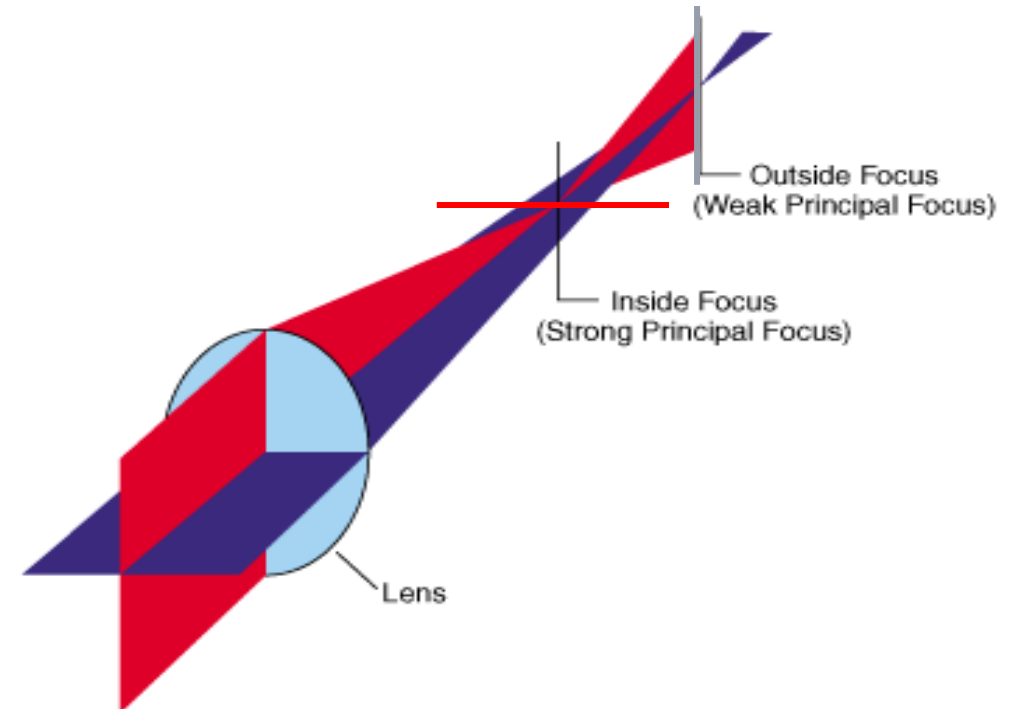
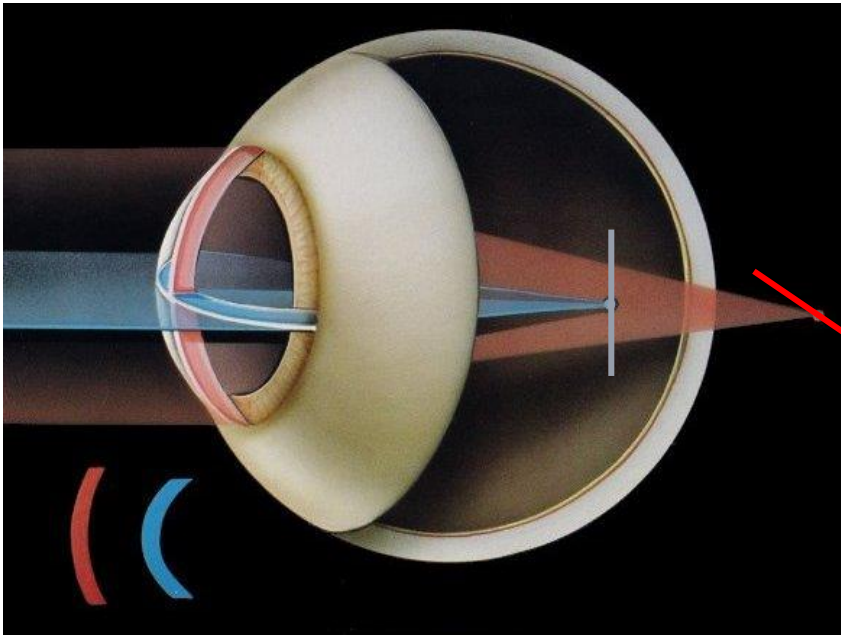


# Oční (osový) astigmatismus



# Astigmatismus obecně



**Astigmatismus** je optická vada způsobená různou optickou mohutností optického systému (např. oka) v různých řezech (meridiánech; na obrázcích rozlišeny **modře** a **červeně**).

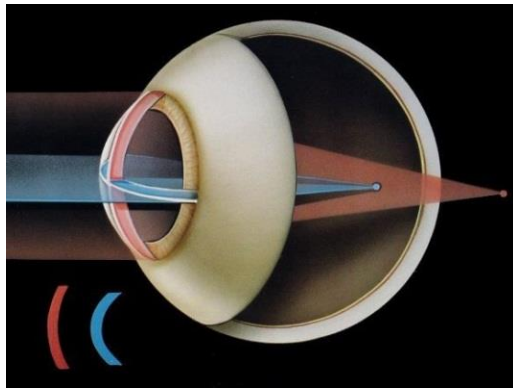
Největší rozdíl mohutností je pro tzv. **hlavní řezy**.

**Velikost astigmatismu** (astigmatická difference) je dána absolutní hodnotou rozdílu těchto hlavních mohutností (tj. také rozdílu vergencí astigmatického svazku v příslušných řezech).

# Pravidelný a nepravidelný astigmatismus

## **pravidelný (astigmatismus regularis)**

existují dva navzájem kolmé hlavní řezy s maximálním a minimálním optickým účinkem (mohutností), nemění se v různých oblastech oka, lze korigovat BČ



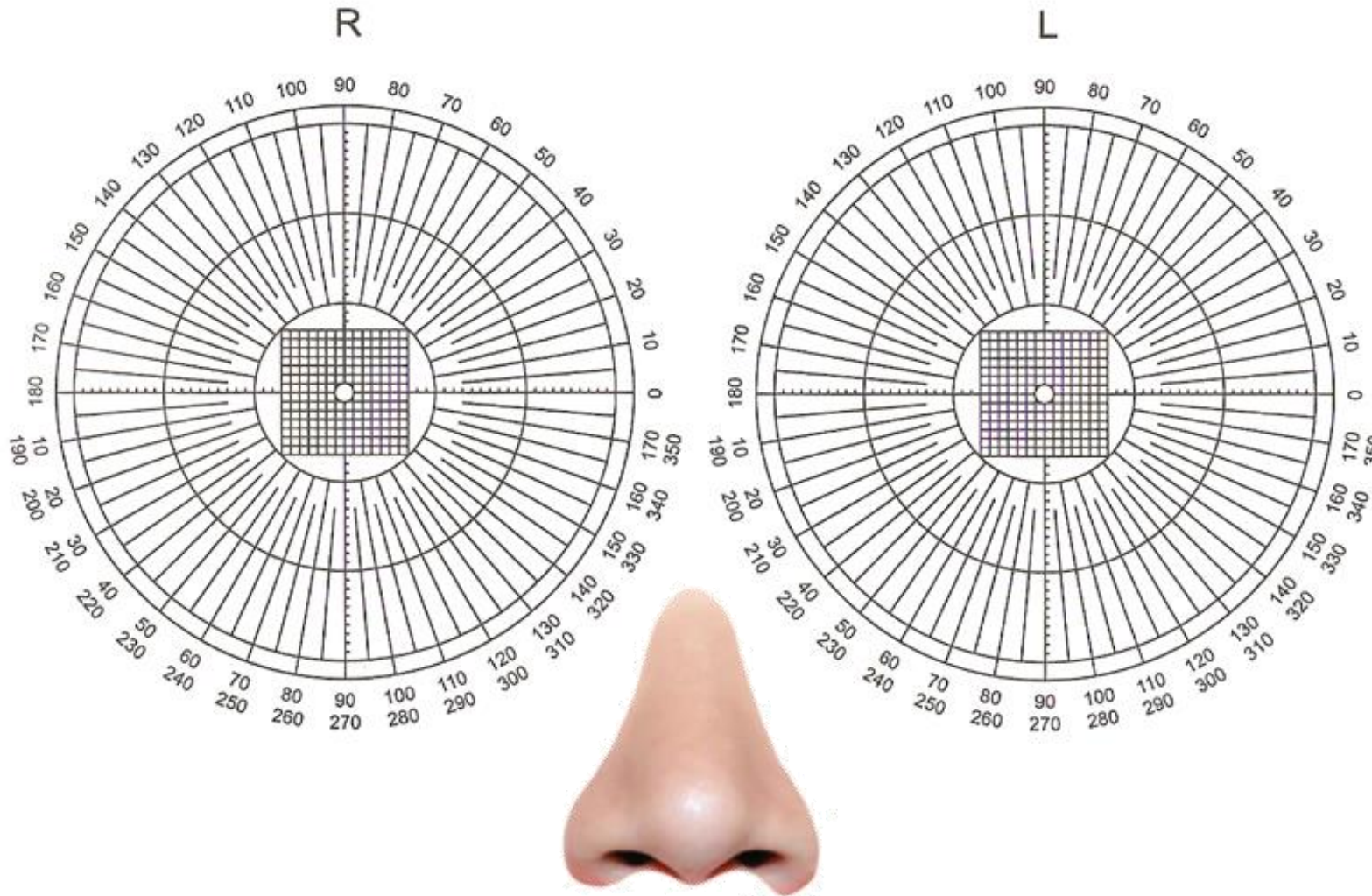
## **nepravidelný (astigmatismus irregularis)**

(též „nepravidelná refrakce“): astigmatismus má v různých místech dopadu svazku různé hodnoty, případně sklon hlavních řezů

to může mít různé příčiny, např. nepravidelnost rohovky (keratokonus), ...

na celém oku se pak mohou řezy s maximálním a minimálním optickým účinkem jevit, jako by nebyly na sebe kolmé (**astigmatismus biobliquus**)

# Schéma TABO



Směry:

**Pravé oko:**

nazálně:  $0^\circ$

temporálně:  $180^\circ$

**Levé oko:**

nazálně:  $180^\circ$

temporálně:  $0^\circ$

# Astigmatismus podle směru hlavních řezů

## přímý (astigmatismus rectus)

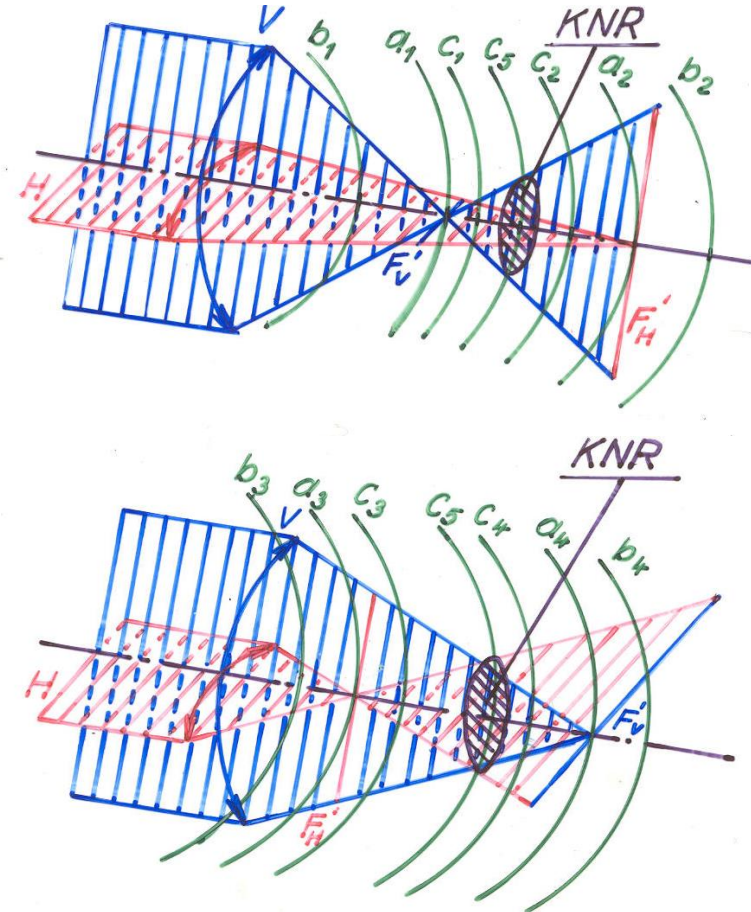
(podle pravidla) - větší mohutnost ve svislém řezu  
- lomivější řez ve směru asi  $90^\circ$

## nepřímý (astigmatismus inversus)

(proti pravidlu) - větší mohutnost ve vodorovném řezu  
- lomivější řez ve směru asi  $180^\circ$

## šikmých os (astigmatismus obliquus)

odchylka hlavních řezů od horizontály a vertikály je podstatná (větší než stanovená hodnota, např.  $10^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $22,5^\circ$ , jistě, pokud jsou směry hlavních řezů poblíž  $45^\circ$  a  $135^\circ$ )



# Astigmatismus podle místa vzniku

## rohovkový

vliv deformace rohovky, obvykle větší mohutnost ve svislém řezu (tj. přímý astigmatismus, astigmatismus podle pravidla)  
rozhoduje vliv první plochy rohovky (vysoký rozdíl indexů lomu)

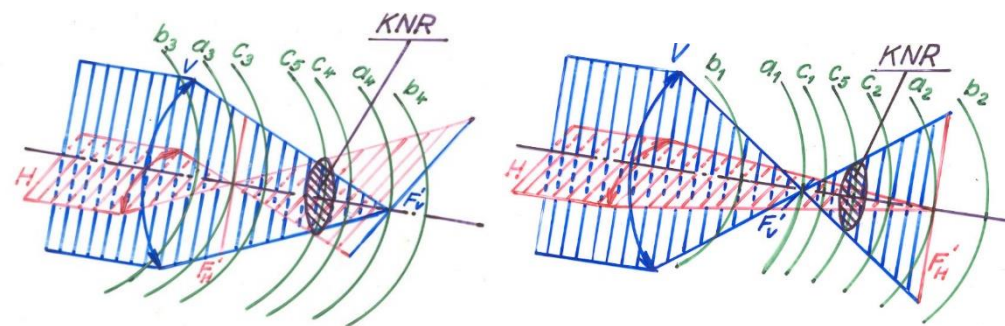
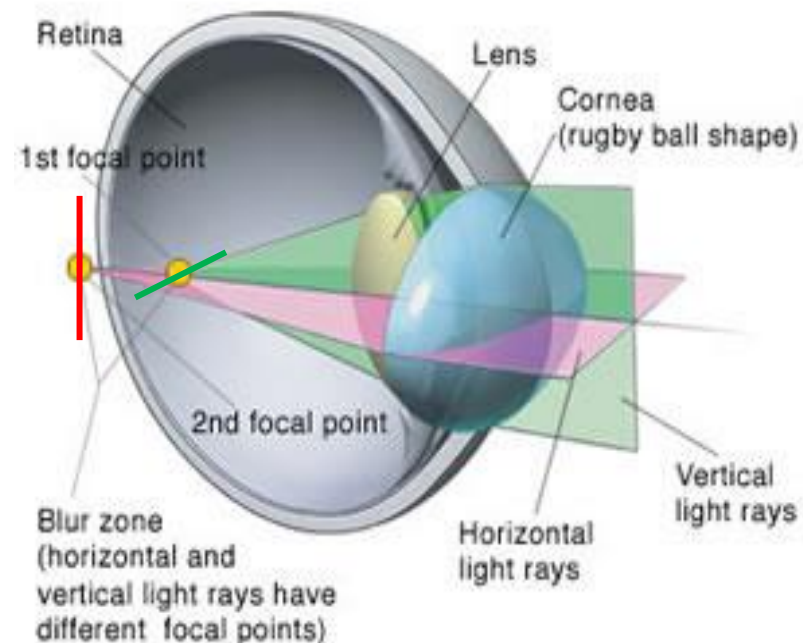
## čočkový

často kompenzuje rohovkový astigmatismus, hodnota obvykle pod 1,5 D, obvykle větší mohutnost ve vodorovném řezu (tj. nepřímý astigmatismus, astigmatismus proti pravidlu)

## doplňkový

(sítnicový, vychýlení čočky) – obvykle zanedbatelný

CROSS SECTION OF ASTIGMATIC EYE



# Astigmatismus podle polohy fokál

## **jednoduchý (astigmatismus simplex)**

jedna fokála leží na sítnici (jeden hlavní řez emetropický),  
druhá před či za sítnicí (druhý hlavní řez myopický či hypermetropický)

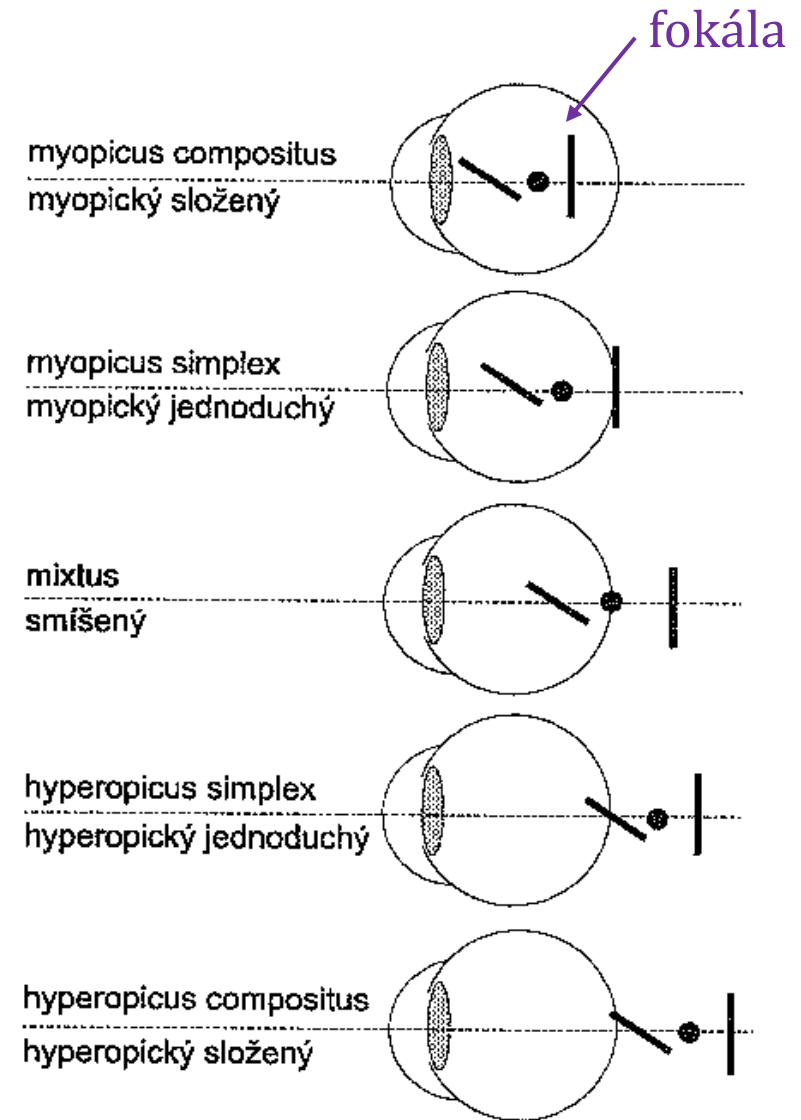
## **složený (astigmatismus compositus)**

obě fokály leží před nebo za sítnicí  
(oba hlavní řezy myopické či hypermetropické)

## **smíšený (astigmatismus mixtus)**

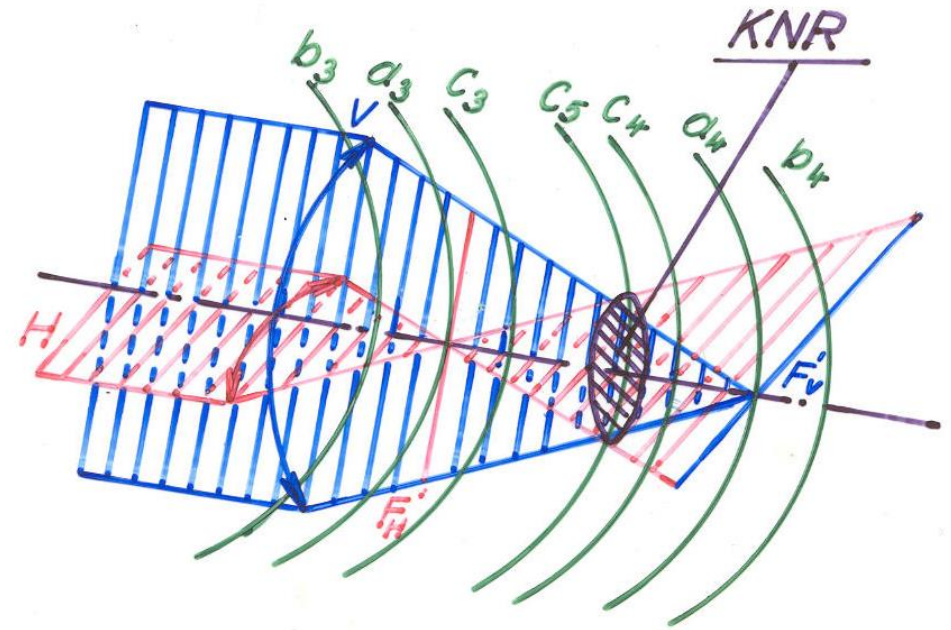
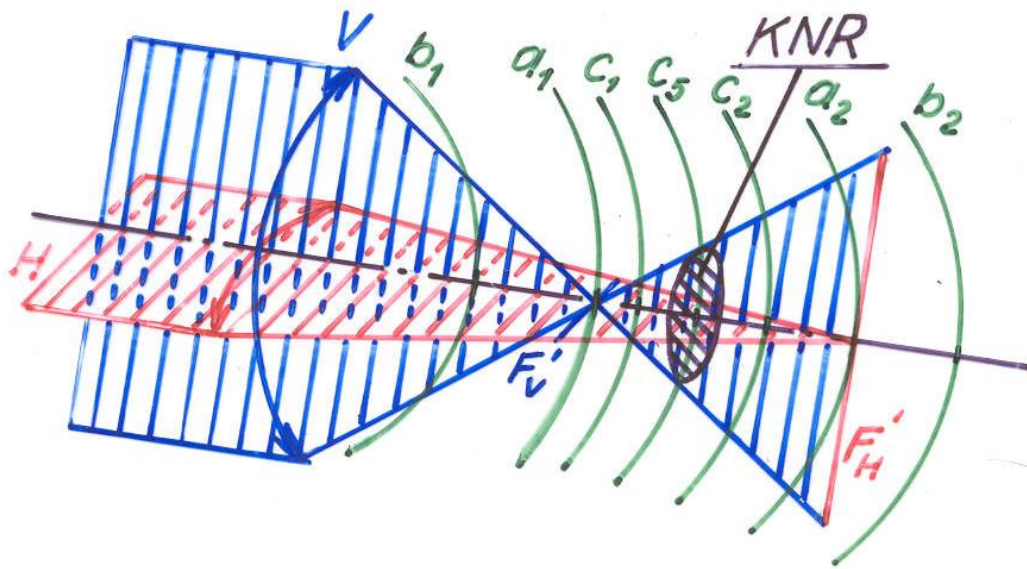
jedna fokála leží před sítnicí a druhá za sítnicí  
(jeden řez myopický a druhý řez hypermetropický)

**ryze smíšený:** kroužek nejmenšího rozptylu (KNR) na sítnici



# Cvičení 1, klasifikace astigmatismu

klasifikujte následující případy astigmatismu:



- přímý (podle pravidla) / nepřímý (proti pravidlu)
- jednoduchý / složený / (ryze) smíšený
- myopický / hypermetropický



# Empirické vztahy

## Javalova podmínka

pro očekávaný celkový astigmatismus:

$$A_C \approx 1,25A_R \mp 0,25 D$$

naměříme-li na rohovce oftalmometrem přímý/nepřímý astigmatismus ( $A_{C,R}$  ... celkový, rohovkový astigmatismus v dioptriích)

Pro **astigmatismus oční čočky** platí přibližná formule:

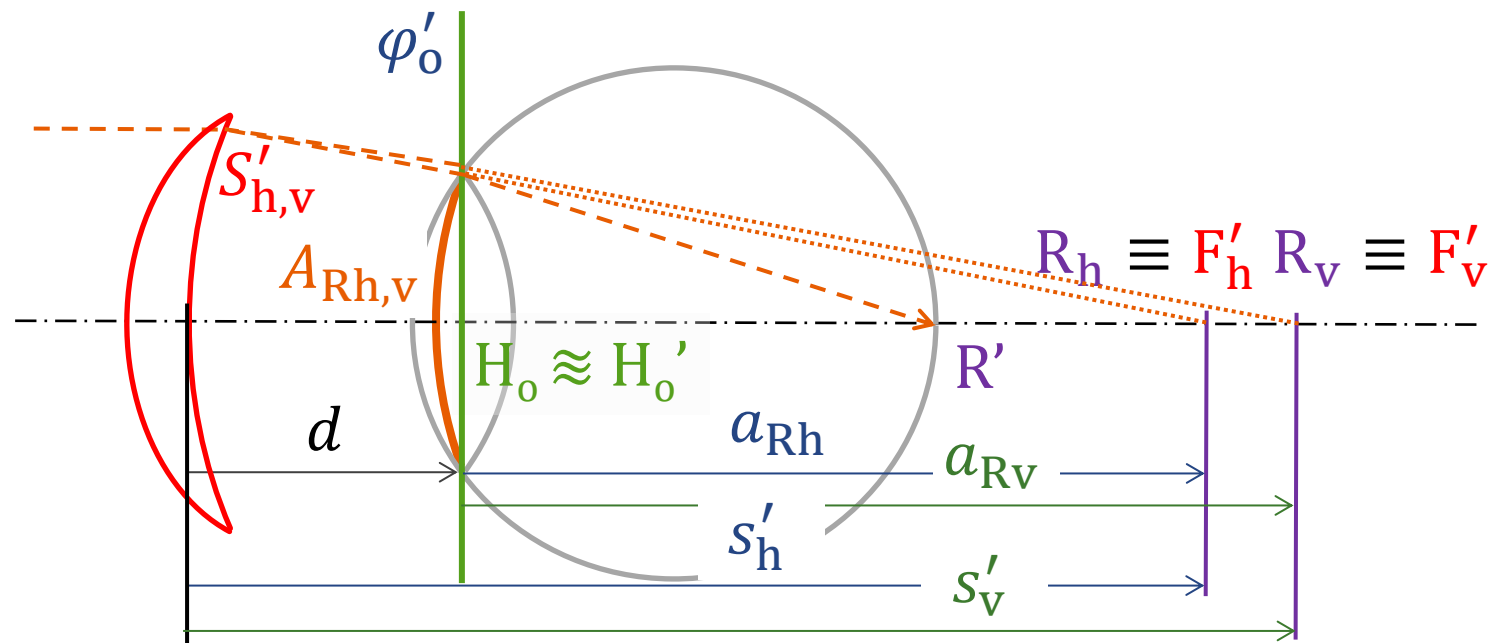
$$A_L \approx 1,5(A_C - A_R)$$

Spojením **obou vztahů** dostaneme velmi přibližnou závislost:

$$A_L \approx \frac{3}{8} (A_R \mp 1 D)$$

# Princip korekce astigmatismu

Provádí se jako korekce ametropie, která má však různou hodnotu **pro každý z hlavních řezů** ( $A_{Rh}, A_{Rv}$ ): daleký bod  $R_{h,v}$  oka nalezený zvlášť **pro každý z hlavních řezů** musí splývat s příslušnou fokálou  $F'_{h,v}$  brýlové čočky, která tudíž musí sama vytvářet **astigmatický svazek**. Jinými slovy: Svazek těsně za zadní plochou brýlové čočky má v hlavních řezechvergence ( $S'_h, S'_v$ ), které při propagaci svazku přecházejí navergence ( $A_{Rh}, A_{Rv}$ ) v předmětové hlavní rovině oka odpovídající ostrému zobrazení na sítnici.



Pro přepočet tedy platí obvyklý vztah, zvlášť pro každý hlavní řez:

$$S'_{h,v} = \frac{A_{Rh,v}}{1 + dA_{Rh,v}}$$

# Zvětšení brýlové čočky při korekci astigmatismu

Splníme-li korekční podmínku, leží obrazy dalekého předmětu vytvořené paprsky v obou hlavních řezech na sítnici.

Situace však není rovnocenná emetropickému oku, liší se **velikost obrazu** ve směrech obou hlavních řezů (např. h, v).

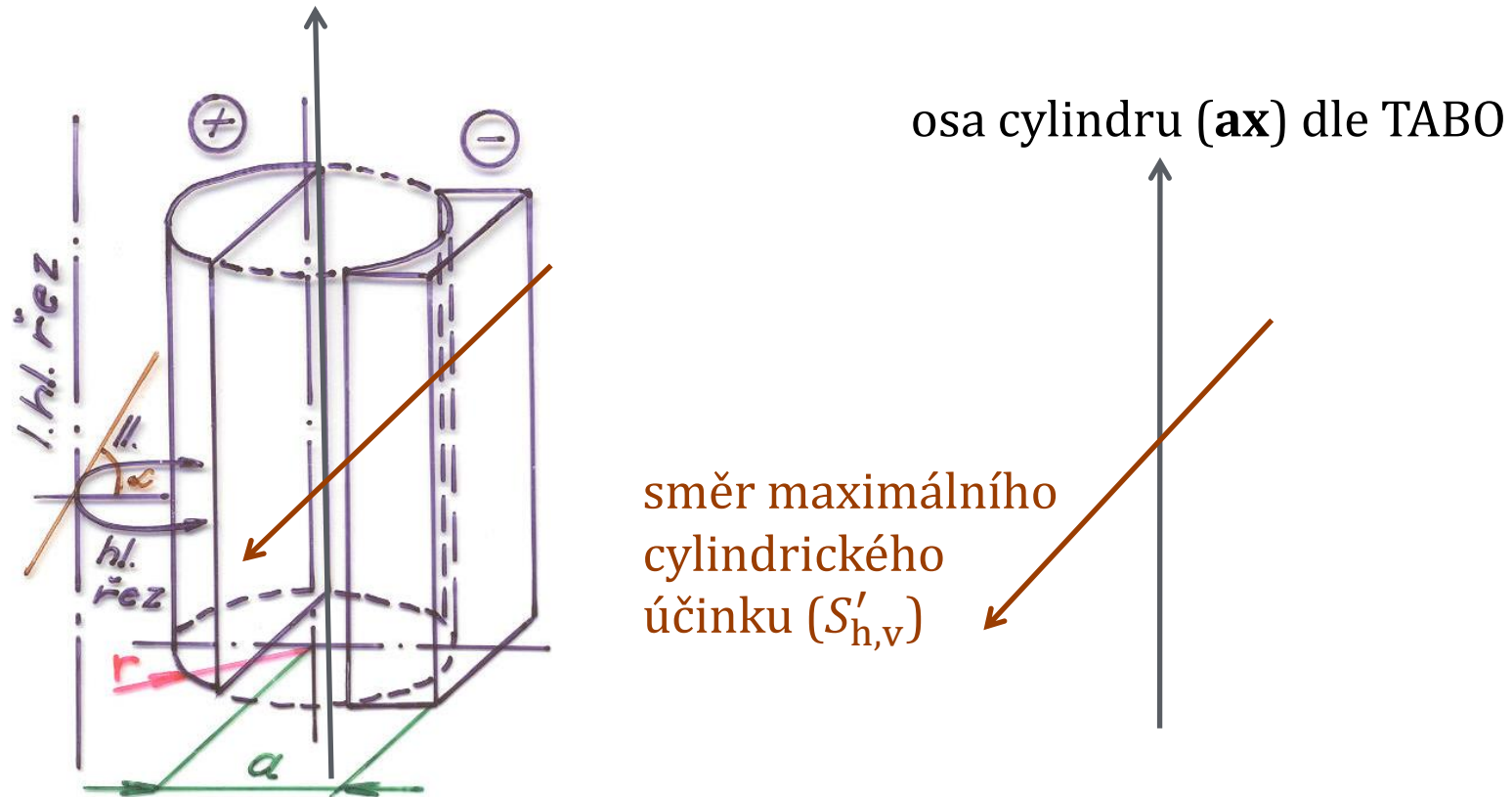
Zvětšení  
korekční čočky:

$$M_{K,h,v} = \frac{1}{(1 - dS'_{h,v})} \frac{1}{(1 - \bar{d}_K \varphi'_{K1,h,v})} = F_{P,h,v} \times F_{F,h,v}$$

Ve vztahu pro tvarový faktor vystupuje mohutnost  $\varphi'_{K1,h,v}$  první plochy násobená redukovanou tloušťkou  $\bar{d}_K$  brýlové čočky, která je malá pro záporné korekce, ale významná pro kladné korekce.

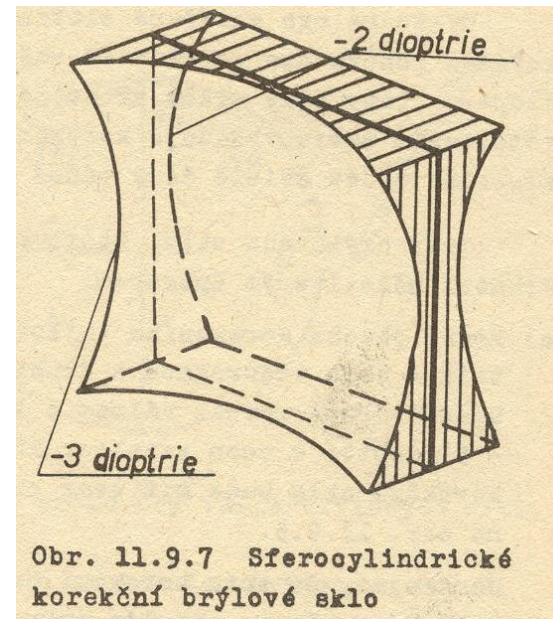
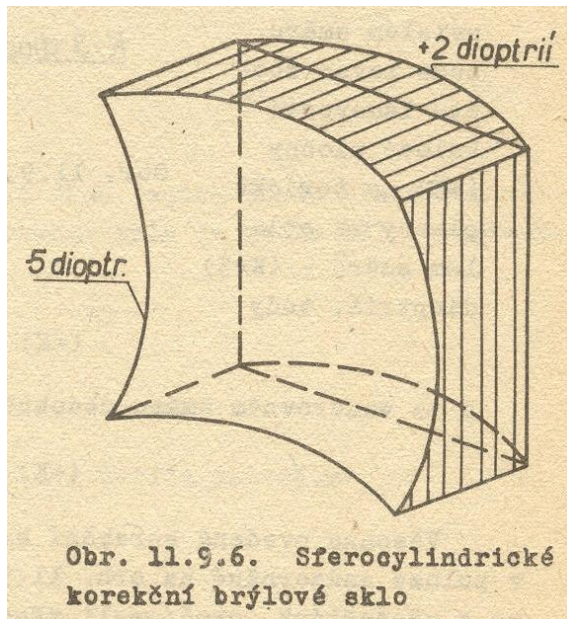
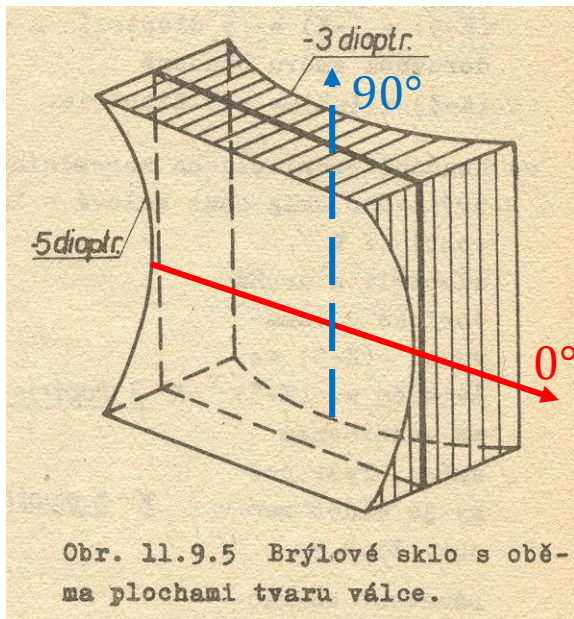
# Plancylindrická čočka

- čočka, která vytváří astigmatický svazek
- maximální lámavý účinek má směr kolmý k ose cylindru
- poloha cylindru se charakterizuje podle jeho osy na stupnici TABO



$$\varphi'_d = \varphi'_{max} \cdot \cos^2 \alpha$$

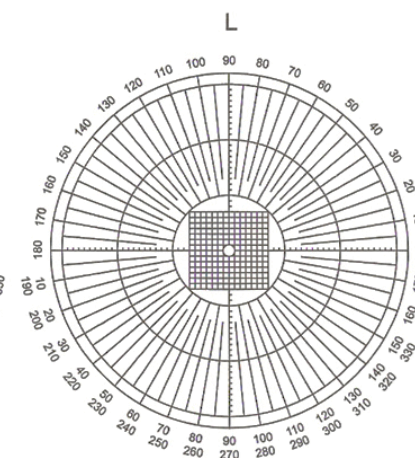
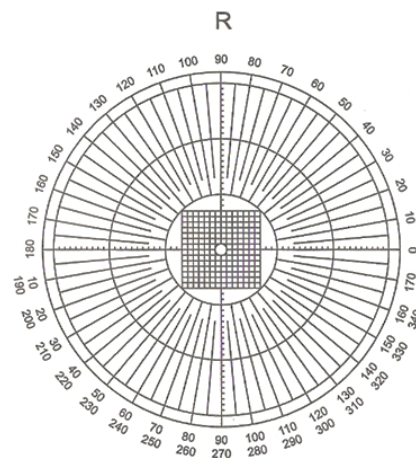
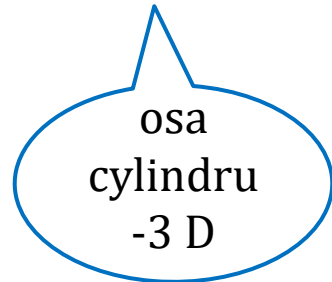
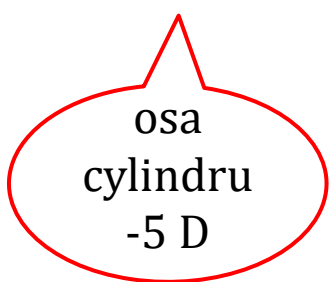
# Sférocylindrická čočka



cyl -5 D ax 0° komb cyl -3 D ax 90°

sph -5 D komb cyl +2 D ax 90°

sph -3 D komb cyl -2 D ax 0°



# Přepočet astigmatismu

obecný postup pro přepočet

cyl  $C_1$  ax  $A_1$  komb cyl  $C_2$  ax  $A_2$

→ sph  $S$  komb cyl  $C$  ax  $A$

příčemž

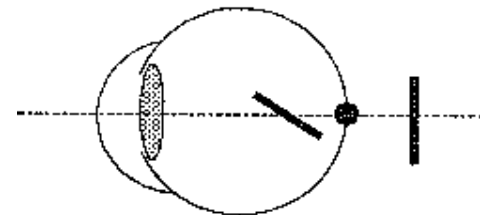
- $S = C_1, C = C_2 - C_1, A = A_2$

- $S = C_2, C = C_1 - C_2, A = A_1$

(„plus-cylindr“ ... ophthalmologisté, „minus-cylindr“ ... optometristé)

sférický ekvivalent (“best sphere“)

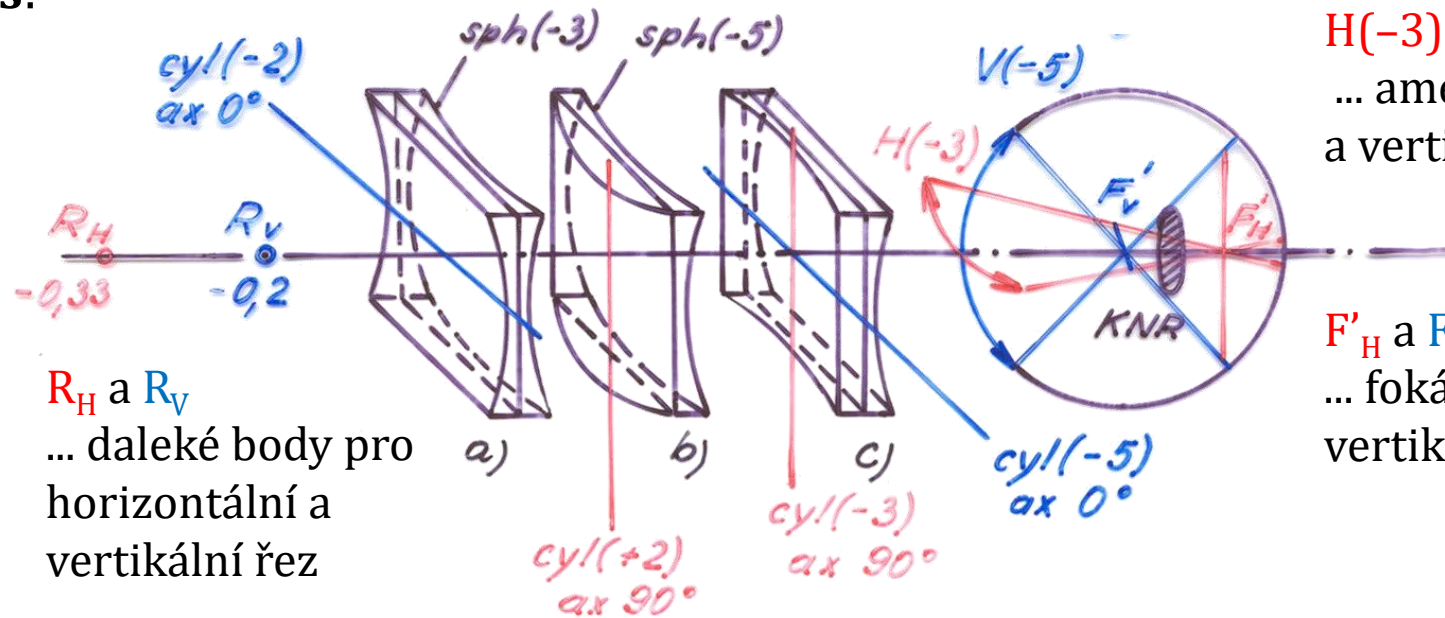
- posouvá KNR na sítnici
- má hodnotu  $(C_1 + C_2)/2$  nebo  $S + C/2$



# Celkový popis korekce astigmatismu

<b>korekce:</b>	cyl -5 D ax 0°	komb	cyl -3 D ax 90°	(c)
	sph -5 D	komb	cyl +2 D ax 90°	(b)
	sph -3 D	komb	cyl -2 D ax 0°	(a)

**nákres:**



$R_H$  a  $R_V$   
... daleké body pro  
horizontální a  
vertikální řez

$H(-3)$  a  $V(-5)$

... ametropie oka v horizontálním  
a vertikálním řezu

$F'_H$  a  $F'_V$

... fokály pro horizontální a  
vertikální řez

**klasifikace:**

- astigmatismus pravidelný
- přímý (podle pravidla)
- složený myopický

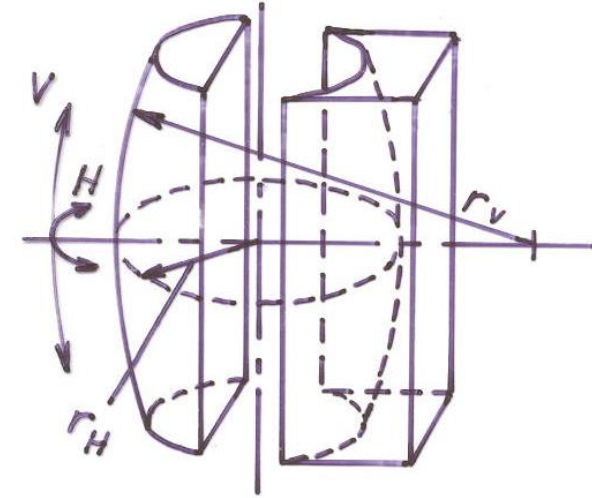
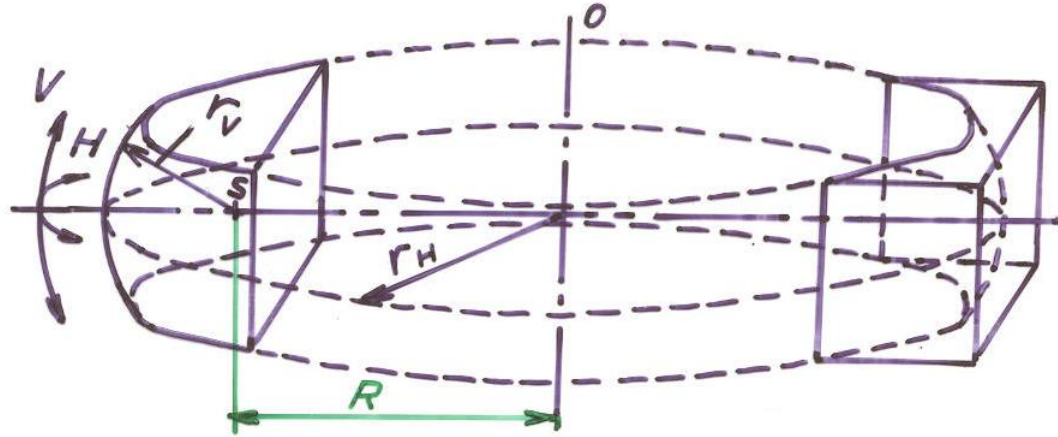
**sférický ekvivalent: -4 D**

# Klasifikace astigmatismu

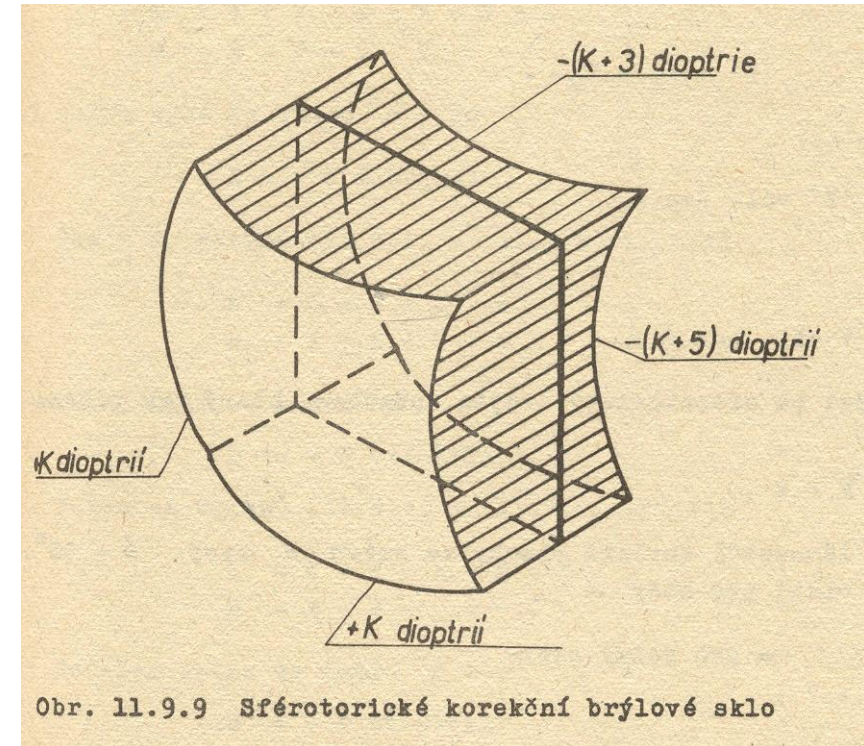
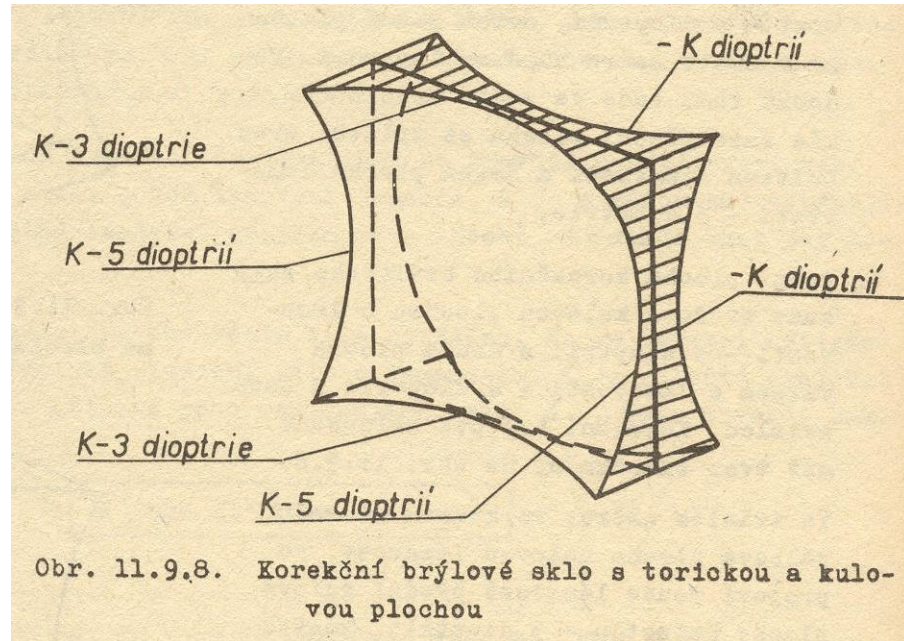
předpis korekce	astigmatismus
existuje	pravidelný
$\text{cyl ax } 0^\circ < \text{cyl ax } 90^\circ$	podle pravidla (přímý)
$\text{cyl ax } 0^\circ > \text{cyl ax } 90^\circ$	proti pravidlu (nepřímý)
jeden z cylindrů nulový, druhý kladný	jednoduchý hypermetropický
jeden z cylindrů nulový, druhý záporný	jednoduchý myopický
oba cylindry jsou nenulové a kladné	složený hypermetropický
oba cylindry jsou nenulové a záporné	složený myopický
cylindry mají opačná znaménka	smíšený
cylindry mají opačná znaménka a stejné absolutní hodnoty	ryze smíšený



# Torická plocha



# Sférotorická čočka



cyl  $-5$  D ax  $0^\circ$  komb cyl  $-3$  D ax  $90^\circ$