

BI(TRI)FOKÁLNÍ A PROGRESIVNÍ ČOČKY

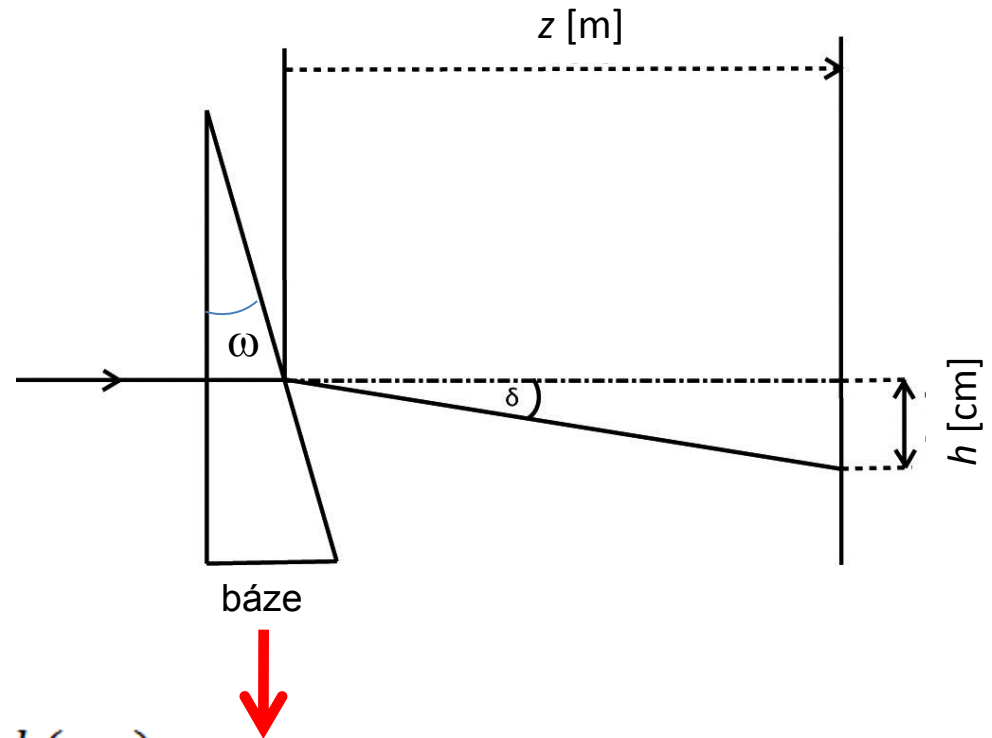
Prizmatický účinek

deviace

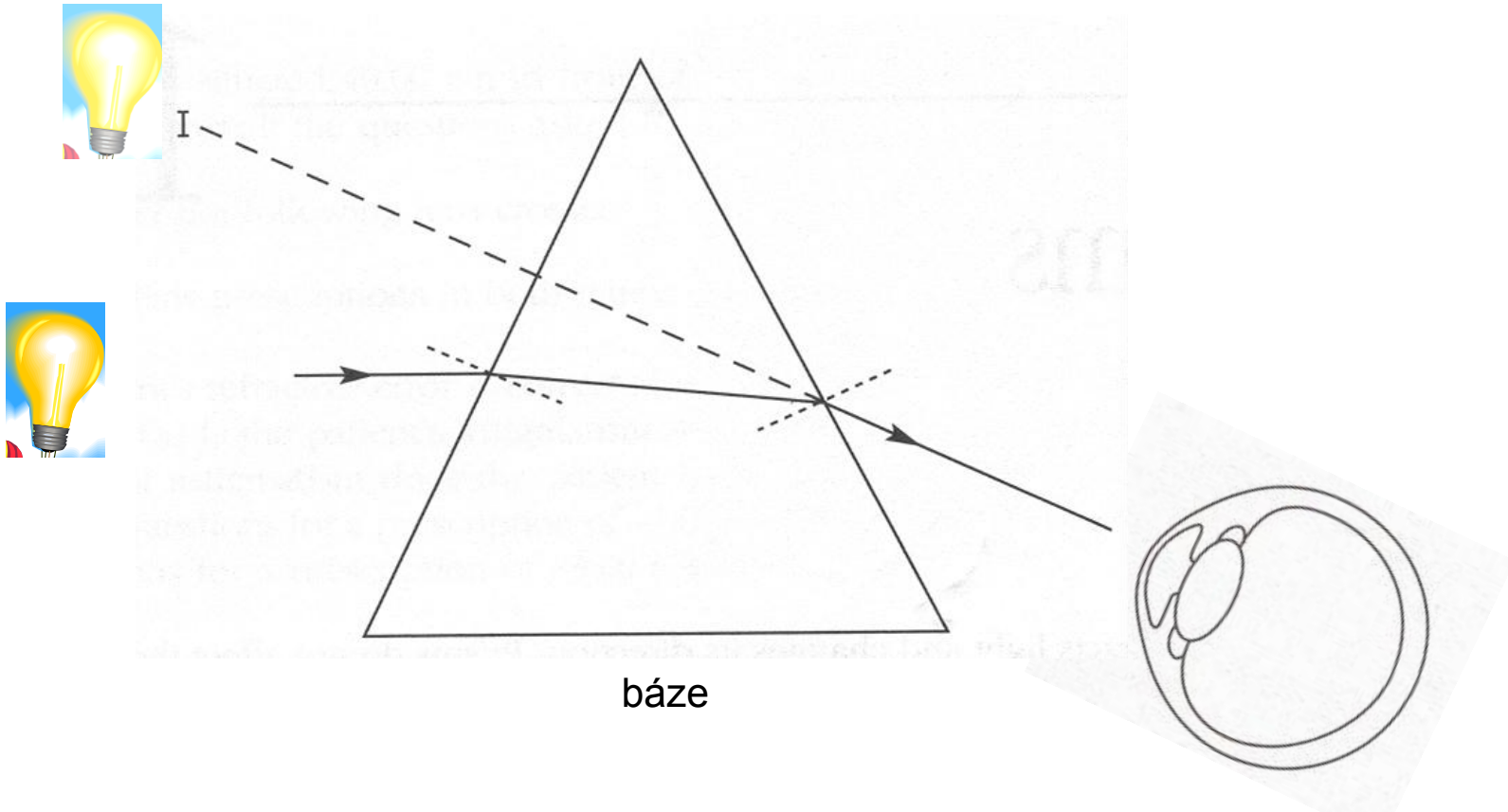
$$\delta = (n - 1)\omega$$

prizmatický účinek

$$\Delta \text{ (pD)} = 100 \frac{h(\text{m})}{z(\text{m})} = 100 \text{tg}\delta = \frac{h(\text{cm})}{z(\text{m})}$$



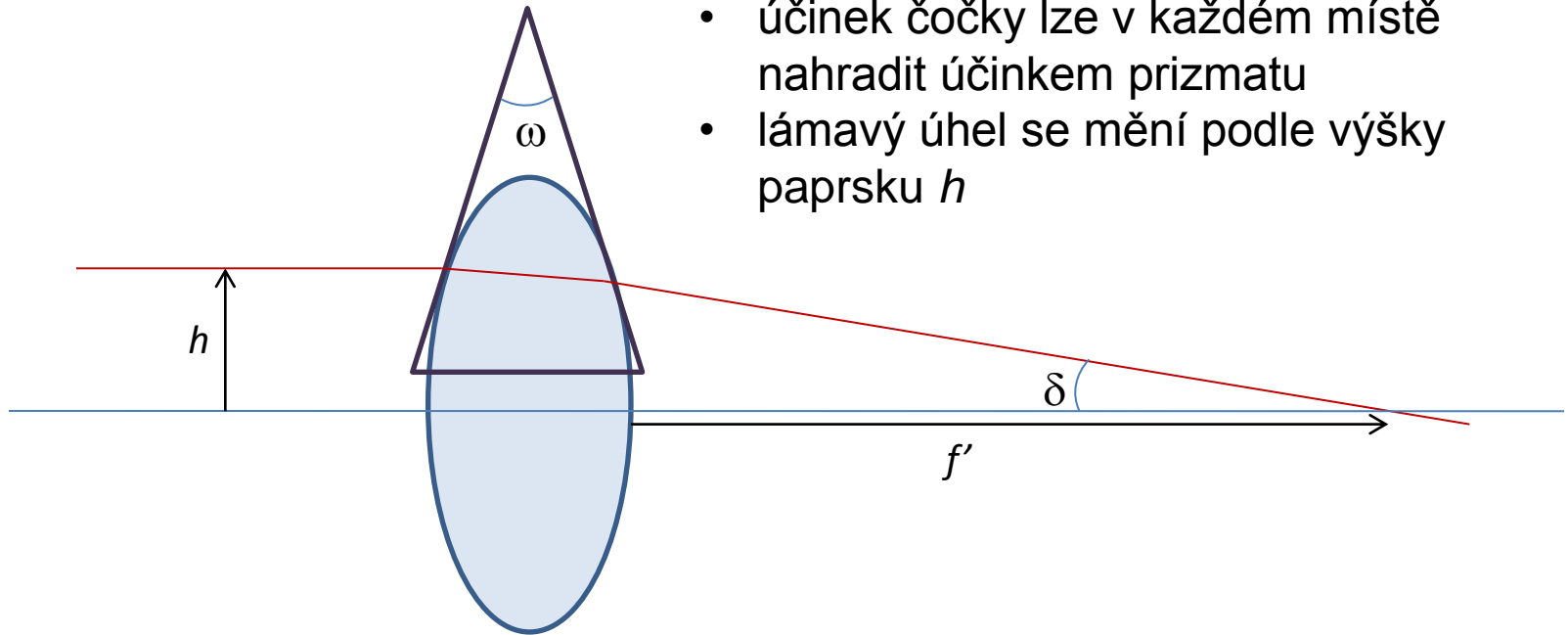
Prizmatický účinek



při pohledu přes prizma se obraz posouvá k vrcholu prizmatu (od báze)

Prizmatický účinek čočky

- účinek čočky lze v každém místě nahradit účinkem prizmatu
- lámavý úhel se mění podle výšky paprsku h



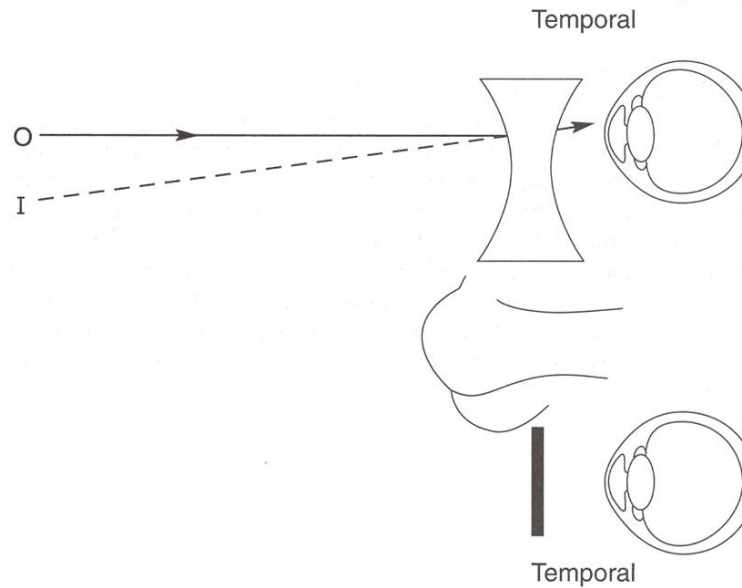
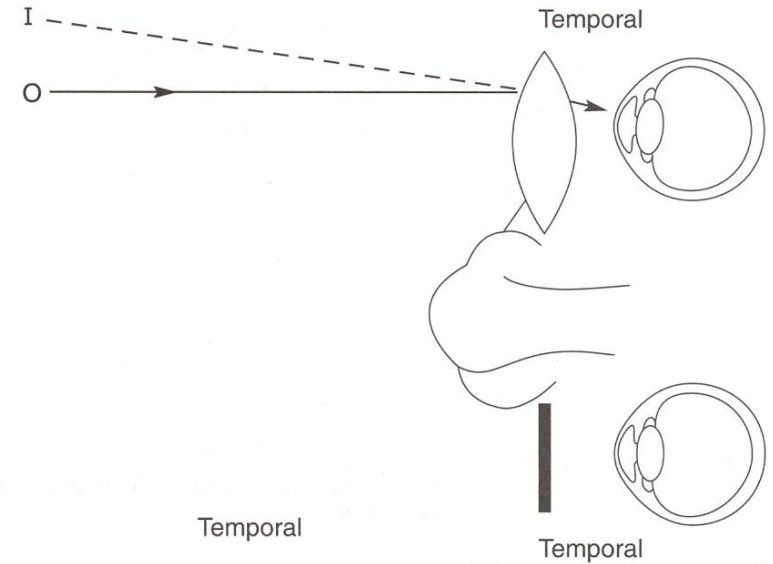
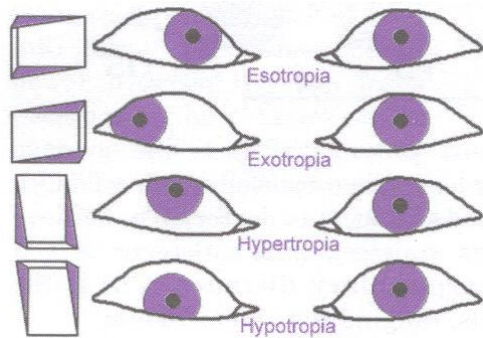
$$\Delta (\text{pD}) = 100 \operatorname{tg} \delta = 100 \frac{h(\text{m})}{f'(\text{m})} = 100 h(\text{m}) \varphi'_c(\text{D}) = h(\text{cm}) \varphi'_c(\text{D})$$

„Prenticeho pravidlo“ (Prentice's rule)

Prizmatický účinek čočky

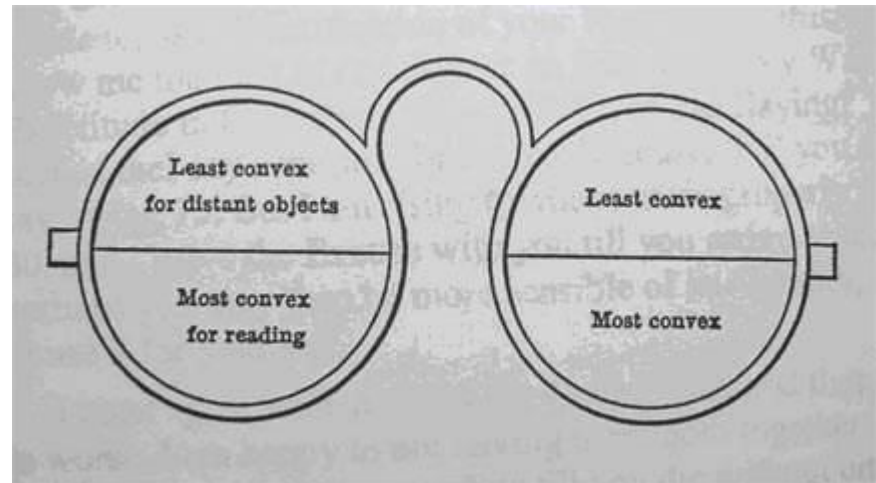
decentrovaná čočka má prizmatický účinek

$$\Delta \text{ (pD)} = \frac{\text{dec (mm)} \varphi'_c \text{ (D)}}{10}$$



Vynález bifokálních čoček

Benjamin Franklin

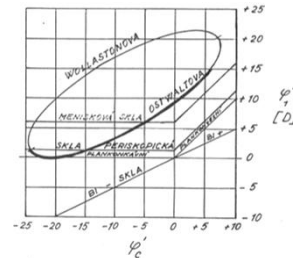
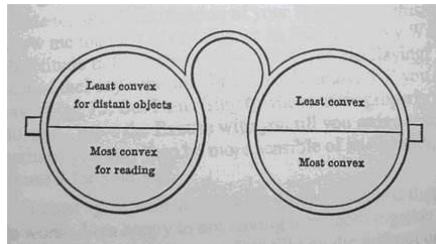
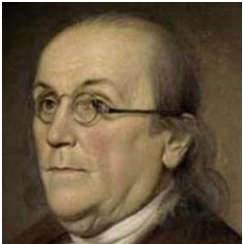


nákres z dopisu – knihovna kongresu

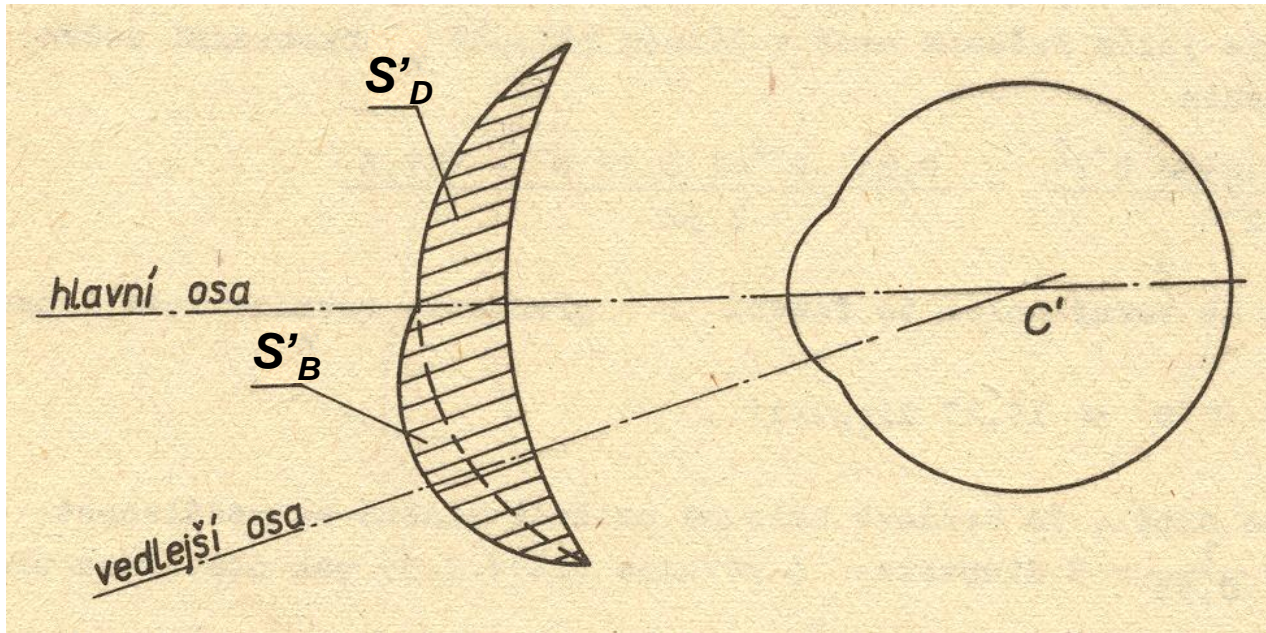
A handwritten signature of Benjamin Franklin in cursive script.

Požadavky na bifokální čočky

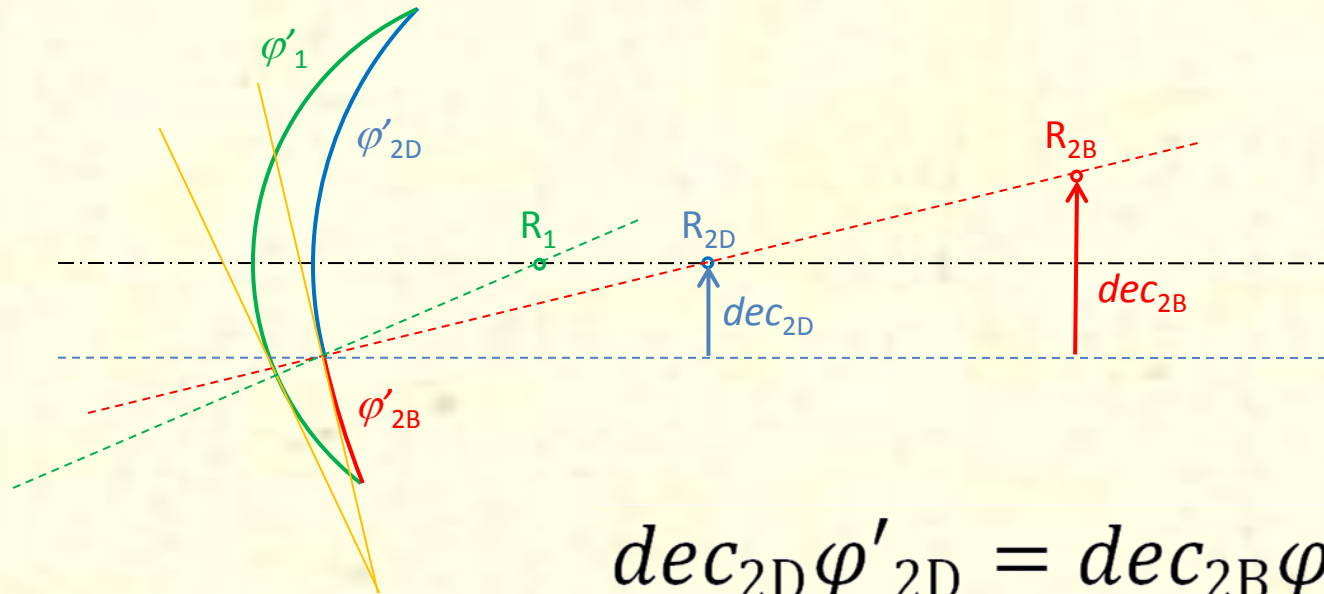
- Řádné centrování obou dílů vůči oku (optické osy procházejí středem otáčení oka).
- Korekce periferního astigmatismu obou dílů (bodově zobrazující čočky).
- Odstranění „skoku obrazu“ na předělu (shodný prizmatický účinek na předělu).
- Vhodné provedení z hygienického a estetického hlediska (bez vroubku).



Centrování dílů bifokální čočky

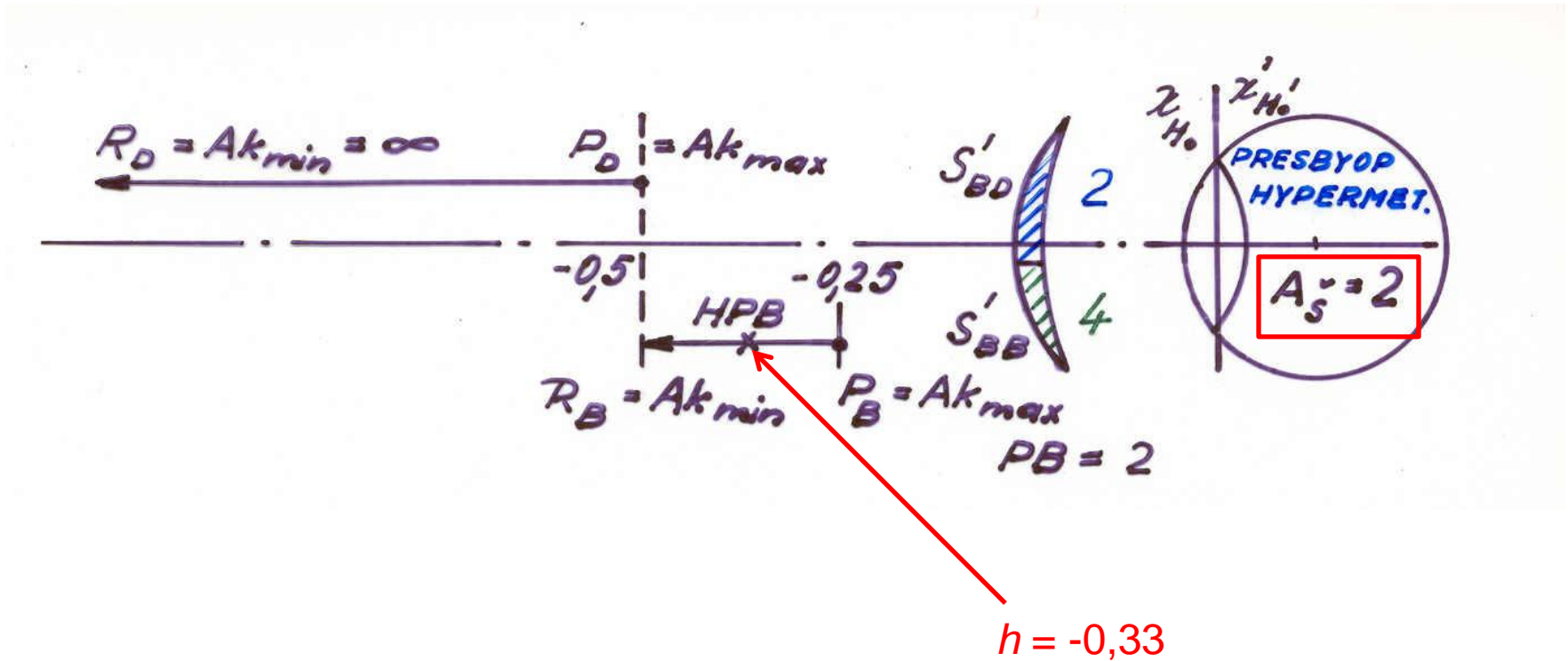


Skok obrazu u vybrušované bifokální čočky



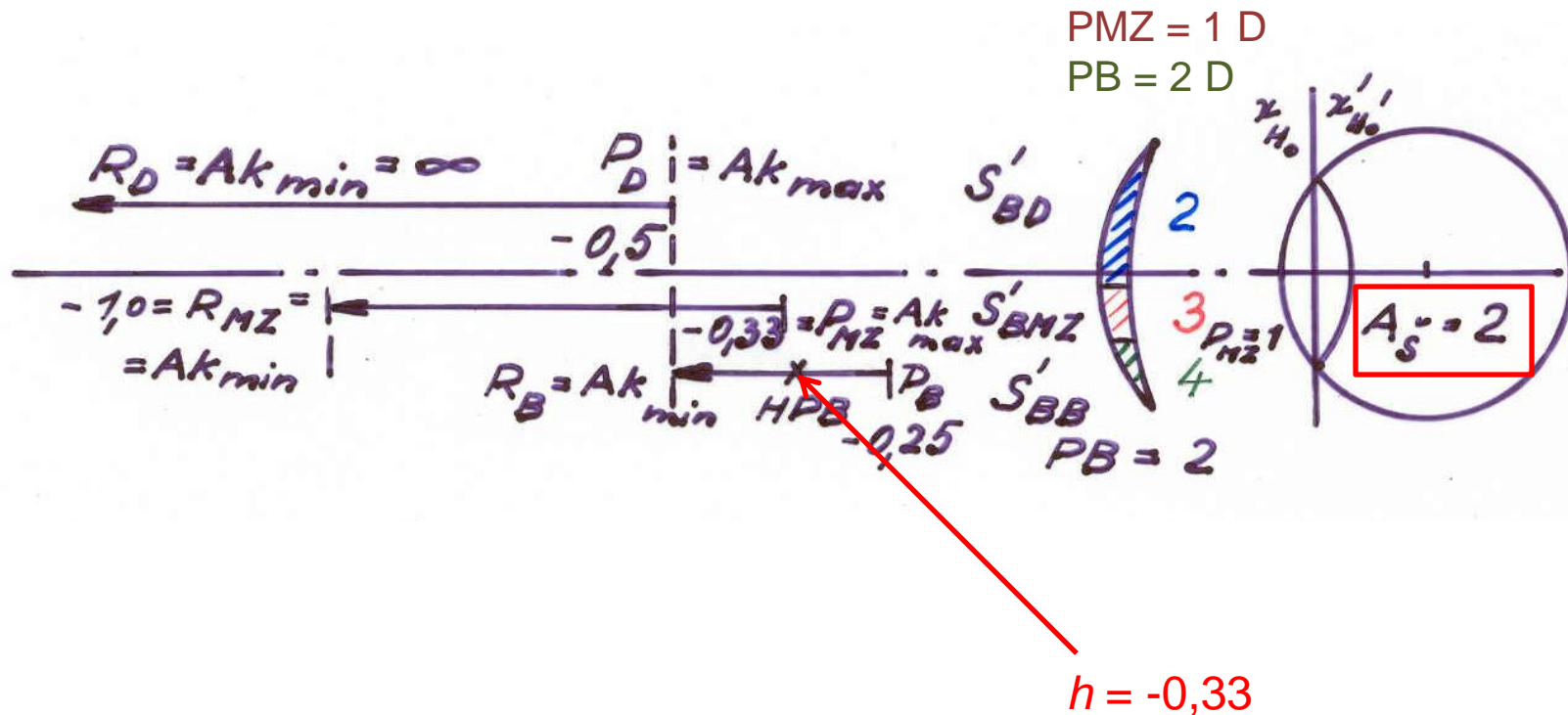
$$dec_{2D} \varphi'_{2D} = dec_{2B} \varphi'_{2B}$$

Akomodační intervaly pro bifokální čočku



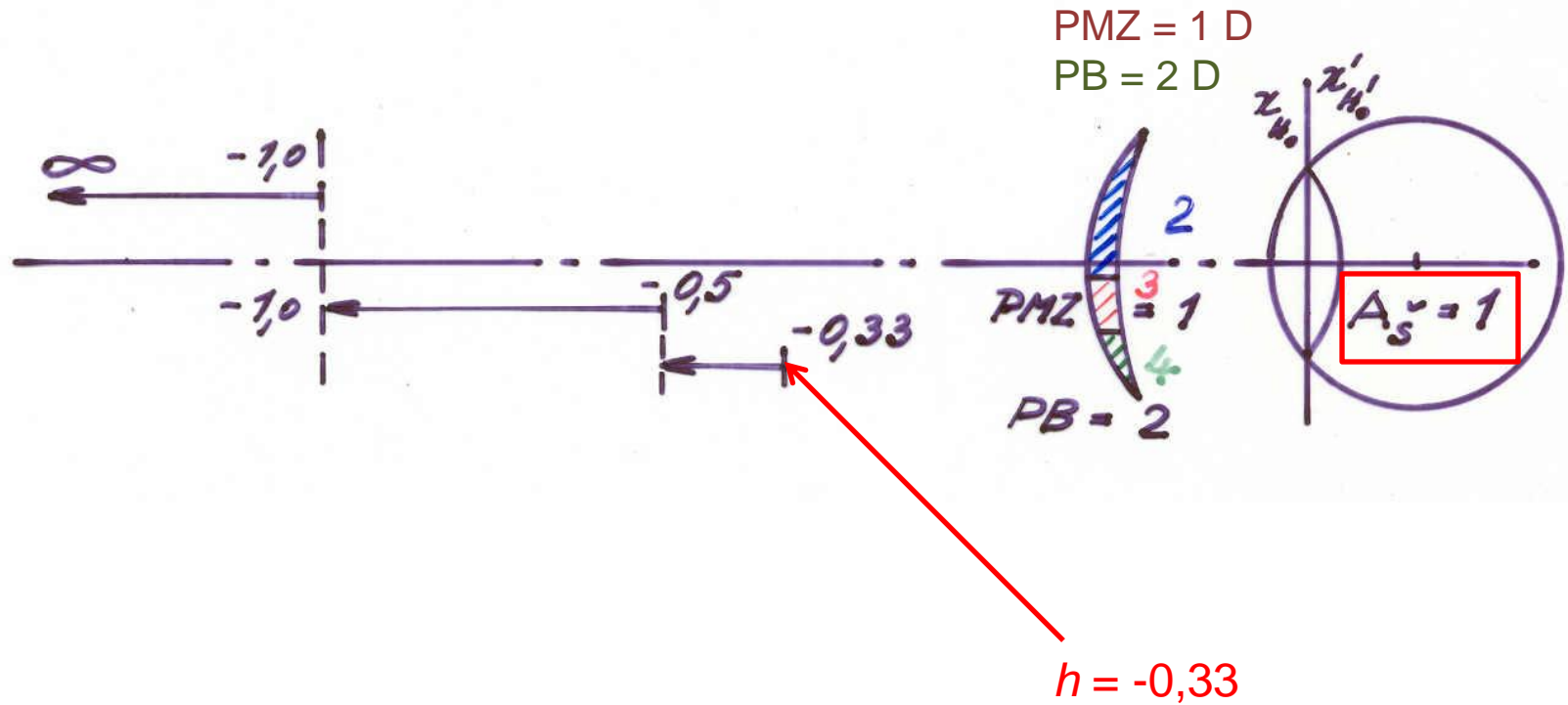
- HPB označuje hlavní pracovní bod
- přídavek do blízka (adici) značíme *Add* nebo *PB*

Akomodační intervaly pro trifokální čočku

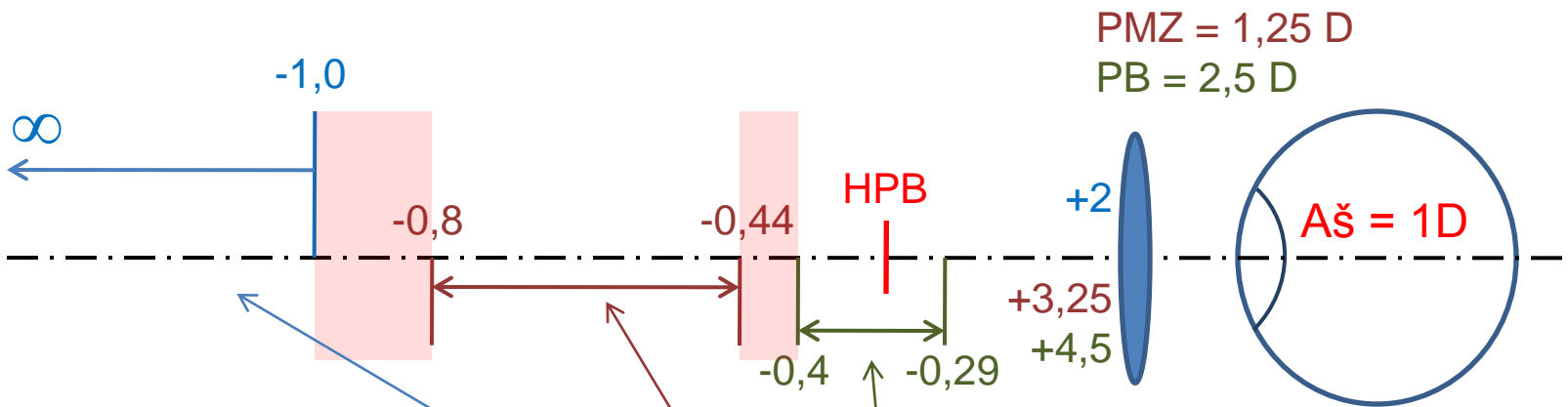


- HPB označuje hlavní pracovní bod
- přídavek do blízka (adici) značíme *Add* nebo *PB*
- *PMZ* označuje přídavek mezidílu

Pokles akomodační šíře na +1D

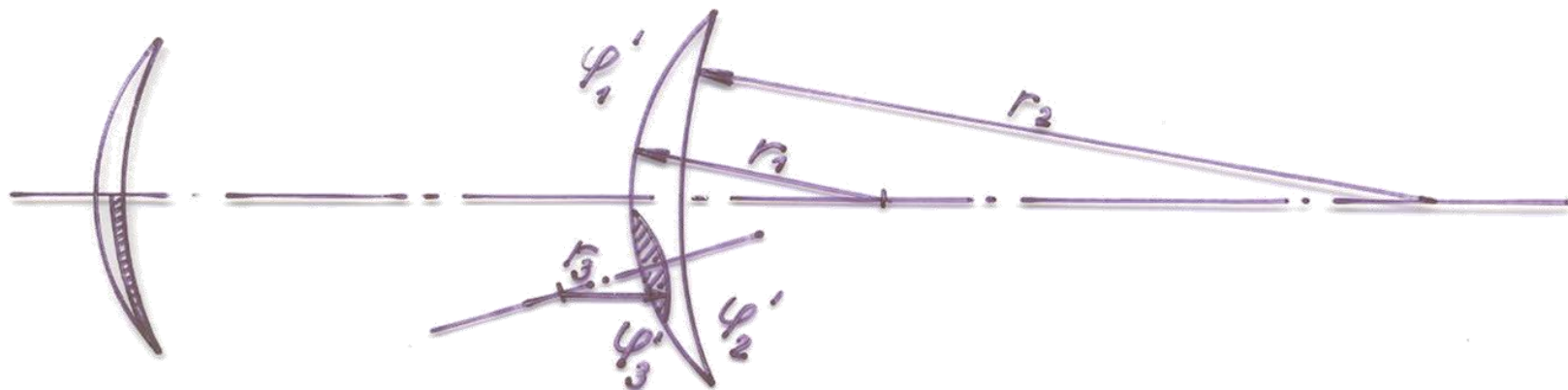


Zvýšení přídavku do blízka na +2,5 D

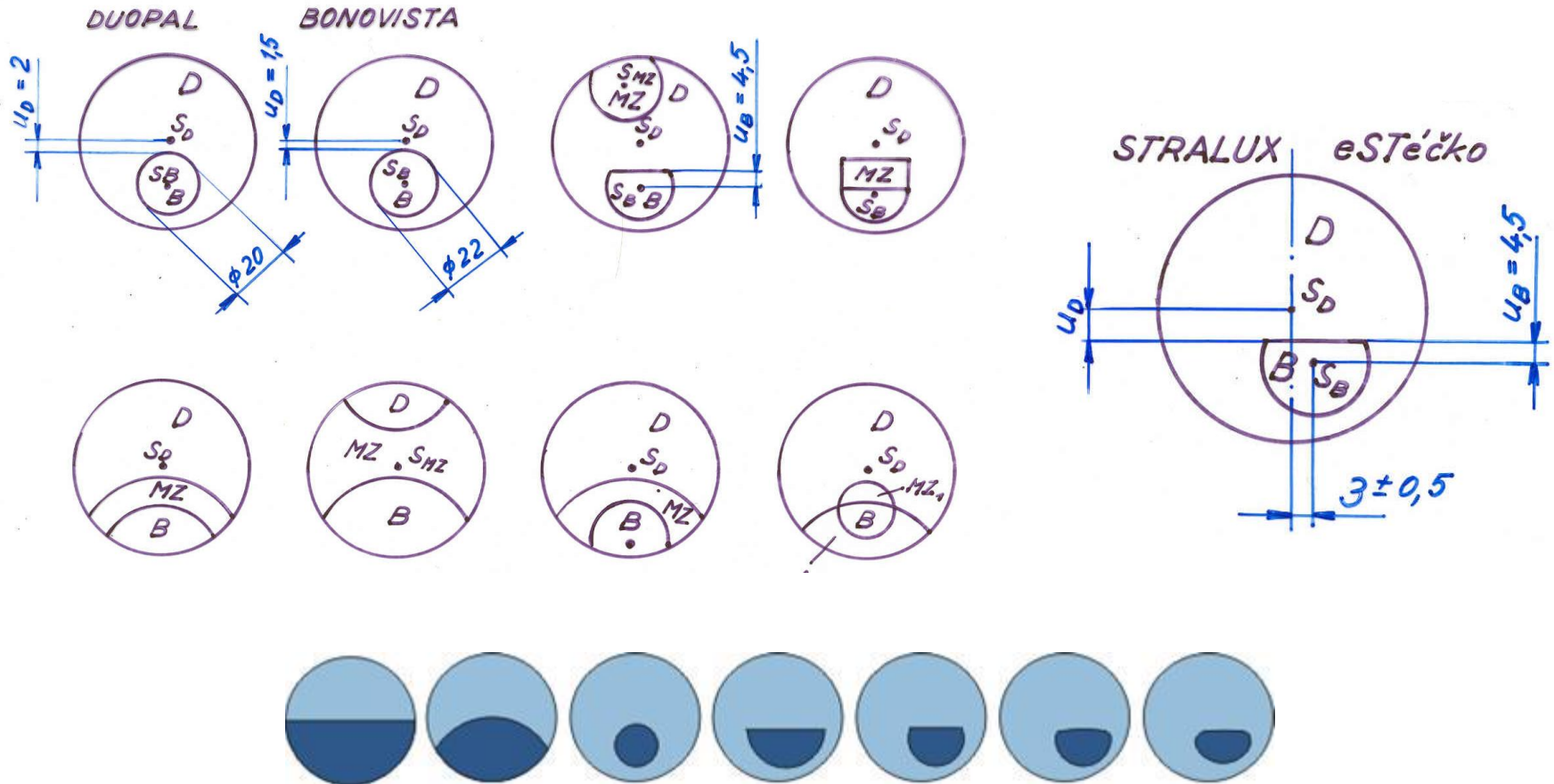


intervaly ostrého vidění pro díl do dálky, mezidíl, díl do blízka

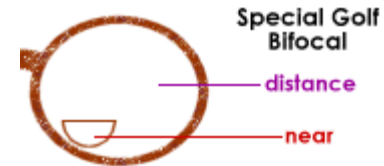
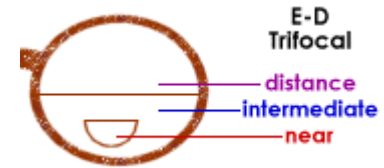
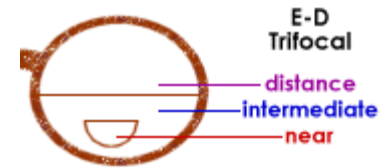
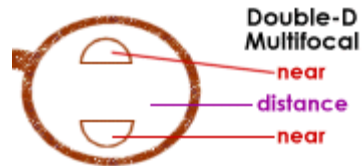
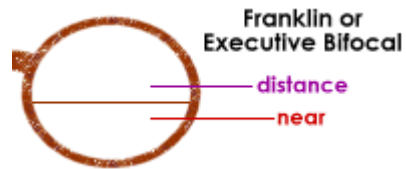
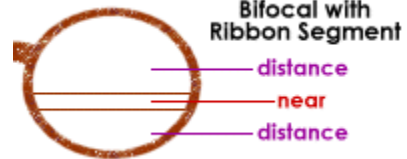
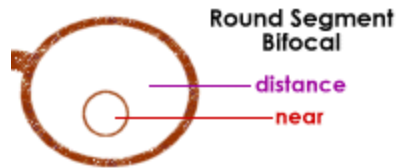
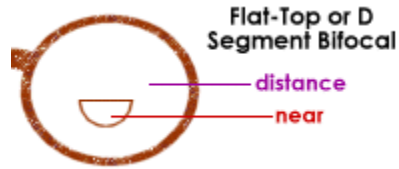
Zatavované bifokální čočky



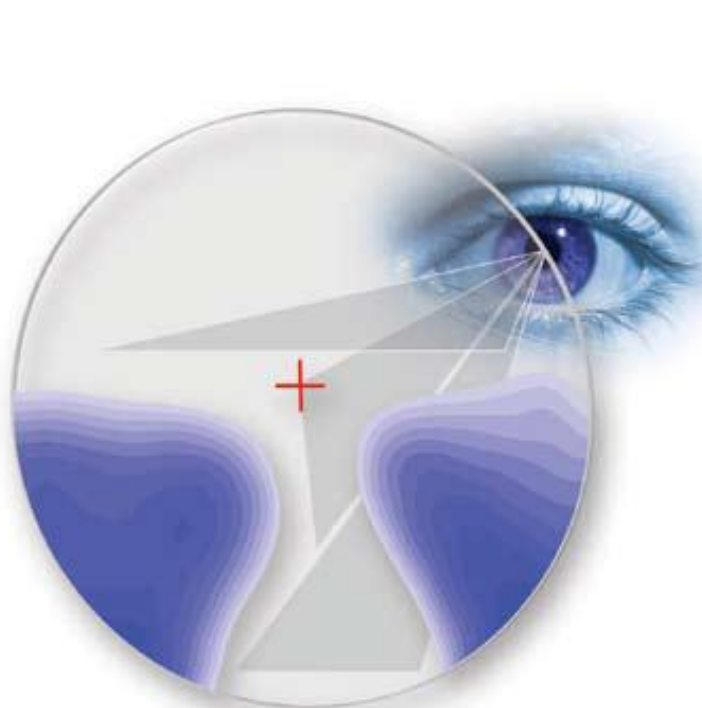
Příklady bifokálních čoček



Další příklady bifokálních čoček



Progresivní čočky



zorné pole do dálky
od 5 m dál



progresivní kanál -
zorné pole na pracovní
vzdálenost 40 cm - 5 m

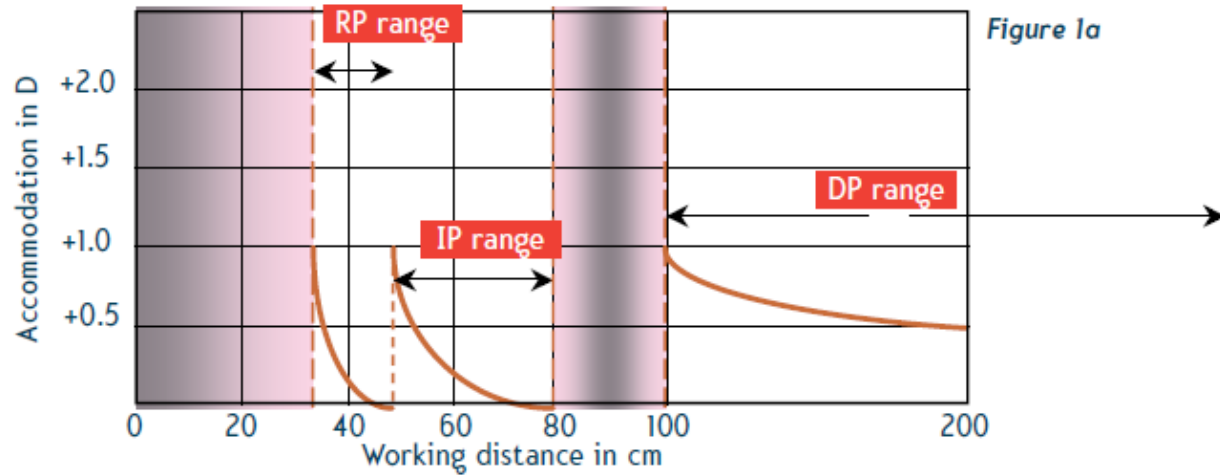


zorné pole do blízka
do 40 cm

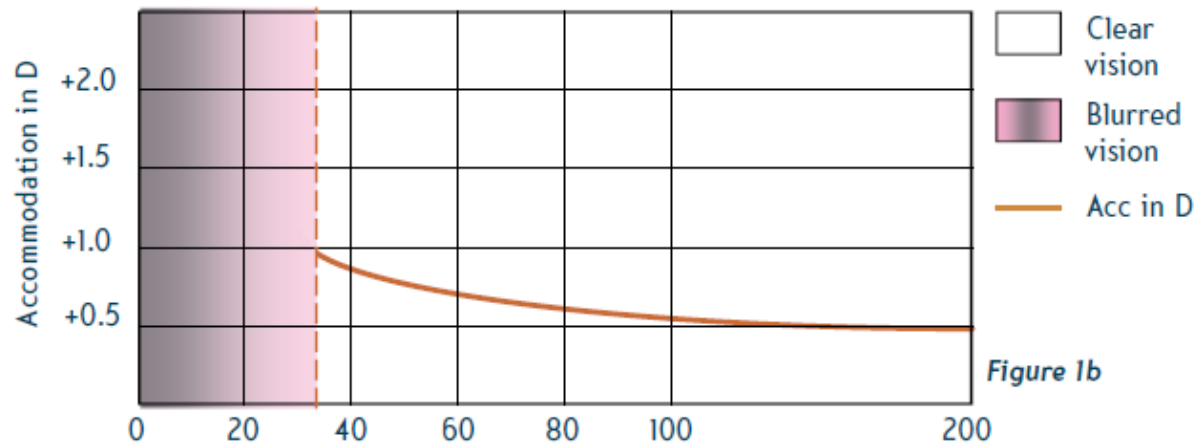
Na rozdíl od bifokální čočky roste mohutnost progresivní čočky postupně, mezi oblastí pro vidění do dálky (horní část) a do blízka (dolní část). Tyto části jsou propojeny tzv. progresivním kanálem.

(Další části prezentace připraveny dle textu Mo Jalie: Progressive lenses, Part 1, Continuing Education and Training)

Progresivní čočky



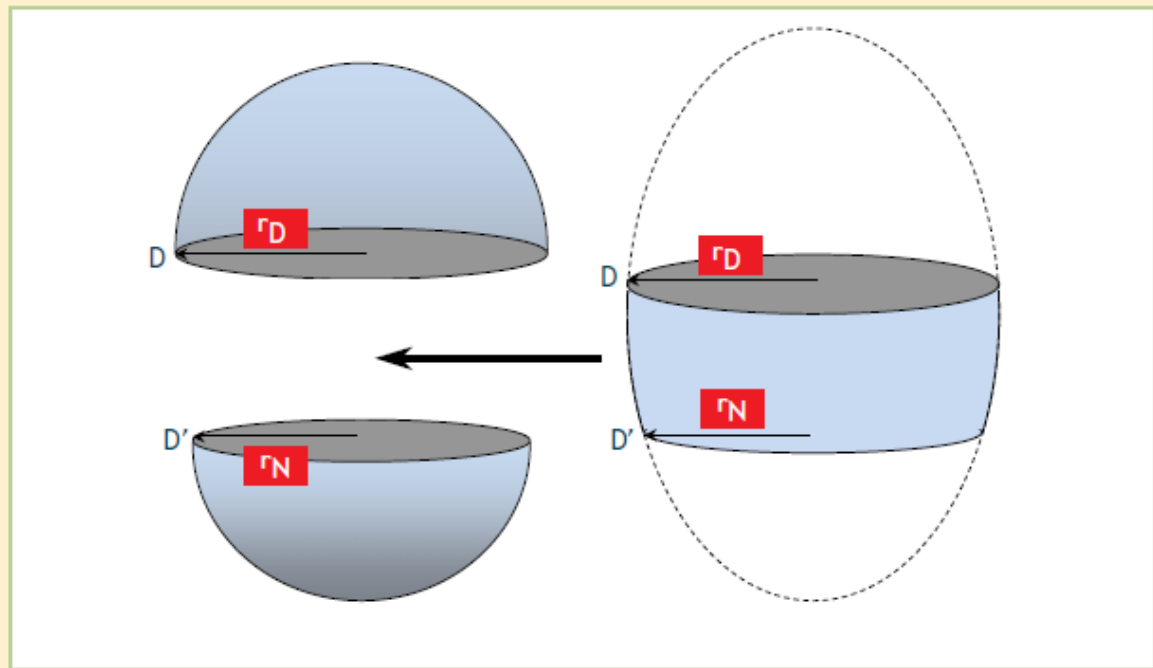
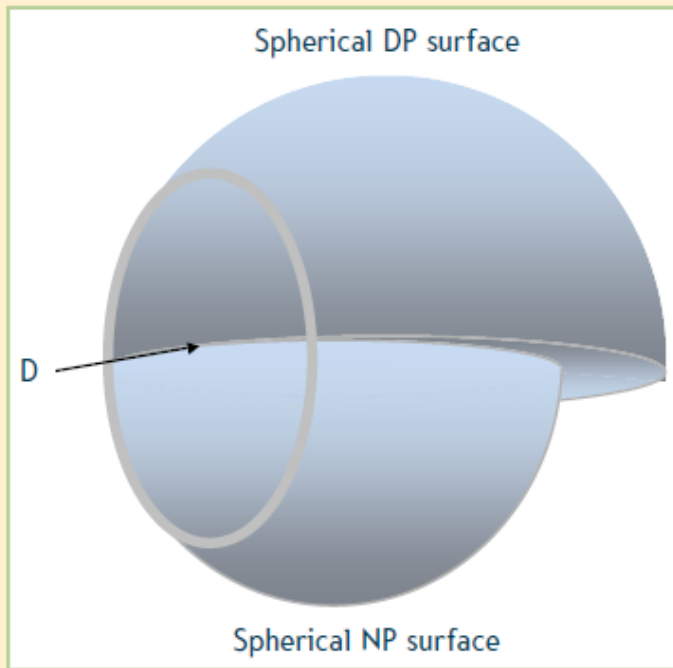
trifokální čočka



progresivní čočka

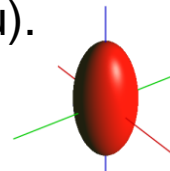
Průběh akomodace oka při změně pracovní vzdálenosti s trifokální čočkou (skokové změny) a progresivní čočkou (plynulá změna). Fialově jsou vyznačeny oblasti bez možnosti ostrého vidění.

Progresivní čočky

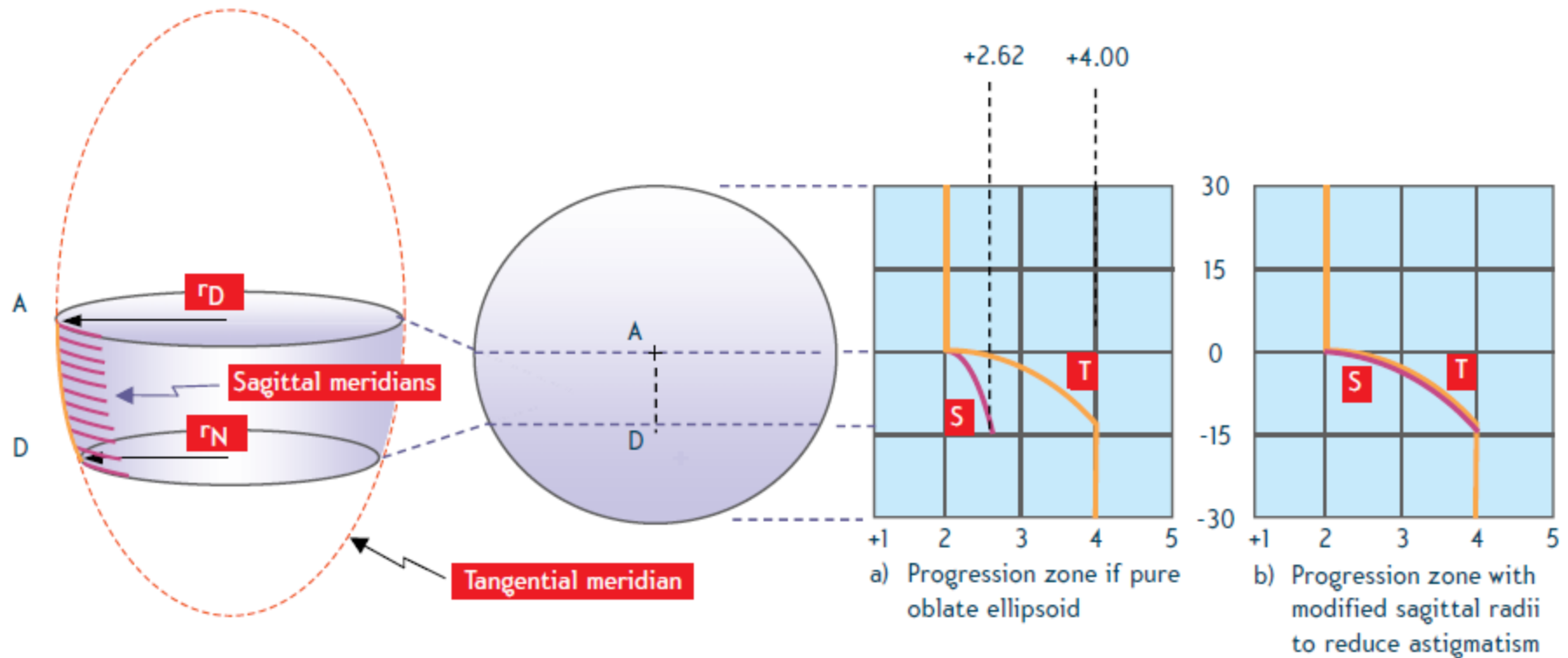


Bifokální čočka (vlevo) může vzniknout složením dvou sférických předních ploch – větší poloměr křivosti r_D horní části odpovídá menší mohutnosti a představuje díl do dálky, menší poloměr křivosti r_N odpovídá vyšší mohutnosti dolního dílu do blízka.

Nejjednodušší progresivní čočku (vpravo) z ní vytvoříme tak, že horní a dolní sférický díl propojíme plochou, jejíž poloměr křivosti se spojitě mění. Může jít třeba o povrch rotačního elipsoidu (sferoidu).



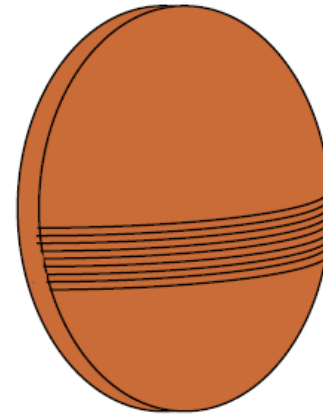
Progresivní čočky



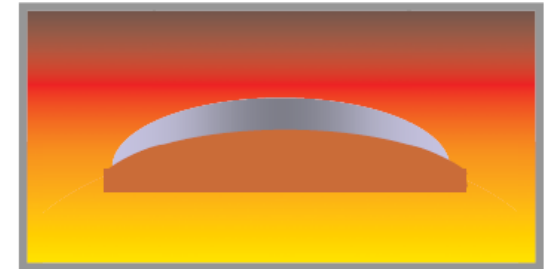
Povrch rotačního elipsoidu má však rozdílné křivosti v tangenciálním a sagitálním řezu, a proto přechodová část trpí silným astigmatismem a).

Tvar přechodové části je možno změnit a zvýšit sagitální křivosti podél tangenciálního řezu tak, aby mohutnost v obou řezech byla vyrovnána a tím byl redukován astigmatismus b). To je možné udělat jen podél samotného meridiánu, v úzké oblasti, která tvoří tzv. progresivní kanál.

Progresivní čočky



a) Ceramic mould

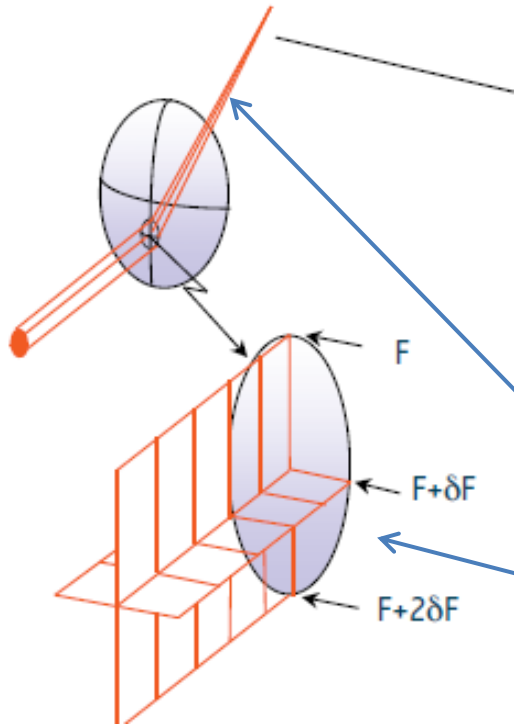


b) Slumping a glass blank (forming)

Možnost tvarování povrchu progresivní čočky, a tím vytváření příznivého průběhu astigmatismu je dán technologickými možnostmi.

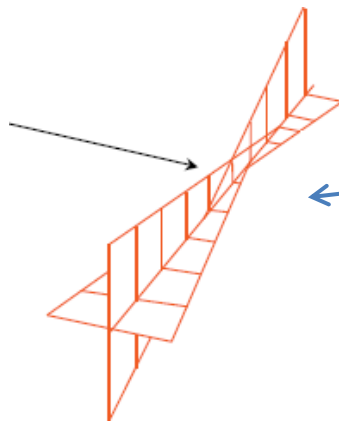
- Důležitá je technologie CNC broušení a leštění (vlevo CNC stroj Schneider).
- Jiným postupem je „slumping“ (stékání, vpravo): konvexní, původně sférická čočka je umístěna na keramickou formu („mould“) požadovaného tvaru a za vysoké teploty se této formě tvarově přizpůsobí

Progresivní čočky



Ani optimální návrh progresivního kanálu nemůže zcela odstranit astigmatismus v této části čočky, kde mohutnost (v obrázku označena F) spojitě roste.

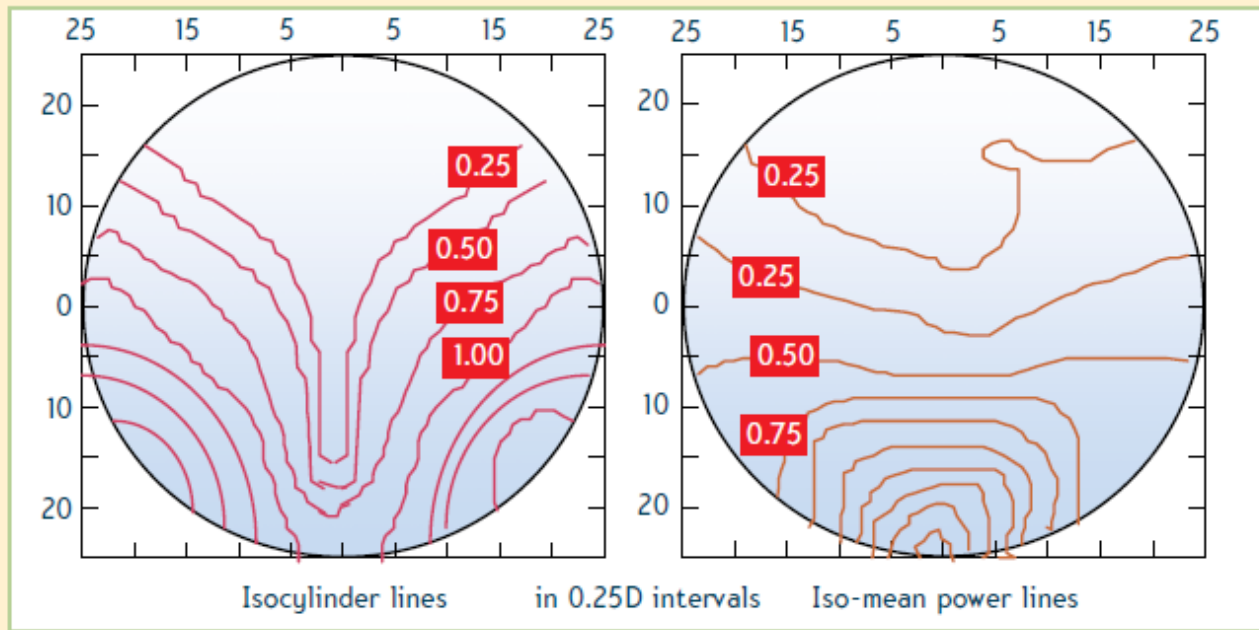
Astigmatismus zde vzniká už proto, že svazek (vymezený pupilou oka) zde vždy prochází oblastí, která má v dolní části vyšší mohutnost ($F + 2\delta F$), nežli v části horní (F).



Paprsky v dolní části jsou proto lomeny více, než paprsky v horní části.

Progresivní čočky

Isocylinder and iso-mean power lines for progressive power lens, plano add +2.00D



Vlastnosti progresivní čočky lze charakterizovat dvěma diagramy:

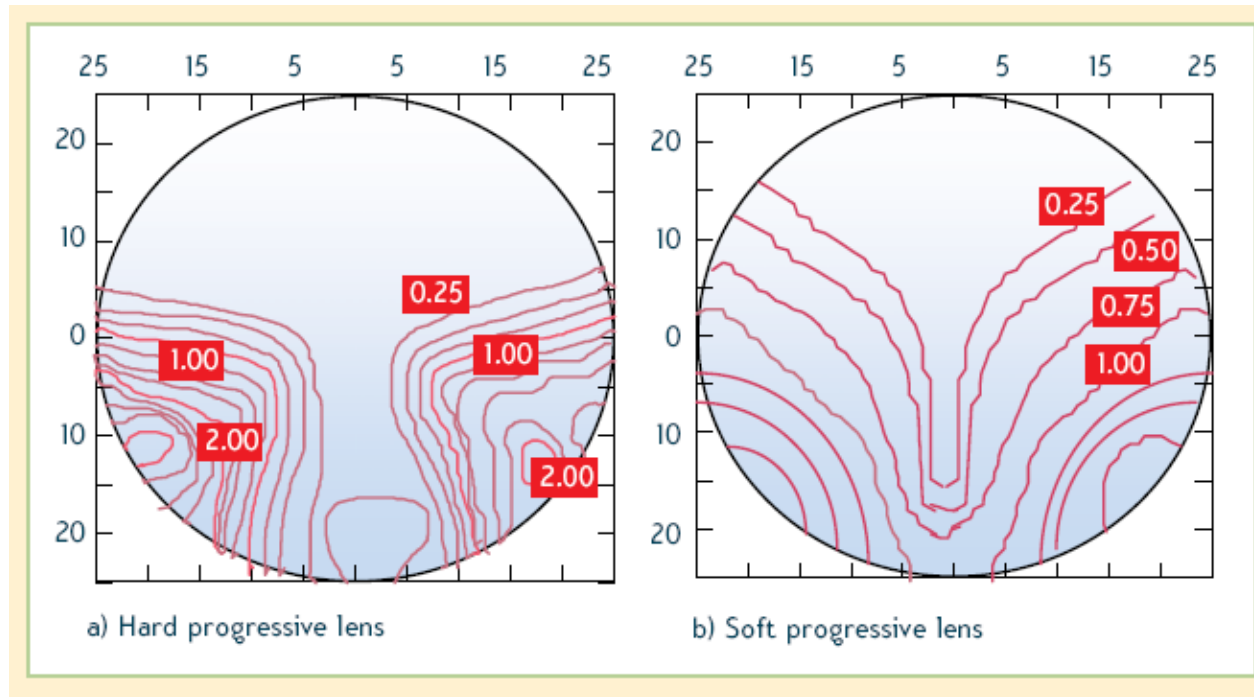
- „isocylinder lines“ (vlevo) jsou pomyslné čáry spojující na povrchu čočky místa se stejným astigmatismem; za progresivní kanál se považuje oblast s astigmatismem pod 1 D
- „iso-mean power lines“ (vpravo) jsou čáry stejné optické mohutnosti

Progresivní čočky

Někdy se hovoří o několika generacích progresivních čoček:

1. první komerčně úspěšné čočky (Varilux 1 firmy Essel) měly části do dálky a do blízka sférické a spojovala je oblast vzniklá tak, že CNC nůž opisoval horizontální kružnice, jejichž poloměr se postupně měnil mezi poloměrem křivosti horní a dolní části; díl do dálky byl prakticky bez astigmatismu
2. Varilux 2 měly asférické členy do dálky a do blízka a pro jejich propojení využívaly série kónických řezů s proměnnou asféricitou s cílem redukovat značný astigmatismus předchozího modelu
3. design třetí generace (např. Truvision OMNI) použil asférické povrchy části do blízka a do dálky, přitom nechal přechodovou oblast více zasahovat do části do dálky, tj. fakticky prodloužil přechodovou oblast; tím se sice „změkčilo“ vymezení oblasti do dálky, ale významně poklesl astigmatismus stranových částí čočky; tento design se označuje jako SOFT design
4. poslední generace se vyznačuje různými průběhy změny mohutnosti pro různé adice a využívá maximálně asférických ploch pro dosažení dobrých vlastností čoček v preferované oblasti vidění

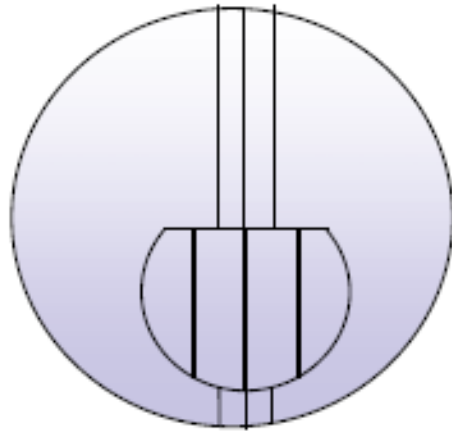
Progresivní čočky



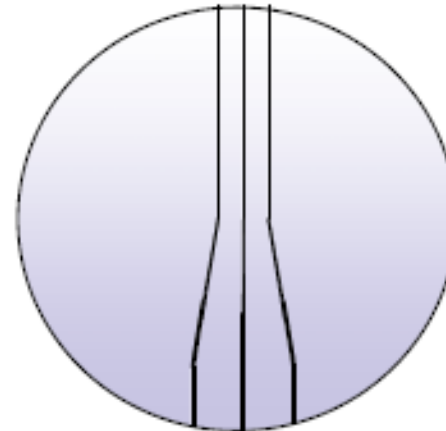
- pokud designér zamýšlí získat velkou část pro vidění do dálky a vyšší hodnoty astigmatismu omezit pouze na dolní část čočky (odpovídá starší generaci čoček), je výsledkem tzv. „HARD design“ (na obrázku vlevo)
- pokud si přeje zredukovat astigmatismus v dolní části, aby urychlil adaptaci klienta na progresivní čočky, rozšíří dolní část více do části horní a získá tím tzv. „SOFT design“ (vpravo) – úspěšný design zejména pro nižší adice a tím i nižší hodnoty astigmatismu

Progresivní čočky

Skew distortion in a progressive power lens



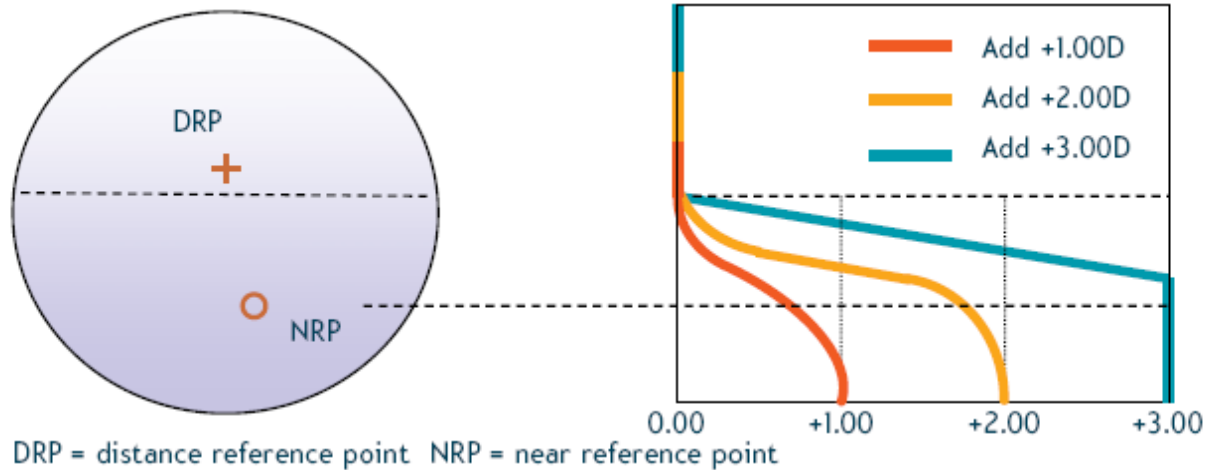
Flat-top bifocal



Progressive power lens

protože s mohutností souvisí také zvětšení obrazu, je u progresivních čoček nutno počítat s distorzí vznikající spojitě rostoucí mohutností čočky

Progresivní čočky



někteří výrobci vyrábějí progresivní čočky, které mají soft design pro nízké adice a postupně přecházejí k hard designu s rostoucí adicí