



Fotografická optika

Fotografický přístroj

Vývoj a konstrukce

Fotoaparát

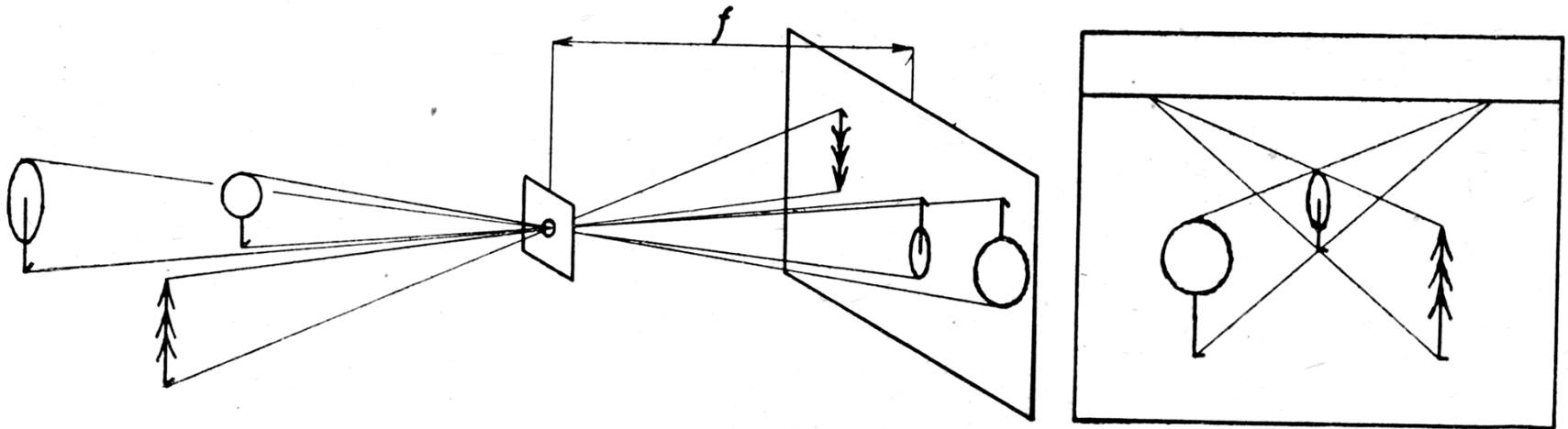
- Každý fotoaparát je v principu světlotěsně uzavřená komora s malým otvorem nebo nějakou složitější optickou soustavou – objektivem, jímž dovnitř vstupuje světlo, a nějakým druhem světlocitlivé záznamové vrstvy na druhé straně (film, senzor), na níž dopadající světlo kreslí obraz.

Objektiv

- pro správné vykreslení fotografie je třeba fotoaparát také zaostřit, aby se sbíhající se paprsky z objektivu potkaly právě v místě, kde dopadají na citlivou vrstvu. (Pokud by se setkaly před ní nebo za ní, neprojeví se bod na objektu na snímku jako bod, ale jako rozmazaný kroužek – snímek bude neostřý.)
- to se řeší ostřícím mechanismem na objektivu, který zjednodušeně vyjádřeno posune celou optickou soustavu dopředu nebo dozadu tak, aby se paprsky sbíhaly právě na citlivé vrstvě. (Výjimkou aparáty s tzv. *fix focusem* – to jsou nejčastěji kompaktní aparáty nebo mobilní telefony, u nichž je clonový otvor tak malý, že dopadající paprsky jsou dostatečně úzké k vykreslení většiny předmětů v rozumné vzdálenosti.)
- ostření může ponecháno na obsluze (např. časté u makrofotografie), moderní přístroje ale disponují možností automatického ostření (autofokusu).

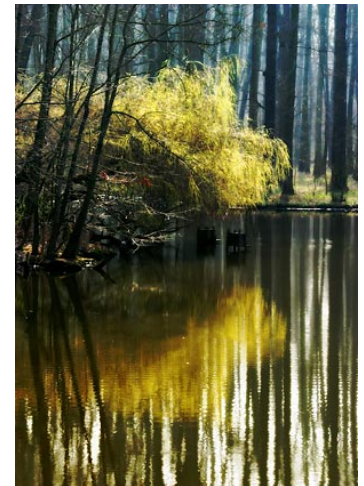
Dírková komora

- Dírková komora je uzavřená skříňka, na jejíž zadní stěně je citlivá vrstva, v přední stěně pak malý otvor vhodných rozměrů podle „ohniskové vzdálenosti“, tj. vzdálenosti otvoru od citlivé vrstvy. Fotografický obraz je z geometrického hlediska středový průmět. Toto zobrazení se nazývá perspektivní.



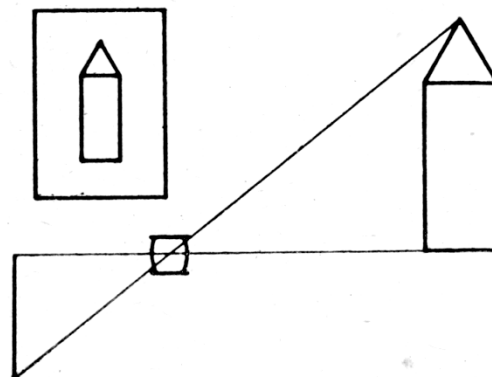
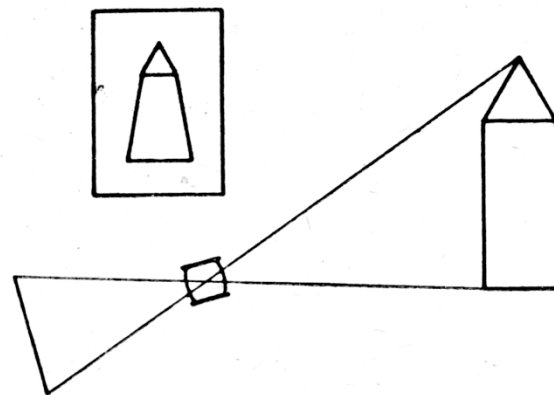
Perspektiva fotografického obrazu

- Perspektivnost zobrazení je významný činitel působení fotografického obrazu a může být příčinou nereálně zobrazených objektů.
- O vlastnostech perspektivy obrazu rozhoduje **pouze** vzdálenost středu promítání od zobrazovaného předmětu, tj. vzdálenost přístroje od předmětu.
- ať je v přístroji jakýkoliv objektiv, zůstává perspektiva nezměněna, nezměnila-li se poloha objektivu vůči snímanému objektu.
- Př. horní obr. $f=10$ mm, zvětšení 4x na 9x14 cm, pozorovací vzdálenost 4 cm. Dolní snímek $f=400$ mm, zvětšení 4x na 9x14 cm, pozorovací vzdálenost 1600 cm.



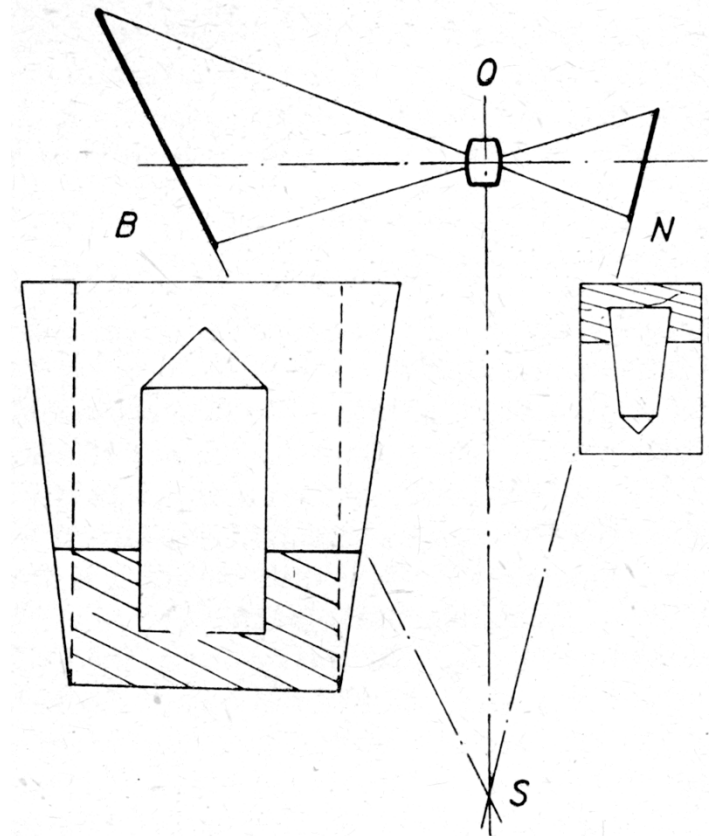
Perspektiva ve fotografii rektifikace

- Vyrovnání sklonu přístroje vysunutím objektivu. Objektiv musí být schopen vykreslit dostatečně široké obrazové pole bez zkreslení (širokoúhlé objektivy).
- Možné u klasických „měchových“ přístrojů a u objektivů typu „shift“ pro kinofilm a digitální profesionální fotopřístroje.



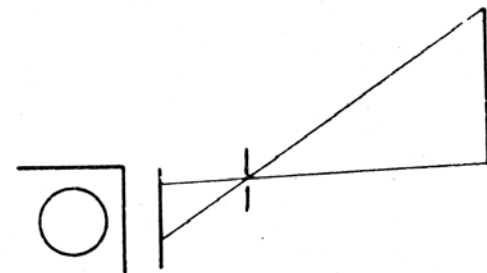
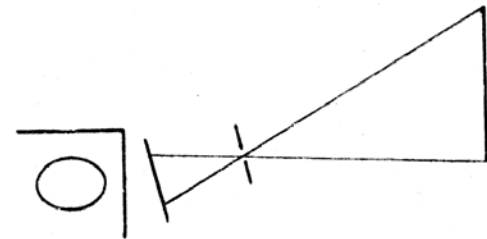
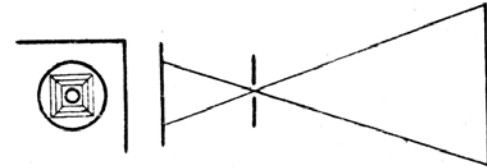
Rektifikace

- Vyrovnání perspektivně zkresleného obrazu (příp. ostré zobrazení šikmé plochy).
- Musí být dodržena podmínka, že rovina obrazu (B) a rovina průmětny (N) se protínají v přímce (S), kterou prochází i rovina, jdoucí objektivem (O) kolmo k optické ose - **Scheimpflugovo pravidlo**



Snímek zrcadla

- Snímek zrcadla bez zkreslení jeho tvaru, aniž bychom nasnímali i přístroj, při stranovém či výškovém posunutí standarty s objektivem



Využití Scheimpflugova pravidla

- Rovina novinového papíru je u fotoaparátu s pevnými standartami téměř kolmá k rovině ostrosti. I kdybychom použili při fotografování zcela zacloněného objektivu, nemůže se nám podařit pomocí maximální hloubky ostrosti proostrit celý prostor
- Nakloníme-li jednu ze standart velkoformátové kamery tak, aby se rovina plochy filmu (čipu), rovina přední standarty kolmá na osu objektivu a rovina fotografovaných novin protnuly v jednom bodě, dojde k tomu, že se nám rovina ostrosti původně rovnoběžná s filmem nakloní směrem dopředu a noviny se nám zobrazí ostré v celé ploše bez jakéhokoli zaclonění objektivu.



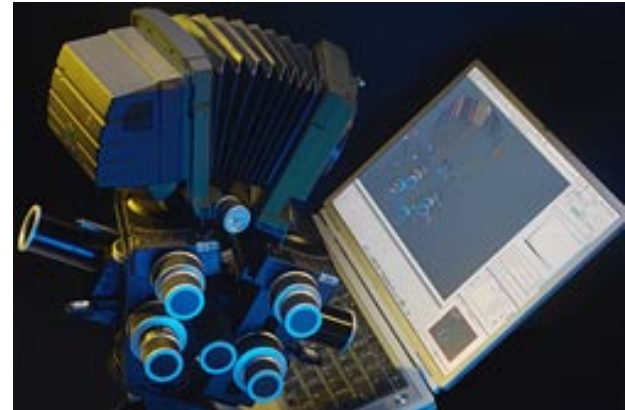
Využití Scheimpflugova pravidla

- Vzdálenější půllitr je už zcela neostrý a ač oba stojí rovně, na obrázku se zřetelně kácí do stran. S prvním problémem se vypořádáme podobně, jako v předcházejícím případě, ale místo horizontálního naklánění roviny ostrosti budeme jí otáčet vertikálně (jako byste otočili aparát na bok). Kombinací těchto dvou postupů můžeme vyostřit rovinu nakloněnou v obou směrech.
- Perspektivní zkreslení (kácení do stran) odstraníme u velkoformátové kamery pohodlně nastavením standart tak, aby byly rovnoběžné s půllitry. Stejného nadhledu dosáhneme posunutím jedné ze standart nahoru nebo dolů. Je to nejznámější princip optické lavice a říká se mu "šiftování".



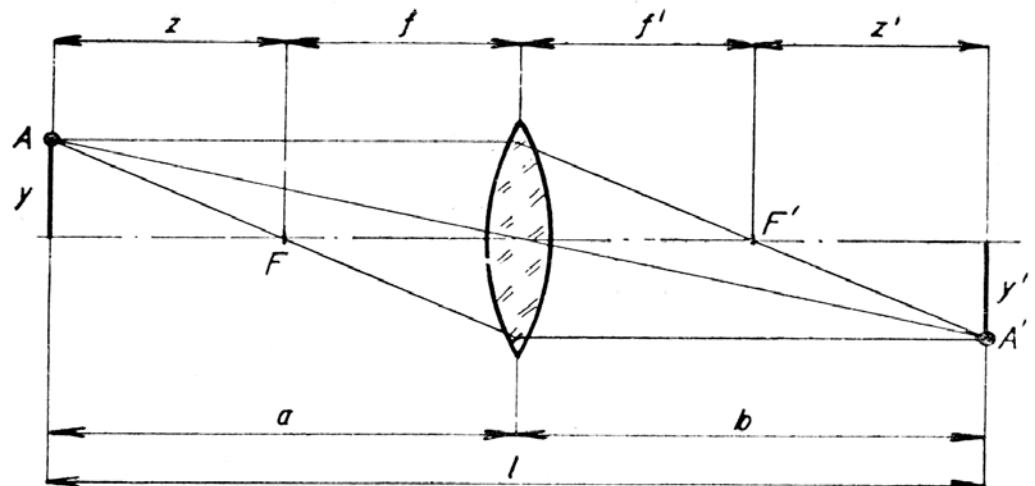
Využití Scheimpflugova pravidla

- Sinar p3 je optickou lavicí uzpůsobenou především pro práci s digitální kazetou Sinarback, pracuje však také s tradičním fotografickým materiálem. Na obrázku jsou zvláště zřetelné oba bloky mikrometrických posuvů a náklonů pro důmyslný způsob ostření dle Scheimpflugova pravidla.



Zákony zobrazení tenkou čočkou

- Opakování z geometrické optiky: vlevo čočková rovnice, vpravo Newtonova zobrazovací rovnice.



$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad m = \frac{y'}{y} = \frac{b}{a} \quad z \cdot z' = f^2$$

$$a = \frac{b \cdot f}{b - f} = f \cdot \frac{m + 1}{m} = f \cdot \left(\frac{1}{m} + 1 \right) \quad m = \frac{f}{z} = \frac{z'}{f}$$

$$b = \frac{a \cdot f}{a - f} = f \cdot (m + 1) \quad z = \frac{f^2}{z'} = \frac{f}{m}$$

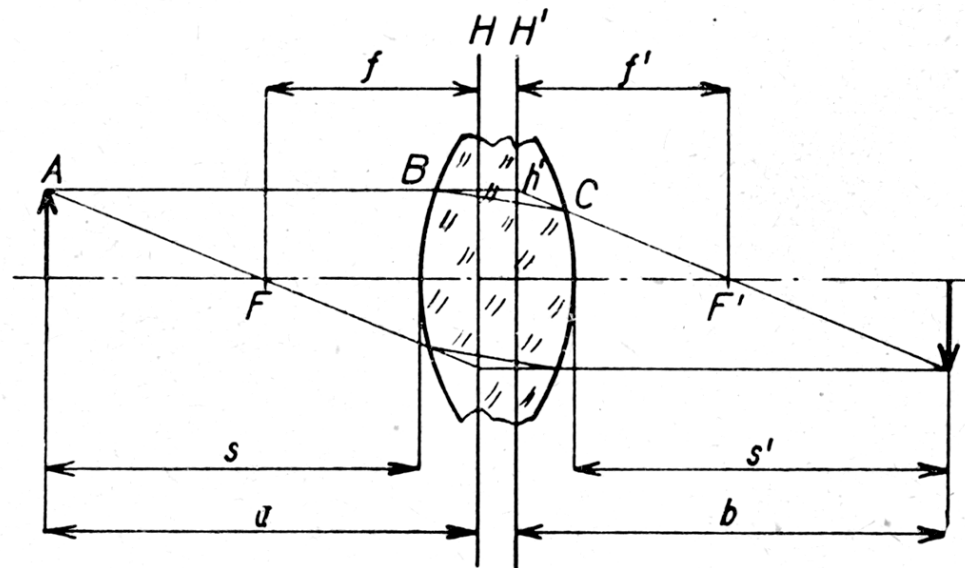
$$f = \frac{a \cdot b}{a + b} = \frac{a \cdot m}{m + 1} = \frac{b}{m + 1} \quad z' = \frac{f^2}{z} = f \cdot m$$

$$m = \frac{f}{a - f} = \frac{b - f}{f} = \frac{b}{f} - 1 \quad f = m \cdot z = \frac{z'}{m}$$

$$l = f \cdot \frac{(m + 1)^2}{m}$$

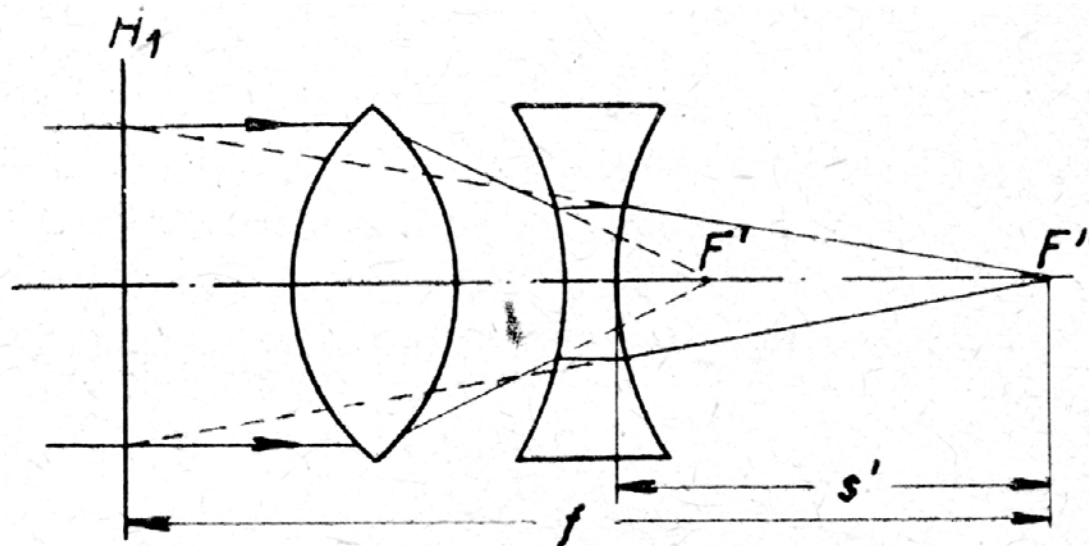
Hlavní body a roviny optického systému

- od hlavních bodů a rovin (H, H') se měří **ohniskové vzdálenosti** (f, f'), od vrcholu optického systému se měří sečné vzdálenosti (s, s')
- v ohnisku se protínají všechny přímky procházející čočkou



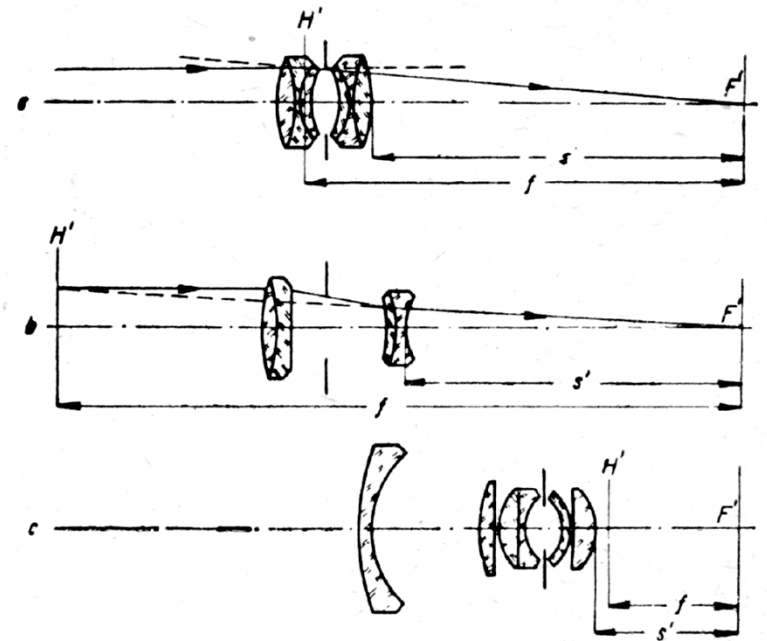
Hlavní rovina složeného systému

- Při kombinaci spojného a rozptylného členu je hlavní rovina H_1 před optickou soustavou, při opačné kombinaci za optickou soustavou.



Základní typy objektivů

- A - objektiv s normální polohou hlavní roviny
- B – teleobjektiv, stavební délka je kratší než ohnisková vzdálenost
- C - Širokoúhlý objektiv pro SLR (obrácený teleobjektiv), hlavní rovina je za posledním členem optické soustavy



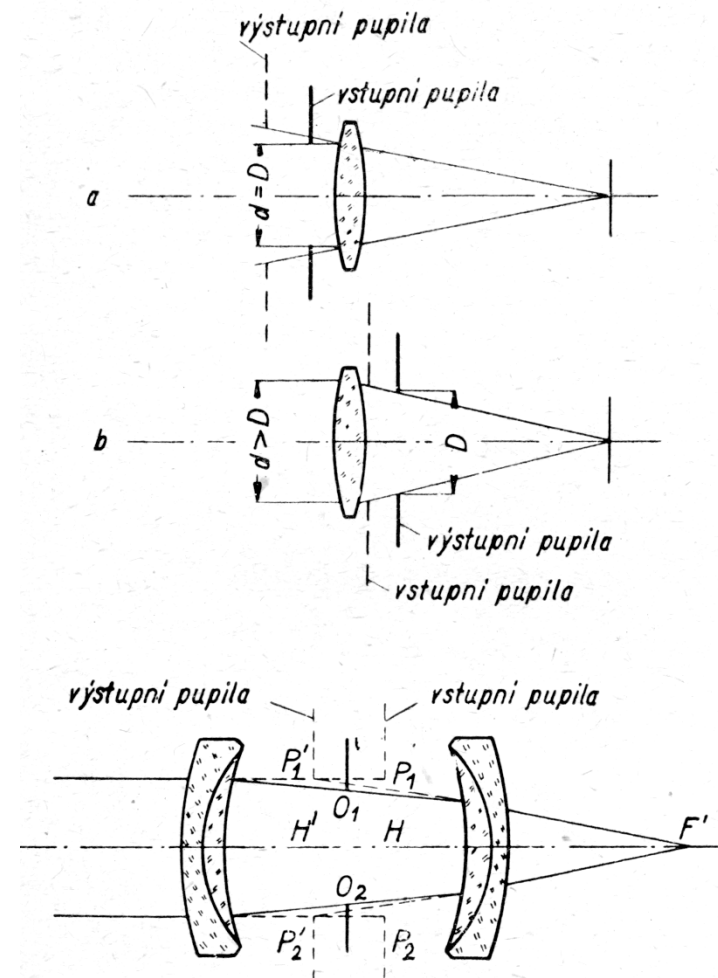
Poměrný otvor objektivu (světelnost)

- **Světelnost** - poměr osvětlení citlivé vrstvy a jasu objektu:

$$E/B = \pi/4 (D/f)^2 \cdot \tau$$

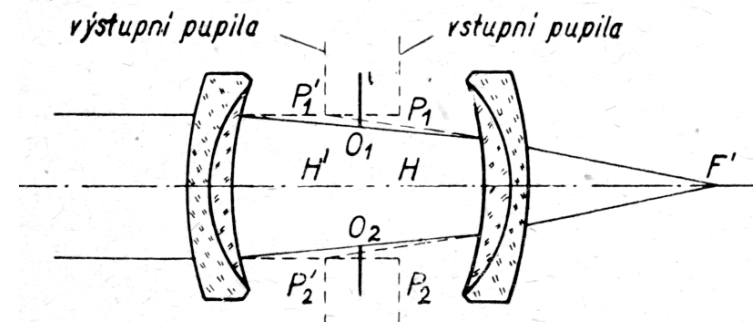
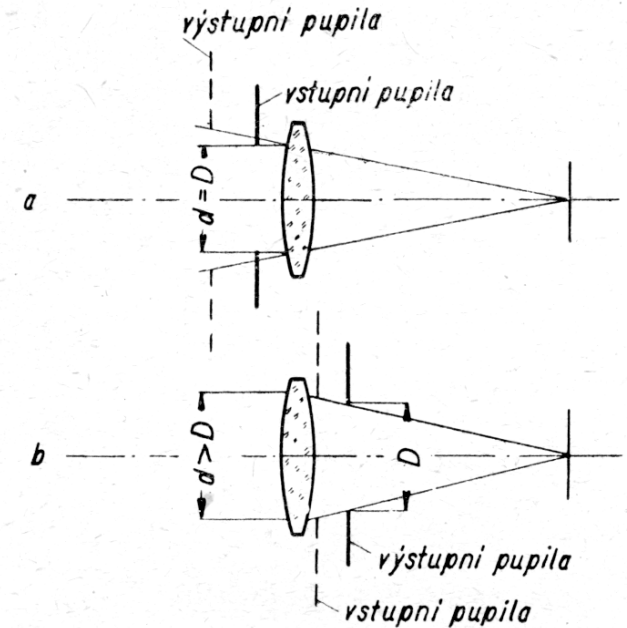
- poměr $D:f$ je **poměrný otvor** objektivu a bývá nesprávně nazýván světelností objektivu.
- vyjadřuje se číselně vždy jako $1:XX$ (nebo f/XX) číslo ve jmenovateli nazývá **clonové číslo**:

$$F = f/D$$



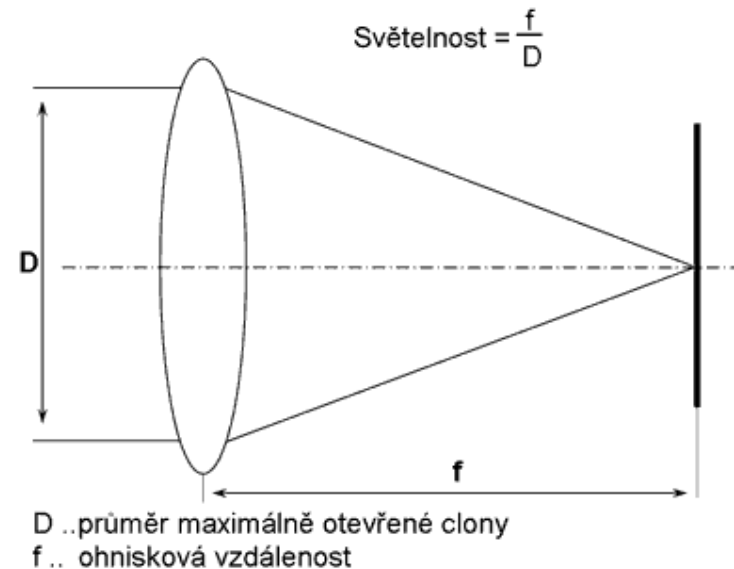
Poměrný otvor objektivu (světelnost)

- osvětlení detektoru měníme změnou průměru clony D
- stupnice je obvykle cejchována v řadě 1; 1,4; 2; 2,8; 4; 5,6; 8; 11; 16; ...
- průměr D **není shodný** s průměrem clony, ale s průměrem obrazu clony vytvořené optickými prvky před ní (vstupní pupila)



Světelnost (Lens Speed)

- světelnost neboli **minimální clonové číslo** neboli maximálně otevřená clona je klíčový parametr každého objektivu.
- zjednodušeně řečeno udává, kolik světla je objektiv schopen dopravit na senzor.
- **fyzikálně** je světelnost definována jako poměr ohniskové vzdálenosti ku průměru maximálně otevřené clony objektivu.



Clona a hloubka ostrosti

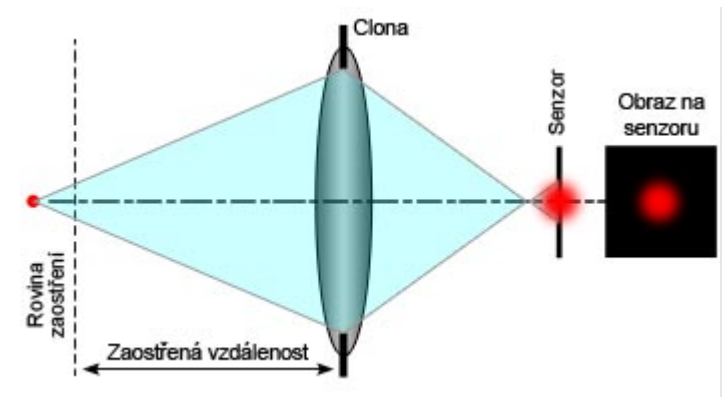
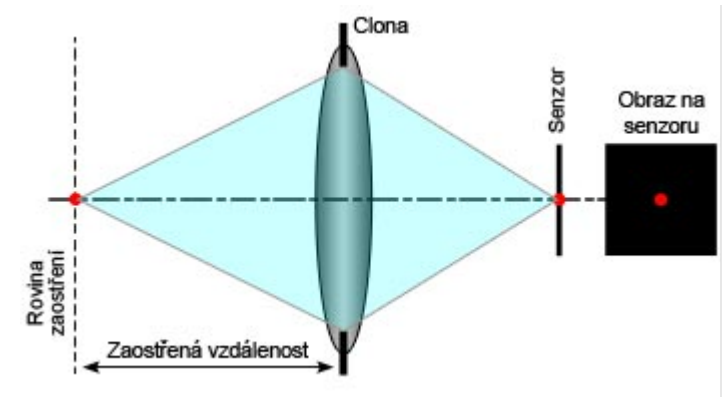
- otvor pro vstup světla je vybaven **clonou**, umožňující měnit jeho velikost a tím ovlivňovat množství vnikajícího světla a tím i výslednou světlost fotografované scény
- platí, že čím je **otvor menší**, tím je paprsek dopadající ze zachytávaného objektu užší, a jeho obraz je tudíž na výsledném snímku **ostřejší**
- **hloubka ostrosti** - oblast před i za zaostřeným místem (rovinou), v níž se budou předměty stále jevit jako ostré (**standartní pozorovatel** – A4, 38 cm, $coc = 0,25 \text{ mm}$)
- hloubka ostrosti je ovlivněna několika faktory:
 - **clonové číslo** – se vzrůstajícím zacloněním roste HO
 - **ohnisková vzdálenost** – větší ohnisková vzdálenost znamená nižší HO
 - **zaostřená vzdálenost** – čím blíže je zaostřeno, tím menší je HO



Díky relativně vysoké cloně $f/5.6$ je ostrý jen holub; pozadí je zcela rozostřené.

Hloubka ostrosti

- Pouze předměty nalézající se v rovině zaostření budou skutečně ostré. Sebeměnější odchylka od roviny zaostření vpřed či vzad povede k rozostření. Ideální bod se potom nezobrazí na senzoru jako bod, ale jako rozmazaný kruh o určitém průměru - tzv. rozptylový kroužek (Circle of Confusion, CoC).



Hloubka ostrosti (Depth of Field, DOF)

- Na reálné fotografii se však často zdá, že ostrý je velký rozsah vzdáleností, často dokonce vše zcela bez ohledu na vzdálenost. Příčina je ve vlastnosti lidského oka, které na tzv. standardní pozorovací vzdálenost (cca 40 cm) nevidí předměty menší než cca 0.25 mm. Bude-li rozostření ideálního světelného bodu na výsledné fotografii menší než čtvrt milimetru, oko nemá šanci toto rozostření zpozorovat. Hloubka ostrosti tak není nic jiného, než **subjektivní rozsah odchylek od roviny zaostření**.
- Je-li na výsledné fotografii velikosti cca A4 pro standardního pozorovatele povolené rozostření 0.25 mm, tak na kinofilmu který má úhlopříčku cca 8.5x menší než A4 je povolené rozostření 0.03 mm. **Rozptylový kroužek** CoC pro film a FF má tedy hodnotu 0.03 mm. Pro většinu digitálních zrcadlovek (DSLR), které mají senzory kolem 16 x 24 mm (tzv. formát APS-C), vychází potom rozptylový kroužek CoC = 0.02 mm.



Všechny údaje v [mm]	Velikost	Úhlopříčka	Zvětšení na A4	~CoC
35 mm film	24x36	43	8.5x	0.03
senzor APS-C [1]	16x24	28	12.8x	0.02
senzor 1/2.5" [2]	4.3x5.8	7.2	51x	0.005

Vliv clony na hloubku ostrosti

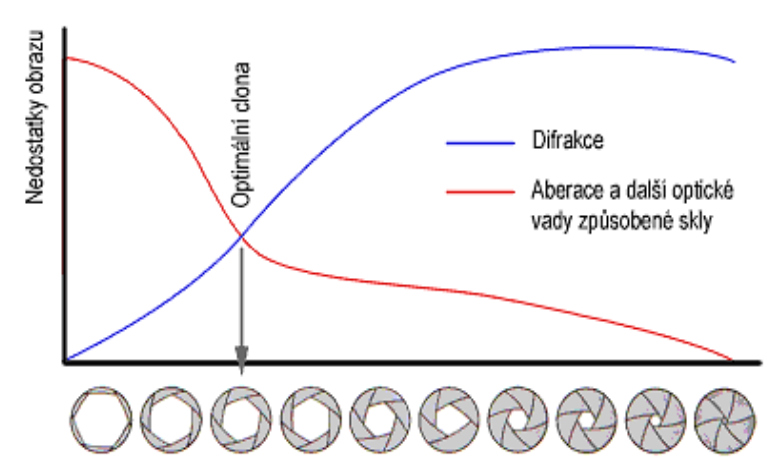
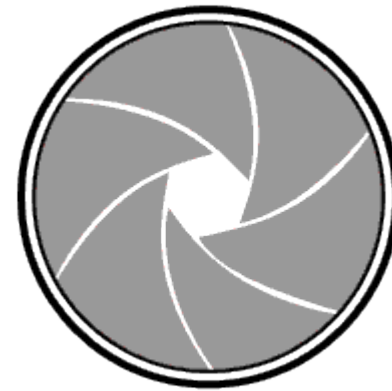


Ohnisková vzdálenost - Čím delším ohniskem budeme fotografovat (čím více objekty přitáhnete zoomem), tím menší bude hloubka ostrosti.



Clona

- Clona je v podstatě stínítko s proměnným kruhovým otvorem regulující množství světla procházejícího objektivem.
- Ideální clona by měla přísně kruhový tvar a nulovou tloušťku aby nedocházelo k rozptylu (difrakci) světla. Reálná clona je zkonstruována z tenkých kovových lamel, které vytvoří jen přibližně kruhový tvar.
- Počet lamel clony a její celková konstrukce se tak může projevit v ostrosti obrazu, způsobu rozostření objektů mimo hloubku ostrosti - tzv. **bokeh** - a v odlescích ("prasátkách") při snímání v protisvětle.
- **Difrakce** a **vady skel** jdou při změně průměru clony proti sobě. Proto lze u každého objektivu nalézt optimální clonu z hlediska kresby (zpravidla kolem $f/8$).

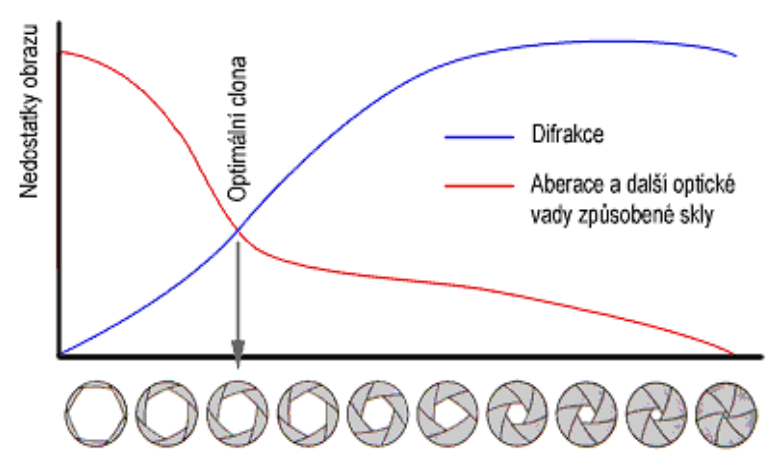
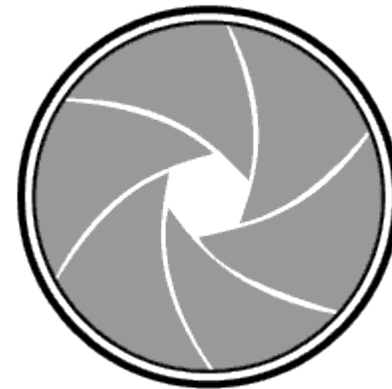


Clona

- má-li clona propustit 2 x více světla (=nárůst o 1 EV), musí se plocha otvoru ve cloně zvětšit 2x, tj. průměr clony se zvýší **pouze cca 1,4 x**
- základní clonová čísla:
1; 1,4; 2,0; 2,8; 4,0; 5,6; 8,0;
11; 16....

Exposure value (EV)

$$\begin{aligned}EV &= \log_2 (F^2/t) - \log_2 (ISO/100) \\ &= \log_2 F^2 + \log_2 (1/t) - \log_2 (ISO/100) \\ &= 2 * \log_2 F - \log_2 t - \log_2 (ISO / 100)\end{aligned}$$



Crop faktor

- Takto vidí fotografovanou scénu běžný objektiv. V rozích obraz tmavne (vinětace) a vlivem různých vad se rozostřuje. Obrazové pole je kruhová oblast, kde se konstruktéři objektivu maximálně snaží zajistit co nejlepší a rovnoměrnou kresbu.
- Obraz z APS-C DSLR tedy vypadá jako kdybychom na filmovou zrcadlovku nasadili objektiv s cca 1,5x delší ohniskovou vzdáleností. Koeficient přepočtu ohniskové vzdálenosti má stejnou hodnotu, jako poměr úhlopříčky filmu k úhlopříčce senzoru DSLR.



(Optické) Vady objektivů

- **Monochromatické** – vyskytují se i při průchodu jednobarevného světla: otvorová vada, astigmatismus, koma, zklenutí, zkreslení – **nezávislé** na vlnové délce
- **Barevné vady (chromatické)** jsou způsobeny různým indexem lomu pro různé barvy světla: barevná vada zvětšení a barevná vada polohy – jejich projev je **závislý** na vlnové délce procházejícího světla

(Optické) Vady objektivů

- optické vady jsou zpravidla nejvýraznější u **okrajů** snímků (použití FF objektivů na APS-C tělech)
- **monochromatické** vady většinou snižují **celkovou ostrost**, **chromatické** vady rovněž, ale navíc se objevují **barevné kontury**
- často se dají odstranit **větším zacloněním**, kdy roste hloubka ostrosti („sníží se“ rozostření) a zamezuje se vstupu šikmých paprsků a paprsků z okraje zorného pole
- limitem většího clonění objektivu (= lepší kresba bez vad) je pak **difrakce** na lamelách clony (snížená ostrost)

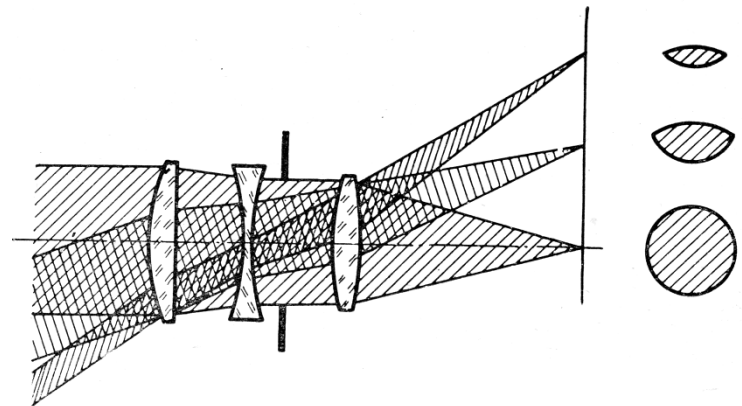
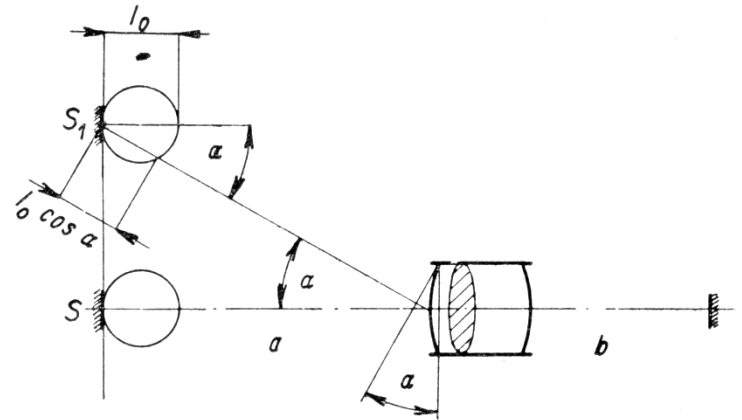
Difrakce – ohyb světla na lamelách clony – čím menší otvor, tím větší ohyb světla (difrakce) – **snížení ostrosti**



Canon EF 100mm f/2.8 Macro USM při cloně f/8 (vlevo) a f/22 (vpravo)

Vignetace – ztmavení obrazu v rozích

- Pokles osvětlení v okrajích obrazu šikmým dopadem paprsků – pokles je úměrný čtvrté mocnině $\cos \alpha$.
- je způsobena tloušťkou optického systému
- lze zmírnit větším **zalconěním** objektivu



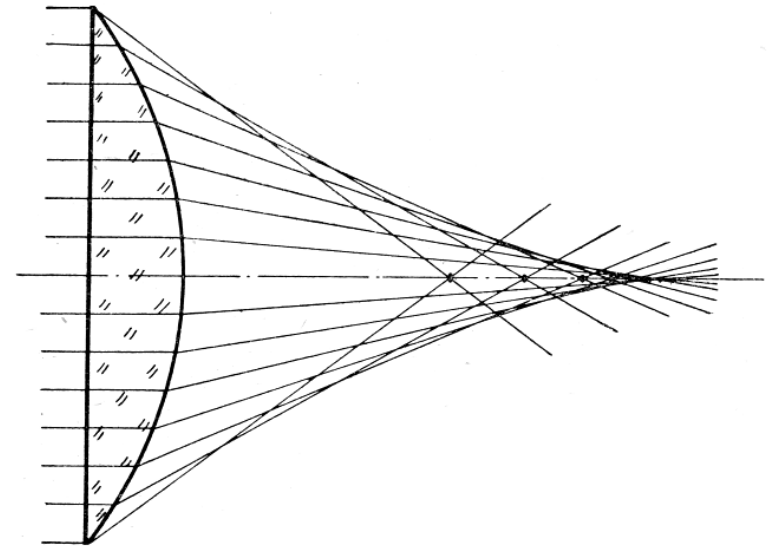
Vignetace



- Ukázka vignetace objektivu Sigma 18-50mm f/2.8 EX DC při ohnisku 18mm a cloně f/2.8

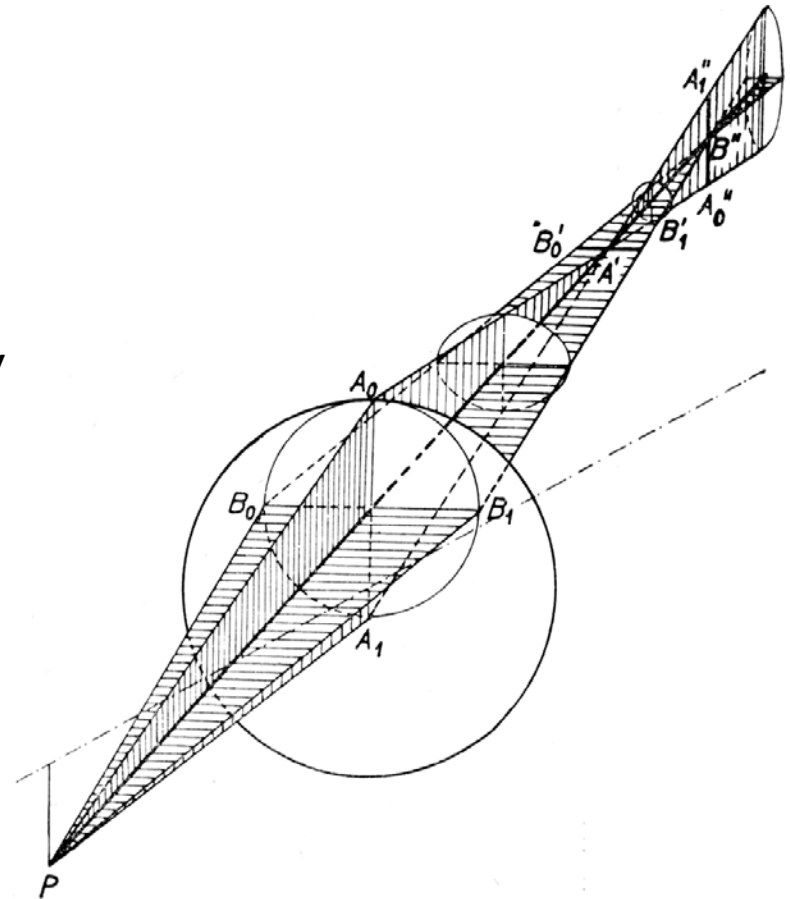
Otvorová vada (sférická, kulová)

- čočka má různé ohniskové vzdálenosti v závislosti na vzdálenosti od jejího středu.
- pro okrajové části **spojné** čočky leží **ohnisko blíže k čočce** než pro paprsky blíže k optické ose, u rozptylky je průběh kulové vady opačný
- korekce je možná např. nekulovou plochou čočky nebo vhodnou kombinací spojky a rozptylky
- při **vyšším zaclonění** objektivu **klesá**



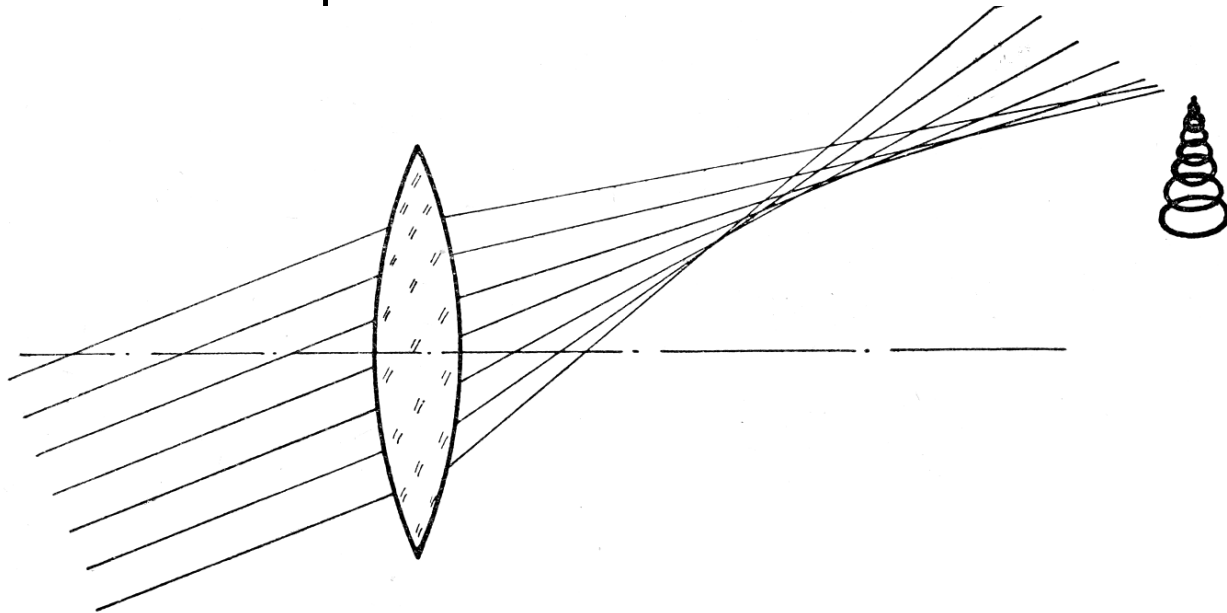
Astigmatismus

- příčinou je **rozdílné zakřivení čočky** v různých rovinách
- paprsky v meridiálním řezu (A_0A_1) se protínají v bodě A' , paprsky v sagitálním řezu (B_0B_1) se protínají v jiném bodě B'' . Paprsky druhého řezu vytvářejí v těchto bodech obraz bodu P ve tvaru úsečky ($B_0' B_1'$), příp. ($A_0 A_1$). Mezi oběma těmito body leží rovina optimálního zaostření (B_1').
- projevuje se zejména u šikmých paprsků (vzhledem k optické ose)
- zacloněním objektivu **klesá**



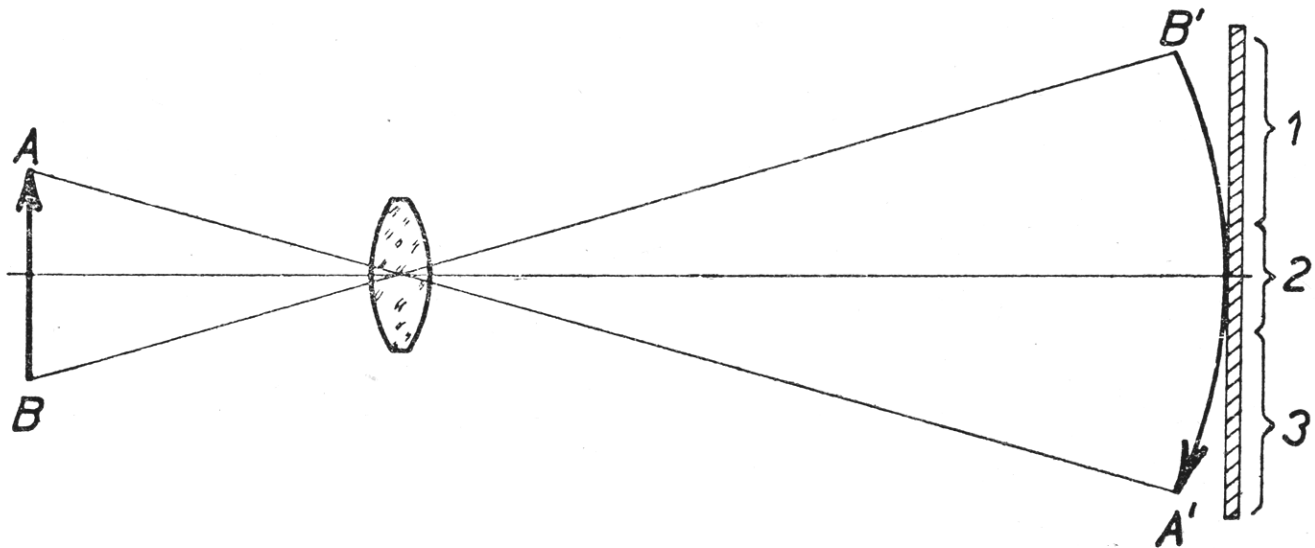
Koma – nepříliš častá vada (u velkých čoček v krajích při odclonění)

- bod se zobrazuje jako kruhová ploška se zužujícím se zakončením (jako obraz komety)
- vzniká nepravidelným lomen šikmých paprsků v krajích čočky
- zacloněním opět **klesá**



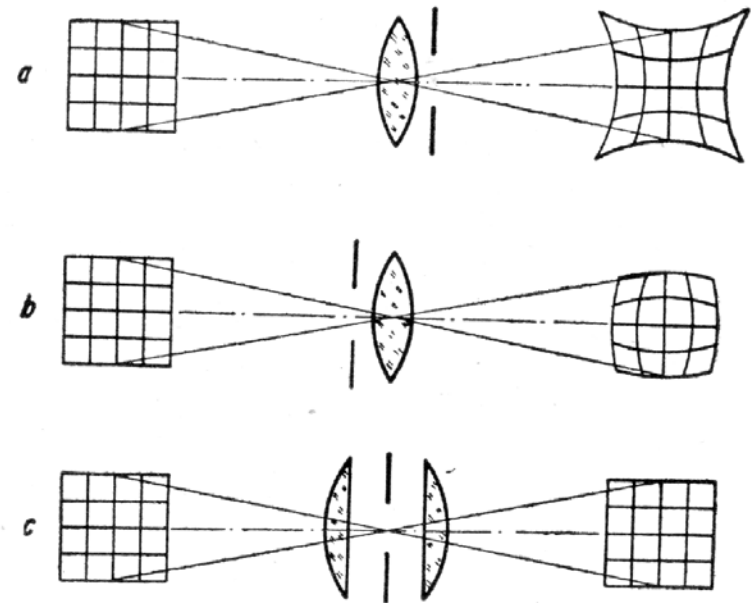
Zklenutí pole

- Předmět AB je zobrazen na zakřivené ploše $A'B'$.
- Ostrý obraz je rozložen na rotační ploše a nelze jej zobrazit ostře na rovině. Při přeostržení je možné dosáhnout ostrosti buď ve středu obrazu nebo na okrajích.



Zkreslení

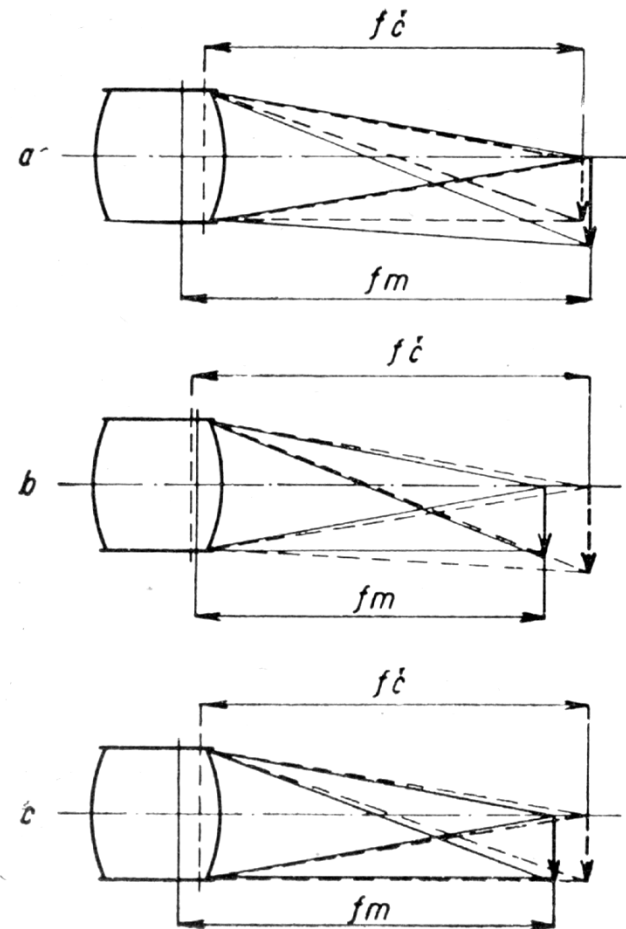
- **Změna zvětšení** k okrajům obrazu má za následek i **změnu tvaru** zobrazovaných předmětů.
 - a) zvětšení roste k okrajům – **poduškovité** zkreslení
 - b) zvětšení klesá k okrajům obrazu – **soudkovité** zkreslení
 - c) objektiv bez zkreslení
- Zkreslení se nejvíce projevuje u snímků architektury apod.
- největší míru zkreslení vykazují širokoúhlé objektivy
- na minimální zkreslení jsou navrhovány objektivy pro reprodukční a technické účely (např. fotolitografie)
- u uniformního zkreslení lze snadno **odstranit v PC** nebo přímo ve fotoaparátu



Barevná vada objektivu

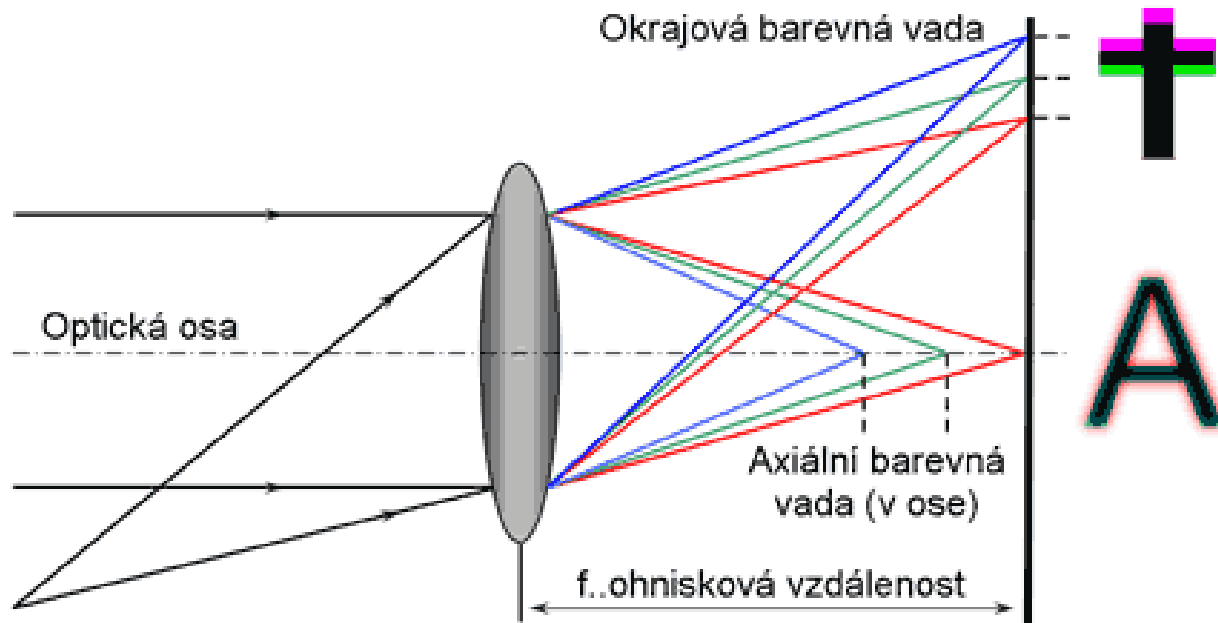
- A – shoda ohnisek, neshoda hlavních rovin – různé měřítko zobrazení
- B – splývající hlavní roviny, různé velké ohniskové vzdálenosti - barevné obrazy předmětu jsou různě veliké a v různých polohách
- C – stejně dlouhé ohniskové vzdálenosti pro různé barvy, různé polohy hlavních rovin – předmět stejně velký v různých polohách

$f_{\check{c}}$ pro červené, f_m pro modré světlo.



Princip vzniku barevné vady

- **okrajová vada** (lateral, transverse, vada zvětšení) - na okraji snímku vzniká tím, že v různých barvách (vlnových délkách) je fotografovaný objekt různě zvětšen
- **axiální vada** (v ose, longitudinal – LoCA, vada polohy) vzniká různým zaostřením vlnových délek - barev (na obrázku je zaostřena červená a ostatní barvy jsou rozostřeny).



Princip vzniku barevné vady

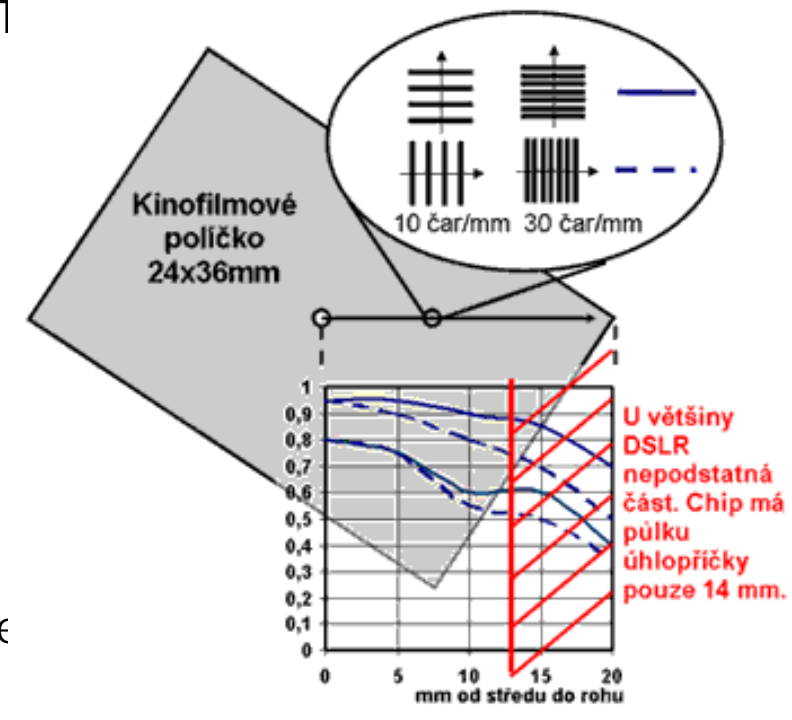
- nejvíce viditelné v místech **vysokého kontrastu**
- eliminuje se speciálními čočkami (ED/SuperED – skla s nízkou disperzí)
- **Axiální vada** se snižuje zacloněním
- **Okrajová vada** – lze odstranit **pouze** v post-processu

Ukázky barevné vady

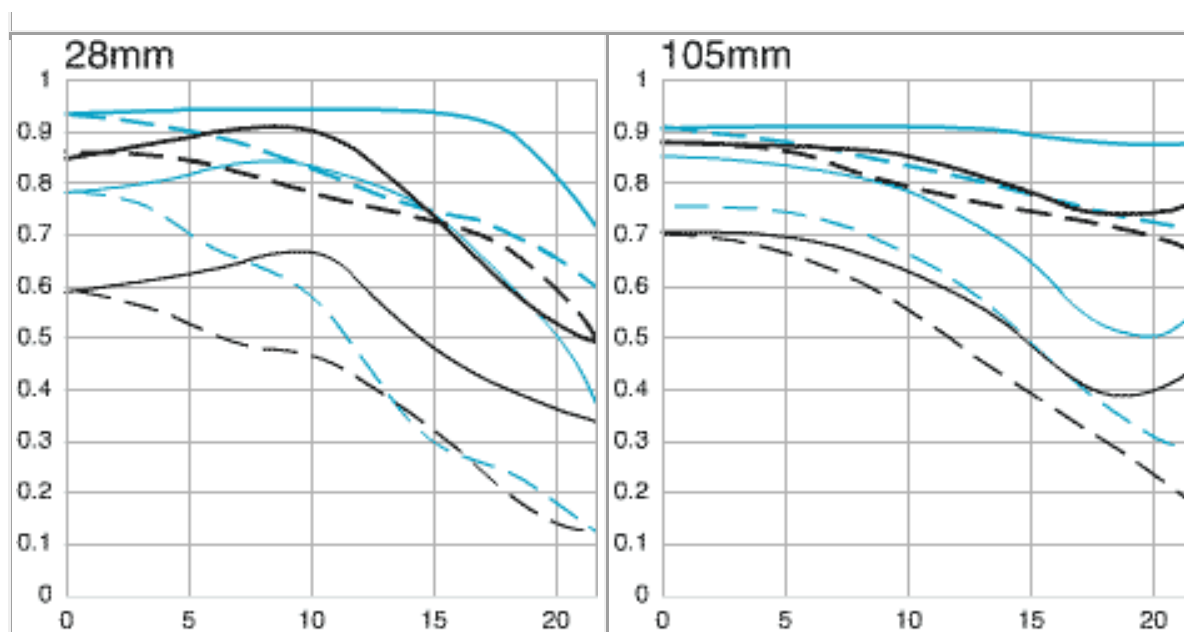


Ostrost a kontrast, MTF

- K objektivnímu vyjádření optických vlastností objektivů se užívá tzv. MTF křivka ("Modulation Transfer Function" - "přenosová funkce modulace,,).
- čárový zkušební obrazec (mřížka z černých a bílých čar) se zobrazí testovaným objektivem a měří se kontrast výsledného obrazu. Je-li kontrast stejný jako u předlohy, je hodnota rovna 1. Je-li kontrast poloviční, je výsledek 0,5. Nulový kontrast znamená, že místo obrazce je zobrazena pouze jednolitá šedá plocha.
- lze nalézt v technických parametrech objektivů, případně na internetu.



MTF objektivu Canon EF 28-105mm f/3.5-4.5 II USM na ohnisku 28 a 105mm

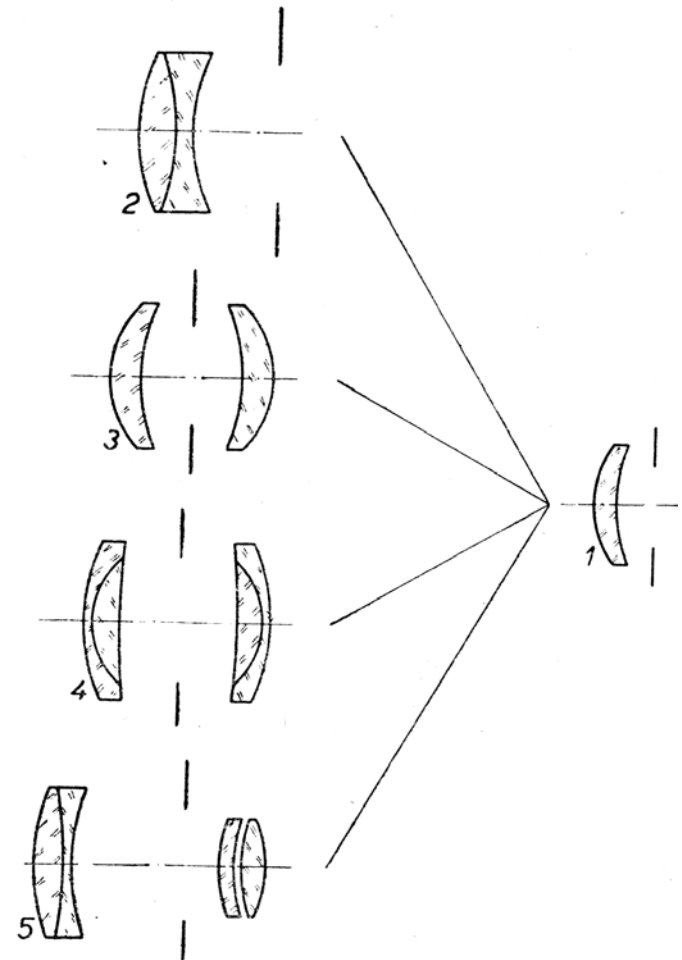


Legenda:

- Clona f/8, 10 čar/mm, čáry rovnoběžně s úhlopříčkou
- - - Clona f/8, 10 čar/mm, čáry kolmo na úhlopříčku
- Clona f/3.5-4.5, 10 čar/mm, čáry rovnoběžně s úhlopříčkou
- - - Clona f/3.5-4.5, 10 čar/mm, čáry kolmo na úhlopříčku
- Clona f/8, 30 čar/mm, čáry rovnoběžně s úhlopříčkou
- - - Clona f/8, 30 čar/mm, čáry kolmo na úhlopříčku
- Clona f/3.5-4.5, 30 čar/mm, čáry rovnoběžně s úhlopříčkou
- - - Clona f/3.5-4.5, 30 čar/mm, čáry kolmo na úhlopříčku

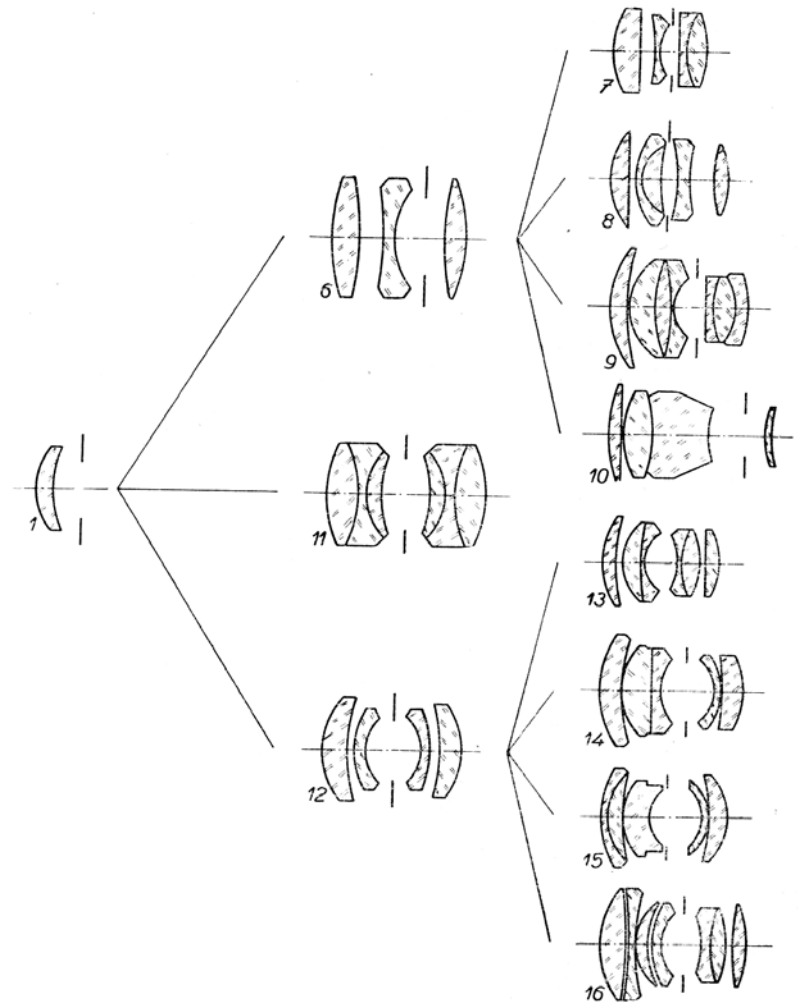
Historické fotografické objektivy

- 1 – jednoduchá čočka
- 2 – achromatická čočka (Frontar)
- 3 – periskop
- 4 – symetrický aplanát
- 5 – Petzvalův objektiv



Vývoj moderních fotografických objektivů

- 6 – triplet (T22)
- 7 – typ tessar (Color-Skopar)
- 8 – Primoplan
- 9 – Sonnar (1:1,5)
- 10 – Jupiter-11
- 11 – symetrický anastigmat (Dagor, Goerz USA)
- 12 – objektiv Gaussova typu
- 13 – Summar (Leitz)
- 14 – Biometar (Zeiss Jena)
- 15 – Planar (Zeiss)
- 16 – Summicron (Leitz)



Ohnisková vzdálenost – zorné pole

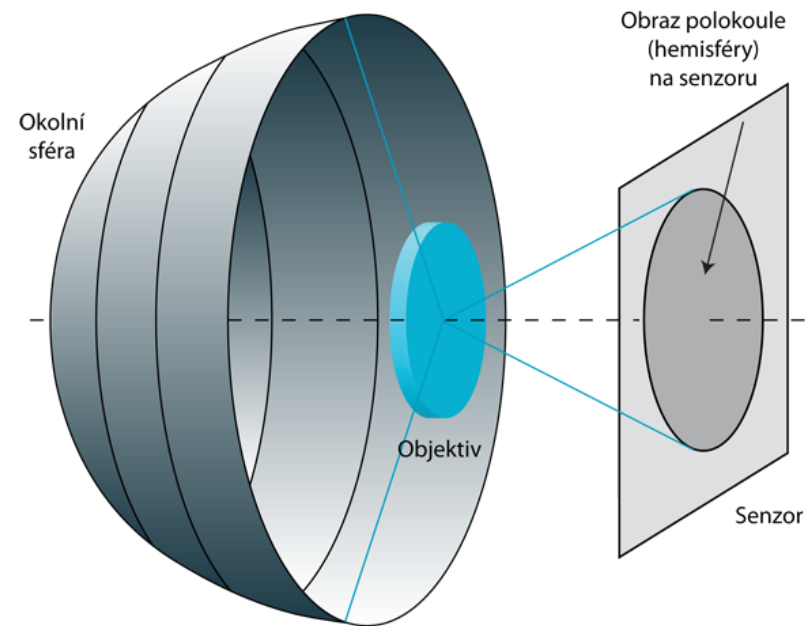
- ohnisková vzdálenost objektivu (v mm) společně s velikostí snímacího prvku definuje **zorné pole** fotoaparátu
- čím je ohnisková vzdálenost **kratší**, tím je zorné pole **širší**
- čím je ohnisková vzdálenost **větší** (delší), tím je zorné pole **užší** a tím více je objekt **přiblížen** („zvětšen“)
- objektiv se stejnou ohniskovou vzdáleností nasazený na fotoaparátech s jinou velikostí snímacího prvku mají **jiné zorné pole**

Podle ohniskové vzdálenosti lze rozdělit objektivy na:

- Rybí oka (8 mm) – extrémně širokoúhlé objektivy s úmyslnou deformací perspektivy
- Širokoúhlé (10-30 mm) – interiéry, architektura, krajina, reportáž
- Střední (základní) ohniska (30-100 mm) – základní objektivy, přirozené zobrazení, portrét
- Normální objektiv (50 mm) - odpovídá zornému úhlu lidského oka
- Teleobjektivy (100-300 mm) – portrét, reportáž, krajina
- Silné teleobjektivy (>300 mm) – příroda, sport
- Makroobjektivy – měřítko 1:1, liší se minimální zaostřovací vzdáleností
- Tilt-Shift – architektura (korekce sbíhání linií - „flašky“)
- Mirror – silné teleobjektivy (600 mm) konstruované na principu hvězdářského dalekohledu

Rybí oko (Fisheye)

- Běžné objektivy používají tzv. rectilineární projekci, která rovné hrany (přímky) ve scéně zachová jako rovné hrany (přímky) na snímku. Pro dosažení rectilineární projekce musí objektiv obraz v rozích natahovat, což se často projevuje zejména u extrémně širokoúhlých objektivů (méně než cca 24 mm) deformací předmětů v rohu. Zředění obrazu v rozích vede také často k vinětaci



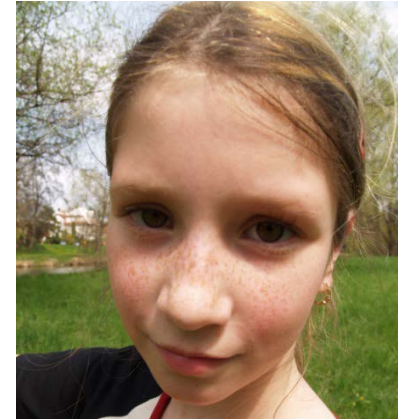
CIRKULÁRNÍ VERSUS DIAGONÁLNÍ RYBÍ OKO

- Rybí oko je speciální typ objektivu, který nepoužívá rectilineární projekci (nečí přímky).
- cirkulární rybí oko zobrazí polokouli 180° všemi směry na senzor/film jako kruhový obraz.
- Pro běžnou fotografii se hodí spíše tzv. diagonální rybí oko, což je objektiv, který obrazem vyplní celý senzor. Realizuje obdélníkový výřez obrazu produkovaného cirkulárním rybím okem a tím dosahuje zorného úhlu 180° jen diagonálně.
- Ořezem obrazu získaného cirkulárním rybím okem je možné plnohodnotně simulovat obraz získaný diagonálním rybím okem.



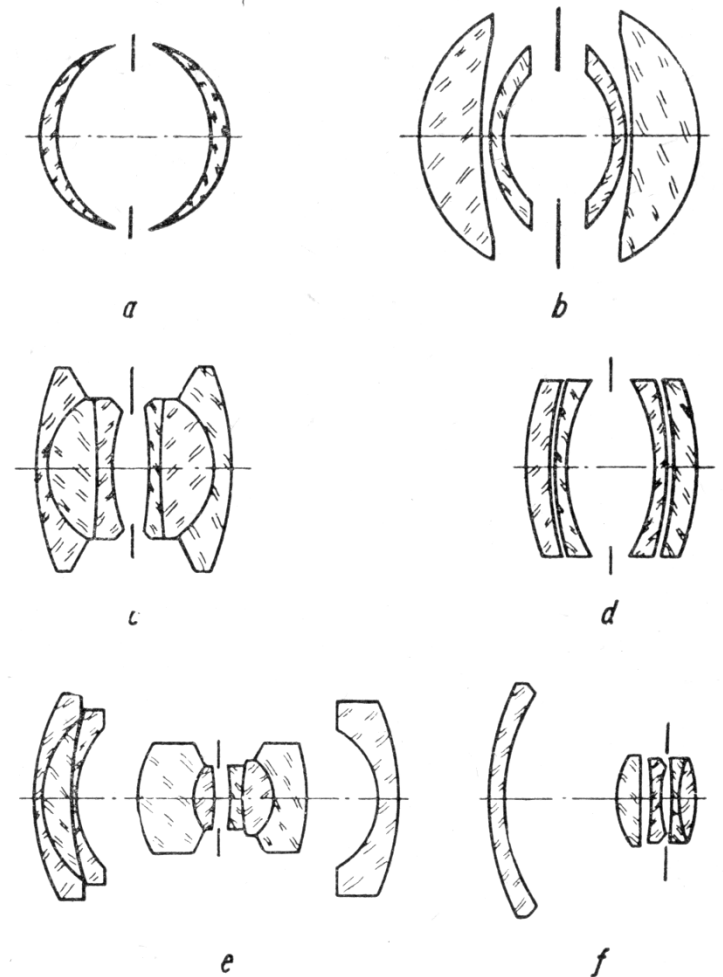
Širokoúhlý objektiv

- je objektiv, jehož ohnisková vzdálenost je podstatně kratší než ohnisková vzdálenost normálního objektivu
- Podle konvencí je ve fotografii ohnisková vzdálenost normálního objektivu pro daný formát zhruba rovná délce úhlopříčky políčka obrazu nebo digitálního čipu.
- Běžné širokoúhlé objektivy pro kinofilmový fotoaparát jsou 35, 28, 24, 21, 18 a 14 mm.
- obraz vytvořený širokoúhlým objektivem je citlivější na deformaci perspektivy než obraz vytvořený normálním objektivem, protože se obvykle používá mnohem blíže k fotografovanému objektu



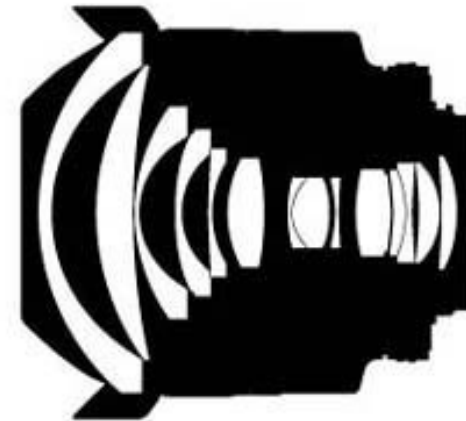
Širokoúhlé objektivy

- A-Hypergon
- B-Topogon (Zeiss Jena)
- C-Angulon (Schneider)
- D-Largor (Meopta)
- E-Biogon (Zeiss Jena)
- F-Skoparon (Voigtländer)



14mm f/2.8D ED AF NIKKOR

- Vysoce výkonný, extrémně širokoúhlý objektiv pro reportéry
- Konstrukce objektivu: Počet čoček/počet skupin 14 / 12
- Nejkratší zaostřitelná vzdálenost [m] 0.2
- Rozměry: průměr × délka (od dosedací plochy bajonetu), [mm] 87 x 86.5
- Hmotnost [g] 670



Normální objektiv

- Ve fotografii je normálním objektivem myšlený takový objektiv, jehož ohnisková vzdálenost je přibližně ekvivalentní s úhlopříčkou obrazu projektovaného uvnitř fotoaparátu. Toto zhruba sblíží perspektivu vnímanou lidským viděním.



Formát snímače	Rozměry obrazu	úhlopříčka	ohnisko
APS C	16,7x25,1	30,15	28 - 35
FX (135)	24x36	43,27	50
645	56x45	71,84	75
6x6	56x68	79,20	80
6x7	56x68	88,09	90

AF-S NIKKOR 50 mm f/1,8G

- 50mm základní objektiv formátu FX (ekvivalent 75mm objektivu při použití na digitálních jednookých zrcadlovkách formátu Nikon DX).
- Ohnisková vzdálenost 50 mm
- Světelnost f/1,8
- Nejvyšší clonové číslo f/16
- Obrazový úhel 47°00' (31°30' na formátu Nikon DX)
- Konstrukce objektivu 7 čoček/6 členů (jeden asférický optický člen)
- Nejkratší zaostřitelná vzdálenost 0,45 m
- Největší měřítko zobrazení 0,15×
- Počet lamel clony 7 (s optimalizovaným tvarem)
- Zaostřování Automatické zaostřování s vestavěným ultrazvukovým zaostřovacím motorem SWM, manuální zaostřování
- Průměr × délka Cca 72 × 52,5 mm
- Hmotnost cca 185g



DLOUHOHONISKOVÉ OBJEKTIVY (střední teleobjektivy)

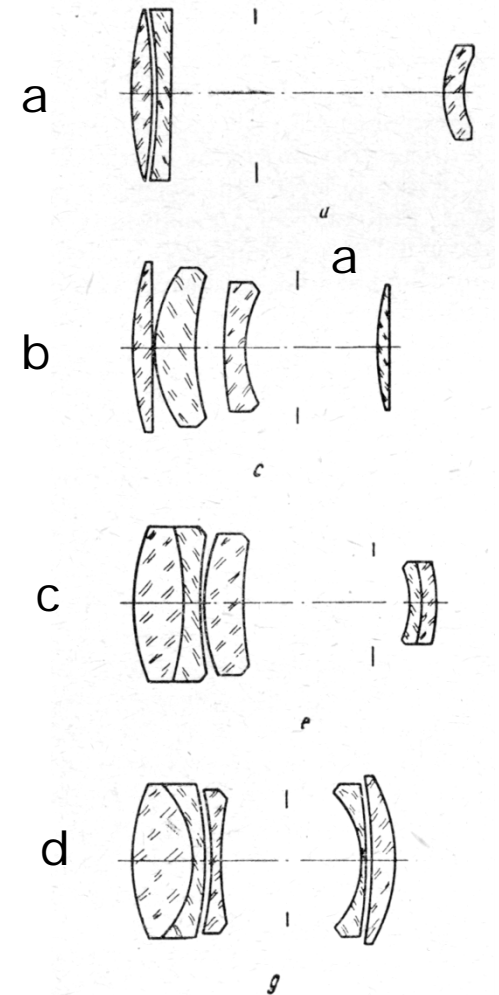
- ohniska zhruba od 60 mm do zhruba 135 mm. Lehké potlačení trojrozměrnosti se typicky využívá v portrétním žánru k proporcionálně příjemnému zobrazení. Portrétní objektivy těchto ohnisek jsou vysoce světelné pro dosažení malé hloubky ostrosti pro „odsazení“ portrétu od pozadí. U portrétních objektivů se často okrajová pásma nekorigují tak úzkostlivě, ba naopak se může záměrně ponechávat "měkčí" kresba, právě pro snazší práci s pozadím. Další oblastí fotografie využívající přednostně těchto ohnisek je makro (viz. kapitola [Makro](#)).



Teleobjektivy

Pravé teleobjektivy:

- a) Tair-3 (SSSR)
- b) Tele-Travenar (Schacht)
- c) Tele-Quinar (Steinheil)
- d) Rotelar (Rodenstock)



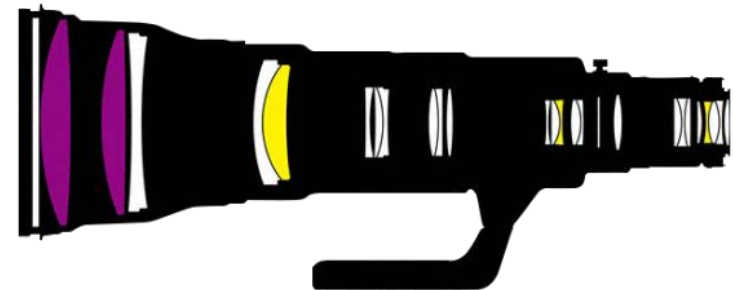
TELEOBJEKTIVY

- Ohniska od 135 mm výš značně potlačují perspektivní dojem. Zajímavých možností lze dosáhnout ve spojení s malým clonovým číslem. Docílíme tím nepatrné hloubky ostrosti, což může být velice efektní, ale o to větší nároky jsou kladeny na správné zaostření.
- Užití stativu bývá nutností. Pro lepší bilanci na stativu bývají dlouhé a těžké teleobjektivy vybaveny stativovou úchytkou.
- Z ruky můžeme udržet zhruba expozici odpovídající $1/f$ použitého objektivu ($f = 300\text{mm} - 1/300\text{s}$, $f = 60\text{mm} - 1/60\text{s}$ atd.).
- Další komplikující skutečností je turbulence vzduchu, která se více projevuje při přiblížení vzdálených předmětů. Dochází tím k lomu paprsků (vzduch se třese) a obraz se rozmazává a pozbývá kontrastu



AF-S NIKKOR 800 mm f/5,6E FL ED VR

- Superteleobjektiv vhodný pro novinářskou fotografii a fotografování vzdálených objektů na atletických stadionech, zimních sportů a vodních sportů. Je dodáván včetně opticky optimalizovaného telekonvertoru 1,25×, který prodlužuje ohniskovou vzdálenost na 1000 mm při efektivní světelnosti.
- Konstrukce objektivu 20 čoček/13 členů (včetně 2 optických členů ze skel ED, 2 fluoritových optických členů a optických členů opatřených antireflexními vrstvami Nano Crystal Coat) a 1 ochranný skleněný člen
- Zaostřování System vnitřního zaostřování Nikon (IF) s ultrazvukovým zaostřovacím motorem (SWM) a samostatným zaostřovacím kroužkem manuálního zaostřování
- Clona Automatická elektronicky řízená clona
- Hmotnost cca 4590 g



■: Fluorites

■: ED glass elements

Makroobjektivy

- makroobjektivy dosahují měřítka snímání 1:1 (life size, true macro). Liší se ohniskovou vzdáleností, která určí při jaké vzdálenosti od objektu bude maximální měřítko snímání 1:1 dosaženo. Čím delší ohnisková vzdálenost, tím dále je možné od snímaného objektu být. Snímání na kratší vzdálenosti je snazší, objektivy ale mohou clonit světlu a plachý hmyz může utéct. Snímání na delší vzdálenosti je obtížnější - objekt se hůře hledá a rámuje a citlivost na jakékoliv chvění (včetně chůze kolem stativu!) je vysoká. V současnosti jsou na trhu makroobjektivy v rozsahu 50 až 200 mm, vše objektivy s pevnou ohniskovou vzdáleností.



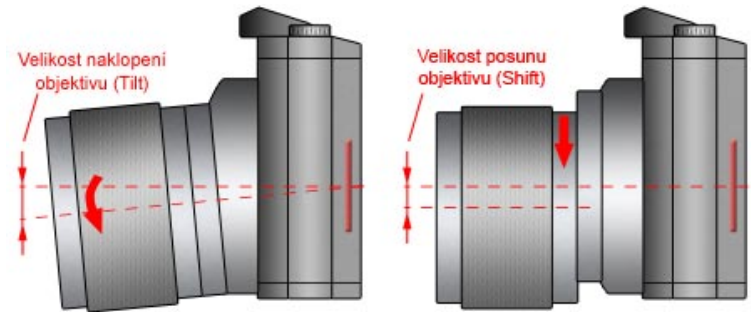
105mm f/2.8G AF-S VR Micro NIKKOR

- Systém redukce vibrací VR II ekvivalentní použití o 4 stupně kratšího času závěrky.
- Ultrazvukový zaostřovací motor (SWM) pro rychlé a tiché automatické zaostřování s možností pohodlného přepínání mezi manuálním a automatickým zaostřováním.
- Optický člen z ED skla pro minimalizaci barevné vady.
- Antireflexní vrstva Nano Crystal Coat pro výraznou redukci závoje a produkci ostrých a brilantních snímků.
- Vnitřní zaostřování (IF) pro neměnnou délku objektivu a snadné použití polarizačních filtrů/zábleskového příslušenství upevňovaného na objektiv.
- Zaostřovací režimy – automatické zaostřování s možností manuálního doostření; manuální zaostřování.
- 9lamelová kruhová irisová clona pro příjemnou a přirozeně působící reprodukci neostrého pozadí snímků.
- Filtrový závit o průměru 62 mm (neotáčí se).



Naklápěcí - posuvné objektivy (Tilt-Shift)

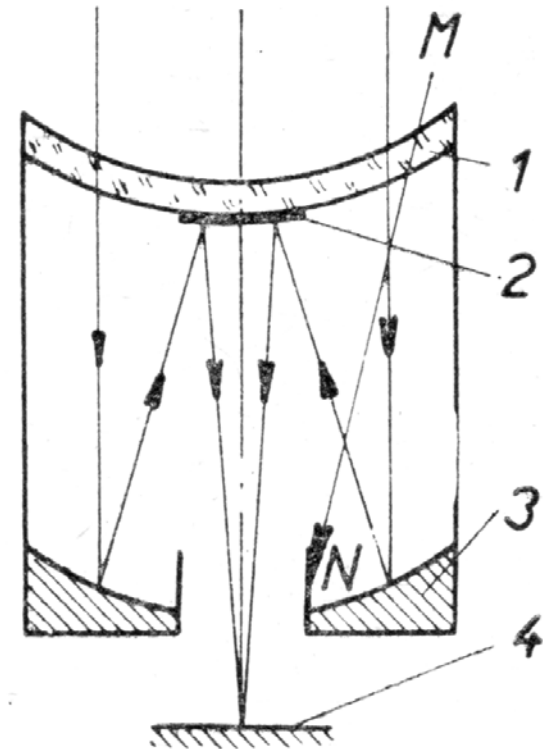
- Tyto speciální druhy objektivů se používají zejména pro fotografování architektury. Jejich konstrukce umožňuje jednak naklápění (Tilt) optické osy objektivu proti ose senzoru, čímž se naklápí rovina zaostření a rozsah hloubky ostrosti. Jinými slovy, je možné ostře zobrazit i předměty v nestejně vzdálenosti. Druhou speciální možností je posun (Shift) optické osy objektivu proti ose senzoru, čímž se vyrovnává sbíhání (kácení) linií zejména u architektury. Zatímco shift efekt se dá v PC nahradit, tilt efekt není možné nijak jinak dosáhnout. Bohužel tilt-shift objektivy jsou drahé, a tak se vyplatí jen profesionálům pracujícím v této oblasti.



Nikonblog.cz

Zrcadlové objektivy

- Základem je kulové zrcadlo (3), jehož otvorová vada je kompenzována meniskovou či asférickou čočkou (1); chod paprsků je lomen ještě pomocí zrcadla (2) na citlivou vrstvu (4). Výhodou je podstatné zkrácení stavební délky, nevýhodou nemožnost clonění a špatný bokeh (rozostřené body se zobrazují jako kružnice).



Zrcadlové objektivy

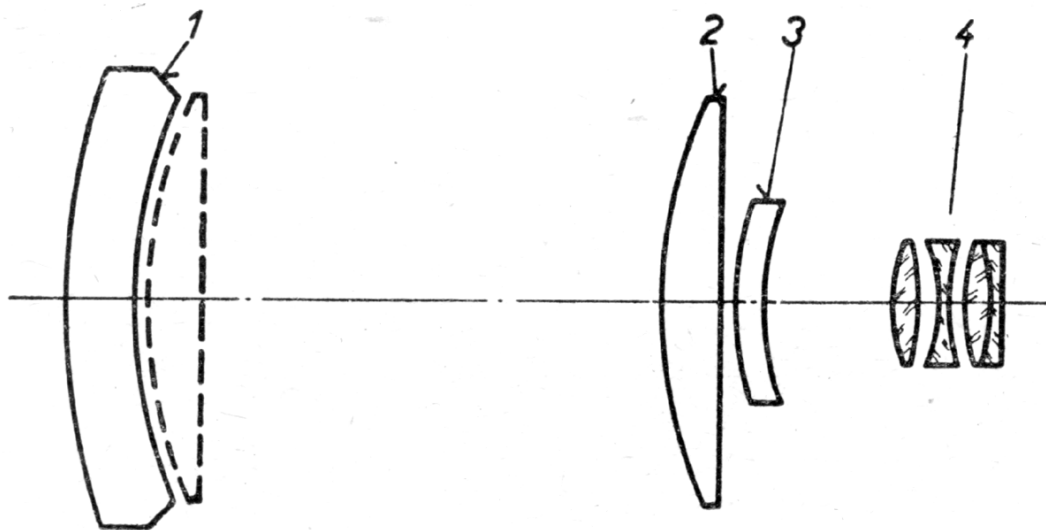
- pro stavbu objektivů těch největších ohniskových vzdáleností (500 mm a více) se používá kombinace skel se zrcadly, což podstatně zkracuje stavební délku, a to o dvojnásobek vzdálenosti mezi hlavním a vratným zrcadlem. Tyto objektivy díky použití zrcadel nemohou mít clonu. Místo toho se používají pro omezení vstupujícího světla šedé filtry. Objektivy mají tedy pevně nastavené clonové číslo, tudíž neměnnou hloubku ostroty. Značně zde hrozí rozklepání, protože toto clonové číslo nebývá menší než 5,6. To předurčuje tyto objektivy jen k nejnáročnějšímu použití prakticky jedině se stativem. Jejich výhodou ale je potlačení barevné vady (viz vady objektivů) díky nahrazení čoček zrcadly. S teleobjektivy velmi dlouhých ohnisek se setkáme výhradně u malého formátu.



SAMYANG MF 500/6,3 Mirror

Objektivy s proměnnou ohniskovou vzdáleností (zoomy, transfokátory)

- **rozsah zoomu** – poměr maximální a minimální ohniskové vzdálenosti, např. 24-70 mm = $70/24 =$ cca 3x zoom
- optické členy plynule mění ohniskovou vzdálenost základního objektivu (4): (1), (3) – pevné čočky, (2) – pohyblivá čočka (čárkovaně vyznačena druhá krajní poloha)



ZOOMY

- Jedná se o objektivy s plynule proměnnou ohniskovou vzdáleností.
- *Základní zoomy* - S rozsahem nejčastěji používaných ohnisek (něco v rozmezí 28-105 mm).
- *Širokoúhlé zoomy* - Zasahují více do širších ohnisek, někdy se jim říká krajinářské (něco v rozmezí 17-50 mm).
- *Telezoomy* - Delší ohniska (něco v rozmezí 50-500 mm).
- *Zoomy s velkým rozsahem* - Dnes se vyrábí běžně sedminásobné (28-200mm), ale i desetinásobné zoomy (28-300mm) nejsou výjimkou.
- Tzv. *ultrazoomy* u kompaktních přístrojů (až 1:40), ekvivalent pro kinofilm 25 – 1000 mm.



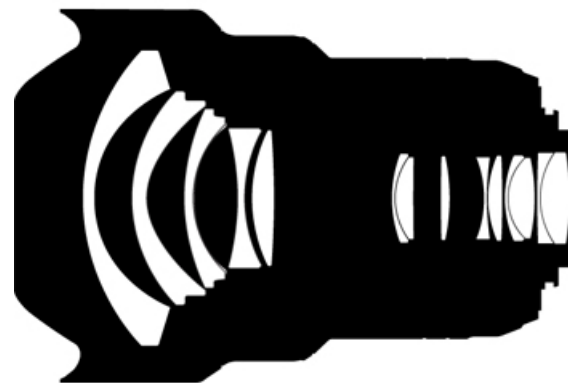
AF-S NIKKOR 28-300mm
f/3.5-5.6G ED VR

Zoomové objektivy umožňují plynule měnit výřez scény



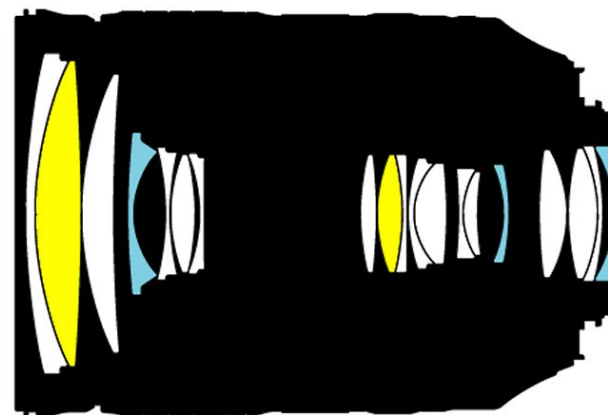
14-24mm f/2.8G ED AF-S NIKKOR

Ohnisková vzdálenost	14-24 mm
Světelnost	f/2,8
Nejvyšší clonové číslo	f/22
Konstrukce objektivu	14 čoček/11 členů (včetně dvou optických členů z ED skla, tří asférických optických členů a jednoho optického členu s antireflexní vrstvou Nano Crystal Coat)
Obrazový úhel	114° - 84° (90° - 61° při použití na fotoaparátu formátu DX)
Nejkratší zaostřitelná vzdálenost	0,28 m (v rozsahu ohniskových vzdáleností 18-24 mm)
Největší měřítko zobrazení	1/6,7
Počet lamel clony	9 (s optimalizovaným tvarem)
Zaostřování	Vnitřní zaostřování (IF); vestavěný ultrazvukový zaostřovací motor (SWM); manuální zaostřování
Průměr x délka (od dosedací plochy bajonetu)	Cca 98×131,5 mm
Hmotnost	Cca 970 g/34.2 oz.



AF-S NIKKOR 28-300mm f/3.5-5.6G ED VR

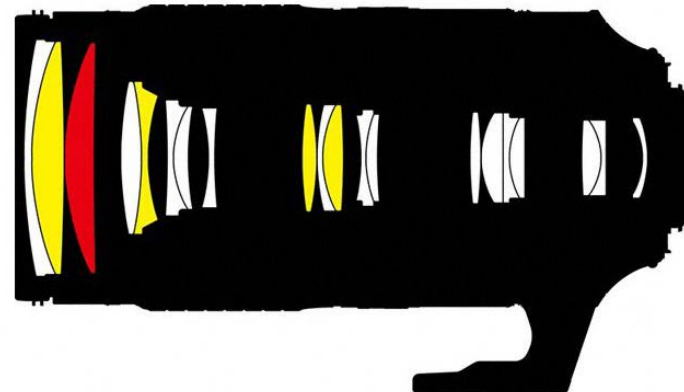
Ohnisková vzdálenost	28-300 mm
Světelnost	f/3,5-5,6
Nejvyšší clonové číslo	f/22 (při 28 mm), f/38 (při 300 mm)
Konstrukce objektivu	19 čoček/14 členů (včetně dvou optických členů z ED skel a tří asférických optických členů)
Obrazový úhel	75° – 8°10' (53° – 5°20' při použití na formátu DX)
Nejkratší zaostřitelná vzdálenost	0,5 m v celém rozsahu ohniskových vzdáleností
Největší měřítko zobrazení	0,32× (při nastavení nejdelší ohniskové vzdálenosti)
Počet lamel clony	9 (s optimalizovaným tvarem)
Zaostřování	Autofokus s vestavěným ultrazvukovým zaostřovacím motorem; manuální zaostřování
Zaostřovací režimy	M/A a M
Průměr filtrového závitu	77 mm
Průměr × délka	Cca 83 × 114,5 mm
Hmotnost	Cca 800 g



■: Aspherical lens elements ■: ED glass elements

AF-S NIKKOR 80–400 mm f/4,5–5,6G ED VR

Typ	Objektiv typu G AF-S s vestavěným CPU a bajonetem Nikon F
Ohnisková vzdálenost	80–400 mm
Světelnost	f/4,5–5,6
Konstrukce objektivu	20 čoček/12 členů (včetně 4 optických členů ze skel ED, 1 optického členu ze skla Super ED a optických členů obsahujících antireflexní vrstvy Nano Crystal Coat)
Zaostřování	Systém vnitřního zaostřování Nikon (IF) s ultrazvukovým zaostřovacím motorem (SWM) a samostatným zaostřovacím kroužkem manuálního zaostřování
Počet lamel clony	9 (kruhový otvor clony)
Clona	Plně automatická
Průměr filtrového závitu	77 mm (P=0,75 mm)
Hmotnost	Cca 1570 g včetně prstence se stativovým závitem Cca 1480 g bez prstence se stativovým závitem



■: Super ED glass elements ■: ED glass elements