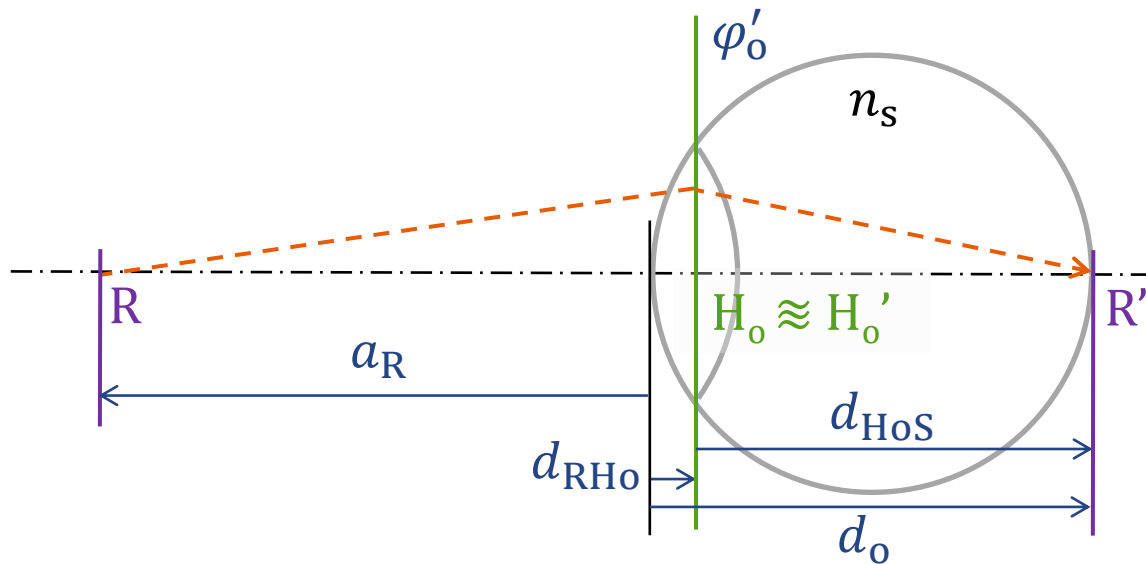


# **Povaha axiální refrakce**

## **Aniseikonie**

# dvě formy ametropie



$$A_R = \frac{1}{a_R} = \frac{n_s}{d_{HoS}} - \varphi'_0 = D_{HoS} - \varphi'_0$$

$$\varphi'_0{}^E = 58,64 \text{ D}$$

$$d_o^E = 24,385 \text{ mm}$$

$$d_{RH_0} = 1,602 \text{ mm}$$

$$d_{HoS}^E = 22,783 \text{ mm}$$

$$A_R = 0, a_R^E \rightarrow \infty$$

$$n_s = 1,336$$

$$\text{celková ametropie: } A_R = A_{RO} + A_{RS}$$

systemová ametropie:

osová ametropie:

$$A_{RS} = \varphi'_0{}^E - \varphi'_0$$

$$A_{RO} = A_R - A_{RS} = \frac{n_s}{d_{HoS}} - \varphi'_0{}^E$$

### Příklad 1:

$$d_o = 30 \text{ mm} = 0,03 \text{ m} ; \varphi_o' = 50 \text{ D}$$

$$\text{celková ametropie: } A_R = \frac{n_s}{d_{Hos}} - \varphi_o' = \frac{1,336}{0,03 - 0,001602} \text{ D} - 50 \text{ D} = \underline{\underline{-2,95 \text{ D}}}$$

$\uparrow$   
 $d_o - d_{RH0}$

$$\Rightarrow a_R = \frac{1}{A_R} = \underline{\underline{-339 \text{ mm}}}$$

$$\text{systemová ametropie: } A_{RS} = \varphi_o'^E - \varphi_o' = 58,64 \text{ D} - 50,0 \text{ D} = \underline{\underline{+8,64 \text{ D}}}$$

$$\text{osová ametropie: } A_{R0} = \frac{n_s}{d_{Hos}} - \varphi_o'^E = \underline{\underline{-11,59 \text{ D}}}$$

### Příklad 2:

$$\text{Gullstrandovo oko: } A_R = \frac{n_s}{d_{Hos}} - \varphi_o' = \frac{1,336}{0,024 - 0,001602} \text{ D} - 58,64 \text{ D}$$

$$d_o = 24 \text{ mm}$$

$$\varphi_o' = 58,64 \text{ D}$$

$$A_R = \underline{\underline{+1,008 \text{ D}}} \text{ (hypermetropie)}$$

$$A_{RS} = \underline{\underline{0 \text{ D}}} \quad A_{R0} = \underline{\underline{+1,008 \text{ D}}}$$

### Příklad 3:

Upravené Gullstrandovo oko

$$d_o = d_o^E = 24,385 \text{ mm} \quad A_R = 0 \text{ D}$$

$$\varphi_o' = 58,64 \text{ D} \quad A_{RS} = A_{R0} = 0 \text{ D}$$

$$\begin{aligned} \varphi_o'^E &= 58,64 \text{ D} \\ d_o^E &= 24,385 \text{ mm} \\ d_{RH0} &= 1,602 \text{ mm} \\ a_R^E &\rightarrow \infty \\ n_s &= 1,336 \end{aligned}$$

# emetropická křivka

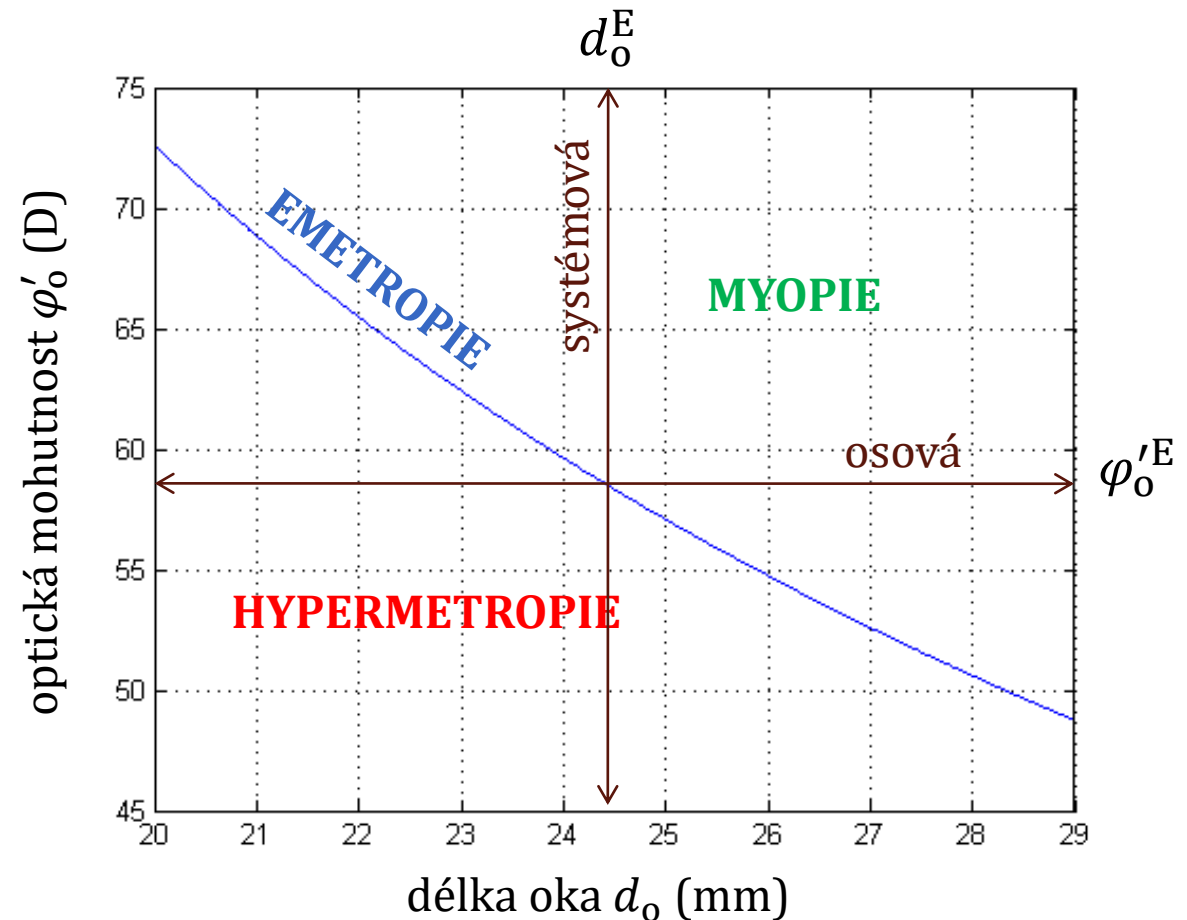
celková ametropie:  $A_R = A_{RO} + A_{RS} = \frac{n_s}{d_{HoS}} - \varphi'_0{}^E + \varphi'_0{}^E - \varphi'_0 = \frac{n_s}{d_{HoS}} - \varphi'_0$

emetropie:  $A_R = 0$



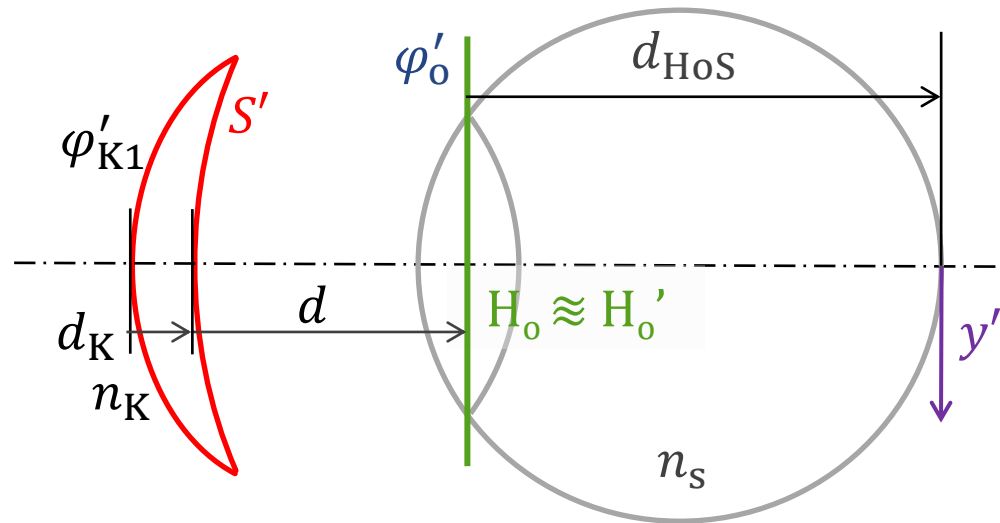
$$\varphi'_0 = \frac{n_s}{d_{HoS}} = \frac{n_s}{d_o - d_{RH0}}$$

$$d_{RH0} = 1,602 \text{ mm}$$



# poměr velikostí obrazů na sítnici

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



poměr velikostí obrazů na levém a pravém oku:

$$\beta_{LP} = \frac{y'_L}{y'_P} = \left( \frac{d_{HoS,L}}{d_{HoS,P}} \right) \left( \frac{1 + d_L A_{R,L}}{1 + d_P A_{R,P}} \right)$$

$$A_{RO} = \frac{n_s}{d_{HoS}} - \varphi'_o{}^E \Rightarrow d_{HoS} = \frac{n_s}{A_{RO} + \varphi'_o{}^E}$$



$$\left( \frac{d_{HoS,L}}{d_{HoS,P}} \right) = \left( \frac{A_{RO,P} + \varphi'_o{}^E}{A_{RO,L} + \varphi'_o{}^E} \right)$$

$$F_P = 1 + dA_R = \frac{1}{1 - dS'}$$



$$\left( \frac{1 + d_L A_{R,L}}{1 + d_P A_{R,P}} \right) = \left( \frac{1 - d_P S'_P}{1 - d_L S'_L} \right)$$

#### Příklad 4

$$S'_{BP} = S'_{BL} = -10D; \quad \bar{d}_P = \bar{d}_L = 12 \text{ mm (vzdál. brýl. čočky od rohovky)}$$

Pravé oko má čisté systémovou a levé čisté osovou ametropii.

Určete poměr velikostí sítnicových obrazů  $\beta_{LP}$  na levém a pravém oku.

$$d_{P,L} = \bar{d}_{P,L} + 1,35 \text{ mm} = 13,35 \text{ mm} = 0,01335 \text{ m}$$

↑  
vzdál. BČ  
od př. hl. r.  
oka

↑  
vzdálenost rohovky  
od př. hl. roviny oka

$$\beta_{LP} = \left( \frac{A_{RO,P} + \varphi_0'^E}{A_{RO,L} + \varphi_0'^E} \right) \left( \frac{1 + d_L A_{R,L}}{1 + d_P A_{R,P}} \right)$$

$$A_{RP,L} = \frac{S'_{BP,L}}{1 - d_{P,L} S'_{BP,L}} = \frac{-10D}{1 - 0,01335 \cdot (-10)} = \frac{-10D}{1 + 0,1335} = \underline{\underline{-8,82D}}$$

Obě oči myopické se shodnou axiální refrakcí.

$$\beta_{LP} = \frac{A_{RO,P} + \varphi_0'^E}{A_{RO,L} + \varphi_0'^E} \frac{1 + d_L A_{R,L}}{1 + d_P A_{R,P}} = \frac{0 + 58,64D}{-8,82D + 58,64D} \cdot 1 = \underline{\underline{1,177}}$$

Rozdíl velikostí obrazů je 17,7%.  
Obraz je větší na levém oku.

$$\beta_{LP} = \left( \frac{A_{RO,P} + \varphi_0'^E}{A_{RO,L} + \varphi_0'^E} \right) \left( \frac{1 - d_P S'_P}{1 - d_L S'_L} \right)$$

# poměr velikostí obrazů na sítnici

$$\beta_{LP} = \frac{y'_L}{y'_P} = \left( \frac{d_{HOS,L}}{d_{HOS,P}} \right) \left( \frac{1 + d_L A_{R,L}}{1 + d_P A_{R,P}} \right) \quad \dots \text{ jsou-li } \mathbf{shodné axiální refrakce}, \text{ pak jsou velikosti obrazů}$$

v poměru délek očních bulbů (přesněji v poměru  $d_{HOS}$ ).

Pro **shodné délky očních bulbů** (přesněji: pro  $d_{HOS,L} = d_{HOS,P}$ ) a **shodné vzdálenosti brýlových čoček od očí** (přesněji: od předmětových hlavních rovin očí,  $d_L = d_P = d$ ) dále platí:

$$\beta_{LP} = \frac{y'_L}{y'_P} = \left( \frac{1 + d_L A_{R,L}}{1 + d_P A_{R,P}} \right) \approx 1 + d(A_{R,L} - A_{R,P}) = 1 + d\Delta A_R$$

$$\beta_{LP} = \frac{y'_L}{y'_P} = \left( \frac{1 - d_P S'_P}{1 - d_L S'_L} \right) \approx 1 + d(S'_L - S'_P) = 1 + d\Delta S' \quad \text{Pozn. Pro } \alpha \ll 1 \text{ platí: } \frac{1}{1+\alpha} \approx 1 - \alpha$$

Pak například pro  $d = 20 \text{ mm}$  je  $\beta_{LP} \approx 1 + 0,02 \Delta S' \approx 1 + 0,02 \Delta A_R$ , tedy každá 1 dioptrie rozdílu  $\Delta A_R$  axiální refrakce či  $\Delta S'$  velikosti korekce způsobí rozdíl velikostí obrazů na sítnici o 2 %.

## Příklad 5

Emetropické oči různých délek:  $d_{oL} = 28 \text{ mm}$ ;  $d_{oP} = 27 \text{ mm}$

1. Určete poměr velikostí sítnicových obrazů  $\beta_{LP}$ .
2. Určete velikosti osové a systémové ametropie levého a pravého oka.

$$5.1 \quad \beta_{LP} = \frac{d_{HoSL}}{d_{HoSP}} \frac{1 + d_{LARL}}{1 + d_{PARP}}$$

$$d_{HoSL} = d_{oL} - d_{RH0} = 28 \text{ mm} - 1,6 \text{ mm} = 26,4 \text{ mm}$$
$$d_{HoSP} = d_{oP} - d_{RH0} = 27 \text{ mm} - 1,6 \text{ mm} = 25,4 \text{ mm}$$
$$A_{RL} = A_{RP} = 0$$

$$\beta_{LP} = \frac{26,4}{25,4} \approx \underline{\underline{1,039}} \quad \text{Obraz na levém oku je větší o 3,9\%}$$

$$5.2 \quad A_{ROL} = \frac{n_s}{d_{HoSL}} - \varphi_0^{IE} = \frac{1,336}{0,0264} D - 58,64 D = \underline{\underline{-8D}} \quad \Rightarrow A_{RSL} = \underline{\underline{+8D}}$$

$$A_{ROP} = \frac{1,336}{0,0254} D - 58,64 D = \underline{\underline{-6D}} \quad \Rightarrow A_{RSP} = \underline{\underline{+6D}}$$



## Příklad 6

levé oko:  $\varphi_{OL}^I = 59,64D$ ;  $d_{OL} = 24 \text{ mm}$ ;  $d_L = 13 \text{ mm}$   
pravé oko:  $\varphi_{OP}^I = 57,64D$ ;  $d_{OP} = 24 \text{ mm}$ ;  $d_P = 13 \text{ mm}$

Určete:

1. osovou, systémovou a celkovou ametropii každého oka
2. poměr velikostí síhnicových obrazů

$$6.1 \quad A_{ROLP} = \frac{ms}{d_{OLP} - d_{RH0}} - \varphi_0^{IE} = \left( \frac{1,336}{0,0224} - 58,64 \right) D = \underline{\underline{+1D}}$$

$$A_{RSL} = \varphi_0^{IE} - \varphi_{OL}^I = (58,64 - 59,64) D = \underline{\underline{-1D}}$$

$$A_{RSP} = (58,64 - 57,64) D = \underline{\underline{+1D}}$$

$$A_{RL} = A_{ROL} + A_{RSL} = (+1 - 1) D = \underline{\underline{0D}}$$

$$A_{RP} = (+1 + 1) D = \underline{\underline{+2D}}$$

$$6.2 \quad \beta_{LP} = \frac{1 + 0,013 \cdot 0}{1 + 0,013 \cdot 2} = 0,974$$

Obraz na levém oku je o 2,6% menší.

# velikost sítnicového obrazu vypočtená přesně

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

## Obraz na sítnici lze tedy zvětšit:

- oddálením spojné brýlové čočky od oka, přiblížením rozptylné brýlové čočky k oku (změna vrcholové vzdálenosti  $d$ , anizodistanční brýle)
- zvýšením mohutnosti přední plochy  $\varphi'_{K1}$  brýlové čočky (lze zajistit například zvětšením centrální křivosti brýlové čočky)
- zvětšením centrální tloušťky  $d_K$  brýlové čočky
- snížením indexu lomu  $n_K$  materiálu brýlové čočky

Vždy je nutno dodržet příslušnou vrcholovou lámavost, tj. upravují se i další parametry a je třeba zvážit výsledný efekt.