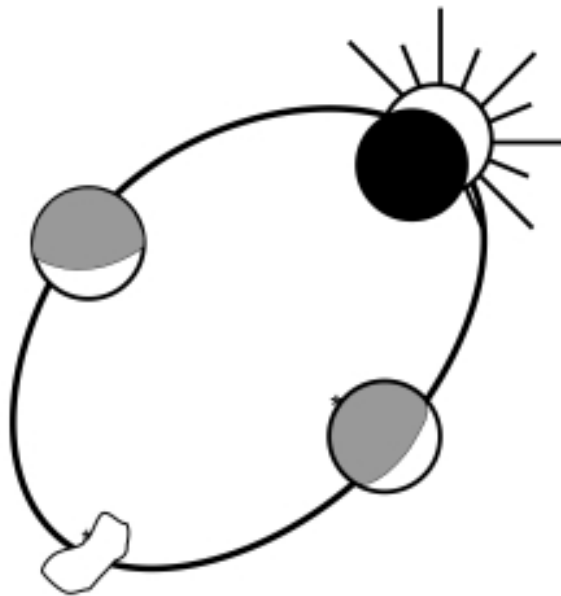


# Obserwacje zjawisk zakryciowych

## *Wprowadzenie i podstawowe informacje*



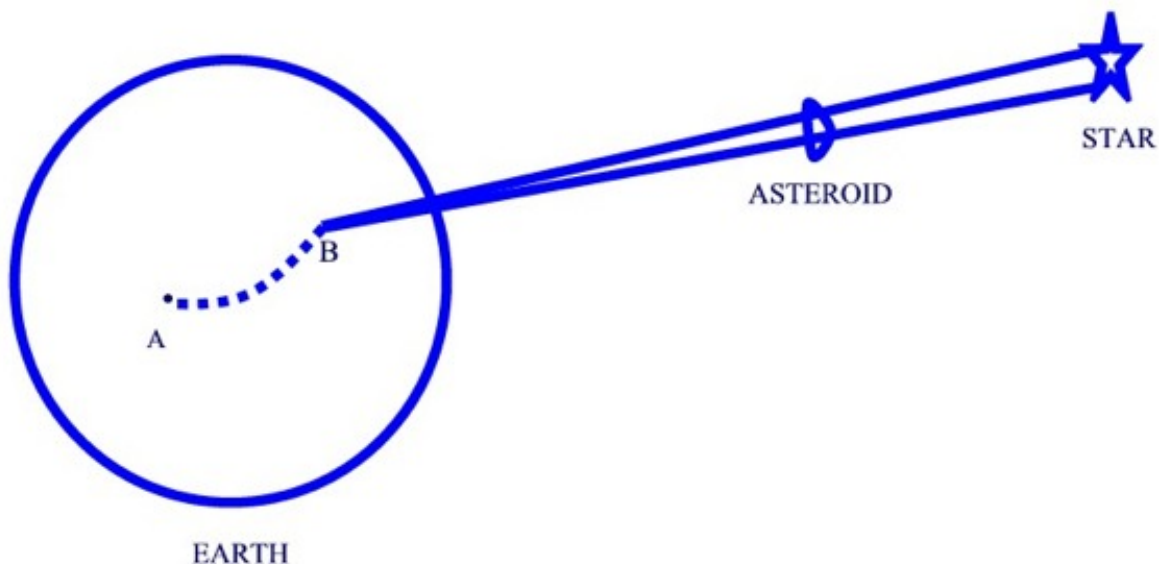
XXXI Seminarium Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA  
11-12.06.2022 - Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Poznań

Wojciech Burzyński – PTMA Białystok, SOPiZ PTMA

# Co to jest zjawisko zakryciowe ?

- **Zakrycie** występuje, gdy ciało Układu Słonecznego przechodzi przed bardziej odległym obiektem (najczęściej gwiazdą lub innym ciałem Układu Słonecznego), częściowo lub całkowicie zarywając bardziej odległy obiekt i chwilowo blokując jego światło.

Każde zakrycie można zobaczyć tylko we właściwym czasie i konkretnym miejscu na Ziemi.



# Rodzaje zjawisk zakryciowych

**Obiekt zakrywany znajduje się w naszym Układzie Słonecznym:**

- **zaćmienie Słońca** (zakrycie tarczy słonecznej przez tarczę Księżyca)
- **zaćmienie Księżyca**
- **przejście (tranzyt) planety wewnętrznej** – Merkurego i Wenus przed tarczą Słońca
- **zakrycie planety lub planetoidy (rzadko kiedy wystarczająco jasnej) przez Księżyc**
- **wzajemne zakrycie planet / planetoid** – przejście planety przed tarczą innej planety
- **wzajemne zakrycia i zaćmienia w układach księżyców planet** (głównie pomiędzy księżycami Jowisza)
- **zakrycia i zaćmienia księżyców planet przez planetę macierzystą** (głównie przez Jowisza)
- **tranzyty księżyców planety na tle jej tarczy** (głównie na tle tarczy Jowisza)



# Rodzaje zjawisk zakryciowych

**Obiekt zakrywany znajduje się poza Układem Słonecznym (gwiazda):**

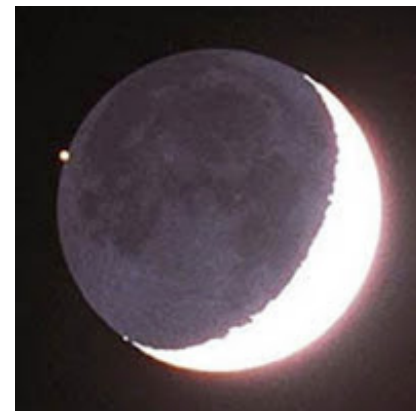
- zakrycia gwiazd przez Księżyc
- brzegowe zakrycia gwiazd przez Księżyc
- zakrycia gwiazd przez planetoidy pasa głównego (MBA – Main-Belt Asteroid )

*Kolorem zielonym zaznaczono zjawiska najczęściej rejestrowane przez obserwatorów zakryć*

- zakrycia gwiazd przez obiekty transneptunowe (TNO – Trans-Neptunian Object)
- zakrycia gwiazd przez obiekty NEO (Near-Earth Object)  
NEA – Near-Earth Asteroid, PHA – Potentially Hazardous Asteroid

- zakrycia gwiazd przez księżyce planetoid
- zakrycia gwiazd przez jądra kometarne

- zakrycia gwiazd przez planety
- zakrycia gwiazd przez księżyce planet



- zakrycia gwiazd przez asteroidy pozasłoneczne (międzygwiazdowe) – np asteroida 1I/'Oumuamua
- tranzyty egzoplanet



# Co musimy zaobserwować ?

**Istota obserwacji polega na jak najdokładniejszym zanotowaniu momentów zjawiska.**

Aktualnie wiodącą techniką obserwacji zjawisk zakryciowych jest rejestracja elektroniczna.

**Obserwacja sprowadza się do podłączenia posiadanej kamery do komputera przenośnego a następnie:**

- wykonania filmu w formacie **AVI** przy użyciu analogowej, czułej kamery przemysłowej lub
- wykonania filmu w formacie **SER lub FITS** przy użyciu cyfrowej kamery CMOS/CCD

Jednak by obserwacja miała jak największą wartość **zachodzi potrzeba naniesienia na film precyzyjnego znacznika czasu**, czyli punktu odniesienia który pomoże nam w dokładnym określeniu momentu zakrycia i odkrycia. Najczęściej stosuje się metody znakujące stemplem czasowym każdą klatkę filmu:

- kamery analogowe – stempel czasu z urządzenia zwanego inserterem czasu (VTI), sygnał bazuje na GPS
- kamery cyfrowe – synchronizacja czasu komputera ze wzorcowym serwerem czasu NTP via internet

*W przypadku zakryć asteroidalnych akceptowane są jeszcze raporty z obserwacji wykonanych metodą wizualną.*

*Obserwacje wizualne wykonuje jeszcze bardzo mały odsetek obserwatorów (kilku na skalę Europy).*

*Narzędziem mierzącym czas w przypadku obserwacji wizualnych najczęściej był stoper elektroniczny zsynchronizowany ze wzorcowymi radiowymi sygnałami czasu. W tej konfiguracji największą niepewność do wyniku końcowego wносił błąd osobisty obserwatora (refleks), który przeważnie wynosi 0.3 – 0.6 sekundy.*

# Wartość naukowa obserwacji zakryciowych

## Centralne zakrycia gwiazd przez Księżyc:

- badanie ruchu wirowego Ziemi i zmienności czasu trwania doby ziemskiej
- badanie ruchu orbitalnego Księżycy, poprawa elementów orbity Księżycy
- detekcja gwiazd podwójnych i wielokrotnych (ciasnych układów gwiazd nie do wykrycia metodami optycznymi)

## Brzegowe zakrycia gwiazd przez Księżyc:

- badanie figury Księżycy w jego obszarach okołobiegunowych – kształtu i wielkości gór/dolin/kraterów na Księżycu  
z precyzją sięgającą kilku metrów !
- badanie rozmiaru biegunowej średnicy Księżycy
- astrometria zakrywanej gwiazdy – kontrola lub korekta jej położenia i ruchów własnych
- detekcja gwiazd podwójnych i wielokrotnych – ciasnych układów gwiazd nie do wykrycia metodami optycznymi
- poprawa efemeryd całkowitych zaćmień Słońca – precyzyjniejsze czasy momentów poszczególnych faz zjawiska
- kontrola nachylenia osi ziemskiej w stosunku do płaszczyzny orbity

# Wartość naukowa obserwacji zakryciowych

## Zakrycia asteroidalne (planetoidalne):

- dokładna astrometria czyli potwierdzenie położenia asteroidy na orbicie w przestrzeni, weryfikacja parametrów orbity
- wyznaczanie profilu asteroidy (przekroju przez asteroidę w danej fazie), uzyskanie rozmiarów i modelu 3D asteroidy
- potwierdzenie lub korekcja okresu rotacji asteroidy
- detekcja podwójności asteroidy lub faktu posiadania księżyców przez asteroidę
- detekcja gwiazd podwójnych i wielokrotnych – ciasnych układów gwiazd nie do wykrycia metodami optycznymi

*np w roku 2016 tą metodą odkryto fakt podwójności dla 4 nowych gwiazd, separacje składników od 0,01" do 0,211".*

## Zakrycia gwiazd przez planety i księżyce planet:

- badanie atmosfer planet i szczątkowych atmosfer księżyców planet
- poprawianie astrometrii księżyców planet – badanie ich położenia na orbicie
- badanie rozmiarów i kształtu księżyców planet

# Wartość naukowa obserwacji zakryciowych

## Zakrycia gwiazd przez jądra kometarne:

- poprawianie astrometrii komet – badanie ich położenia na orbicie, poprawa elementów orbity komet
- wyznaczenie rozmiarów jądra kometarnego , gęstości i składu otoczki

## Tranzyty planet wewnętrznych (Merkurego i Wenus) przed tarczą Słońca:

- pomiary długości jednostki astronomicznej

## Całkowite zaćmienia Słońca:

- badanie wahania widocznej średnicy Słońca – określenie zmian klimatycznych na Ziemi na przestrzeni wieków
- pośrednio potwierdzenie figury Księżyca w jego obszarach okołobiegunowych (perły Baily'ego)
- badania nad wpływem zjawiska zaćmienia na lokalne warunki meteorologiczne (ciśnienie, temperatura i wilgotność powietrza, prędkość wiatru, etc.)

## Całkowite zaćmienia Księżyca:

- badania zapylenia atmosfery ziemskiej – pomiar barwy i natężenie oświetlenia zaćmionego Księżyca
- obserwacja uderzeń meteoroidów w powierzchnię Księżyca (bardzo rzadkie zjawisko)

## Obserwacje pozycyjne (astrometria z precyzją lepszą niż 0.1''):

- poprawianie efemeryd pozycji ciał (głównie asteroid) w przestrzeni, poprawa elementów orbit tych ciał
- astrometria asteroid NEO (*ang. Near-Earth Objects*) czyli poprawa elementów orbit asteroid i komet potencjalnie kolizyjnych z Ziemią

# Określanie współrzędnych obserwatora

**Współrzędne geograficzne jak i wysokość (npm) stanowiska obserwacji zjawiska zakryciowego powinny być każdorazowo wyznaczone z jak największą dokładnością !**

**Zaleca się uzyskanie dokładności 0,1" (2-3 m) w pomiarze współrzędnych geograficznych poziomych oraz 5 m w pomiarze wysokości nad poziomem morza.**

Pojedynczy pomiar dobrym odbiornikiem GPS w idealnych warunkach osiąga te wartości.

**Współrzędne punktu obserwacyjnego powinny być określone w obowiązującym globalnie układzie WGS'84 (*World Geodetic System '84*) !**

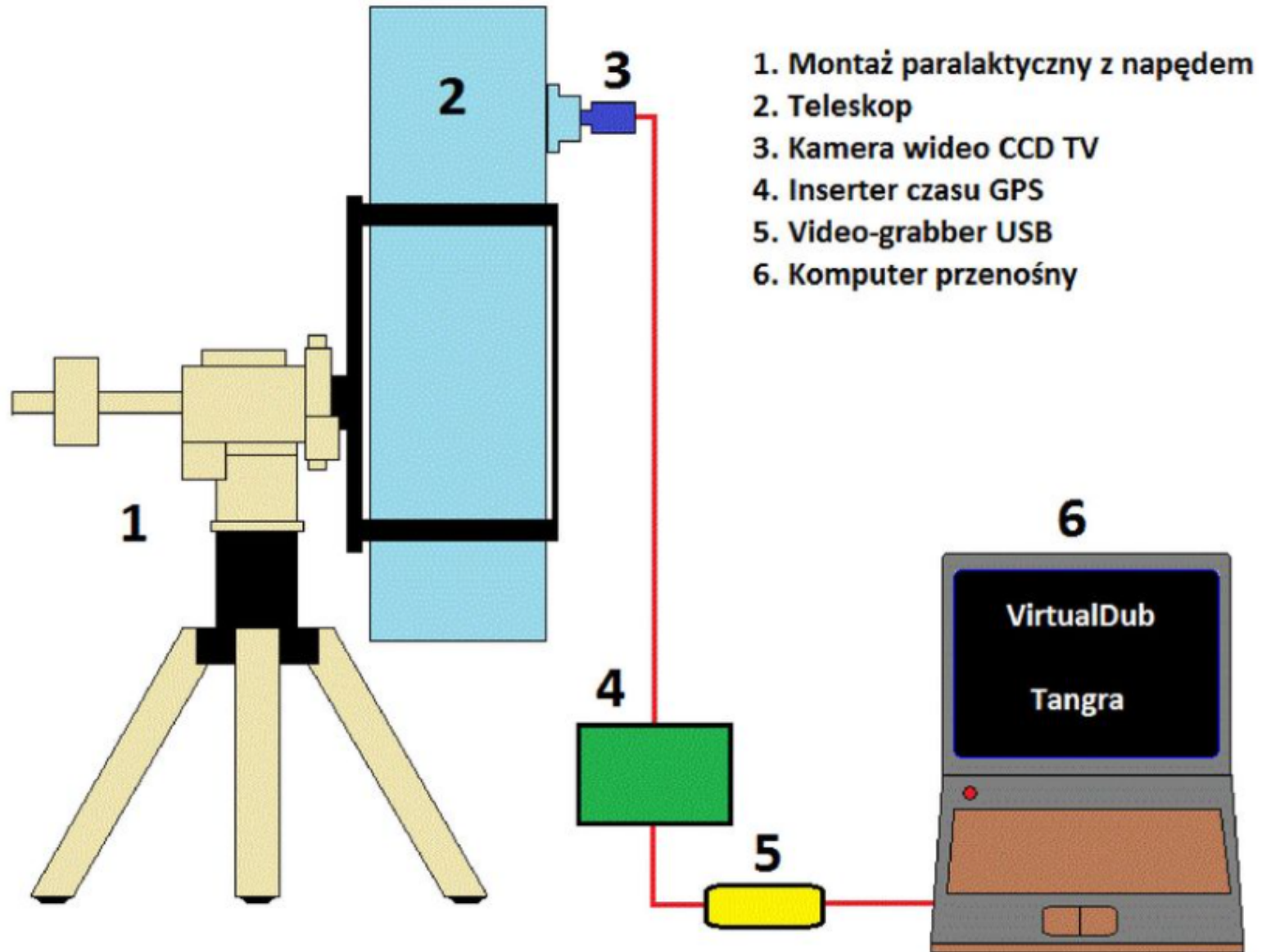
Obecnie pomiar współrzędnych geograficznych nie nastręcza już żadnych trudności.

**Największym wyzwaniem dla obserwatora zakryć pozostaje więc precyzyjna służba czasu!**

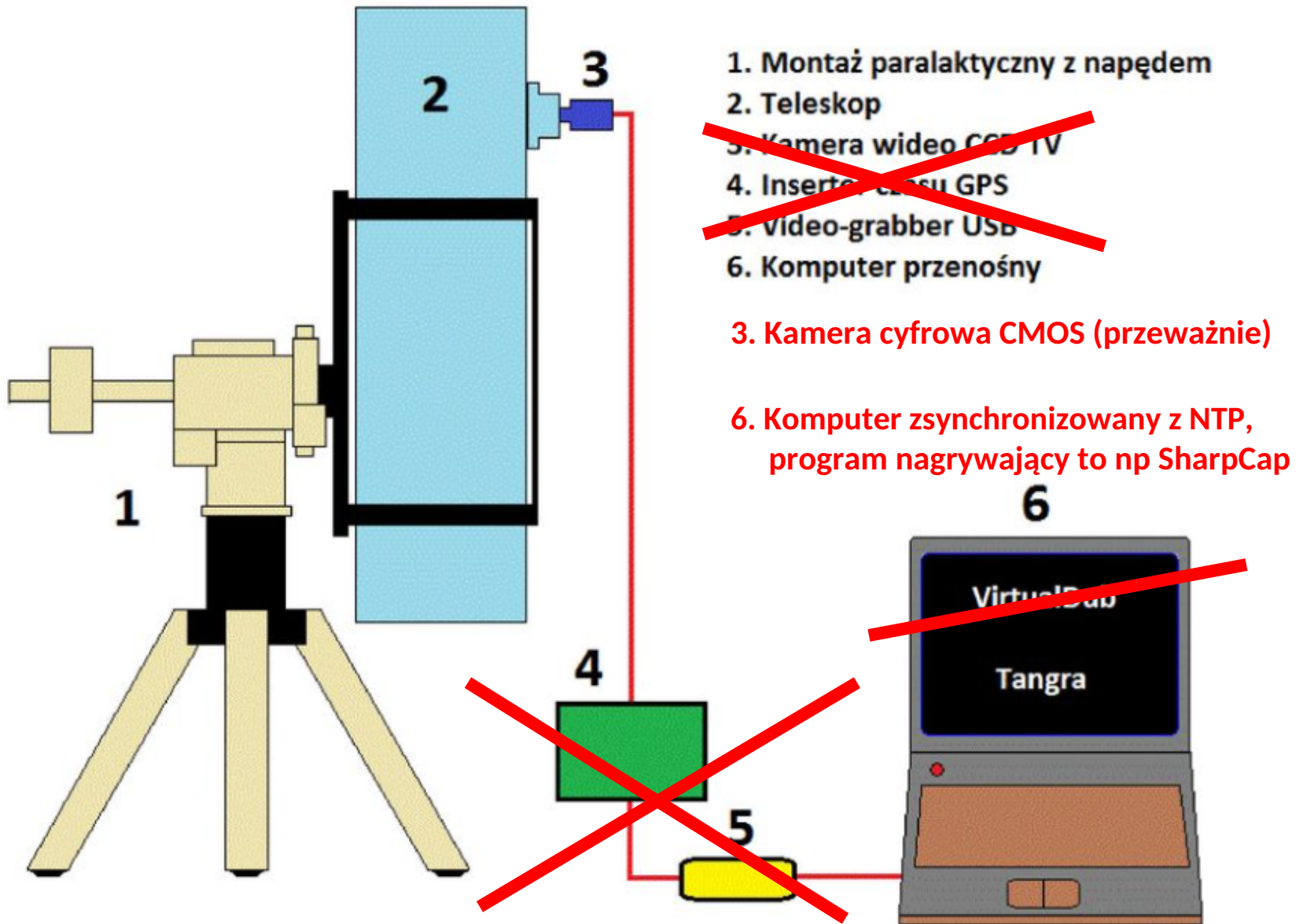
Pomiaru położenia obserwatora można dokonać na kilka sposobów:

- na podstawie odczytów z insertera VTI
- dedykowany odbiornik turystyczny, odbiornik USB „doongle”+ laptop, dataloggery
- interaktywne serwisy mapowe, np Google Maps, Google Earth,...
- mapy topograficzne z Geoportalu krajowego, regionalnych, miejskich (MapoTero)
- telefon komórkowy (A-GPS)

# Zestaw obserwacyjny – kamera analogowa



# Zestaw obserwacyjny – kamera cyfrowa (znaczące uproszczenie)



# Sprzęt niezbędny do obserwacji zakryć - teleskop

## Teleskop:

Najlepiej **powyżej 20 cm** średnicy lustra:

- im większe lustro tym słabsze zakrywane obiekty możemy obserwować, np zakrycia gwiazd przez TNO
- obróbka filmu staje się o wiele prostrza gdy nagrany obiekt nie znajduje się na granicy widoczności

**W zasadzie wszystkie konstrukcje teleskopów/lunet się nadają się do obserwacji zjawisk zakryciowych.**

- *teleskopy SCT –długie ogniskowe i małe pole widzenia - dodatkowo stosuje się więc reduktory ogniskowej*
- *wszystkie teleskopy z płytami korekcyjnymi – czasami zachodzi potrzeba nr*

## Montaż:

najlepiej **montaż paralaktyczny**  
**z prowadzeniem GOTO,**

azymutalny dobson GOTO  
sprawuje się równie dobrze.

Montaż musi być na tyle  
precyzyjny, aby utrzymał  
zakrywany obiekt w polu  
widzenia kamery przez  
minimum 5 minut.





# Sprzęt niezbędny do obserwacji zakryć - kamera



## CYFROWE (CMOS)

np

<- ASI ZWO 120 MM

**QHY 174 GPS ->**

pierwsza kamera z  
wbudowanym  
modułem GPS



## ANALOGOWE

np

<- Samsung SCB-2000

**Watec 910 HX ->**

najczulsza kamera  
analogowa do zakryć



# Sprzęt niezbędny do obserwacji zakryć – służba czasu



**IOTA VTI** – inserter czasu do kamer analogowych, rozprawdzany przez IOTA.

Pozostawia stempel czasu na każdej klatce filmu, sygnał generowany przez wbudowany moduł GPS.

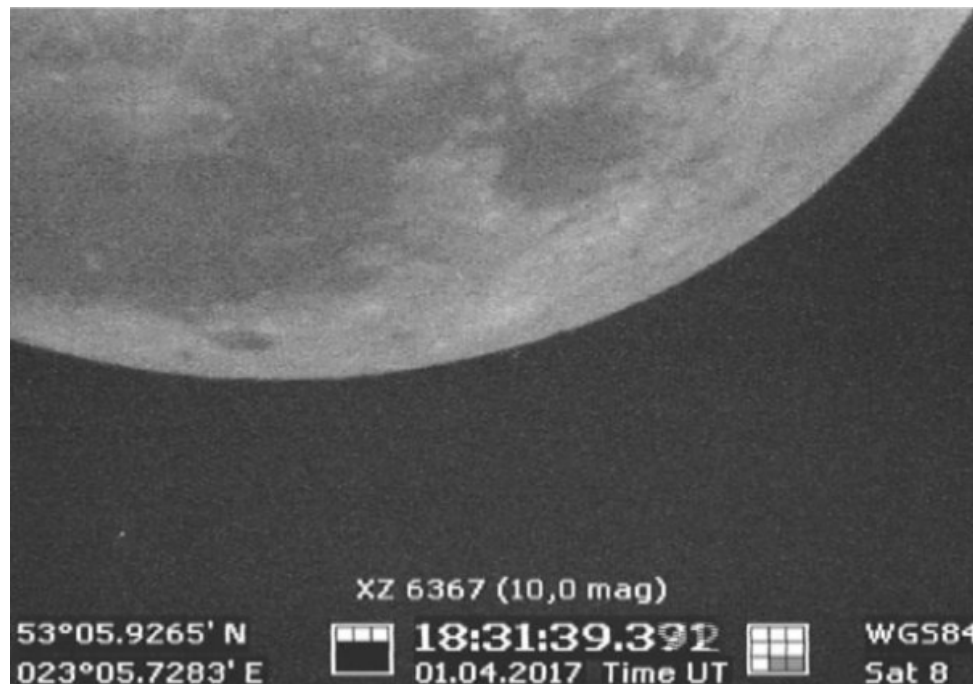


**TimeBox** – inserter czasu do kamer cyfrowych, rozprawdzany przez firmę Shelyak.

Synchronizauje czas komputera na którym nagrywa się film przez wbudowany moduł GPS.

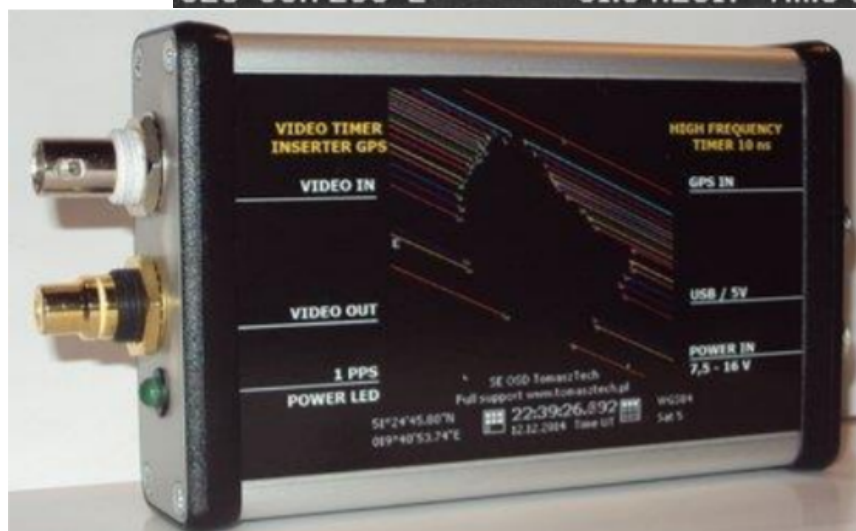
Stempel czasowy na film nanosi program nagrywający, który posiada taką funkcję, np SharpCap

# Sprzęt niezbędny do obserwacji zakryć – służba czasu



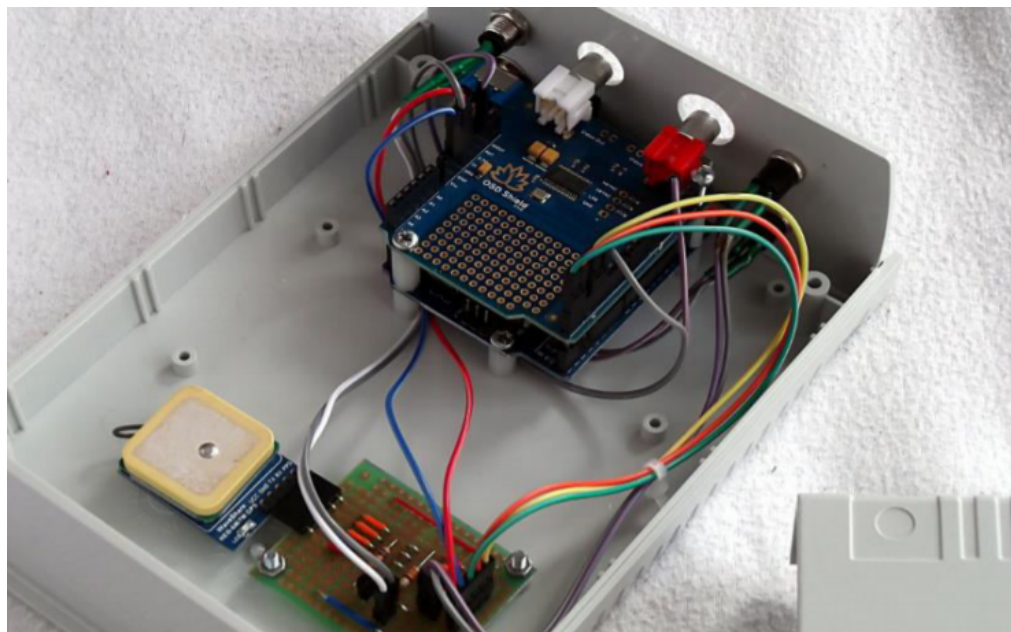
**TomaszTech VTI** – inserter czasu do kamer analogowych, skonstruowany i rozprowadzany przez **Tomasza Wężyka**

Pozostawia stempel czasu na każdej klatce filmu, sygnał generowany przez moduł GPS.





# Sprzęt niezbędny do obserwacji zakryć – zrób to sam!



**smopi VTI** – inserter czasu do kamer analogowych, skonstruowany przez **Piotra Smolarza**

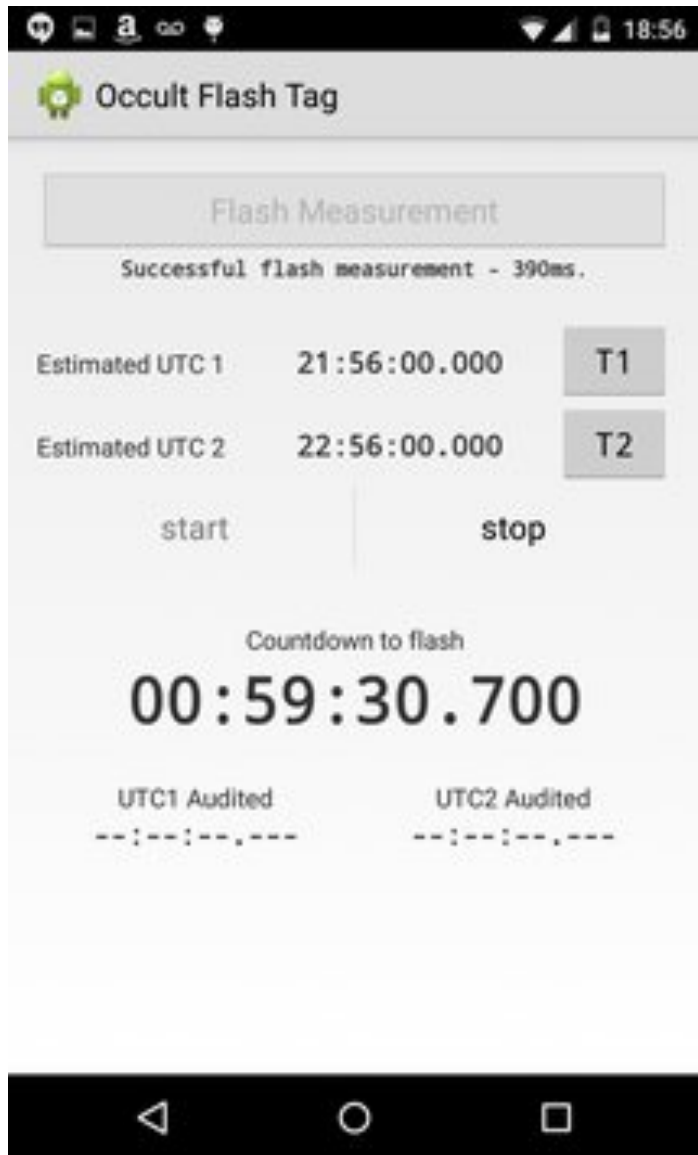
Na zdjęciu kopia projektu wykonana przez W. Burzyńskiego.

Pozostawia stempel czasu na każdej klatce filmu, sygnał generowany przez GPS.

<https://github.com/smopihub/smopiVTI/wiki/Video-Time-Inserter>



# Służba czasu bez insertera – Occult Flash Tag ver. 1.1



- Darmowa aplikacja na telefony z systemem Android
- Zastosowanie – kamery analogowe lub cyfrowe bez insertera czasu
- Po zsynchronizowaniu telefonu z serwerem NTP, błyski flesza będą inicjowane z niepewnością kilku milisekund
- Na chwilę przed ustawionym czasem należy skierować telefon w stronę tubusa teleskopu w taki sposób, aby matryca kamery zarejestrowała błysk flesza
- Wyzwala błysk flesza aparatu fotograficznego telefonu w celu oznaczenia 2 punktów odniesienia – przed zjawiskiem i po zajściu zjawiska, tym samym mamy określony czas UTC obu punktów
- Błysk jest widoczny na nagraniu wideo – mamy zaznaczony dokładny punkt odniesienia na nagraniu

<https://apkpure.com/occult-flash-tag/br.eti.erickcuto.occultflashtag>

# Służba czasu – serwery NTP

- Coraz częściej obserwatorzy (szczególnie początkujący) zaczynają używać do rejestracji zakryć popularnych kamer USB oraz służby czasu opartej laptop z czasem zsynchronizowanym z serwerem NTP (Network Time Protocol).
- **NTP w większości przypadków nie jest uznanawane za precyzyjną służbę czasu**  
Dokładność synchronizacji czasu komputera używanego do rejestracji zakrycia zależy od dostępnej prędkości internetu i odległości do najbliższego serwera czasu oraz klasy tego serwera (tzw. „stratum”)
- Jeśli już obserwujemy zakrycie tą metodą to należy dokonać synchronizacji komputera z serwerem czasu na kilka minut przed zjawiskiem. Uzyskana niepewność synchronizacji to przeważnie ok. **0,01-0,5 sek** i silnie zależy od w/w czynników.
- W Polsce zaleca się używanie precyzyjnych serwerów czasu, które umiejscowione są w Głównym Urzędzie Miar w Warszawie, serwera czasu z Borówca /k. Poznania, etc...
  - **tempus1.gum.gov.pl** – IP: 194.146.251.100
  - **vega.cbk.poznan.pl** – IP: 194.254.190.51
- Popularny program do synchronizacji czasu komputera z serwerem NTP to np **Dimension 4**:  
<http://www.thinkman.com/dimension4/download.htm>

**... istnieją jednak lepsze rozwiązania niż Dimention4, czyli program Meinberg**

# Służba czasu – Meinberg

## Meinberg – najbardziej zalecany software do synchronizacji komputera z czasem NTP

1. Należy pobrać i zainstalować 2 pliki:

- NTP Download: [https://www.meinbergglobal.com/english/sw/ntp.htm#ntp\\_stable](https://www.meinbergglobal.com/english/sw/ntp.htm#ntp_stable)
- NTP Time Server Monitor: <https://www.meinbergglobal.com/english/sw/ntp-server-monitor.htm>

2. Należy ustawić adres wybranego serwera czasu NTP w zakładce Configuration

NTP Time Server Monitor by Meinberg 1.04

File Edit Help

NTP Service | NTP Status | NTP Configuration File | Statistic | Advanced Statistic | **Configuration** | Notification | Logfile

**General:**

☐ Run at System Start ☐ Show advanced tabs ☒ Activate logging

☐ Display Icon in TrayIconBar ☒ Use Windows system font

**Service:**

☐ Service changes remain consistent after reboot

**Status:**

Status Polling Interval: 30 second(s) ☒ Enable DNS Lookup ☒ Enable Coloring [configure](#)

External NTP Server: **tempus1.gum.gov.pl**

**Statistic:**

Logfile Locations: C:\Program Files (x86)\NTP\etc;

☒ Save User Selected Directories

**Advanced Statistic**

Logging Interval: 1 minute(s) ☒ Log used peer for synchronisation ☒ Log delay value

☒ Log stratum of localhost ☒ Log polling interval [Clear Statistic](#)

[Default Values](#) [Save settings](#)

# Służba czasu – Meinberg

NTP Time Server Monitor by Meinberg 1.04

File Edit Help


NTP Service | NTP Status | NTP Configuration File | Statistic | Advanced Statistic | Configuration | Notification | Logfile


Localhost tempus1.gum.gov.pl

Current local NTP Status: Sync to: tempus1.gum.gov.pl Offset: -1.945ms Stratum: 2 Refresh Interval: 30 s

NTP Status:

Remote	Refid	Stratum	Type	When	Poll	Reach	Delay	Offset	Jitter
* tempus1.gum.gov.pl	EXT	1	Unicast server	64	64	377	5.464	-1.945	1.721

  
*należy ustawić wzorcowy  
serwer czasu, wiarygodny i  
bliski naszej lokalizacji*

  
*opóźnienie zegara komputera  
wg. czasu wzorca  
w tym przypadku ujemna  
wartość wskazuje na  
przyspieszenie czasu  
komputera względem wzorca*

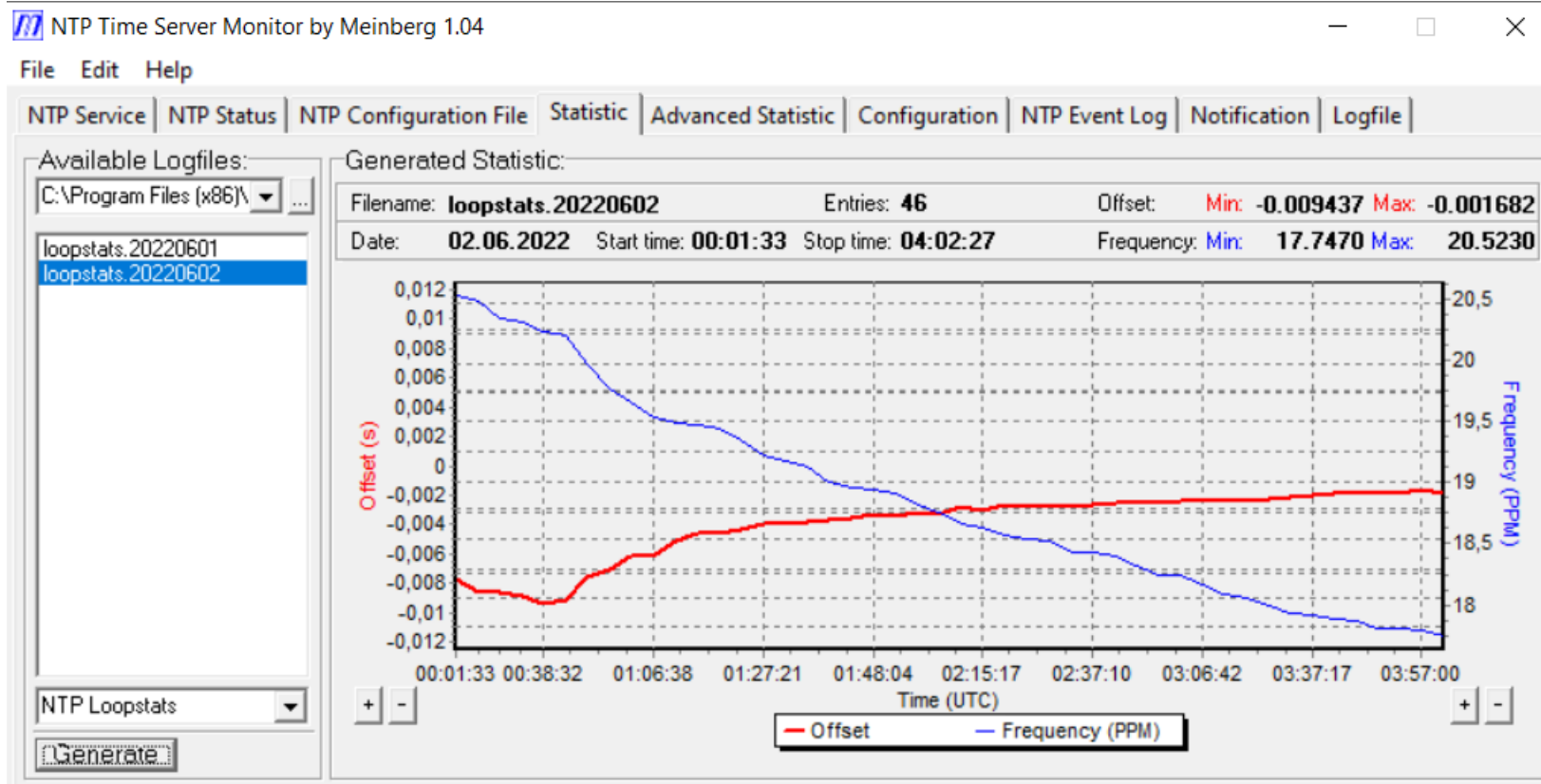
Polling Status: Running NTP Version: ntpd 4.2.8p15-o Jun 25 14:45:34 (UTC+02:00) 2020 (2) DNS lookup Legend

<b>delay</b>	The mean <i>packet delay</i> , in milliseconds. This is the mean execution time required to send a read request to the time source, and receive the reply from that source.
<b>offset</b>	The mean <i>time offset</i> , in milliseconds.
<b>jitter</b>	The <i>time jitter</i> , in milliseconds. This indicates how much packet delays from individual pollings vary from the mean packet delay.

**Poprawna synchronizacja komputera wymaga dość długiego działania programu przed obserwacją, zalecane są nawet 2godziny !!!**



# Służba czasu – Meinberg

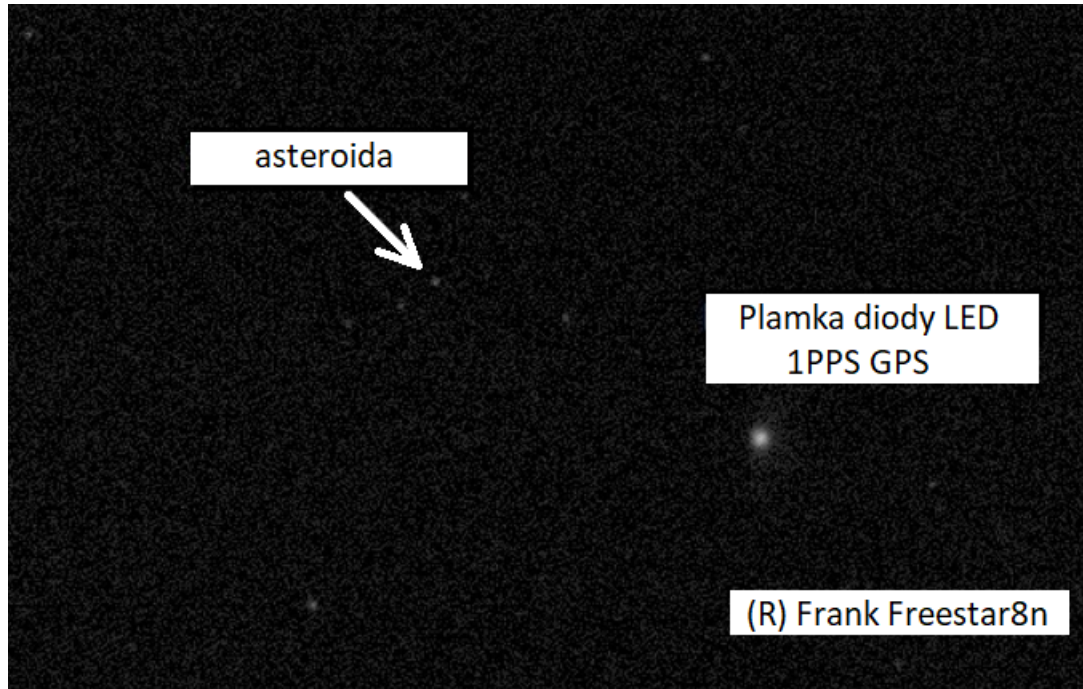


**Poprawna synchronizacja komputera wymaga dość długiego działania programu przed obserwacją, zalecane są nawet 2 godziny !!! Zabieg ten minimalizuje offset [ms].**

Wiecej o służbie czasu opartej o NTP w artykułach:

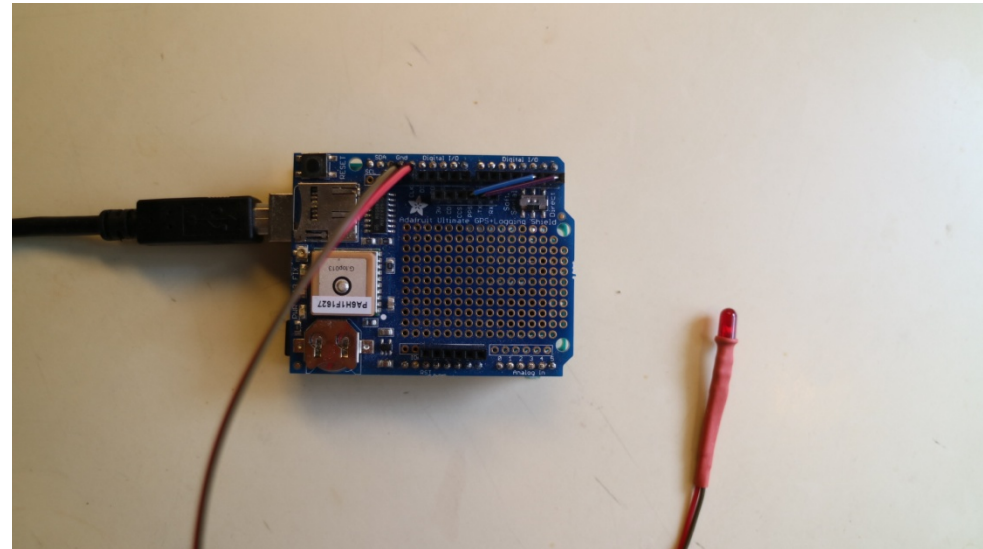
- [https://www.iota-es.de/JOA/JOA2013\\_4.pdf](https://www.iota-es.de/JOA/JOA2013_4.pdf) - strona 13
- [https://www.iota-es.de/JOA/JOA2020\\_2.pdf](https://www.iota-es.de/JOA/JOA2020_2.pdf) - strona 10

# Służba czasu – migająca plamka diody 1 PPS (GPS)



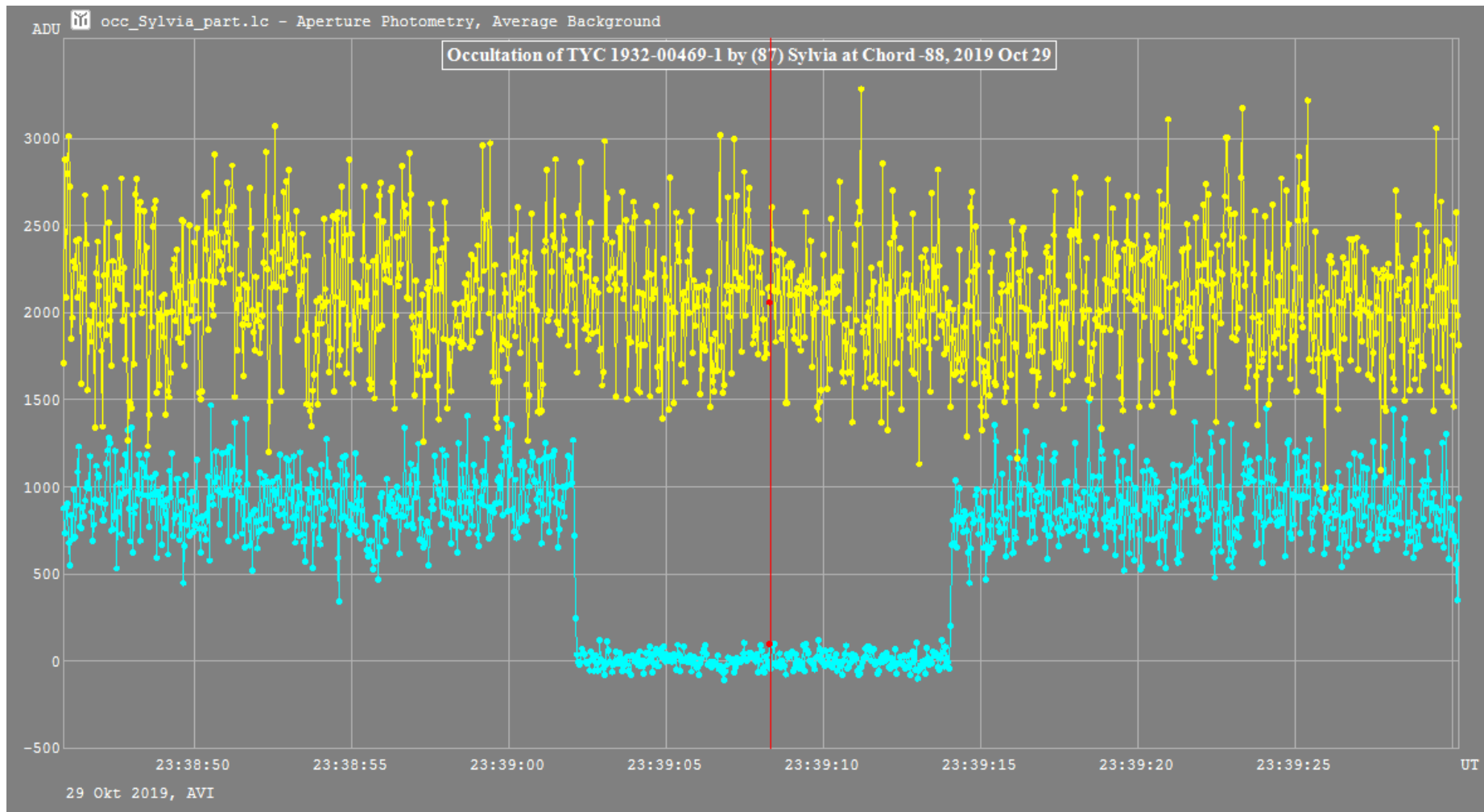
Trudność wykonania polega na zogniskowaniu obrazu diody na matrycy kamery - należy zastosować odpowiednią soczewkę.

Proste urządzenie migające precyzyjnie diodą 1PPS oparte może być o płytke Arduino i moduł GPS



# Cel obserwacji – uzyskanie krzywej blasku

Nagranie zakrywanego obiektu na filmie (AVI, SER, FITS) za pomocą kamery CMOS/CCD, z naniesionym precyzyjnym znacznikiem czasu GPS, pozwoli nam na odczytanie momentu zakrycia i odkrycia – te dane dadzą nam informację o położeniu obiektu i jego rozmiarze.



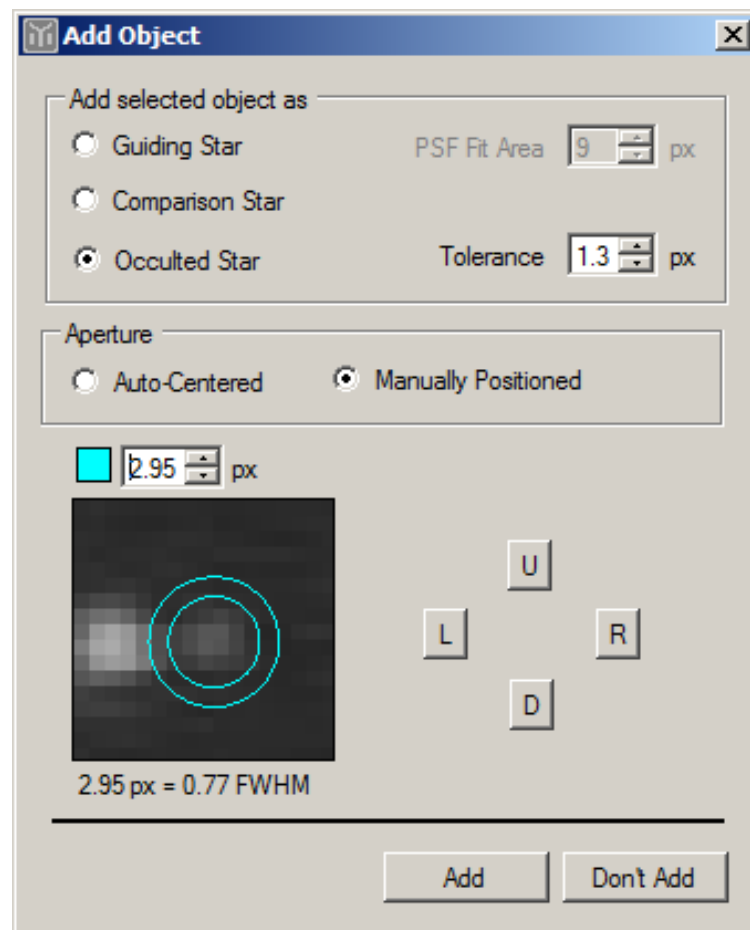
# Jak uzyskać wyniki z nagrałego filmu ze zjawiskiem ?



Na przykładzie zakrycia gwiazdy 11.2 mag przez asteroidę (903) Nealley w dniu 31 grudnia 2007 r.

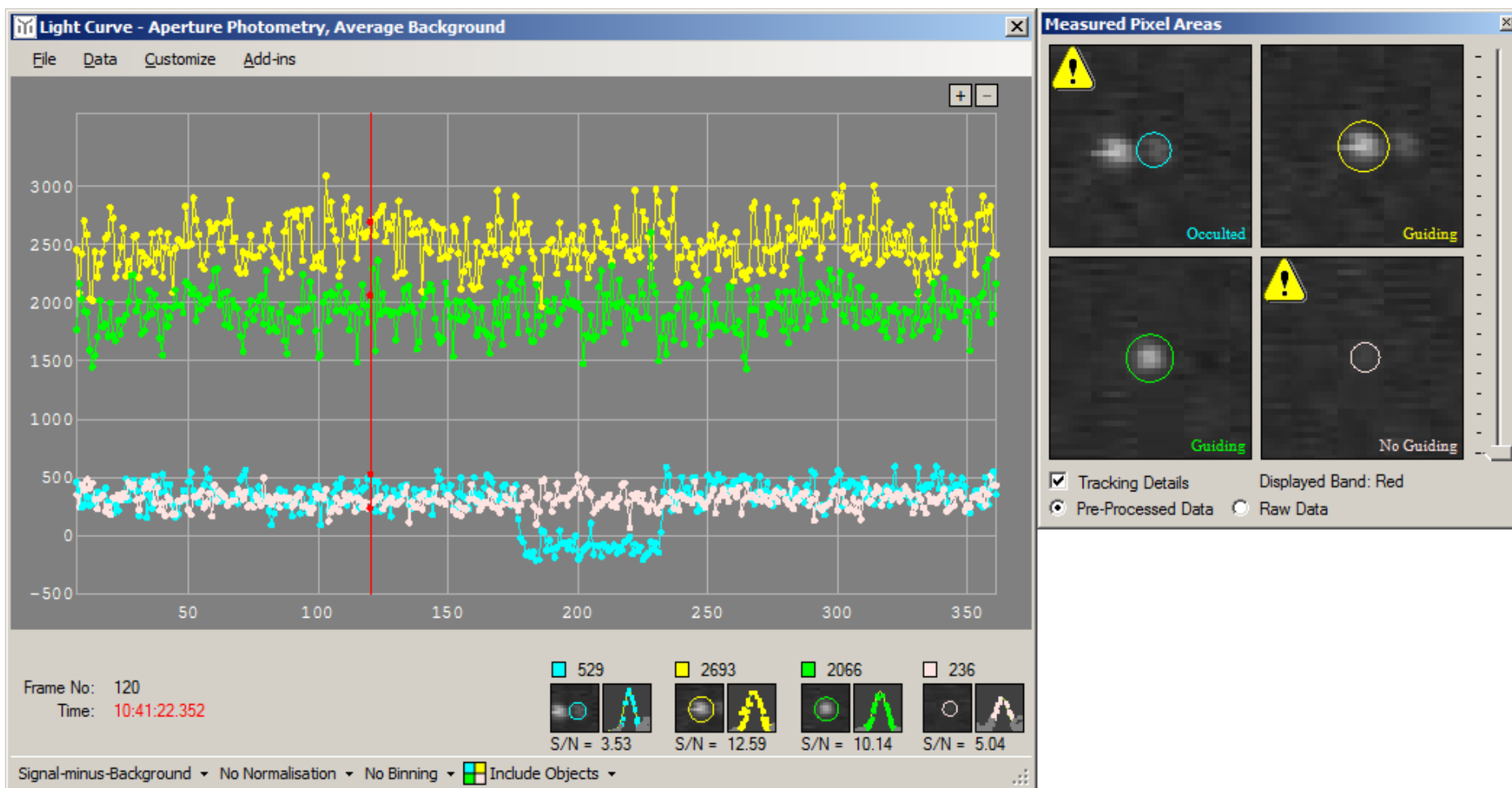
Program **Tangra**:

<http://www.hristopavlov.net/tangra3/>



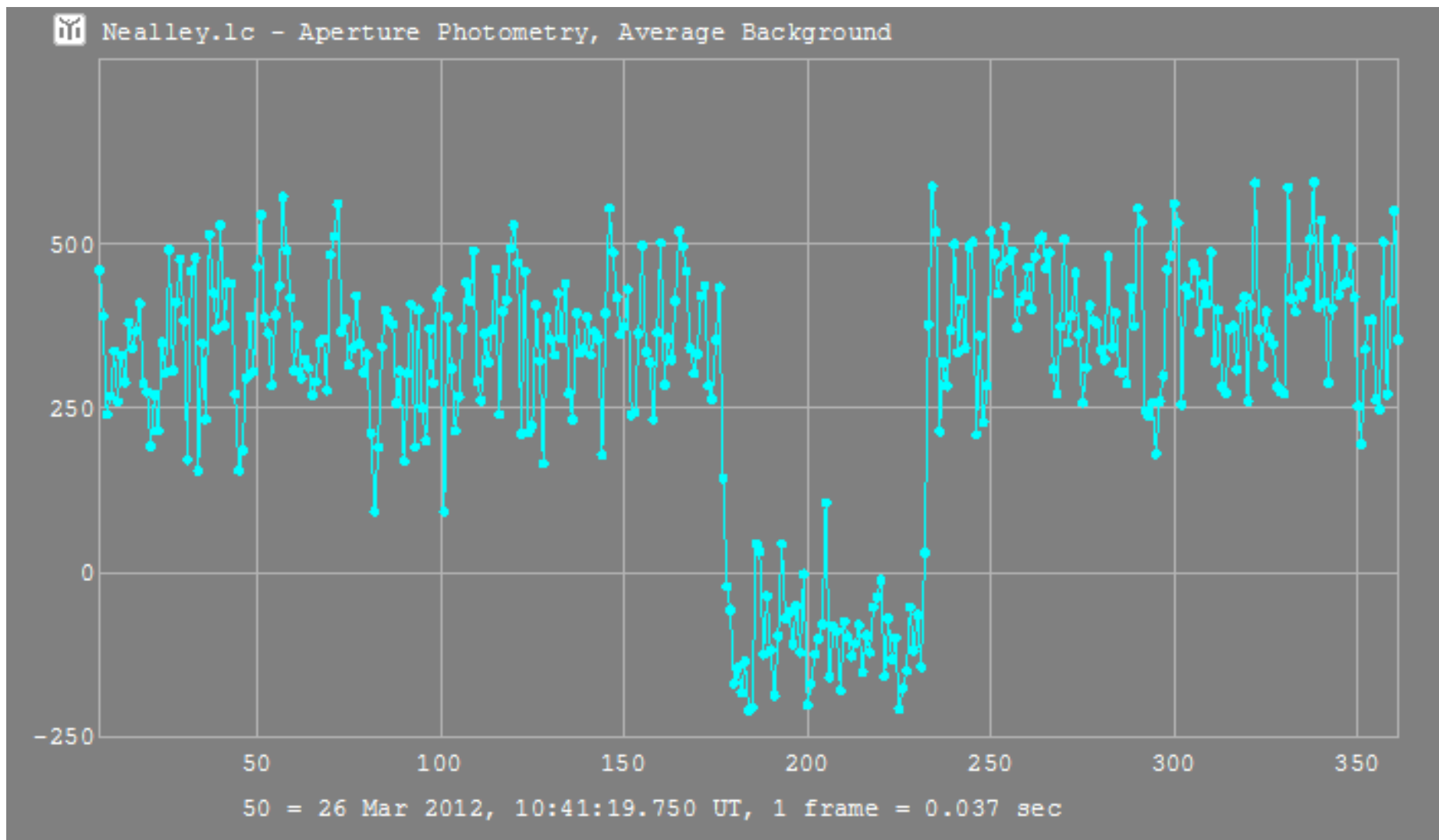
# Jak uzyskać wyniki z nagranego filmu ze zjawiskiem ?

Na przykładzie zakrycia gwiazdy 11.2 mag przez asteroidę (903) Nealeley w dniu 31.12.2007 r.



# Jak uzyskać wyniki z nagranego filmu ze zjawiskiem ?

Na przykładzie zakrycia gwiazdy 11.2 mag przez asteroidę (903) Nealley w dniu 31.12.2007 r.

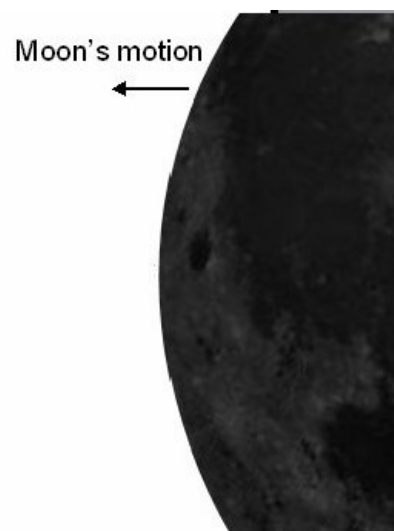
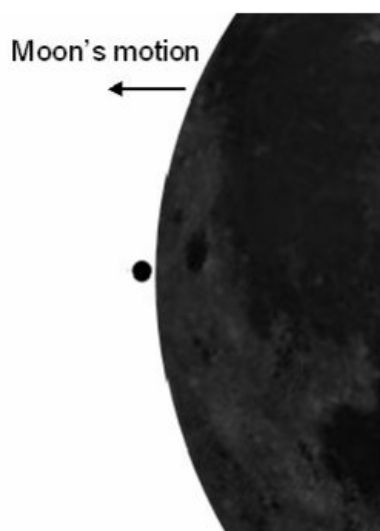
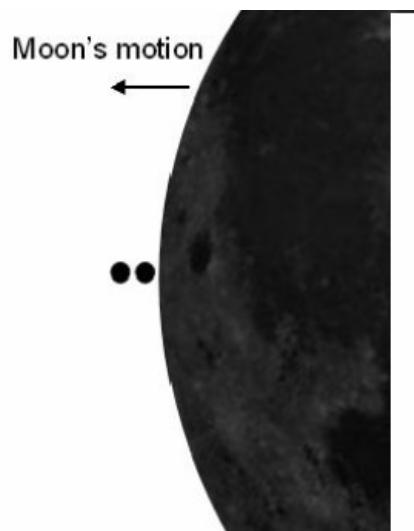




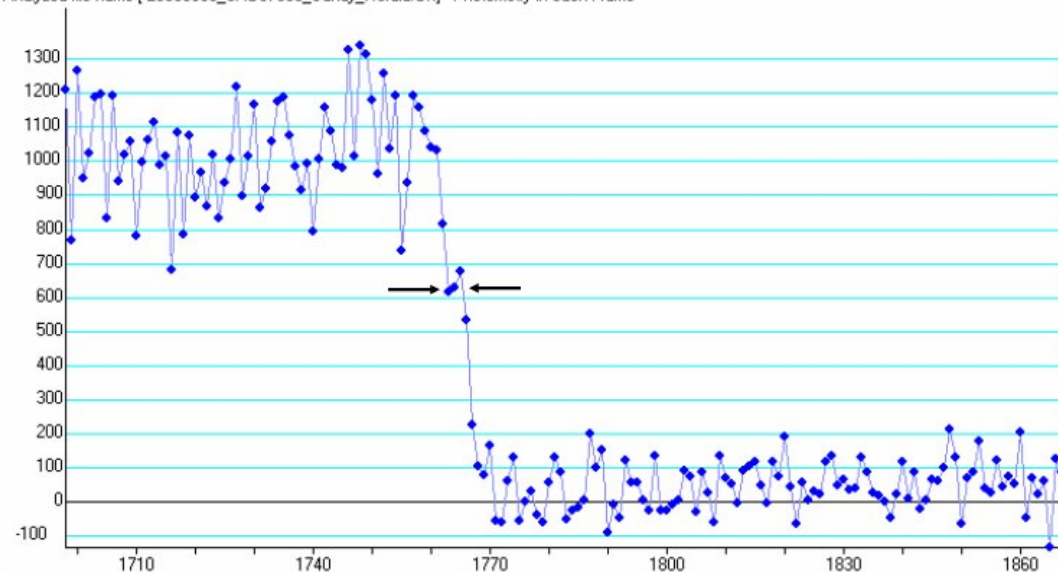
# Efemerydy i obserwacje zakryć księżycowych



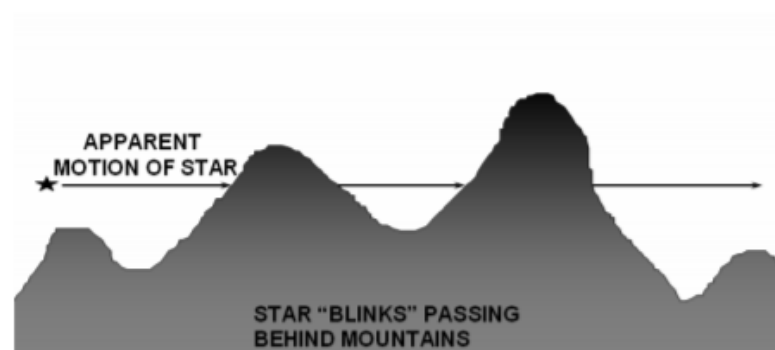
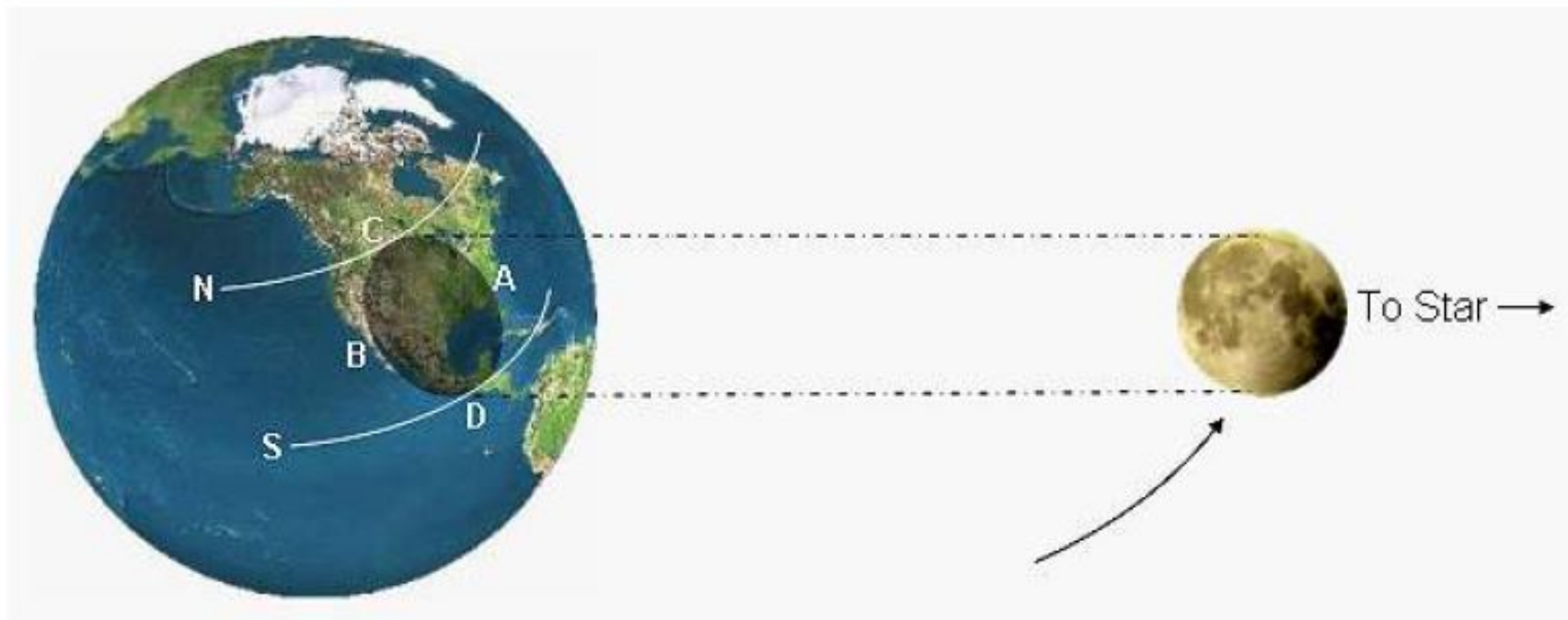
# Efemerydy i obserwacje zakryć księżycowych



Analyzed file name [ 20000606\_SA097883\_Sandy\_Herald.avi] Photometry in each Frame

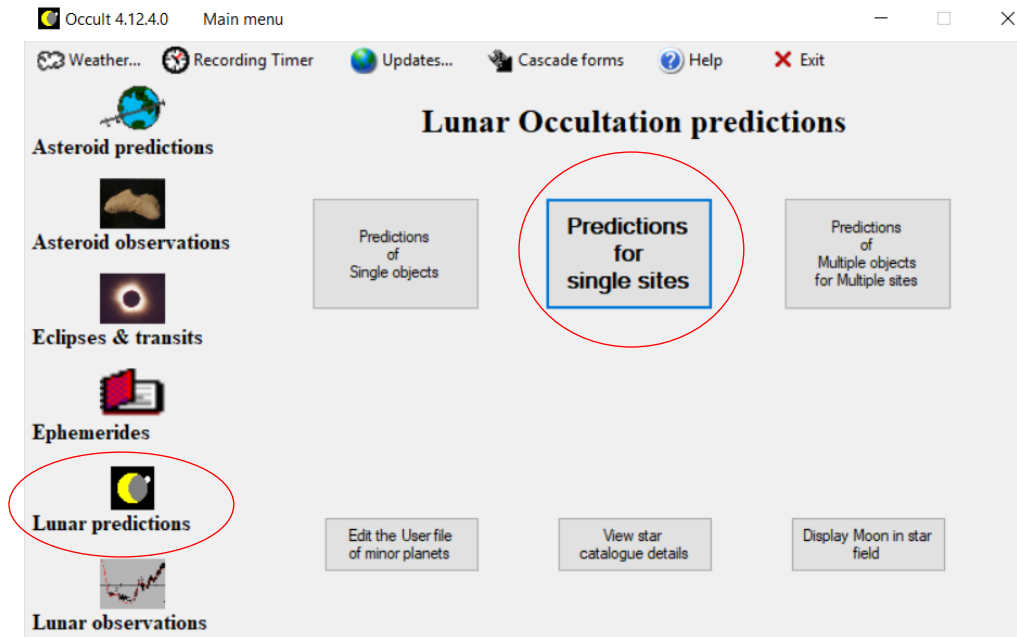






Spektakularna brzegówka Aldebarana, 5 marca 2017, USA -> <https://vimeo.com/209854850>

# Efemerydy i obserwacje zakryć księżycowych



III 2018 Sztabin (podlaskie)

Program Occult:

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

Lunar occultation predictions : Occult v.4.12.4

with Prediction ... Set Output filter Mag limit adjustment... show Recording Timer Weather forecasts... Help Exit

1. Select site for predictions  
Use home MOJE.site  
Set home 21.5 to 25.5, 51.2 to 55.2  
LIPOWY MOST  
Use single  
Filter search to sites in file

2. Star cat.  
XZ  
XZ < mag 9  
XZ < mag 7  
XZ < mag 4  
ZC

3. Objects  
Stars  
Planets  
Asteroids  
Grazes only  
Doubles only

4. Set UT dates  
Year Month Day Starting at  
Start 2018 Mar 21 -6 hrs  
End 2018 Mar 21 0 hrs  
+6 hrs  
+12hrs

5. Events for Site  
Occultations  
Short Output  
Apply Filter


6. Events anywhere  
Grazes  
Multi-site for 1 star  
World map

Right-click on prediction for further options

Grazing Occultations near LIPOWY MOST  
E. Longitude 23 31 38.5, Latitude 53 12 31.0, Alt. 145m; Telescope dia 40cm; dMag 0.0

day	Time	P	Star	Sp	Mag	Mag	%	Elon	Sun	Moon	Cusp	angle	Distance	Azimuth	Path formula
y	m	d	h	m	s	No	D	v	r	V	ill	Alt	Alt	km	
18	Mar	21	18	29	44	Gr		498cA0	6.3	6.3	19+	52	22	**	GRAZE: CA 3.5S; Dist.132km in az. 8deg. [Lat = 54.41-0.09(E.Long-23.53)]
18	Mar	21	20	9	51	Gr		508cK0	4.1	3.6	20+	53	8	**	GRAZE: CA 1.7S; Dist. 32km in az. 18deg. [Lat = 53.51-0.19(E.Long-23.53)]

# Efemerydy i obserwacje zakryć brzegowych

 Lunar occultation predictions : Occult v.4.12.4

with Prediction ... Set Output filter Mag limit adjustment... show Recording Timer Weather forecasts... Help Exit

1. Select site for predictions  
 Use home MOJE.site  
 Set home 21.5 to 25.5, 51.2 to 55.2  
 Use single LIPOWY MOST  
☒ Filter search to sites in file

2. Star cat.  
☒ XZ  
☐ XZ < mag 9  
☐ XZ < mag 7  
☐ XZ < mag 4  
☐ ZC

3. Objects  
☒ Stars  
☐ Planets  
☐ Asteroids  
☒ Grazes only  
☐ Doubles only

4. Set UT dates  
 Year Month Day Starting at  
 Start 2018 Mar 21 - 6 hrs  
 End 2018 Mar 21 0 hrs  
 Year Month Day Today + 6 hrs  
 +12hrs

5. Events for  
 Occultation  
☐ Short C  
☐ Apply F

Right-click on prediction for further options

Grazing Occultation of 508cK0 Magnitude 4.1 [Red = 3.6]  
 R508 = 5 Tauri  
 Date: 2018 Mar 21 20h 9m, to 2018 Mar 21 20h 10m  
 Nominal site altitude 145m

E. Longit.	Latitude	U.T.	Sun	Moon	TanZ	PA	AA	CA
° ' "	° ' "	h m s	Alt	Alt Az		°	°	°
21 0 0	53 58 35.8	20 9 8	11 277	5.31 168.5	182.12	1.86S		
21 15 0	53 55 54.9	20 9 13	10 278	5.40 168.5	182.13	1.84S		
21 30 0	53 53 12.9	20 9 17	10 278	5.48 168.5	182.15	1.82S		
21 45 0	53 50 29.9	20 9 22	10 278	5.57 168.5	182.17	1.81S		
22 0 0	53 47 46.0	20 9 26	10 278	5.67 168.6	182.19	1.79S		
22 15 0	53 45 1.1	20 9 30	10 279	5.76 168.6	182.20	1.77S		
22 30 0	53 42 15.1	20 9 35	10 279	5.86 168.6	182.22	1.75S		
22 45 0	53 39 28.2	20 9 39	10 279	5.97 168.6	182.24	1.74S		
23 0 0	53 36 40.4	20 9 43	9 279	6.07 168.6	182.26	1.72S		
23 15 0	53 33 51.5	20 9 47	9 279	6.18 168.6	182.27	1.70S		
23 30 0	53 31 1.7	20 9 51	9 280	6.30 168.7	182.29	1.68S		
23 45 0	53 28 10.9	20 9 55	9 280	6.42 168.7	182.31	1.67S		
24 0 0	53 25 19.1	20 9 59	9 280	6.54 168.7	182.32	1.65S		
24 15 0	53 22 26.4	20 10 3	9 280	6.67 168.7	182.34	1.63S		
24 30 0	53 19 32.8	20 10 6	8 280	6.80 168.7	182.36	1.62S		
24 45 0	53 16 38.2	20 10 10	8 281	6.94 168.7	182.37	1.60S		
25 0 0	53 13 42.6	20 10 14	8 281	7.09 168.8	182.39	1.58S		
25 15 0	53 10 46.1	20 10 17	8 281	7.24 168.8	182.41	1.57S		
25 30 0	53 7 48.6	20 10 21	8 281	7.40 168.8	182.42	1.55S		
25 45 0	53 4 50.2	20 10 24	8 282	7.56 168.8	182.44	1.53S		
26 0 0	53 1 50.8	20 10 28	7 282	7.73 168.8	182.46	1.52S		

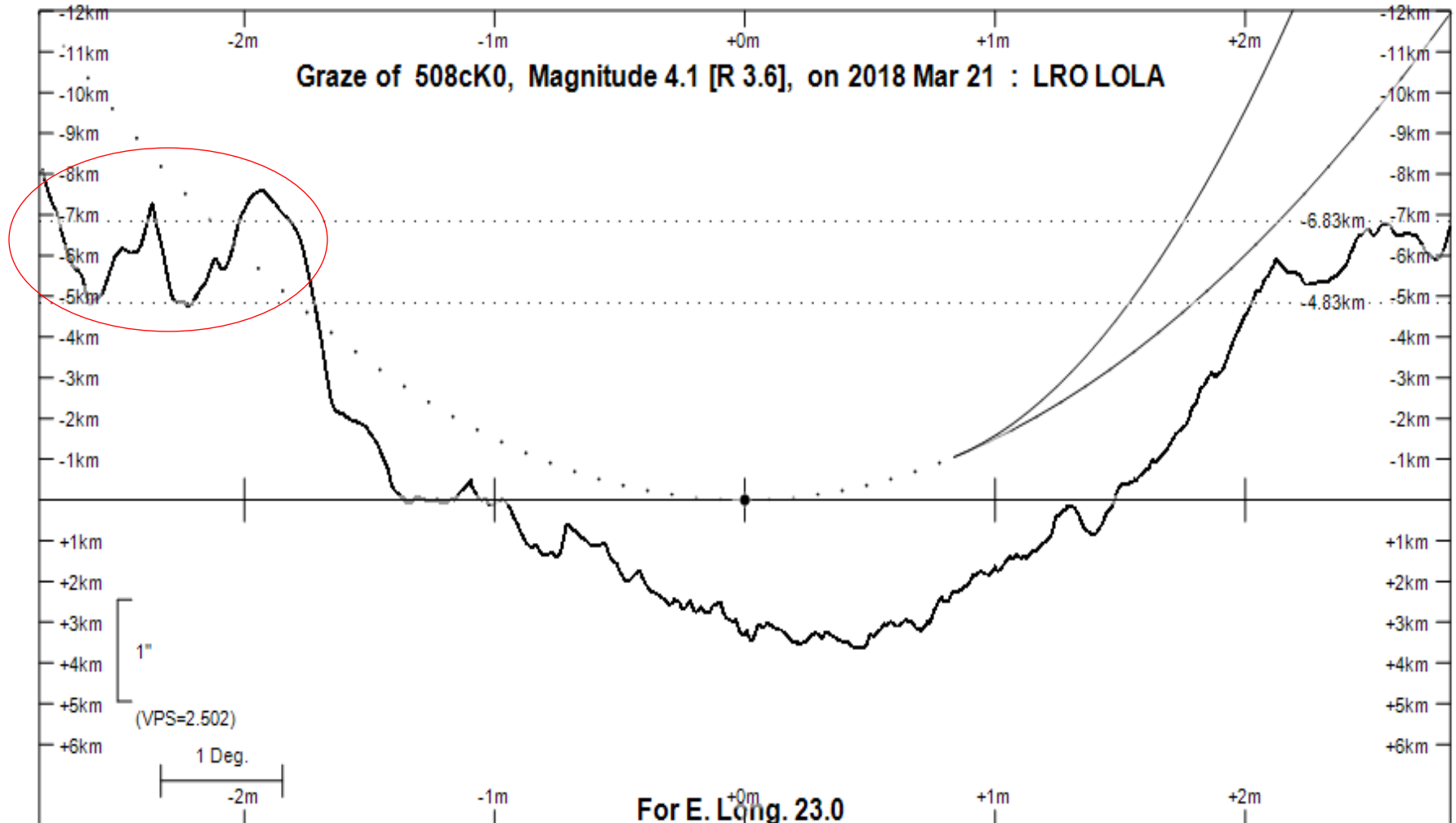
Copy single line (event)  
 Graze path map  
 Graze Profile [at selected line]  
 Graze profile - animated GIF  
 Limiting magnitude table [at selected line]  
 Place next 10 events into Recording Timer  
 Select time offsets for Recording Timer  
 ReList Occultations  
 View in GoogleEarth  
 Save GoogleEarth KMZ file  
 Save GoogleMaps HTM file  
 Save in other map formats

podlaskie)

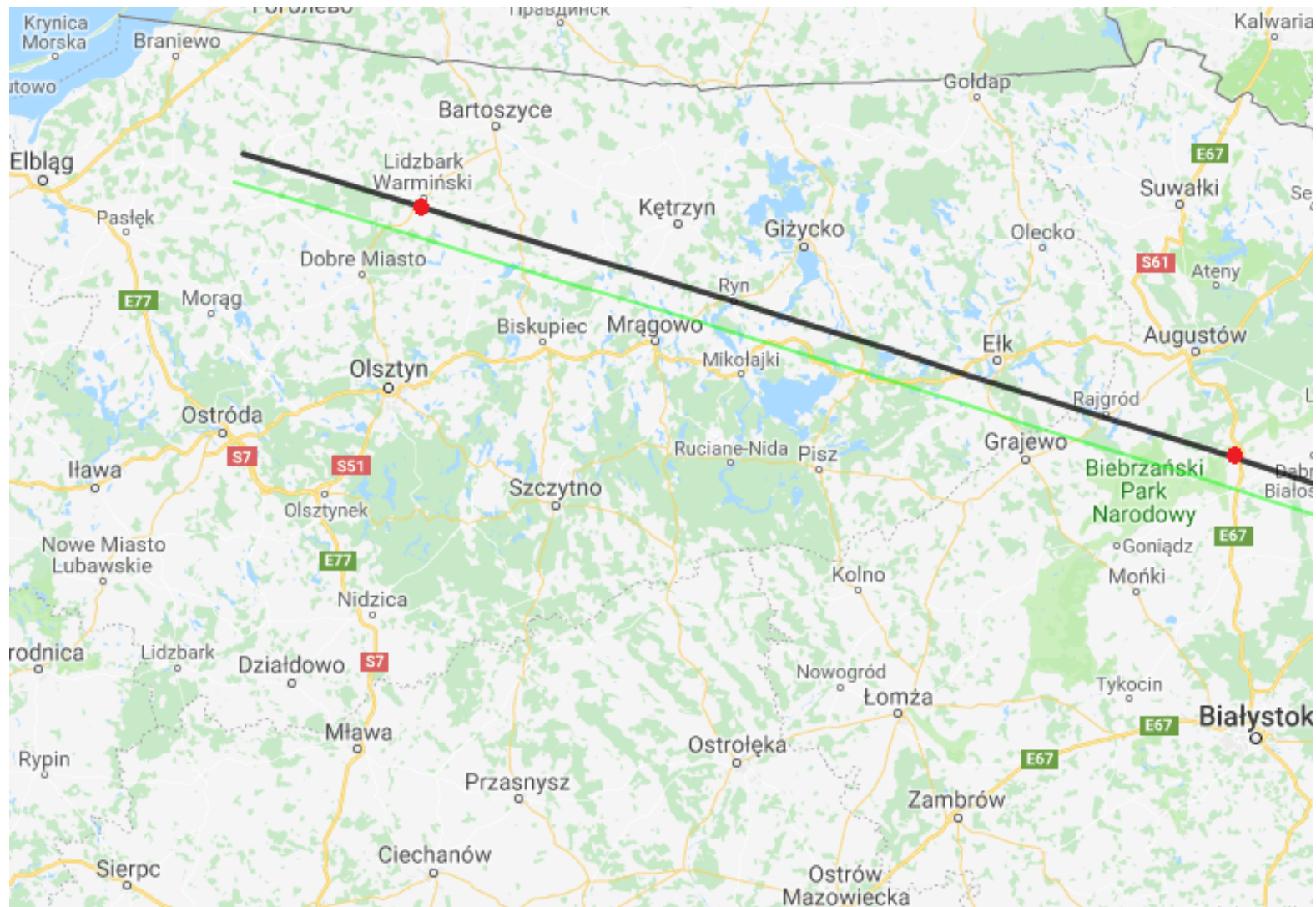
# Efemerydy i obserwacje zakryć brzegowych

Przebieg zakrycia gwiazdy 70 508, 21 III 2018, Sztetkin (podległa)

Occult 4.12.4.0

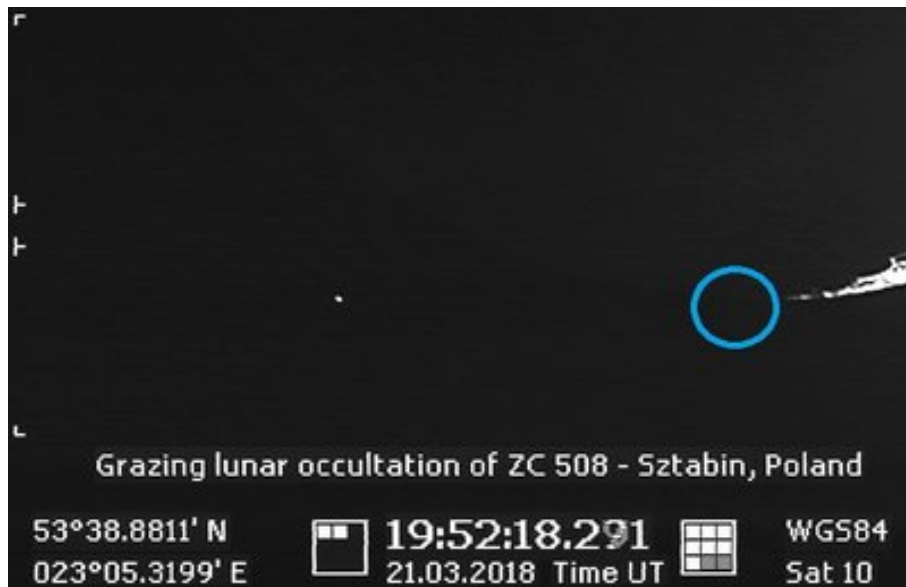


# Efemerydy i obserwacje zakryć brzegowych





# Efemerydy i obserwacje zakryć brzegowych

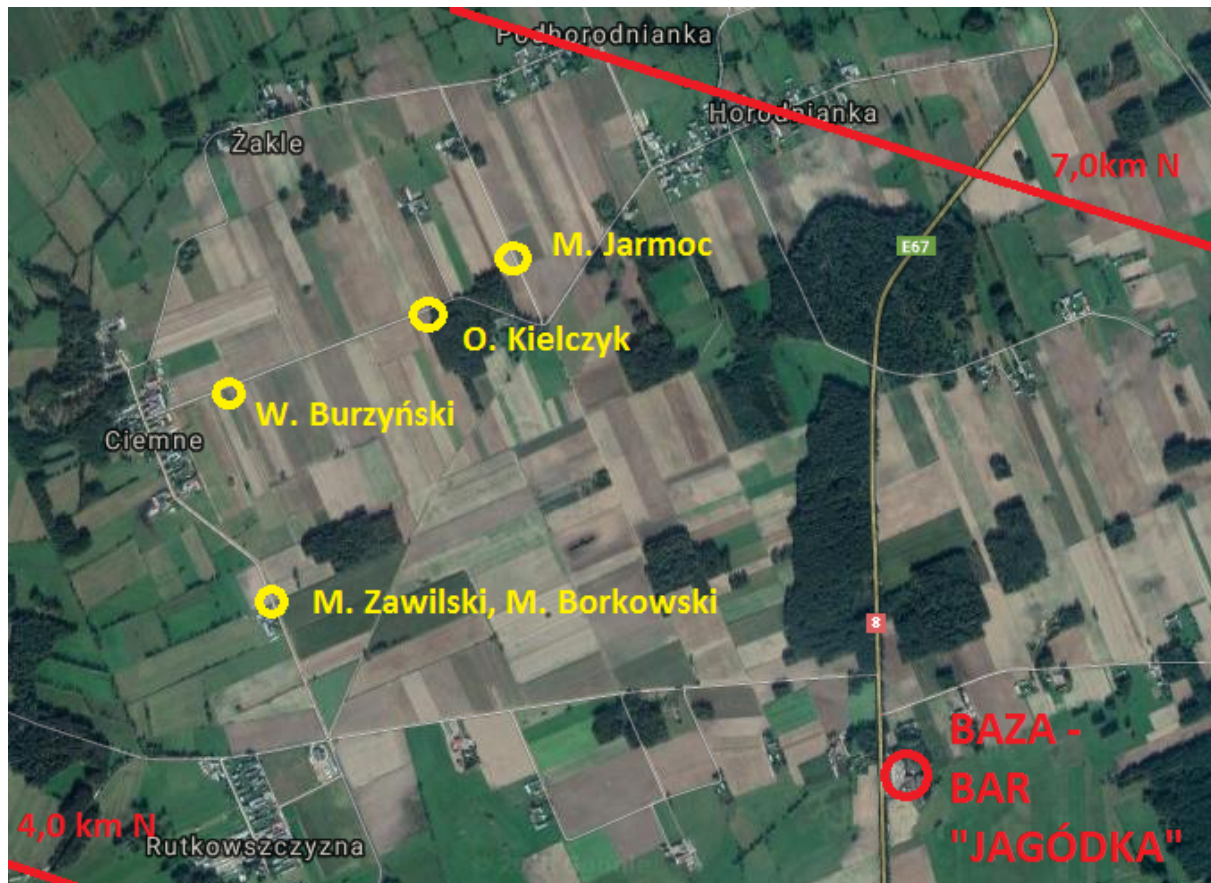


**508-21-III-2018-Sztabin (pod Naskin)**  
30 km od obserwatorów (Nowinka)  
przebiegała granica innego zakrycia  
brzegowego – gwiazdy o jasności 8.4 mag!

Widok zakrywanej gwiazdy  
z Lidzbarka Warmińskiego –  
fot. J. Drążkowski



# Efemerydy i obserwacje zakryć brzegowych



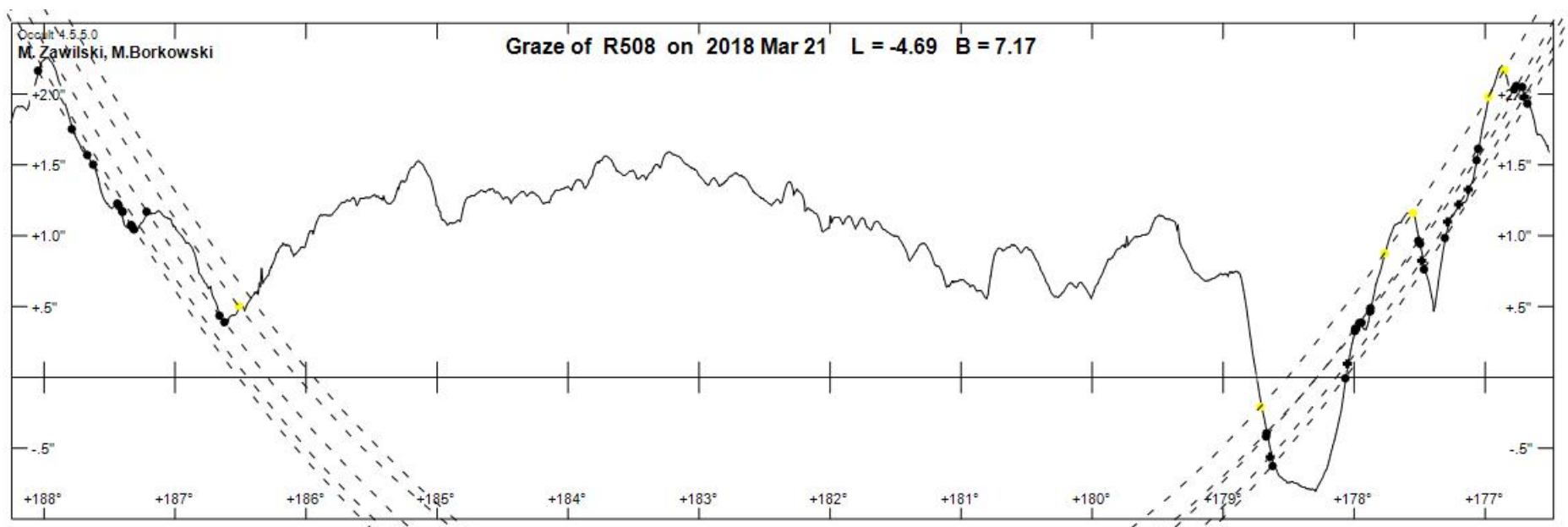
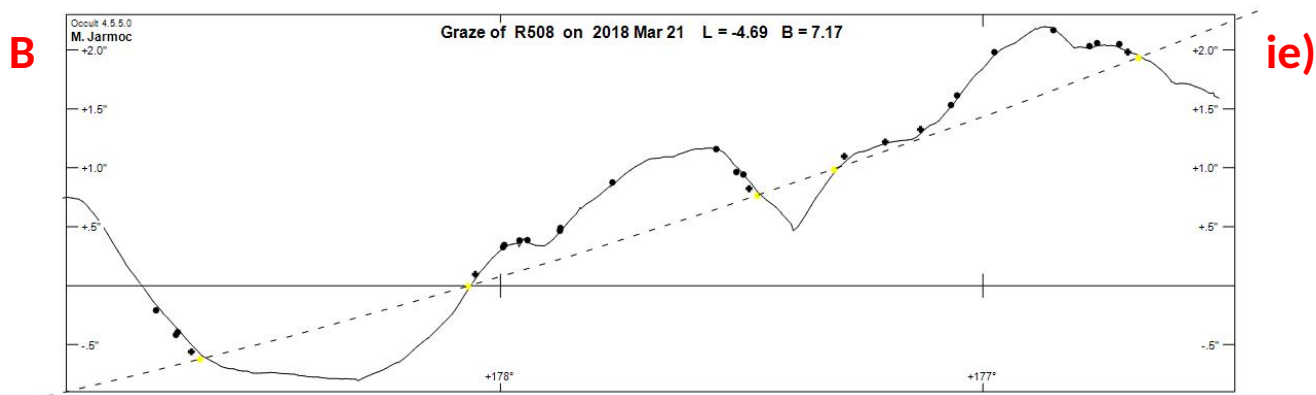
Rozmieszczenie stanowisk w okolicy wsi Ciemne

Sztabin (podlaskie)

Stanowisko obserwacyjne

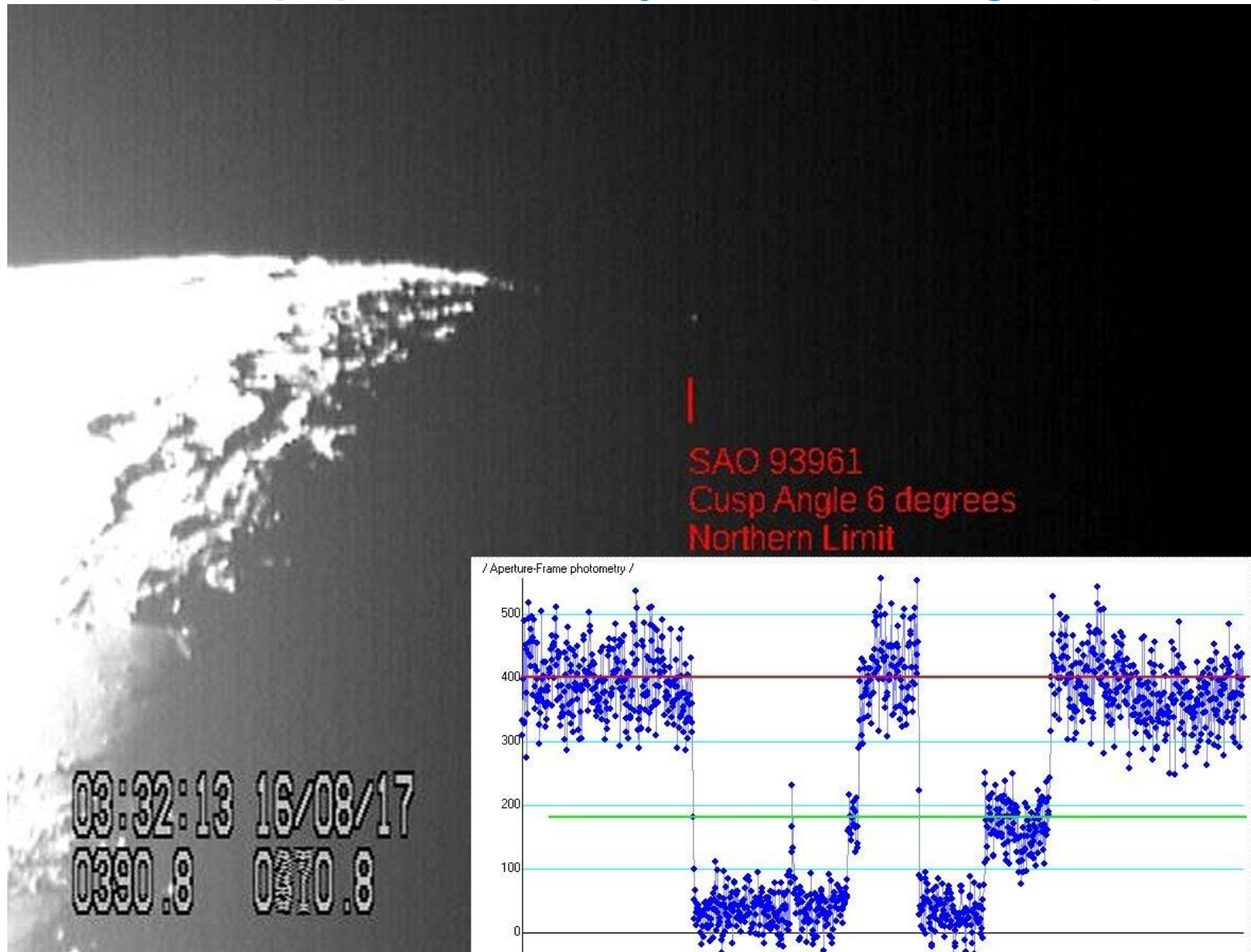


# Efemerydy i obserwacje zakryć brzegowych



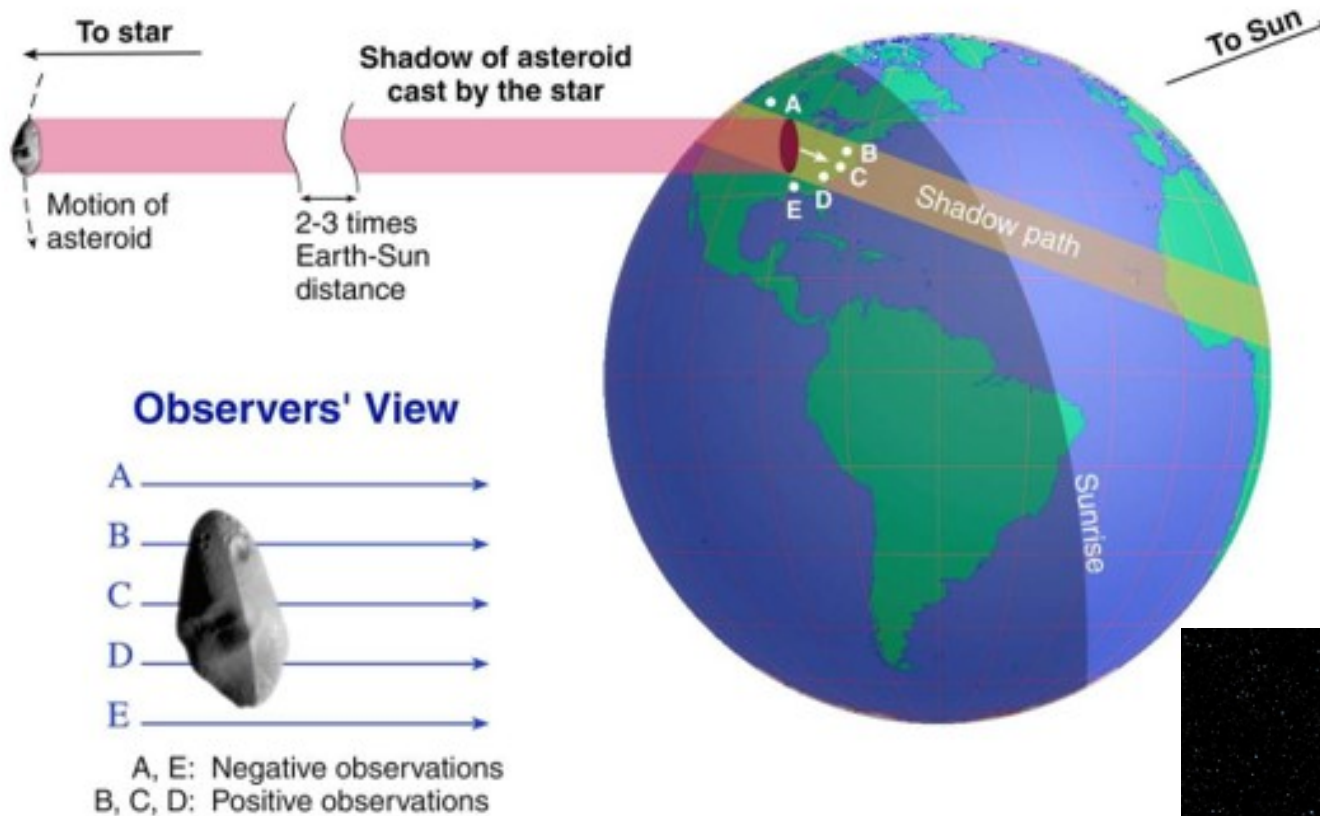


# Efemerydy i obserwacje zakryć brzegowych



# Efemerydy i obserwacje zakryć asteroidalnych

## Geometry of an Asteroid Occultation



# Efemerydy i obserwacje zakryć asteroidalnych

Na przykładzie zakrycia gwiazdy 7.7 mag przez asteroidę (1048) Feodosia w dniu 19 marca 2021 roku ([www. https://www.asteroidoccultation.com/](https://www.asteroidoccultation.com/))

1048 Feodosia occults HIP 61099 on 2021 Mar 19 from 23h 19m to 23h 37m UT

Star: Dia < 0.1 mas  
Mv 7.7  
RA = 12 31 18.2640 (astrometric)  
Dec = 20 13 0.544  
[of Date: 12 32 22, 20 5 57]  
Prediction of 2021 Mar 17.0  
Reliable not available

Max Duration = 6.8 secs  
Mag Drop = 5.4 (0.0r)  
Sun : Dist = 158°  
Moon: Dist = 106°  
: illum = 35 %  
E 0.033"x 0.004" in PA 121

Asteroid:  
Mag = 13.1  
Dia = 71 ±4km, 0.07"  
Parallax = 6.017"  
Hourly dRA = -2.485s  
dDec = 6.37"  
JPL#1062021Mar16, Known errors



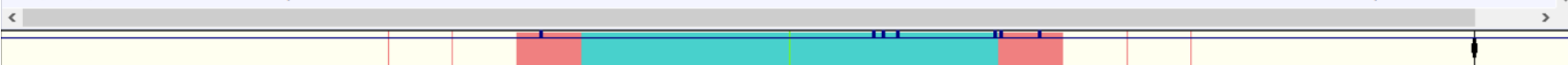
# Efemerydy i obserwacje zakryć asteroidalnych

Na przykładzie zakrycia gwiazdy 13.6 mag przez asteroidę (87) Sylwia w dniu 21 kwietnia 2021 roku

Occult Watcher, ver. 5.0.0.0 - LIPOWY MOST (UTC +01:00)

Synchronise now Configuration Add-ins Help

Asteroid Name	Event Date, UT	Star Magnitude	Asteroid Magnitude	Max Duration	Magn Drop (V)	Shadow Width	Travel Dist.	Feed	Last Updated	Probability
(23063) Lichtman	śr. 21 kwi, 02:07 UT	13.9	19.6	0.8	5.7	10 km	81 km NE	ITALOc...	02 mar, 13:21	1.6%
(31168) 1997 WM49	śr. 21 kwi, 03:00 UT	13.7	19.1	0.7	5.4	7 km	25 km NW	ITALOc...	02 mar, 13:21	2.8%
(32503) 2001 FN57	śr. 21 kwi, 20:03 UT	13.9	18.0	1.1	4.1	10 km	53 km N	IBEROC	28 lut, 00:58	3.7%
(15410) 1997 YZ	śr. 21 kwi, 20:07 UT	13.3	17.7	1.3	4.4	29 km	10 km NW	IBEROC	02 mar, 13:21	14.9%
(87) Sylwia ...	śr. 21 kwi, 21:06 UT	13.6	12.9	36.2	0.5	321 km	540 km S	ITALOc...	02 mar, 13:30	0.0%
(208172) 2000 QM15	śr. 21 kwi, 23:18 UT	13.2	20.5	2.9	7.3	3 km	4 km NE	ITALOc...	02 mar, 13:22	1.3%
(37879) 1998 FB47	czw. 22 kwi, 01:50 UT	13.2	19.2	0.7	6.0	4 km	91 km W	ITALOc...	02 mar, 13:22	1.1%
(37906) 1998 FR73	czw. 22 kwi, 02:54 UT	13.8	19.2	1.4	5.4	4 km	94 km E	ITALOc...	02 mar, 13:22	0.3%
(33407) 1999 CA75	czw. 22 kwi, 21:10 UT	13.1	18.6	0.8	5.5	4 km	4 km W	ITALOc...	02 mar, 13:22	2.8%
(123669) 2000 YH82	pt. 23 kwi, 02:08 UT	13.9	20.8	1.2	6.9	8 km	24 km E	ITALOc...	02 mar, 13:22	1.8%
(167601) 2004 BJ124	sob. 24 kwi, 21:47 UT	11.3	19.2	0.5	7.9	13 km	9 km SW	ITALOc...	02 mar, 13:22	1.7%
(57669) 2001 UO29	niedz. 25 kwi, 03:03 UT	13.5	19.8	0.6	6.3	4 km	56 km W	ITALOc...	02 mar, 13:22	1.5%
(99259) 2001 MO17	niedz. 25 kwi, 19:07 UT	13.1	20.7	0.7	7.6	5 km	18 km N	ITALOc...	02 mar, 13:22	1.9%
(12290) 1991 LZ	pon. 26 kwi, 01:23 UT	13.7	16.5	0.6	2.9	4 km	88 km W	ITALOc...	02 mar, 13:21	0.7%
(141263) 2001 YW25	pon. 26 kwi, 02:31 UT	13.6	20.4	0.8	6.8	3 km	26 km E	ITALOc...	02 mar, 13:22	1.1%
(14051) 1995 YY1	wt. 27 kwi, 02:37 UT	12.3	18.0	0.5	5.7	12 km	67 km N	ITALOc...	02 mar, 13:21	3.2%



L [Planned Observations]

you center shadow 1-sigma 2 & 3-sigma limits

(87) Sylvia #1 occults UCAC4 542-050551

Event time: 21:06:39 UT

Combined magnitude: 12.2-12.6

Constellation: Leo

Position: 317 km outside the 1-sigma zone

Error in time: 6 sec

Star magnitude: 13.6 m

Star altitude: 52° SW

Moon altitude: 42° SW

There are currently 7 announced stations for this event.  
None of them are yours.

Max duration: 36.2 sec

Magnitude drop: 0.4-0.6 m

Sun altitude: -23°

Moon distance: 25°

Show online map with stations

View details on the web

Save 'Google Earth' kml file

View station sorts

Synchronisation scheduled in 9 min

Program Occult Watcher: <https://www.occultwatcher.net/publish.htm>

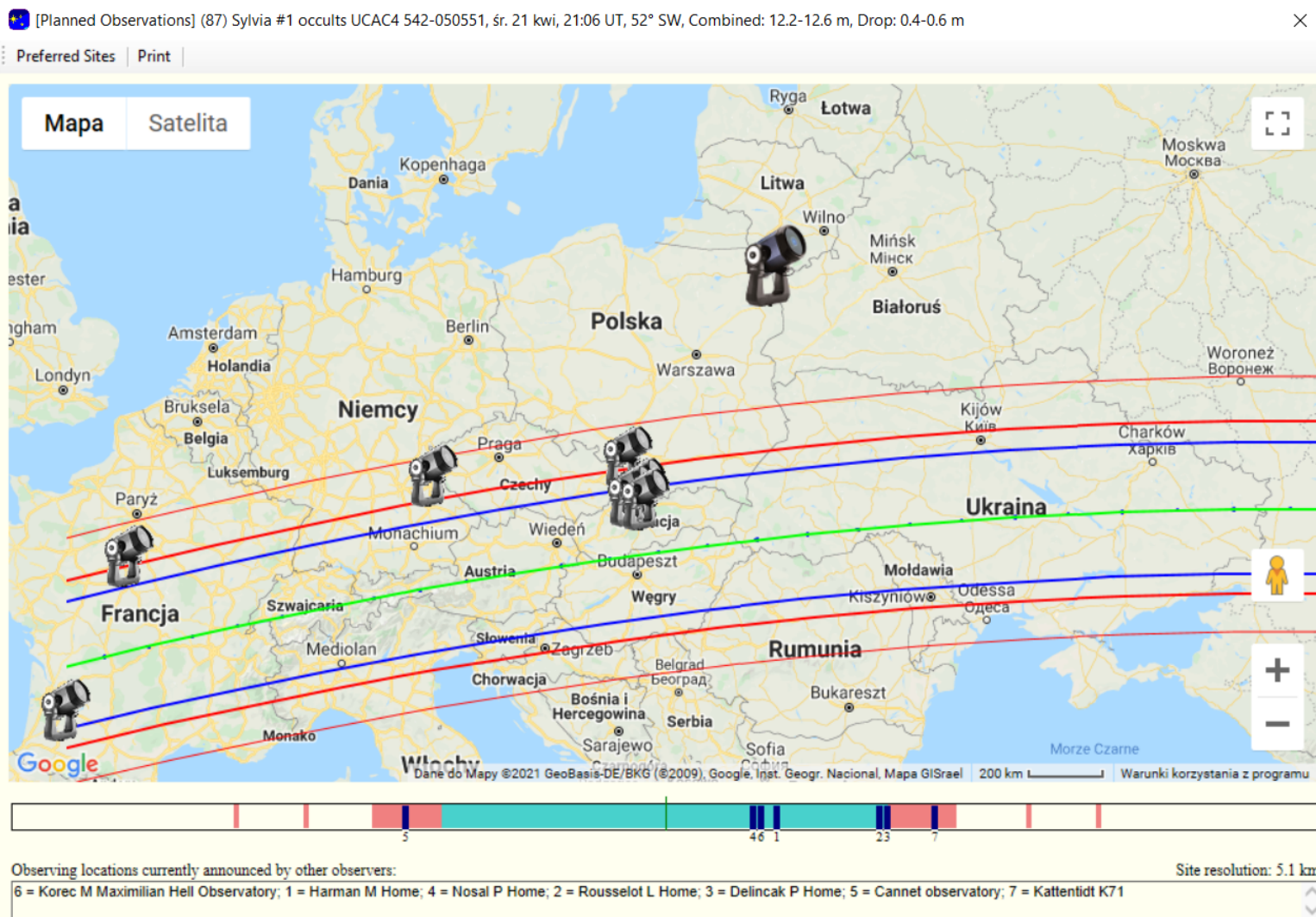
Occult Watcher Cloud (OWC): <https://cloud.occultwatcher.net/>

(od III 2021)



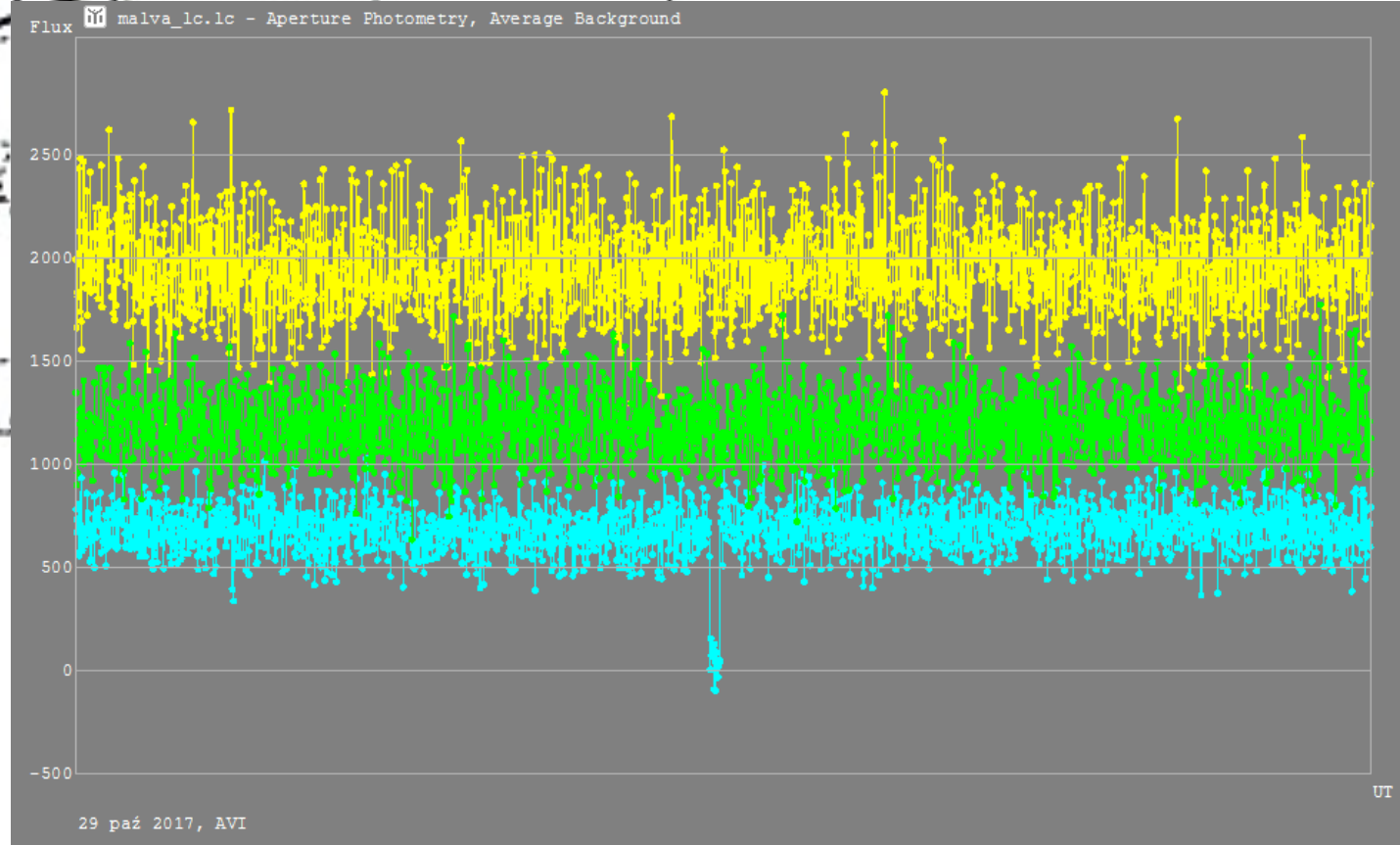
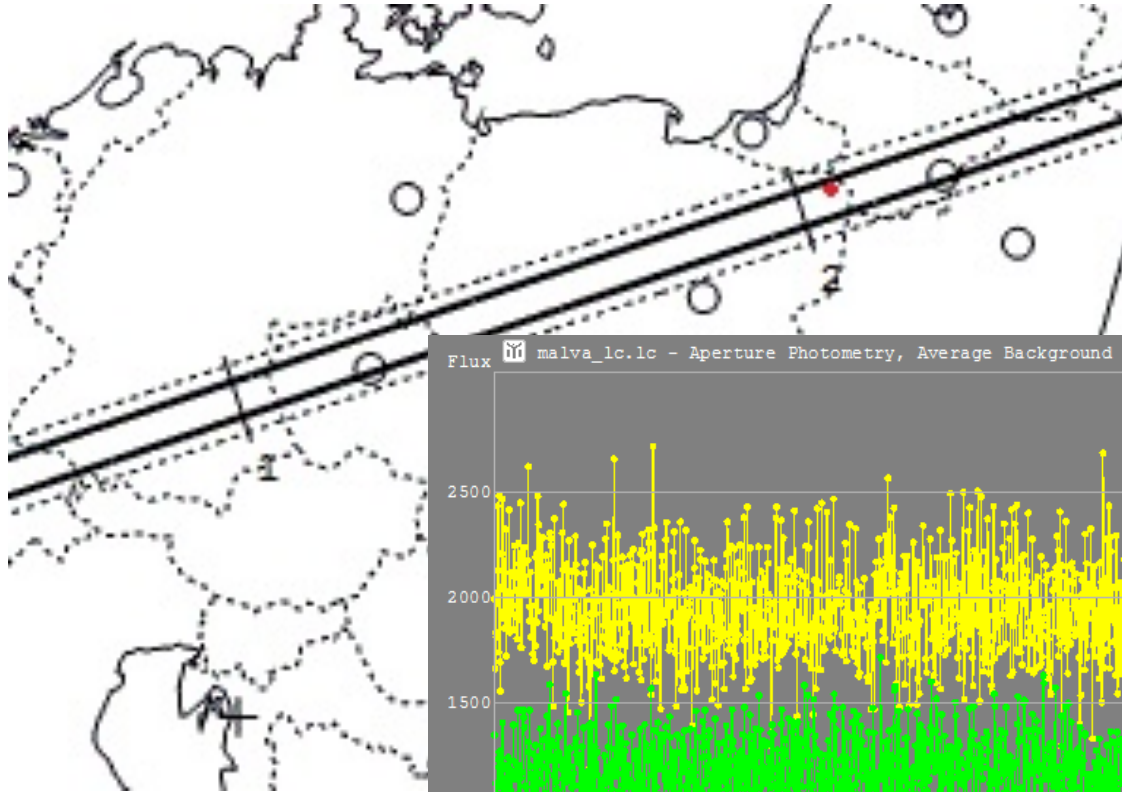
# Efemerydy i obserwacje zakryć asteroidalnych

Na przykładzie zakrycia gwiazdy 13.6 mag przez asteroidę (87) Sylwia w dniu 21 kwietnia 2021 roku



# Efemerydy i obserwacje zakryć asteroidalnych

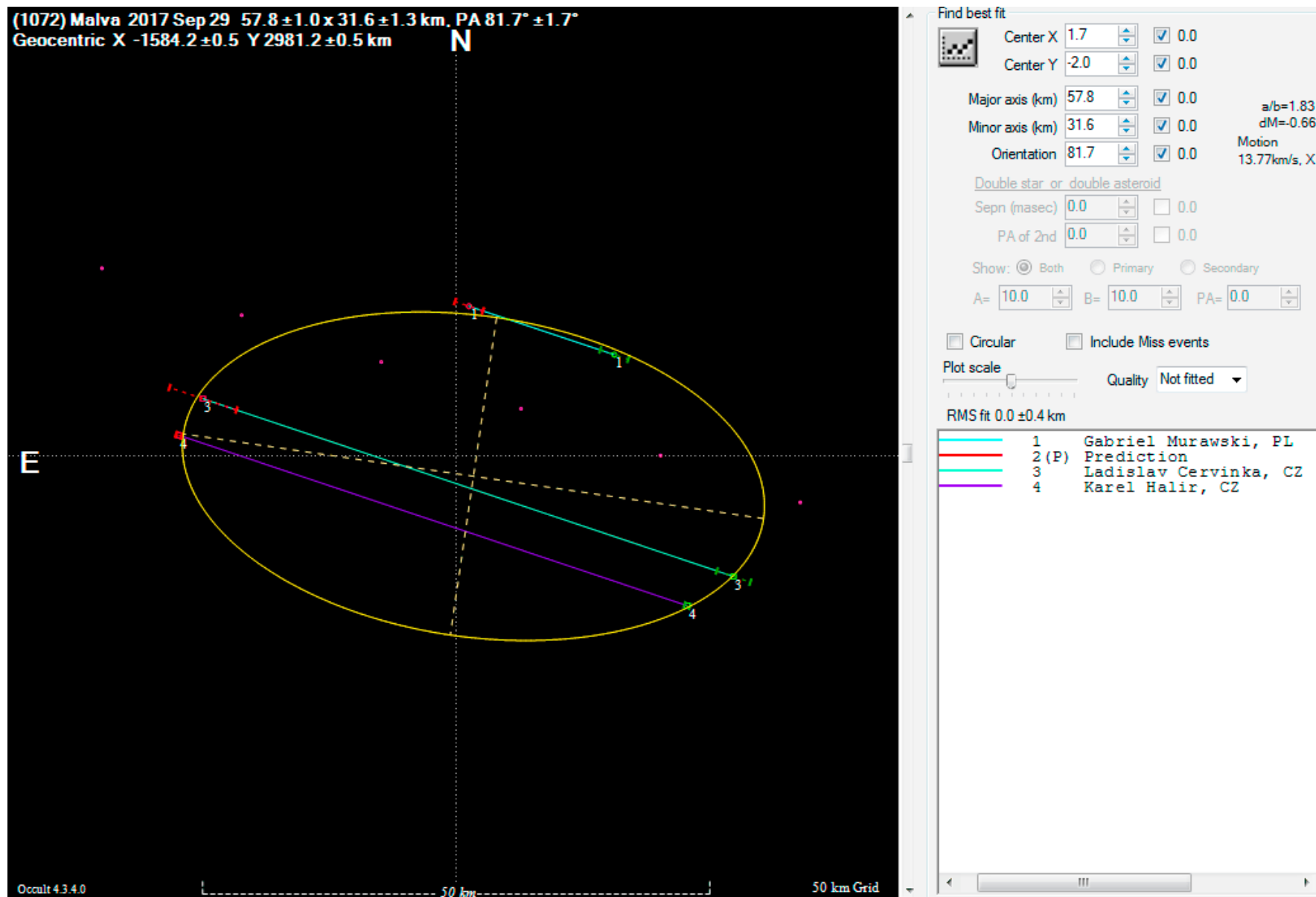
Na przykładzie zakrycia asteroidalnego (1072) Malva w dniu 29 września 2017 r.





# Efemerydy i obserwacje zakryć asteroidalnych

Na przykładzie zakrycia asteroidalnego (1072) Malva w dniu 29 września 2017 r.



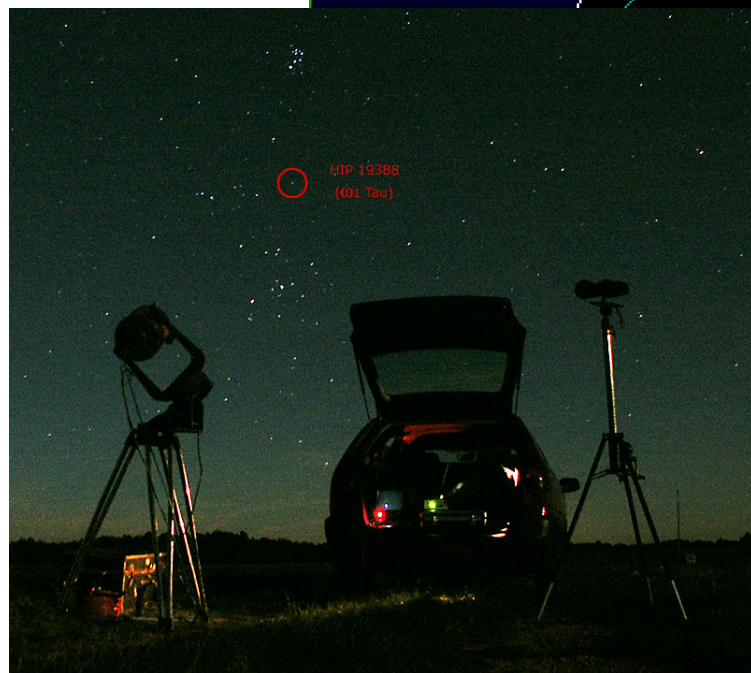
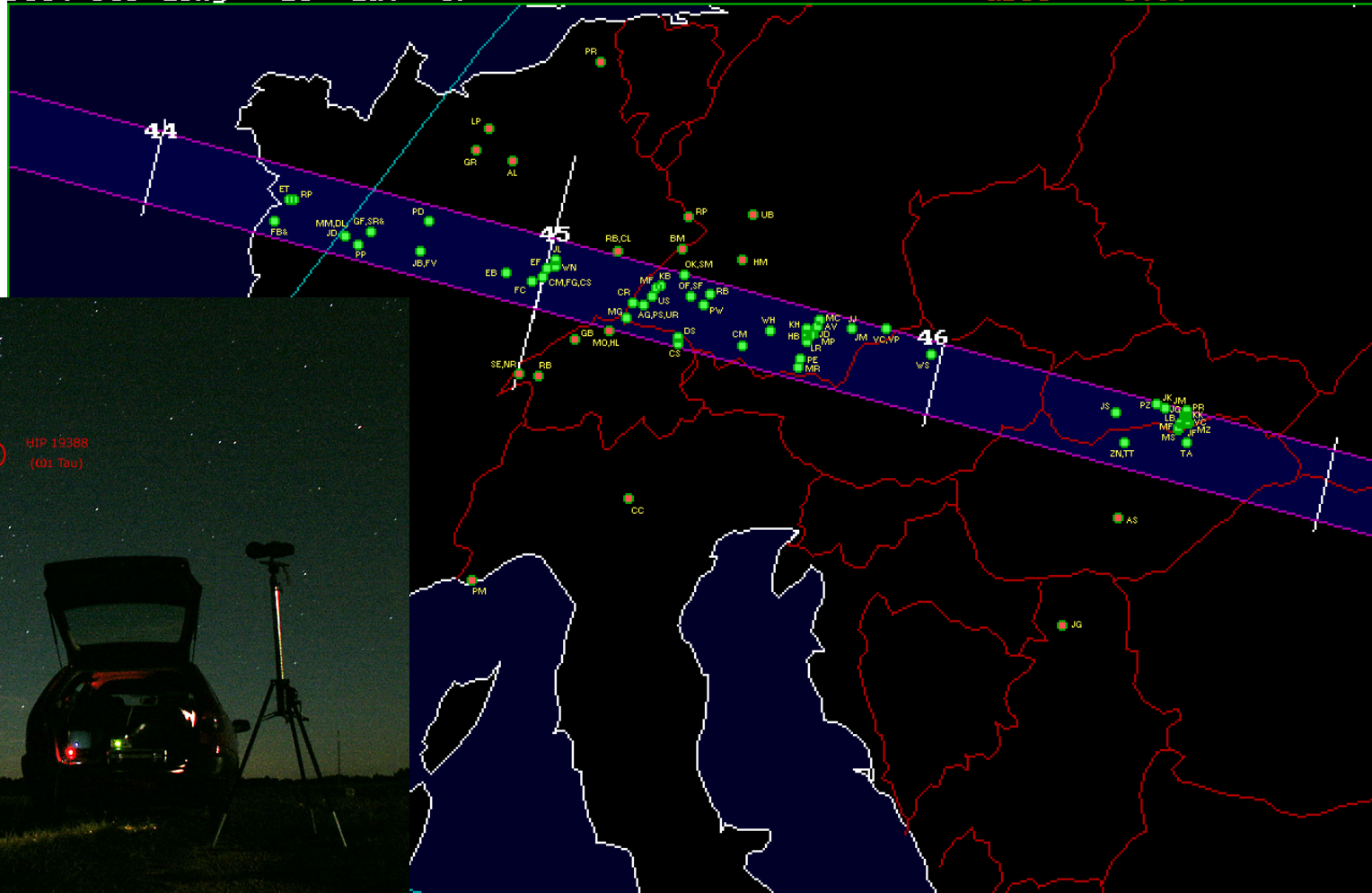
# Efemerydy i obserwacje zakryć asteroidalnych

Na przykładzie zakrycia asteroidalnego (345) Tercidina w dniu 17 września 2002 r.

Occultation of HIP19388 by 345 Tercidina on 2002 Sep 17 at 0h 53.115M UT

Star (2000):	Max Duration = 10.5 secs	Asteroid:
Mag = 5.5	Mag Drop = 7.3	Mag = 12.8
RA = 4 09 09.988	Sun : Dist = 110°	Dia = 94km, 0.078"
Dec = +19 36 33.10	Moon: Dist = 122°	Parallax = 5.279
	illum = 81%	Hourly dRA = 1.821s
		dDec = -6.97"

Plot for Long +16 Lat +47

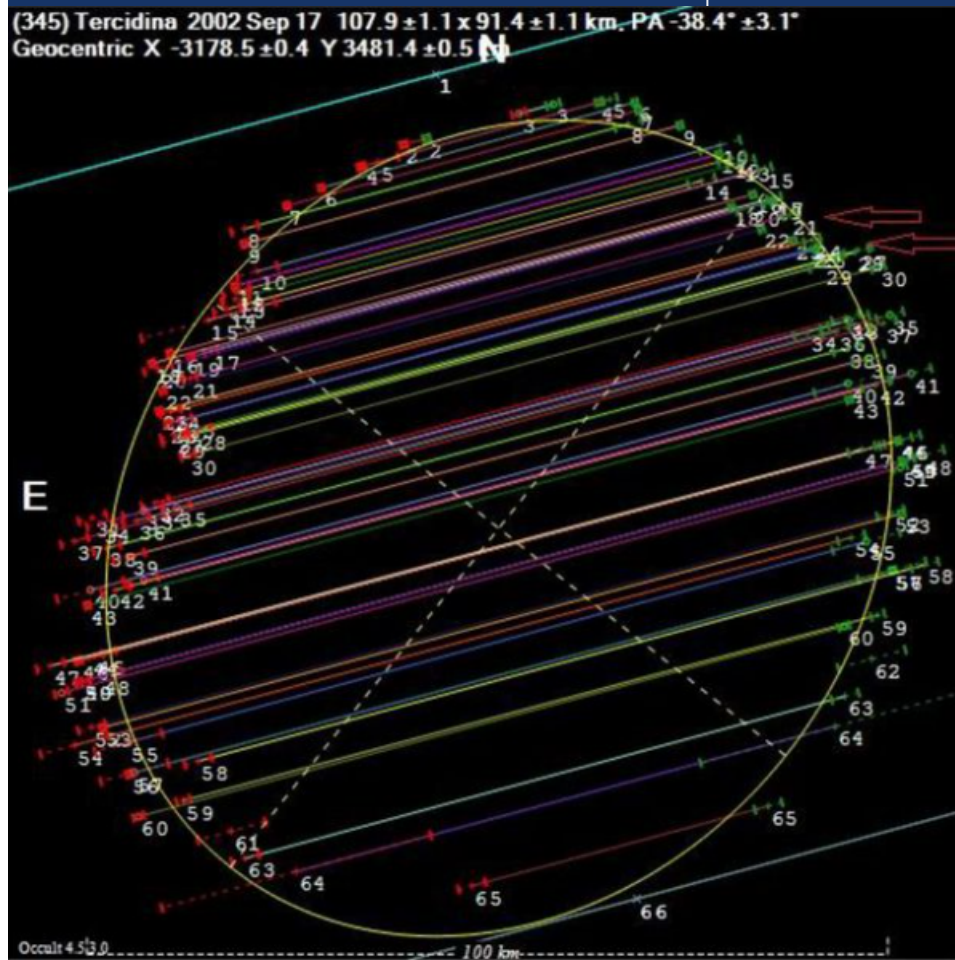


# Efemerydy i obserwacje zakryć asteroidalnych

TERCIDINA - HIP 19388 - 2002/09/17 Obs : Eric Frappa  
N 47 47 51.0 E 05 11 47.2 522 m  
PCV680K Vesta Pro webcam at prime focus of a 78/630 mm refractor  
14.5 i/s 1/25s exposure



(345) Tercidina 2002 Sep 17  $107.9 \pm 1.1 \times 91.4 \pm 1.1$  km, PA  $-38.4^\circ \pm 3.1^\circ$   
Geocentric X  $-3178.5 \pm 0.4$  Y  $3481.4 \pm 0.5$



Find best fit

Center X 1.4 ☒ 0.1  
Center Y -5.2 ☒ 0.0  
Major axis (km) 107.9 ☒ 0.0  
Minor axis (km) 91.4 ☒ -0.1  
Orientation  $-38.4^\circ$  ☒ 0.0  
a/b=1.18  
dM=-0.18  
Motion 8.39km/s, X  
Double star or double asteroid  
Sepn (masec) 0.0 ☐ 0.0  
PA of 2nd 0.0 ☐ 0.0  
Show: ☒ Both ☐ Primary ☐ Secondary  
A= 0.0 B= 0.0 PA= 0.0  
☐ Circular ☒ Include Miss events  
Plot scale  Quality of the fit Not fitted  
RMS fit  $-0.1 \pm 3.2$  km Opacity

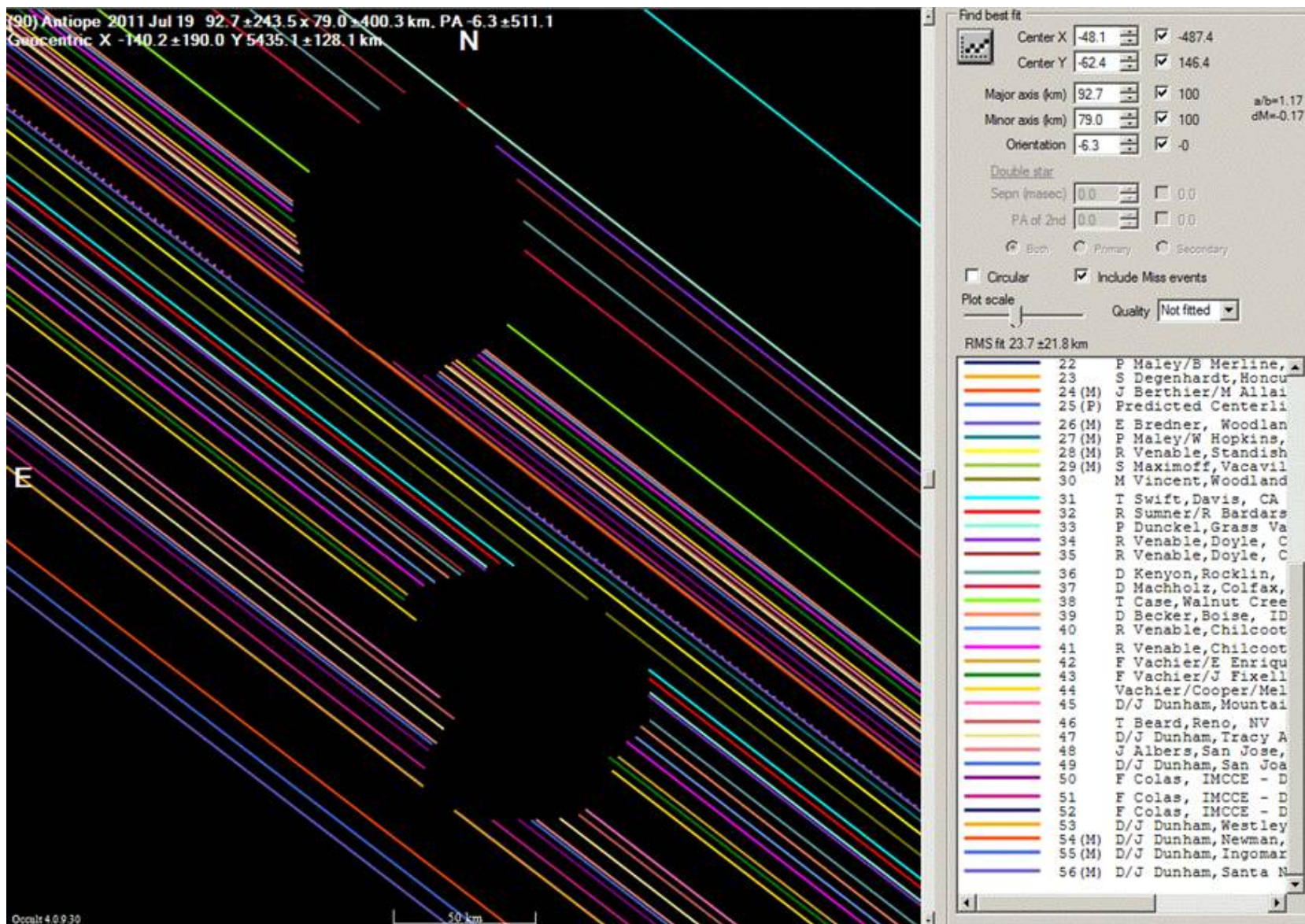
21	Leszek Benedyktowicz, H
22	Andreas Viertel, Munich,
23	Karl-Ludwig Bath, Freik
24	Jean Lecacheux, Villiers
25	Marcin Filippek, Blhovce,
26	Otto Farago/Fischer, Sw
27	Karel Halir, Munich, DE
28	Juraj Szobi, Marusiva, S
29	Martin Federspiel, Freik
30	Milos Sochan, Gemersky
31	Peter Wloch, Albstadt, I
32	Wim Nobel, Langres, FR
33	Michael Parl, Munich, DE
34	Martin Elsasser, Munich,
35	Jean-Luc Dighaye, Munich
36	Henri Beuchat, Munich, I

Na przykładzie  
zakrycia  
asteroidalnego  
(345) Tercidina  
w dniu  
17 września  
2002 r.



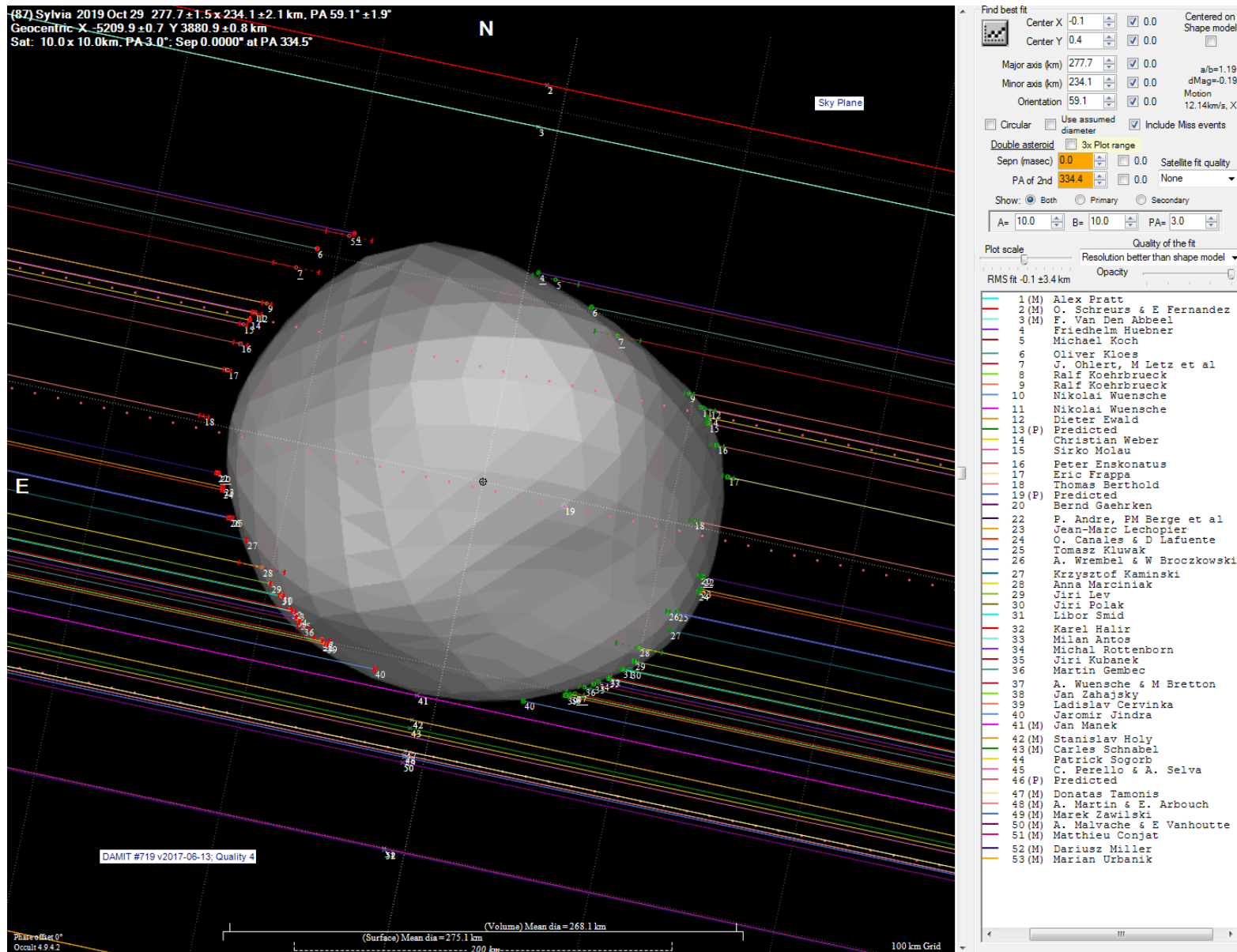
# Efemerydy i obserwacje zakryć asteroidalnych

Na przykładzie zakrycia asteroidalnego (90) Antiope w dniu 19 lipca 2011 r.



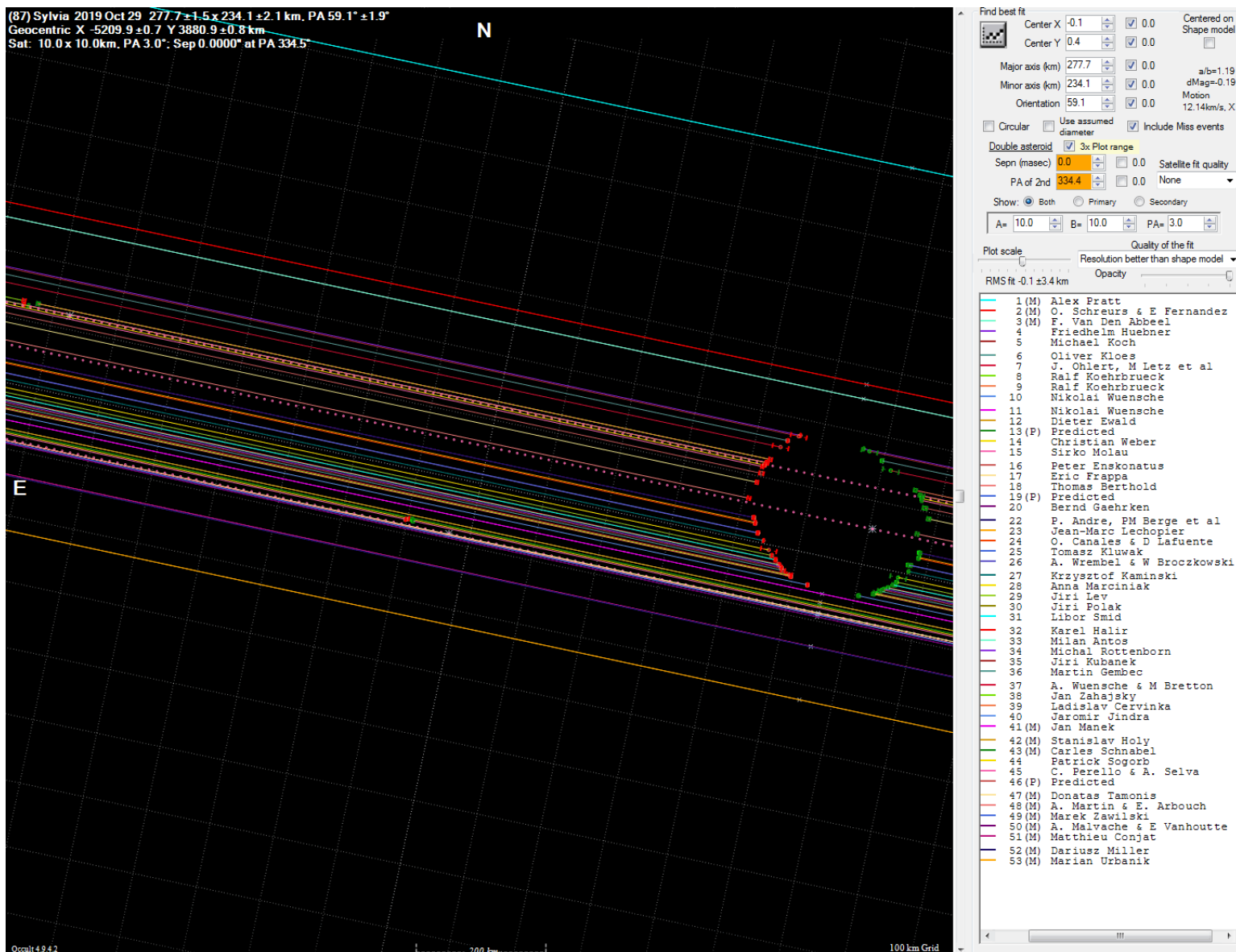
# Efemerydy i obserwacje zakryć asteroidalnych

Na przykładzie zakrycia asteroidalnego (90) Sylvia w dniu 29 października 2019 r.



# Efemerydy i obserwacje zakryć asteroidalnych

Na przykładzie zakrycia asteroidalnego (90) Sylvia – detekcja dwóch księżyców





# Obserwacje pozycyjne (astrometryczne) asteroid

Obserwacja astrometryczna polega na nagraniu kamerą serii klatek w formacie FITS.

Należy znać dokładność wykonania klatki z precyzją około 0.5 s lub lepszą.

Następnie wybraną klatkę obrabia się w programie, który obliczy współrzędne obiektu RA i DEC.

Jednym z takich programów jest **Astrometrica**: <http://www.astrometrica.at/>

## Przykład obserwacji:

**Tomasz Kluwak**

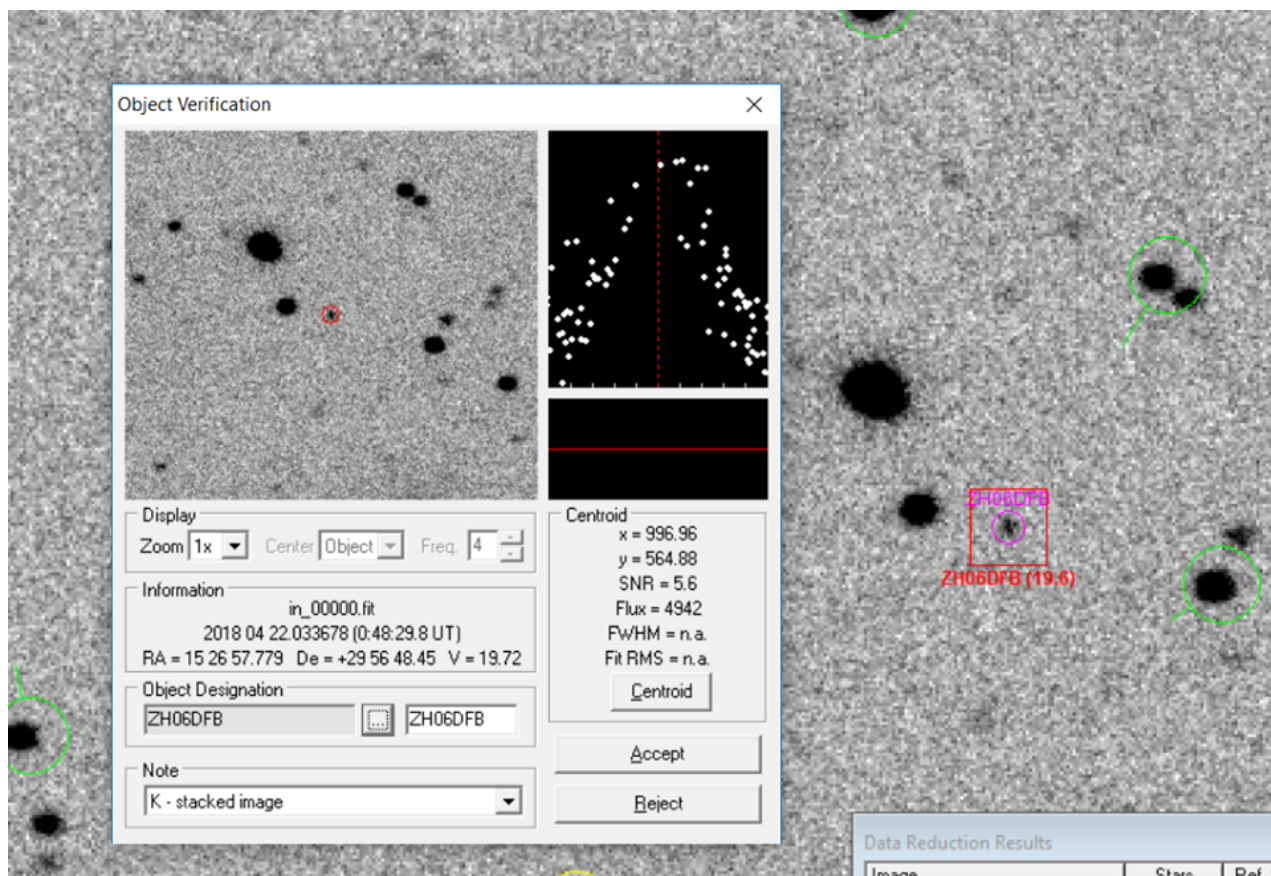
Obserwatorium Lusówko

Platanus (k/ Poznania)

kod IAU: K80

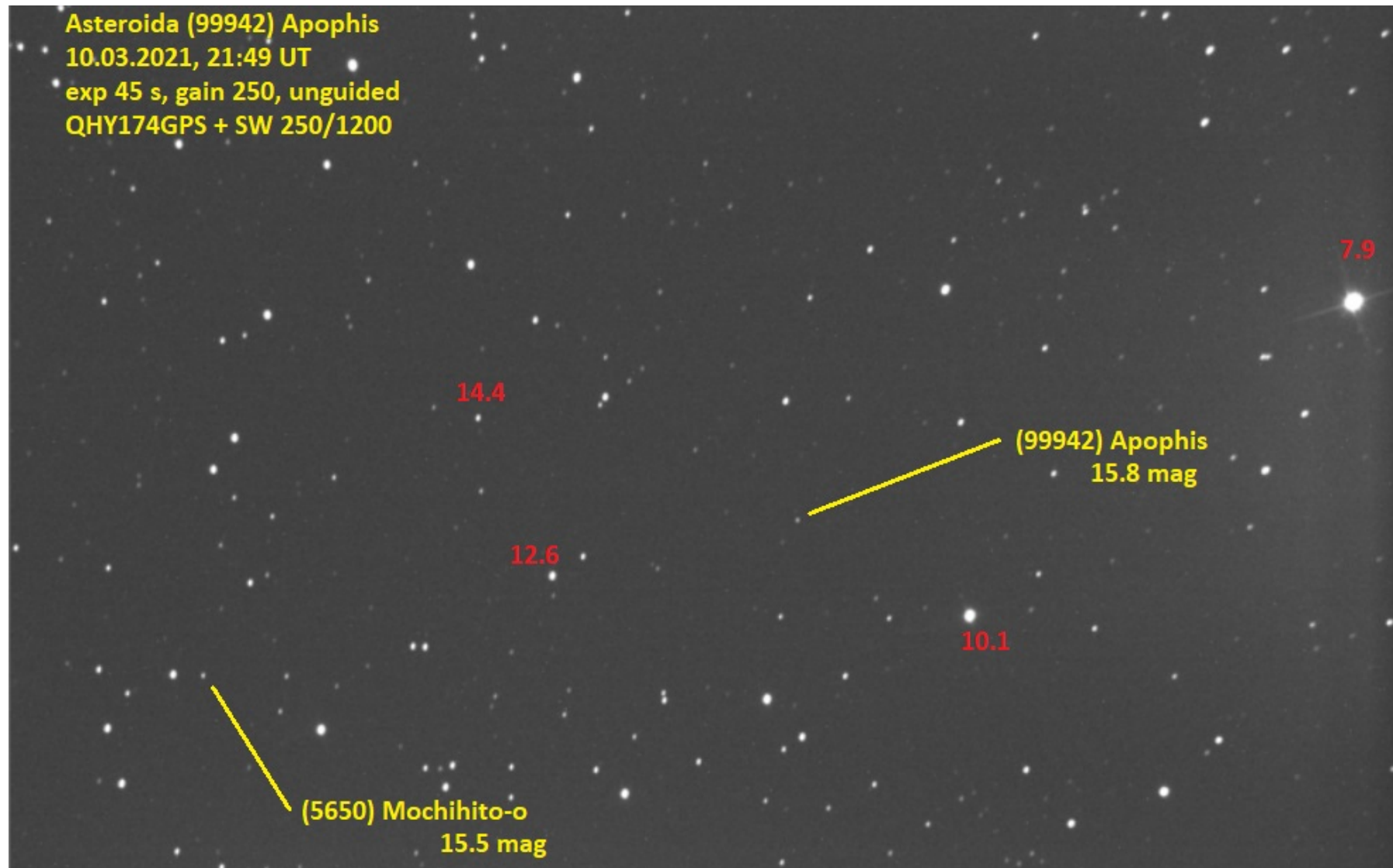
Od 2017 roku Tomasz jest  
koordynatorem  
Asteroid Day w Polsce.

Obserwuje obiekty  
Near Earth Object (NEO),  
wykonuje astrometrię i  
fotometrię asteroid.



# Obserwacje pozycyjne (astrometryczne) asteroid

Położenie asteroidy (99942) Apophis z grupy PHA



# Obserwacje pozycyjne (astrometryczne) asteroid

Ruch własny asteroidy (99942) Apophis z grupy PHA

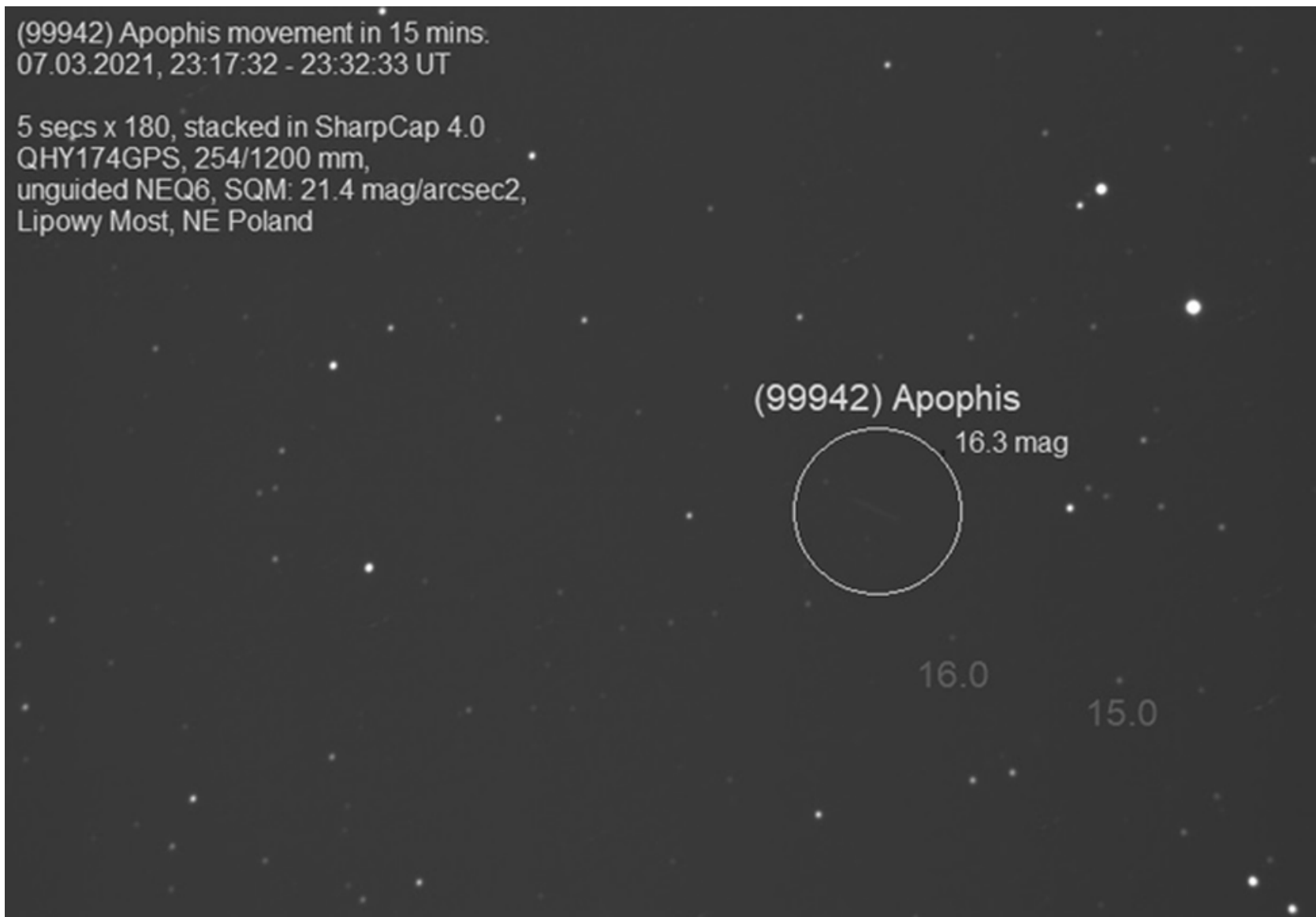
(99942) Apophis movement in 15 mins.  
07.03.2021, 23:17:32 - 23:32:33 UT

5 seps x 180, stacked in SharpCap 4.0  
QHY174GPS, 254/1200 mm,  
unguided NEQ6, SQM: 21.4 mag/arcsec2,  
Lipowy Most, NE Poland

(99942) Apophis  
16.3 mag

16.0

15.0



# Podstawowe źródła informacji o zjawiskach zakryciowych

- [www.sopiz.ptma.pl](http://www.sopiz.ptma.pl) - strona www Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA (ciągła budowa strony)
- [International Occultation Timing Association \(IOTA\)](http://www.occultation-timing.org) - światowa organizacja koordynowania obserwacji zjawisk zakryciowych oraz [IOTA/ES](http://www.iota-es.org) - Europejska Sekcja IOTA
- [planoccult@ls.vvs.be](mailto:planoccult@ls.vvs.be) - lista mailingowa PLANOCCULT, poświęcona głównie tematyce zakryć asteroidalnych, spływają na nią raporty z obserwacji asteroidalnych wykonanych na terenie Europy
- [Journal of Occultation Astronomy \(JOA\)](http://www.iota-es.org/joa) - periodyk IOTA (PDF) o obserwacjach zakryciowych w j. ang.
- [Occultation Videos IOTA](http://www.iota-es.org/videos) - nagrania z zakryć gwiazd i planet przez Księżyc, zakrycia brzegowe, zakrycia asteroidalne, zaćmienia oraz **tutoriale wideo (np jak generować raporty obserwacyjne w Occulcie)**
- [Observing Occultations Using Video: A Beginner's Guide \(Ver 1.2\)](http://www.iota-es.org/observing) - doskonały poradnik wydany w Nowej Zelandii (PDF), poświęcony technice wideo w obserwacji zjawisk zakryciowych, ostatnia wersja - 2015.
- <http://www.poyntsource.com/IOTAManual/Preview.htm> - bardzo obszerna „biblia” zakryciowca, podstawowy poradnik obserwatora (PDF), wydany przez IOTA w 2007 r.

**Biblioteczka Uranii: „Poradnik Obserwatora Pozycji i Zakryć, SOPiZ PTMA – rok wydania 1997**



**Dziękuję za uwagę.**

**Zachęcam do rozpoczęcia obserwacji zjawisk zakryciowych!**

