

## Zobrazovací vady čoček

U skutečných (reálných) [čoček](#) dochází při zobrazení k řadě vadám. Ty mají příčinu v různých jevech:

1. tloušťku čočky nelze vždy zanedbat
2. [index lomu](#) závisí na [frekvenci](#) použitého [světla](#)
3. zobrazení na kulových plochách není kolineární
4. ...

Zobrazovací vady (aberrace) se projevují např. tím, že:

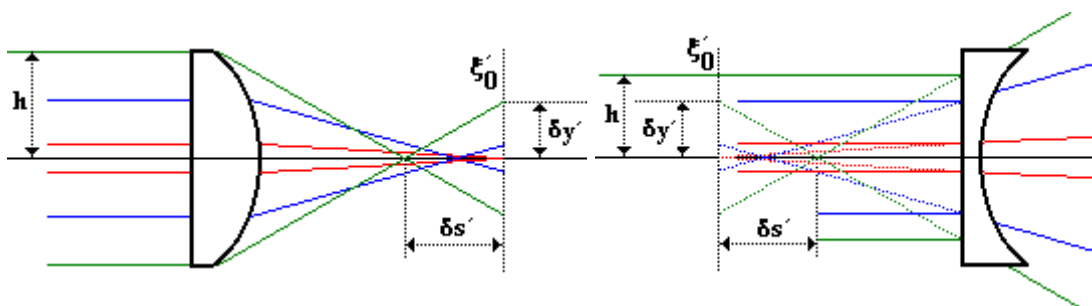
1. [paprsky](#) vycházející z jediného bodu předmětu se po průchodu soustavou neprotnou v jednom bodě - obrazem bodu je ploška (navíc ještě s nerovnoměrným rozložením [osvětlení](#))
2. obrazem úsečky není úsečka, ale část křivky
3. obrazem roviny kolmé k [optické ose](#) není rovina ale rotační plocha

Odchytky (aberrace) od ideálního zobrazení se dělí na:

1. monochromatické - vyskytují se v soustavě i při průchodu monochromatického světla (otvorová, koma, astigmatismus, zkreslení obrazu); tyto vady se mohou vyskytnout i při průchodu barevného světla soustavou
2. barevné (chromatické) - jsou způsobeny rozkladem bílého (obecně barevného) světla v soustavě

V praxi se můžeme setkat s těmito vadami:

1. [otvorová](#) - čím dále od optické osy bude paprsek rovnoběžný s optickou osou, tím blíže od čočky bude paprsek prošlý čočkou protínat optickou osu (viz obr. 111 pro [spojku](#) a obr. 112 pro [rozptylku](#)). Tedy s rostoucí dopadovou výškou  $h$  se průsečík paprsku s optickou osou vzdaluje paraxiálnímu [ohnisku](#), což se v paraxiální obrazové rovině  $\xi_0'$  projeví tím, že obrazem bodu není bod, ale rozptylový kroužek. Míru této vady vyjadřuje závislost  $\delta s' = f(h)$  pro podélnou otvorovou vadu nebo závislost  $\delta y' = f(h)$  pro příčnou otvorovou vadu. Otvorová vada je nezávislá na [zorném poli](#) a roste se třetí mocninou průměru relativního otvoru. Tuto vadu lze omezit jednoduchým zúžením svazku paprsků (např. kruhovou [clonou](#), ...).



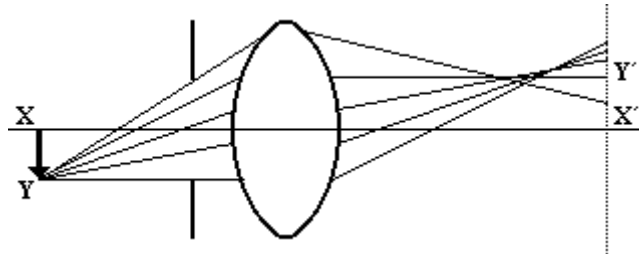
Obr. 111

Obr. 112

Příčinou vzniku této vady je fakt, že paprsky vzdálené od optické osy už nejsou v [paraxiálním prostoru](#).

2. [koma](#) - vzniká při zobrazení širokými mimoosovými svazky paprsků. Obrazem bodu v tom případě je protáhlá ploška s nerovnoměrným rozložením intenzity světla (viz obr. 113). Míra této vady se udává vzdáleností průsečíku krajních paprsků od hlavního paprsku v rovině kolmé k optické ose.
3. [astigmatismus](#) - vzniká při zobrazení úzkými šikmými paprsky a projevuje se tím, že krajní paprsky ve dvou kolmých rovinách (roviná nákrasny (roviná tangenciální,

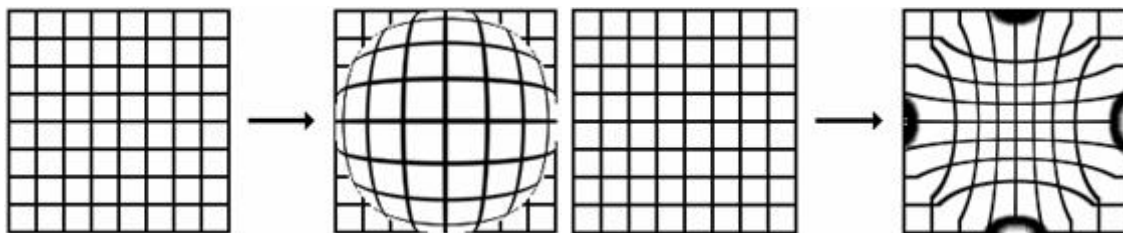
meridionální) a rovina k ní kolmá (rovina sagitální)) se protnou s hlavním paprskem ve dvou různých bodech. Obrazem roviny kolmé k optické ose je tedy rotační plocha (resp. 2 rotační plochy - v rovině tangenciální a sagitální), jejíž tečnou rovinou je paraxiální obrazová rovina. Tím dochází i k tzv. **zklenutí pole**. Astigmatismus a zklenutí pole rostou s druhou mocninou úhlu zorného pole  $\tau$ .



Obr. 113

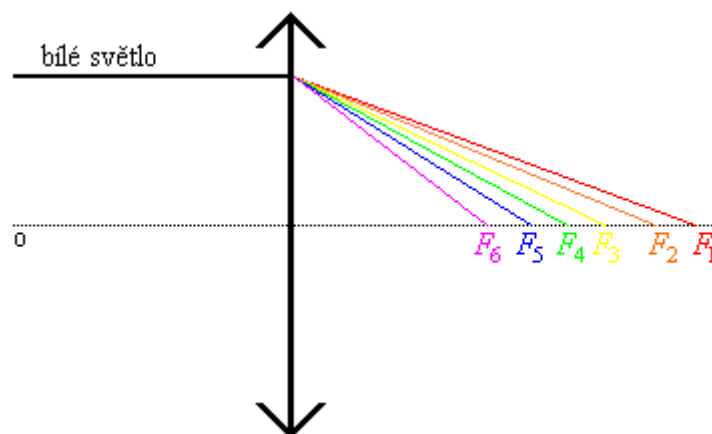
4. **zklenutí (zkreslení) obrazu** - předmět se při zobrazení deformuje v důsledku změny **příčného zvětšení** v závislosti na úhlu zorného pole  $\tau$  narušením podobnosti obrazu a předmětu. Zklenutí může být dvojího druhu - buď soudkovité (viz obr. 114) a nebo poduškovité (viz obr. 115). Ke zklenutí obrazu dochází v důsledku toho, že různě **vzdálené body** od optické osy se zobrazují s různým zvětšením.
5. **barevná** - vzniká v důsledku závislosti indexu lomu na frekvenci světla. Paprsek **bílého světla**, který dopadá na čočku rovnoběžně s optickou osou, se při průchodu čočkou rozkládá na paprsky **základních barev**, které protínají optickou osu každý v jiném bodě (viz obr. 116).

Každá **barva spektra** má tedy „své“ ohnisko. Na obr. 116 není dodržen správný **poměr** vzdáleností mezi ohnisky jednotlivých barev a ani úhly lomu jednotlivých barevných složek bílého světla nejsou ve správném poměru.



Obr. 114

Obr. 115



K odstranění uvedených vad se používají čočkové **multiplety** (dublety, triplety, ...), tj. několik čoček spojených dohromady. Tyto čočky jsou vytvořené ze speciálních materiálů a mají určité [poloměry křivosti](#) optických ploch, čímž vznikají takové zobrazovací vady, které se v multipletu vzájemně vykompenzují. Je dobré si uvědomit, že danou [optickou mohutnost](#) čočky lze dosáhnout různou volbou poloměrů křivosti optických ploch.

U [fotoaparátů](#) se používají speciální [objektivy](#), které korigují barevnou vadu pro některé vlnové délky. Objektiv, který koriguje barevnou vadu pro dvě vlnové délky (pro dvě barvy spektra), se nazývá **achromatický objektiv**. U fotoaparátů koriguje tento objektiv většinou barevnou vadu pro modro-fialovou barvu a pro žlutou barvu.

**Apochromatický objektiv** je objektiv, který koriguje barevnou vadu čoček pro tři vlnové délky (tři barvy spektra) - většinou pro modrou, žluto-zelenou a červenou barvu.