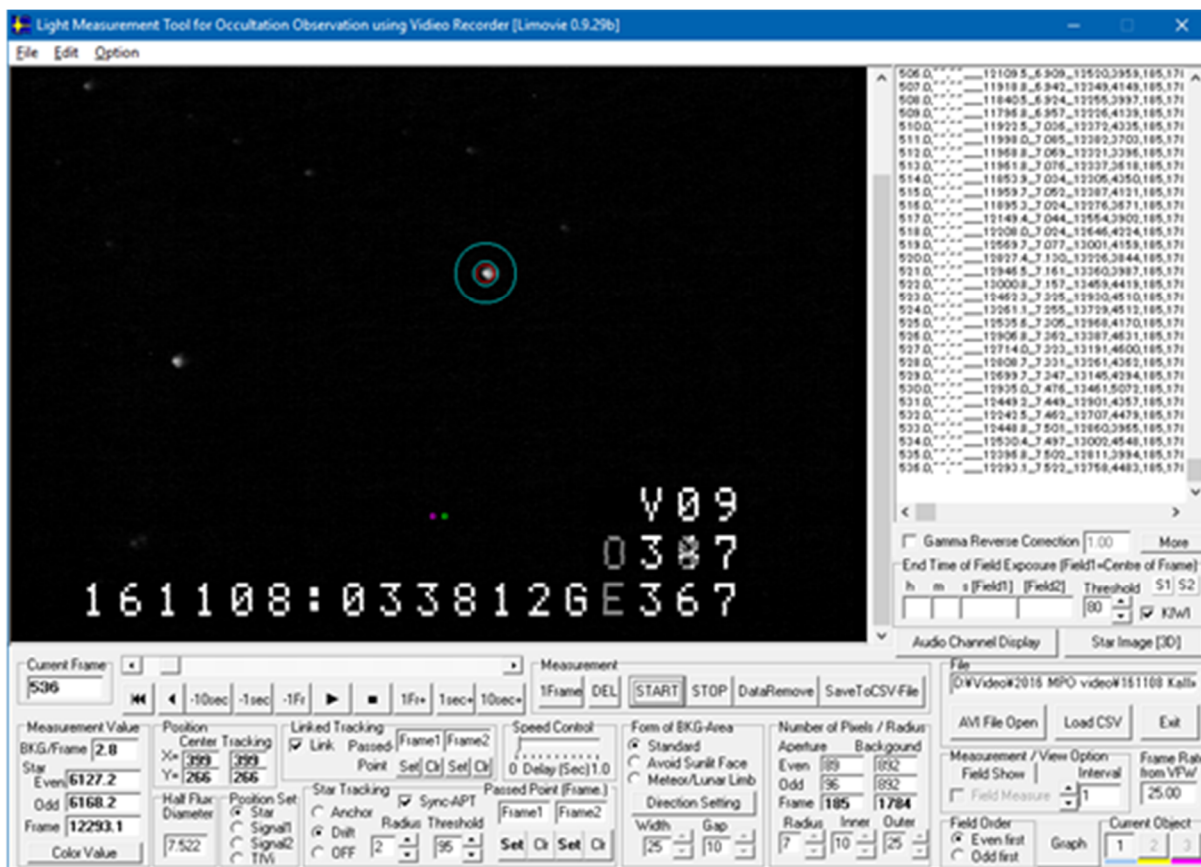
Obr. 1.13: Načtení videa do programu LiMovie

Na hvězdárně v Rokycanech se používá program LiMovie. Video se do programu LiMovie načte pomocí tlačítka „AVI File Open“ v pravém dolním rohu okna programu, oblast „File“. Po načtení videa pozorovatel vybere zakrývanou hvězdu (obr. 1.14) a zkontroluje, případně nastaví některé parametry programu (*Star Tracking Threshold* = 95, *Star Tracking Radius* = 2, *Star Tracking* = Drift, *Linked Tracking* = Link).

Po nastavení parametrů se v prostřední části okna pod snímkem (oblast „Measurement“) klikne na tlačítko „Start“ (obr. 1.15). Video začne být zpracováno, o průběhu je informace v pravé části vedle snímku z videa a zároveň se mění údaj v okně „Current Frame“. Výstupem zpracování je soubor ve formátu CSV, který lze uložit („Measurement – SaveToCSV-File“) a otevřít pomocí tabulkového procesoru. Soubor lze rovněž nahrát pomocí programu LiMovie – v pravé spodní části okna programu (oblast „File“) kliknout na tlačítko „Load CSV“ a vybrat příslušný soubor, např. 161108 Kalliope.csv. Po kliknutí na tlačítko „Graph“ se ukáže graf, který zobrazuje závislost pozorované hvězdné velikosti hvězdy, resp. planety na čase (obr. 1.16).



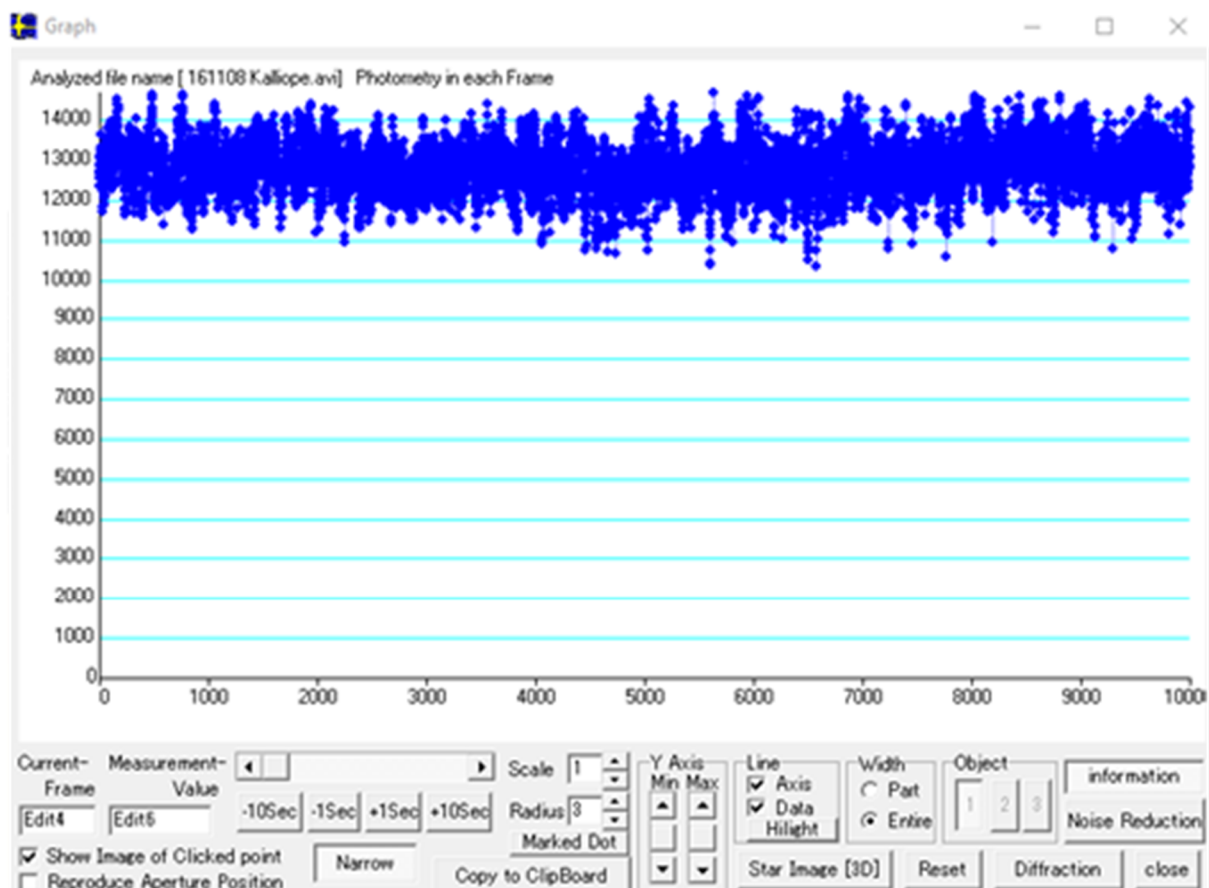
Obr. 1.14: Výběr hvězdy a zkontrolování parametrů v programu LiMovie



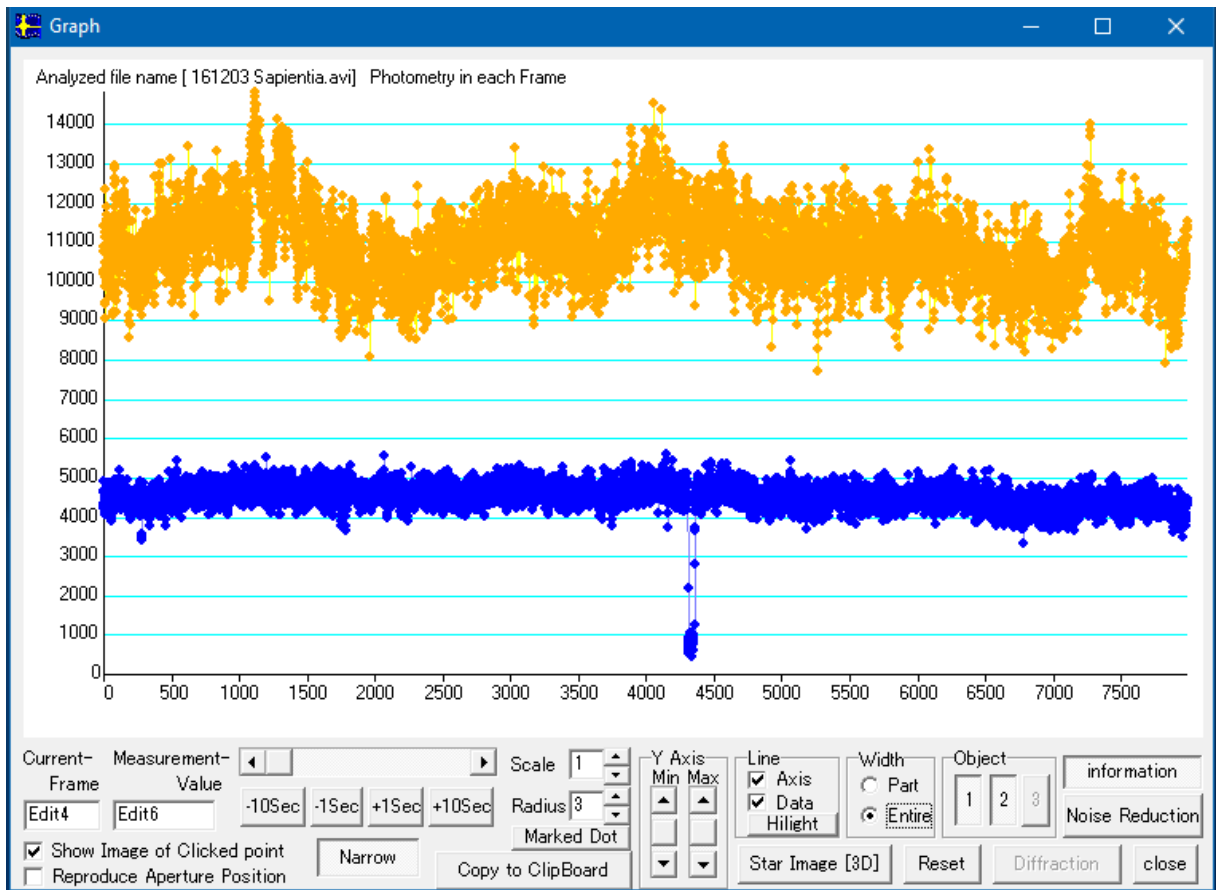
Obr. 1.15: Analýza video záznamu v programu LiMovie

Na obr. 1.16 je zpracovaný časový průběh zákrytu hvězdy TYC 1906-01539-1 planetkou (22) Kalliope ze dne 8. listopadu 2016. Z grafu je zřejmé, že na místě pozorování (hvězdárna v Rokycanech) nedošlo k zákrytu hvězdy planetkou, z následného zpracování (obr. 1.19) se ukázalo, že místo pozorování bylo velmi blízko hranici cesty stínu zákrytu (několik kilometrů vně). I tak je možné považovat pozorování za úspěšné, protože se tímto, byť negativním pozorováním dá pomoci ke stanovení maximálních rozměrů planetky nebo k vyloučení či naopak potvrzení přítomnosti dalšího tělesa obíhajícího okolo planetky.

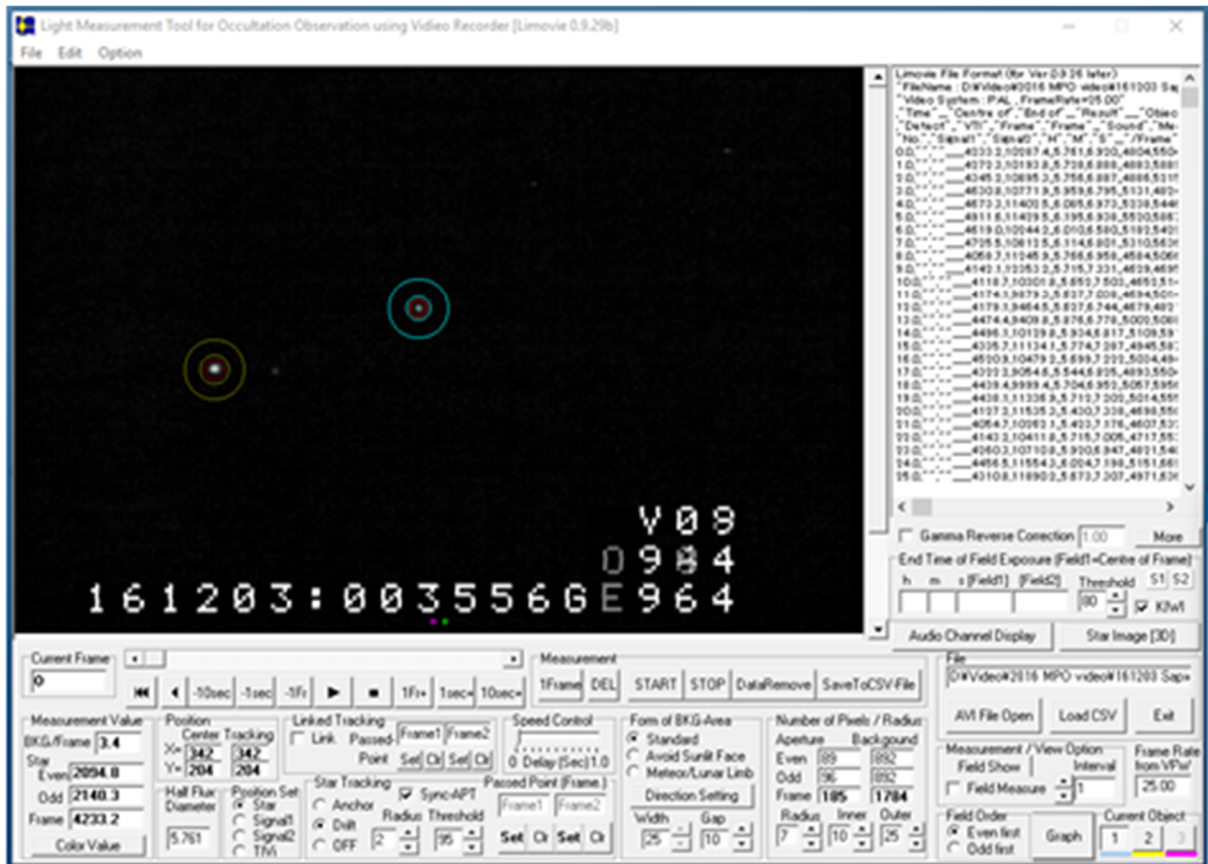
Pro srovnání je na obr. 1.17 vidět průběh jasnosti u pozitivního zákrytu hvězdy planetkou (modrou barvou) a průběh jasnosti srovnávací hvězdy (oranžovou barvou). Na vodorovnou osu je vynášen čas, celá délka záznamu má 5 min, zákryt trval pouhé 2 s.



Obr. 1.16: Graf neúspěšného zákrytu hvězdy TYC 1906-01539-1 planetkou (22) Kalliope



Obr. 1.17: Ukázka zpracování pozitivního zákrytu hvězdy planetkou



Obr. 1.18: Záznam úspěšného zákrytu hvězdy TYC 0837-00873-1 planetkou (275) Sappia

Na obr. 1.18 vlevo je v programu LiMovie oranžovou barvou vybrána srovnávací hvězda, vpravo je modrou barvou zakroužkována zakrývaná hvězda, u které došlo k zákrytu.

1.6 Výsledky pozorování

Protokol o pozorování zákrytu pozorovatel odesílá k dalšímu zpracování nehledě na to, jestli je zákryt pozitivní či negativní.

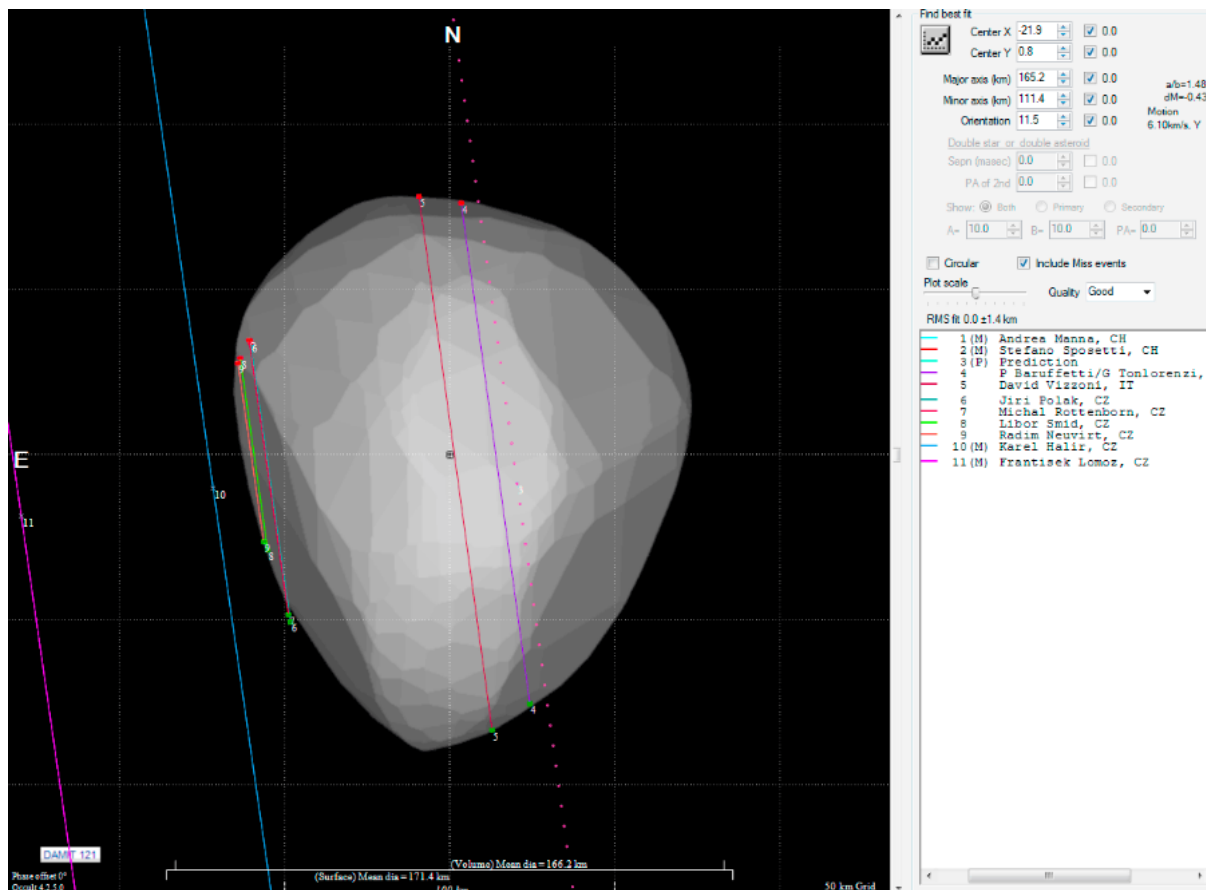
Lze tak učinit

- přes elektronický formulář na mpocc.astro.cz/results/report.html;
- na e-mailovou adresu frappa@euroaster.net (Eric Frappa, Euraster);
- na e-mailovou adresu gillesregheere@yahoo.fr (Gilles Regheree, EAON);
- na e-mailovou adresu jan.manek@worldonline.cz (Jan Mánek, IOTA);
- na e-mailovou adresu hvezdarna@hvr.cz (hvězdárna v Rokycanech).

V případě pozitivního výsledku se zašle protokol i na adresu dunham@starpower.net (David Dunham). Formulář o záznamu sledování zákrytu hvězdy planetkou je k dispozici na webu „Asteroidal Occultation Observers in Europe“ (www.euraster.net), na hlavní stránce v části „New observers – report“ (přímý odkaz na formulář je na adrese www.euraster.net/results/report-form.txt, vzorový příklad vyplněného formuláře pro pozorování pozitivního zákrytu je pro vizuální metodu k dispozici na adrese www.euraster.net/results/example1.txt a pro metodu záznamu televizní kamerou na adrese www.euraster.net/results/example2.txt), případně na webu „European Asteroidal Occultation Network“ (astrosurf.com/eaon), v levém menu pod názvem „Report Form“ (přímý odkaz na formulář je na adrese astrosurf.com/eaon/Report form.htm).

Odesláním formuláře na výše uvedené adresy dojde k dalšímu zpracování záznamů. Pozorovatel může průběžně na adrese www.euraster.net/results/index.html sledovat, jakým způsobem jsou jeho záznamy zpracovány do výsledného tvaru planetky. Výsledek pozorování zákrytu hvězdy TYC 1906-01539-1 planetkou (22) Kalliope z 8. listopadu 2016 najdeme na euraster.net v části „European Asteroidal Occultation Results“ za rok 2016 na www.euraster.net/results/2016/index.html#1108-22, kde je obrázek www.euraster.net/results/2016/20161108-Kalliope_crd+DAMIT121.gif (obr. 1.19). Výsledky

všech pozorování pomocí zákrytů je doplněno o DAMIT model⁸ planety získaný inverzí světelných křivek. Modrá linie 10 je negativní pozorování zákrytu z hvězdárny v Rokycanech z 8. listopadu 2016. Přestože zákryt nebyl pozitivní, je důležitý pro určení či omezení přesné hranice tvaru planety. Proto i negativní výsledky jsou užitečnými pozorováními.



Obr. 1.19: Vyhodnocení výsledků zákrytu hvězdy TYC 1906-01539-1 planetkou (22) Kalliope ze dne 8. listopadu 2016

Seznam literatury

- [1] *Occultation Section - Royal Astronomical Society of New Zealand* [online]. [cit. 2019-06-17]. Dostupné z: www.occultations.org.nz/videotime/RASNZ_VideoOccManual_V1_2.pdf
- [2] *Asteroid Occultation Updates* [online]. [cit. 2019-06-17]. Dostupné z: www.asteroidoccultation.com

Seznam obrázků

Pokud není uvedeno jinak, je zdrojem obrázků archiv autorky dokumentu.

⁸ Více o databázi modelů planetek DAMIT na adrese astro.troja.mff.cuni.cz/projects/asteroids3D/.