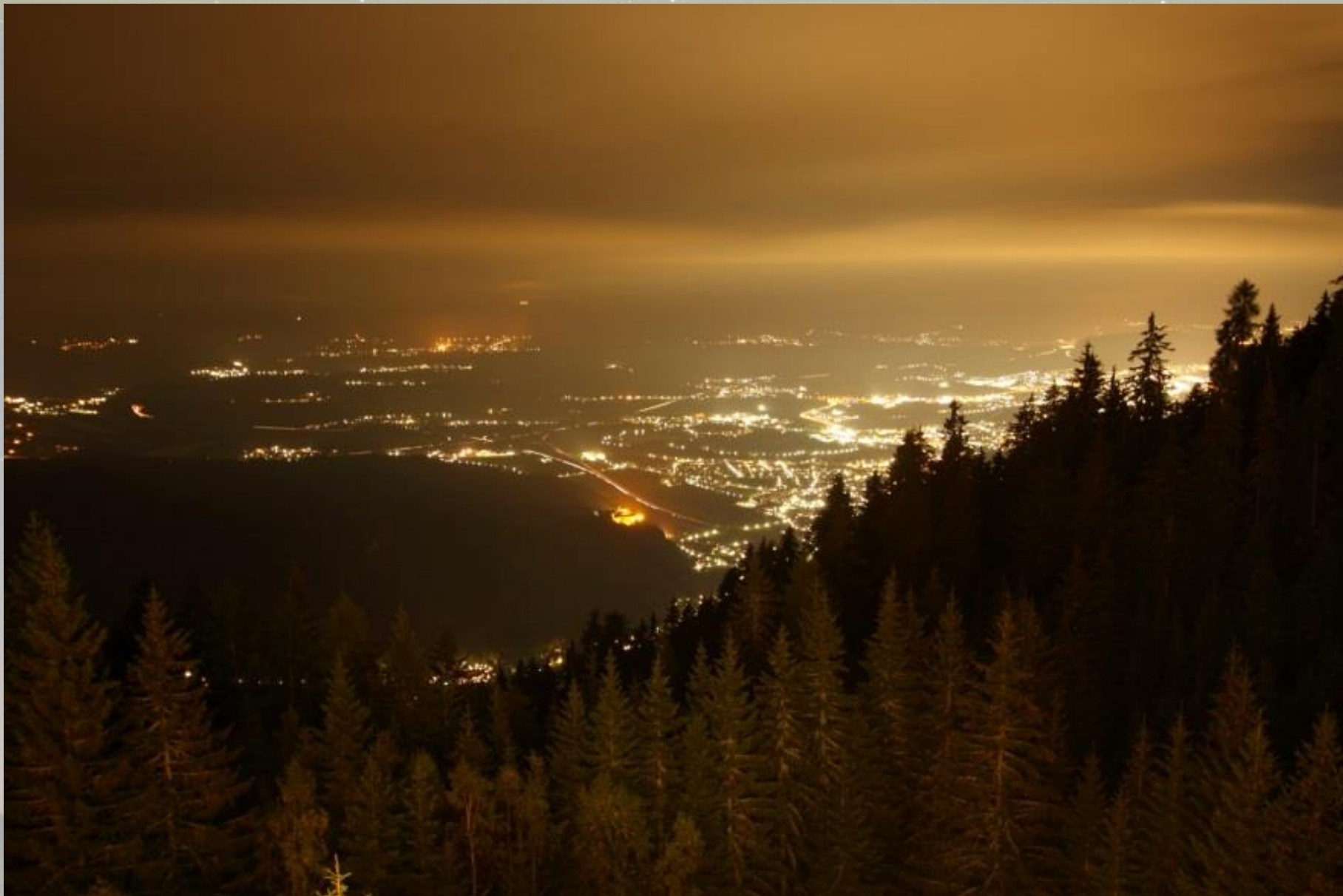


# *Pomiary jasności nieba z użyciem aparatu cyfrowego*

Tomek Mrozek

1. Instytut Astronomiczny UWr
2. Zakład Fizyki Słońca CBK PAN

# *Jasność nieba*



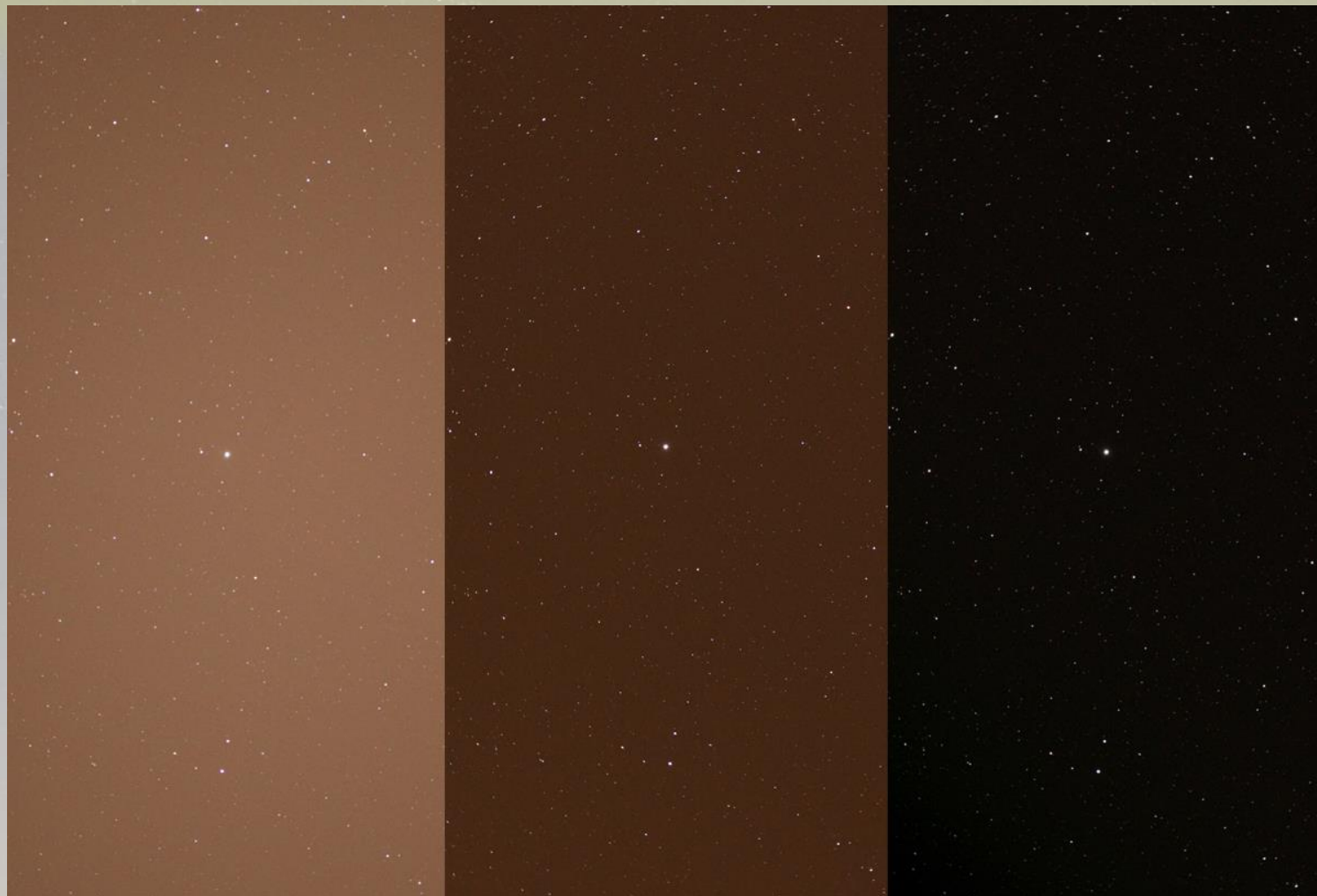


## *Jasność nieba*



Jelcz-Laskowice 20 km od centrum Wrocławia

## *Pomiary jasności tła. Łatwe i trudne.*



teren Instytutu  
Astronomicznego  
UWr, 4 km od  
centrum Wrocławia

Jelcz-Laskowice,  
20 km od  
centrum  
Wrocławia

obserwatorium w  
Białkowie, około 60  
km od centrum  
Wrocławia

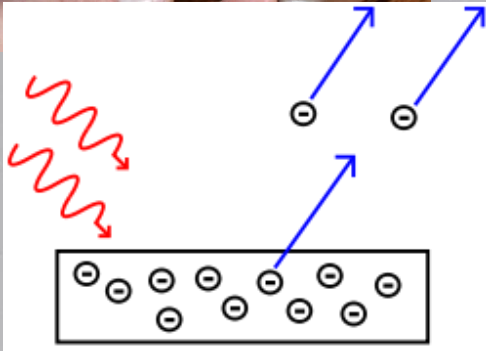
## Potrzebny sprzęt

1. Aparat pozwalający rejestrować obrazy surowe, tzw. RAW.
2. Ręczna regulacja czasu ekspozycji oraz ustawiania ostrości.
3. Statyw.
4. Wężyk spustowy (można się obejść bez).
5. Komputer z odpowiednim oprogramowaniem.



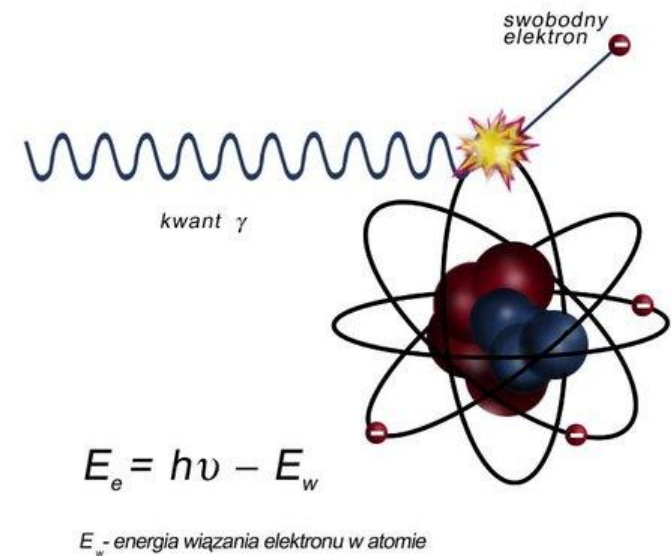
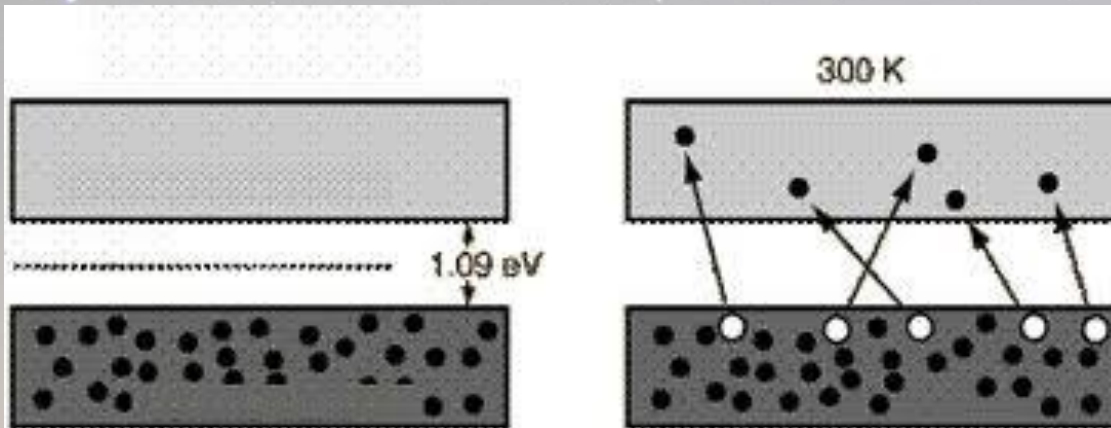


# Jak działa aparat?



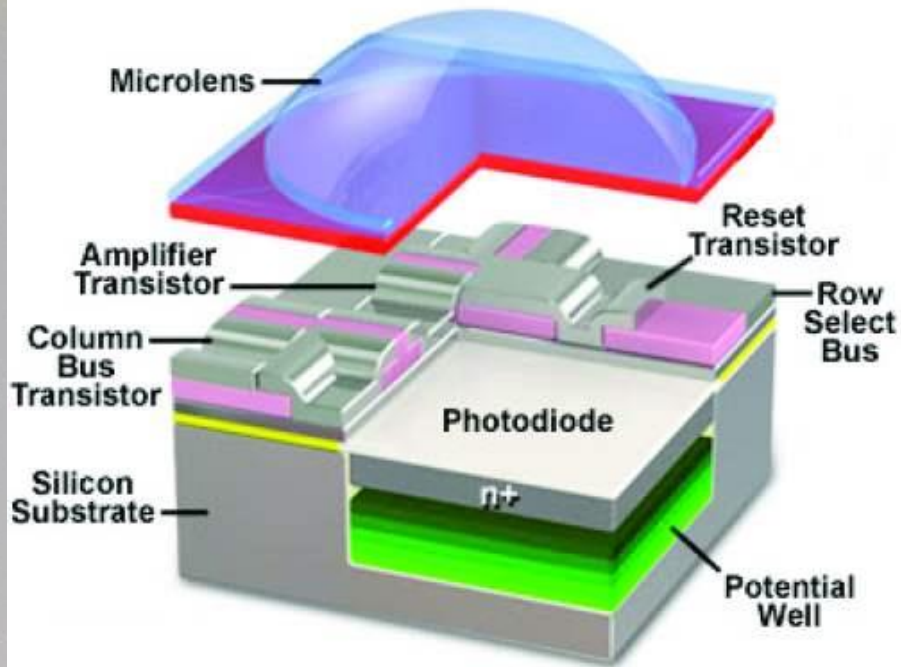
Efekt fotoelektryczny- efekty elektryczne występujące w ciałach pod wpływem promieniowania elektromagnetycznego:

- zewnętrzny - emisja elektronów z powierzchni przedmiotu
- wewnętrzny - przenoszenie nośników ładunku pomiędzy pasmami energetycznymi



# Active Pixel Sensor

## Anatomy of the Active Pixel Sensor Photodiode



W każdym pikselu gromadzone są elektrony wybijane przez padające fotony.

Po zakończeniu ekspozycji zgromadzony ładunek jest sczytywany.

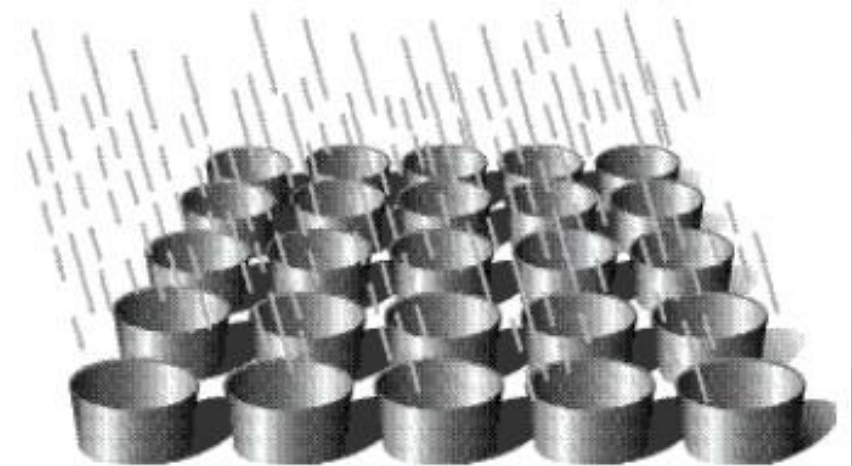
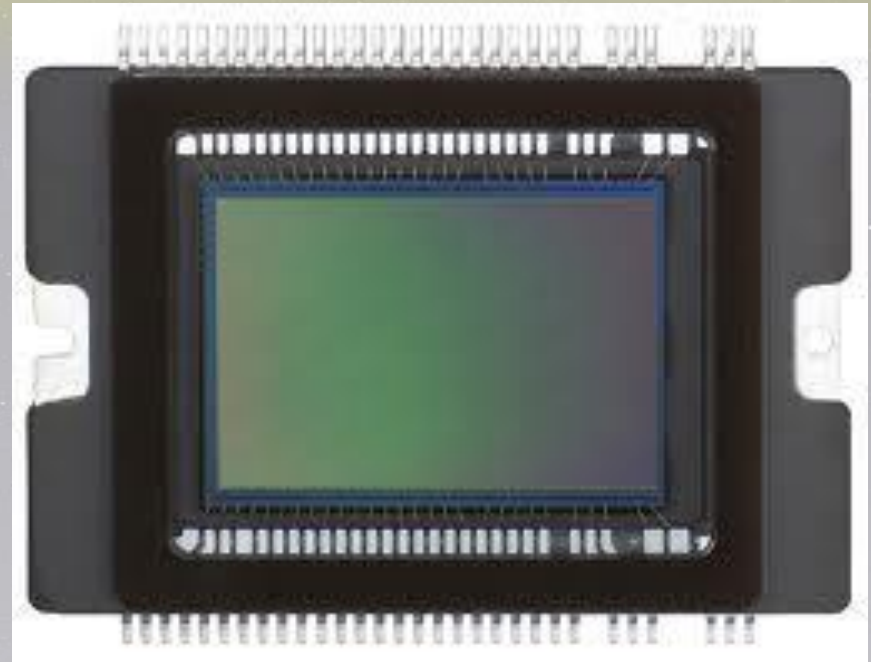
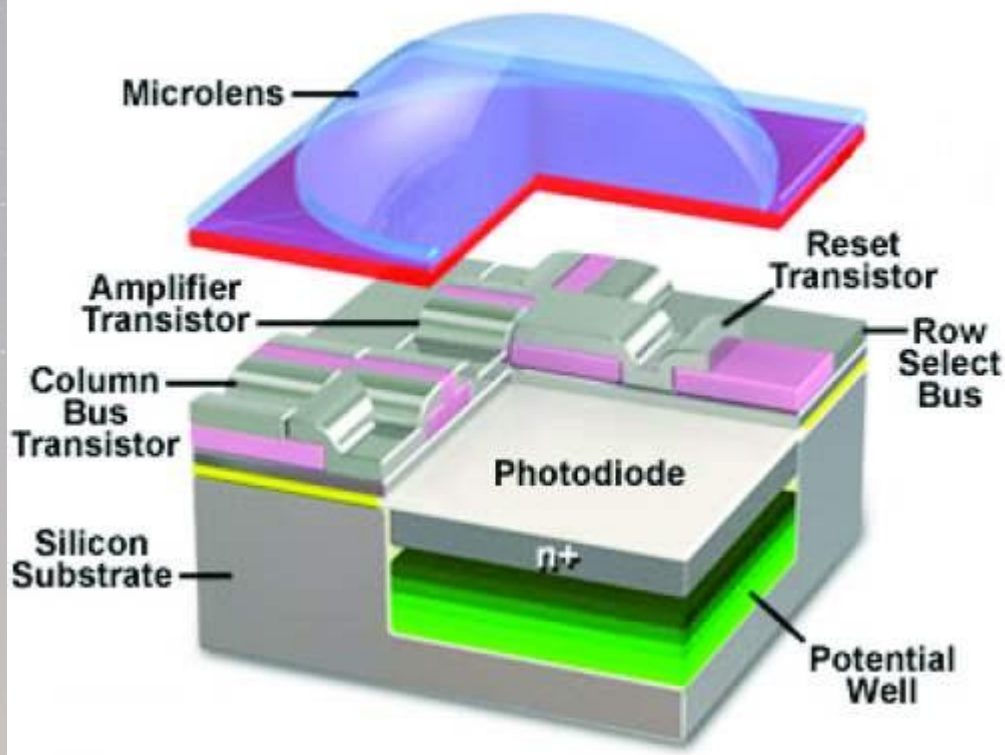


Fig. 3. The pixels of a CCD collect light and convert it into electrons.

# Szum

## Anatomy of the Active Pixel Sensor Photodiode



Mierzony sygnał (prąd) jest bardzo mały i wymaga wzmocnienia.

W każdym układzie elektronicznym jest pewna część elektronów, które nie są wybite przez fotony.

One też są wzmacniane.

Ich liczba w każdym pikselu jest przypadkowa. Widać to przy tzw. dużych wartościach ISO (dużych wartościach wzmocnienia).



# Szum





# *Efekty instrumentalne*



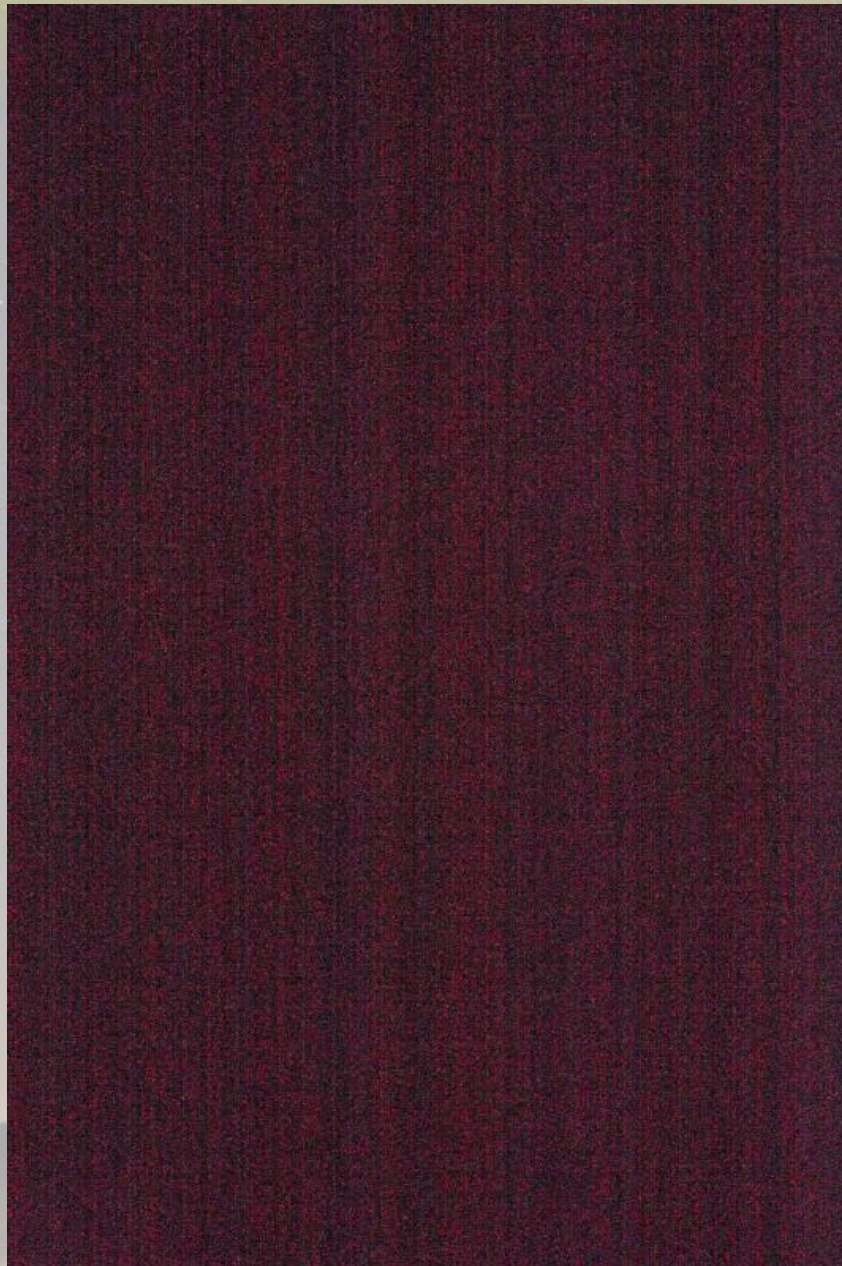
Efekty związane z  
detektorem:

- BIAS, offset
- Dark

...i układem optycznym  
(oraz detektorem):

- flatfield

## *BIAS, offset*



obiektyw zamknięty

wykonany w dowolnym  
momencie

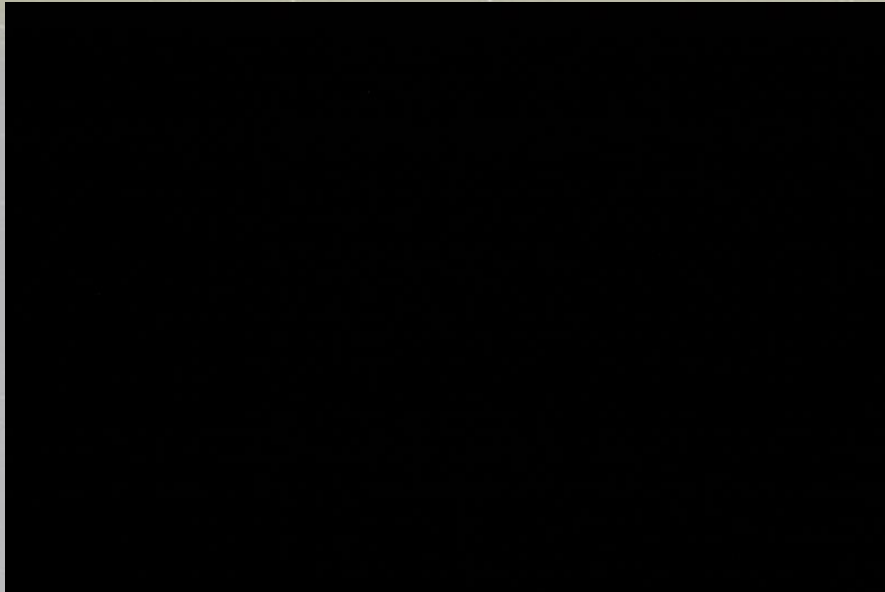
czas ekspozycji maksymalnie  
krótki

jest odejmowany od oryginalnego  
zdjęcia

w amatorskiej astrofotografii  
jest praktycznie niezauważalny



# DARK



obiektyw zamknięty

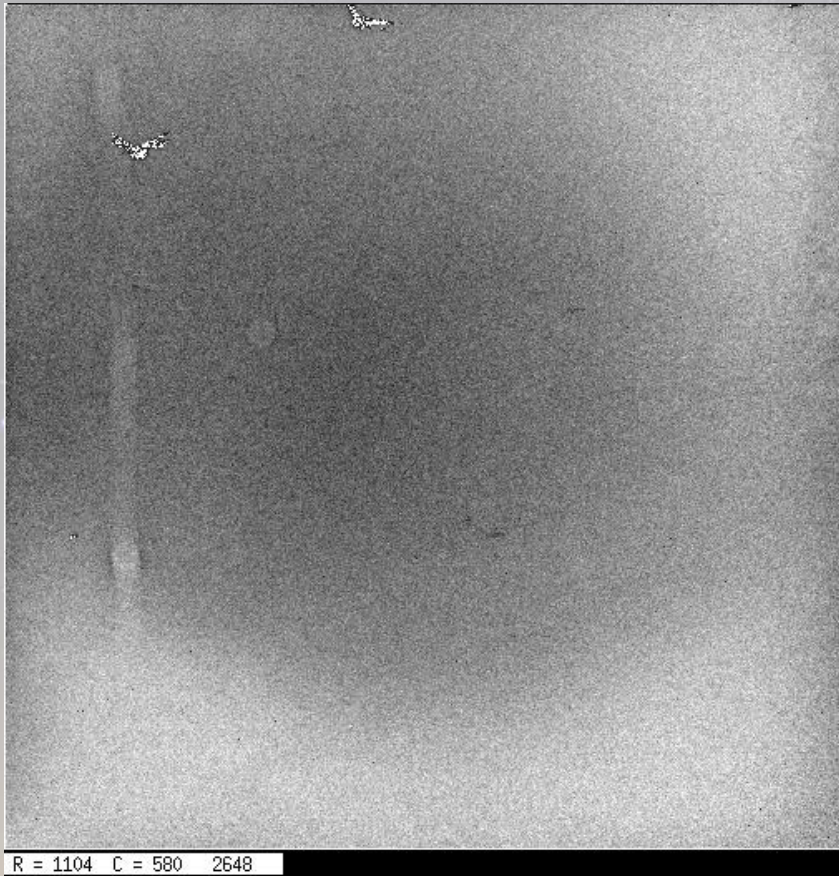
wykonany bezpośrednio po lub przed danym zdjęciem

czas ekspozycji równy czasowi z jakim było otrzymane właściwe zdjęcie (niekoniecznie)

jest odejmowany od oryginalnego zdjęcia

Wynik: usunięcie/minimalizowanie szumu, usunięcie gorących i zimnych pikseli

# Flatfield



obiektyw otwarty i skierowany na jednorodnie oświetloną powierzchnię

wykonany w dowolnym momencie (ale nie pół roku później)

czas ekspozycji dobrany tak aby klatka była dobrze naświetlona ale nie prześwietlona

oryginalne zdjęcie jest dzielone przez obraz typu flatfield

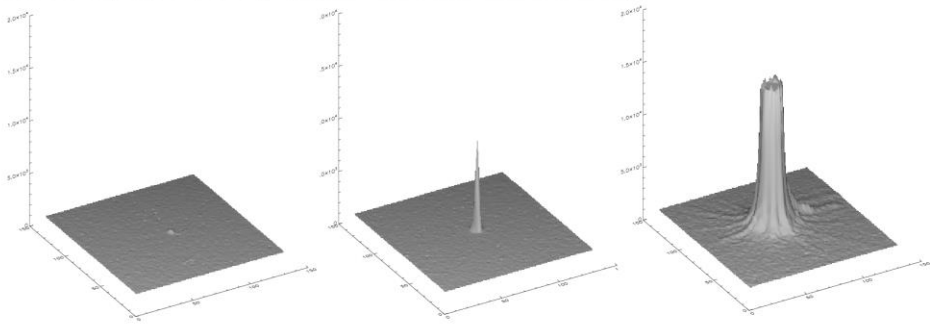
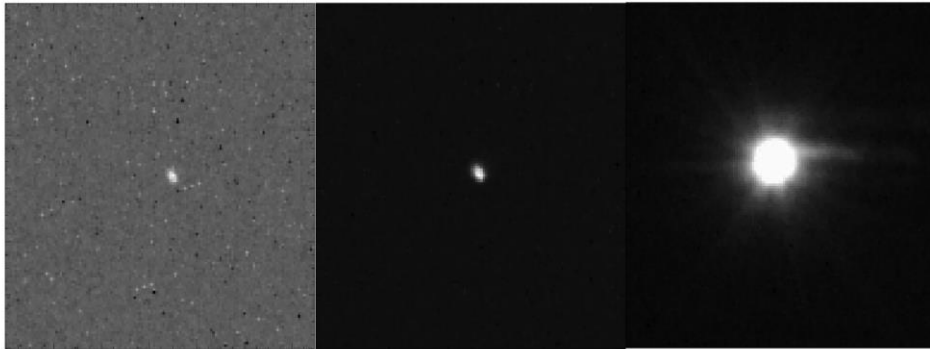
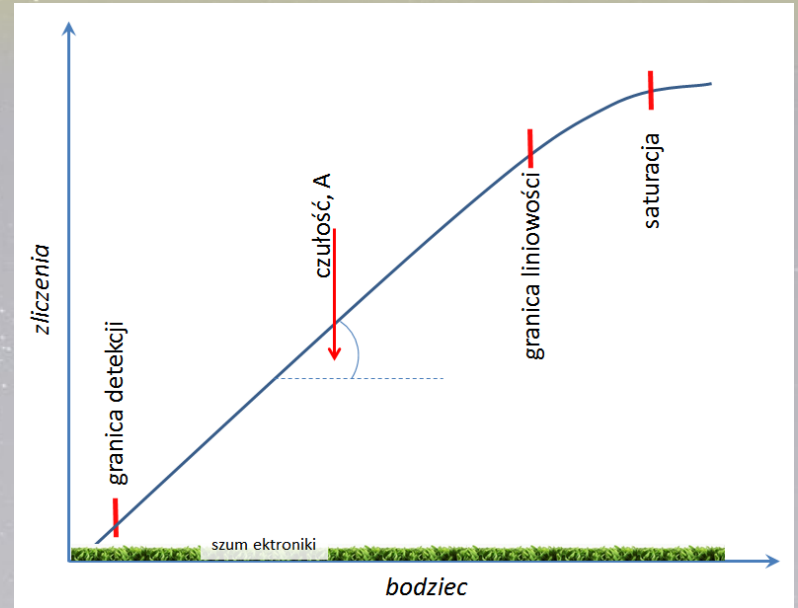
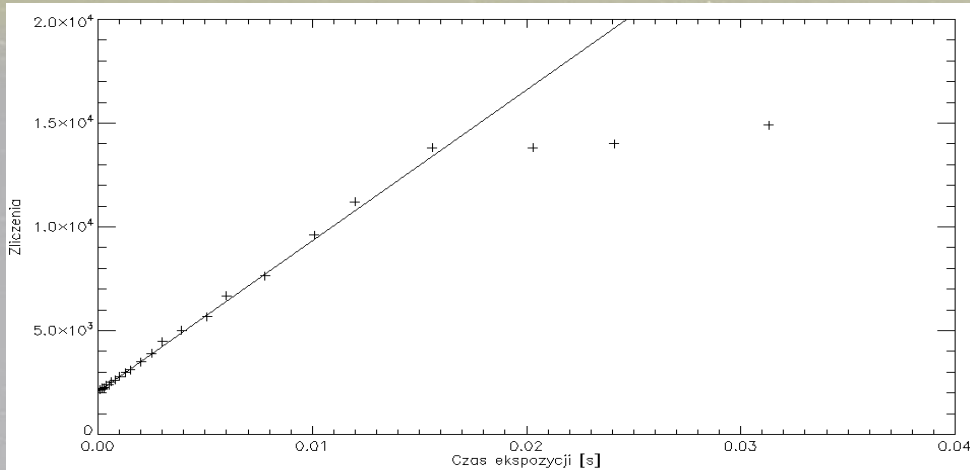
w przypadku obiektywów o bardzo szerokim polu widzenia wykonanie obrazu typu flatfield jest trudne

## *Obraz po redukcji*





# Obraz przesaturowany i niedoświetlony

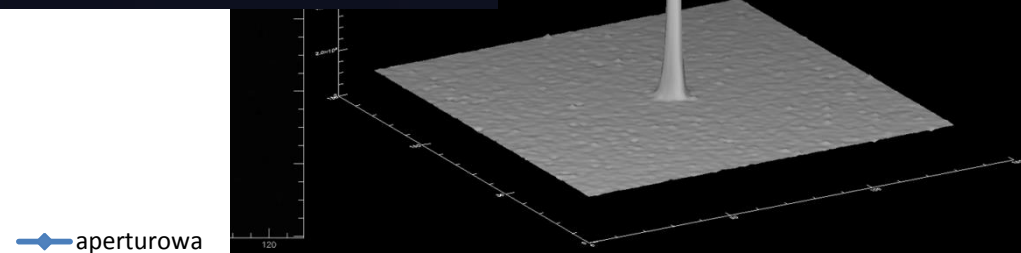
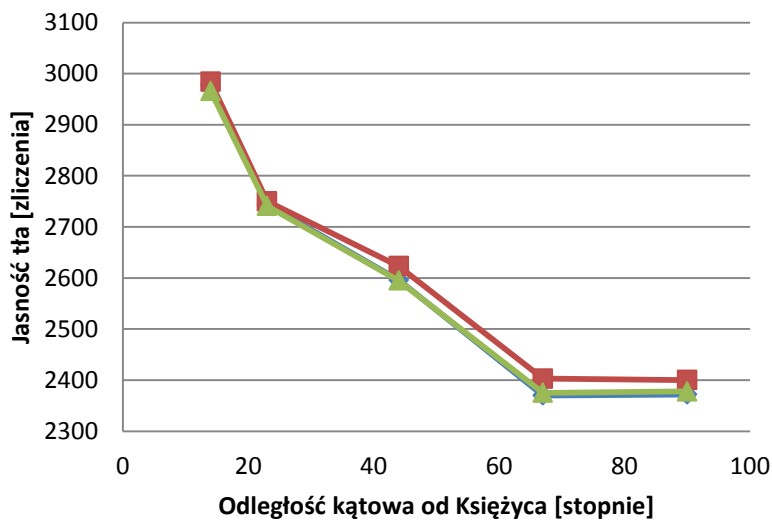


Obszary przesaturowane i niedoświetlone nie dają odpowiedniej informacji o ilości padającego światła.

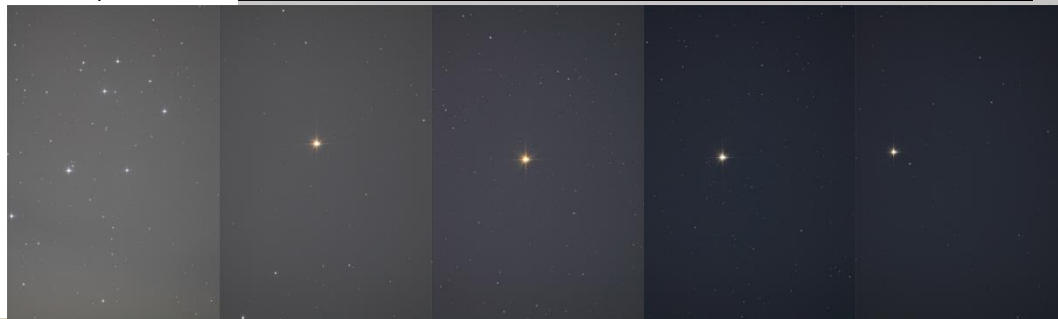
Należy określić zakres odpowiedzi liniowej aparatu (wystarczy zrobić to raz).

# IRIS i proste ćwiczenie na początek (15.11.2013 r., Orle)

1. Plejady -  $14^\circ$
2. Aldebaran -  $23^\circ$
3. Betelgeza -  $44^\circ$
4. Pollux -  $67^\circ$
5. Dubhe -  $90^\circ$



—◆— aperturowa

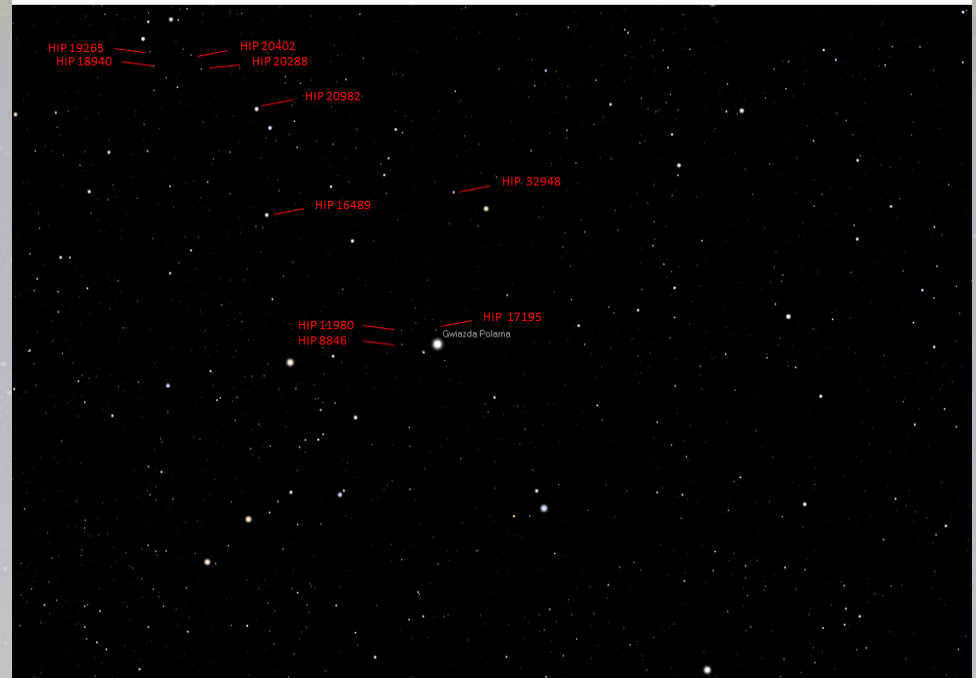
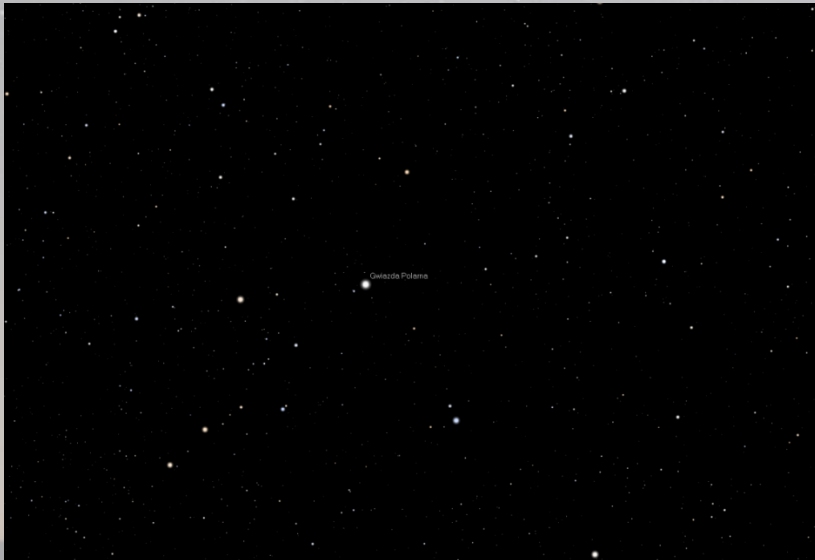


*Pierwszy pomiar (30.12.2013 r., Białków)*





# Standaryzacja



Potrzebnych będzie przynajmniej kilkanaście nieprzesaturowanych gwiazd o jasnościach różniących się o około 2.5 – 3 mag.

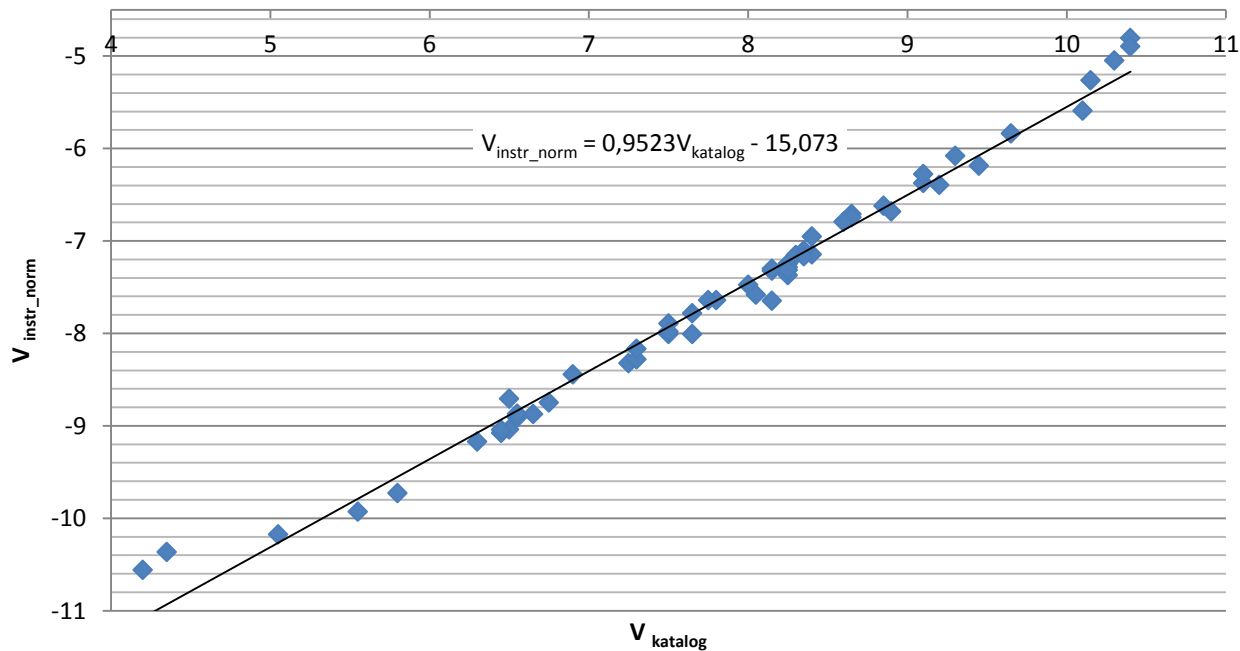
# Standaryzacja

Jasność instrumentalna  
(normowana czasem ekspozycji)

$$V_{inst\_norm} = -2,5 \times \log\left(\frac{C}{t_{exp}}\right)$$

Sporym kłopotem jest wyznaczenie nachylenia (współczynnik kierunkowy) dopasowywanej krzywej. Z dobrym przybliżeniem można założyć, że jest równy 1 i standaryzację ograniczyć do wyznaczenia stałej (średnia różnica jasności).

Janości instrumentalne / s



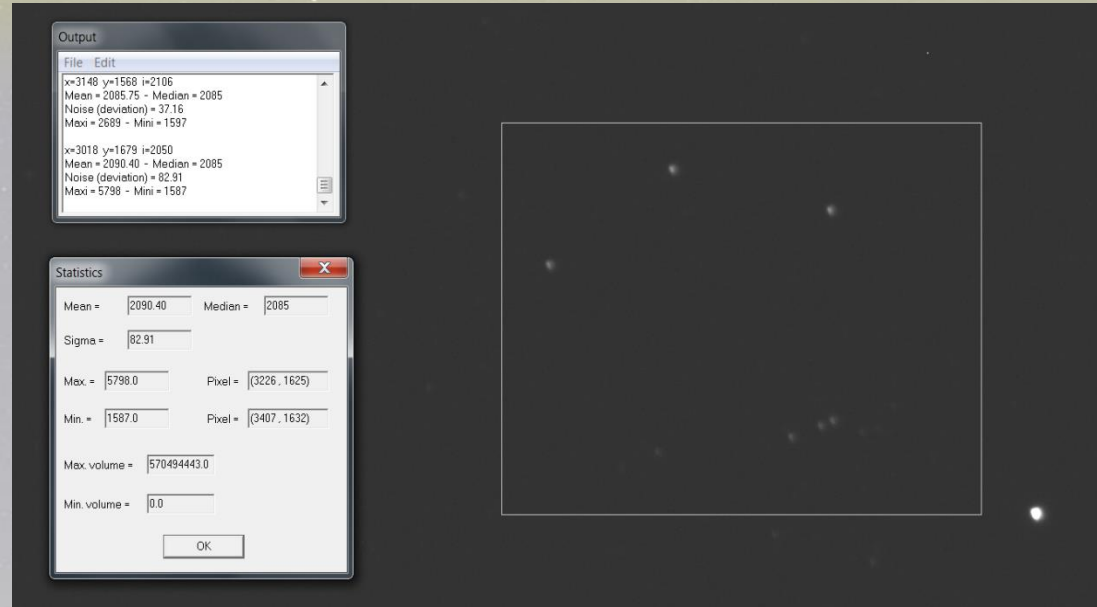
# Wyznaczenie jasności tła.

Jasność tła (instrumentalna) normowana na jednostkę czasu (sekunda) i jednostkę powierzchni (").

$$V_{itlo\_nst\_norm} = -2,5 \times \log \left( \frac{C}{t_{exp} * S} \right)$$

Ostatecznie jasność tła:

$$V_{tlo} = \frac{V_{tlo\_instr\_norm} + 15,073}{0,9523}$$



Astrometry.net

Home Explore Upload API Support

Images > białkow\_polarna\_full\_res01.JPG

Submitted by anonymous (1) on 2014-02-13T16:15:55Z as "białkow\_polarna\_full\_res01.JPG" (Submission 181072) under Attribution 3.0 Unported

Job Status

Job 227598: Success

Calibration

Center (RA, Dec): (208.826, 89.612)

Center (RA, hms): 13<sup>h</sup> 55<sup>m</sup> 18.315<sup>s</sup>

Center (Dec, dms): +89° 36' 44.874"

Size: 20.6 x 13.7 deg

Radius: 12.376 deg

Pixel scale: 14.3 arcsec/pixel

Orientation: Up is 173 degrees E of N

WCS file: wcs.fits

New FITS image: new-image.fits

Reference stars nearby (RA,Dec table): rdis.fits

Stars detected in your images (x,y table): axy.fits

KMZ (Google Sky): image.kmz

Nearby Images (View All)



## *Podsumowanie*

Jasność zmierzona w Białkowie to  $21,22 \text{ mag/arcsec}^2$  jest bliska pomiarom wykonanym innymi metodami.

Jesienią wykonane zostaną obserwacje różnymi metodami, w tych samych warunkach i przeanalizowane zostaną błędy poszczególnych metod i użytego sprzętu.

Istotne jest maksymalne uproszczenie metody, bez utraty jakości wyniku końcowego. W tym celu należy zbudować bazę danych instrumentalnych (krzywe kalibracyjne dla różnych modeli aparatów)

Wykorzystanie szeroko dostępnego sprzętu daje możliwość na uzyskanie masowych pomiarów tła nieba, które mogą zostać użyte do tworzenia map zanieczyszczenia światłem na terenie Polski.