

# Příslušenství

**Fokální korektory**

**+**

**Flattenery**

**+**

**extendery**

**+**

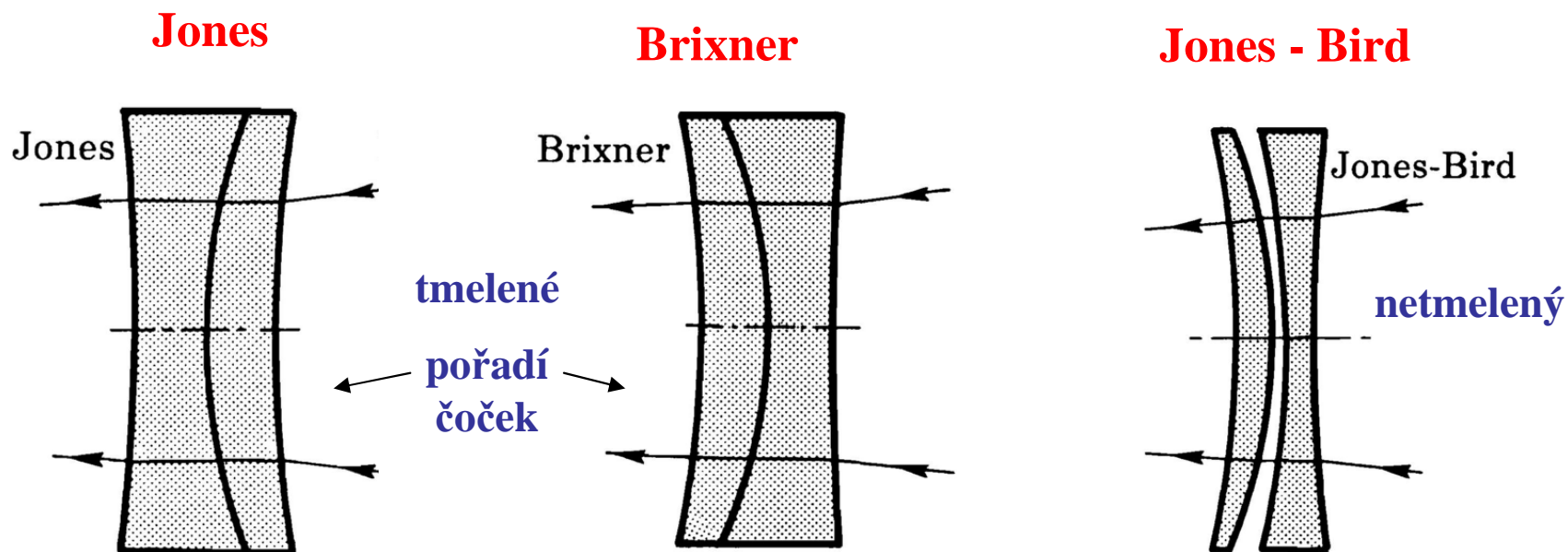
**reducery**

# Fokální korektory

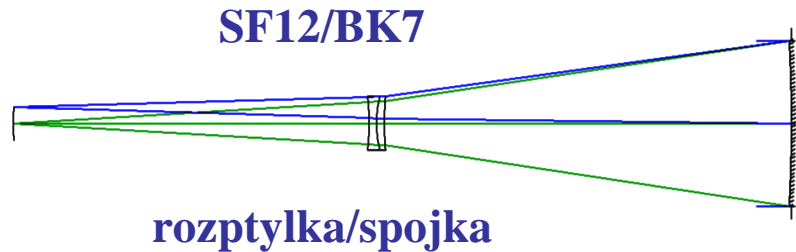
## korektory aberací v blízkosti ohniskové roviny

Korektory aberací v uvedených příkladech kata-dioptických soustav ( Schmidt, Maksutov, Houghton ) mají průměry o přibližné velikosti apertur (primárních zrcadel) teleskopů. Korektory leží před primárním zrcadlem.

Otvorovou vadu a komu **kulového** primárního zrcadla lze **do jisté míry** korigovat také tzv. sub-aperturními korektory, které leží ve sbíhavém svazku za primárním zrcadlem nedaleko ohniskové roviny

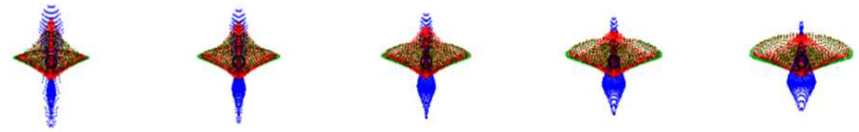


# Jones korektor $D = 200\text{mm}, f/10$

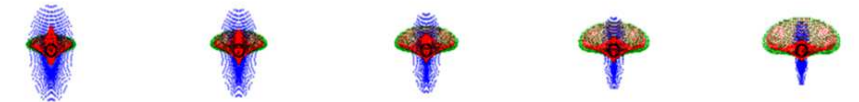


křivost pole  $R_f = 227\text{mm}$

FULL FIELD  
0.5deg

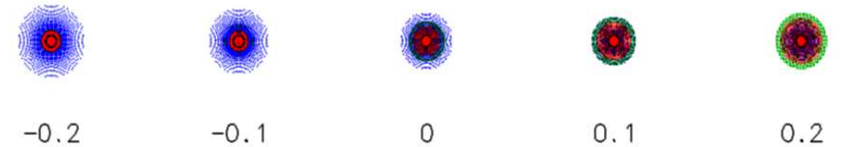


0.7 FIELD  
0.35d



ON-AX  
0deg

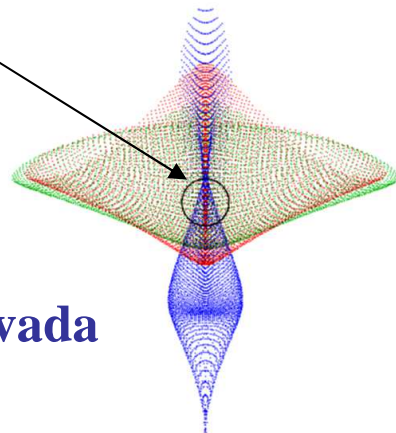
0.2 mm



FOCUS SHIFT

Airyho disk

barevná vada

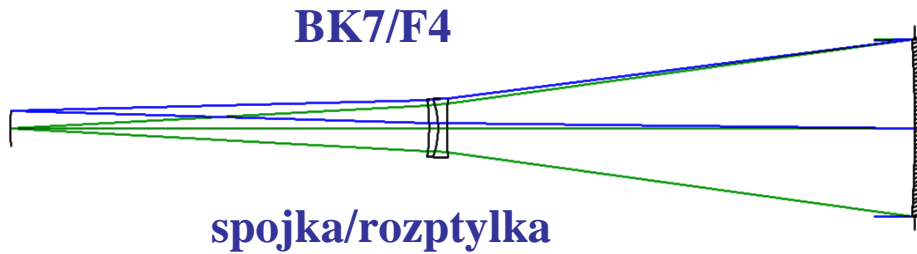


SPOT SIZE & FOCUS SHIFT: UNITS = mm  
WAVELENGTHS ( $\mu\text{m}$ )  
WV1: 0.588 WV2: 0.486 WV3: 0.656

200mm Jones Corrector f/10  
SPOT DIAGRAM ANALYSIS

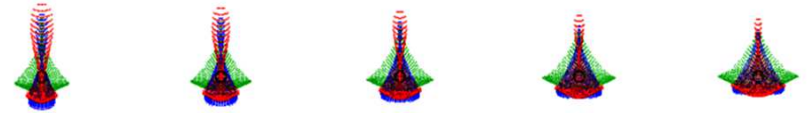
OSLO  
02 XII 11  
09:18 AM

# Brixner korektor $D = 200\text{mm}, f/10$



křivost pole  $R_f = 400\text{mm}$

FULL FIELD  
0.573deg



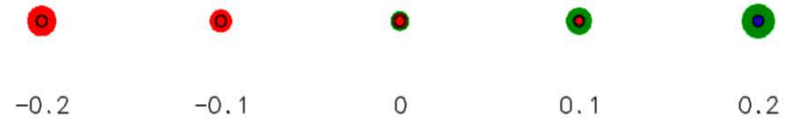
0.7 FIELD  
0.401deg



lepší

ON-AX  
0deg

0.2 mm

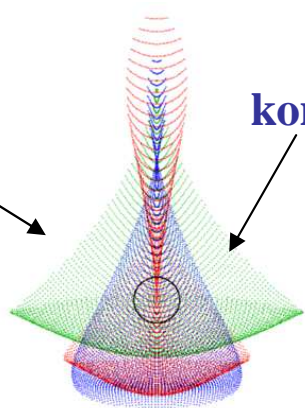


FOCUS SHIFT

Airyho disk

koma

barevná vada

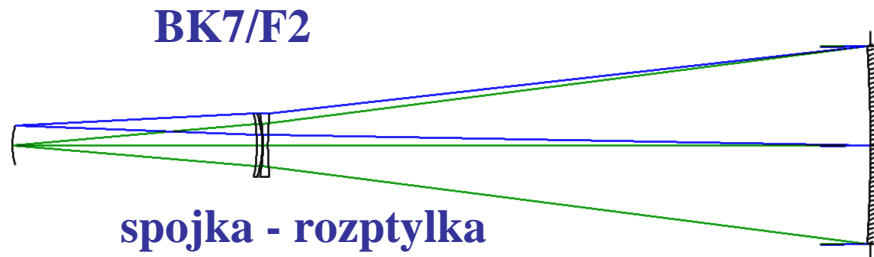


SPOT SIZE & FOCUS SHIFT: UNITS = mm  
WAVELENGTHS ( $\mu\text{m}$ )  
W1: 0.588 W2: 0.486 W3: 0.656

200mm Brixner f/10  
SPOT DIAGRAM ANALYSIS

OSLO  
02 XII 11  
09:33 AM

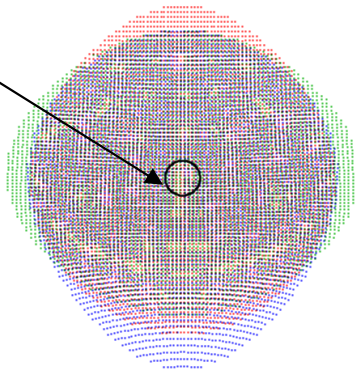
# Jones-Bird korektor $D = 200\text{mm}, f/6$



křivost pole  $R_f = 72\text{mm}$

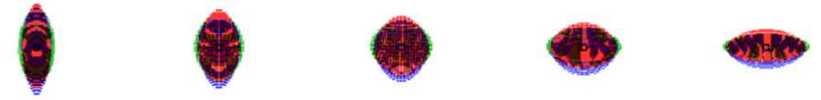
Airyho disk

korekce barevné vady



Pro úhly menší než  $0.3^\circ$  O.K.

FULL FIELD  
0.5deg



0.7 FIELD  
0.35deg



astigmatismus

ON-AX  
0deg

0.02 mm

-0.2      -0.1      0      0.1      0.2

FOCUS SHIFT

SPOT SIZE & FOCUS SHIFT: UNITS = mm  
WAVELENGTHS ( $\mu\text{m}$ )  
W1: 0.588 W2: 0.486 W3: 0.656

200mm Jones-Bird f/6  
SPOT DIAGRAM ANALYSIS

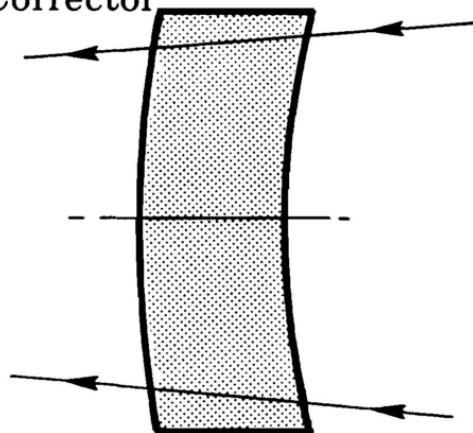
OSLO  
02 XII 11  
09:54 AM

# Fokální korektory

## korektory aberací v blízkosti ohniskové roviny

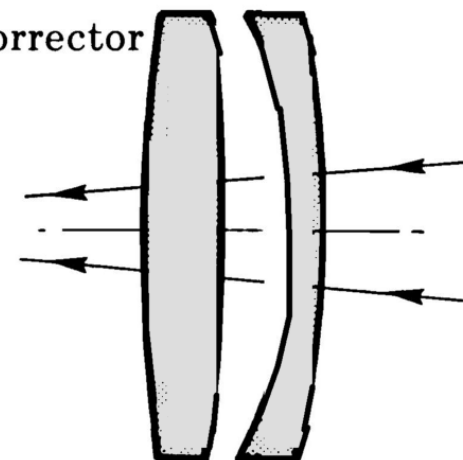
Komu **parabolického** primárního zrcadla lze **do jisté míry** korigovat také sub-aperturními korektory, které leží ve sbíhavém svazku za primárním zrcadlem nedaleko ohniskové roviny. Korektory nemají samy o sobě žádnou lámavost

Meniscus Corrector



málo účinné

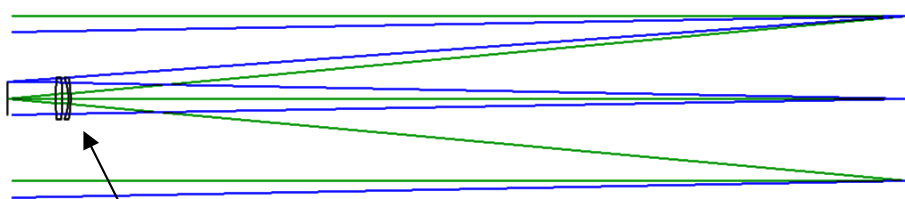
Ross Corrector



# Newton + Ross D = 200mm, f/6

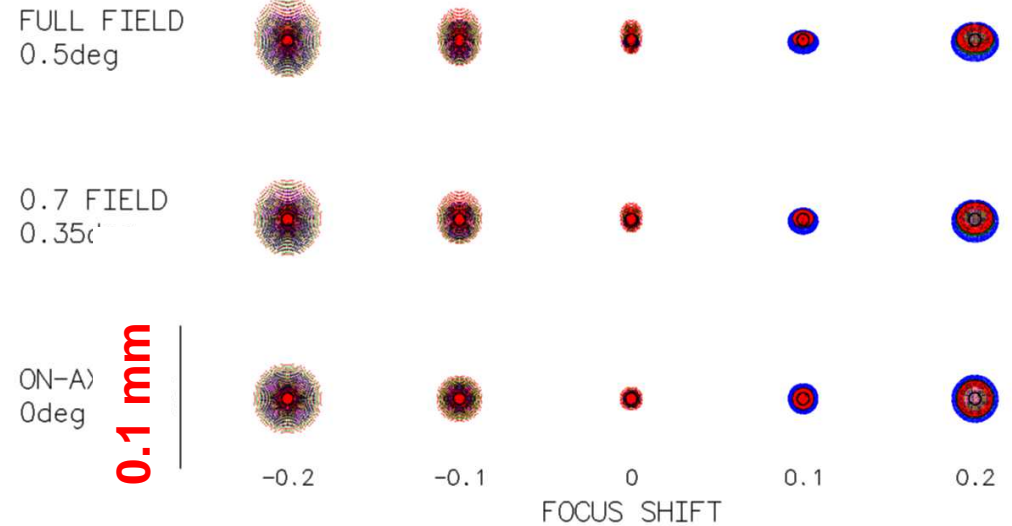
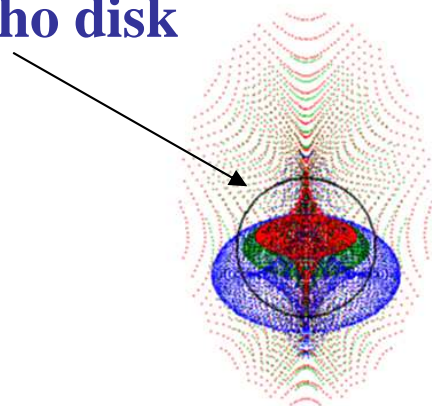
BK7/BK7

spojka - rozptylka



Lámavost  $K = 0$

Airyho disk



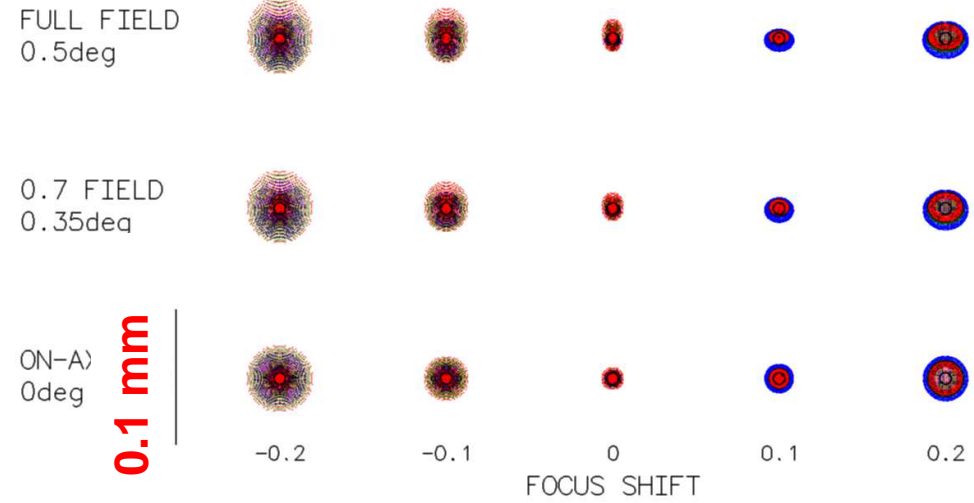
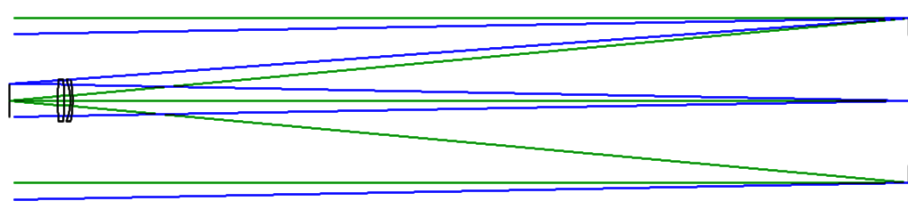
0.1 mm

SPOT SIZE & FOCUS SHIFT: UNITS = mm  
WAVELENGTHS ( $\mu\text{m}$ )  
WV1: 0.588 WV2: 0.486 WV3: 0.656

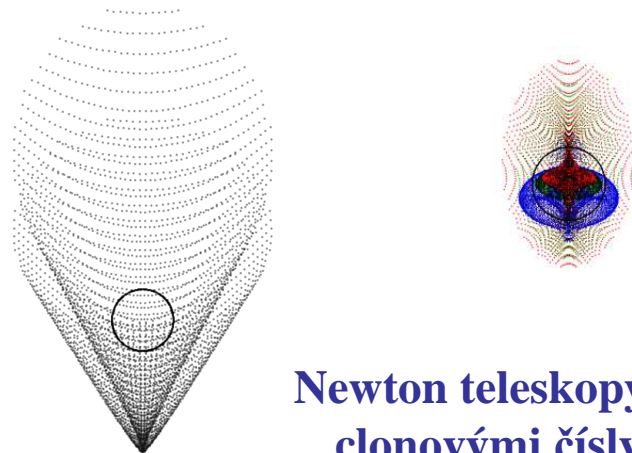
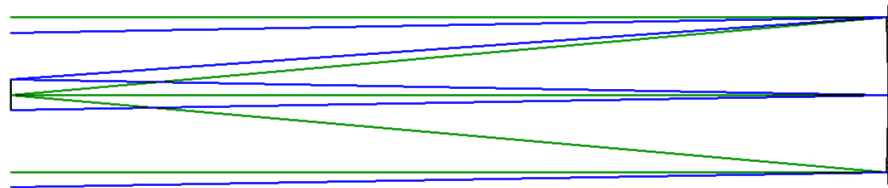
200mm f/6 Newtonian with Ross  
SPOT DIAGRAM ANALYSIS

OSLO  
02 XII 11  
10:29 AM

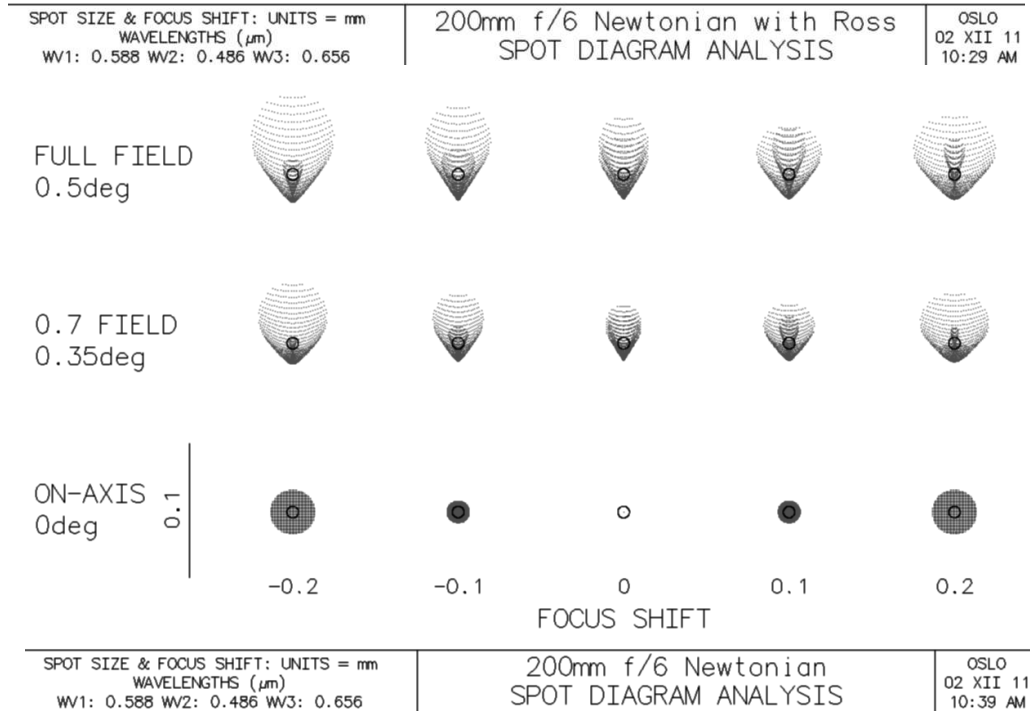
# Newton + Ross D = 200mm, f/6



# Newton D = 200mm, f/6



Newton teleskopy s menšími  
clonovými čísly jsou bez  
korektorů komy neúčelné





## **Příslušenství - doplňky**

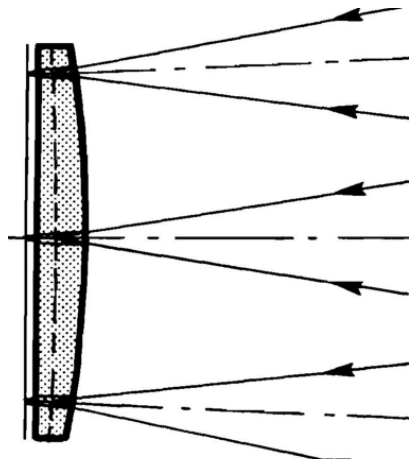
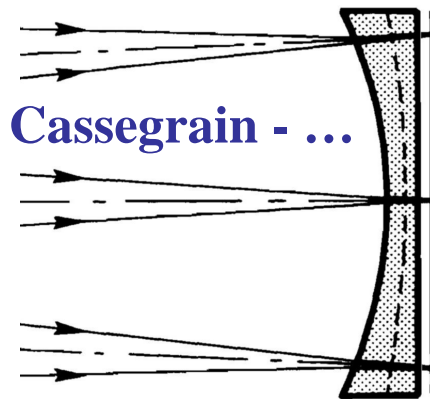
**Field corrector - Flattener – „rovnač“ pole**

**Extender – „prodlužovač“ ohniskové vzdálenosti**

**Reducer – reduktor - „zkracovač“ ohniskové vzdálenosti**

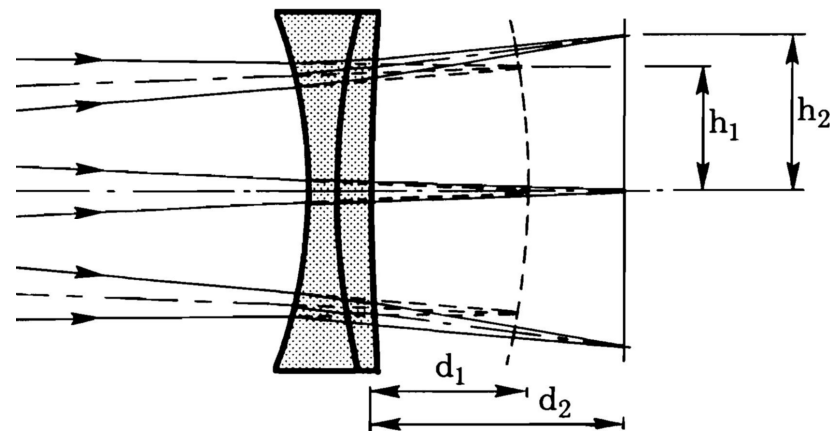
# Field corrector - Flattener – „rovnač“ pole

Jedna čočka blízko  
obrazové roviny



Schmidt - ...

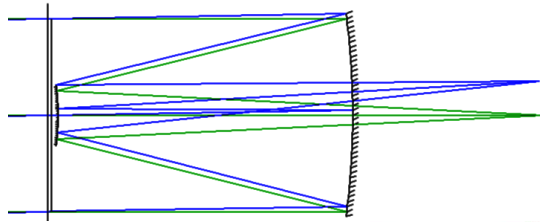
Dublet „vzdálený“  
od obrazové roviny



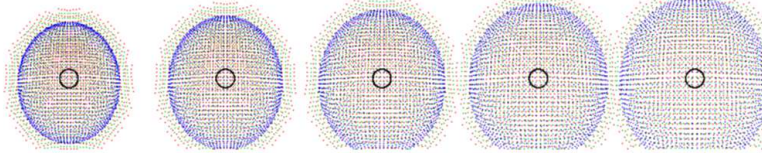
Optické členy které korigují  
křivost obrazové plochy

# Schmidt-Cassegrain D = 200mm, f/10

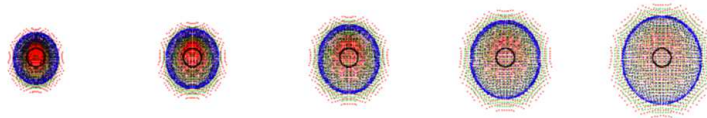
největší křivost z dříve uvedených příkladů



FULL FIELD  
0.565deg

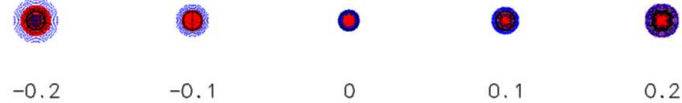


0.7 FIELD  
0.391



ON-A:  
0deg

0.1 mm



FOCUS SHIFT

FULL FIELD  
0.565deg



0.7 FIELD  
0.396deg



ON-A:  
0deg

0.1 mm



FOCUS SHIFT

SPOT SIZE & FOCUS SHIFT: UNITS = mm  
WAVELENGTHS (μm)  
W1: 0.588 W2: 0.486 W3: 0.656

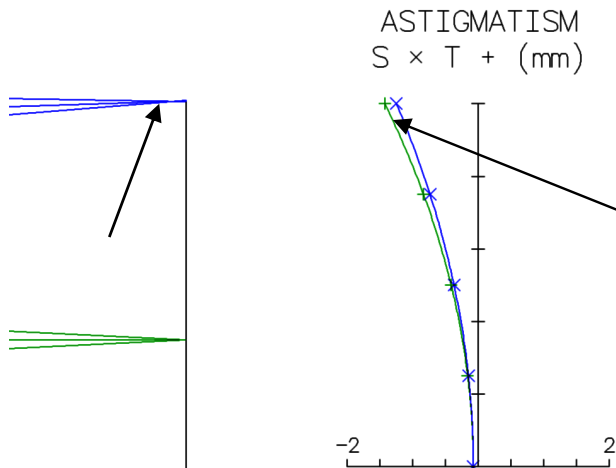
200mm Schmidt Cassegrain f/10  
SPOT DIAGRAM ANALYSIS

OSLO  
01 XII 11  
01:10 PM

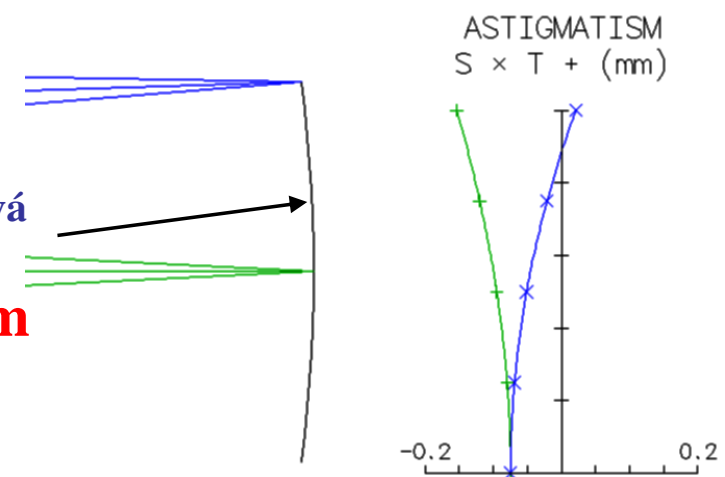
SPOT SIZE & FOCUS SHIFT: UNITS = mm  
WAVELENGTHS (μm)  
W1: 0.588 W2: 0.486 W3: 0.656

200mm Schmidt Cassegrain f/10  
SPOT DIAGRAM ANALYSIS

OSLO  
01 XII 11  
01:17 PM

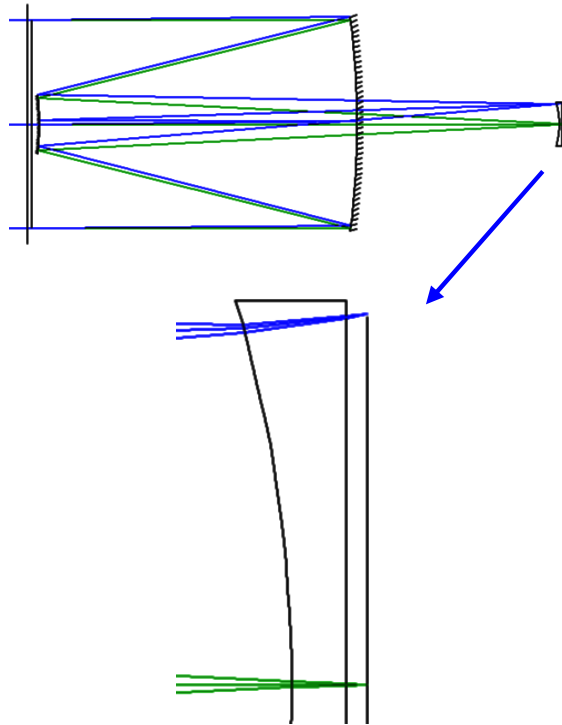


Optimální obrazová  
plocha  
 $R_f = 157.6 \text{ mm}$



# Schmidt-Cassegrain D = 200mm, f/10

Flattener – „rovnač“ pole – jedna čočka

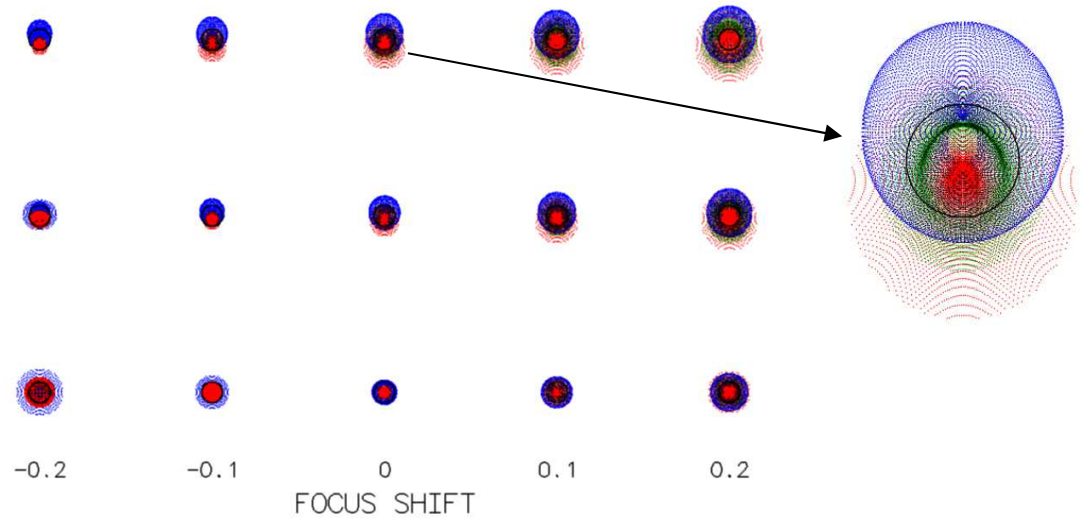


FULL FIELD  
0.554deg

0.7 FIELD  
0.388deg

ON-AXIS  
0deg

0.1 mm

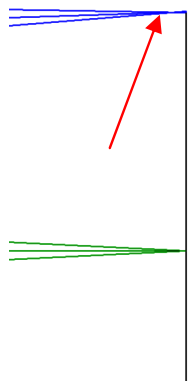


SPOT SIZE & FOCUS SHIFT: UNITS = mm  
WAVELENGTHS (μm)  
WV1: 0.588 WV2: 0.486 WV3: 0.656

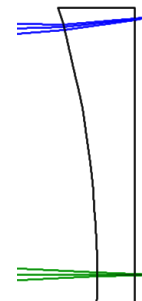
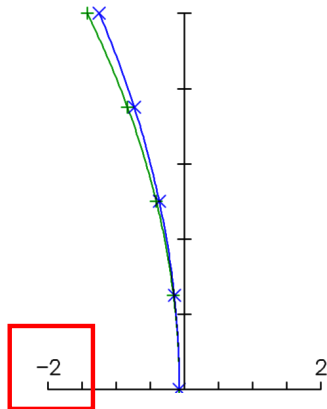
200mm Schmidt Cass f/10 Flat  
SPOT DIAGRAM ANALYSIS

OSLO  
01 XII 11  
01:27 PM

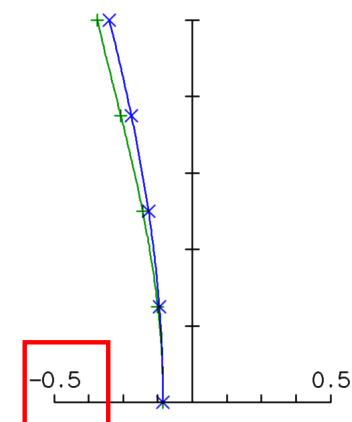
S-C bez rovnače



ASTIGMATISM  
S × T + (mm)



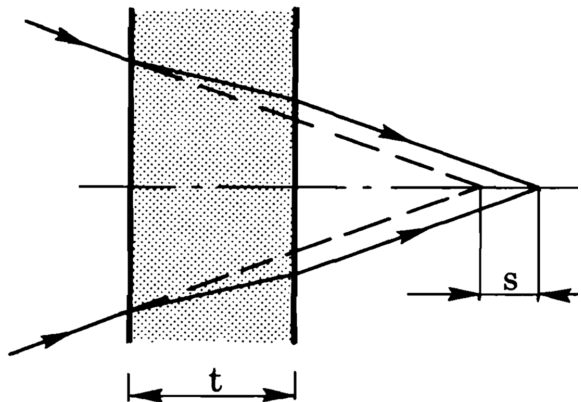
ASTIGMATISM  
S × T + (mm)



# Flattener – „rovnač“ pole – jedna čočka

## princip

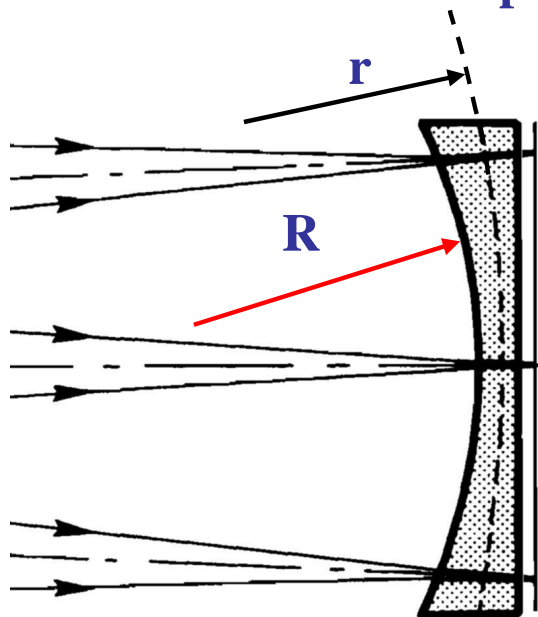
planparalelní deska



Při průchodu planparalelní deskou se obraz posouvá o vzdálenost:

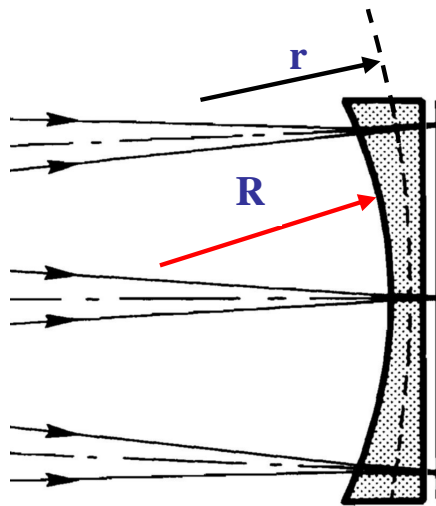
$$s = t \frac{n - 1}{n}$$

Rozptylná čočka = řada nad sebou uspořádaných planparalelních desek s různou tloušťkou  $t$ :



Pro poloměr křivosti korekční čočky musí platit :

$$R = r \frac{n - 1}{n}$$

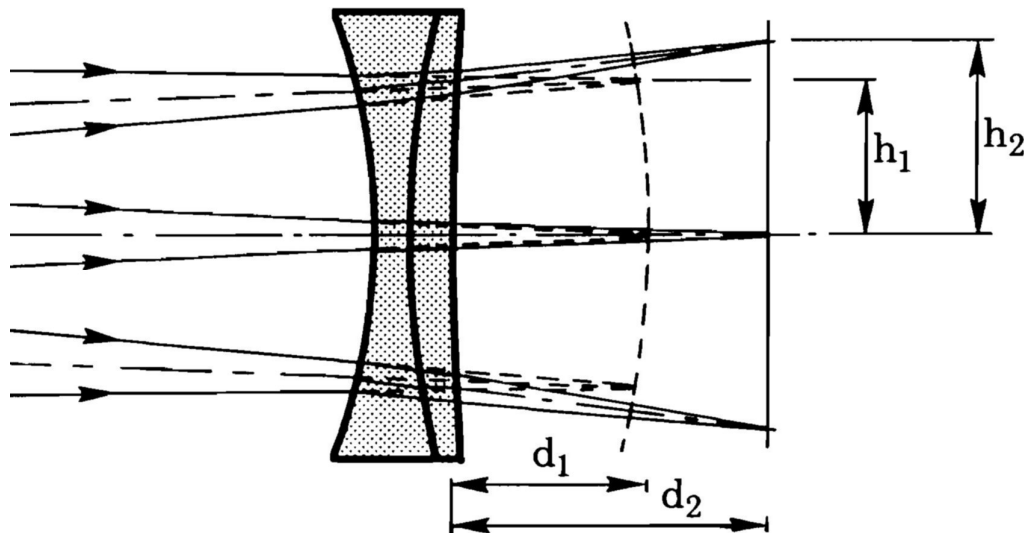


### Nevýhody :

- korekční čočka leží blízko obrazové roviny, její nečistoty a defekty budou vidět v obraze,
- ze stejného důvodu je obtížná montáž a zaostřování,
- vznikají problémy s tzv. „duchy“ jako důsledek vnitřních odrazů.



### Distant Flattener – „rovnač“ pole – **dvě čočky**



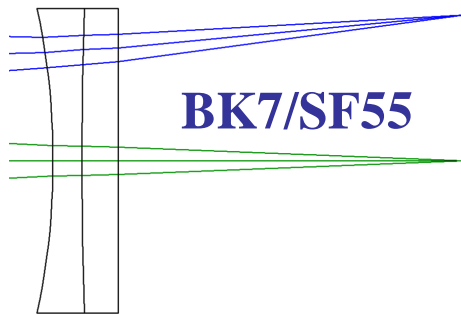
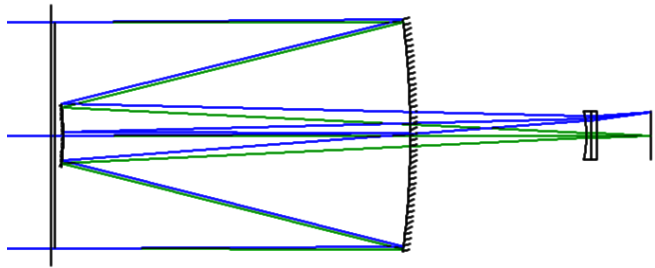
- rozptylný dublet je umístěný v určité vzdálenosti od obrazové roviny
- dublet - kvůli minimalizaci barevné vady

Nevýhoda : není univerzální, ale musí být navržen pro konkrétní teleskop

- mění ohniskovou vzdálenost (zvětší)

# Schmidt-Cassegrain D = 200mm, f/10

Flattener – „rovnač“ pole – „vzdálený“ dublet

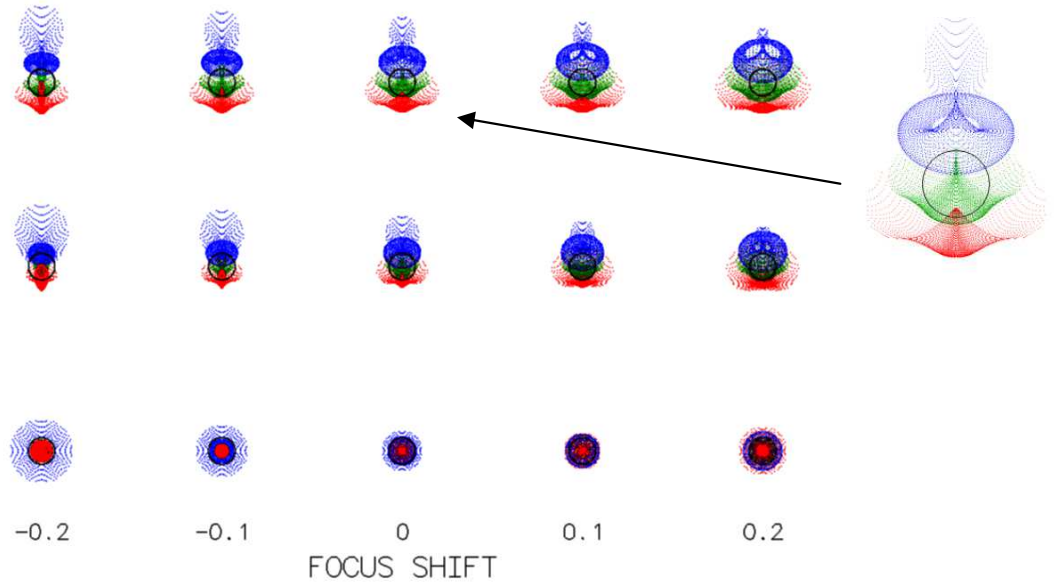


FULL FIELD  
0.454deg

0.7 FIELD  
0.318den

ON-AX  
0deg

0.1 mm



FOCUS SHIFT

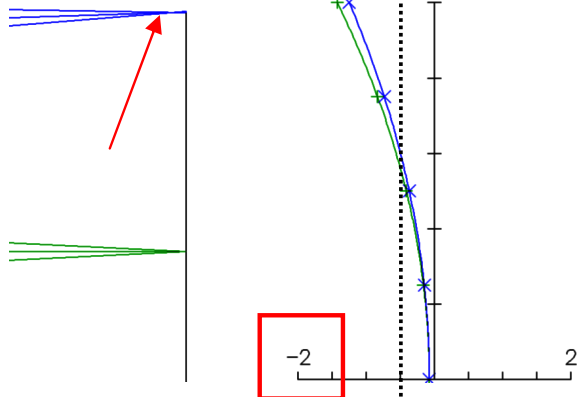
SPOT SIZE & FOCUS SHIFT: UNITS = mm  
WAVELENGTHS (μm)  
WV1: 0.588 WV2: 0.486 WV3: 0.656

200mm Schmidt Cass f/10 Dst Flat  
SF

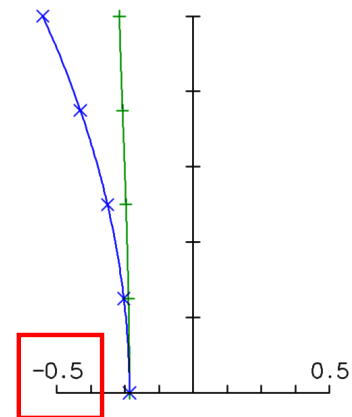
OSLO  
02 XII 11  
11:40 AM

S-C bez rovnače

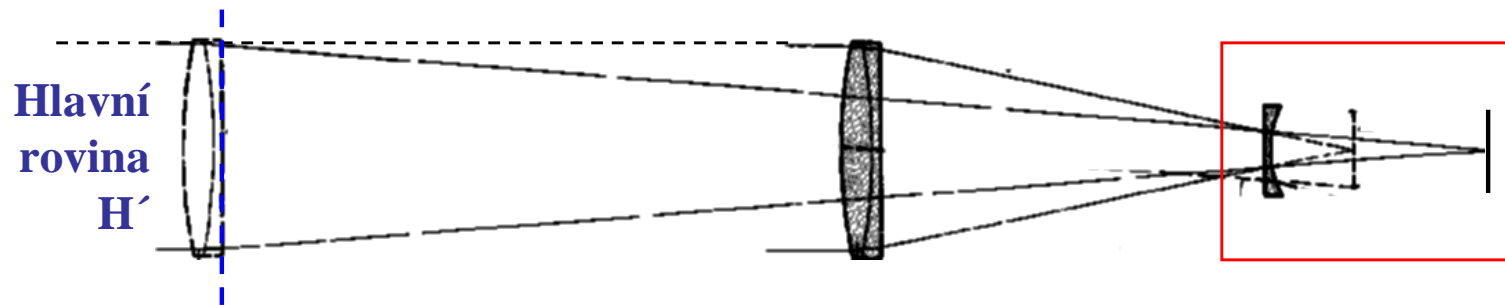
ASTIGMATISM  
S × T + (mm)



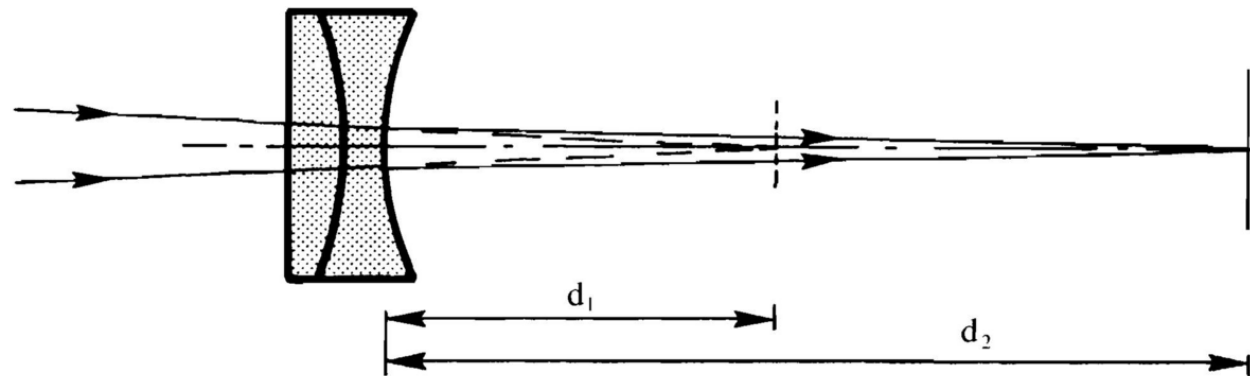
ASTIGMATISM  
S × T + (mm)



# Extender – „prodlužovač“ ohniskové vzdálenosti



$$m_B = \frac{f'_C}{f'_O}$$



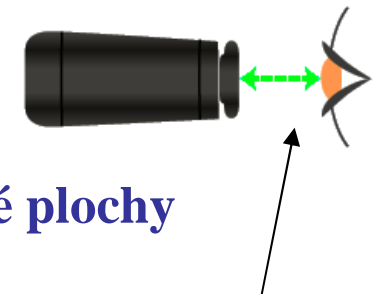
$$f'_C = \frac{f'_O f'_B}{f'_B - d_1}$$

$$d_2 = m_B d_1$$

Rozptylný optický člen který prodlouží hodnotu ohniskové vzdálenosti zpravidla  $m_B = 1.5x - 3x$ , ale délku teleskopu výrazně ne.

Stavba – rozptylný optický člen ... částečná korekce křivosti obrazové plochy

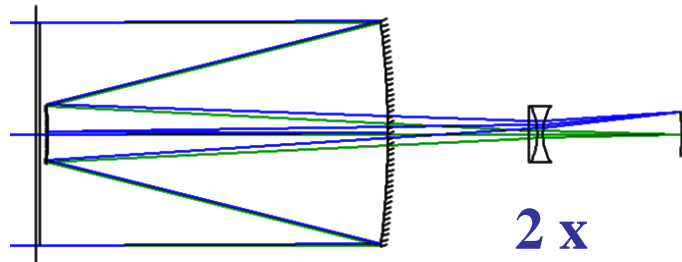
Pro stejný okulár se získá větší zvětšení, pro velká zvětšení je pak snadnější pozorování (krátco-ohniskový okulár má krátký oční reliéf).





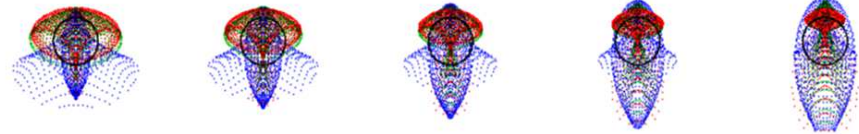
# Schmidt-Cassegrain + Barlow D = 200mm, f/20

F3/BK7

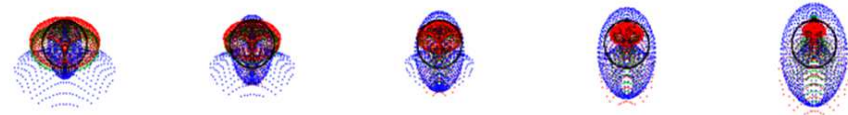


křivost pole  $R_f = 175\text{mm}$

FULL FIELD  
0.25deg

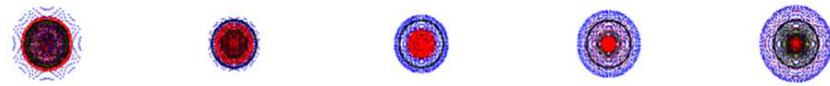


0.7 FIELD  
0.175deg



ON-AX  
0deg

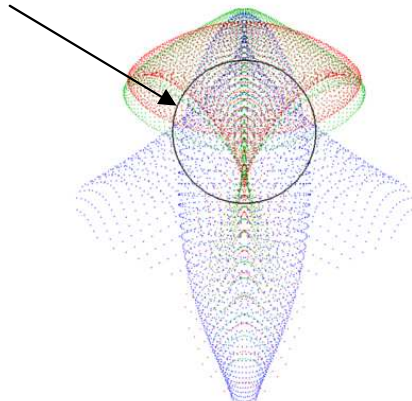
0.1 mm



-0.5      -0.25      0      0.25      0.5

FOCUS SHIFT

Airyho disk



korekce  
barevné  
vady

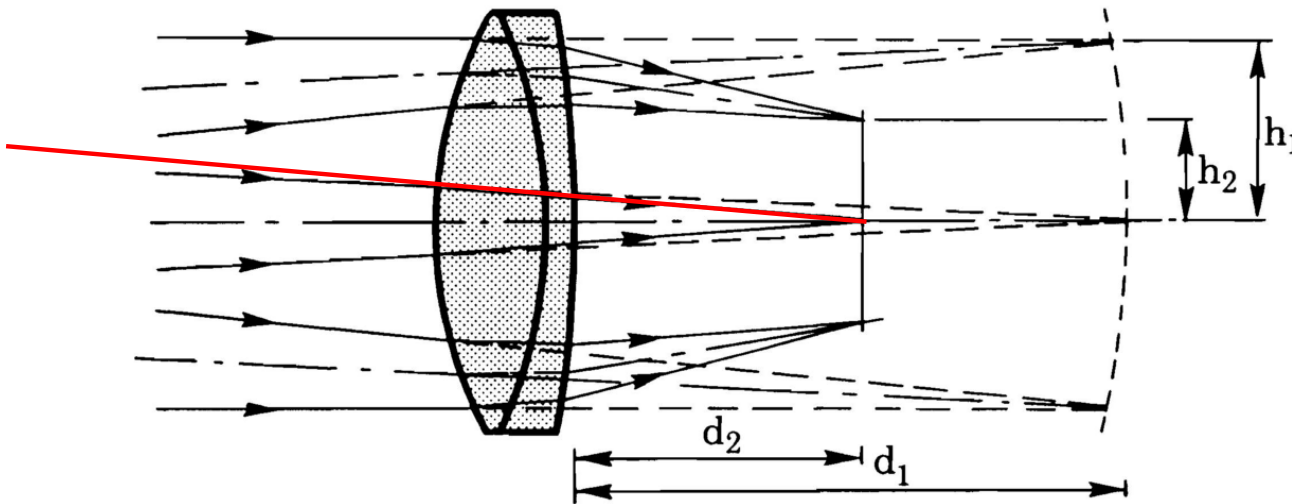
SPOT SIZE & FOCUS SHIFT: UNITS = mm  
WAVELENGTHS ( $\mu\text{m}$ )  
WV1: 0.588 WV2: 0.486 WV3: 0.656

200mm Schmidt Cass extender f/20  
SPOT DIAGRAM ANALYSIS

OSLO  
02 XII 11  
11:21 AM

# Reducer – „zkracovač“ ohniskové vzdálenosti

Inverzní funkce k „prodlužovači“



$$m_R = \frac{f'_C}{f'_O}$$

$$f'_C = \frac{f'_O f'_R}{f'_R + d_1}$$

$$d_2 = m_R d_1$$

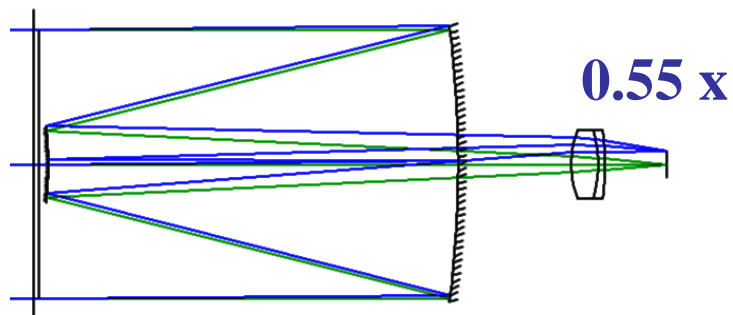
Spojný optický člen který zkrátí hodnotu ohniskové vzdálenosti zpravidla okolo  $m_R = 0.5x$ , ale délku teleskopu výrazně ne. Zmenší clonové číslo, zvětší zorné pole.

Stavba – spojný optický člen vede principiálně ke zhoršení křivosti obrazové plochy (nutnost tzv. překorekce astigmatismu ).

Využívá se při astrofotografii díky zvětšení zorného pole, zkrácena expozice díky zmenšení clonového čísla.

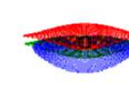
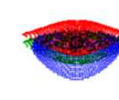
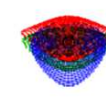
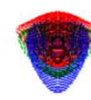
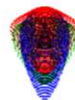
# Schmidt-Cassegrain + Reducer D = 200mm, f/5.5

BK7/SF55



křivost pole  $R_f = \dots$  rovinné

FULL FIELD  
0.5deg



0.7 FIELD  
0.35deg



ON-AX  
0deg

0.1 mm



FOCUS SHIFT

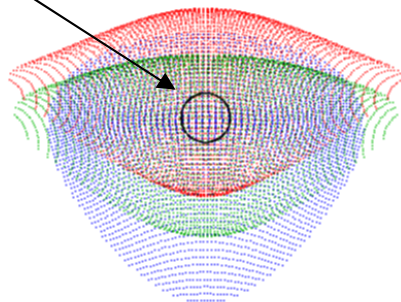
SPOT SIZE & FOCUS SHIFT: UNITS = mm  
WAVELENGTHS ( $\mu\text{m}$ )  
WV1: 0.588 WV2: 0.486 WV3: 0.656

200mm Schmidt Cass reduce f/5.5  
SPOT DIAGRAM ANALYSIS

OSLO  
02 XII 11  
01:33 PM

Airyho disk

korekce  
barevné  
vady



# Refraktory - příslušenství

Příklady příslušenství byly uvedeny pro případ kata-dioptického teleskopu typu Schmidt –Cassegrain, ale podobné příslušenství se samozřejmě používá také v případě zrcadlových a čistě čočkových teleskopů.



především při malých  
clonových číslech

Schéma Achromatického refraktoru s „rovnačem,, obrazového pole

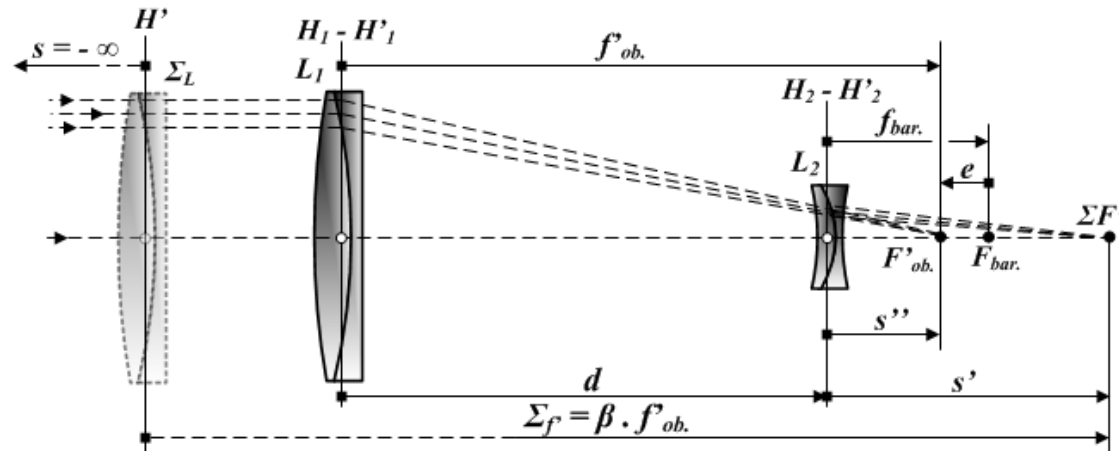


Schéma Achromatického refraktoru s barlow čočkou  $\beta = 3x$

**Uvedené příklady příslušenství ukazují základní principy jejich funkce v teleskopech.**

**Byly zvoleny příklady jednodušších konstrukcí. Neznamená to, že uvedené příklady jsou jediné možné. Existuje samozřejmě velké množství konstrukčních řešení podobně jako konstrukčních řešení vlastních teleskopů.**

**Konkrétní příslušenství bývá navrženo ke konkrétnímu teleskopu nelze proto předpokládat jeho univerzální použití.**

**Kurz PA je pouze úvodem do základních konstrukcí astro-teleskopů.**

**Optických systémů teleskopů, jejich příslušenství a okulárů existuje velké množství, v PA uvedené příklady jsou jen jejich malou částí a i k tomuto základním výběru by odborník mohl mít výhrady ve smyslu vynechání některých základních staveb.**

**PA nelze pokládat za kurz přednášek zcela vyčerpávající danou problematiku.**

**Palatka - PA - KONEC**