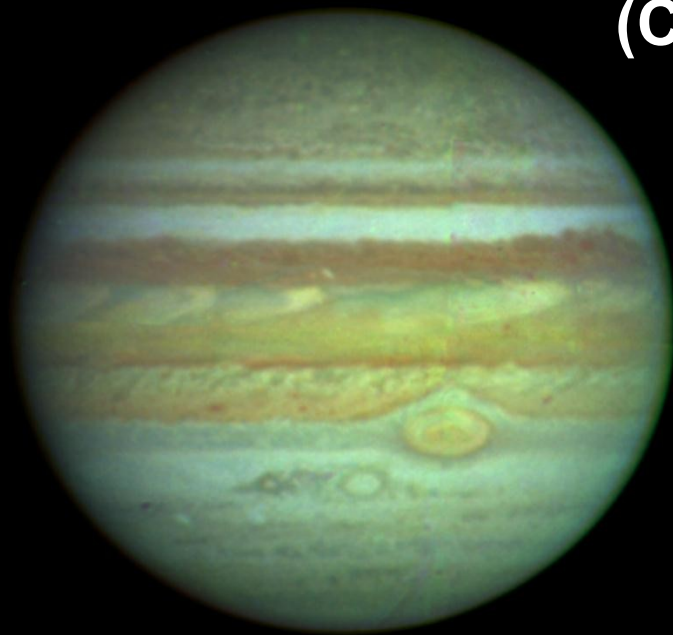


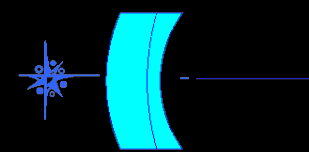
# Zpracování astronomických snímků (Část: Objekty sluneční soustavy)



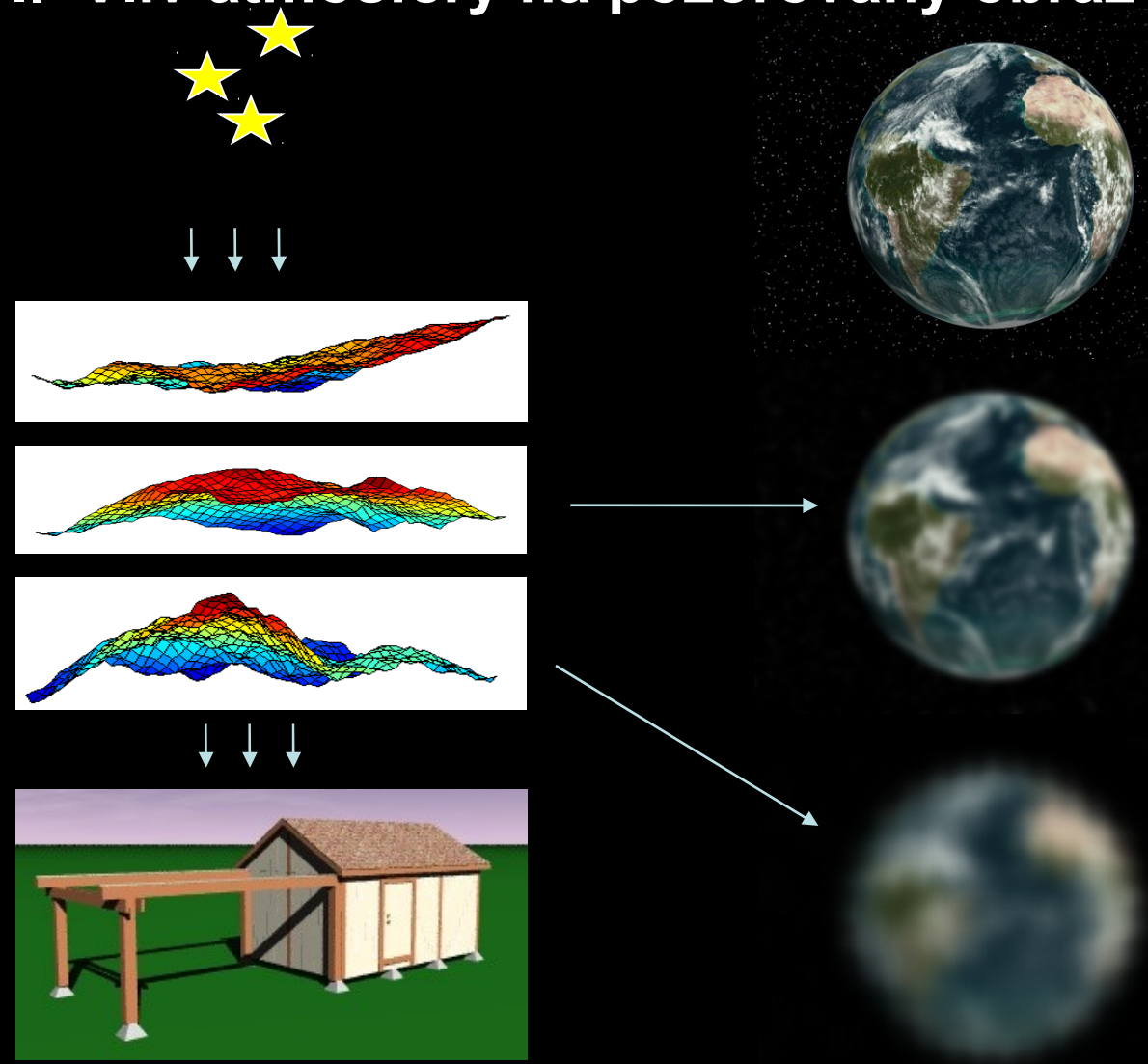
Zdeněk ŘEHOŘ

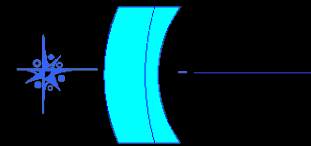
## Obsah:

- I. Vliv atmosféry na pozorovaný obraz
- II. Základy pořizování snímků planet
- III. Zpracování snímků planet
- IV. Příklady snímků planet

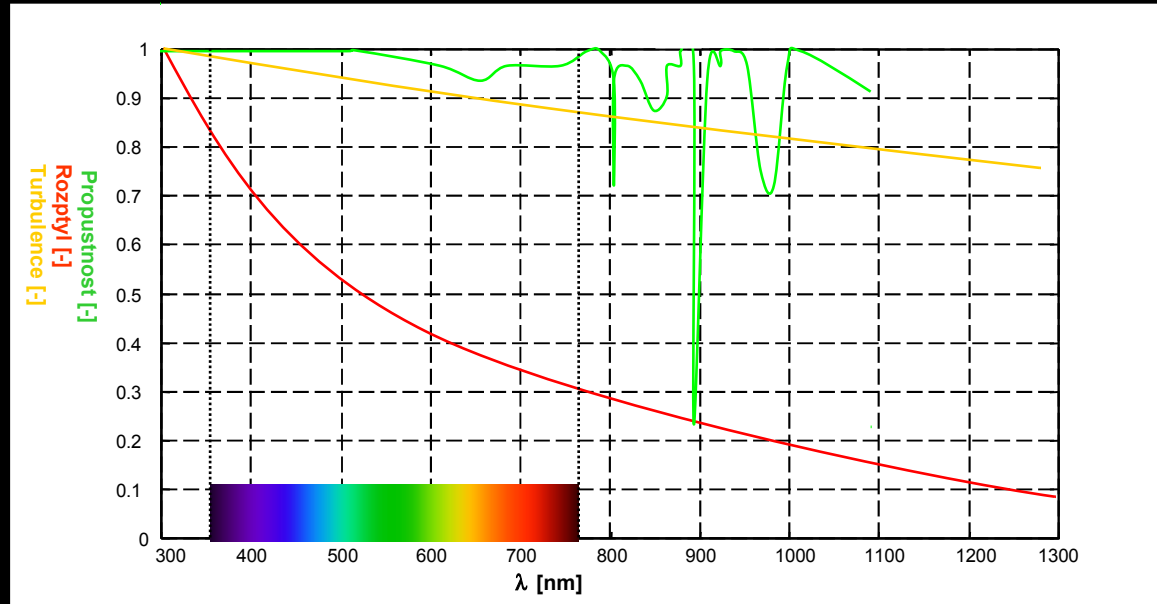


# I. Vliv atmosféry na pozorovaný obraz

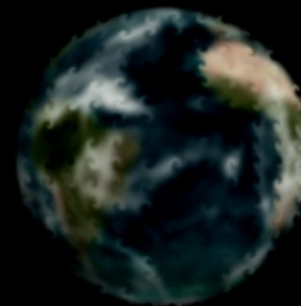




### Projevy atmosféry:



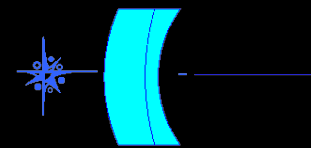
- pokles intenzity obrazu,
- pokles kontrastu obrazu,
- geometrické deformace obrazu.



Závěr:

- vliv atmosféry klesá s rostoucí vlnovou délkou,

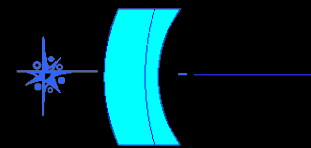
## II. Základy pořizování snímků planet



### Specifika zpracování planetárních snímků:

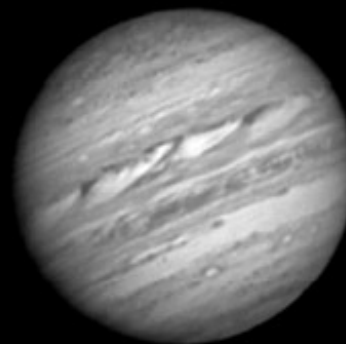
- relativní dostatek světla,
- záznam poměrně malých prostorových úhlů,
- velmi často nízký kontrast pozorovaných detailů.

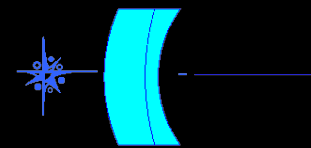




## Možné postupy při zpracování obrázků planet:

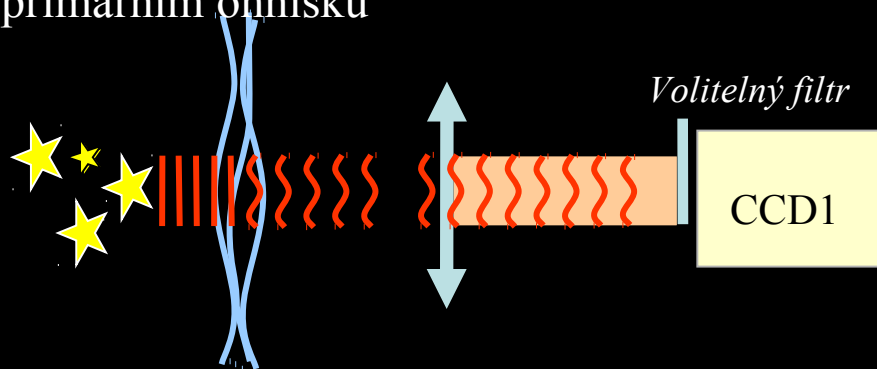
1. „Klasické“ zpracování z více snímků ve viditelné oblasti
2. Využití IČ oblasti s nižším vlivem atmosféry
3. „Dvoukanálové“ zpracování



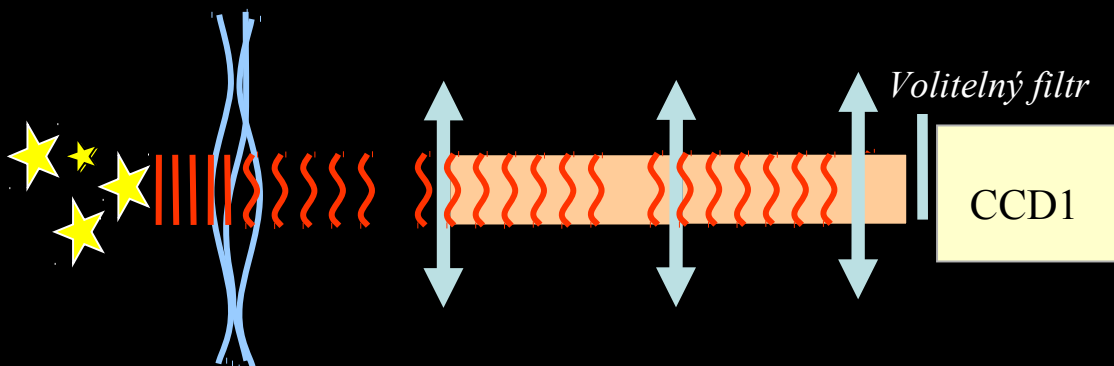


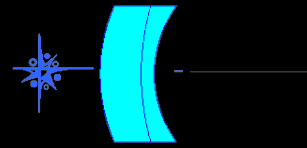
# 1. „Klasické“ zpracování z více snímků ve viditelné oblasti

## 1. Záznam v primárním ohnisku

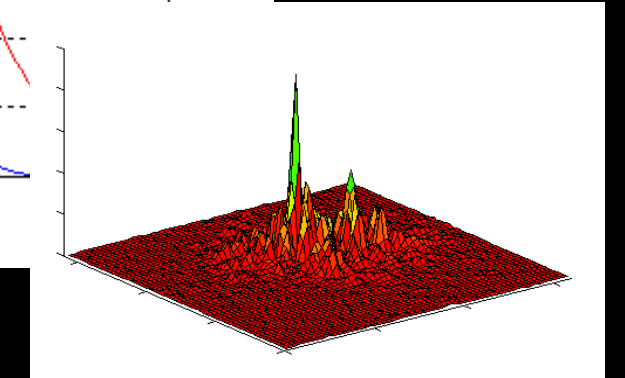
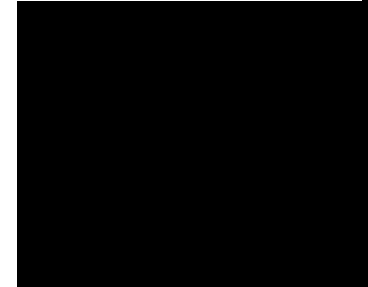
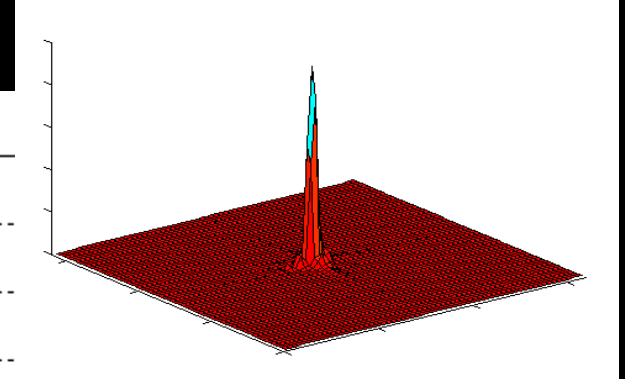
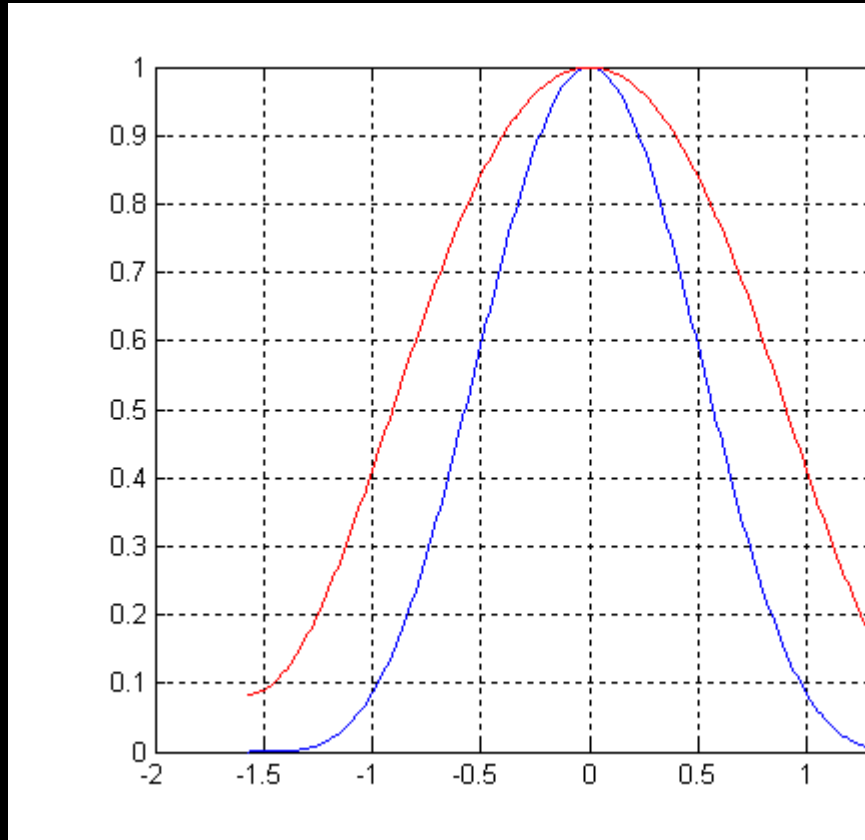
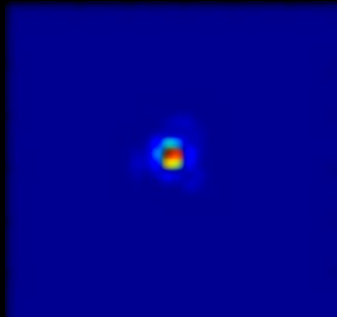
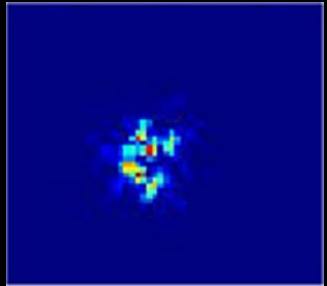
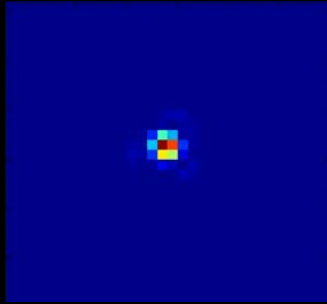


## 2. Afokální projekce, popř. projekce za okulár

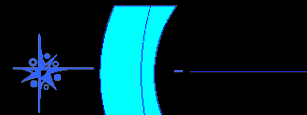




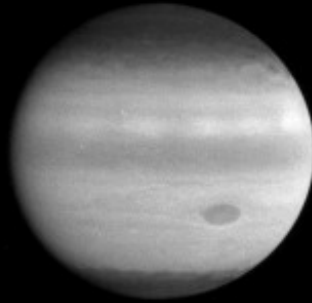
# Projev atmosféry při skládání více snímků



Úskalí: nevhodným zpracováním lze snížit rozlišení výsledného snímku



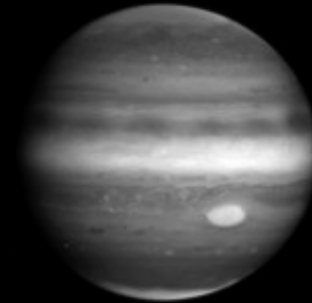
## 2. Využití spektrální oblasti s nižším vlivem atmosféry (IČ)



**UV**



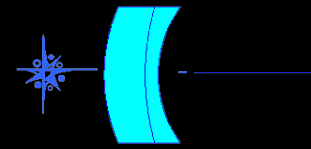
**Vi**



**IR**

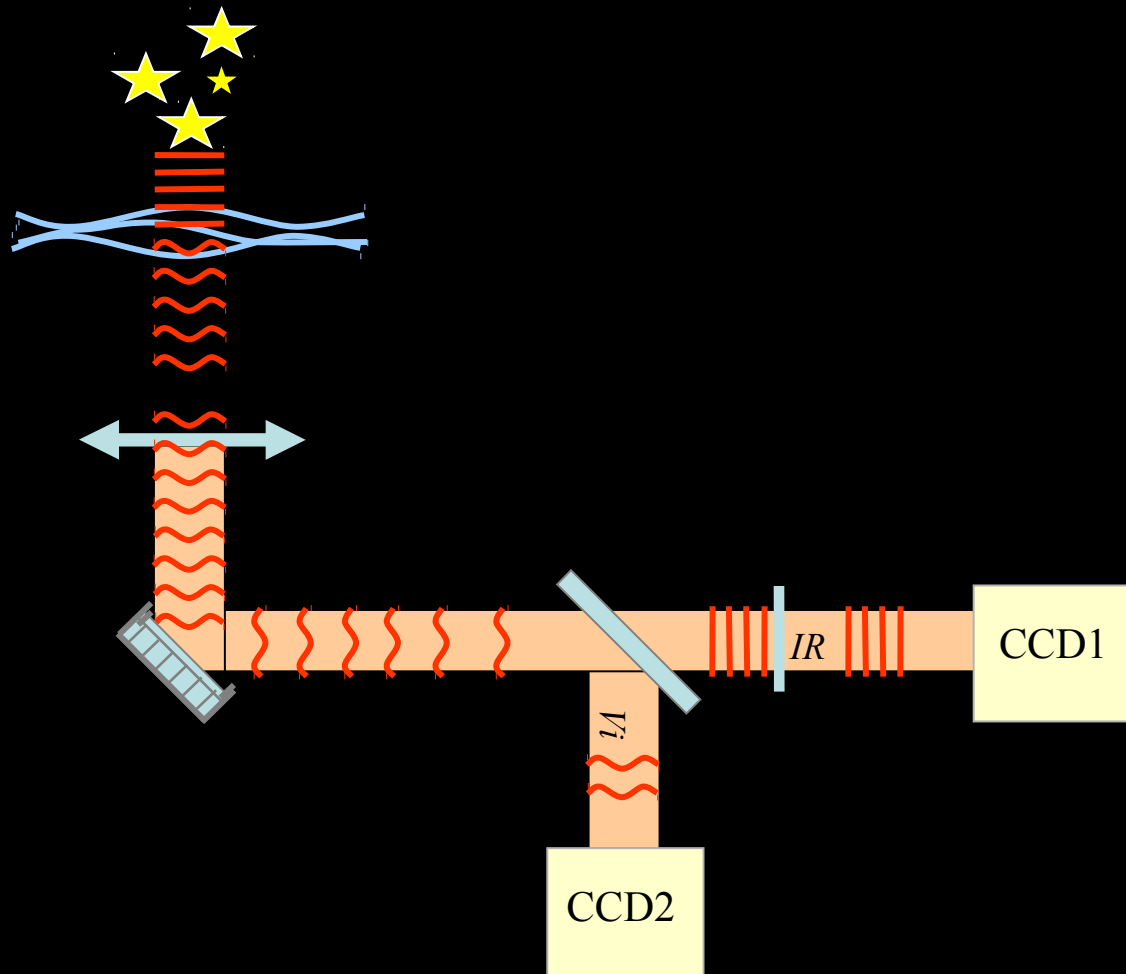
Úskalí: obrázky planet v různých spektrálních oborech se mohou výrazně lišit

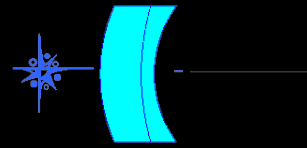




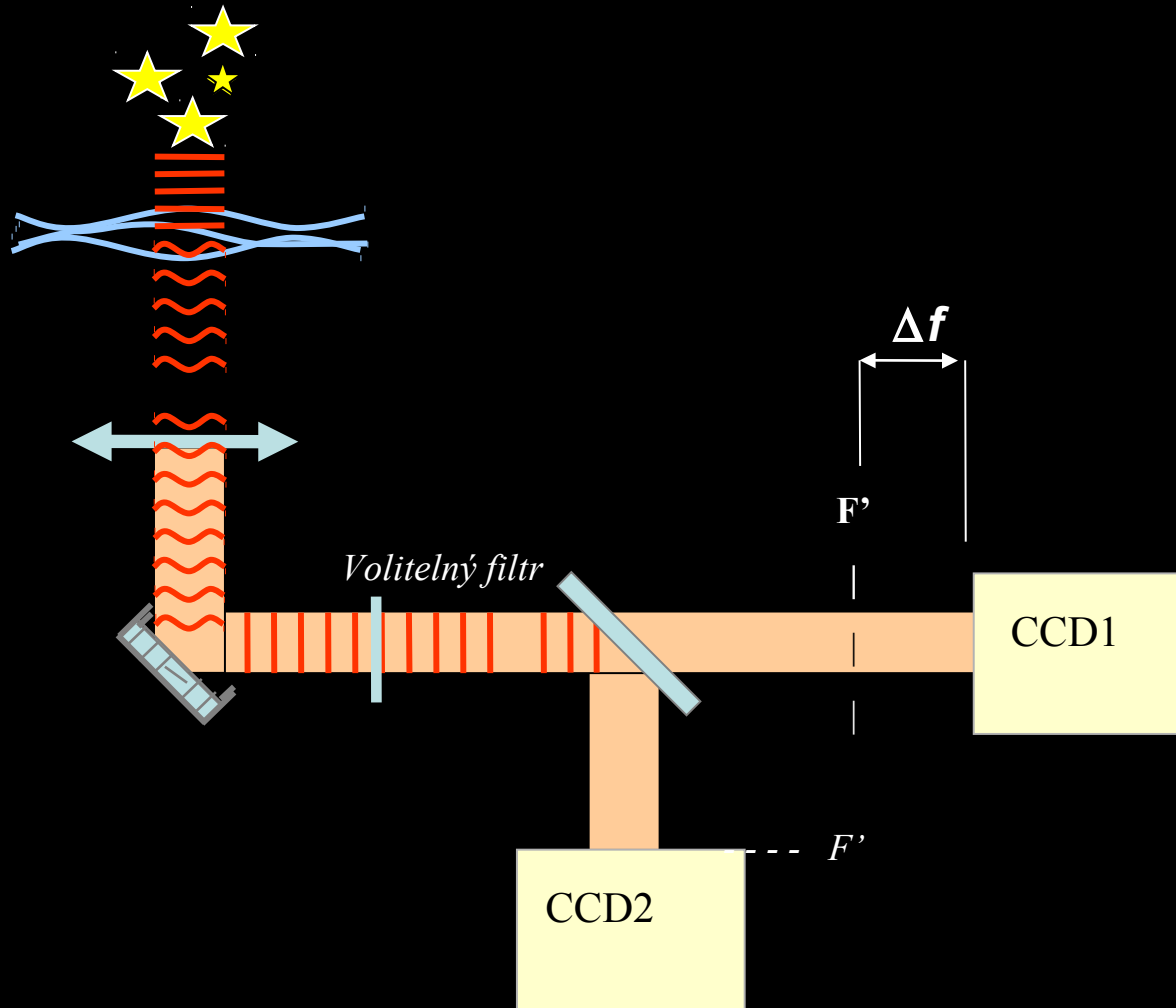
### 3. „Dvoukanálové“ zpracování

a) s využitím IR kanálu a klasickým zpracováním

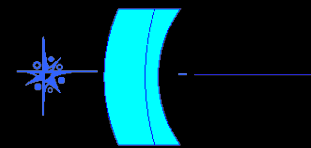




b) s využitím separace vlivu atmosféry



c) s využitím adaptivní optiky



### III. Zpracování snímků planet

#### 1. Základní zásady

##### A) Volba správného přístroje

- optimální jsou zrcadlové dalekohledy o apertuře 200-400 mm, refraktory

od průměru 127 mm

- doporučeny jsou větší ohniskové vzdálenosti

(výhodné zvláště katadioptrické systémy SC, MC a samozřejmě kvalitní refraktory)

- pevná (masivní) ustavená montáž, její periodická chyba není kritická

- doporučeny jsou větší ohniskové vzdálenosti

(výhodné zvláště katadioptrické systémy SC, MC

a samozřejmě kvalitní refraktory)

- CCD: výhodnější černobílé s filrovým kolem a

možností vyčítání RAW snímku

*ČB kamery: udávané rozlišení je rovno fyzickému,*

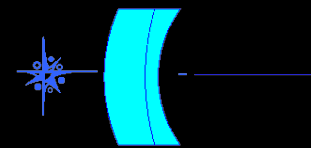
*BAREVNÉ kamery: udávané rozlišení je interpolované*

*např. bar. kamera 640x480 má rozlišení na každou*

*barevnou složku zpravidla 320x240*



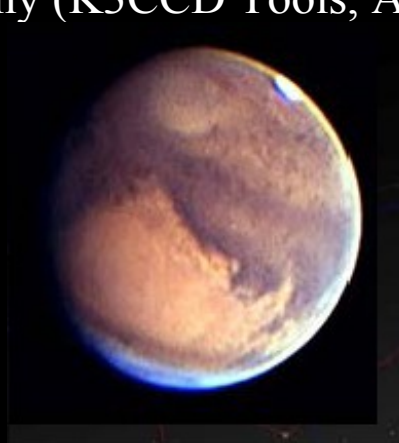
## III. Zpracování snímků planet

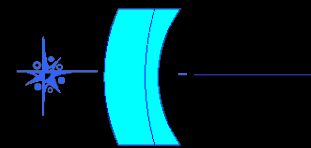


### 1. Základní zásady

#### **B) Snímání obrazu**

- velikost obrazu (vzorkování): ideální, aby na jeden pixel připadal úhel rovný třetině až polovině Dawesova limitu dalekohledu ( $\theta' = 118/D$ )
- velikost obrazu úměrně snížit stavu atmosféry
- rozlišení snímku: volit vždy nejvyšší fyzické rozlišení čipu (např. u webkamer často 640x480),
- vhodný SW:
  - standardně dodávaný ke kameře (např. AMCap),
  - specializovaný (K3CCD Tools, Astrovideo)





### III. Zpracování snímků planet

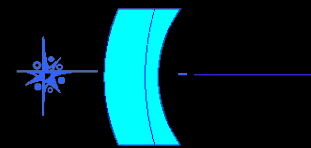
#### 1. Základní zásady

- Dawes. limit dalekohled:

D [mm]	100	150	200	254	288	355
$q$ [“]	1.14	0.77	0.57	0.46	0.41	0.33

- Velikost obrazu na chipu v primárním ohnisku pro různé OS

D [mm]	$v$ [“]	f [mm]	Velikost obrazu v ohn. rovině [um]	Velikost objektu o velikosti 10' [mm]	Teoretický (min.) počet řádků pro objekt 10'	Doporučený počet řádků pro objekt 10'
60	2.40	600	6.98	1.75	28	83
100	1.44	1000	6.98	2.91	46	139
127	1.13	1500	8.25	4.36	59	176
150	0.96	1500	6.98	4.36	69	208
200	0.72	1200	4.19	3.49	93	278
254	0.57	1200	3.30	3.49	118	353
		Velikost pixelu detektoru [um]:		<b>9.00</b>		



### C) Snímání obrazu - strategie

Strategie: více framů na 1 obrázek

- **PROČ** více obrázků:
  - snížení vlivu turbulence (sázka na štěstěnu),

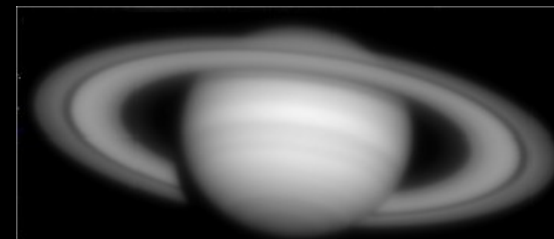
- snížení šumu detektoru.

- **KOLIK** obrázků:

- neexistuje jednoznačná odpověď,

- záleží na stavu atmosféry Země,

- vliv má i šum detektoru.

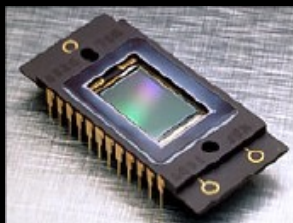


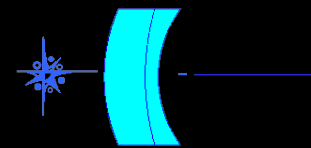
- počet snímků x šum detektoru:

- pro kvalitní snímek CCD kamerou zpravidla stačí 50-100 (200) snímků.

- webkamery mají zpravidla vyšší šum => pro stejně kvalitní snímek

je nutné použít více snímků. ( i 1000 až 2000, tj. 1-2 minuty snímání při 15 obr./s).





### C) Snímání obrazu - strategie

#### - expozice:

- delší expozice + nižší zisk (gain) = méně snímků
- kratší expozice + vyšší zisk (gain) = více snímků
- délka expozice dílčích snímků: výhodnější je nižší obrazová frekvence delšími expozicemi

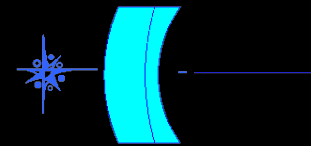
(50-150 ms, 5-25 obr./s)

- nastavení zisku (gain): vyšší hodnota zisku přináší i vyšší úroveň šumu

#### - jak dlouho lze snímat sérii na 1 obrázek:

- neexistuje jednoznačná odpověď,  
teoreticky po takovou dobu, než vlastní rotace planety se posune o 1 pixel,
- vlivem atmosféry Země lze ale zpravidla použít čas i několikrát delší.
- řádově jde o minuty, přijatelný je záznam zpravidla do 5 minut



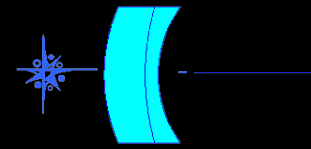


### Snímání obrazu - shrnutí

- nepoužívat automatické nastavení kamery, ale manuální,
- doporučení: delší expozice s minimální úrovní zisku,
- vyvážení bílé pracuje zpravidla v automatickém režimu velmi dobře,
- základní pravidlo: na obrázku by neměli existovat saturované oblasti.





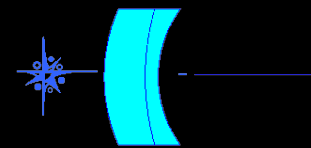


## Obecný postup zpracování obrazu

1. Sesouhlasení snímků (alignment)
2. Skládání snímků (stacking)
3. Zvýraznění detailů (wavelet transformation)
4. Finální dozpracování obrázků, popř. skládání různých finálních snímků z různých spektr. oblastí

*Pozn: jednotlivé spektrální oblasti je doporučeno zpracovávat odděleně*





### Zpracování obrazu

#### -vhodný SW:

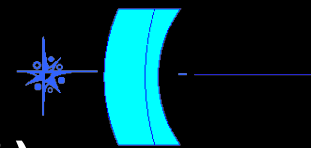
- Registax,
- základní operace i K3CCD Tools,
- pro finální zpracování Photoshop, popř. obdobný obrazový editor (PaintShop Pro, ...)

#### -základní strategie:

- výběr obrázků na základě jejich kvality a velikosti odchylky od skládaného,
- ČB kamery: pro LRGB zpracování zpracovat každý kanál samostatně,

#### - výběr referenčního snímku:

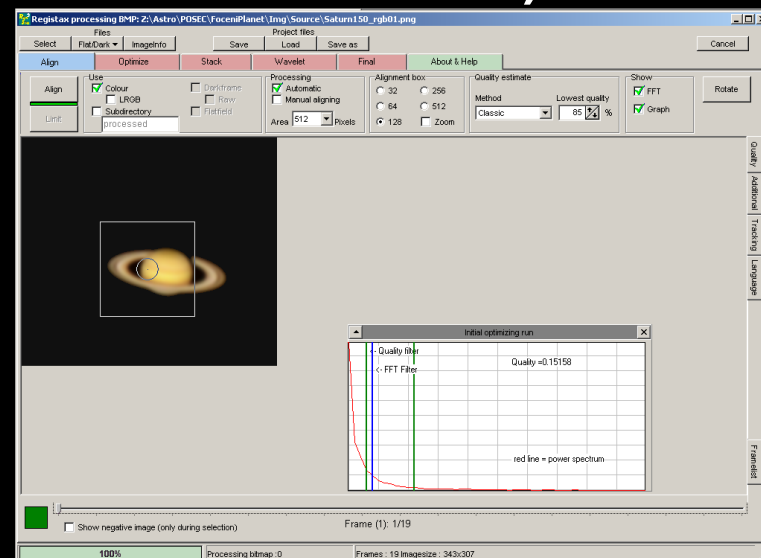
- nejlépe se osvědčuje výběr „průměrného“ snímku
- snímky ze středu snímání nejlépe redukují vliv vlastní rotace planety.



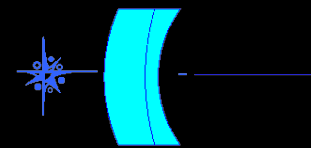
# REGISTAX: Alignment (sesouhlasení snímků)

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



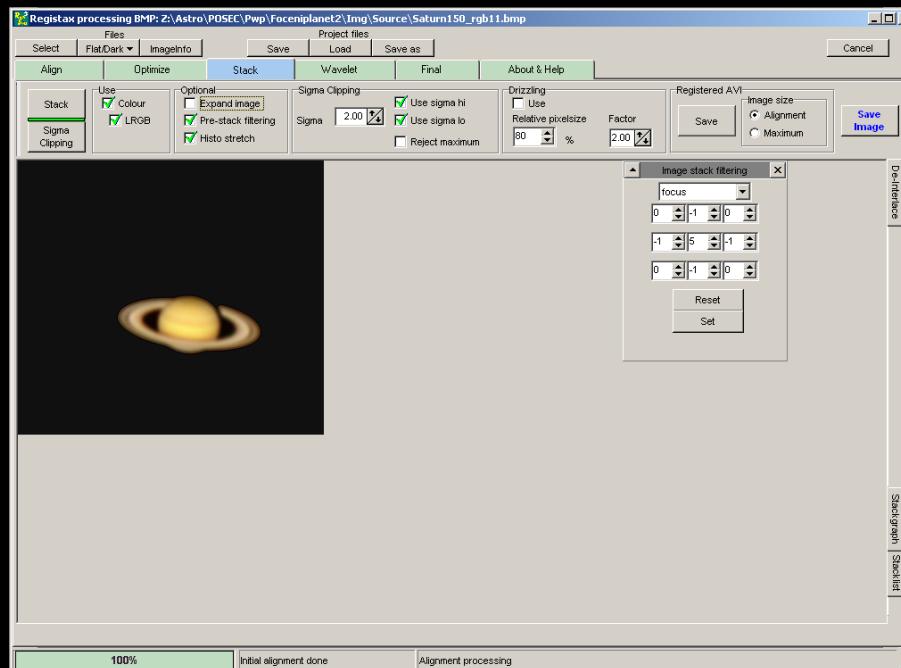
- nastavení zpracování:
  - lepší výsledky dává manuální zpracování
  - doporučená metoda určování kvality snímků: LOCAL CONTRAST s nastavenou malou hodnotou (0-5)
  - doporučeno využívat předfiltraci každého snímku zvlášť
  - nepoužívat Optimize&Stack, ale samostatně obě operace

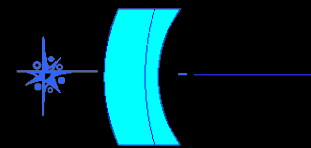


## REGISTAX: Stack (skládání snímků)

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)





## REGISTAX: Wavelet (postprocessing snímku)

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

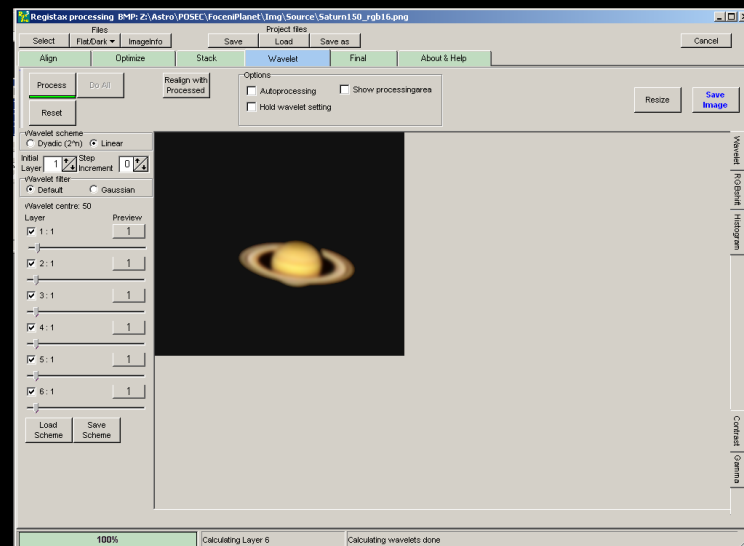
1:1 ... jemné malé detaily,

6:1 ... velké struktury.

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

## Závěrečné zpracování snímku

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



## IV. Příklady snímků

Saturn (28. 3. 2006, Mak127/1500)



jeden IČ snímek



jeden RGB snímek



složený IČ snímek

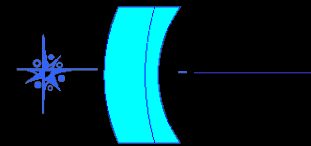


složený RGB snímek

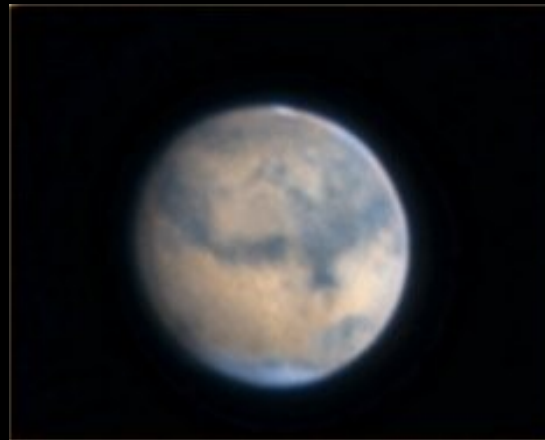


výsledný snímek

*IV. Příklady snímků*



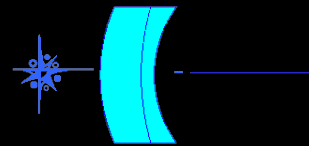
Mars (10. 11. 2005, N254/1250)



Mars (15. 11. 2005, N254/1250)



*IV. Příklady snímků*



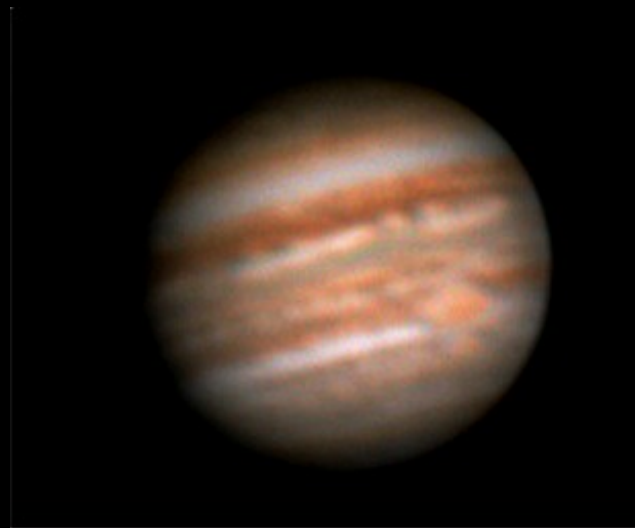
Jupiter + IO (28. 4. 2005, N254/1250)



Jupiter (19. 5. 2005, N254/1250)



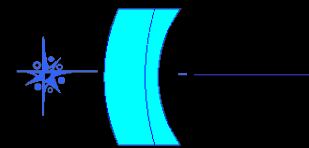
Jupiter (19. 7. 2006, N254/1250)





*IV. Příklady snímků*

Přelety ISS



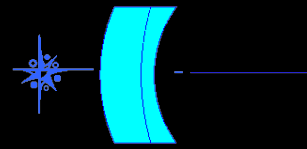
1. 7. 2006



21. 7. 2006



15. 11. 2005, Josef Huber, zrcadlo 80 cm



Děkuji za pozornost