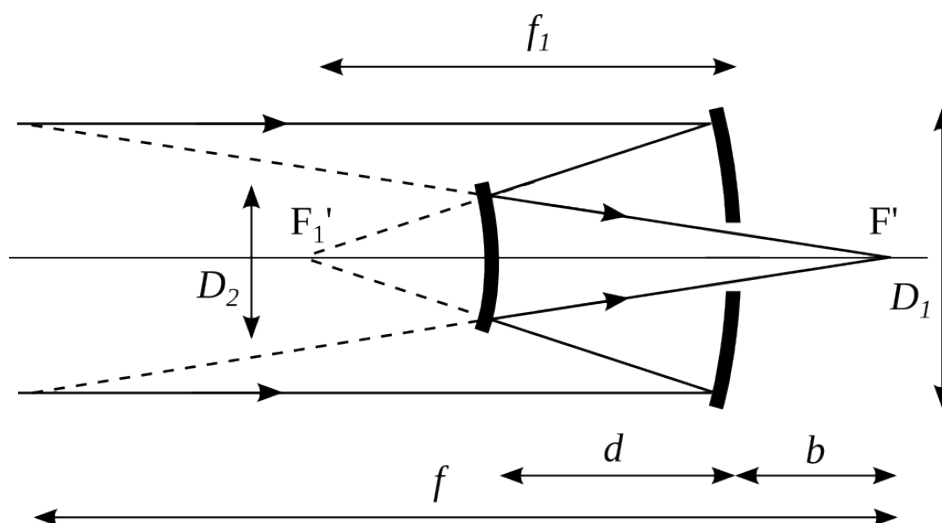


OPT/AO

L05

Dvouzrcadlové teleskopy

Cassegrain – optické uspořádání



zvětšení sekundárního zrcadla m

$$f = mf_1, \quad m = \frac{b+d}{f_1-d}$$

ohnisková vzdálenost

$$f = \frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2 - d}$$

velikost sekundárního zrcadla

$$D_2 > D_1 \frac{d+b}{f}$$

alternativní zadání pomocí f_1, m, b

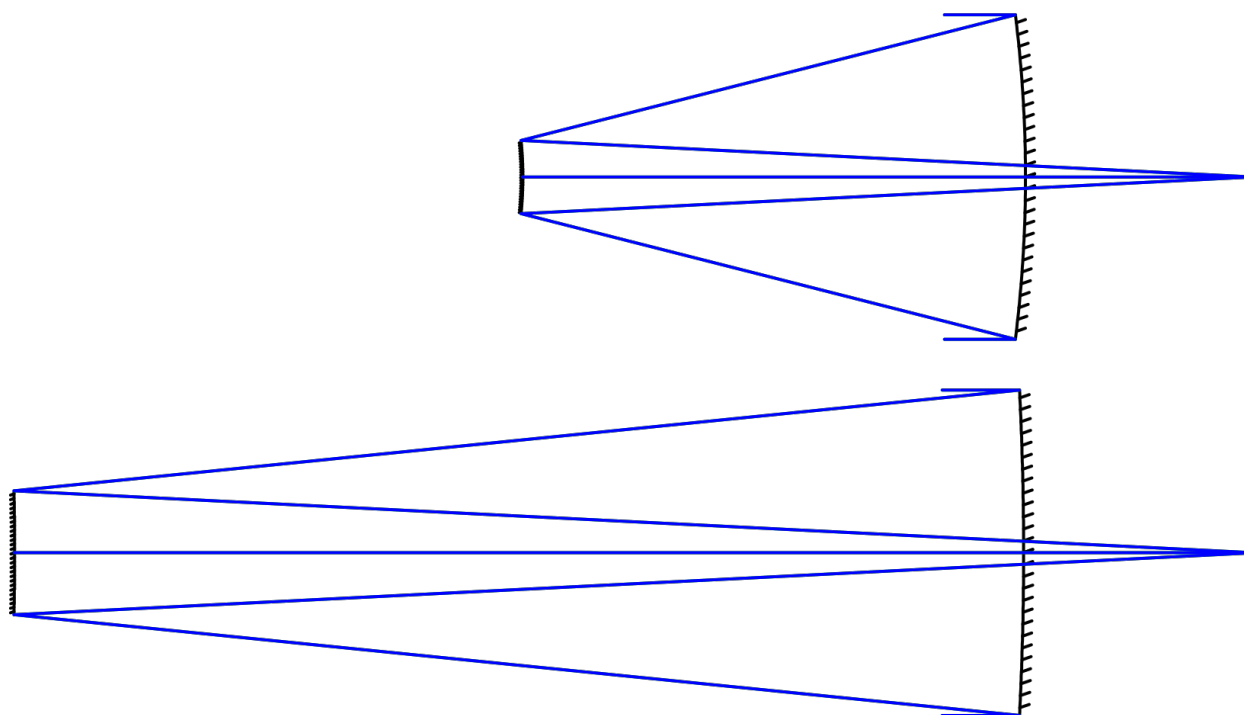
$$d = \frac{mf_1 - b}{m+1}, \quad f_2 = \frac{m}{1-m^2}(f_1 + b)$$

stavební délka je typicky mnohem menší než f

dva Cassegrainy $D = 200\text{ mm}$, $f/10$

R_1	-800	-2000
D_1	200	200
R_2	-225	-1520
D_2	> 45	> 76
m	5	2
d	310	620
b	140	140
R_f	-157	-3167

údaje v mm, poloměr křivosti pole R_f nezapočítává astigmatismus



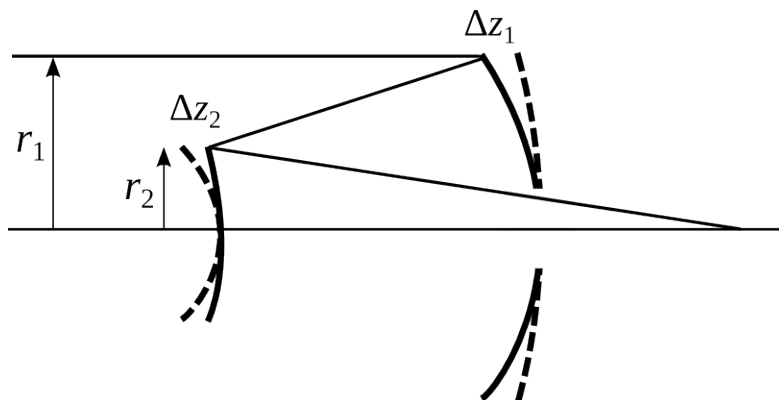
osové aberace – typy Cassegrainů

- zvolím asféricitu jednoho zrcadla, druhou dopočítám
- požaduji vymizení sférické aberace

klasický Cassegrain

$$K_1 = -1, \quad K_2 = -\left(\frac{m+1}{m-1}\right)^2$$

tvarování zrcadel



$$\Delta z_1 = \Delta z_2 \Rightarrow K_1 + 1 = \alpha \left[K_2 + \left(\frac{m+1}{m-1}\right)^2 \right], \quad 0 < \alpha < 1$$

Ritchey – Chrétien

$$K_1 < -1, \quad K_2 < -1 \quad \text{aplanát (např. HST)}$$

Dall – Kirkham

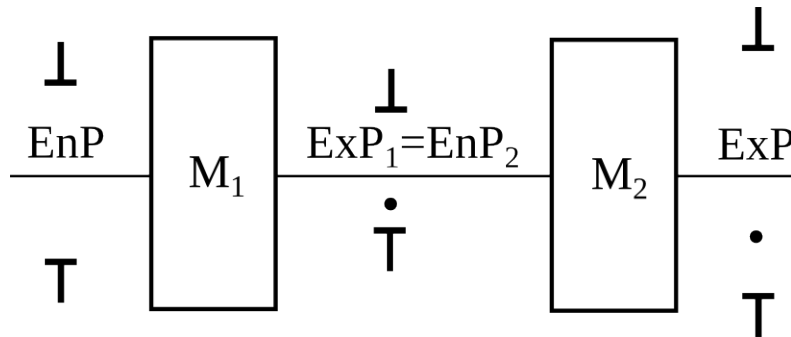
$$-1 < K_1 < 0, \quad K_2 = 0$$

Pressmann – Camichel

$$K_1 = 0, \quad K_2 > 0 \quad \text{výhodné pro segmentovaná zrcadla}$$

mimoosové aberace

aberace složeného systému



- vlnová aberace je definována ve výstupní pupile systému
- sčítáme vlnové aberace pro stejné relativní polohy ve výstupních pupilách (tečky na obr.)
- alternativně sčítáme maximální hodnoty aberace

např. příspěvek komy od j -tého povrchu

$$a_{cj} h_j x_j r_j^2 = A_{cj} \rho_j^3 \cos \theta_j$$

$\rho = r_j / r_j^0$ – normalizovaná radiální pupilová souřadice

A_{cj} – maximální aberace (peak aberration)

koma systému

$$A_c = \sum_j A_{cj}$$

vliv polohy výstupní pupily

- plocha, na níž je clona, má mimoosové aberace nezávislé na asféricitě
- toto neplatí v obecném případě

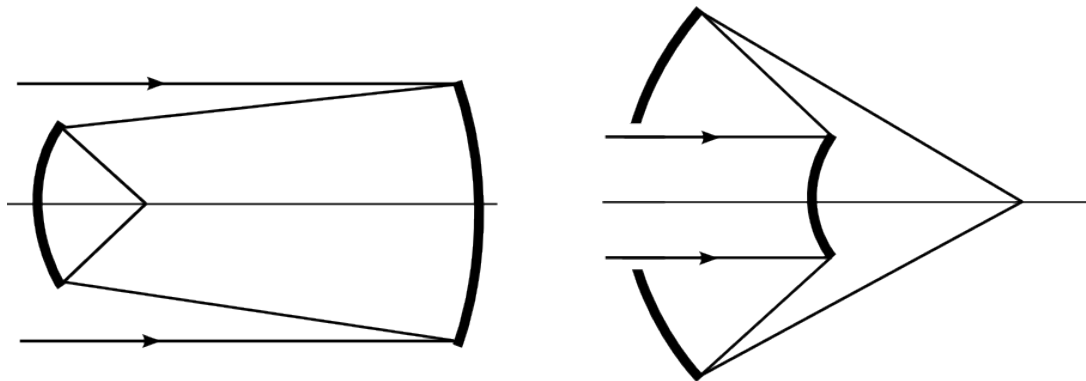
Cassegrain s clonou na primárním zrcadle

$$A_s = A_s(K_1, K_2, m, \dots)$$

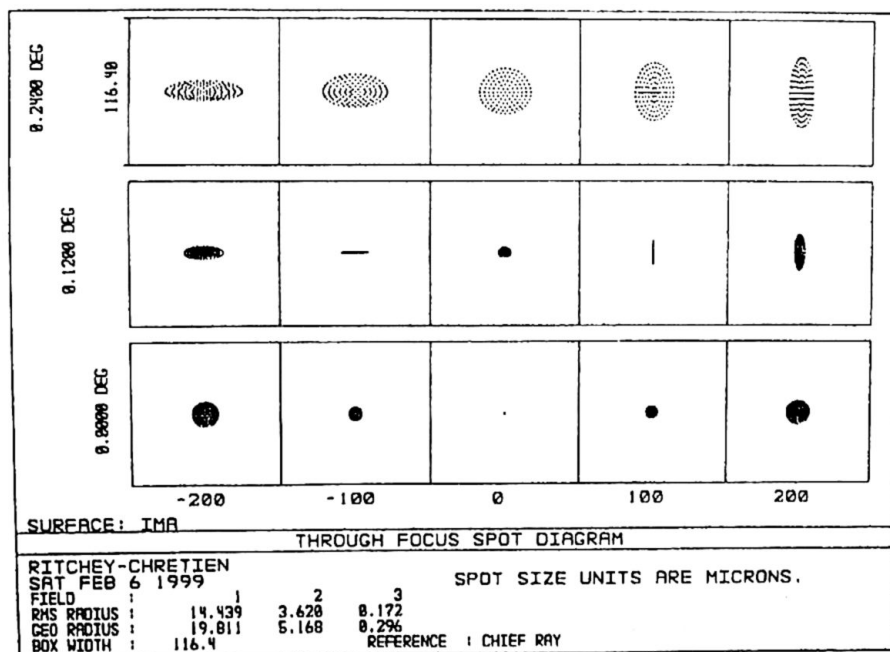
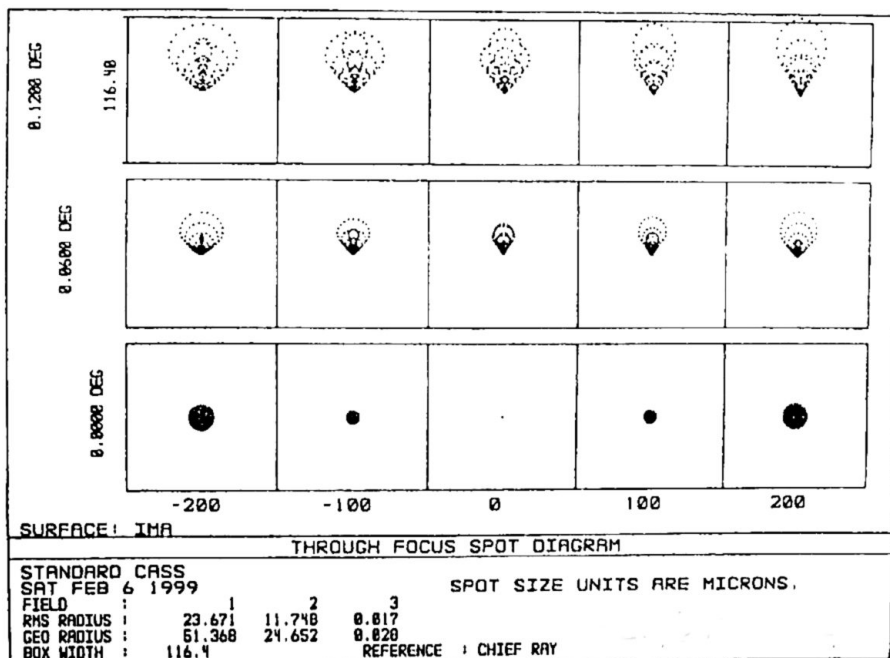
$$A_c = A_c(K_2, m, \dots)$$

$$A_a = A_a(K_2, m, \dots)$$

- $A_s = 0$ všechny typy
 - klasický Cassegrain má mimoosové aberace srovnatelné s jednozrcadlovým teleskopem
- $A_s = 0$ & $A_c = 0$ aplanát (R-C)
 - fixuje $K_1, K_2 < -1$
 - žádná koma, oproti klasickému Cassegrainu větší astigmatismus a zklenutí pole
 - větší zorné pole
 - symetrické geometrické aberace (PSF)
 - bez korektoru nelze použít v primárním ohnisku
 - preferovaný pro profesionální astronomii (HST, Keck)
- $A_s = 0$ & $A_a = 0$ anastigmát
- $A_s = 0$ & $A_c = 0$ & $A_a = 0$ anastigmatický aplanát
 - fixuje další parametry, nevede k praktickým návrhům

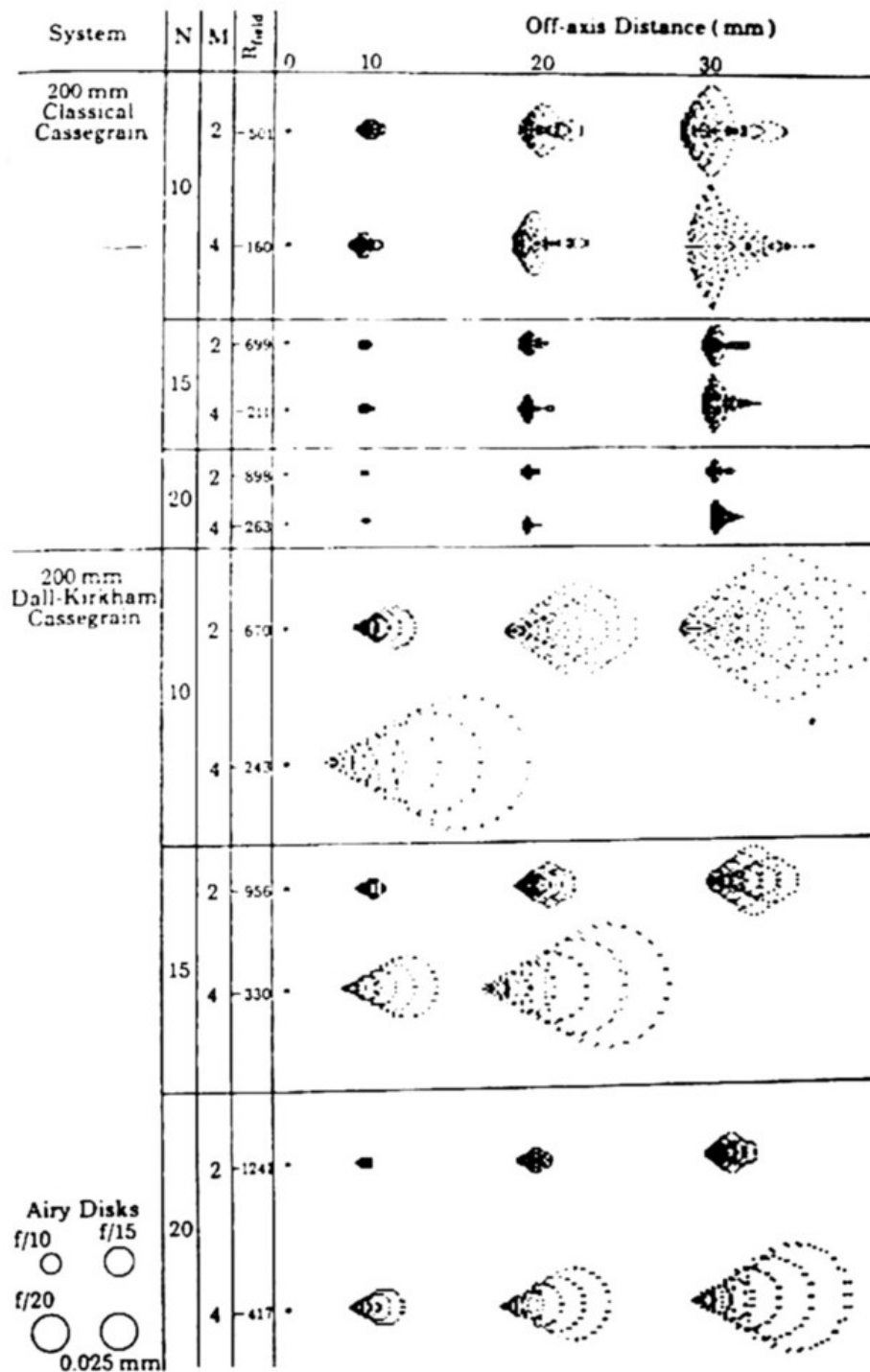


- klasický Cassegrain vs aplanatický Cassegrain $D = 1,2m, f/10$



R-C má přibližně 2x větší zorné pole

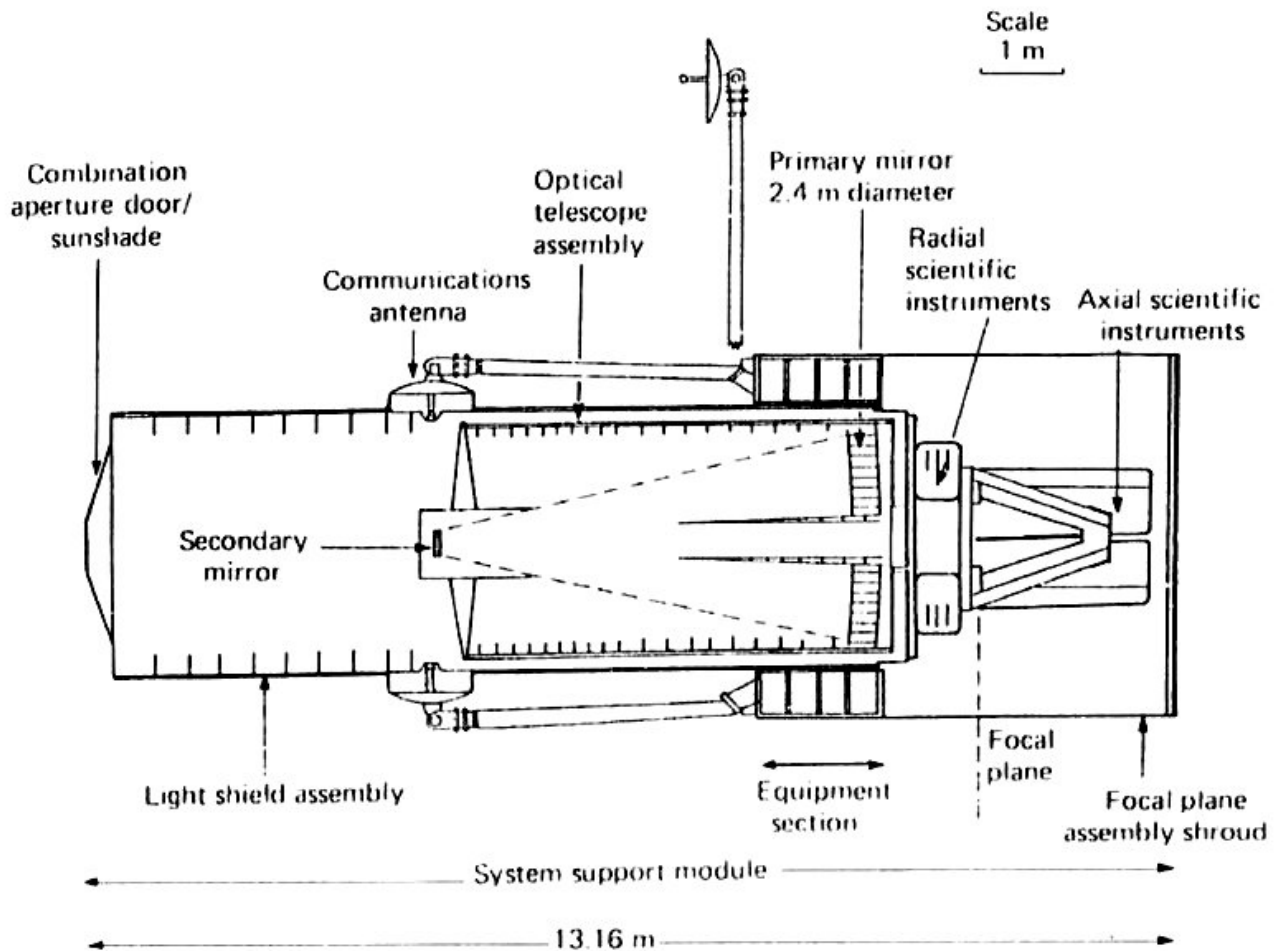
- klasický Cassegrain vs Dall-Kirkham



Cassegrainy s jedním sférickým zrcadlem mají příliš velké aberace

příklad R-C

Hubble Space Telescope



$D_1 = 2400 \text{ mm}$, $R_1 = -11040 \text{ mm}$ ($f/2,3$), $K_1 = -1,0023$, $d = 4906,1 \text{ mm}$

$D_2 = 300 \text{ mm}$, $R_2 = -1358 \text{ mm}$, $K_2 = -1,496$

system $f = 57,6 \text{ m}$ ($f/24$)

chybně vyrobené primární zrcadlo $K = -1,014 \rightarrow$ sférická aberace