

Astrometria i fotometria planetoid przy wykorzystaniu amatorskich kamer CMOS



Tomasz Kluwak

Poznań 11 czerwca 2022



Czy amator może konkurować z dużymi obserwatoriami?

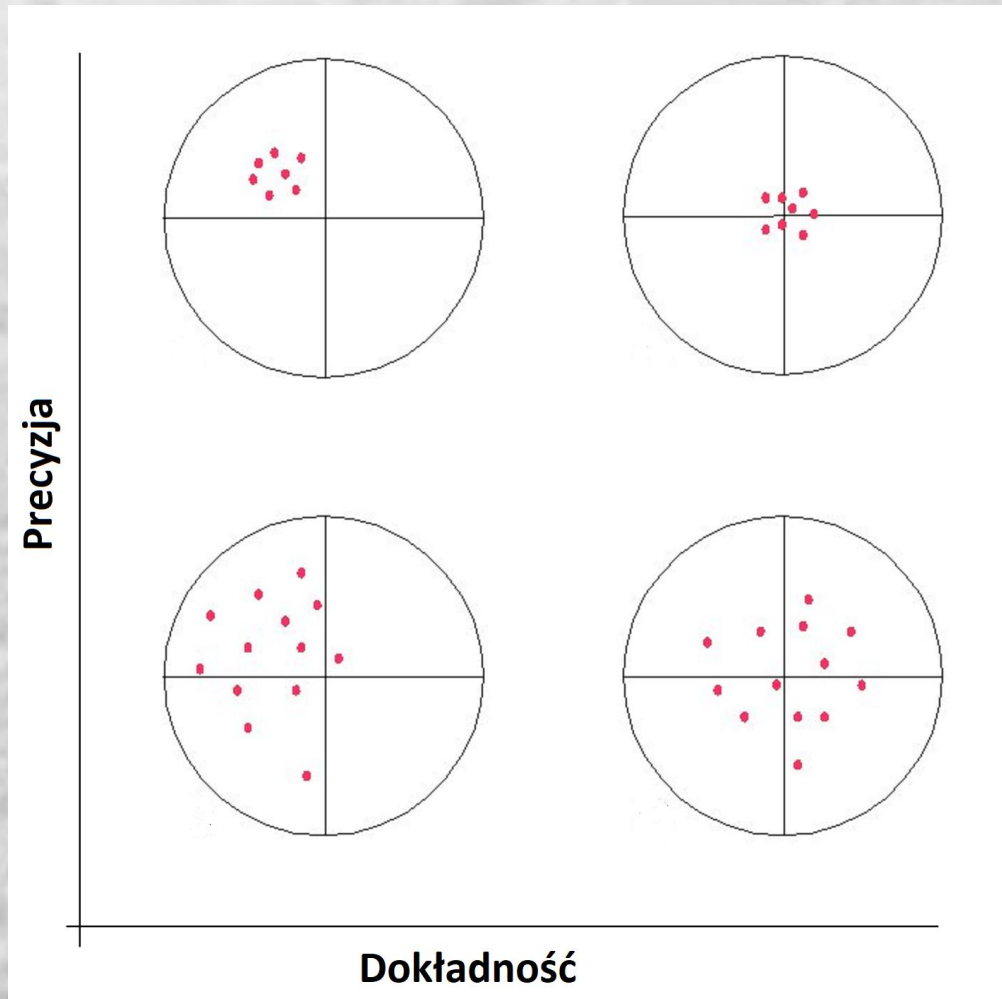
- Średnica teleskopu wiecznie za mała.
- Błędy prowadzenia wiecznie za duże.
- Nasze niebo zwykle zbyt zanieczyszczone światłem.
- Obiekty NEO poruszają się za szybko.
- SNR jest zbyt niski.
- Precyzja pomiaru położenia planetoidy niedokładna, a czasami...
- ...planetoida za słaba, by ją zarejestrować!!!

Signal Noise Ratio

$$SNR = \frac{Sygnał}{Szum}$$

- SNR rośnie wraz ze średnicą teleskopu i czasem ekspozycji
- Rzadko możemy zwiększyć średnicę teleskopu i nie zawsze możemy wydłużyć czas ekspozycji

Dokładność a precyzja



- Wysoki SNR (np. 200) to dokładny i precyzyjny pomiar z małą niepewnością pomiarową
- Niski SNR (np. 5) to dokładny i nieprecyzyjny pomiar z dużą niepewnością
- Ale: precyzję pomiarów można zwiększyć przez zwiększenie liczby prób

Remedium: wiele krótkich ekspozycji

Duża liczba słabej jakości zdjęć może zawierać więcej informacji niż jedno zdjęcie o długim czasie ekspozycji.

Zalety:

- Można pominąć niedokładności prowadzenia,
- Łatwo można wyeliminować pojedyncze nieudane zdjęcia bez utraty długiej ekspozycji,
- Uzyskane ze zbioru zdjęć statystyki można wykorzystać na wiele sposobów, np. wiarygodnie ocenić jakość każdej pojedynczej ramki, i użyć tego w analizie serii danych,
- Możliwość użycia tych samych zdjęć do różnych celów,
- Można obserwować zmienność zjawiska z lepszą rozdzielczością czasową.

Wady:

- Każde zdjęcie posiada własny szum odczytu,
- Znacznie większa ilość danych do przetworzenia,
- Konieczność stosowania wyrafinowanego oprogramowania.

Zalety szybkich kamer CMOS

- Wysoka czułość (QE)
- Wsparcie dla USB3
- Niskie szumy odczytu (readout noise)
- Liniowość odczytu
- Przystępna cena

Lusowko Platanus Observatory K80

- Astrograf Celestron Rowe-Ackermann-Schmidt
 - 11"
 - f/2.2
 - płaskie pole o średnicy 43.3 mm
- Montaż NEQ6 Pro
- Kamera monochromatyczna CMOS ZWO ASI290MM



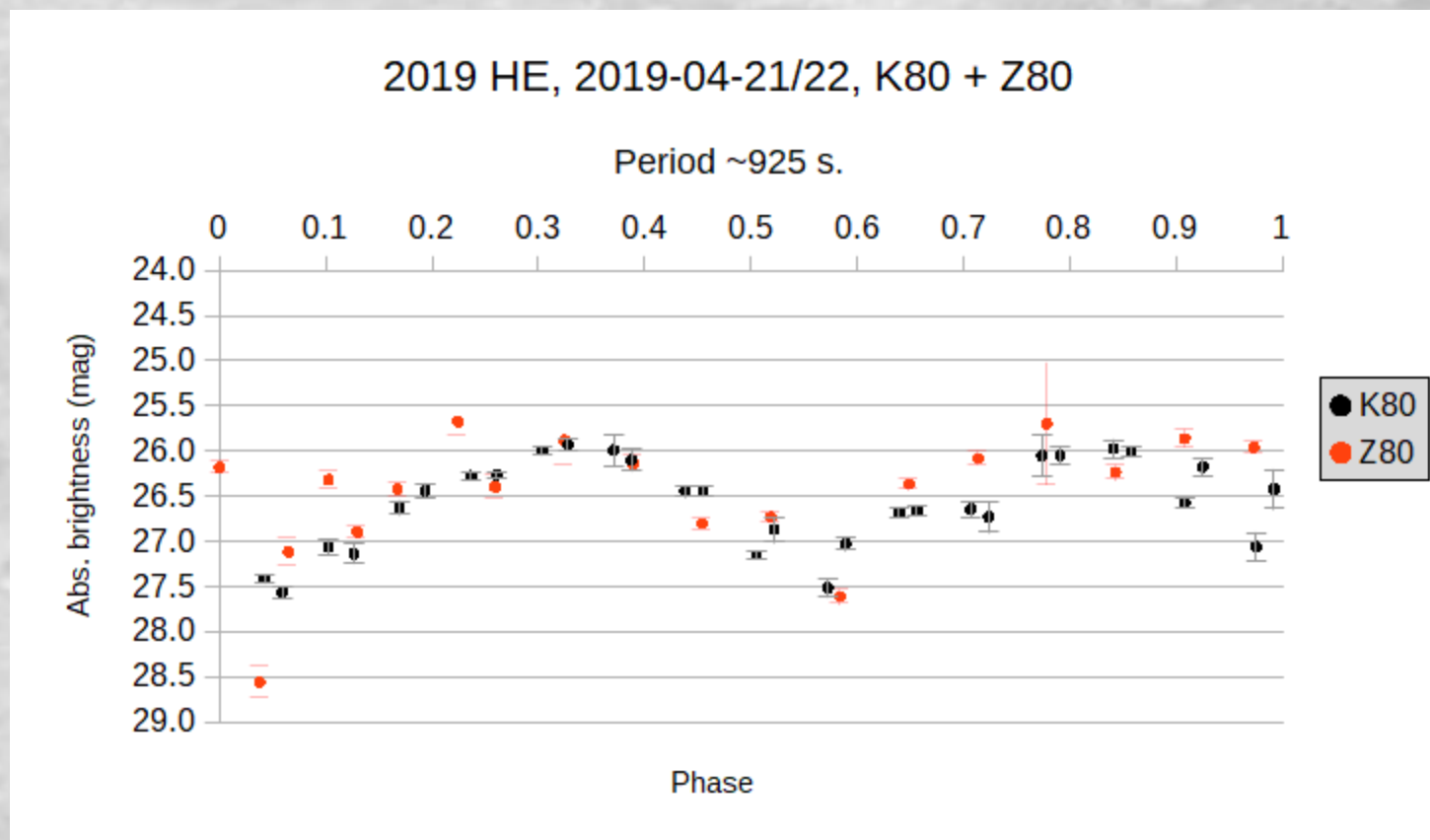
Lusowko Platanus Observatory K80

- ZWO CMOS ASI290MM
 - Exposure range: 32 μ s – 2000s
 - Resolution: 1936 x 1096
 - FOV: 30.9' x 17.5'
 - Pixel size: 0.29 μ m = 0.96"
 - Speed at full resolution, full ADC: 82.2 fps
 - Speed at 320x240, 10bit: 737.5 fps
 - ADC: 12 bits
 - Read noise: 1.0e @30db
 - QE*: >80 (max at 590 nm)
 - niechłodzona



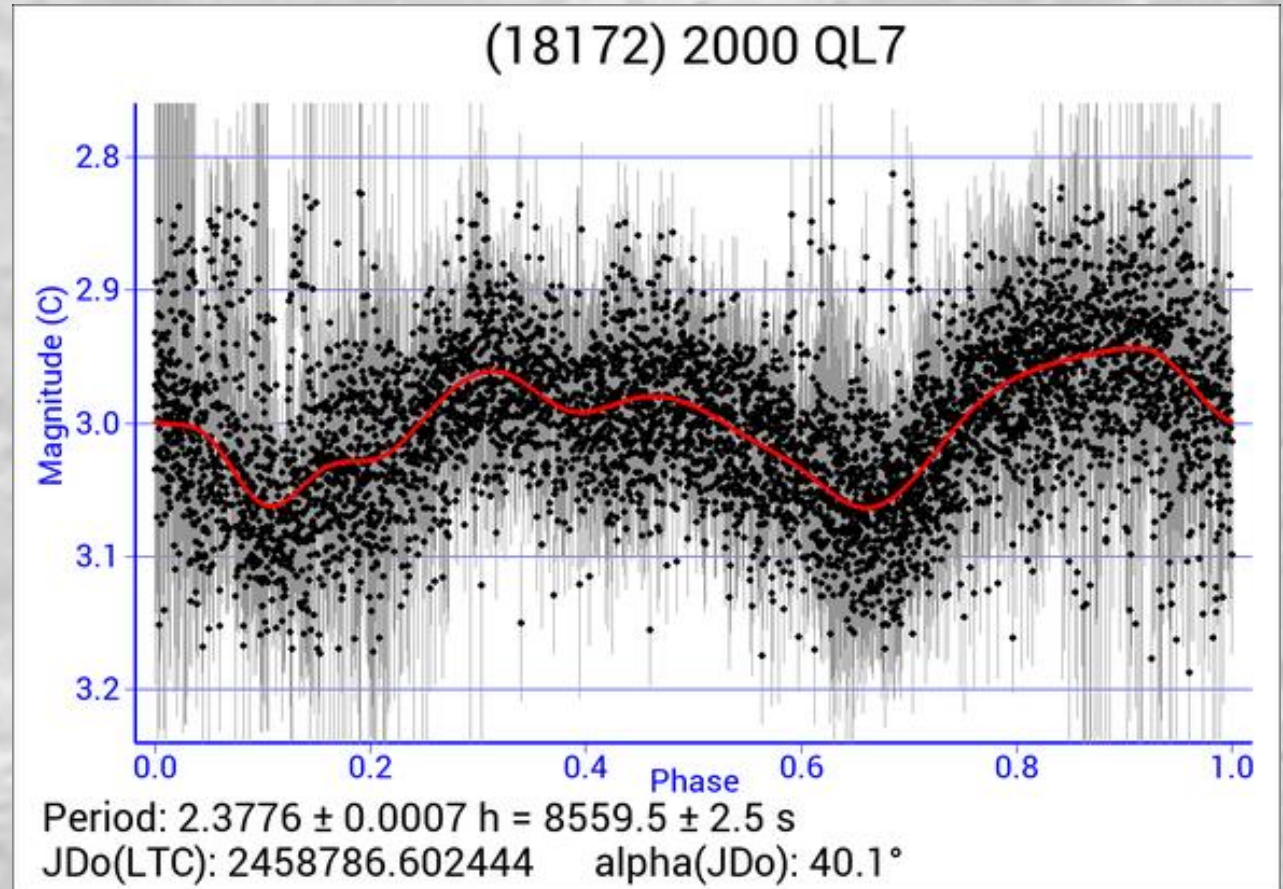
Przykład: 2019 HE

- Wspólnie z Northolt Branch Observatories
- Kwiecień 2019
- 18.1 mag
- 0.6 ''/sec
- 1 noc, 600 x 3 s.
- Wyznaczono okres obrotu: ~925 sec



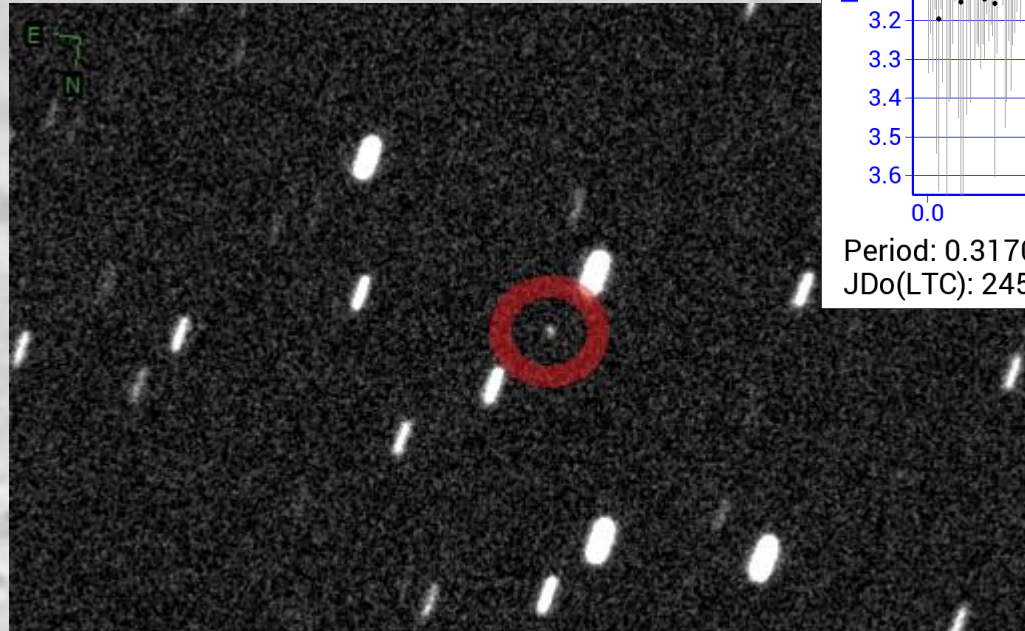
Przykład: (18172) 2000 QL7

- Październik 2019 – Styczeń 2020
- 15.9 mag
- 6 nocy, 6141 x 10 s
- $P = 8559.5$ s

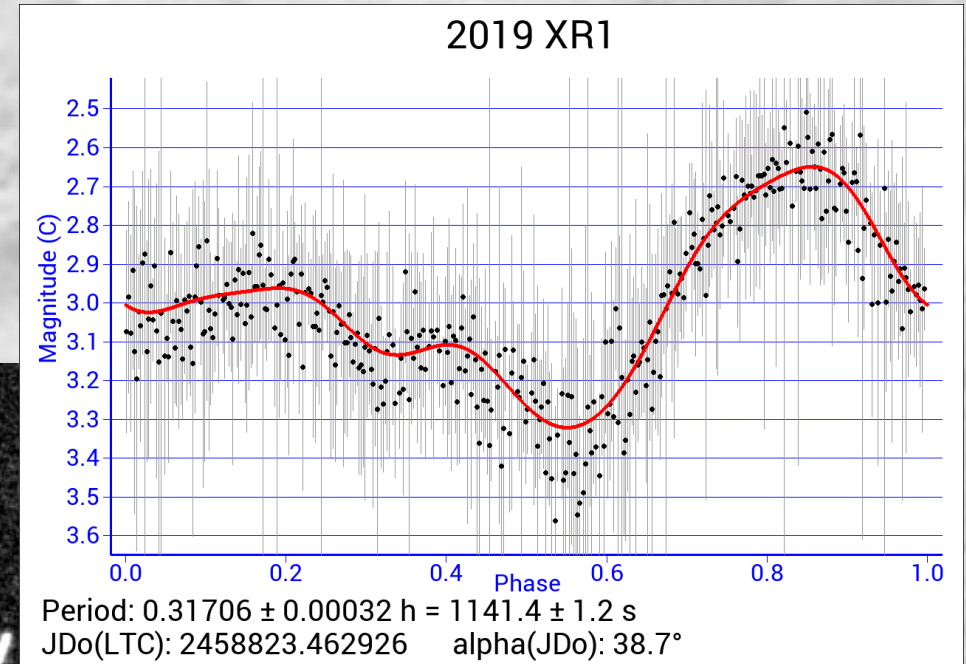


Przykład: 2019 XR1

- Grudzień 2019
- 16.8 mag
- 1.2 "/s
- 1 noc
- 9360 x 2 s
- $P = 1141.4$ s

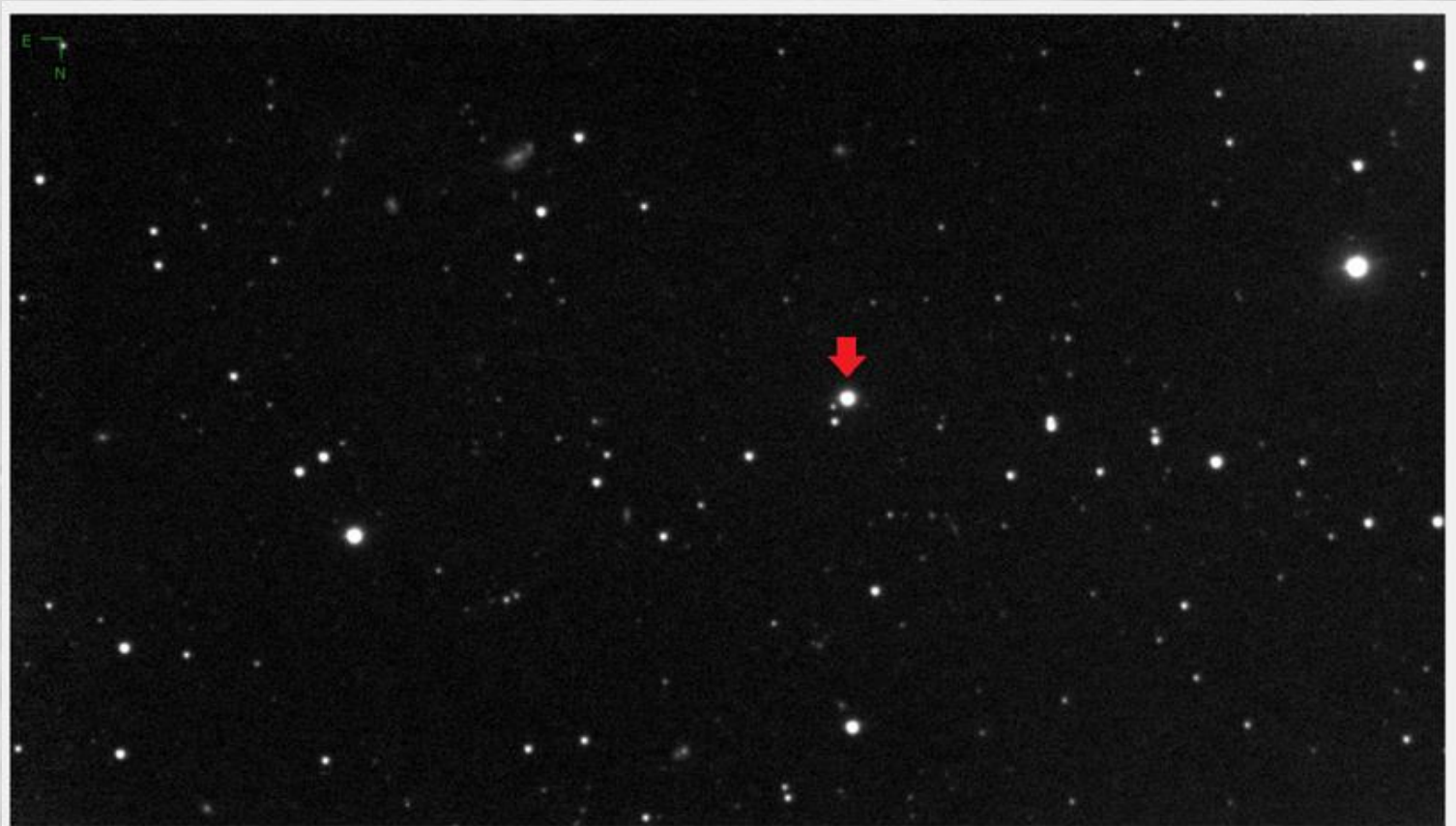


2019 XR1, Lusowko Platanus Observatory



Przykład: Wolf 359

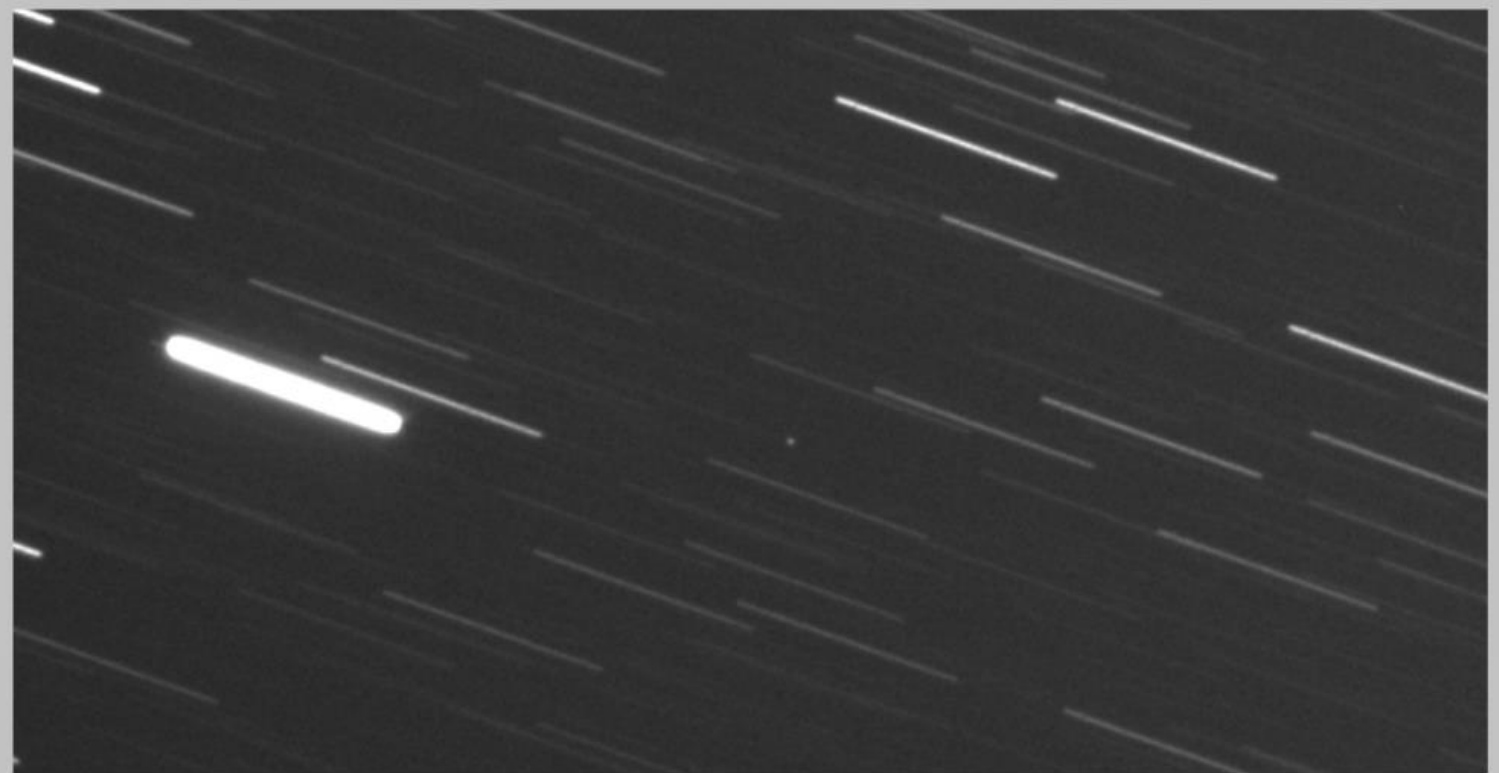
- Kwiecień 2020
- 200 x 5 s
- zasięg: ~20 mag



Wolf 359 2020-04-22 22:33:27 UTC Lusowko Platanus Observatory (K80)
 $\alpha = 10\ 56\ 23.627 \pm 0.005$ $\delta = +06\ 59\ 57.65 \pm 0.09$ $V = 11.95 \pm 0.04$ mag

Przykład: 2017 WJ16

- Listopad 2020
- 1 noc, 9500 x 3 s
- 16.5 mag
- 0.43 "/s
- Tumbler!
P1 = 341.1 s
P2 = 438.9 s



2017 WJ16

Tomasz Kluwak, Lusowko Platanus Observatory (K80)

2020-11-25 18:52:39 UTC

RASA 11" f/2.2 + ASI290MM exp. 100x3 sec

Przykład: 2021 DW1

- Marzec 2021
- Kampania prof. Kwiatkowskiego z IOA UAM
- 10 obserwatoriów (od 0.28-m LPO do 1.23-m)
- 2 noce, 5800 x 2s + 13920 x 1 s
- $P = 49,5$ s
- Publikacja w Astronomy & Astrophysics - Photometry and model of near-Earth asteroid 2021 DW1 from one apparition, T.Kwiatkowski et al., A&A 656m A126 (2021)

Przykład: 2021 DW1

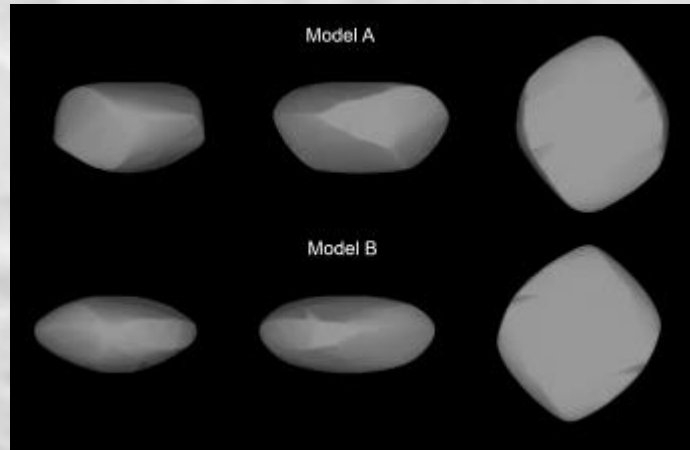
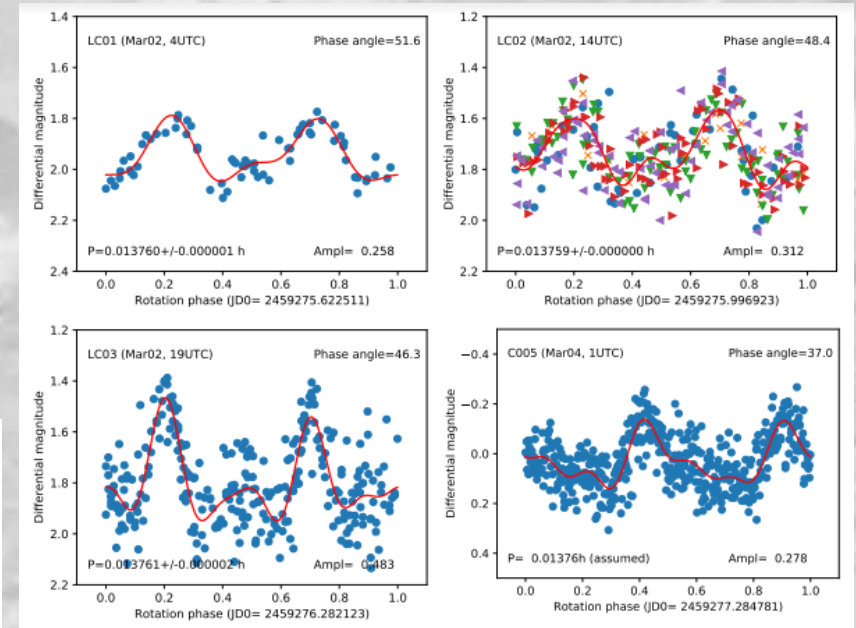


Table 2. Observatories, telescopes and detectors used in observations.

Observatory	Telescope	Detector
(1) Anderson-Mesa, Lowell Obs. (IAU 688), Arizona	1.1-m Hall	e2v CCD231
(2) Deokheong Optical Astronomy Obs. (IAU P66), South Korea	1.0-m RC	PI SOPHIA-2048B CCD
(3) Schiaparelli Obs. (IAU 204), Italy	0.8-m	SBIG STX-16803 CCD
(4) San Marcello Pistoiese Obs. (IAU 104), Italy	0.6-m	CCD
(5) Winer Obs. (IAU 648), Arizona	0.7-m RBT/PST2	Andor iXon 888 CCD
(6) Odessa-Mayaki Obs. (IAU 583), Ukraine	0.8-m OMT-800	FLI ML09000 CCD
(7) McDonald Obs. LCO (IAU V37), Texas	1.0-m 1m0-08	FLI ML4720 CCD
(8) Calar Alto Obs. (IAU 493), Spain	1.23-m	e2v CCD231-84
(9) Great Shefford Obs. (IAU J95), Great Britain	0.4-m	Apogee Alta U47+ CCD
(10) Planatus Observatory (IAU K80), Poland	0.28-m	ZWO ASI290MM CMOS



Przykład: 2022 AB

- Kampania prof. Kwiatkowskiego
- Styczeń 2022
- 1 noc, 2500 x 10s
- 18.3 mag
- $P = 181.86$ s (dane wstępne)

