

# Praktická astrofotografie

**Roman Ponča**

Oddělení astrofyziky

Ústav teoretické fyziky a astrofyziky

Přírodovědecká fakulta

Masarykova univerzita





TECHNIKA



ZPRACOVÁNÍ



ANALÝZA

A large, white, cylindrical robotic arm is the central focus, extending from the bottom right towards the center. The background is dark with numerous bright, curved light trails, suggesting a long-exposure photograph of a starry sky or a complex technical environment. The word "Technika" is written in a bold, white, sans-serif font across the middle of the image, partially overlapping the robotic arm. The overall lighting is dim, with the primary light source being the background trails and the text itself.

**Technika**

# Rozdělení



„deep sky“ ASTROfotografie



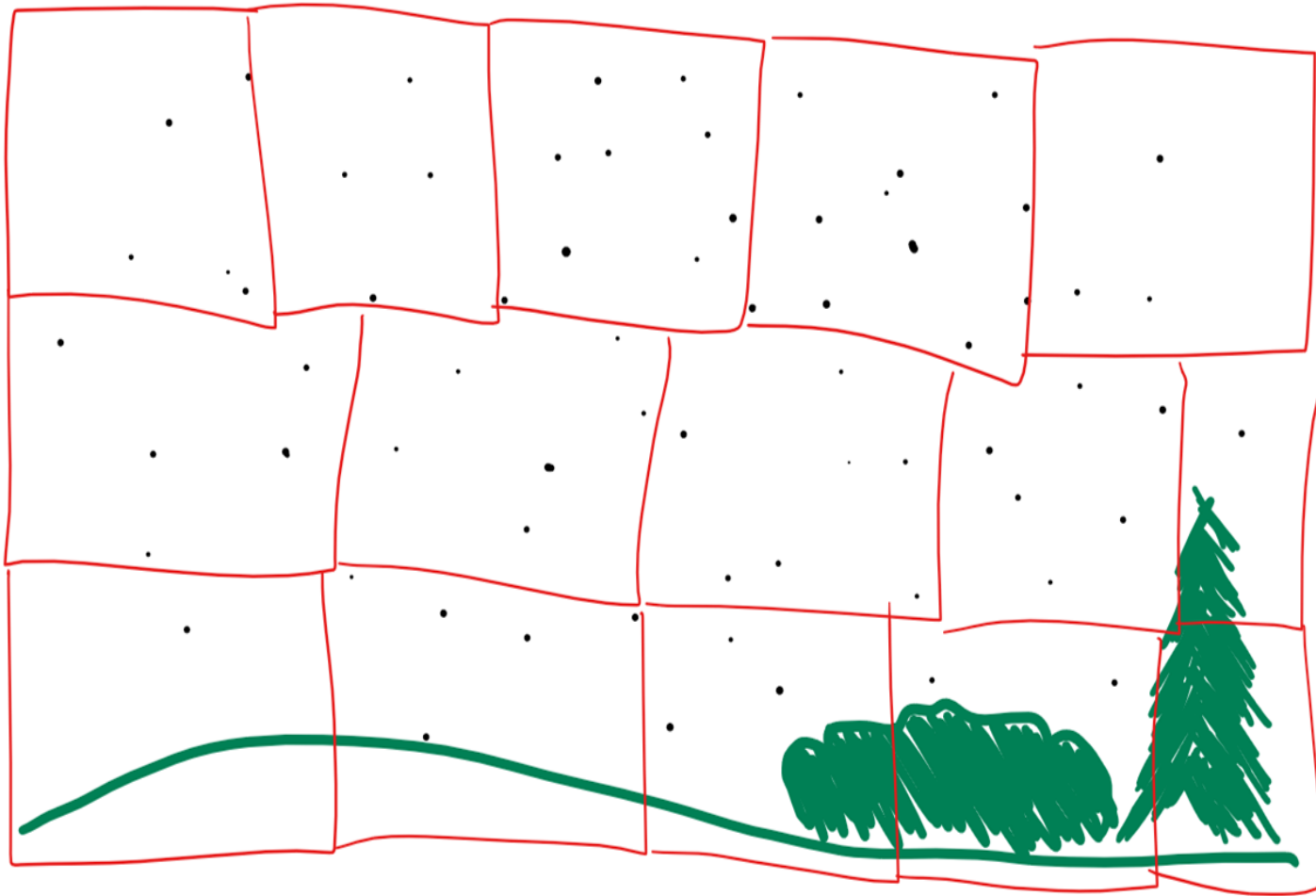
Krajinářská ASTROfotografie

# Krajinářská astrofotografie

- Fotografování širokého pole
- Potřebujeme fotoaparát, běžný objektiv a stativ
- „mozaikování“ nasnímáme celou oblohu
- doba jedné fotografie je v řádech minut



# Mozaikování



- Celá obloha se nám do jedné fotografie nevejde
- Musíme tedy nafotit jednotlivé segmenty, které se následně složí dohromady







# „deep sky“ astrofotografie

- Fotografování velmi úzkého pole
- Potřebujeme naváděnou montáž, dalekohled, fotoaparát a mnohem více dalších věcí
- Fotografujeme velice temné objekty, expoziční doba je v řádech hodin





# Pomůcky

- Stativ
- automatická montáž
- Dalekohled
- protizávaží
- hledáček
- sekundární dalekohled
- primární modifikovaná kamera
- pointační kamera
- Autoguider
- astrofotografické filtry
- Počítač
- Ovládací software
- Vyhřívací pásy
- Zdroj elektřiny
- Korekční optické členy
- Půlnoční svačina
- Polární hledáček

# Primární kamery

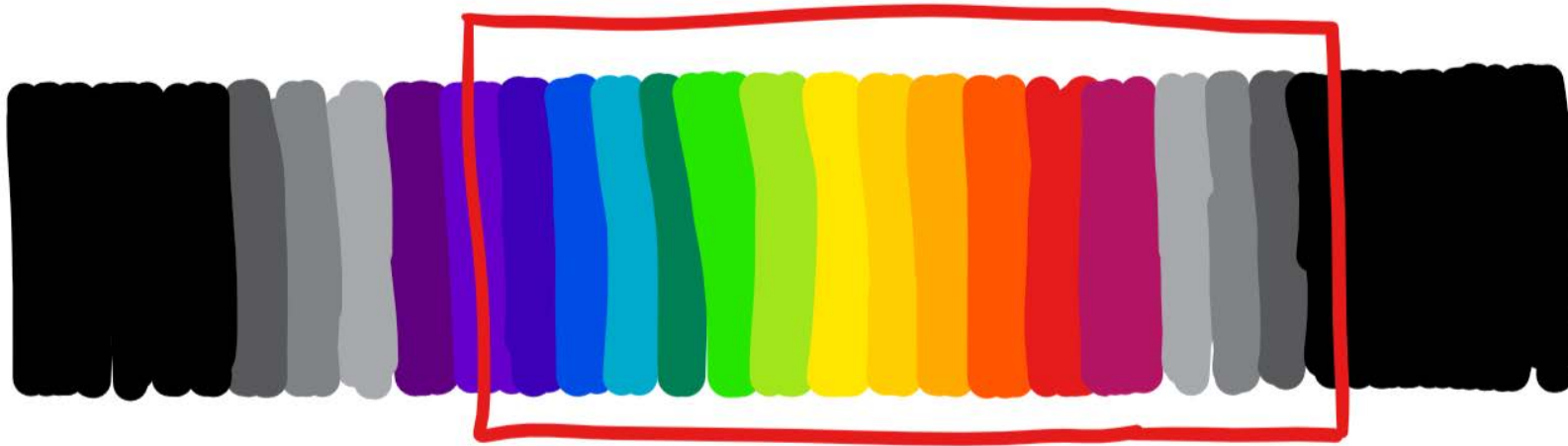


Běžná, avšak modifikovaná zrcadlovka



Chlazená CCD kamera

# Modifikace zrcadlovky



Citlivost přehrávače zrcadlovky



## Snímkování

- Otevřená závěrka je jako sbírání fotonového deště do vědra
- Čím delší expozice, tím více světla
- Čím delší expozice tím větší roztřesení
- Celkovou expozici rozdělujeme do segmentů



První snímek!

```
bin/Image-pxm.dll
bin/ImageCalibration-pxm.dll
bin/ImageIntegration-pxm.dll
bin/ImageRegistration-pxm.dll
bin/INDIClient-pxm.dll
bin/IntensityTransformations-pxm.dll
bin/JPEG-pxm.dll
bin/JPEG2000-pxm.dll
bin/LocalHistogramEqualization-pxm.dll
bin/MaskGeneration-pxm.dll
bin/Morphology-pxm.dll
bin/MultiscaleProcessing-pxm.dll
bin/NoiseGeneration-pxm.dll
bin/NoiseReduction-pxm.dll
bin/NoOperation-pxm.dll
bin/Obsolete-pxm.dll
bin/PixelMath-pxm.dll
bin/RestorationFilters-pxm.dll
bin/Sandbox-pxm.dll
bin/SplitCFA-pxm.dll
bin/StarGenerator-pxm.dll
bin/TGV-pxm.dll
bin/TIFF-pxm.dll
bin/XISF-pxm.dll
d.
.
rogram Files/PixInsight/etc/init.pjsr/pjsr-
executed.
rogram Files/PixInsight/etc/startup/
ed.
Ripley (x64)
ades Astrophoto
-----
ed 2019-05-06T18:02:21.759Z
d: Using 8 logical processors.
l enabled.
-save period: 30 seconds.
r/na přednášku.jpg
l(s), 4650x3141 pixels: done
524 bytes.
l(s), 1920x1152 pixels: done
```



# Zpracování

RGB 1:1 \_7200 | 7200.jpg

Upper limit: 0.9000000

Region of Interest

Left: 0 Top: 0

Width: 0 Height: 0

Structure Detection

Structure layers: 5

Noise layers: 1

Manual White Balance

Red: 1.0000

Green: 1.0000

Blue: 1.0000

Output white reference m

**Background Reference**

Reference image: <target image>

Lower limit: 0.0000000

Upper limit: 0.1000000

Region of Interest

Left: 0 Top: 0

Width: 0 Height: 0

Output background refer

16-bit (64K) Lines

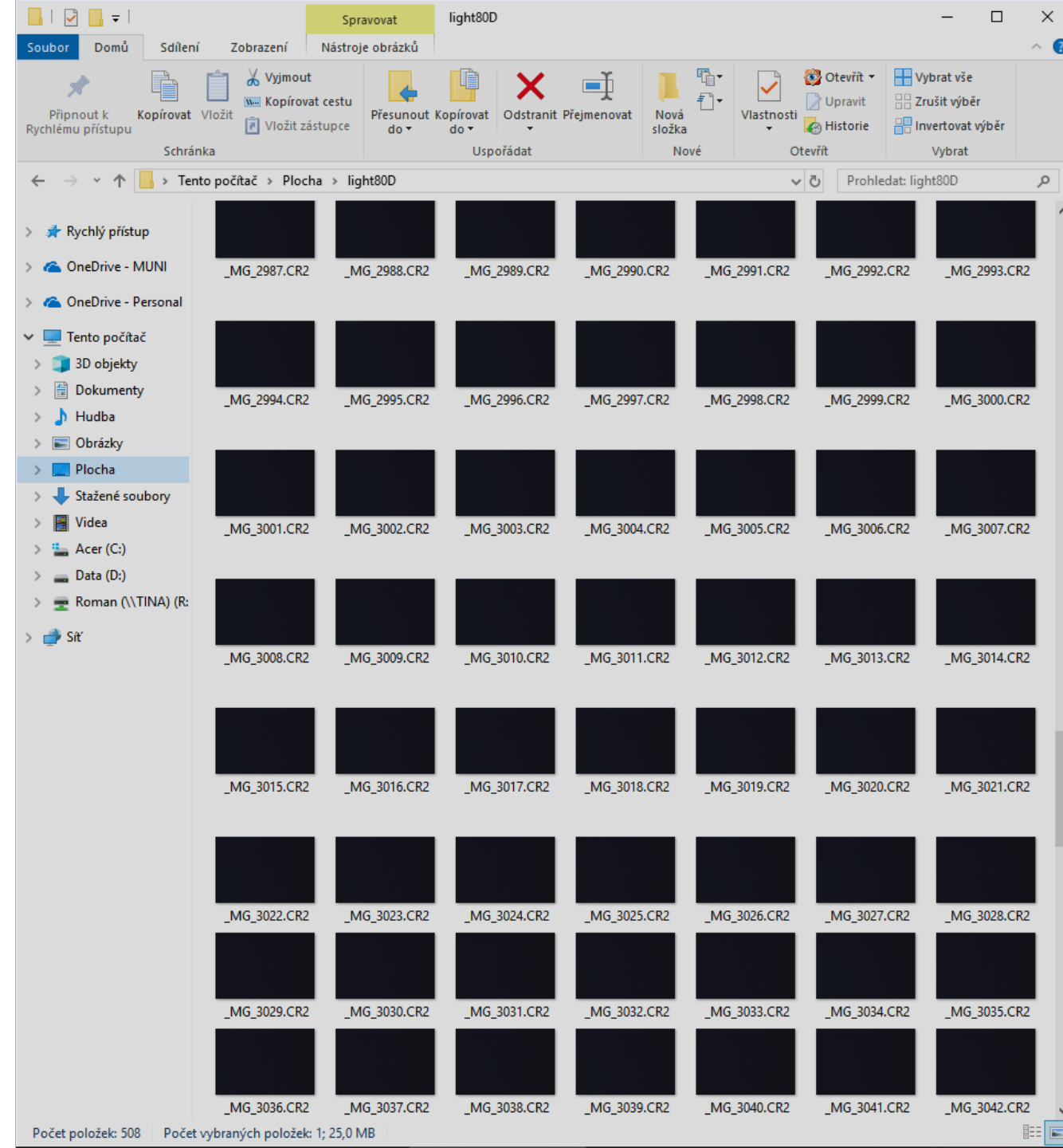
<No View Selected>

R G B RGB/K A



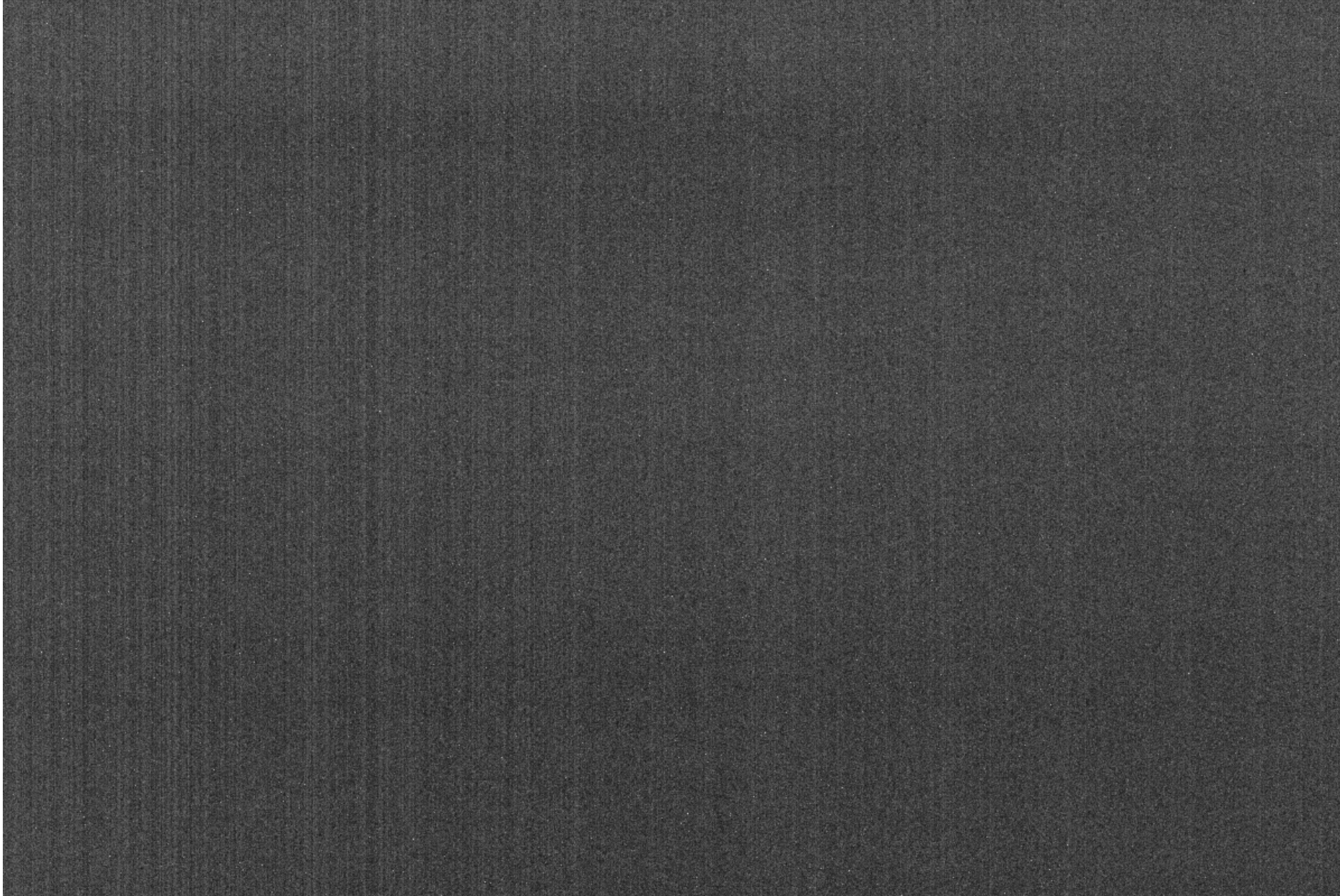
# Korekce snímků

- Máme určitý počet snímků, které zarovnáme podle hvězd
- Následuje korekce jednotlivých snímků
  - Temný snímek (dark)
  - Rovnoměrně osvětlený snímek (flat)





zjasněný snímek – vidíme fleky a spoustu šumu



Temný snímek (dark)



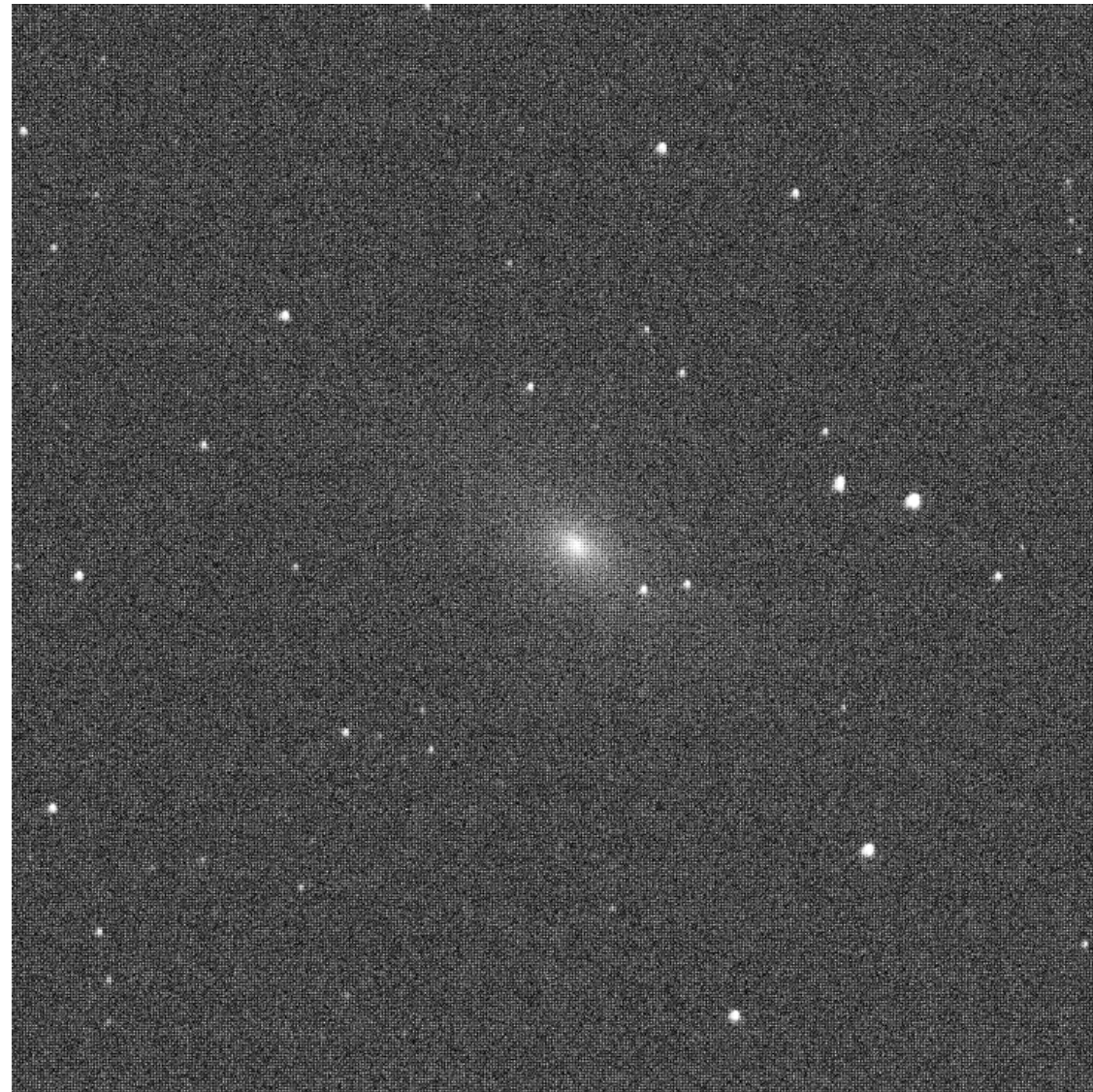
Rovnoměrně osvětlený snímek (flat)



Opravený snímek



Surový snímek



Opravený snímek

# Skládání snímků

- Máme určitý počet opravených snímků, které zarovnáme podle hvězd
- Musíme je nějakým způsobem sloučit, abychom měli snímek s celkovou expoziční dobou

```
Processing script file: C:/Program Files/PixInsight/src/scripts/BatchPreprocessing/
BatchPreprocessing.js
```

```
*****
BatchPreprocessing 1.46
*****

*****
* Begin calibration of light frames
*****

* Searching for a master dark frame with exposure time = 32s -- best match is 32s
* Master dark: D:/ponca/Plocha/proc_2/master/dark-BINNING_1-EXPTIME_32.xisf
* Master flat: D:/ponca/Plocha/proc_2/master/flat-BINNING_1.xisf
```

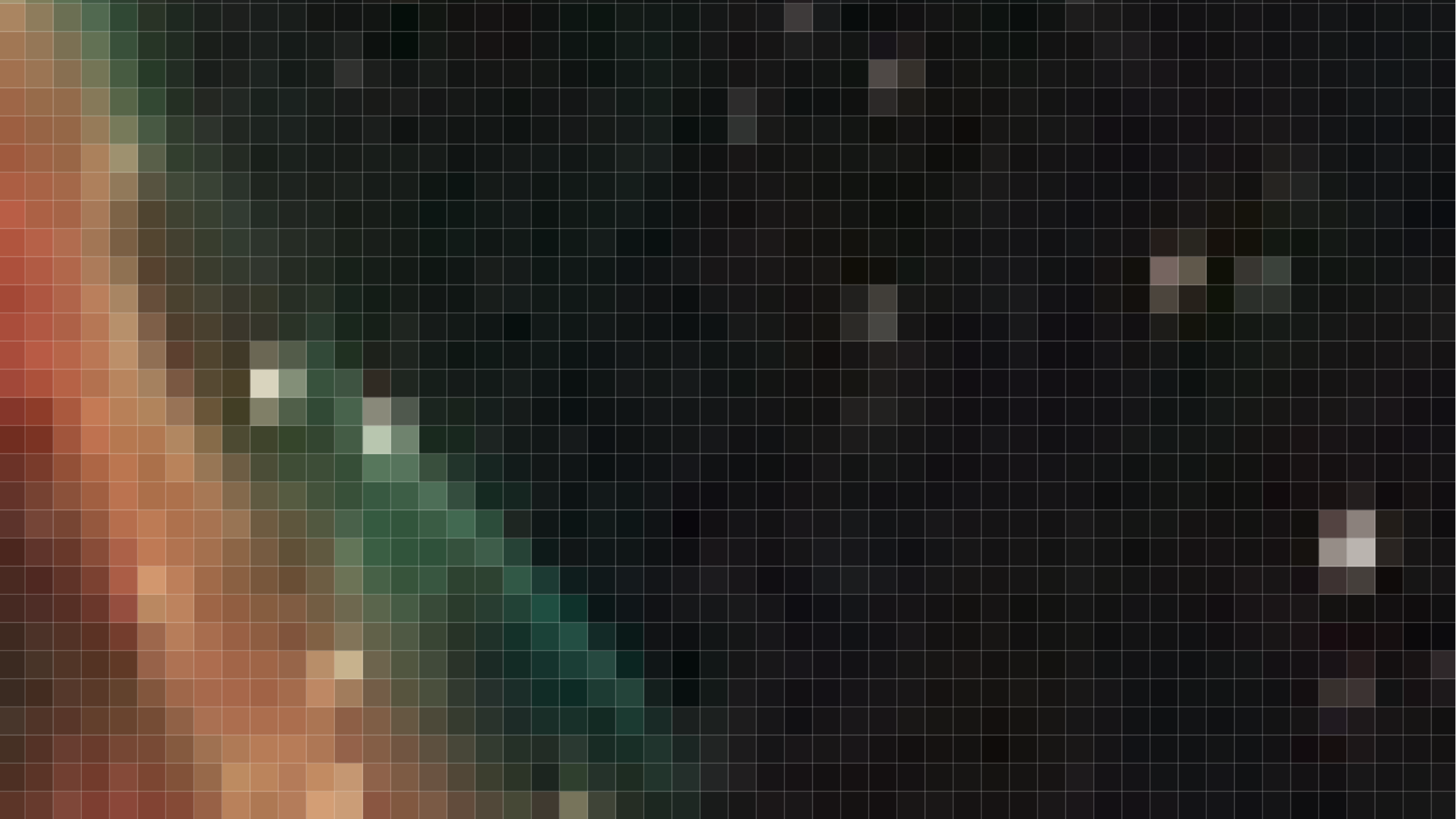
```
ImageCalibration: Global context
```

```
Loading master calibration frames:
Loading calibration frame image:
D:/ponca/Plocha/proc_2/master/dark-BINNING_1-EXPTIME_32.xisf
Loading image 'integration': w=6024 h=4022 n=1 Gray Float32
1 image property
Loading image 'rejection_low': w=6024 h=4022 n=1 Gray Float32
1 image property
Loading image 'rejection_high': w=6024 h=4022 n=1 Gray Float32
1 image property
* Ignoring 2 additional image(s) in master calibration frame.
304 FITS keyword(s) extracted.
Loading calibration frame image:
D:/ponca/Plocha/proc_2/master/flat-BINNING_1.xisf
Loading image 'integration': w=6024 h=4022 n=1 Gray Float32
1 image property
Loading image 'rejection_low': w=6024 h=4022 n=1 Gray Float32
1 image property
Loading image 'rejection_high': w=6024 h=4022 n=1 Gray Float32
1 image property
* Ignoring 2 additional image(s) in master calibration frame.
131 FITS keyword(s) extracted.
Computing master flat scaling factors ...
s0 = 0.022945
```

```
Calibration of 5 target frames:
* Using 5 worker threads
```

```
Calibrating target frame 1 of 5
Loading target frame:
D:/ponca/Plocha/light80D/_MG_2629.CR2
```

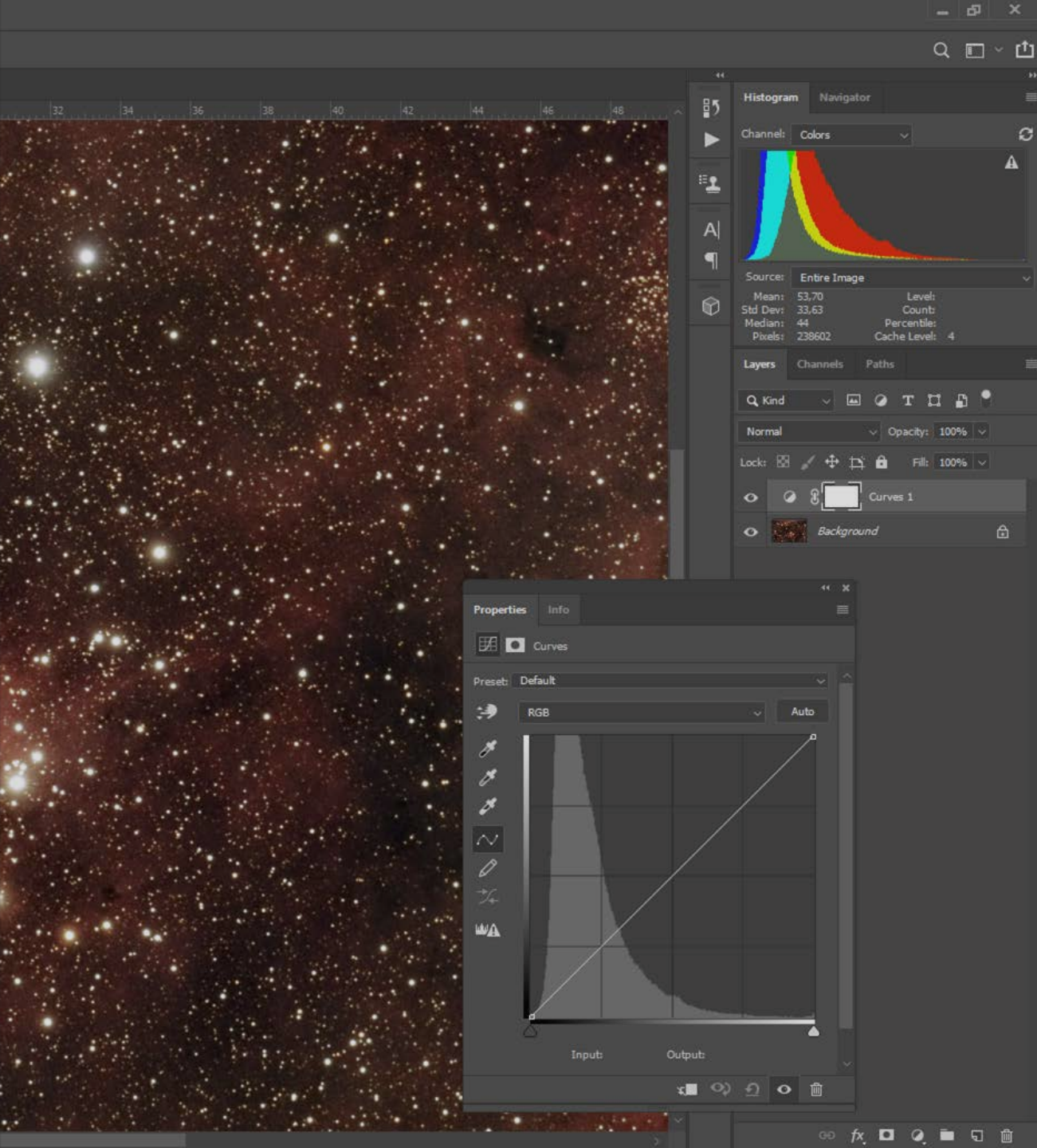
```
Timestamp: Mon Apr 15 22:31:47 2019
Camera: Canon EOS 80D
ISO speed: 800
Shutter: 32.0 sec
Aperture: f/6.4
```







Složený snímek



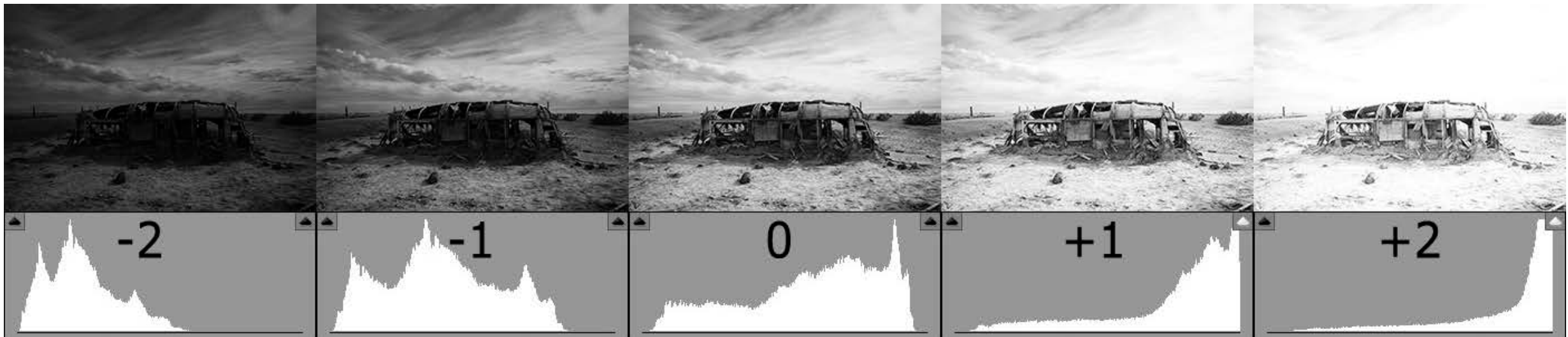
# Nelineární úpravy

- Musíme odstranit gradienty
- Vyrovnat barvy
- Zvýšit zřetelnost (úprava jasu, kontrastu,...)

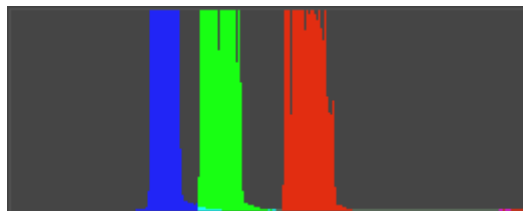




# Histogram



Jakýsi sloupový graf závislosti počtu jednotlivých pixelů na jejich intenzitě













Původní snímek




Složený snímek



**analýza**

# Mlhoviny - emisní

- Jsou to Mračna ionizovaného plynu
- září v důsledku vybuzení okolními hvězdami
- Září ve spektrálních čarách svých atomů
- HII oblasti a planetární mlhoviny



- **M 42 – Mlhovina v Orionu**

- **Dalekohled: Canon 400mm**

- **Expoziční doba: 155x30sec**

- **Filtry: žádný**



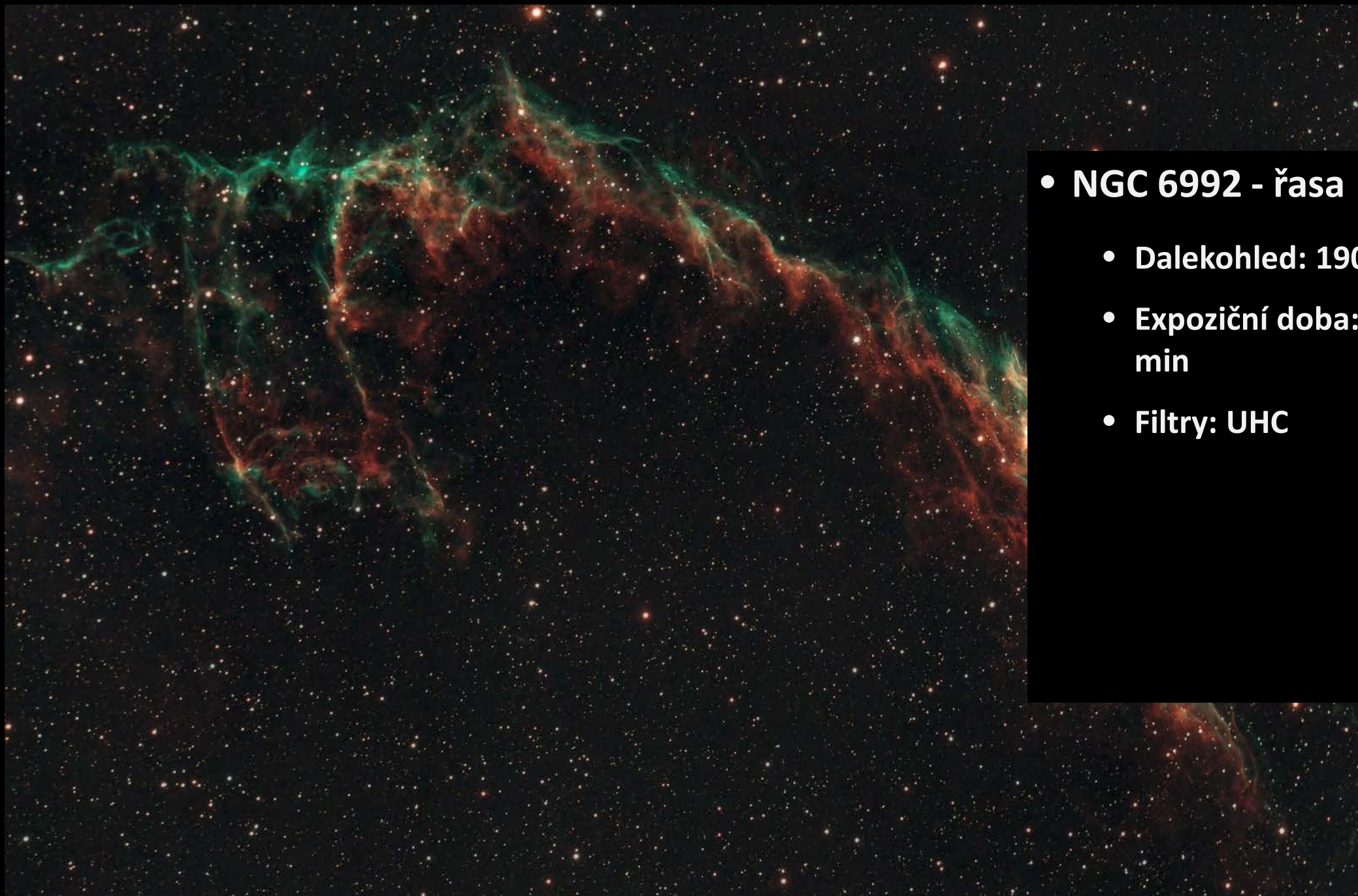
- **NGC 7635 - Bublinka**

- Dalekohled: 500/2000
- Expoziční doba: 58 x 102 sec
- Filtry: UHC



- **M 27 - čínka**

- **Dalekohled: 500/2000**
- **Expoziční doba: 82 x 50 sec**
- **Filtry: UHC**



- **NGC 6992 - řasa**

- **Dalekohled: 190/1000**
- **Expoziční doba: 14 x 10 min**
- **Filtry: UHC**



# Mlhoviny - reflexní

- Svítí kvůli odrazu světla blízkých hvězd
- Odraz způsobuje především prach
- Září ve stejném spektru jako blízké hvězdy
- Často se nachází ve hvězdokupách



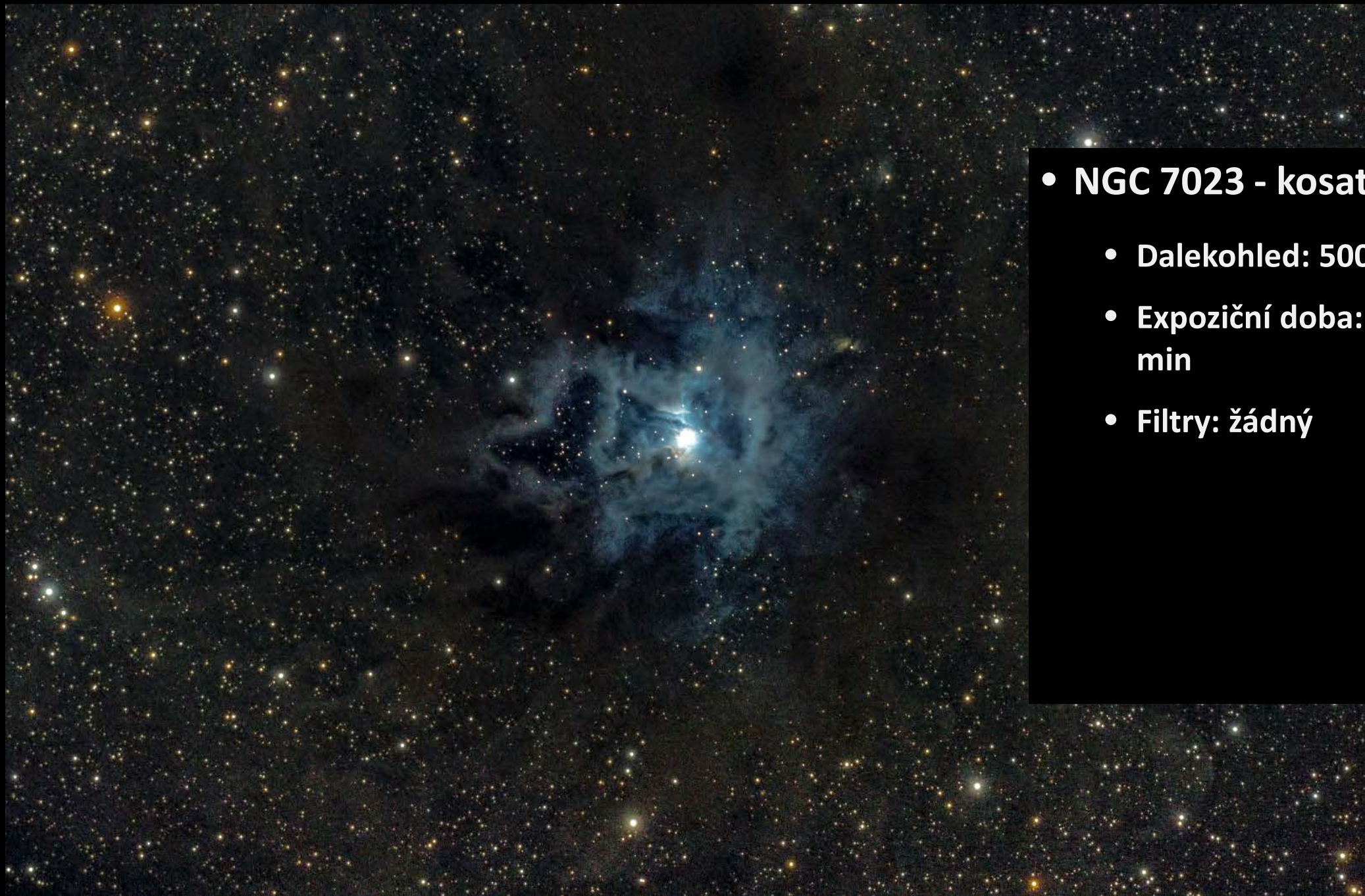
- **M 78**

- **Dalekohled: 500/2000**
- **Expoziční doba: 44 x 5 min**
- **Filtry: žádný**



- **M 45**

- **Dalekohled: 190/200**
- **Expoziční doba: 20 x 5 min**
- **Filtry: žádný**



- **NGC 7023 - kosatec**

- Dalekohled: 500/2000
- Expoziční doba: 43 x 5 min
- Filtry: žádný

# Mlhoviny – temné

- Nezáří, nejsou osvětleny
- Mohou být zaznamenány např. pokud zakryjí jasný objekt (hvězdu, difuzní mlhovinu)

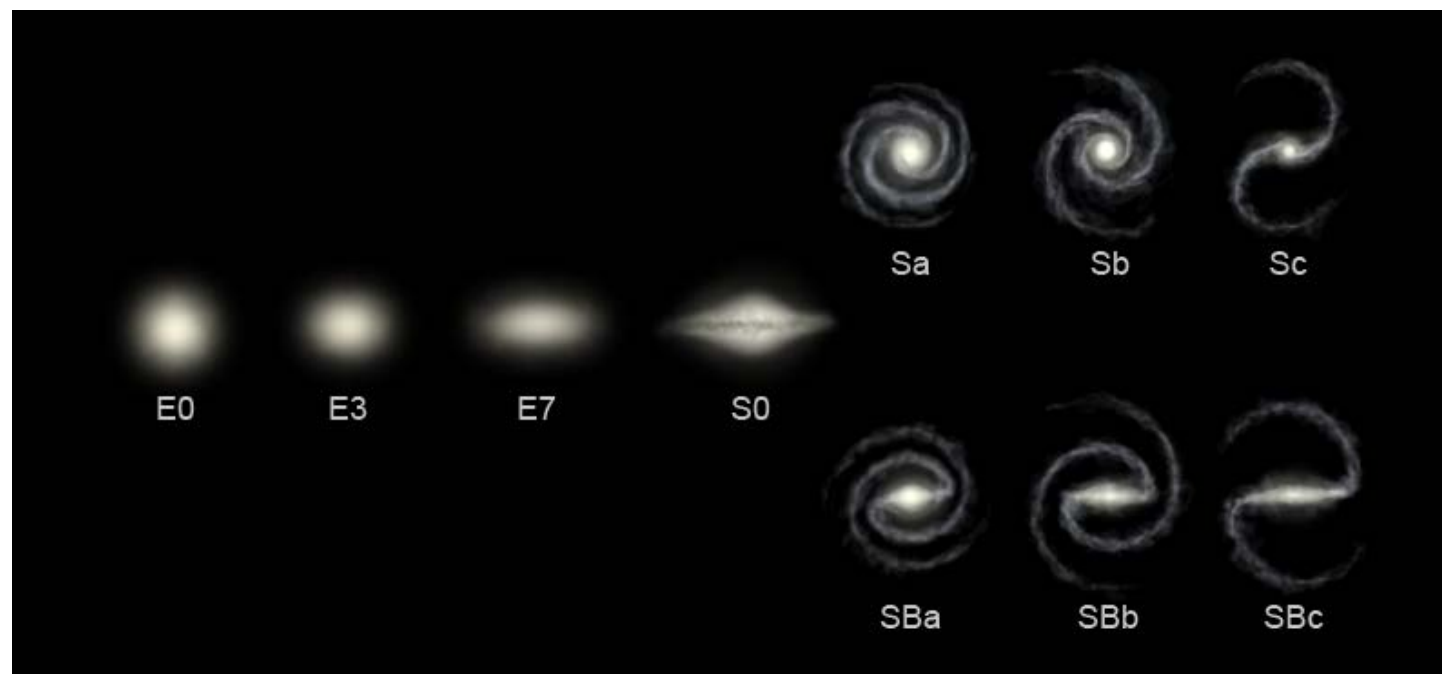


- **B 33 – koňská hlava**

- Dalekohled: 500/2000
- Expoziční doba: 28 x 5 min
- Filtry: žádný

# galaxie

- Eliptické, čočkové, spirální, nepravidelné





- **M 33**

- **Dalekohled: 190/1000**
- **Expoziční doba: 27 x 5 min**
- **Filtry: žádný**



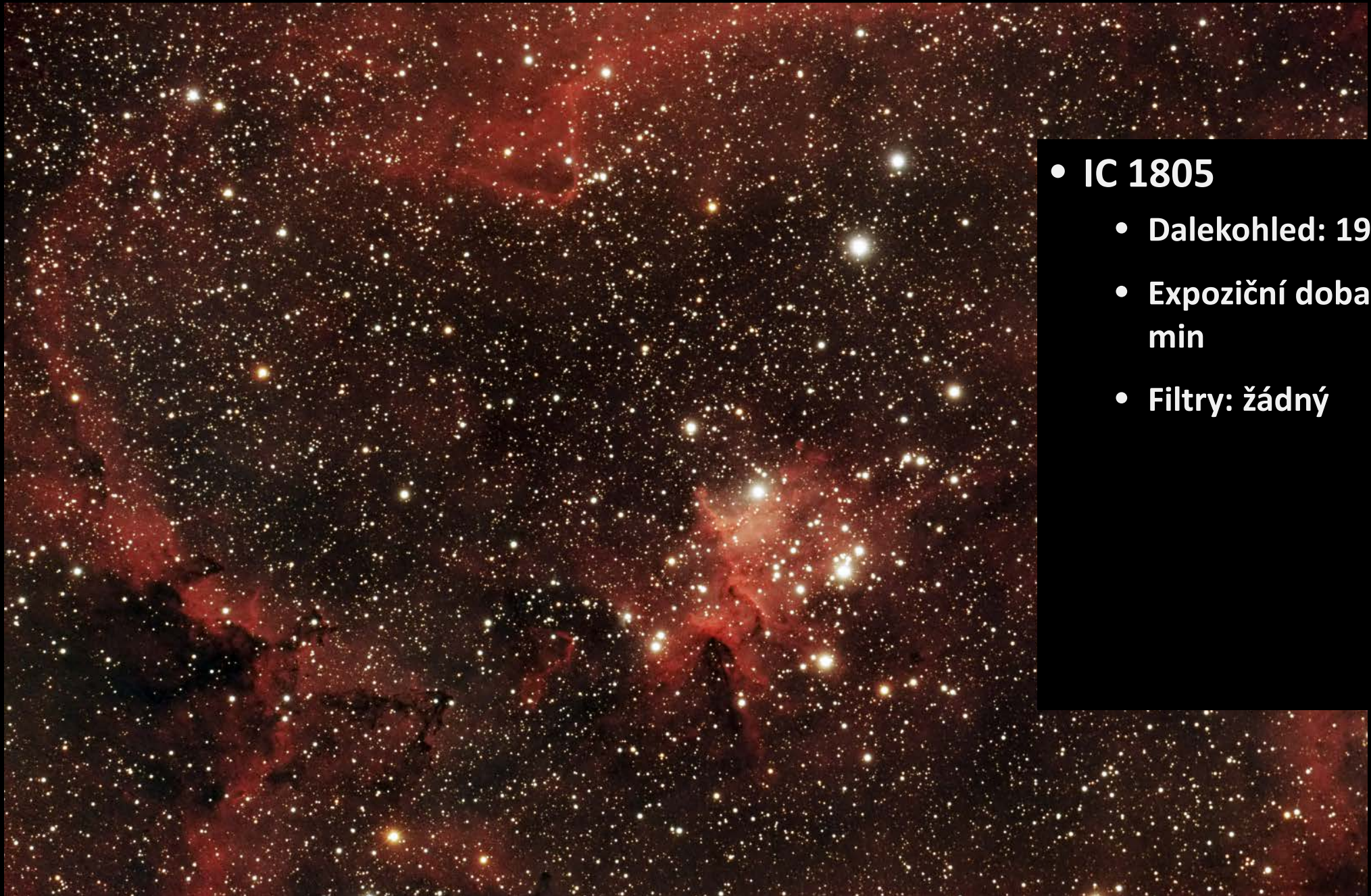


- **M31**

- **Dalekohled: 190/1000**
- **Expoziční doba: 63 x 120 sec**
- **Filtry: žádný**

# Hvězdokupy

- Otevřené – mají různé tvary, pochází ze společného oblaku
- Kulové – jsou velmi staré, většinou se nacházejí v Galaktickém halu



- **IC 1805**

- **Dalekohled: 190/1000**
- **Expoziční doba: 63 x 5 min**
- **Filtry: žádný**



- **M 15**

- **Dalekohled: 190/1000**
- **Expoziční doba: 10 x 30 sec**
- **Filtry: žádný**



**Děkuji za pozornost**