

Hypermetropie



Klinický původ hypermetropie

jednoduchá hypermetropie

- osová (axiální)
- systémová (refrakční):
 - indexová
 - rádiusová

$$d_{\text{HoS}} < f', \varphi'_{\text{o,min}} < D_{\text{HoS}}$$

- $d_{\text{o}} < 24 \text{ mm}$
- $\varphi'_{\text{o,min}} < 58,64 \text{ D}$
 - nižší indexy lomu prostředí
 - vyšší poloměry křivosti ploch

tranzitivní hypermetropie

přechodná dalekozrakost (vlivem léků)

patologická hypermetropie

onemocnění, úraz (subluxace čočky, nádory živnatky, defekty měnící polohu sítnice, afakie)

senilní hypermetropie

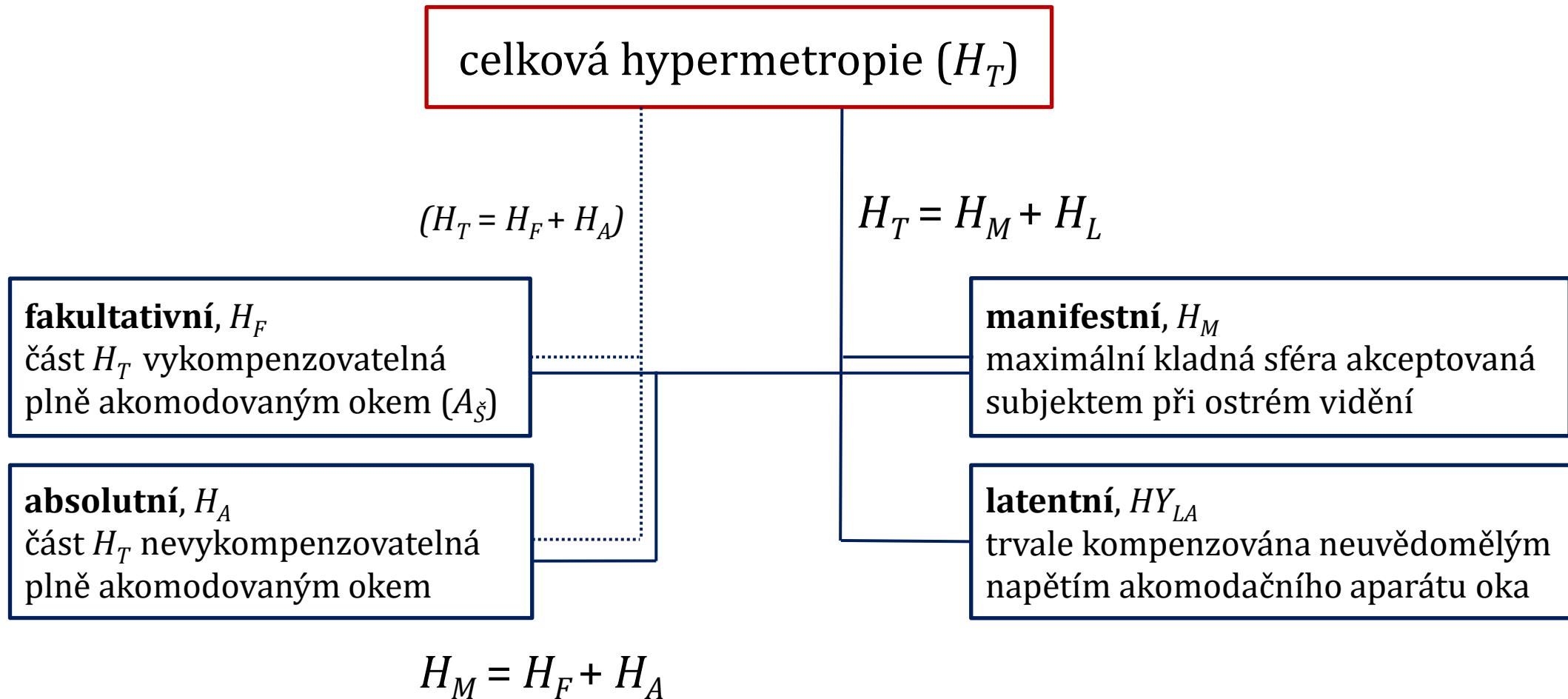
postupující s věkem: zmenšená zakřivení ploch, snížení indexu lomu jádra čočky, postupná manifestace latentní formy při snižování akomodační šíře

Stupeň hypermetropie

nízká (lehká)	$0 < A_R \leq +2 \text{ D}$	tj. $0 < A_R \leq 2 \text{ D}$
střední	$+2 \text{ D} < A_R \leq +5 \text{ D}$	tj. $2 \text{ D} < A_R \leq 5 \text{ D}$
vysoká	$+5 \text{ D} < A_R$	tj. $5 \text{ D} < A_R $

(rozdělení podle American Optometric Association)

Další rozdělení hypermetropie

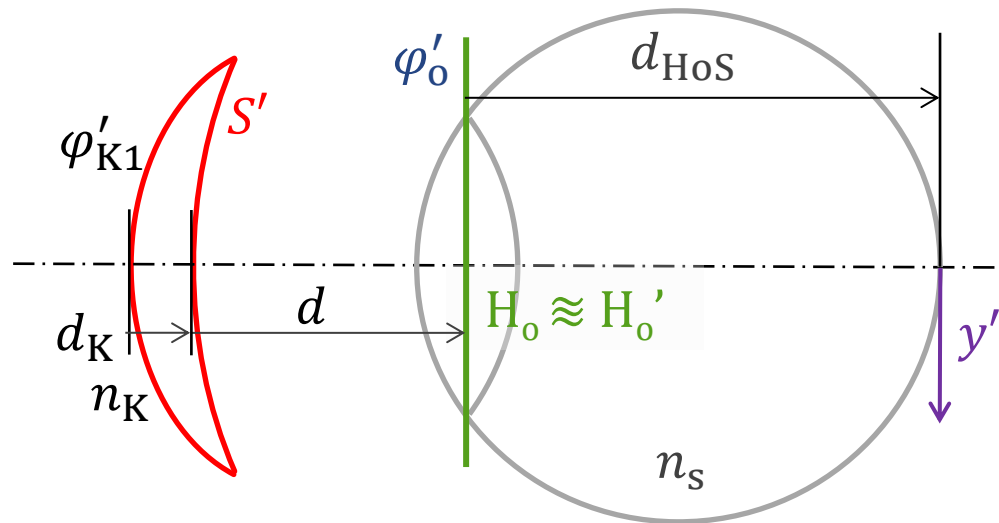


Velikost obrazu na sítnici hypermetropického oka

$$y' = \frac{1}{(1 - dS')} \frac{1}{(1 - \bar{d}_K \varphi'_{K1})} \frac{d_{HoS}}{n_s} \operatorname{tg} \alpha = F_P \times F_F \times y'_u \approx \frac{1}{(1 - dS')} \frac{d_{HoS}}{n_s} \operatorname{tg} \alpha$$

zvětšení M_K bez
korekční čočky

aproximace tenké
korekční čočky



Pro přibližný výpočet zanedbáváme vliv tvarového faktoru $F_F = 1/(1 - \bar{d}_K \varphi'_{K1})$. Zvětšení korekční spojky pak závisí na mohutnostním, „power“ faktoru $F_P = (1 + dA_R) = 1/(1 - dS') = A_R/S'$.

Lze jej zapsat jako $F_P = (1 + dA_R)$. Sítnicový obraz je tedy **větší** pro **větší** hodnotu hypermetropie a/nebo **větší** vzdálenost korekční spojky od oka.

Přepočet vrcholové lámavosti

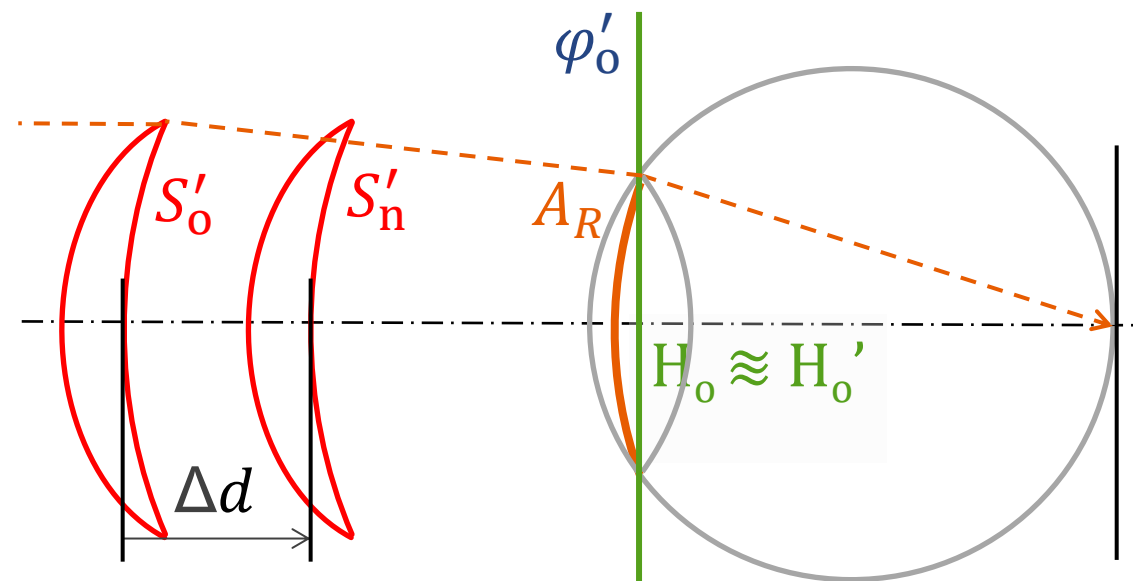
Požadovanou vrcholovou lámavost S'_n spojky v nové poloze určíme z vrcholové lámavosti S'_o spojky v původní poloze takto:

Původní spojka transformuje svazek z nekonečna s vergencí 0 D na sbíhavý svazek, který má těsně za zadní plochou spojky vergenci S'_o a vergenci A_R na předmětové hlavní rovině oka (propagace svazku).

Nová spojka transformuje svazek z nekonečna na sbíhavý svazek, který má těsně za její zadní plochou vergenci S'_n , a ta musí odpovídat *vergenci původního svazku ve stejném místě*.

Proto platí:

$$\Rightarrow S'_n = \frac{S'_o}{1 - \Delta d S'_o}$$



Pokud je korekční spojka přesunuta **blíže** k oku, musí být **silnější** (hodnota S'_n její vrcholové lámavosti **větší**).

Přepočet velikosti obrazu na sítnici

Při změně polohy (vzdálenosti) korekční spojky se změní velikost sítnicového obrazu.

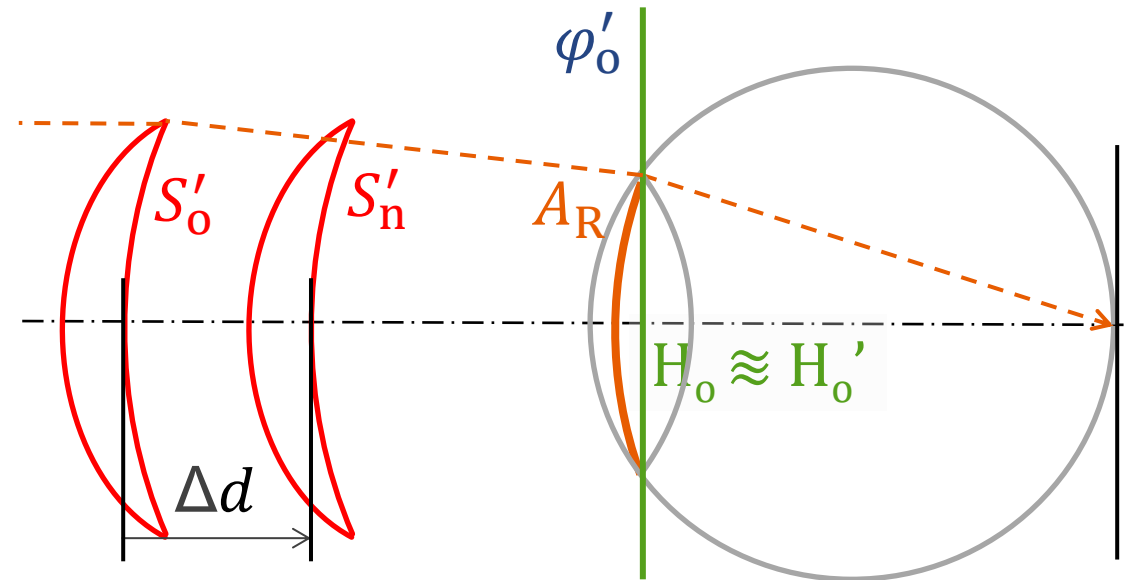
Pro poměr β_{no} velikostí nového a původního sítnicového obrazu platí:

$$\beta_{no} = \frac{y'_n}{y'_o} = \frac{S'_o}{S'_n} = S'_o \frac{1 - \Delta d S'_o}{S'_o} = 1 - \Delta d S'_o$$



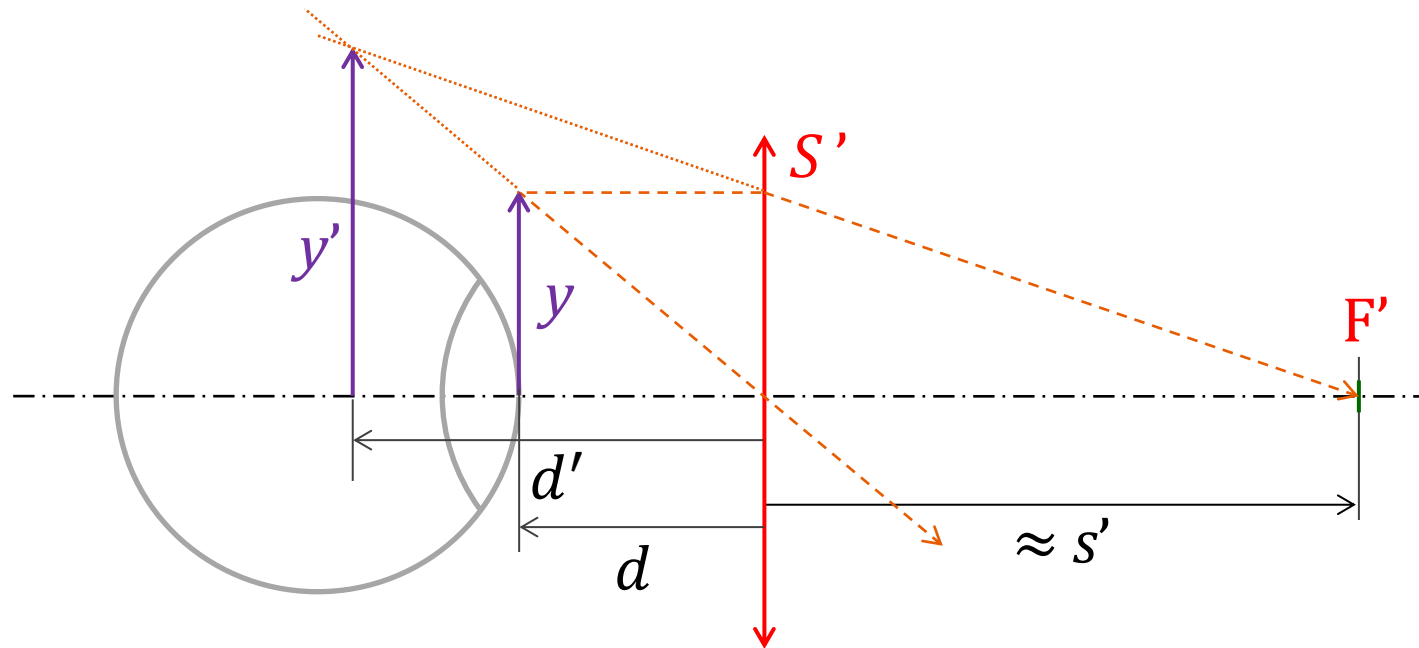
Změna v %:

$$-\Delta d S'_o \times 100 \%$$



$\Delta d = d_o - d_n$ je kladné při posunutí korekční spojky směrem k oku, tj. obraz na sítnici se **zmenší** při **přiblížení** spojky k oku

Zdánlivá velikost oka za brýlovou čočkou



velikost obrazu oka y' za brýlovou čočkou:

$$y' = \frac{d'}{d} y = \frac{y}{1 + dS'} = \frac{y}{1 - |d|S'}$$

oko se jeví **větší** pro silnější spojku a/nebo její větší vzdálenost od oka

Afakie



Afakické oko

Oko, které pozbylo oční čočku (chirurgickým zákrokem při šedém zákalu, po úrazu, apod.)



Julius Hirschberg

Hirschbergova empirická formule (1897):

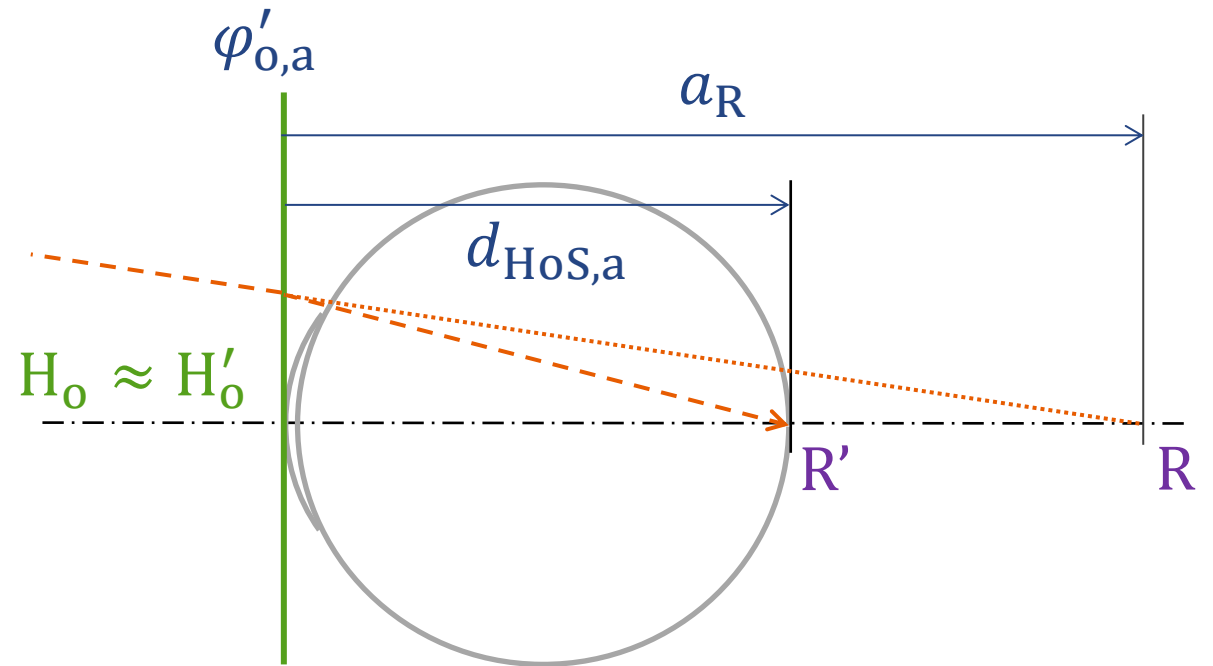
$$A_{Rn} \approx \frac{A_{Ro}}{2} + 10 \text{ D}$$

$A_{Ro,n}$... axiální refrakce oka před, resp. po extrakci oční čočky

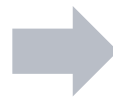
Afakické Gullstrandovo oko

Optický systém oka je tvořen *pouze* rohovkou:

- hlavní body leží asi 0,05 mm před přední plochou rohovky
- $d_{\text{HoS},a} = 24,05 \text{ mm}$ ($d_o = 24,00 \text{ mm}$)
- $\varphi'_{o,a} = 43,05 \text{ D}$



$$A_{R,a} = D_{\text{HoS},a} - \varphi'_{o,a} = \frac{n_s}{d_{\text{HoS},a}} - \varphi'_{o,a}$$



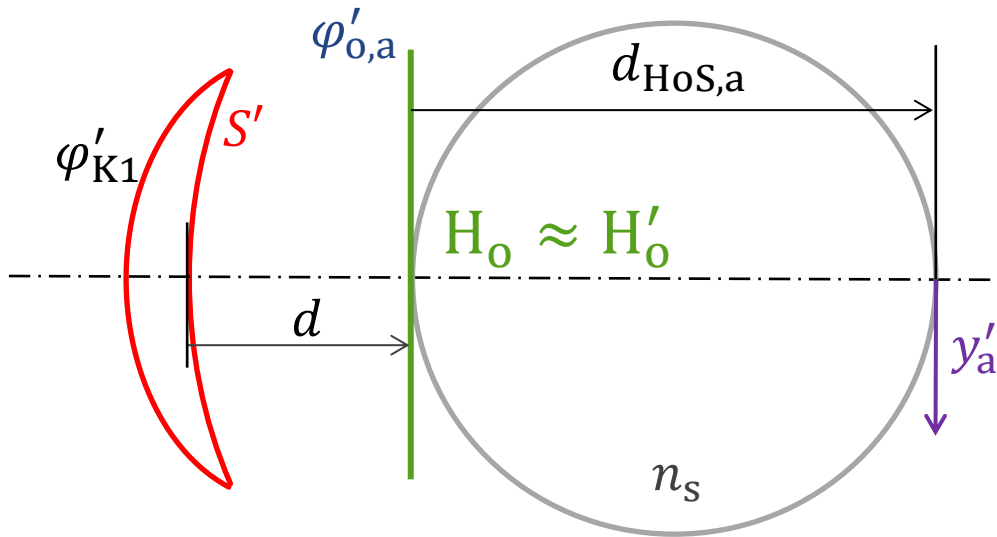
$$\begin{aligned} A_{R,a} &\approx +12,50 \text{ D} \\ a_{R,a} &\approx +80 \text{ mm} \end{aligned}$$

Velikost obrazu na sítnici afakického oka s korekcí

$$y' \approx (1 + dA_R) \frac{d_{\text{HoS}}}{n_s} \text{tg } \alpha = F_P \times y'_u$$

zvětšení
korekční čočky

bez
korekce



- Zanedbali jsme vliv tvarového faktoru čočky.
- Vzdálenosti $d_{\text{HoS},a}$ a d se měří od hlavních bodů ležících 0,05 mm před přední plochou rohovky, tj.
 - $d_{\text{HoS},a} = 24,05 \text{ mm}$
 - d lze měřit přímo od přední plochy rohovky
- Velikost obrazu porovnáme s nekorigovaným Gullstrandovým okem s čočkou ($d_{\text{HoS},f} = 22,40 \text{ mm}$):

$$\beta_{af} = \frac{y'_a}{y'_f} = \frac{(1 + dA_{R,a}) \frac{d_{\text{HoS},a}}{n_s} \text{tg } \alpha}{\frac{d_{\text{HoS},f}}{n_s} \text{tg } \alpha} = (1 + dA_{R,a}) \frac{d_{\text{HoS},a}}{d_{\text{HoS},f}}$$

- Brýlová čočka ($d = 12 \text{ mm}$): $\beta_{af} = 1,23$ (+23 %).
- Kontaktní čočka ($d = 0$): $\beta_{af} = 1,07$ (+7 %).

Zrakové centrum je schopno kompenzovat rozdíl velikosti sítnicových obrazů (aniseikonii) asi do 3 % při zachování binokulárního vidění. Asi nad 5 % už prakticky není binokulární vidění možné.

(viz např. O Katsumi et al (1986) Investigative Ophthalmology & Visual Science 27, p. 601.)