

•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

Základy (ne)vědecké astronomické fotografie

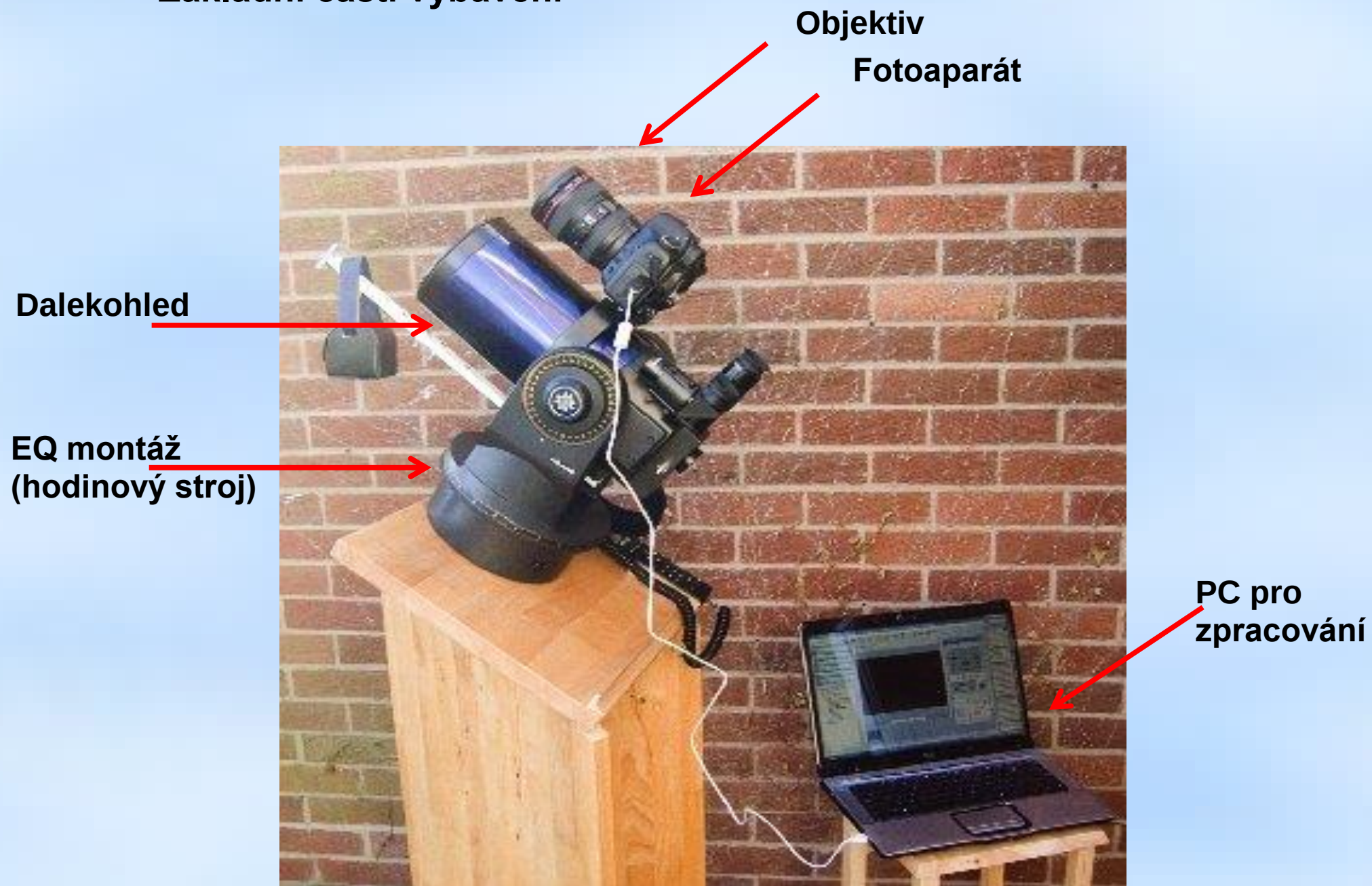
1. **Astronomický dalekohled**
2. **Astronomická fotografie jednoduchými prostředky**
3. **Fotografování planet**
4. **Fotografujeme oblohu (hvězdy, deep sky objekty)**

Dr. Ing. Zdeněk Řehoř, PhD.

Email: Zdenek.Rehor@upol.cz



Základní části vybavení



Základní části vybavení

A) MONTÁŽ

Základní parametry:

Nosnost

Maximální zátěž, kterou lze montáž zatížit, aniž by se projevily nadměrné vibrace např. při nárazu větru

Přesnost pohonu (pohybů montáže)

Úhlová velikost kolísání rychlosti pohybu montáže

Možnost přesného ustavení

(probereme samostatně v příštím díle)



Základní části vybavení

A) MONTÁŽ

Proč pohon?

Obloha rotuje rychlostí 15 úhlových vteřin za 1 sekundu

Např. pro přístroj:

Pixel: 5,7 mikrometru

Objektiv: 100mm

1 pixel odpovídá úhlu cca 12s

Max expozice bez smazu: cca 1s

Reálně: max. délka expozice do 5s
(hvězda není na jediný pixel)



Základní části vybavení

B) DALEKOHLED

Zvolená konstrukce (typ) závisí na fotografovaném objektu

Stěžejní parametry:

Průměr objektivu

Větší hodnota:

- + větší teoret. rozlišovací schopnost
- + více shromážděného světla → výhodné na slabé objekty
- větší citlivost na stav atmosféry

Ohnisková vzdálenost

Větší hodnota:

- + větší obraz pozorovaných objektů
- menší plošný jas objektu (menší světelnost)
→ pro stejně jasný obraz nutno použít delší čas

To nevadí pro jasné objekty (planety), naopak je nevhodné pro slabé objekty (deep sky)

Základní části vybavení

C)Fotoaparát/kamera

Zvolený typ závisí na fotografovaném objektu a možnostech

Stěžejní parametry:

Velikost chipu

Větší hodnota:

- + větší zaznamenané zorné pole
- větší nároky na optickou soustavu (kresba u okraje)

Velikost pixelu

Větší hodnota:

- + obecně větší citlivost
- + zpravidla (ne vždy) větší dynamický rozsah (závisí i A/D převodníku za chipem)
- + citlivější na IR oblast (lze snadno odstínit IR filtrem)
- menší úhlové rozlišení (→ malé objekty – planety nutno obraz zvětšit)

Citlivost/šum

Ovlivňuje kvalitu obrazu jako takového a má význam zejména u slabých objektů

Délka expozice

Max. délka expozice se opět uplatňuje u slabších objektů, pro jasné objekty nepodstatné

Základní části vybavení

C)Fotoaparát/kamera

Pro chip shodné velikosti:

Černobílá

vs

Barevná

- Větší pixel

- citlivější
- menší úhlové rozlišení

- Menší pixel

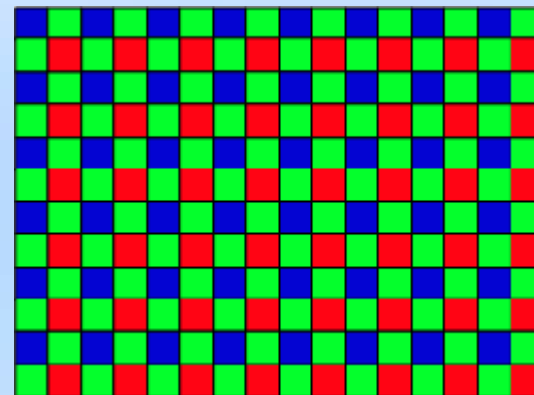
- méně citlivá (min. 4x, zpravidla i 10x)
- mírně větší úhlová rozl. Schopnost

- Pro barevný snímek nutno
použít barevné filtry

- Barevný snímek pořizován jedinou expozicí

→ vhodná zjeměna na (není dogma!)
Velké slabé objekty

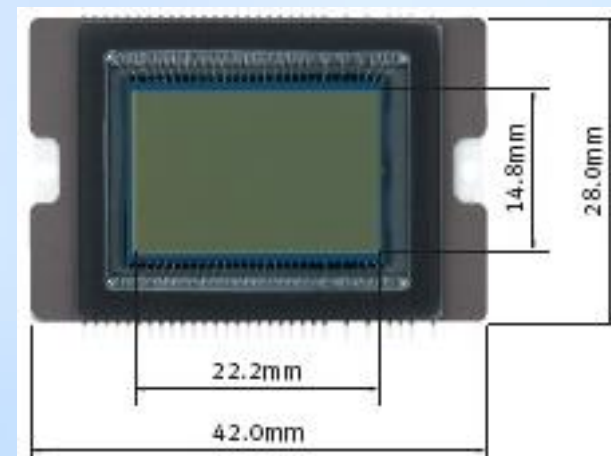
Malé jasné objekty



Základní části vybavení

C)Fotoaparát/kamera

Digitální zrcadlovka – nejčastější nástroj
amatérského astrofotografa

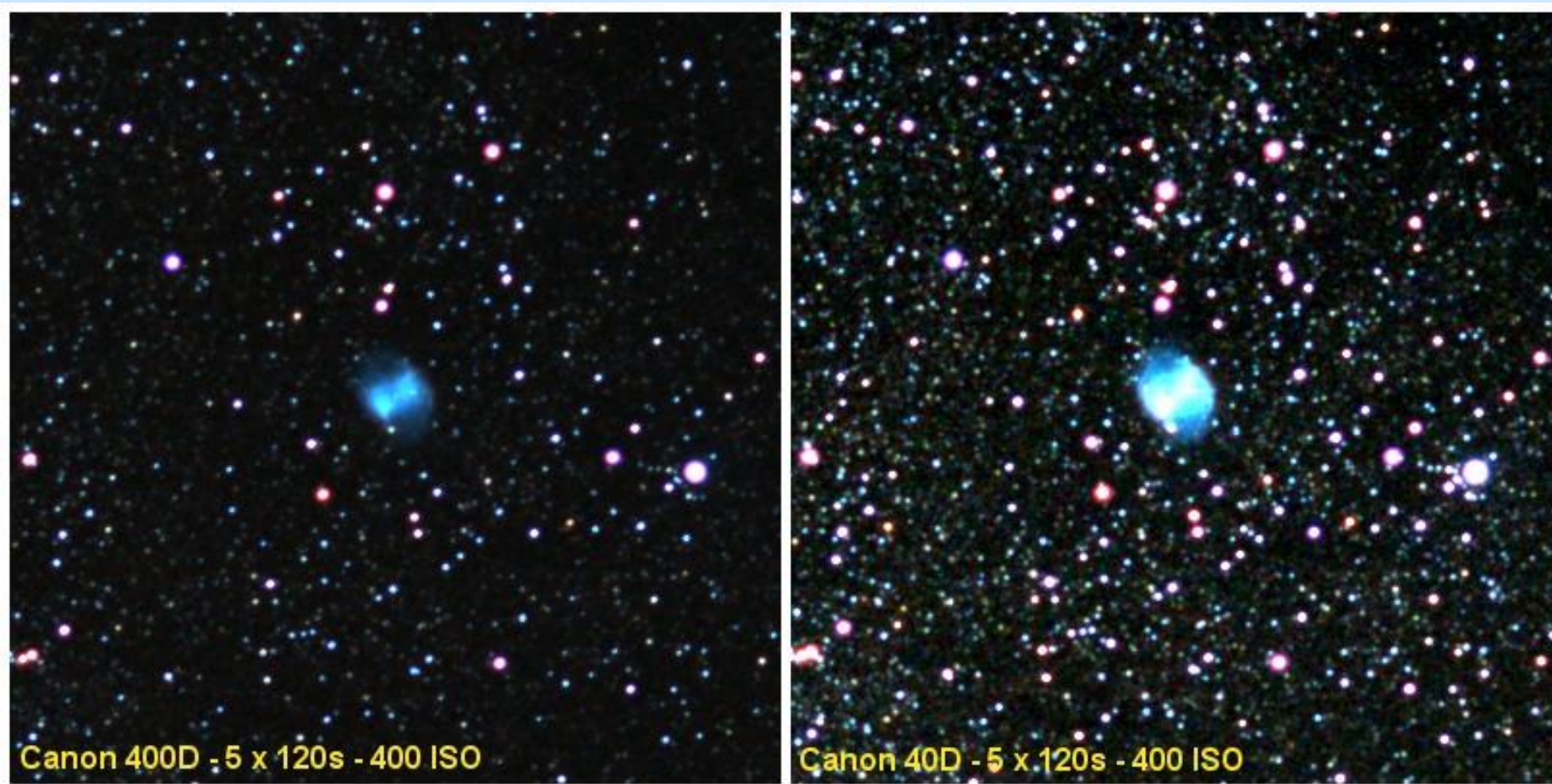


	CANON 350D	CANON 400D	CANON 20D	CANON 40D
Citlivý povrch <i>snímače</i>	22,2 mm x 14,8 mm	22,2 mm x 14,8 mm	22,5 mm x 15,0 mm	22,2 mm x 14,8 mm
Počet pixelů	3456 x 2304	3888 x 2592	3504 x 2336	3888 x 2592
Velikost pixelu	6,4 mikronů	5,7 mikronů	6,4 mikronů	5,7 mikronů
A / D převod	12 bitů	12 bitů	12 bitů	14 bitů
Převodový poměr	2,67 elektrony / ADU	2,74 elektrony / ADU	6.3 elektrony / ADU	0,78 elektrony / ADU
Čtecí šum při ISO 400 (RMS)	3,00 ADU (8,0 e-gold)	2,54 ADU (7,0 e-gold)	2,35 ADU (nebo 7,2 e-)	8,38 ADU (6,5 e-gold)
Průměrná úroveň signálu Offset	256 ADU	256 ADU	128 ADU	1024 ADU

Základní části vybavení

C)Fotoaparát/kamera

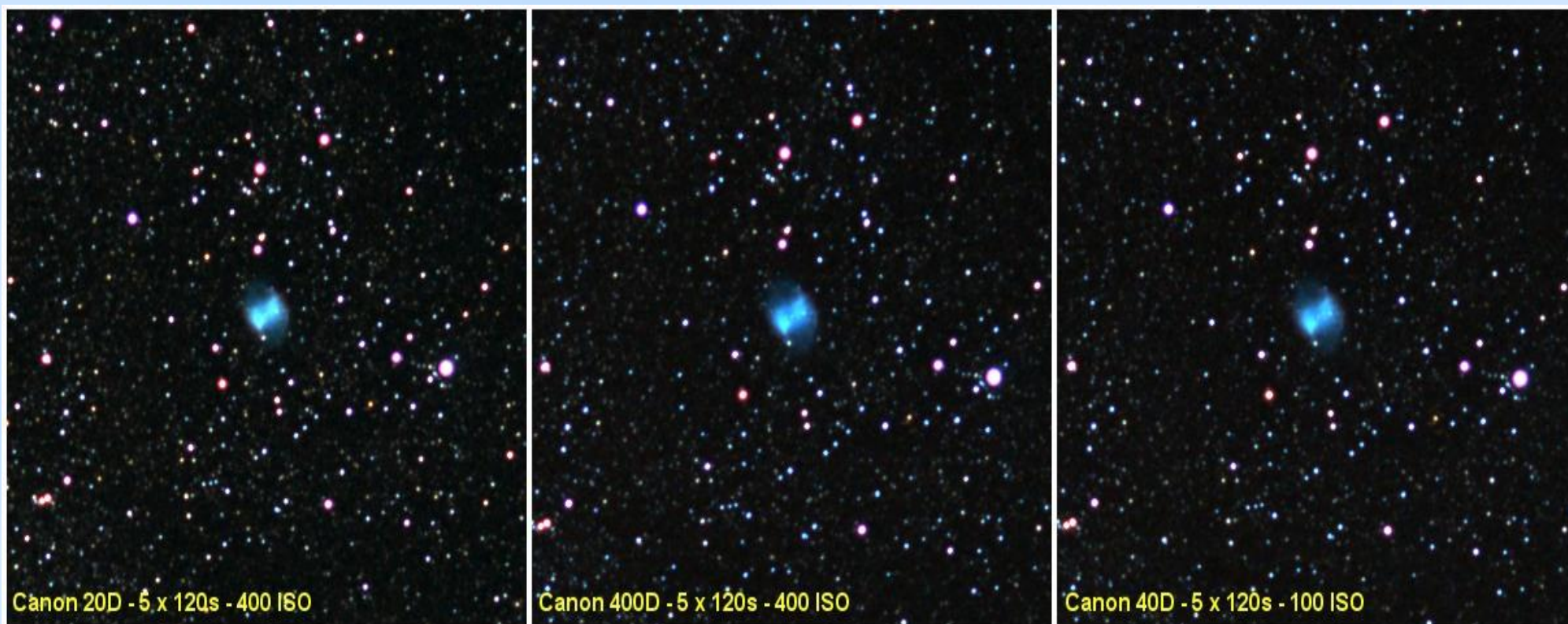
Obrázek: Srovnání shodných expozic pro fotoaparáty s různou citlivostí



Základní části vybavení

C)Fotoaparát/kamera

Obrázek: Srovnání různých fotoaparátů pro srovnatelný výsledný snímek



Základní úskalí - ostření

Jak správně zaostřit obraz?

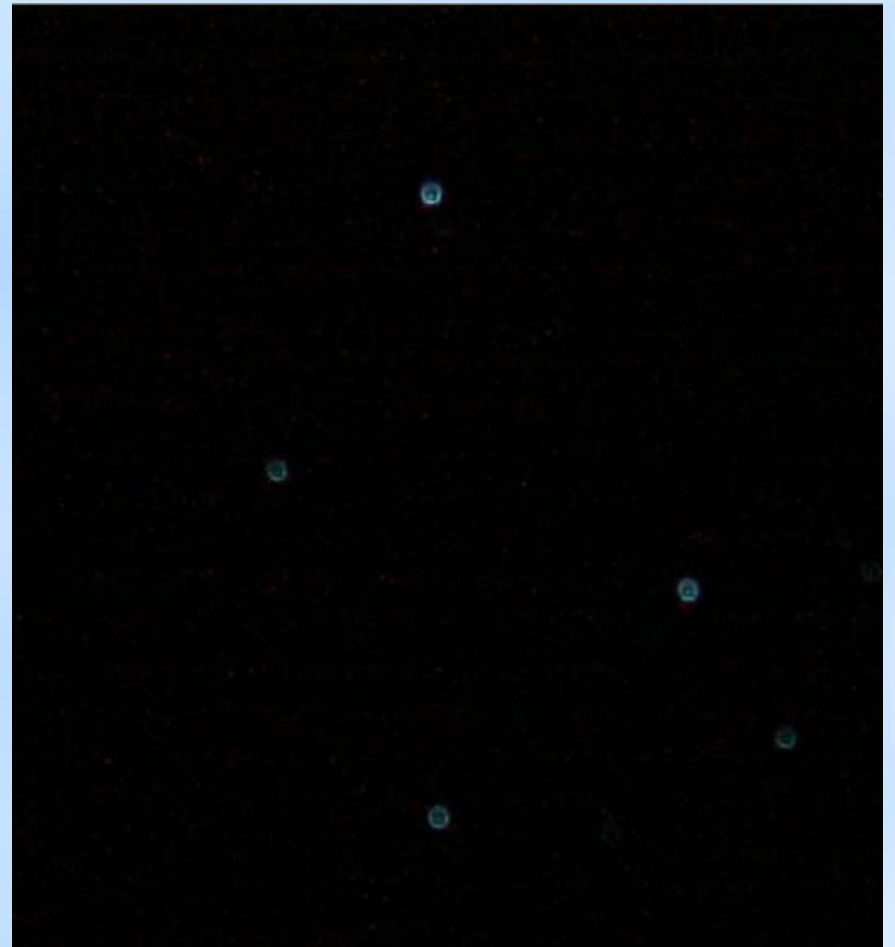
Úskalí:

- pokud použijeme pouze fotoaparát, je obraz na displeji přístroje příliš malý
- ne všechny fotoaparáty mají LiveView režim :-(

Nejjednodušší řešení:

Metoda od oka, pokus omyl

- výhodou připojení k PC
(větší displej),
- může být velmi zdlouhavé



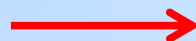
Základní úskalí - ostření

Jak správně zaostřit obraz?

Nejjednodušší řešení:

Metoda pokus omyl

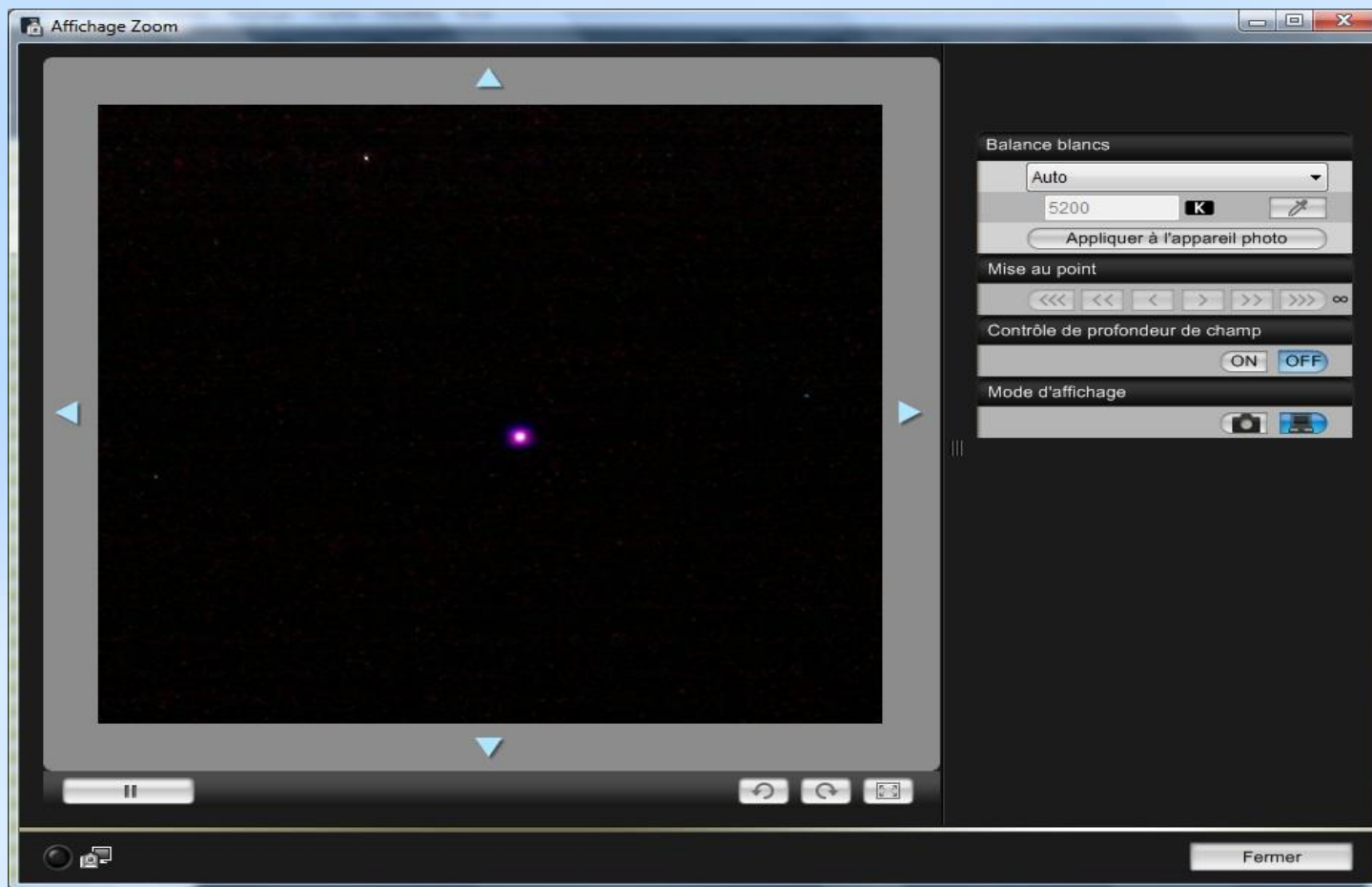
- výhodou připojení k PC (větší displej),
- může být velmi zdlouhavé



Základní úskalí - ostření

Metoda nejmenšího středního průměru hvězdy

- nutno připojení k PC s vhodným programem
- velmi rychlé ostření
(nutno dosáhnout co nejmenší hodnoty AVG (střední průměr hvězdy))



Základní úskalí - ostření

Ostření maskou Bahtinov

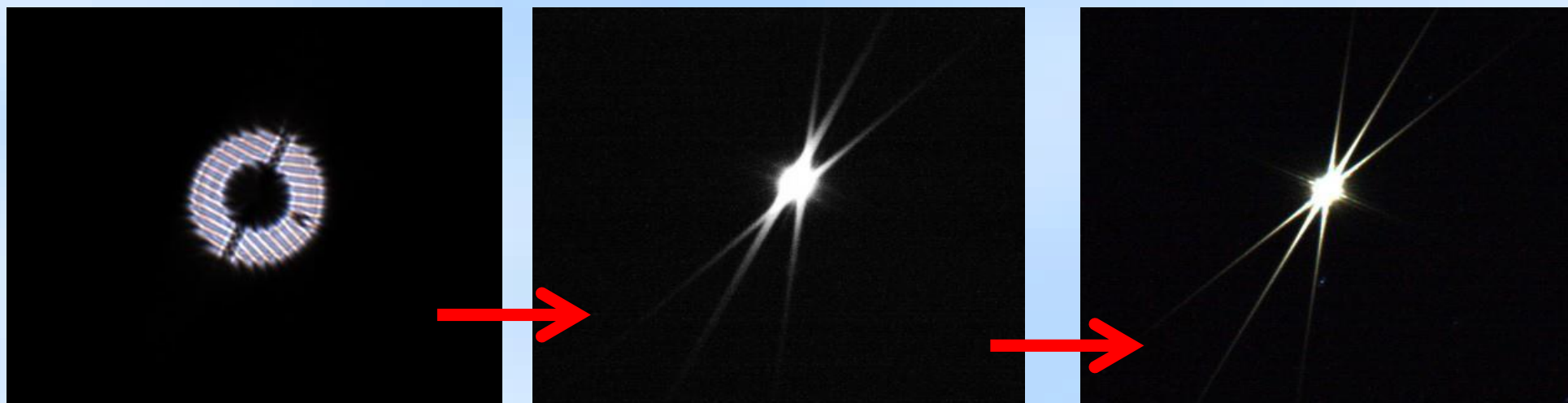
- velmi rychlé a přesné ostření
- vhodné pro větší dalekohledy



Základní úskalí - ostření

Ostření maskou Bahtinov

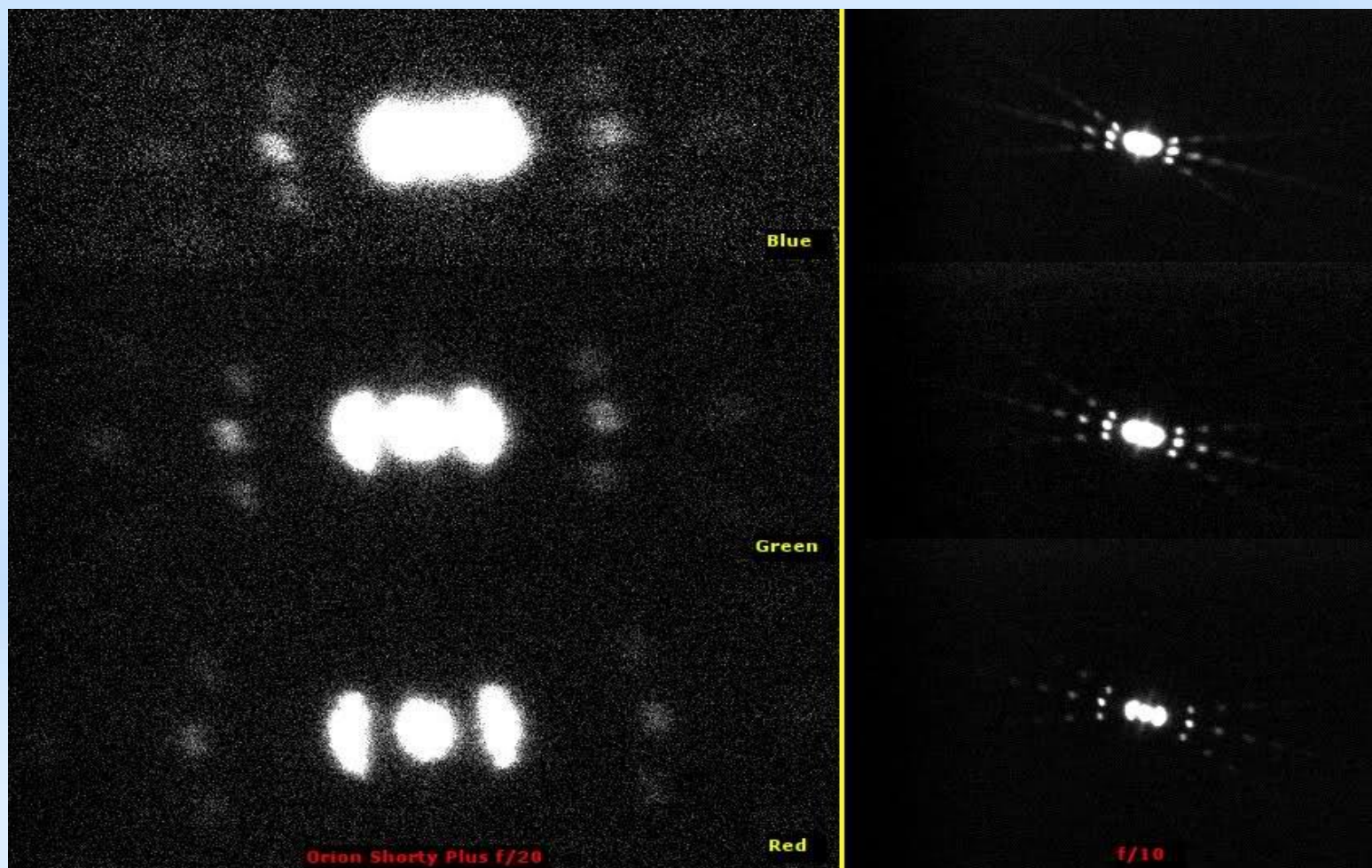
- velmi rychlé a přesné ostření
- vhodné pro větší dalekohledy
- ostření pomocí difrakčních paprsků v obrazu hvězdy



Základní úskalí - ostření

Ostření maskou Bahtinov

- ostrost obrazu v jednotlivých barevných kanálech se může lišit



Základní úskalí - ostření

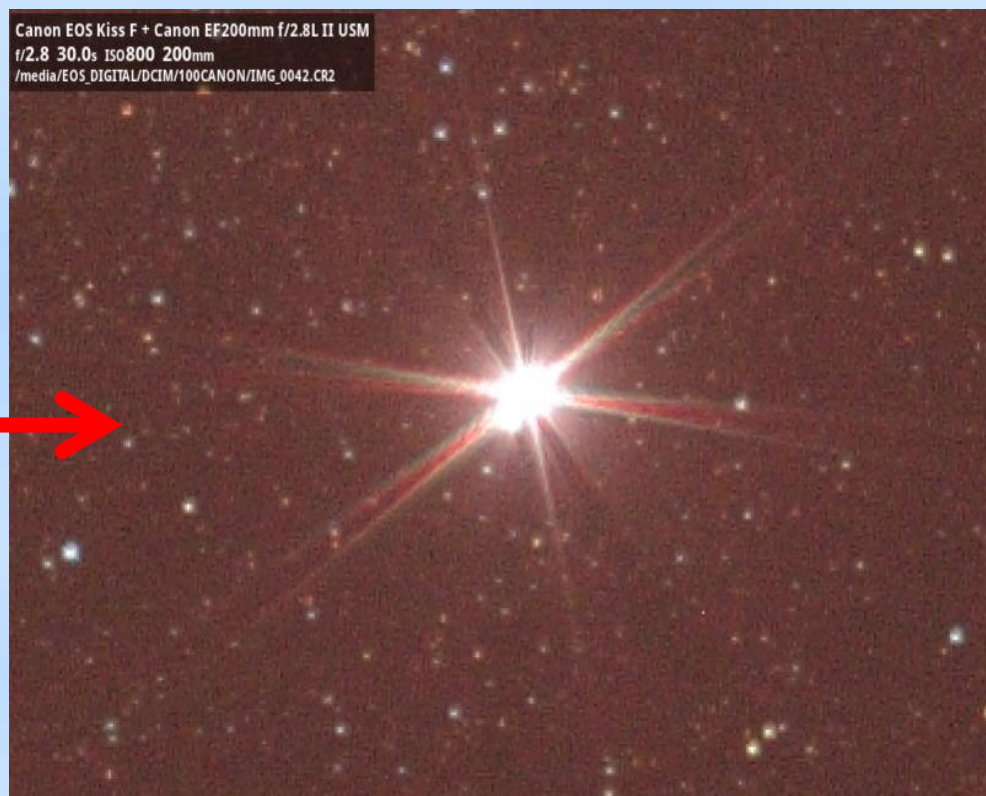
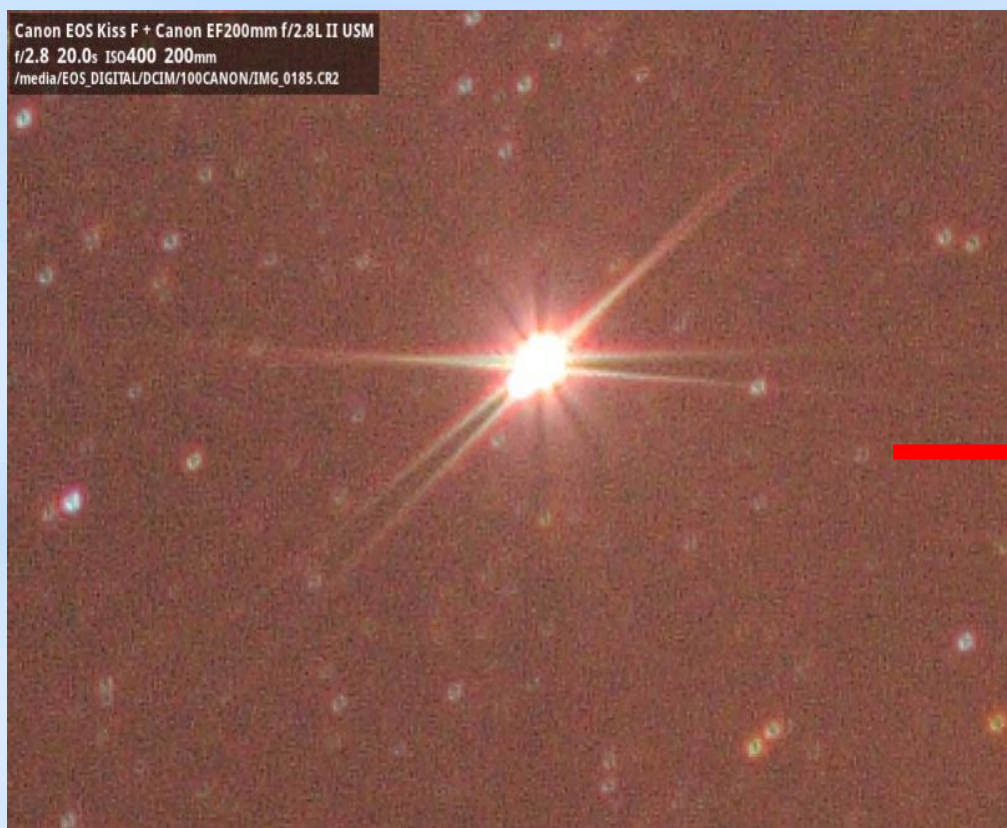
Bow Tie ostřicí maska (motýlek)

- jednoduchá ostřicí maska vhodná zejména pro malé průměry objektivů (fotografické objektivy)
- rychlé zaostření pomocí difrakčních paprsků (obdobně jako Bahtinov)
- snadno a rychle vyrobitelná



Základní úskalí - ostření

Bow Tie ostřicí maska (motýlek)



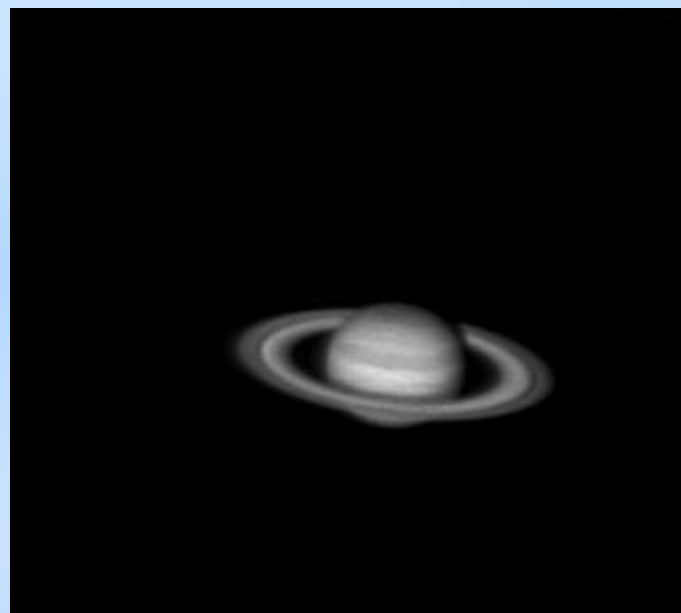
Fotografujeme planety

Volba spektrální oblasti, resp. proč je výhodné skládání obrazu s IČ obrazem

1. Vliv rozptylu světla v atmosféře klesá s rostoucí vlnovou délkou
2. Vliv turbulence atmosféry klesá rovněž s rostoucí vlnovou délkou, byť ne tak markantně.



a)



b)

Obr. 1: Snímek planety Saturn na různých vlnových délkách (složenina 20 obr.)

a) v zelené barvě

b) v infračervené oblasti s filtrem Astronomic IR Pro

Fotografujeme planety

Volba spektrální oblasti, resp. proč je výhodné skládání obrazu s IČ obrazem



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

Fotografujeme planety

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

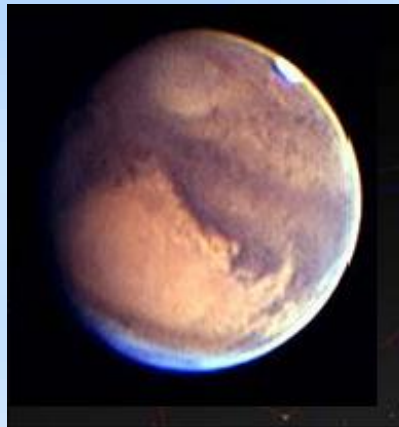
barevnou složku zpravidla 320x240



Fotografujeme planety

B) Snímání obrazu

- velikost obrazu (vzorkování): ideální, aby na jeden pixel připadal úhel rovný třetině až polovině Dawesova limitu dalekohledu ($q' = 118/D$)
- 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)



Fotografujeme planety

Dosažení potřebné velikosti:

- fotografie v primárním ohnisku v případě potřeby s využitím čočky Barlow;
- afokální fotografie, popř. fotografie projekcí za okulár



Fotografujeme planety

4. Základní pravidla pro snímání obrázků

a) Volba času a citlivosti:

- citlivost snímání zpravidla postačuje do 100-200 ASA
- preference - volba kratších časů

b) V případě snímání ve více barevných kanálech vždy průběžně střídat jednotlivé kanály po krátkých sériích (tj. max. po 10-12 snímcích u digitálních fotoaparátů)

c) Nejste-li si jisti volte obrázek objektu vždy:

- o trošku tmavší;
- o něco větší;
- ale vždy co nejlépe zaostřený.



Fotografujeme planety

Snímání obrazu - strategie

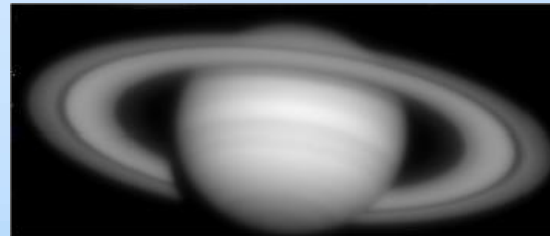
Strategie: více framů na 1 obrázek

- **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).



Fotografujeme planety

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



Fotografujeme planety

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 pravidla:

1. Na obrázku by neměli existovat saturované oblasti.
2. Důležité je řádně zaostřit

