

# •Projekt Brána do vesmíru

Hvězdárna Valašské Meziříčí, p. o.

Krajská hvezdáreň v Žiline



PROGRAM  
CEZHRANIČNEJ  
SPOLUPRÁCE  
SLOVENSKÁ REPUBLIKA  
ČESKÁ REPUBLIKA



EURÓPSKA ÚNIA  
EURÓPSKY FOND  
REGIONÁLNEHO ROZVOJA  
SPOLOČNE BEZ HRANÍC



KRAJSKÁ  
HVEZDÁREŇ

# **Praktikum: Základy (ne)vědecké astronomické fotografie (zpracování obrazu)**

1. Základní principy
2. Zpracování obrázků planet
3. Zpracování deep sky snímků

Dr. Ing. Zdeněk Řehoř, PhD.

Email: Zdenek.F



## 1. Základní principy zpracování astronomických snímků

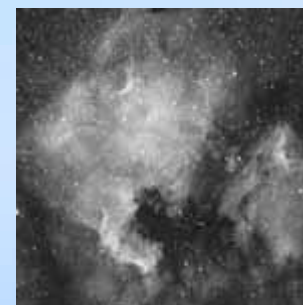
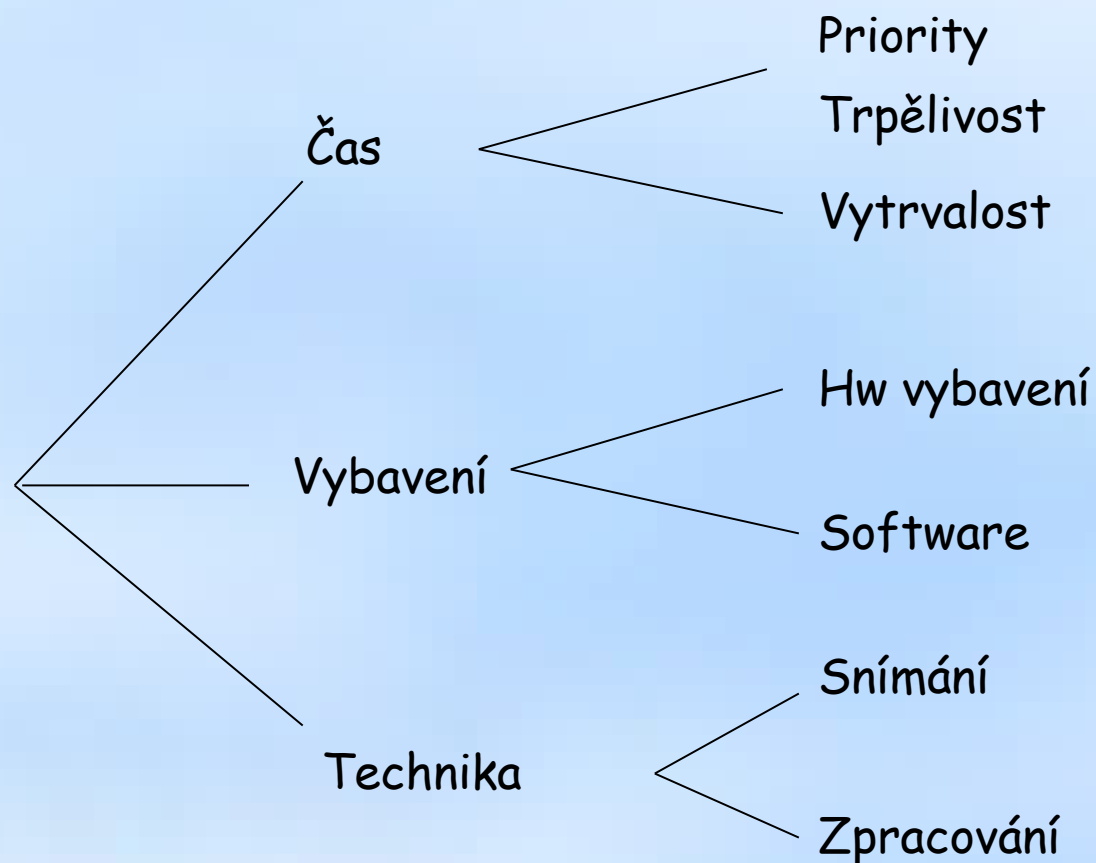
Co je třeba zejména pro dobré astronomické snímky?

???



# 1. Základní principy zpracování astronomických snímků

## Odpověď:



## 1. Základní principy zpracování astronomických snímků

# Pracovní postup - 2 stupně

### • Snímání

Jak plně využít vybavení,  
které je k dispozici?

### • Zpracování

Co lze udělat s obrazovými  
daty, aby byl minimalizován  
šum a maximalizován signál?



## 1. Základní principy zpracování astronomických snímků

# Vlastní zpracování

Probíhá ve dvou fázích:

- 1) Redukce šumu (a nehomogenit v obraze)
- 2) Zvýraznění signálu (obrazu)

**Šum** - z našeho pohledu neočekávaný/chybný signál (obrazová informace) nebo porucha/rušení v obraze, popř. Nehomogeneity (vinětace) způsobené přístrojovým vybavením

**Signál** - detekovatelná fyzikální veličina, nesoucí informaci o pozorovaném předmětu (u nás vlastní obraz, resp. rozložení jasu v něm)

## 1. Základní principy zpracování astronomických snímků

# Redukce šumu

### Kombinací

1) Dark frame - temný snímek k potlačení tepelného šumu senzoru

2) Flat field - snímek pro odstranění nehomogenity zorného pole (vinětace, prach na senzoru)

(viz. minulý díl)

Nafocený - Dark

Výsledný frame = -----

Normovaný(Flat)



## 1. Základní principy zpracování astronomických snímků

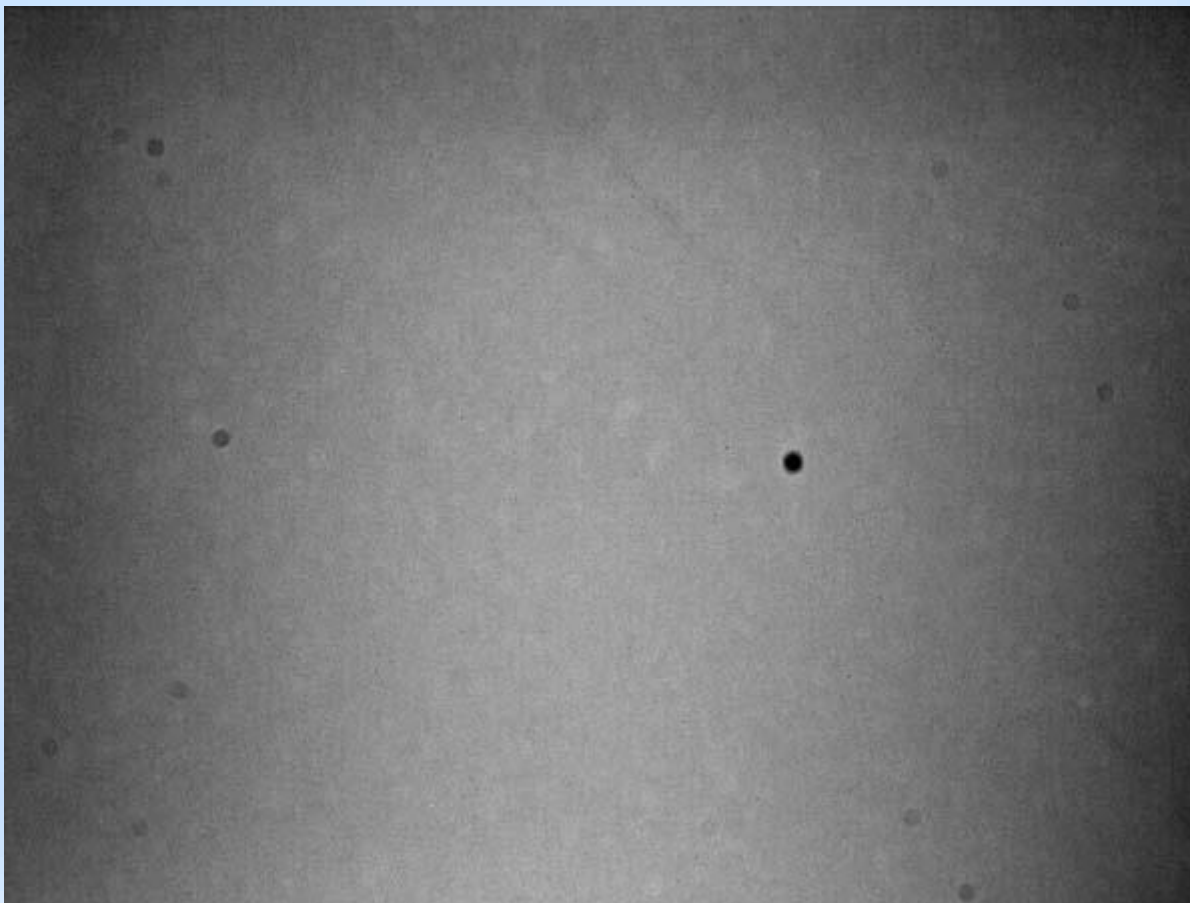
### Příklad - dark frame





## 1. Základní principy zpracování astronomických snímků

### Příklad - flat field (frame)



## 1. Základní principy zpracování astronomických snímků

# Jeden nezpracovaný snímek ...



1. Základní principy zpracování astronomických snímků  
... po odečtení dark framu ...



# 1. Základní principy zpracování astronomických snímků ... a po aplikaci flat framu





## 1. Základní principy zpracování astronomických snímků

# Poznámky k potlačení šumu

Dithering - technika, kdy jsou vůči sobě jednotlivé subsnímky náhodně posunuty

- > poloha vlastního objektu vůči snímači (a tím i systémovému šumu) je v každém snímku odlišná
- > kombinací subsímků do výsledné expozice pak lze dosáhnout lepších výsledků  
( nutné srovnání - alignment - jednotlivých snímků na sebe )

1. Základní principy zpracování astronomických snímků

# Obecný postup potlačení šumu

1. Aplikace dark framu na jednotlivé snímky
2. Aplikace flat fieldu (framu) na jednotlivé snímky
3. Alignment a sečtení jednotlivých subsnímů

## Typická sestava snímků:

x obrazových snímků objektu

-> výsledná expozice je cca součet dílčích expozic

y dark framů -> průměry tak aby odpovídala délka expozice do jednoho master dark

z flat fieldů -> průměr do jednoho master flat



## 1. Základní principy zpracování astronomických snímků

# Zvýraznění signálu (obrazu)

Cíl: zvýraznění informace v obraze tak, aby byla zřetelnější.

Nutná podmínka:

již je potlačený šum v obraze

Nejjednodušší cesta:

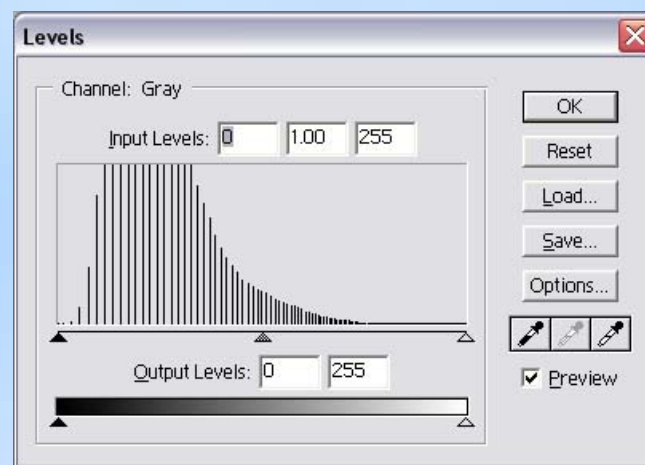
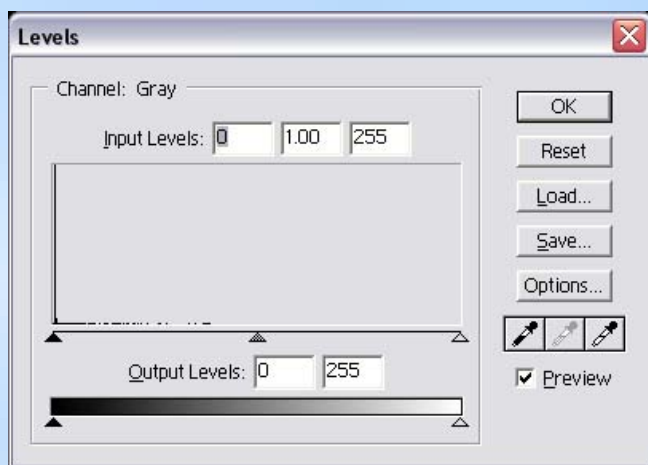
úprava rozložení jasů a popř. barev obrazu

## 1. Základní principy zpracování astronomických snímků

# Zvýraznění signálu (obrazu)

## První krok: Roztažení histogramu (stretch)

Většina astronomických obrázků má histogram příliš vlevo (v nízkých hodnotách):



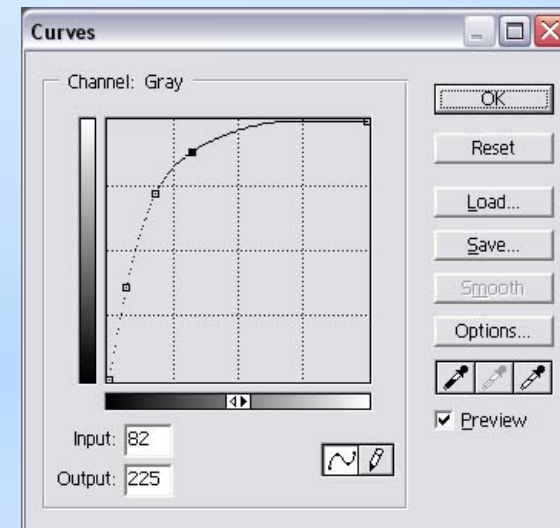
- Pro zvýšení dynamického rozsahu snímku -> roztažení
- V SW (Photoshop, GIMP) volby *Úroveň* a *Křivky* (*Levels* a *Curves*)
-

## 1. Základní principy zpracování astronomických snímků

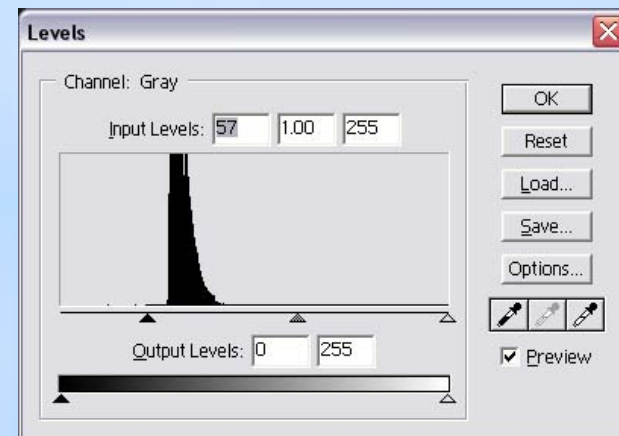
# Zvýraznění signálu (obrazu)

## První krok: Roztažení histogramu (stretch)

- Idea: v křivkách (Curves) zvýšit nízkou část histogramu (zatažením křivky) při zabrání vypálení vyšší části



- Po aplikaci křivek je zpravidla nutné upravit černý bod v Úrovních (Levels).

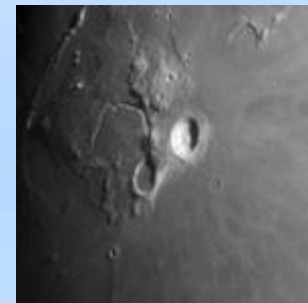
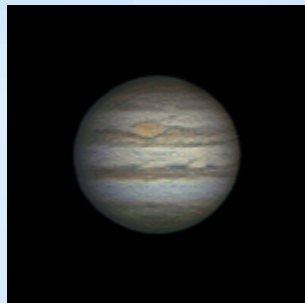


## 1. Základní principy zpracování astronomických snímků

# Zvýraznění signálu (obrazu)

## Druhý krok: Vyčištění obrazu

- Odstranění artefaktů v obraze
- Změna rozložení kontrastu
- Složitější operace s obrazem



## 1. Základní principy zpracování astronomických snímků

# Zvýraznění signálu (obrazu)

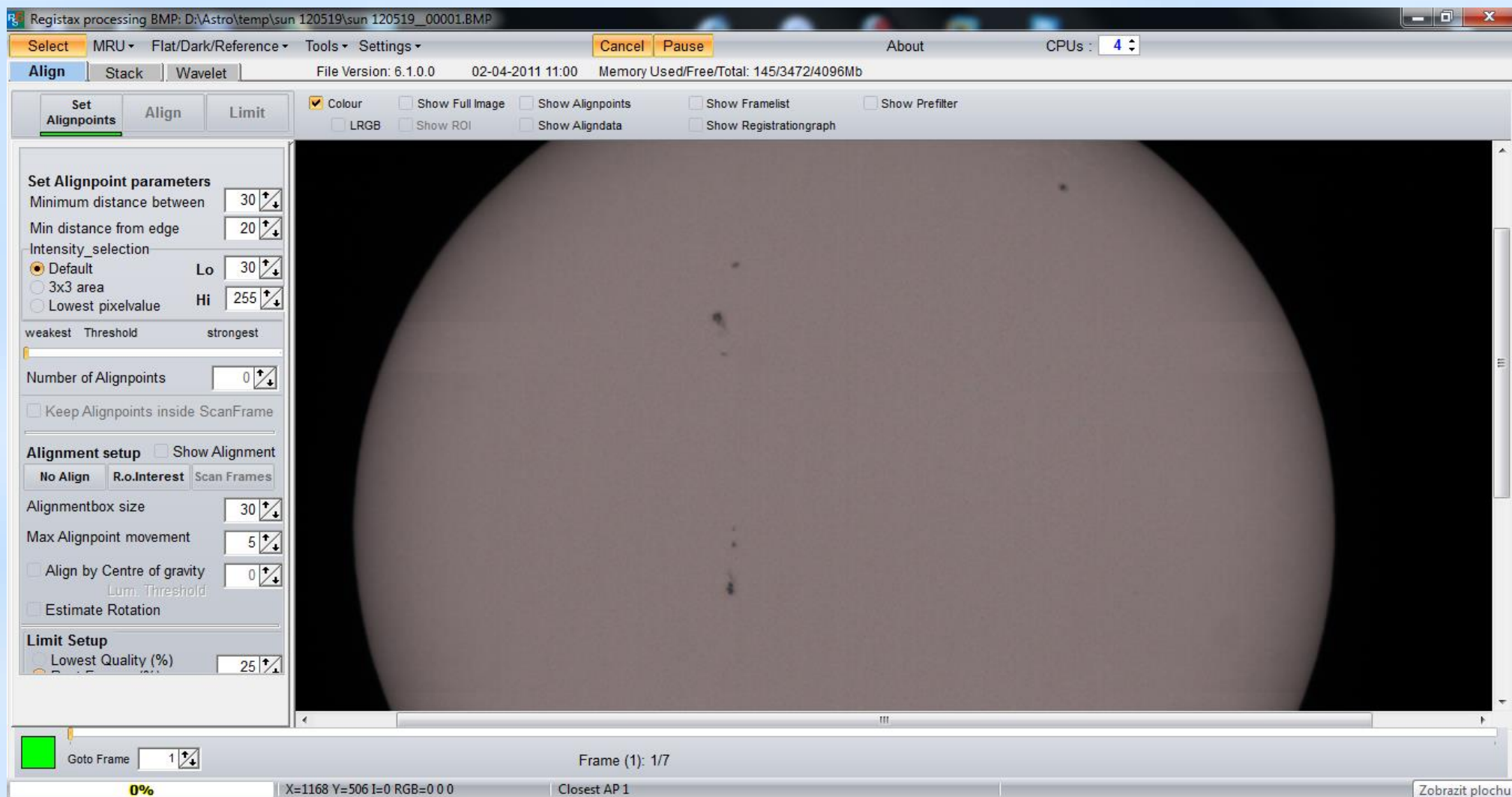
## Zónální zpracování (Zone Processing)

- **Wodaski's Zone System:** Obraz je rozložen do vrstev dle jasu.
- Tmavá (Dark) zóna: pozadí, v této zóně je většina šumu a lze ji účinně potlačit pomocí křivek (Levels)
- Nízká (Dim) zóna. Nejslabší oblast obrazu. Nejlépe lze zmírnit šum aplikací vyhlazení (smoothing) popř. jemný rozmazáním (blur).
- Střední (Mid) zóna využívá se jen v obraze s velkým dynamickým rozsahem. Typicky tato oblast nevyžaduje vyhlazení (smoothing), není ani dostatečně detailní pro účinné přoostření (sharpening).
- Jasná (Bright) zóna. V této zóně je obsaženo nejvíce detailů. Zde se zpravidla aplikuje ostření (Sharpening) obrazu.



## 2. Zpracování obrázků planet

# Registax



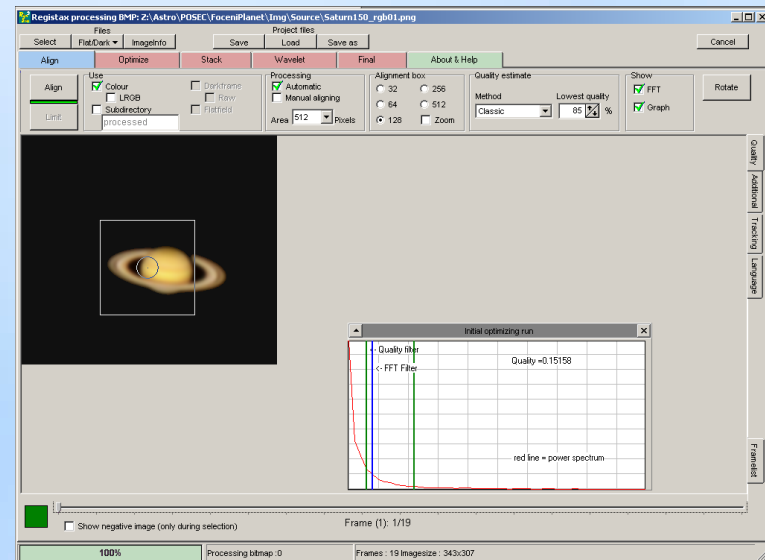
## 2. Zpracování obrázků planet

# Registax

### 1. Alignment (sesouhlasení snímků)

Velikost oblasti:

- celý snímek planety:  
vhodné, jestliže rotace planety neovlivňuje  
detaily uprostřed kotouče
- výběr detailu planety:  
vhodné při vysokém kontrastu zobrazení  
výsledek: vyšší detaily uprostřed kotouče,  
horší u jeho okraje



- nastavení zpracování:
  - lepší výsledky dává manuální zpracování
  - doporučená metoda určování kvality snímků: LOCAL CONTRAST s nastavenou malou hodnotou (0-5)
  - doporučeno využívat předfiltraci každého snímku zvlášť
  - nepoužívat Optimize&Stack, ale samostatně obě operace

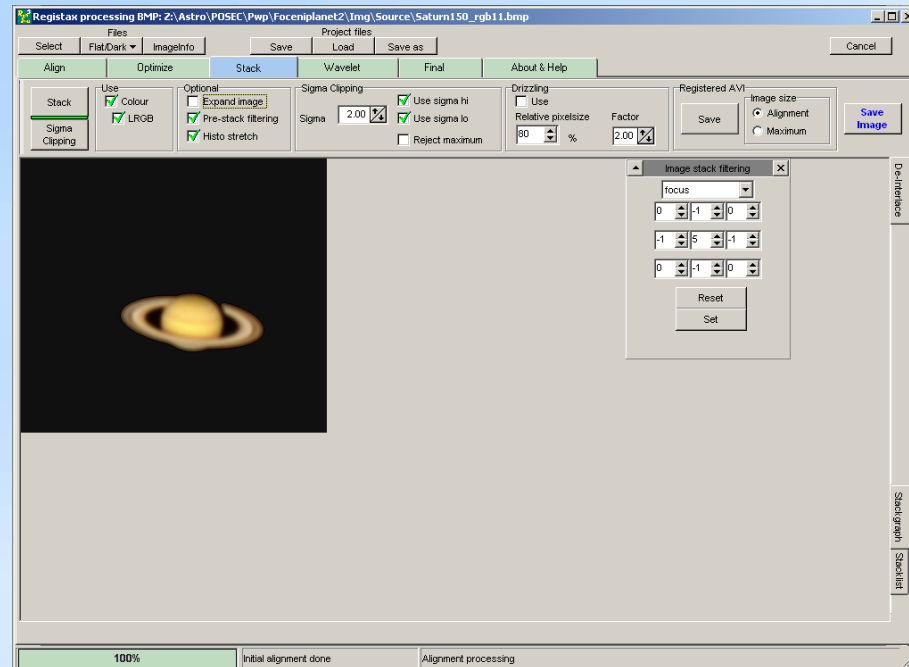
## 2. Zpracování obrázků planet

# Registax

## 2. Stack (skládání snímků)

Nastavení:

- doporučení: vyloučit ze zpracování 10-30% nejhorších snímků  
(volba *Stack graph*, popř. *Stack List*)
- lepších výsledků lze dosáhnout předfiltrací filtrem *Focus*  
(to platí zejména pro webkamery)
- používat volbu *Histo stretch* (expanduje odstíny šedé na 32 bitů)



## 2. Zpracování obrázků planet

# Registax

## 3. Wavelet (postprocesing snímku)

- nejprve provést vyrovnaní histogramu a gama křivky (volby *Histo* a *Gama*)
- vlnkové transformace:

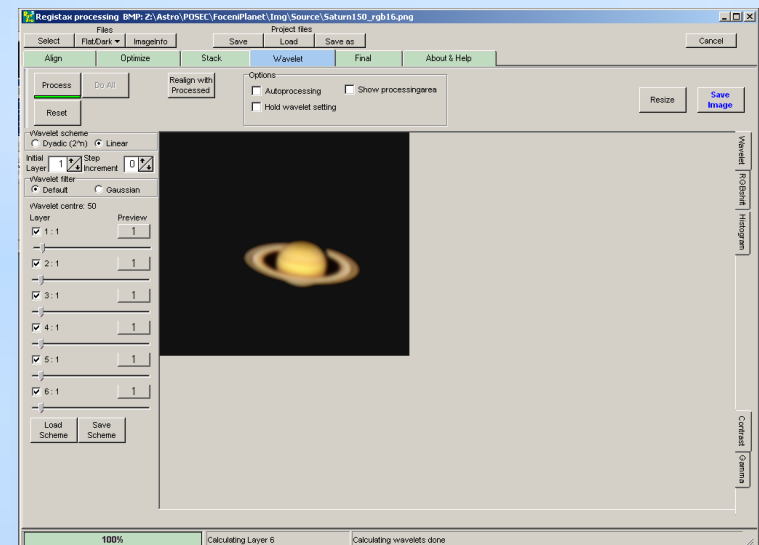
1:1 ... jemné malé detaily,

6:1 ... velké struktury.

- na závěr ukládat obrázek ve formátu TIF, popř. PNG (16 bit)

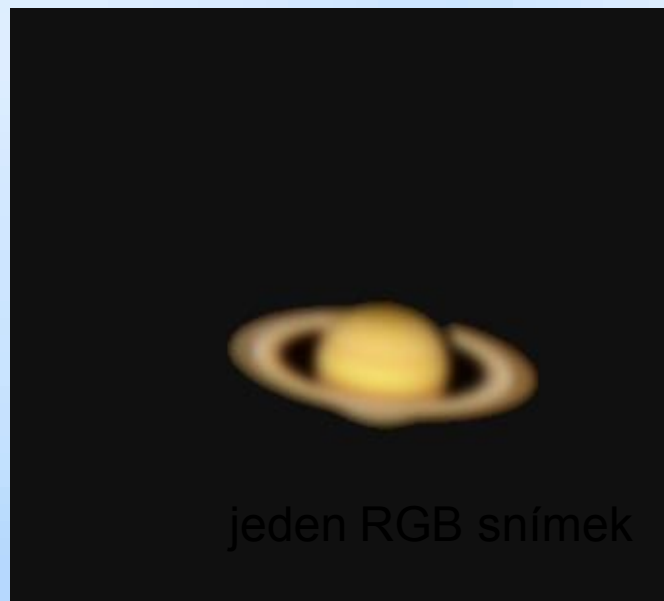
## ***Závěrečné zpracování snímku***

- v grafickém editoru (PhotoShop, PaintShop Pro, ...)



## 2. Zpracování obrázků planet

# Registax



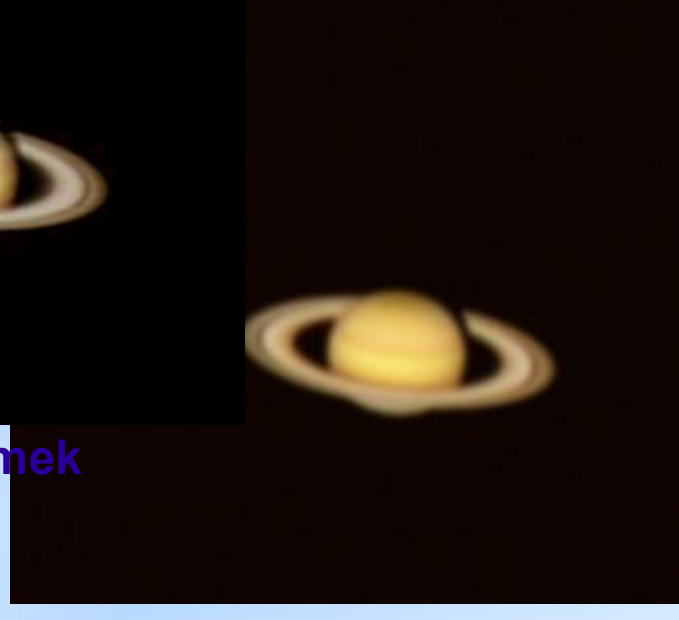
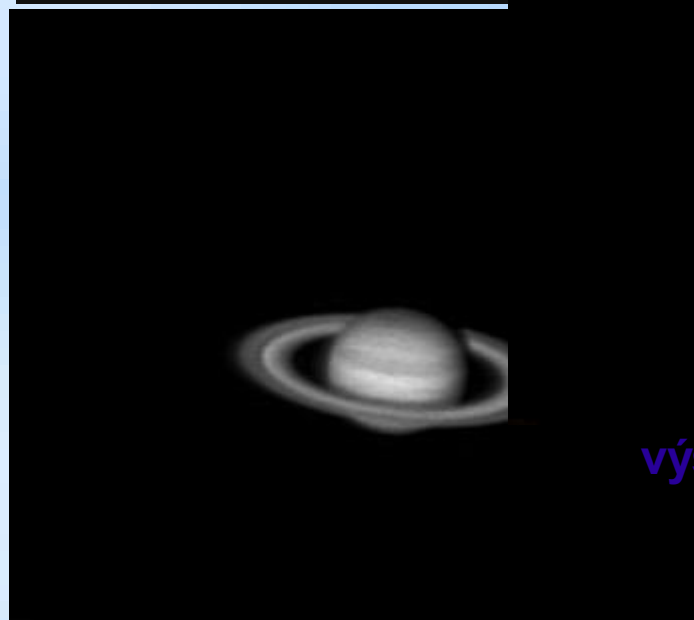
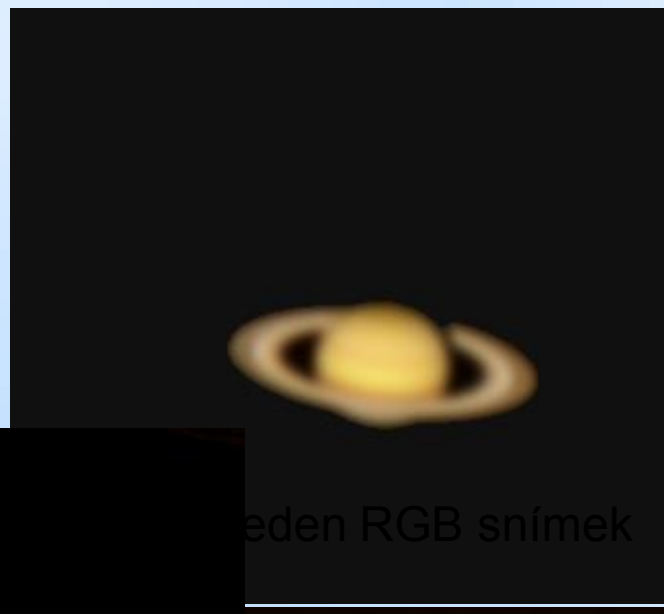
složený IC snímek



složený RGB snímek

## 2. Zpracování obrázků planet

# Registax





## 2. Zpracování obrázků planet

# Registax

Jupiter + IO



Jupiter (N254/1250)

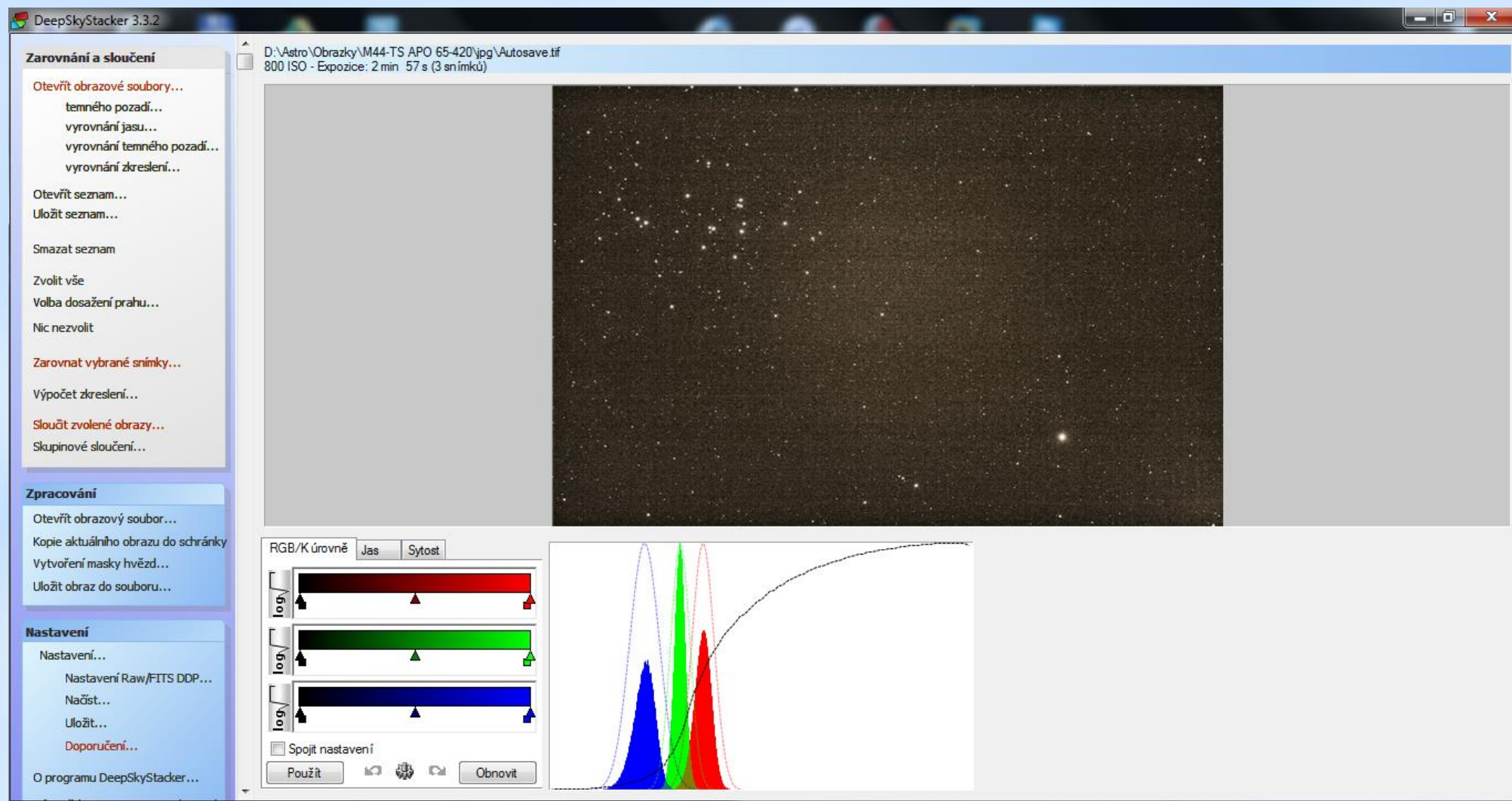


Jupiter (N254/1250)



### 3. Zpracování obrázků deep sky objektů

# DeepSky stacker

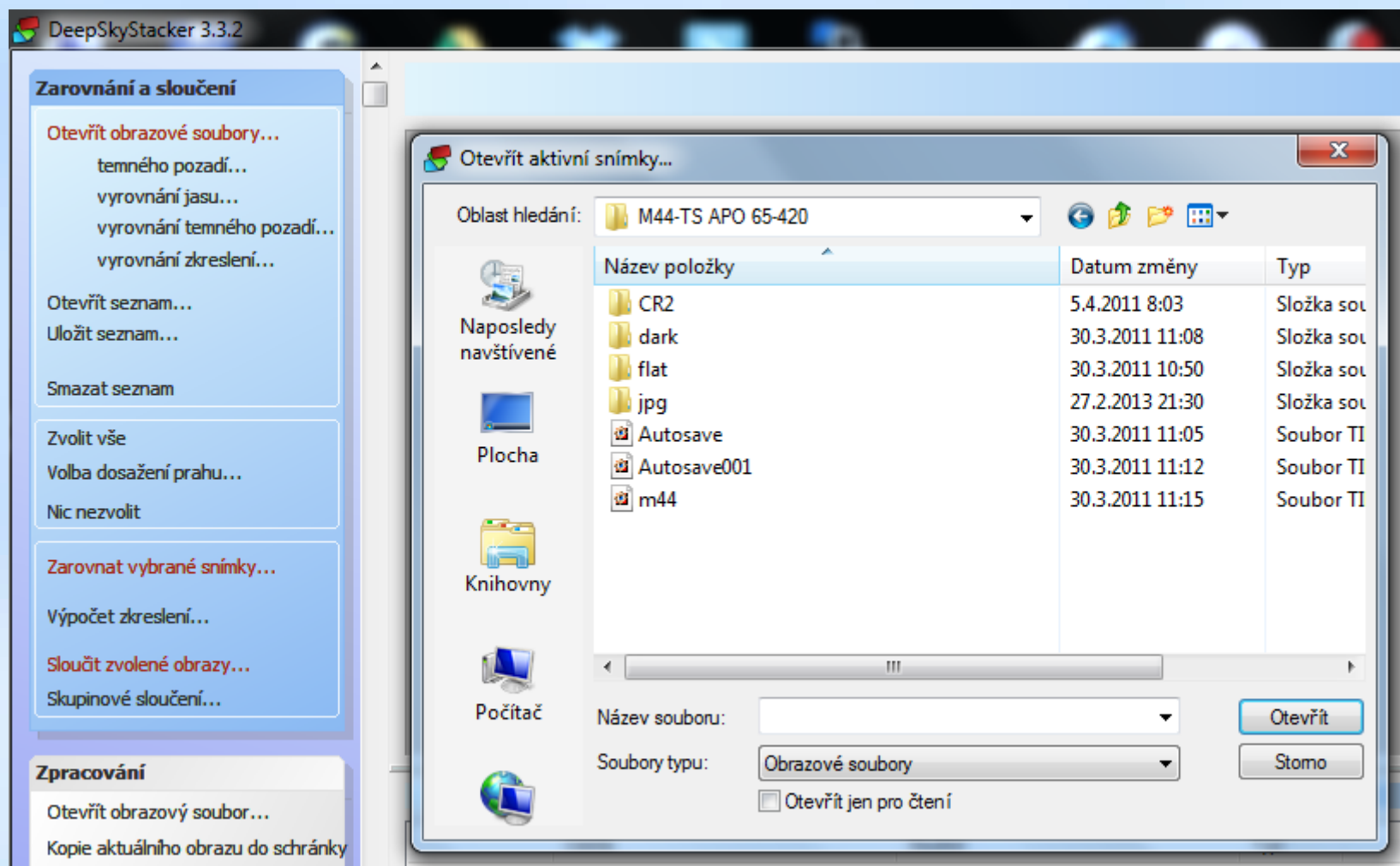


### 3. Zpracování obrázků deep sky objektů

# DeepSky stacker

## 1. Načtení snímků

- vlastní obrazové snímky
- dark frame
- flat field

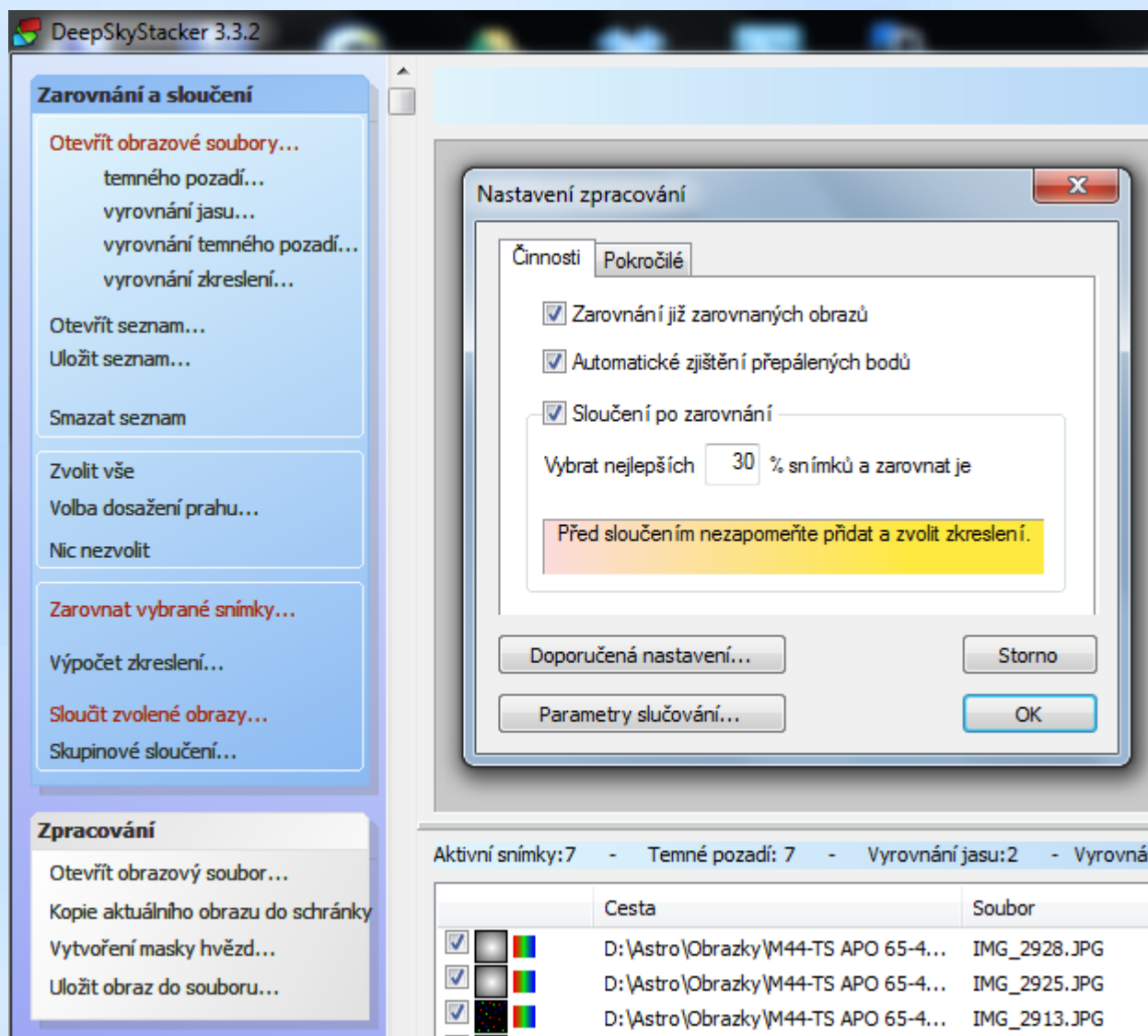


### 3. Zpracování obrázků deep sky objektů

# DeepSky stacker

## 2. Zarovnání snímků

- kolik dobrých snímků vybrat
- potlačení přepálených bodů
- práh detekce hvězd



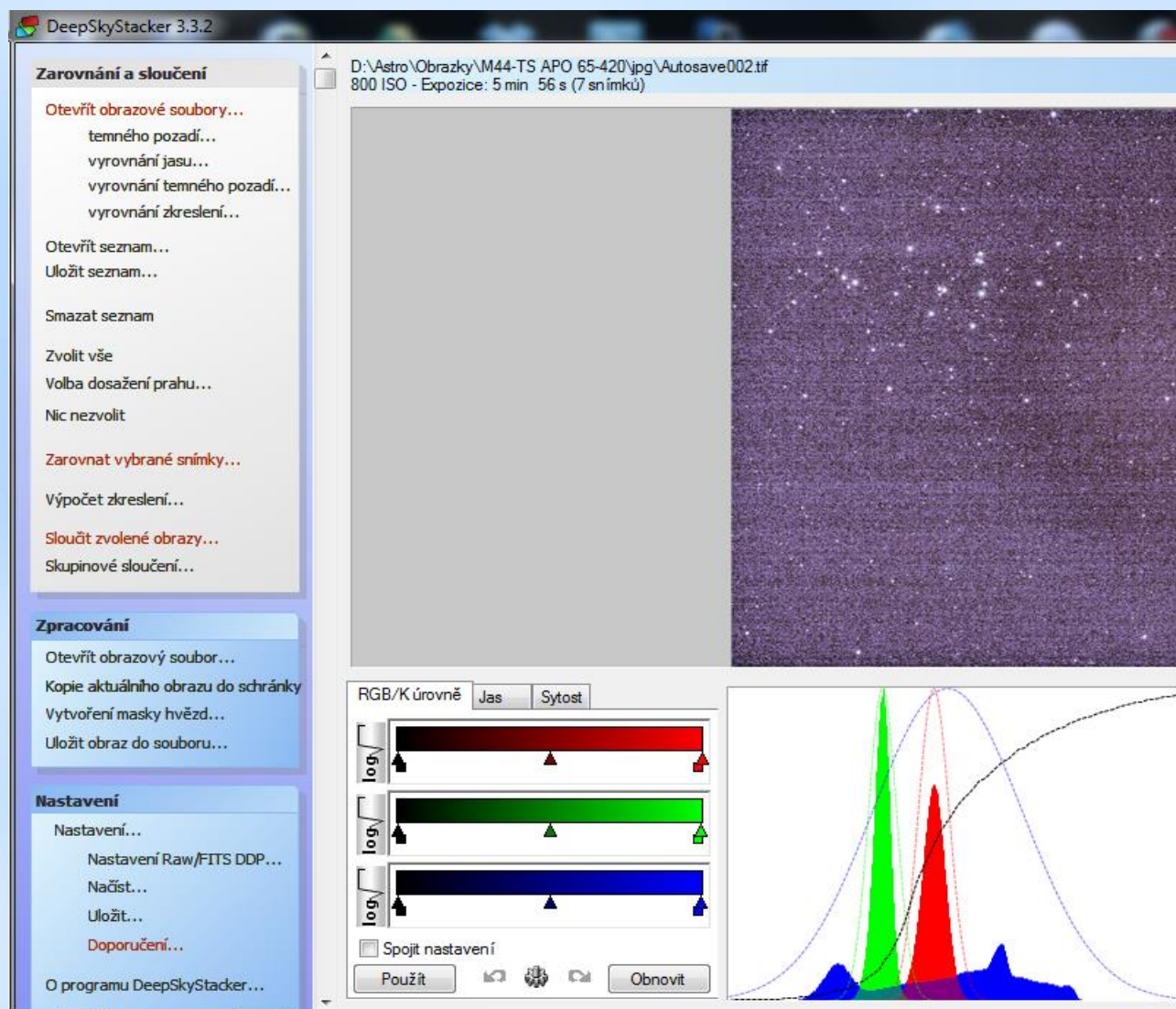


### 3. Zpracování obrázků deep sky objektů

# DeepSky stacker

## 3. Sloučit a doladit zarovnané snímky

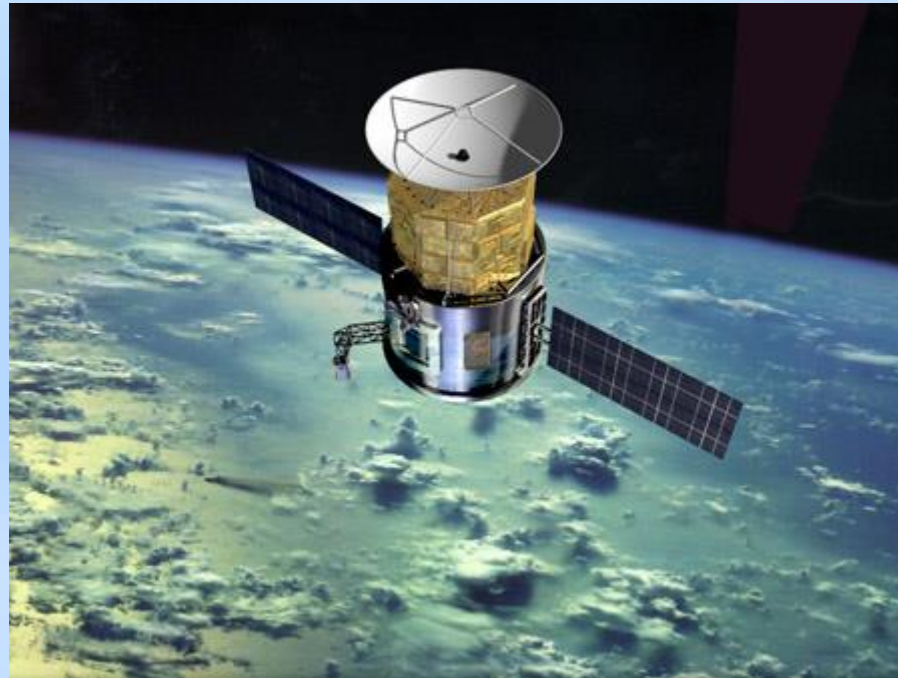
- sloučení obrazů
- barevné vyvážení
- nastavení jasu a kontrastu



Perlička na závěr

# Fotografování družic

- Pozice, časy a parametry úkazů : <http://heavens-above.com>  
<http://www.calsky.com>



Perlička na závěr

# Fotografování družic

- minimálně dobson,
- nejlépe automatizovaná montáž
- AltAzimutální (Meade LX200, Celestron Nexstar či CPC),
- EQ (např. Celestron CGE).
- pro záznam:
  - fotoaparát – pouze dílčí snímky, vyšší rozlišení
  - CCD kamery – videozáznam až 25 snímků/s
  - doporučené parametry optické soustavy:
    - ohnisková vzdálenost řádově metry,
    - průměr objektivu – minimum 8-10“.
- parametry letu: <http://www.space-track.org>





Perlička na závěr

# Fotografování družic

## Satellite Tracker

**Satellite Tracker v2.4.7c NexStar GPS (Continuous Tracking)**

File Satellite Telescope View Options Help

Apr 21 2007 09:33:09.1 Set << Close Monitor

**Object Data** TLE Data

Satellite Name: SL-3 R/B  
NORAD No.: 10114  
Launch Yr/No.: 1977/057  
T+Epoch: +4.852488  
Julian Date: +2454211.814689  
Local Time: 09:33:09.1  
UTC Time: 07:33:09.1  
Azimuth: +65.334 °  
Elevation: +10.472 °  
Range: +1800.255 km  
Velocity: +27313.79 km/hr  
Latitude: +53.2956 ° N  
Longitude: +39.6757 ° E  
Altitude: +554.359 km  
R.A.: 05 hr 25 m 08 s  
Dec.: +23 ° 56 m 03 s  
Sun North-East, Ascending

**Select Object** ☐ All ☒ Above Horizon

☒ Elevation > 10 ° Altitude All  
☒ Ascending Only Direction All  
☐ In Sun Only  
☐ Favorites Reset Filters  
☐ Never Observed  
☐ Geostationary Only ☐ List by NORAD

Refresh List SL-3 R/B [ E ]

2 object(s)  
216 total.

View Plan

Observation Log

Sky Map World Map

Info Predict Pass View Plan Select

**Telescope Tracking**

**START Tracking**

R.A. Tracking Stopped  
Dec. Tracking Stopped

Timing Offset (sec.)  
Delay .45 Find Advance

Alignment Adjustment (steps)  
Down 0 Up

☐ Joystick Adjust Mouse Adjust

Tracking Method  
Continuous Leap Frog

**ISS Monitor**

Current Position

Azimuth: +68.906 °  
Elevation: -30.320 °  
Range: +7059.104 km  
Latitude: +32.0649 ° N  
Longitude: +104.9937 ° E  
Altitude: +328.119 km  
R.A.: 06 hr 56 m 50 s  
Dec.: -10 ° 19 m 40 s

Next Pass

AOS: 10 hr 47 m 54 s  
LOS: 10 hr 55 m 46 s  
Max. Elev.: 66° at 20:25:56  
Duration: 00 hr 07 m 52 s  
☐ Alert when visible

**Location** ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 Altitude 265 m

Site name Kr. Vazany Latitude 49.21319 °N  
UTC Offset 2 hours Longitude 16.8704 °E

**TLE File** Download  
C:\Program Files\Astro\Sat  
Batch Predict Open File

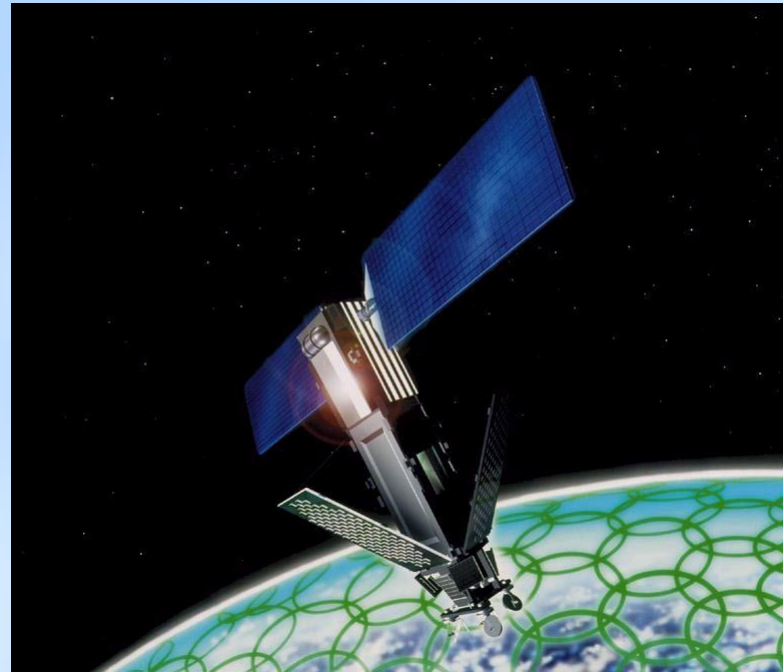
**Telescope Connection**  
Connect COM Port 7

Perlička na závěr

# Fotografování družic

Doporučený postup:

- stáhnout aktuální parametry letu: <http://www.space-track.org>
- vlastní záznam provádět nejlépe v okolí zenitu
- zpracování záznamu: lze využít postup pro zpracování planet



Perlička na závěr

# Fotografování družic

- **úskalí:** délka expozice dílčího snímku, popř. časová doference mezi skládanými snímky snímků



Perlička na závěr

# Fotografování družic

- **Příklad:** dílčí zpracovaný snímek (složen ze 3 subsnímů)
- ISS: 2005

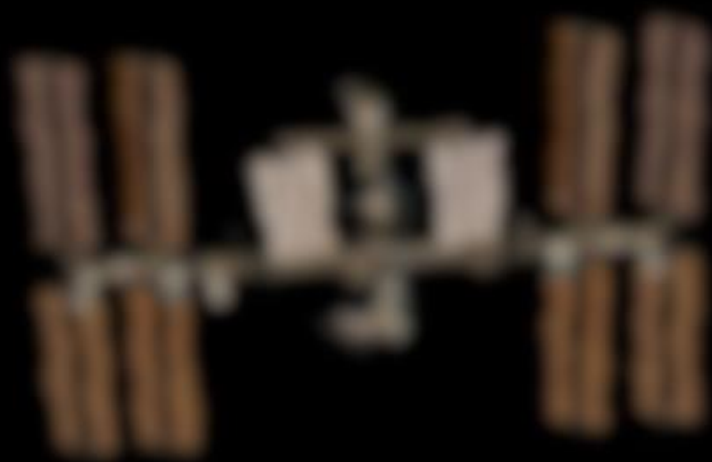


Perlička na závěr

# Fotografování družic

- **Pro lepší výsledek:** více snímků – nutné více přístrojů

- ISS 2012

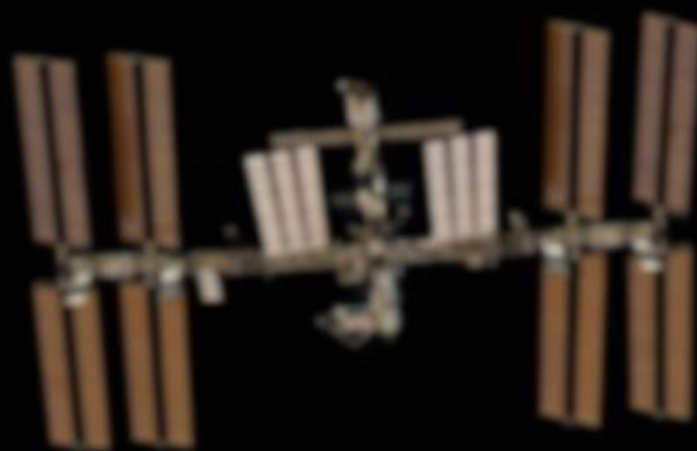


Perlička na závěr

# Fotografování družic

- **Pro lepší výsledek:** více snímků – nutné více přístrojů

- ISS 2012





**Děkuji za pozornost**



**Při odchodu prosím zkontrolujte, zda se probudil i Váš soused.**