

Objektivy

Tomáš Slavíček / Vít Kovalčík

FI MU, podzim 2017

Teach your kids photography



And they'll never have enough
money to buy drugs

Objektivy

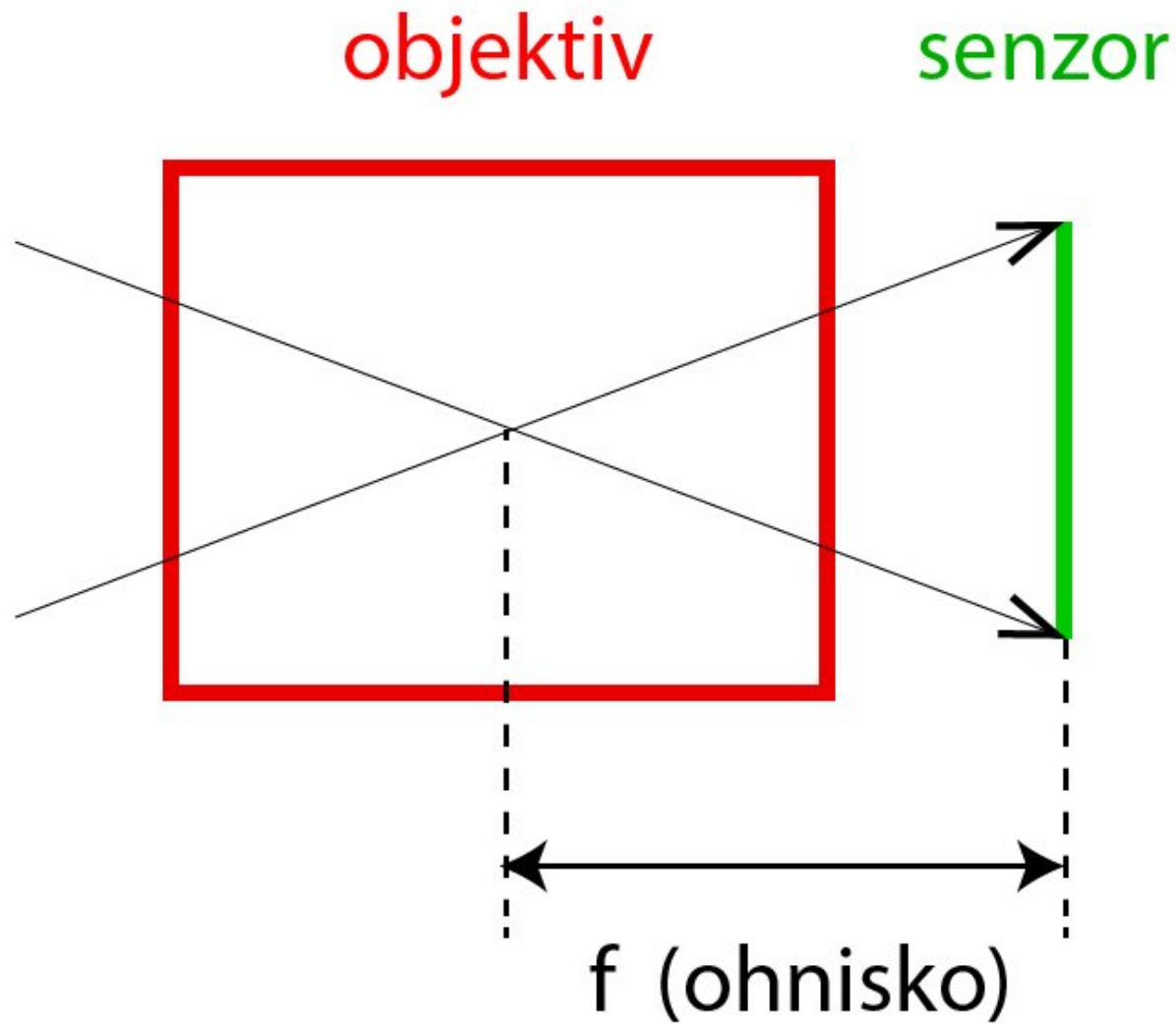
- Objektiv je to nejdůležitější
- Na jeho kvalitě závisí kvalita fotografií
 - megapixely jsou na nic, pokud jsou rozmazané
- Hantýrka: „sklo“ = objektiv

Varování

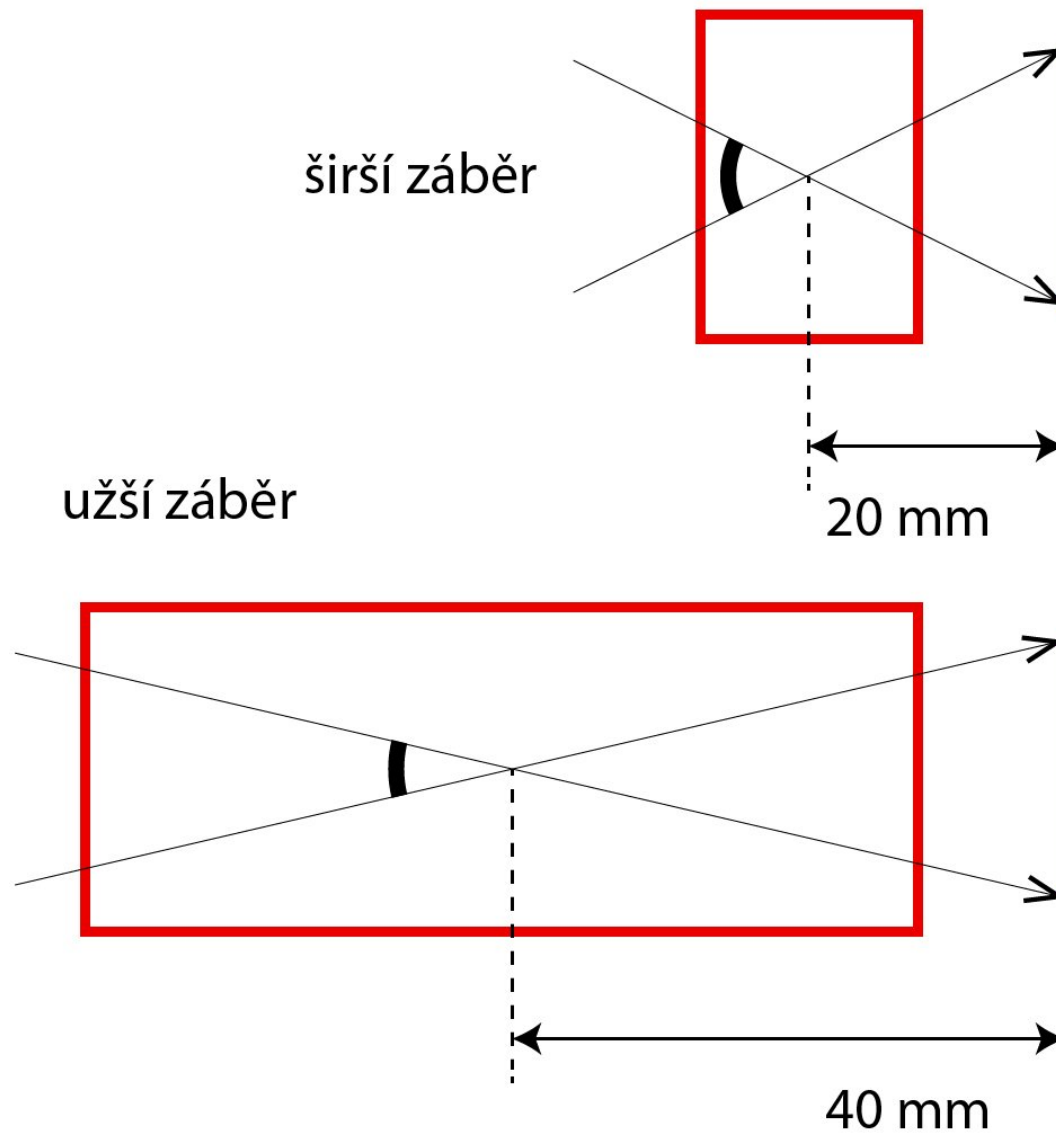
- Následující slidy jsou příliš drastické
- Naučí vás (snad) víc než se běžně dozvíte
- Proč to dělám tak „složitě“?
 - Dovolí nám to snadno **porovnávat systémy s různými senzory**
 - (a chápat zvláštnosti jako MetaBones SpeedBooster)

Ohnisko

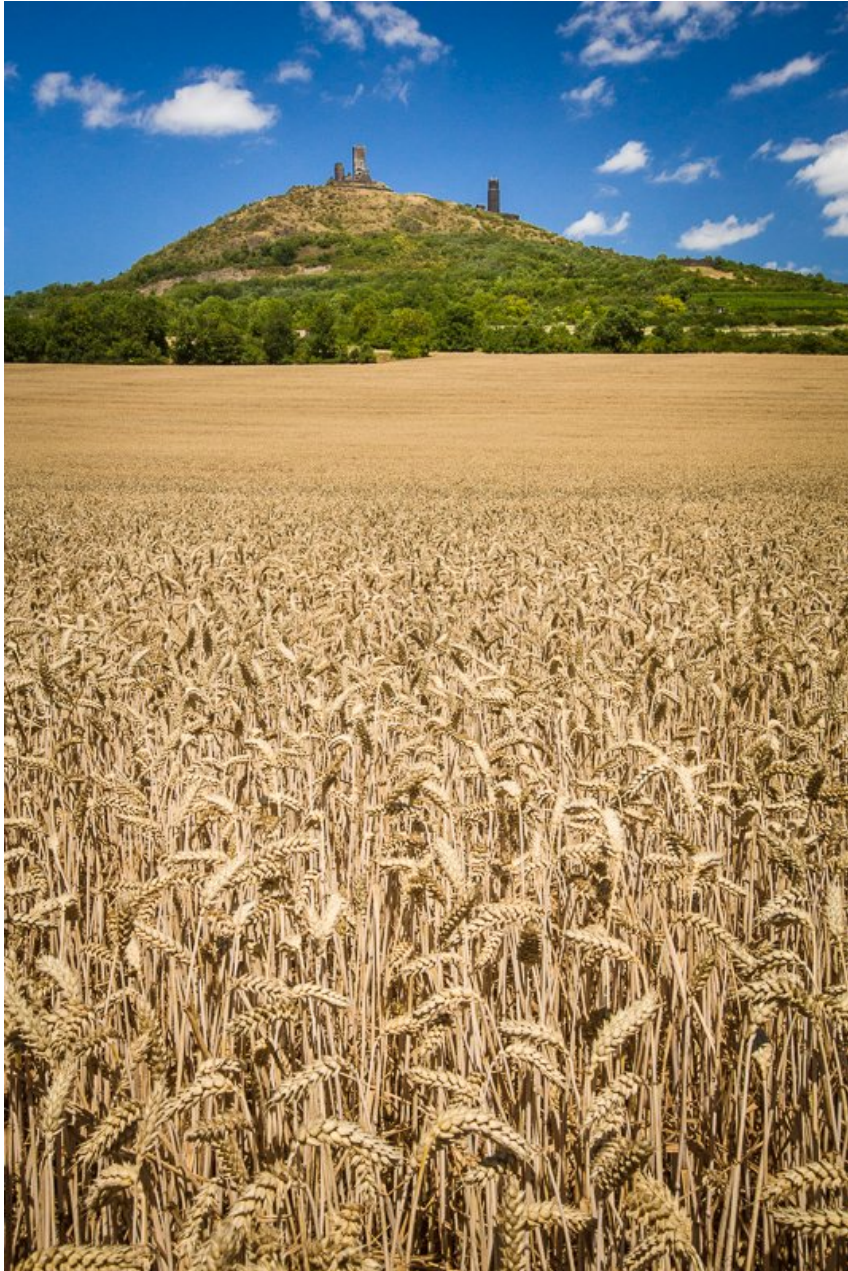
- Ohnisko => úhel záběru



Ohnisko



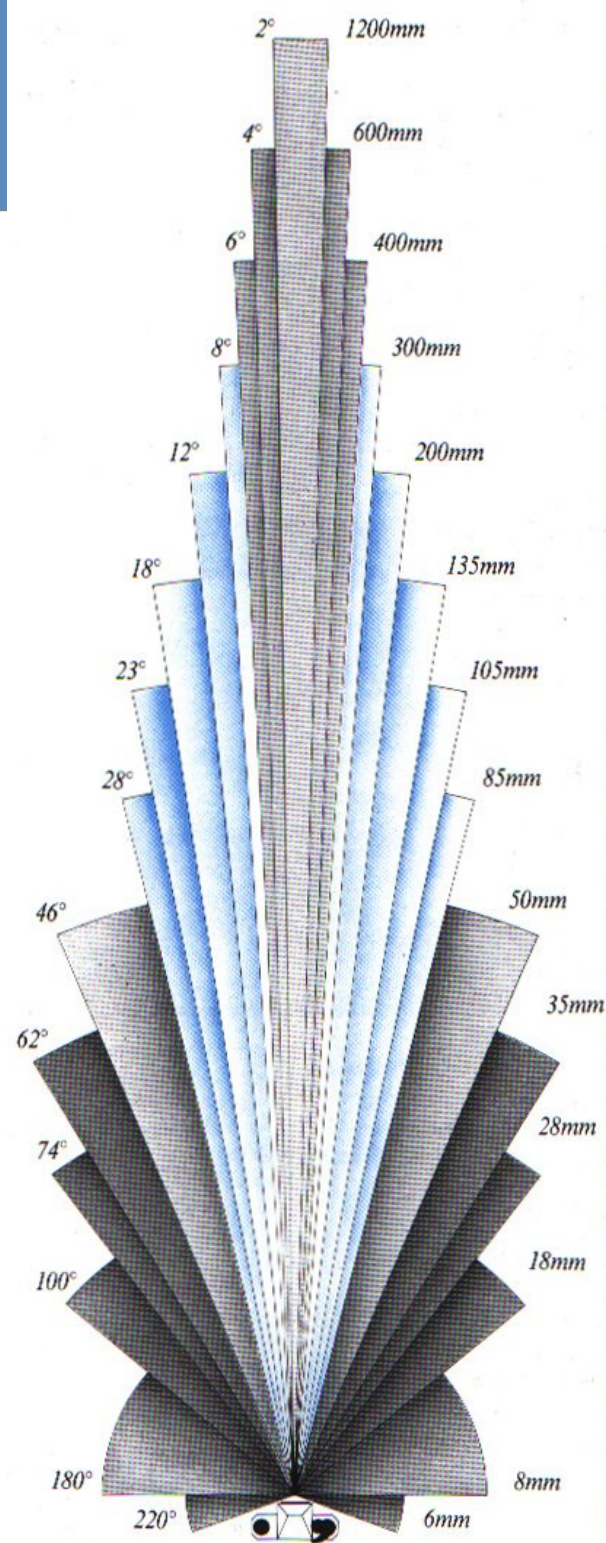
Ohnisko



85 mm (full frame)

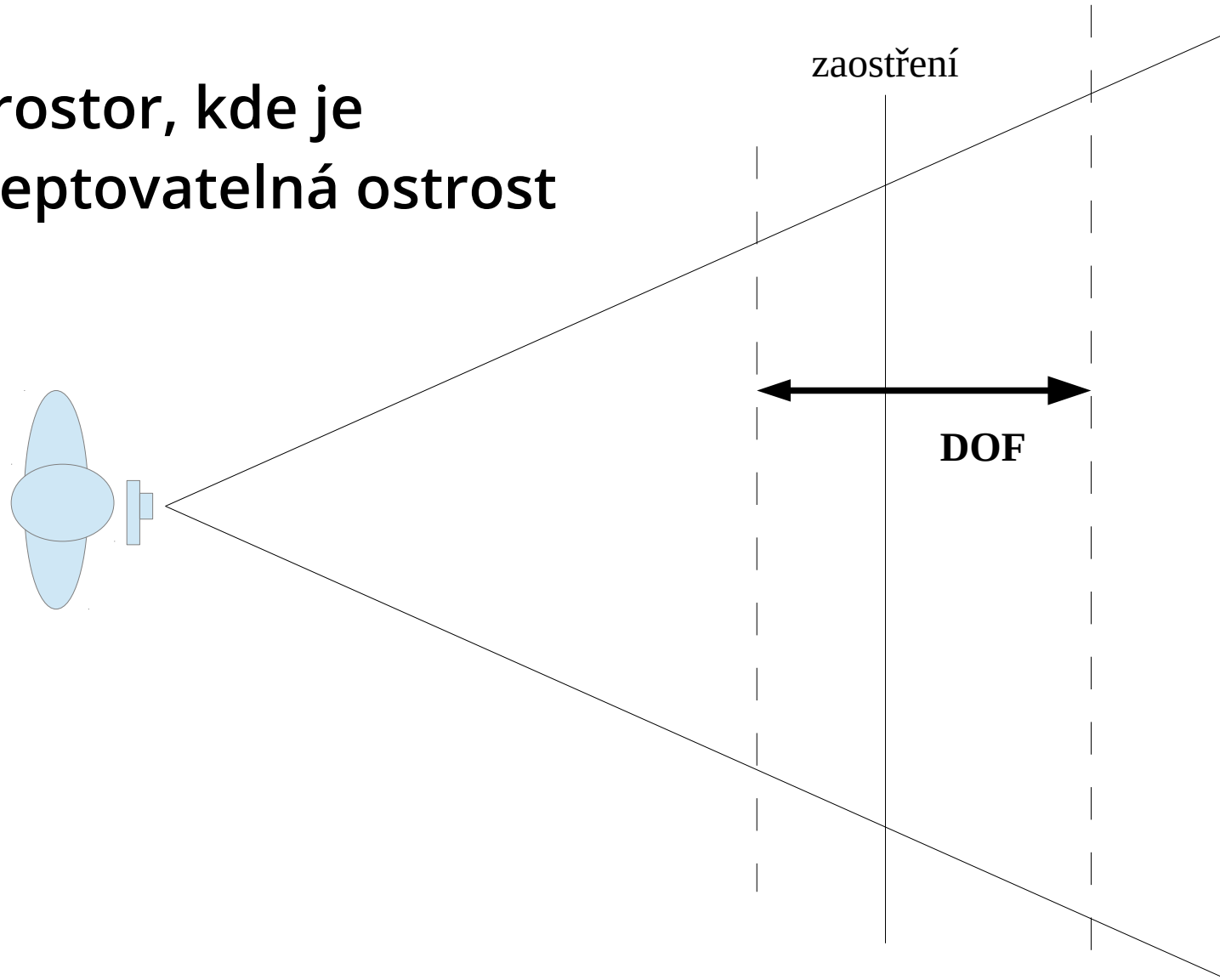
35 mm (full frame)

Ohnisko



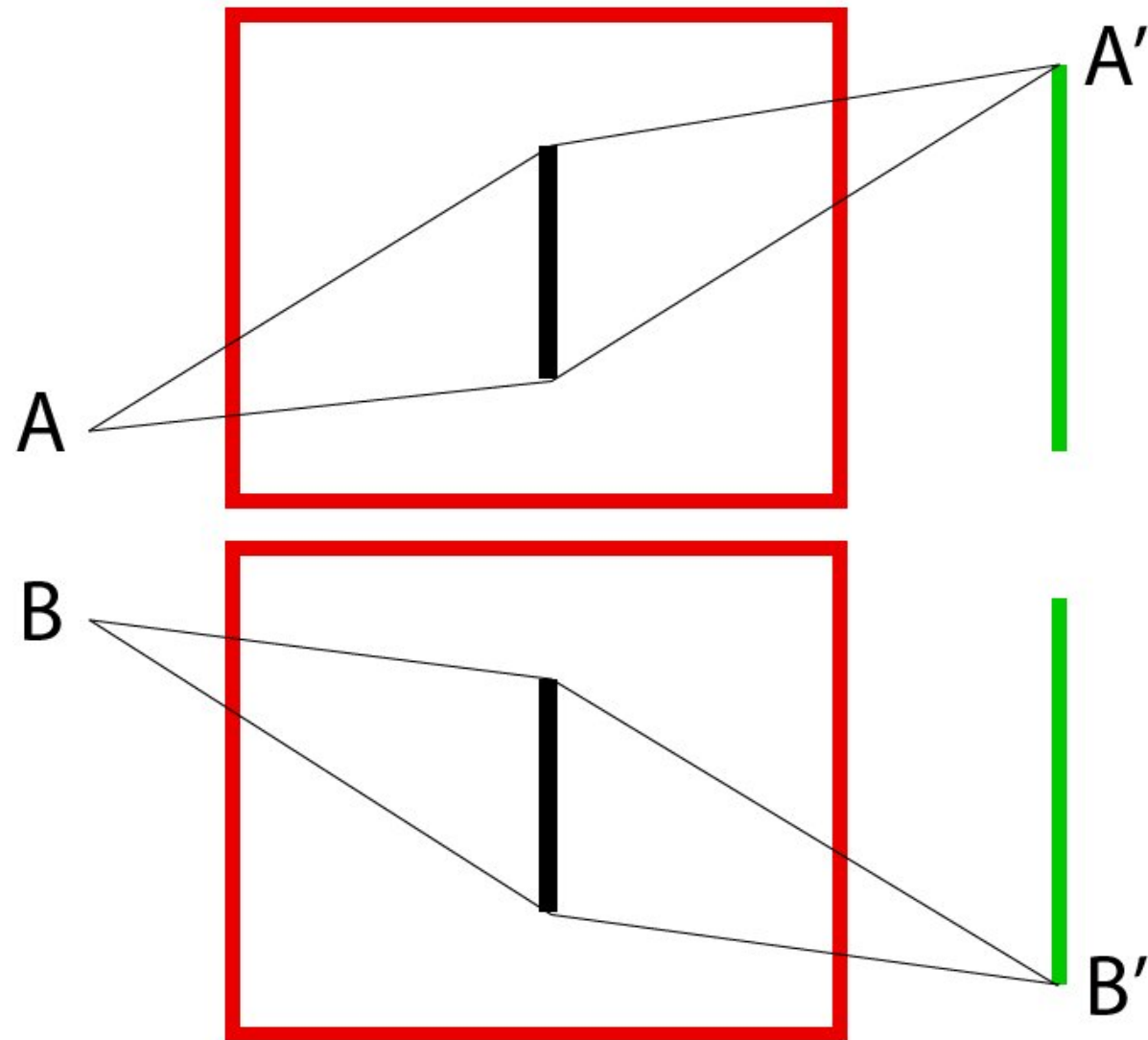
Vsuvka: Hloubka ostrosti

- Depth of Field (DOF)
- = prostor, kde je akceptovatelná ostrost



Clona/Světelnost

- Světlo neprochází jen bodem uprostřed objektivu
- Je tam větší otvor
- V angličtině „Aperture“ (otvor) = významem opak clony



Clona/Světelnost

- f/X = ohnisková vzdálenost děleno X = velikost otvoru
 - Značení f/X je **relativní k ohniskové vzdálenosti**
 - výsledná velikost otvoru je **absolutní** (v milimetrech)
- Tj. objektiv 20 mm, clona $f/4$
 - $20 \text{ mm} / 4 =$ otvor má průměr **5 mm**
- Objektiv 200 mm, clona $f/4$
 - $200 \text{ mm} / 4 =$ otvor má průměr **50 mm**
- **Absolutní velikost** „aperture“ (otvoru) je **nejdůležitější!**
 - f/X je z toho odvozené
 - (protože f/X je praktické při focení, ale ne při porovnávání systémů s různě velkými senzory)

Absolutní velikost určuje...

- Kolik světla projde
 - čím větší otvor, tím víc světla
- U většího otvoru jde světlo z mnohem více směrů
 - => musí být přesněji zaostřeno
 - => čím větší otvor, tím menší hloubka ostrosti



70 mm, f/8 (otvor 9 mm)



70 mm, f/2,8 (otvor 25 mm)

Z toho vyplývá...

- Např. pokud chceme fotit krajiny
 - použijeme velkou clonu (vysoké f-číslo), aby bylo vše ostré
 - ale musíme počítat s tím, že se k senzoru nedostane tolik světla => delší čas expozice



26 mm
f/11
1/40 s
ISO 250

Z toho vyplývá...

- Pokud chceme fotit akci
 - chceme co nejvíce světla, tj. co nejmenší clonu (nízké f-číslo)
 - ale musíme počítat s tím, že ostré bude jen něco, třeba jen jeden člověk - výhoda i nevýhoda



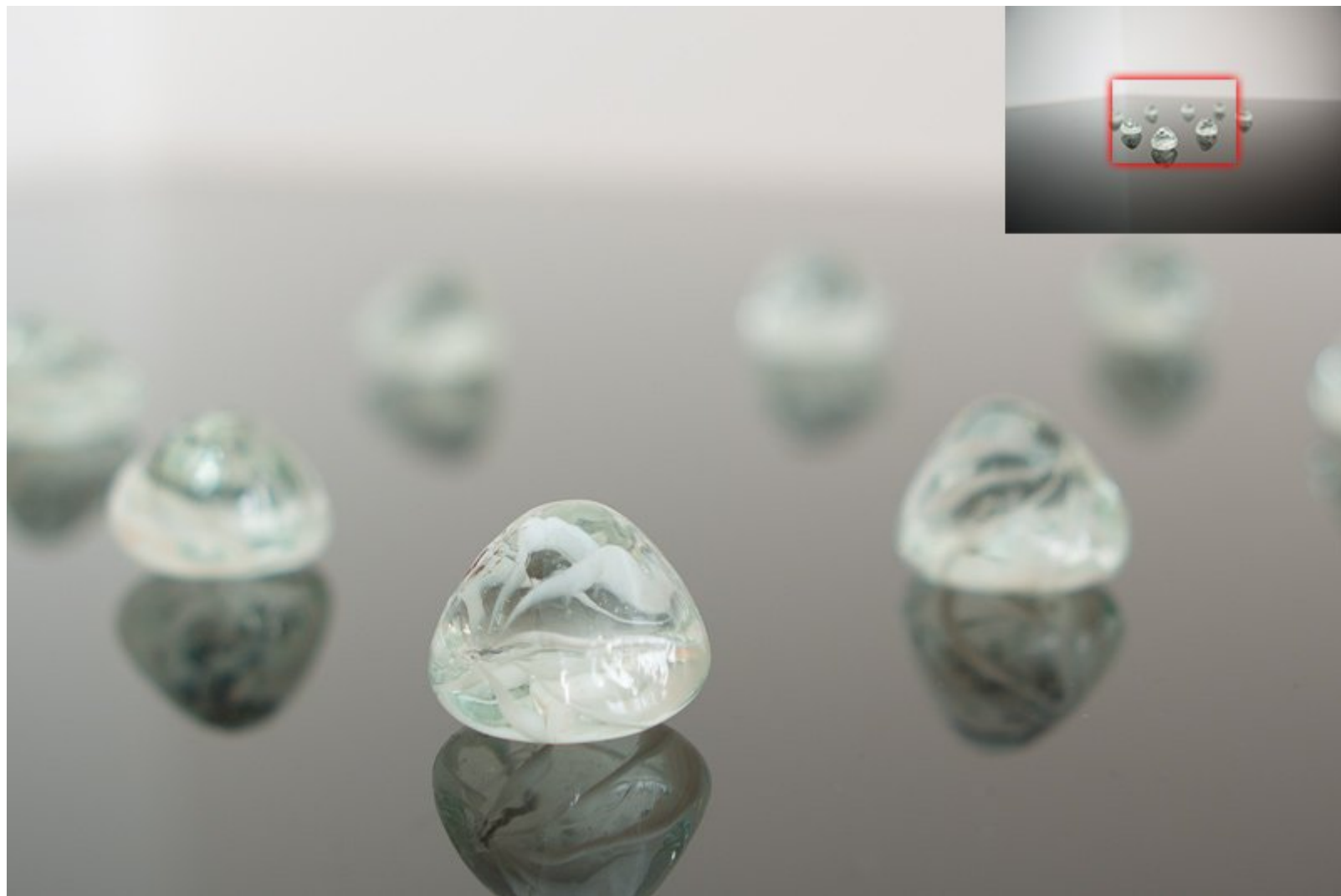
200 mm
f/2,8
1/500 s
ISO 3200

Zjednodušeně

- (tohle by učili jinde) Při stejném f-číslu a stejné ostřicí vzdálenosti **mají teleobjektivy menší hloubku ostrosti** (= více rozmazávají pozadí) než široké objektivy
- My už víme proč:
 - 200 mm objektiv a $f/2,8$ má otvor 10x větší
 - než 20 mm objektiv a $f/2,8$
- (Zdálo by se, že širší objektiv by měl dělat mnohem tmavší fotky... ale on zachytává světlo z většího úhlu. To přesně vyrovnává menší otvor.)

Experiment

- 24 mm, f/2,8 (výřez, celá fotka je vpravo nahoře)



Experiment

- 70 mm, f/2,8 (tentokrát je to celá fotka)
 - hloubka ostrosti (DOF) je výrazně menší



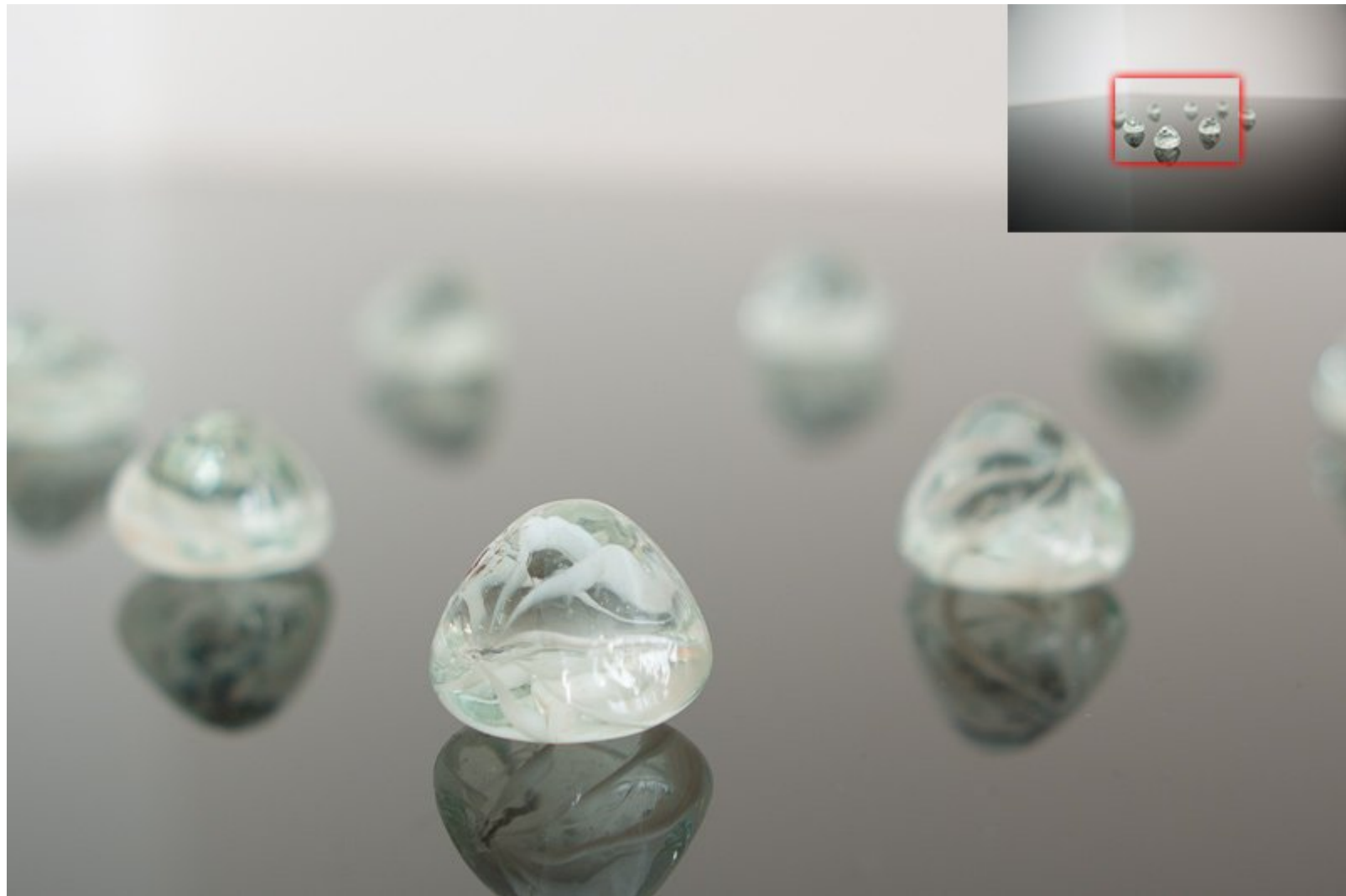
Kdybychom chtěli stejnou DOF?

- Při 24 mm, $f/2,8$ = otvor má 8,6 mm
- 70 mm má otvor 8,6 mm při cloně zhruba $f/8$, viz níže:



Pro srovnání

- Ještě zpět: Takhle vypadala fotka 24 mm, f/2,8:



Absolutní velikost

- Opakuji:
Absolutní velikost „aperture“ je nejdůležitější!
- Spolu s ohniskovou vzdáleností určuje kolik světla na senzor projde a jaká bude hloubka ostrosti
- F-číslo je z toho **odvozené**
 - Ale jen to nám výrobce řekne, takže si to z něj spočítáme

Zjednodušené shrnutí DOF:

- Při stejné velikosti senzoru je DOF závislá na (hlavně):
 - cloně
 - menší clona (a stejné ohnisko) -> menší DOF
 - ohnisku
 - delší ohnisko (a jinak stejné f/\dots) -> menší DOF
 - vzdálenosti zaostření
 - blíže -> menší DOF
- Krásný vizuální simulátor hloubky ostrosti:
<https://dofsimulator.net/en/>

Světelnost

- **Světelnost** objektivu je ten největší otvor, který dokáže „vytvořit“
 - tj. nejmenší f-číslo
 - podle toho se označují
- Takže u objektivu „50/1,8“ (tj. ohnisko 50 mm a světelnost f/1,8)
 - můžu nastavit clony např.:
 - f/1,8
 - f/4
 - f/16
 - ale nemůžu:
 - f/1,2

f/2.8

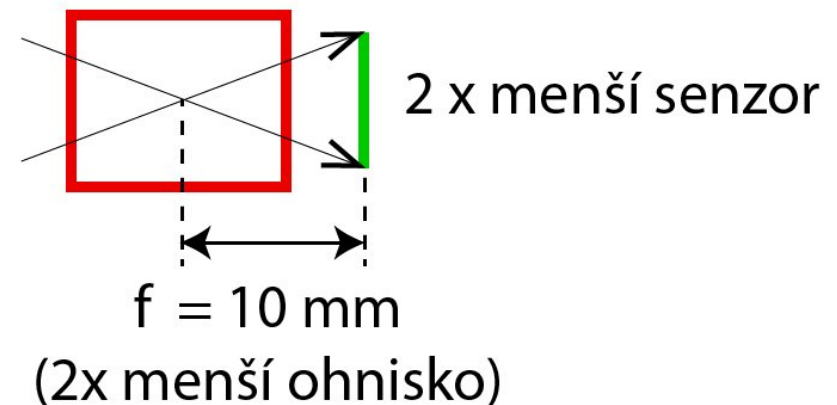
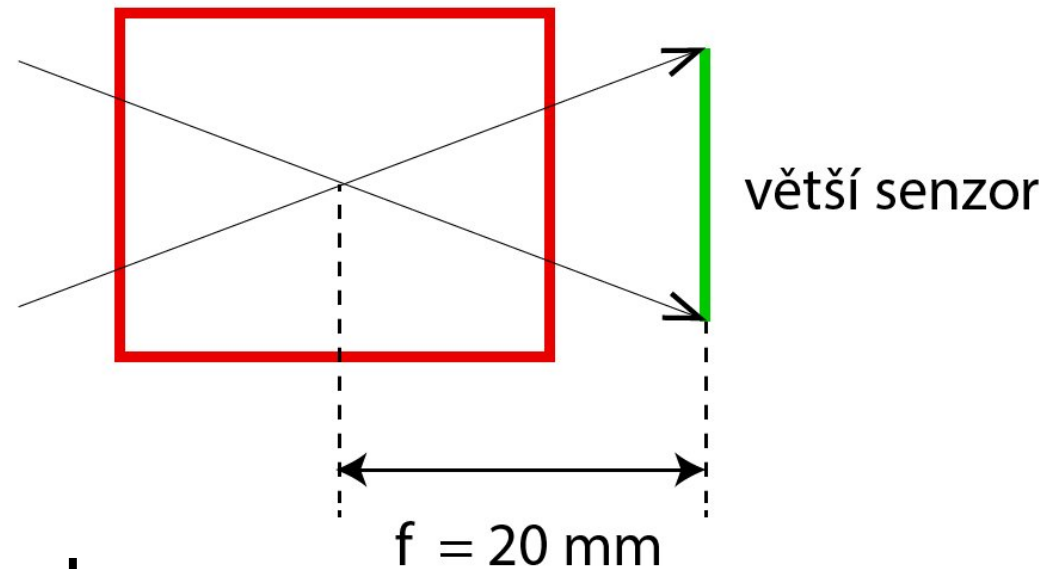


f/16



Různé velikosti senzorů

- různé senzory
- různá ohniska
- ale **identický úhel záběru**
- ale pokud budou mít oba objektivy clonu např. $f/4$, budou to úplně jiné objektivy



Crop factor (opakování)

- Když mám foťák s objektivem např. 20 mm, tak jaký má vlastně záběr?
- Aby to šlo porovnávat, je tu crop factor
- Vše se přepočítává na full frame fotoaparáty
 - ty mají crop factor 1
- Crop factor vyjadřuje, kolikrát je jejich senzor menší než full frame (úhlopříčně)
 - vyšší crop factor = menší senzor

Crop factor

- Full frame (FF) - **1**
- Nikon APS-C – **1,5**
 - (tj. 1,5x menší senzor než fullframe)
- Sony NEX – **1,5**
- Canon APS-C (a Canon EOS M)– crop factor **1,6**
- Four Thirds a Micro Four Thirds (MFT) – **2**
- Nikon 1 – **2,7**

Crop factor

Full frame

24-70/2,8

ekvivalent 24-70/2,8



Crop 1,6x

24-70/2,8

ekvivalent 38-112/4,5 ²⁶

Crop factor

- Crop factor použijeme na přepočet ohnisek, abychom zjistili úhel pohledu
- 20 mm u Micro Four Thirds (MFT, crop factor 2) je stejné jako 40 mm u Full Frame
- jenže pozor!
 - Objektiv 20/2 u MFT
 - NEODPOVÍDÁ 40/2 u full frame
 - ale odpovídá 40/4 u full frame
- **Crop factorem se musí vynásobit nejen ohnisko, ale i světelnost!**

Crop factor



Full frame, 100 mm, F2.8, 1/80 s, ISO 800

V.K. 28

Crop factor



APS-C (crop 1,6x), 100 mm, F2.8, 1/80 s, ISO 800

V.K. 29

Crop factor



Full frame, 160 mm, F4.5, 1/30 s, ISO 800

V.K. 30

Crop factor



Full frame, 160 mm, F2.8, 1/80 s, ISO 800

V.K. 31

A co expozice?

- Chci stejnou fotku na FF a Micro Four Thirds (MFT)
 - identický úhel záběru, hloubka ostrosti, světlost
- U MFT (crop factor 2) použiju objektiv 20/2
U FF použiju objektiv 40/4
- Pro výpočet expozice je ale f/4 menší clona než f/2
 - o dva stupně horší (f/2 -> f/2,8 -> f/4)
 - takže budu muset
 - čtyřikrát zvýšit expoziční čas
 - nebo čtyřikrát zvýšit ISO
- Jak to? Tak jsou ty objektivy ekvivalentní nebo ne?

Není ISO jako ISO

- ISO je definované tak „aby vyšla správně světlá fotka“
 - přímo ve vzorečku pro výpočet citlivost je i clona!!
 - Definice ISO přímo závisí na cloně (f-čísle), která závisí na ohnisku, které závisí na velikosti snímáče!
- ISO 100 znamená něco jiného u FF a MFT !
- ISO 400 u FF odpovídá ISO 100 u MFT
 - (= $400/(\text{crop } 2)^2$)

Takže

- Naprosto identická fotka, která nepůjde rozlišit
 - světlost, hloubka ostrosti, šum, dynamický rozsah
 - (předpokládáme stejně pokročilé technologie)

FF (crop 1)

40 mm

f/4

ISO 400

čas 1/100 s

=

MFT (crop 2)

20 mm

f/2

ISO 100

čas 1/100 s

Opravdu tak různé?

- Takže když srovnám
 - Full Frame
 - fotoaparát s crop factorem kolem 5 a tedy plochou čipu 25x menší než FF
- Tak ISO 100 u malého fotoaparátu bude zhruba ISO 2500 u velkého?
- Ano! (Pokud bude podobná technologie)

Co to třeba znamená?

- Srovnáme full frame (crop 1) a malý senzor (crop 5)
- Říká se, že full frame má výhodu v nižším světle
- Jenže je to za cenu většího otvoru „aperture“ a tím menší DOF
- Výhodu FF nepřináší ani tak velký senzor, ale velké a světlé objektivy

Výhoda velkého senzoru?

- Ale proč nemít malý senzor plus objektiv s obrovskou světelností (nebo prostě objektiv z FF + konvertor)?
- Má tedy velký senzor nějakou svoji vlastní výhodu, která neplyne z objektivů?
- Ano! Paradoxně ve chvíli, kdy je světla hodně (nebo máme stativ)
- V tu chvíli FF fotí na ISO 100 s ultra malým šumem.
 - Velký dynamický rozsah oproti menším sensorům
- U senzoru s crop 5 by to odpovídalo ISO 3 ($=100/2^5$), což momentálně nelze dosáhnout.

Pokračování pro hloubaly...

- Pokračování tímhle směrem a různé důsledky:

<https://www.pastel.cz/2015/06/klamou-nas-vyrobci-objektivu/>

Označení objektivů

- Vždy něco jako

18 – 55 / 3,5 – 5,6

- Napřed rozsah ohnisek, 18 mm až 55 mm
 - bez započítání crop factoru
- Potom světelnost (= nejlepší možná clona)
 - na širším a na delším konci
 - 18 mm ... F3,5
 - 55 mm ... F5,6

Příklady

- 18-55/3,5-5,6
 - Zoom s proměnlivou světelností
- 18-50/2.8
 - Zoom se stejnou světelností při všech ohniscích
- 50/1.4
 - Pevný objektiv bez zoomu
- Starší objektivy mají označení opačně
 - 1.4/50 – napřed světelnost, pak ohnisko
 - světelnost je každopádně to nižší číslo

Označení objektivů

- **Canon EF-S 18-55/3.5-5.6 IS II**
 - EF-S: jen pro APS-C (crop 1.6x)
 - 18-55: Rozsah ohnisek v mm BEZ započítání cropu
 - 3.5-5.6:
 - Na začátku rozsahu (18mm) je světelnost F3.5
 - Na konci (55mm) je světelnost F5.6
 - IS: Image Stabilizer
 - II: Druhá verze tohoto objektivu
- **AF-S Nikkor 70-200/2.8G ED VR II**
- **Tamron SP AF 17-50mm f/2.8 XR Di-II VC LD Aspherical (IF) pro Canon**
- **Sigma 50/1.4 EX DG HSM**

Označení objektivů

- Pro mirrorless/kompakty/mobily v podstatě to stejné
 - výrobci se často snaží schovat nebo zamlžit info
 - iPhone X specs:
 - Světelnost f/1.8
 - **Není uvedeno ohnisko, ani velikost senzoru!**
Samotná světelnost pak nedává smysl
 - (Je to 4 mm; crop factor 7; eq. světelnost f/13)

Pevné objektivy vs. zoomy

- Pevná vs. proměnlivá ohniska
- Pevná ohniska
 - obvykle vyšší kvalita obrazu
 - lepší světelnost (bude dále)
 - „zoomujeme“ nohama
- Zoomy (proměnlivá ohniska)
 - univerzálnější
 - ale s kompromisní kvalitou obrazu
- Starší objektivy často nestačí na rozlišení nových DSLR

Vsuvka: Bajonet



Vsuvka: Bajonet

- Každý výrobce má svůj vlastní (čistě komerční důvod), ale jsou výjimky
 - (Olympus & Panasonic, Pentax & Samsung, Minolta & Sony)
- Existují konvertory, které dovolí nasadit cizí objektivy
 - AF nemusí fungovat nebo jen pomalu
 - zlepšují se
- Třetí výrobci (Sigma, Tamron, Tokina) dodávají objektivy na bajonety různých značek, tedy možnost různého výběru (s různou kvalitou...).

Univerzální světelný zoom?

- Proč nemít jeden objektiv na všechno?



Univerzální světelný zoom?



**Video objektiv
Fujinon 25-300mm T3.5
(pro 1.5x crop)**

**8 kg
44 000 USD**

Ohniska - standardní

- 50 mm – základní/standardní ohnisko
- oko má ohnisko asi 16-22 mm
 - ale fotka visí na zdi v nějaké vzdálenosti, tomu odpovídá zhruba těch 50 mm
- a (hlavně?) 50 mm objektiv je snadné vyrobit :)
 - 50/1.8 u Canonu a Nikonu jeden z nejlevnějších



Ohniska - standardní



50 mm/1.4 na Full frame

Ohniska - standardní



50 mm/1.4 na Full frame

Ohniska - standardní

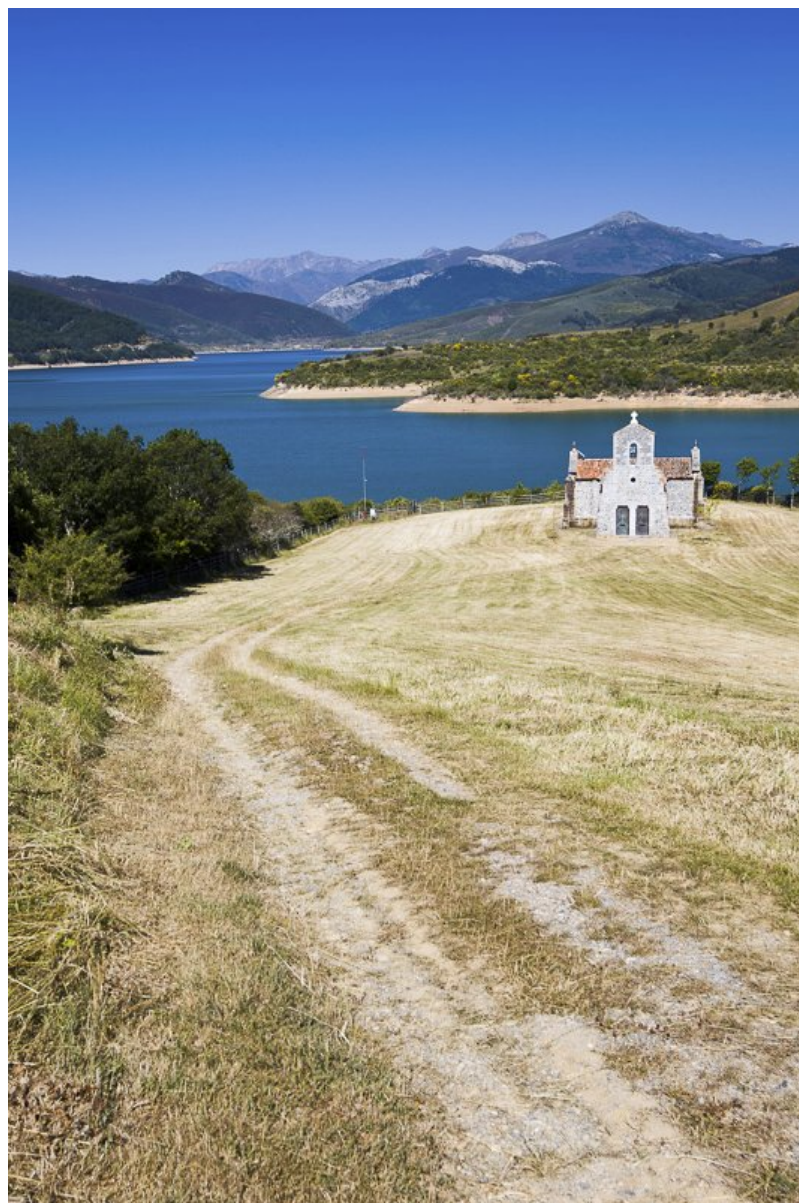


50 mm/1.8 na APS-C (crop 1.6x), tj. reálné ohnisko je $50 * 1.6 = 80$ mm

Ohniska - širokoúhlá

- Někde mezi 24 – 36 mm
- (Zaberou větší úhel)
- Dodají scéně prostor (hloubku mezi popředím a pozadím), vzdálenější objekty jsou viditelně menší

Ohniska - širokoúhlá



35 mm na Full Frame

Ohniska - ultraširoká

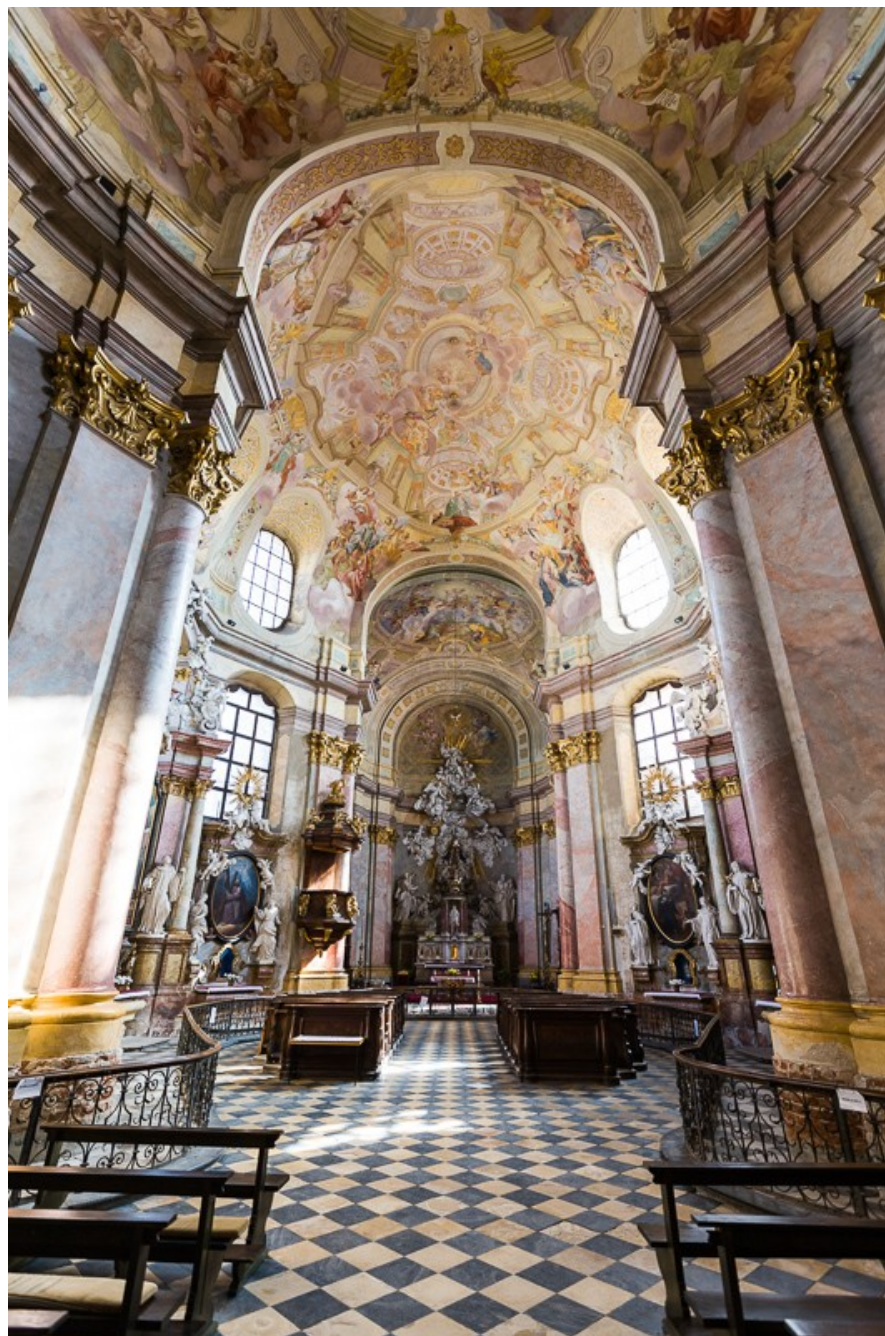
- Pod 24 mm
- Extrémně široký úhel pohledu
- V rozích jsou objekty protáhlé a zkreslené
 - (hlavně je to poznat na lidech)
- Extrémní perspektiva
 - často kácející se linie
 - nezvyklé pohledy

Ohniska - ultraširoká



16 mm na Full frame

Ohniska - ultraširoká



16 mm na Full frame

Ohniska - ultraširoká



16 mm na Full frame

Fisheye

- **Bez korekce zkreslení**
 - (těm předchozím, s korekcí, se říká rectilineární)
- Extrémní úhel záběru (může být 180° i více)
- Původně pro vědecké účely (astrofotografie)
- Ve fotografii celkem pěkný efekt
 - (bohužel často jen ten efekt)



Ohniska – fisheye

- 10,5 mm Nikkor Fisheye a oprava deformace v Nikon Capture NX



Oprava deformace je přínosem i pro další objektivy. Někdy je na tom založen design objektivu.

Ohniska – fisheye

- cirkulární a diagonální
- (od r. 2008 i první cirkulární rybí oko pro APS-C, Sigma)



10,5mm Nikkor na APS-C (1,5x),
tj. reálně 16 mm

Ohniska – fisheye



10–17mm Tokina, „rybí zoom”



4,5mm Sigma, reálně 9 mm

Ohniska - tele

- Ohniska větší než základní, typicky 70-300 mm
 - na sport + divokou zvěř často až 600 mm
 - jsou i delší (super telephoto)
- Výřezy ze scény, detaily, portréty
- „Zhuštěná“ perspektiva
- Menší hloubka ostrosti, menší zkreslení
- Nutnost použití krátkých časů

Ohniska - tele



250 mm na APS-C, v přepočtu 400 mm

Ohniska - tele



263 mm na APS-C, v přepočtu 420 mm

Ohniska – tele – portréty!



155 mm na APS-C, v přepočtu 250 mm

Proč teleobjektiv na portréty?

- Malá ohniska nás nutí stát blízko => persp. deformace
- **Ideál někde kolem 85 – 150 mm**



28 mm



40 mm



85 mm

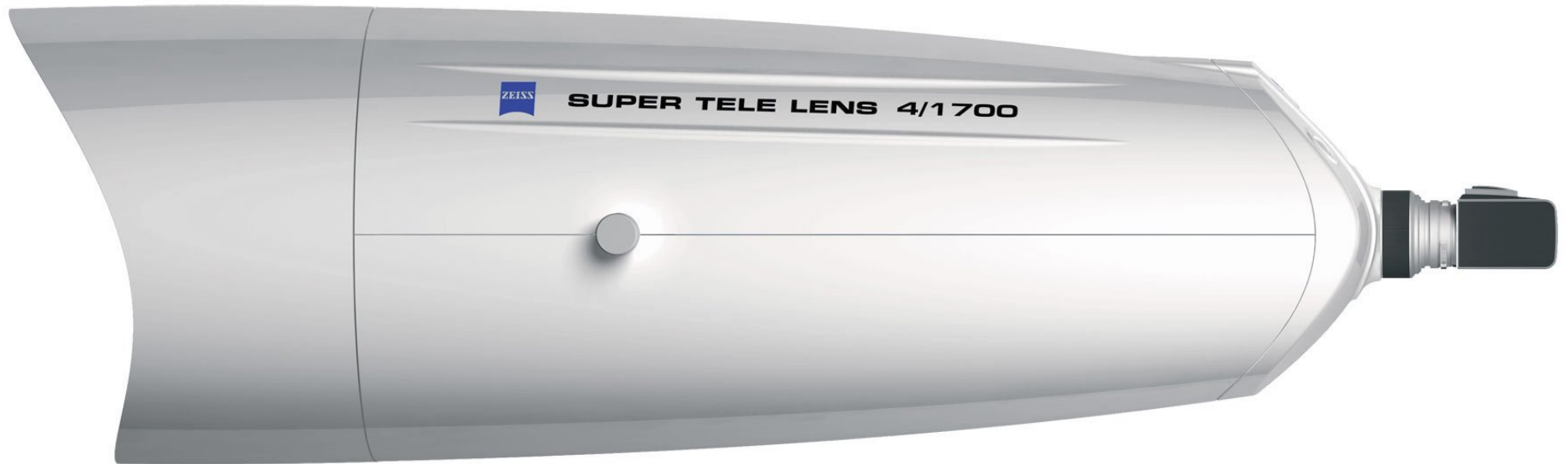


150 mm

(iPhone X má 28 a 56 mm)

Ohniska - tele

- ZEISS Apo Sonnar T* 4/1700 – pro Hasselblad



Ohniska - Tele

- Sigma 200-500/2.8 APO EX DG („Sigmonster“)



Ohniska - Tele



Foto: juzaphoto.com

Amazon: \$25 999 (doprava zdarma!)

Dodává se v kufříku Pelican 1780 Long Gun Firearms Travel Case
16 kg objektiv + 23 kg kufr

Pro srovnání

- Olympus Body Cap Lens 15mm



Ultrazoomy

- Kompromisy mezi kvalitou a rozsahem



18 mm, reálně 27 mm

Ultrazoomy



50 mm, reálně 75 mm

Ultrazoomy



100 mm, reálně 150 mm

Ultrazoomy



200 mm, reálně 350 mm

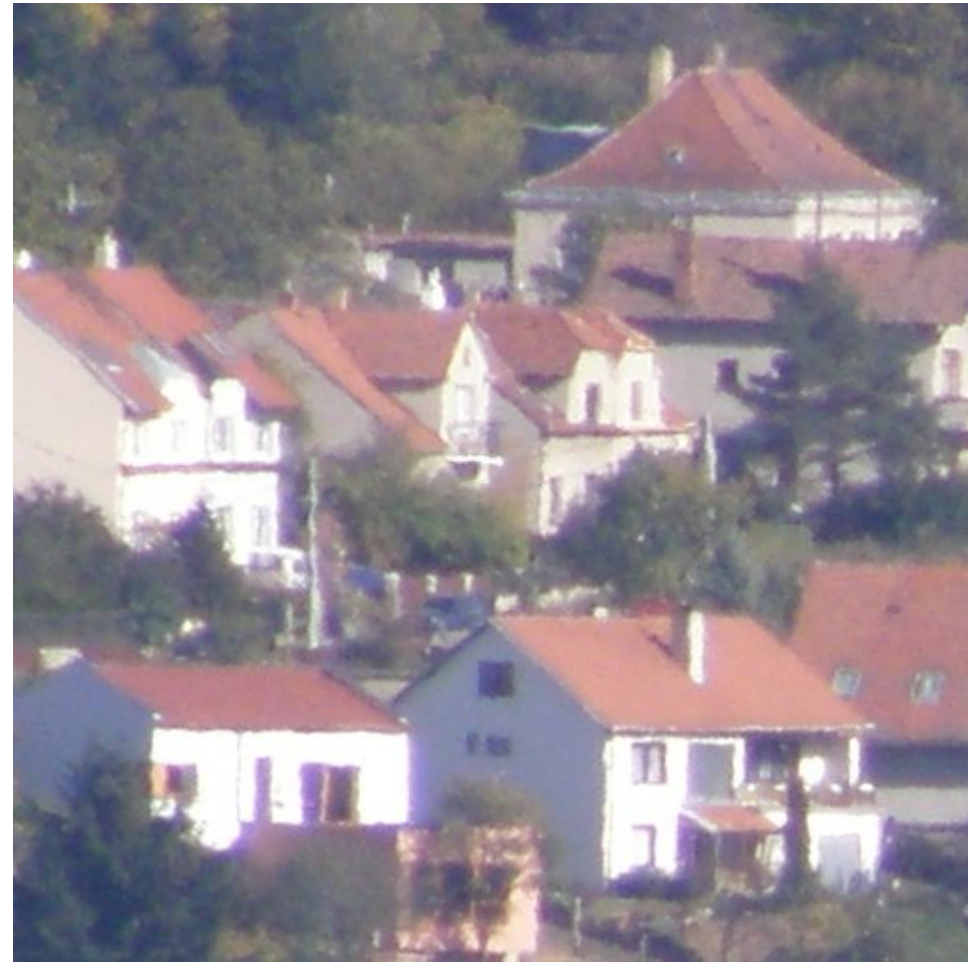
Ultrazoomy

- Pro srovnání ještě jednou opačný konec



18 mm, reálně 27 mm

Ultrazoomy mají vady

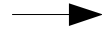


18× zoom Olympus
(ekv. kinofilmu 27–486)

Makroobjektivy

- Různá ohniska - 50, 100, 150, 200 mm
- Zaostrují (také) na velmi blízko
- Čím delší ohnisko, tím člověk může stát dál
- Každý objektiv (nejen makro-) má svoji minimální zaostřovací vzdálenost => maximální zvětšení
 - „pravé“ makro od zvětšení 1:2 do 10:1

Makroobjektivy



Tilt/shift objektivy

- posun a naklonění, PC = Perspective Control
- k fotografování architektury
 - (potlačení sbíhajících se linií)



Tilt/shift objektivy

- výhradně pevná ohniska, není jich příliš mnoho, žádný autofocus



Tilt/shift objektivy



bez narovnění



s narovněním

Tilt/shift objektivy

- To stejné softwarově



bez narovnání



s narovnáním

Tilt/shift objektiv



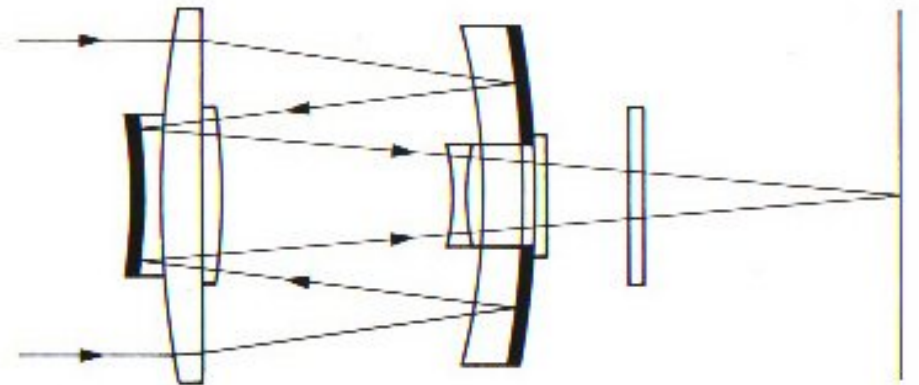
Tilt/shift objektivy

- Lensbaby

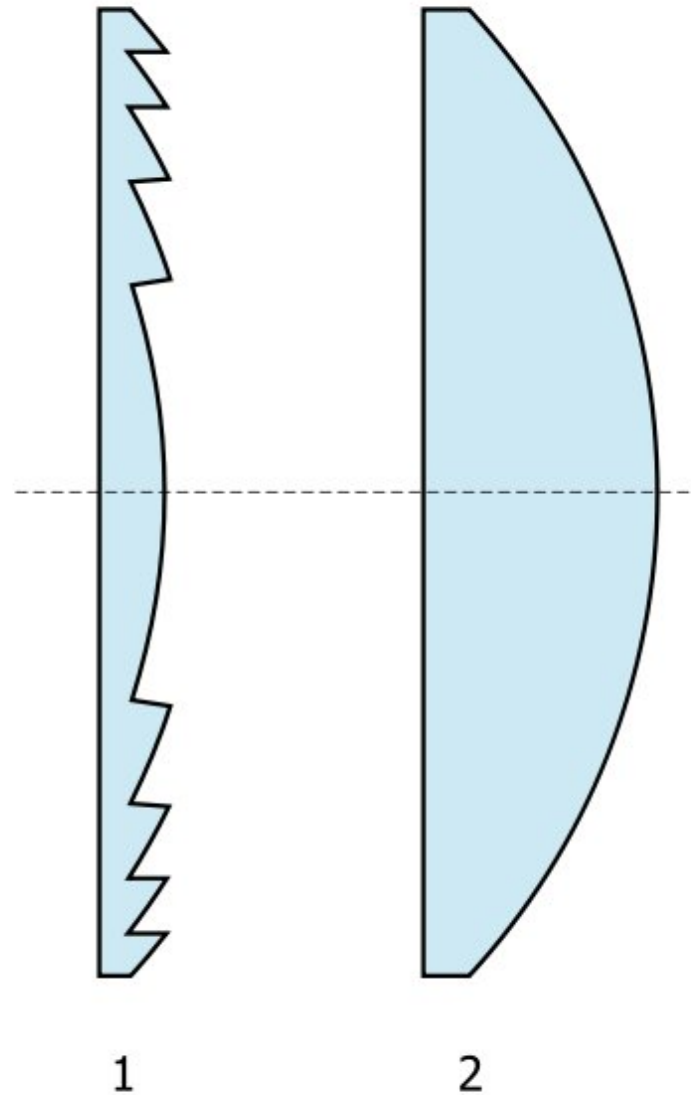


Zrcadlové objektivy

- potřeba fyzicky menších a lehčích objektivů
- obsahuje jak čočky, tak zrcadla (méně optických vad)
- ale clona F8 až F11 (nedá se měnit, napevno)

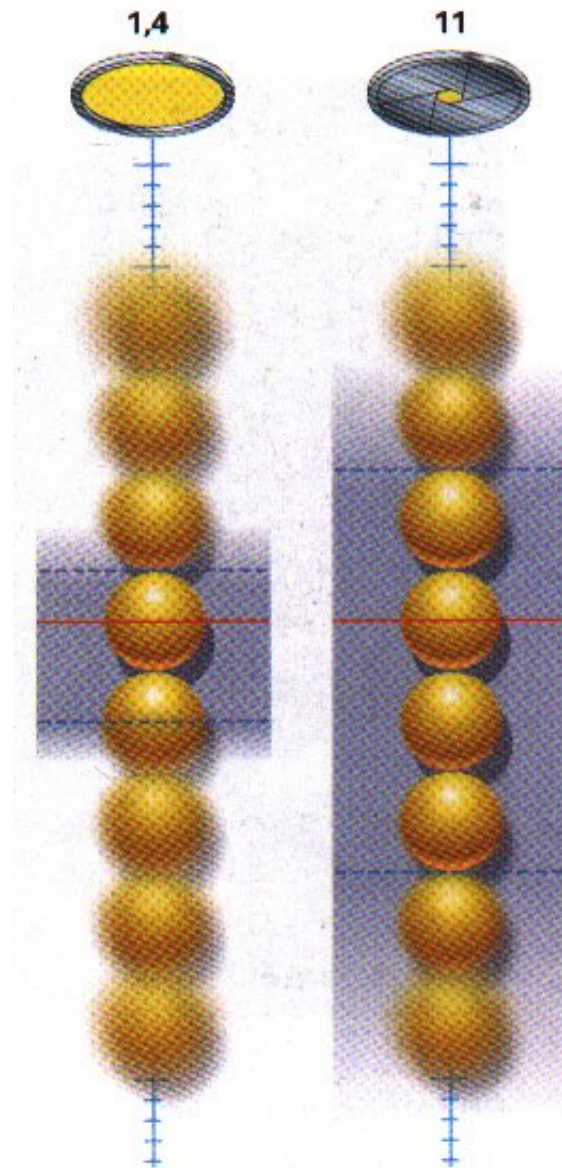
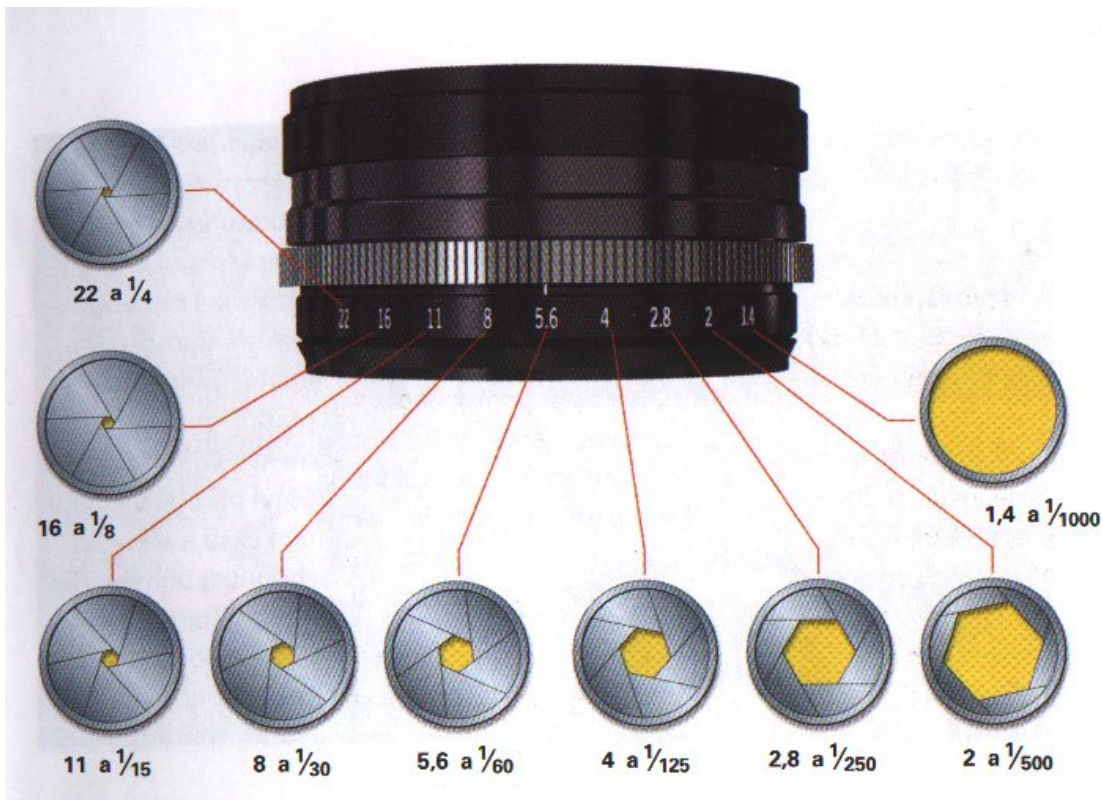


Fresnelova čočka



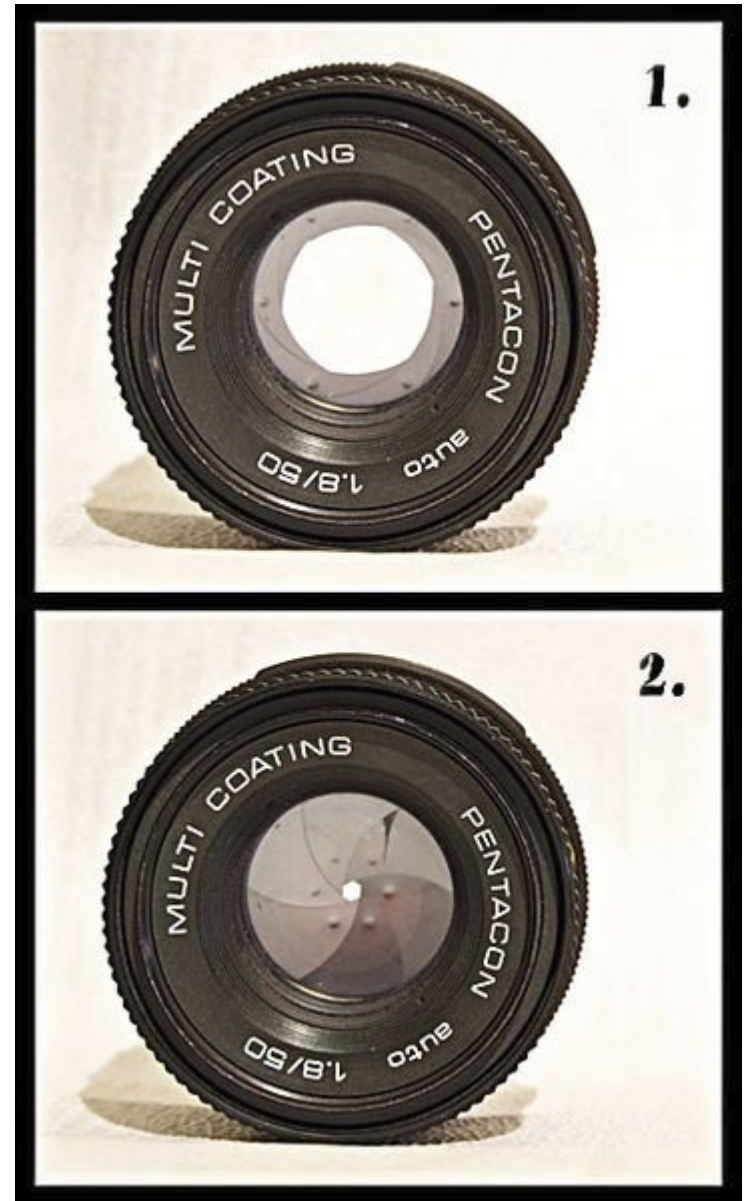
Konstrukce - clona

- vliv na ostrost obrazu
- hloubka ostrosti (pole)
- bokeh?



Konstrukce - clona

- Lamel může být různý počet
- Lamely mohou mít různý tvar



Konstrukce

- Existuje objektiv se světelností F1?

Konstrukce

- Např. nedávná Leica Noctilux-M 50 mm F0,95 ASPH
- **Nebo:**
 - 50mm Zeiss F0,7, původně pro NASA,
 - který použil Stanley Kubrick ve filmu Barry Lyndon



Konstrukce - ostření

- Ruční + automatické (MF, AF, M/A)
 - FTM – Full Time Manual
- Automatické ostření:
 - Jednoduchý motorek
 - řešení nejlevnějších objektivů
 - nebo Hypersonické ostření (USM/USM/SSM/...)
 - tišší a rychlejší
 - pozor na Micro USM (Canon) - horší
 - nebo Stepper motor (Canon)
 - plynulejší ostření u videa (u foťáků, které to podporují)
 - nebo Lineární motor atd.

Konstrukce - ostření

- **USM – Ultrasonic motor**

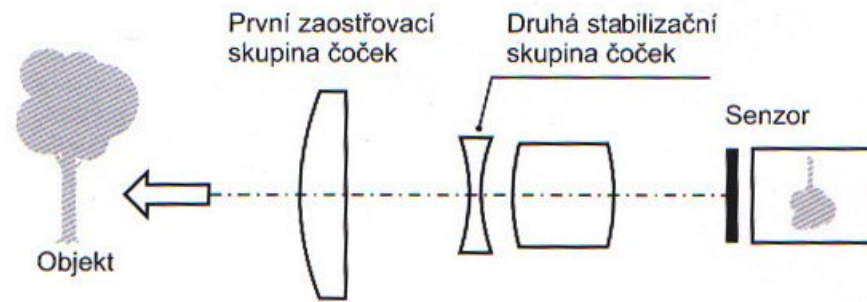


Konstrukce - stabilizace

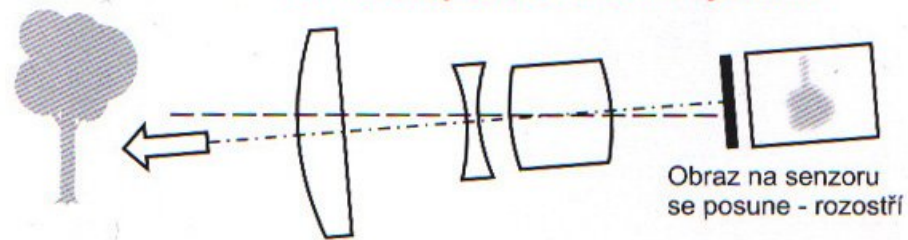
- Pohybem čoček v objektivu – jde to vidět v hledáčku, obraz „plave“
- Co stabilizace neřeší?

Konstrukce - stabilizace

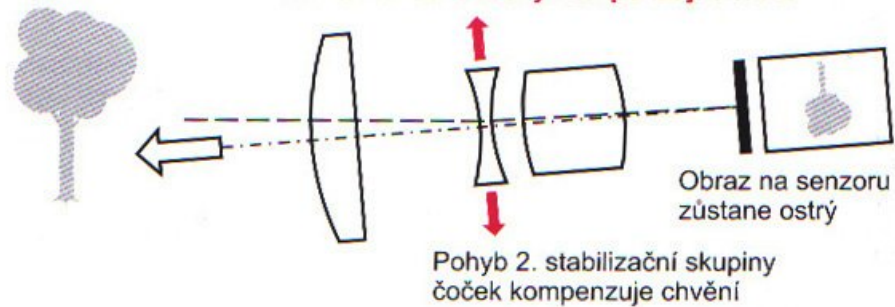
1. Fotoaparát v klidu



2. Předek objektivu se chvěním hýbe dolů



3. Stabilizační čočky kompenzují chvění

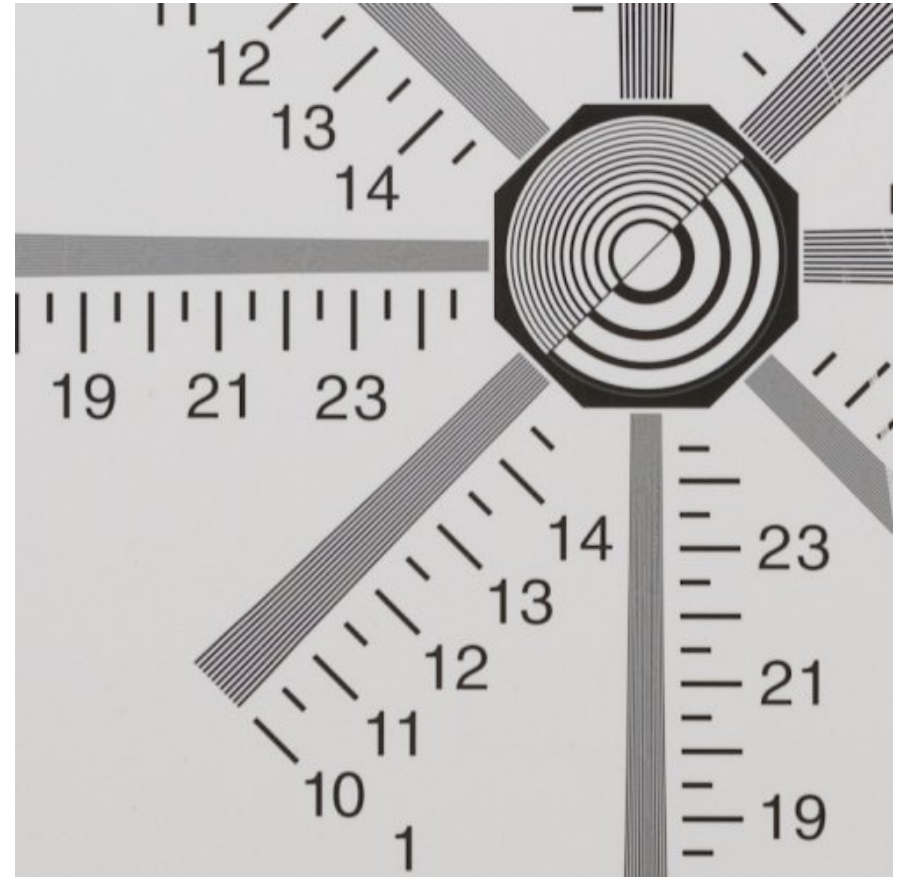
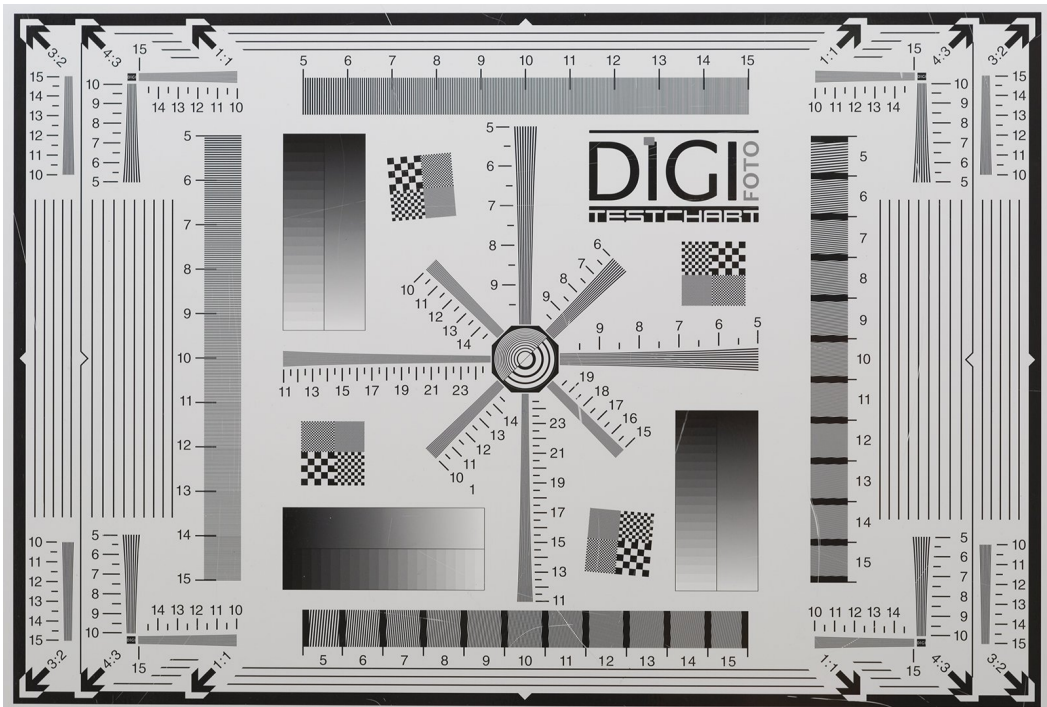


Srovnání stabilizace

- Stabilizace v objektivu vs. na senzoru
- Stabilizace v objektivu
 - pohyblivá čočka
 - stabilizovaný i obraz v optickém hledáčku
 - musí se kupovat každý objektiv se stabilizací
- Stabilizace na senzoru
 - senzor je volně uložen a pohybuje se
 - jen pro aparáty s elektronickým hledáčkem
 - funguje prakticky pro všechny objektivy

Rozlišení

- Optimální hodnota lph?
- Rozlišení RAW vs. JPEG, rozlišení skrz ohniska, rozlišení starších skel

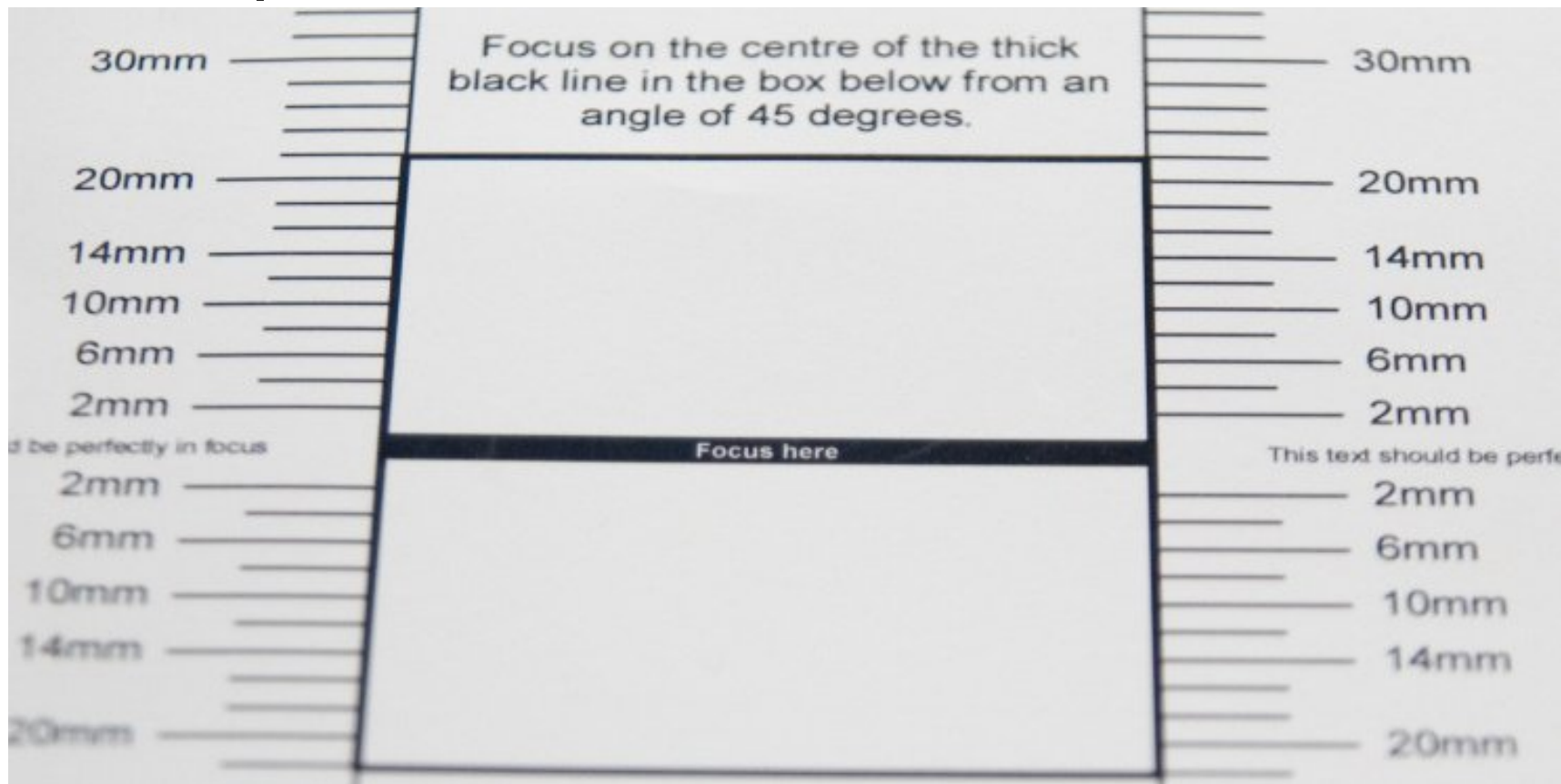


Kvalita

- Kvalita
- Mechanické × optické zpracování
- Rozdíly – výrobci, řady, kusy...
- Lensrentals blog

Chyby v ostření

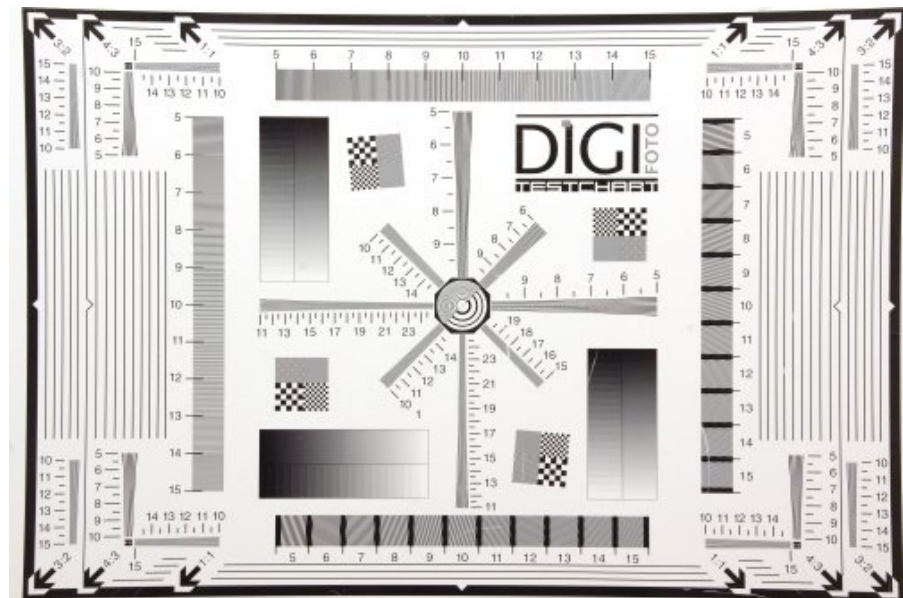
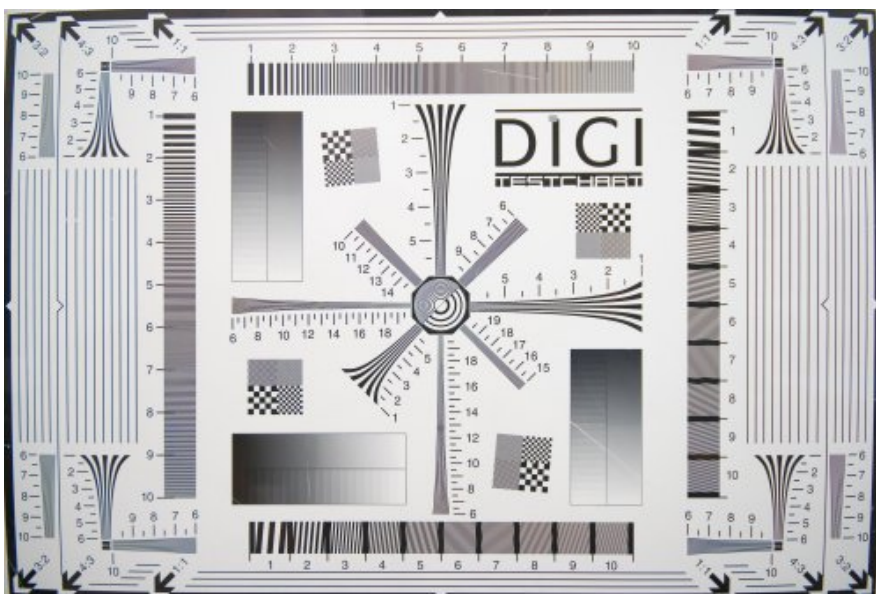
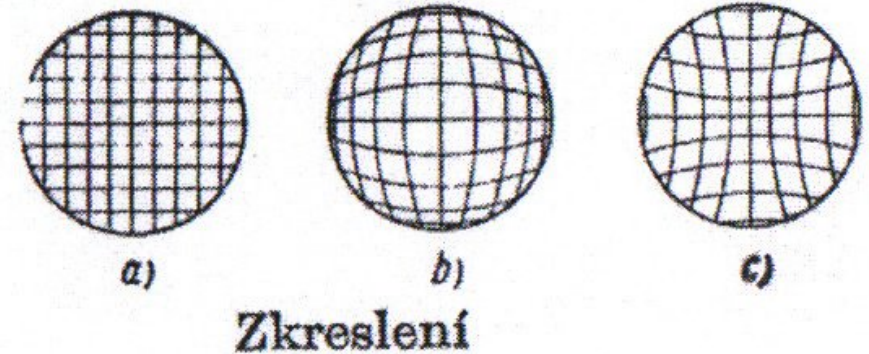
- Front focus a Back focus
- Jak to opravit?



Testovací obrazec na <http://focustestchart.com>

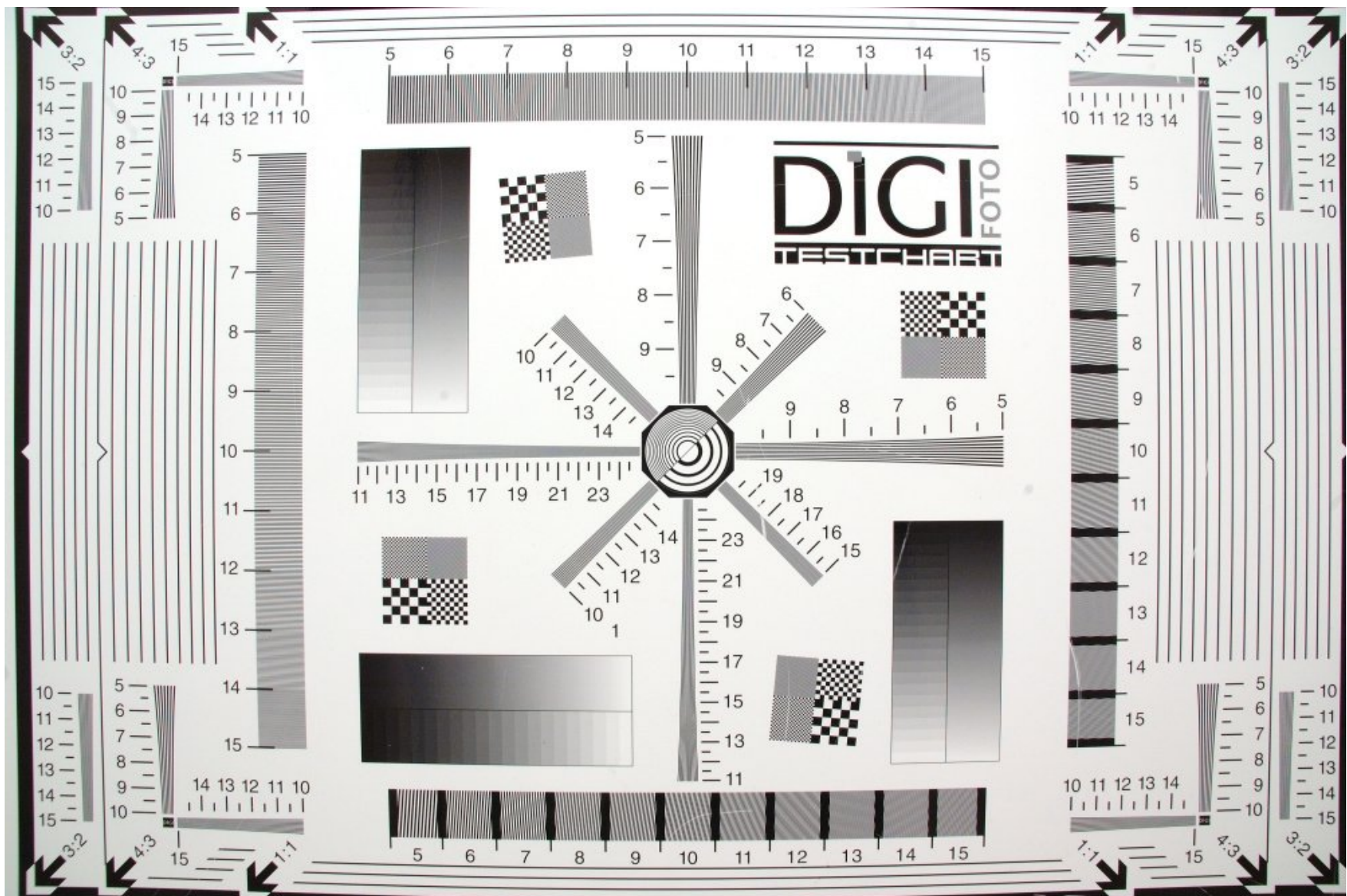
Zkreslení

- Různé typy
 - Soudkovité (široké)
 - poduškovité (tele)...
 - „moustache“
- SW, výřezy, tj. za jistou cenu (Fuji JPEG sám)
- (DxO Labs)



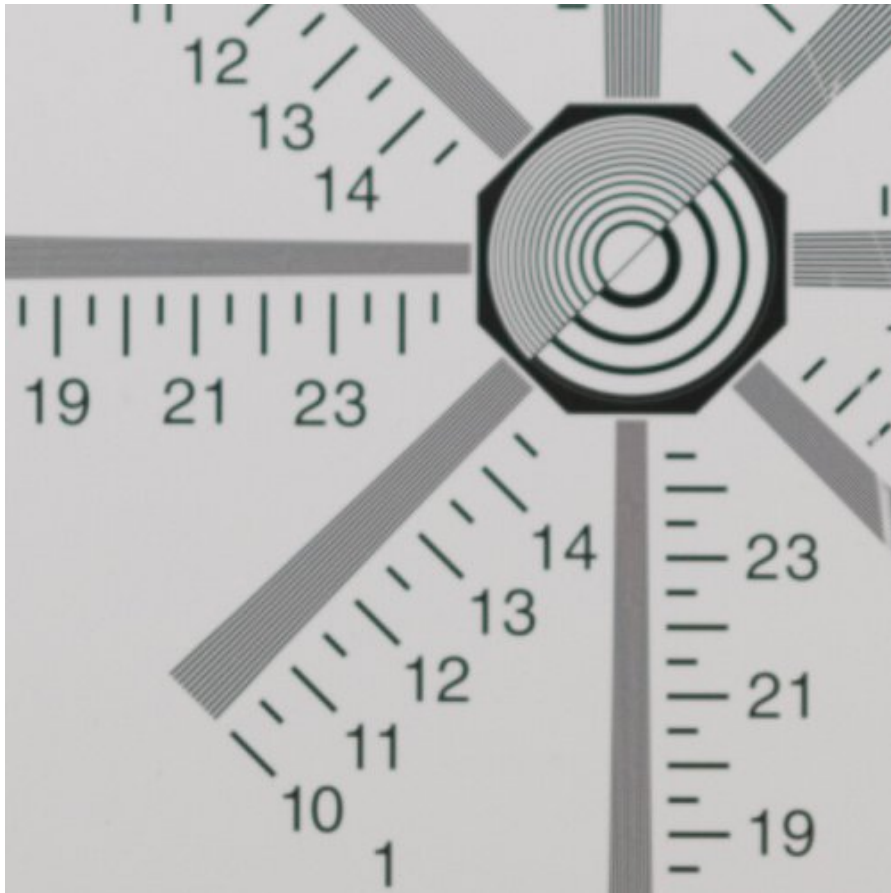
Zkreslení

- moustache / vlnkovité

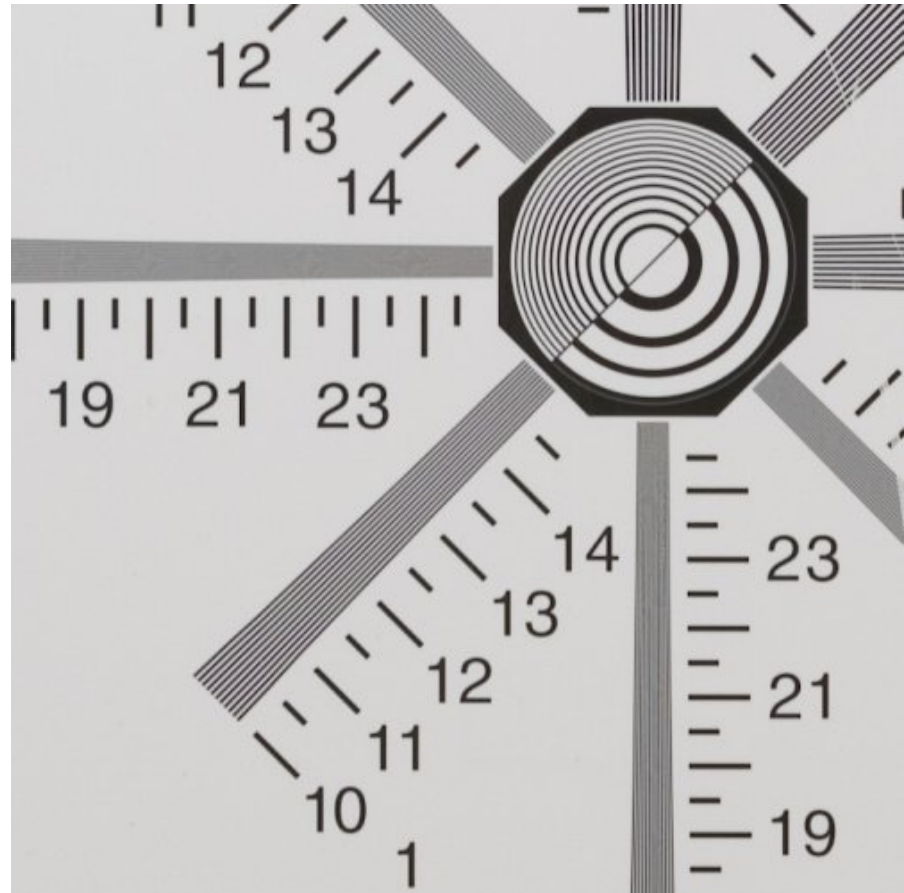


Měkká kresba

- jaké objektivy? jaká clona?
- není vždy bráno jako vada (portrétní foto), ale pro nás teď ano



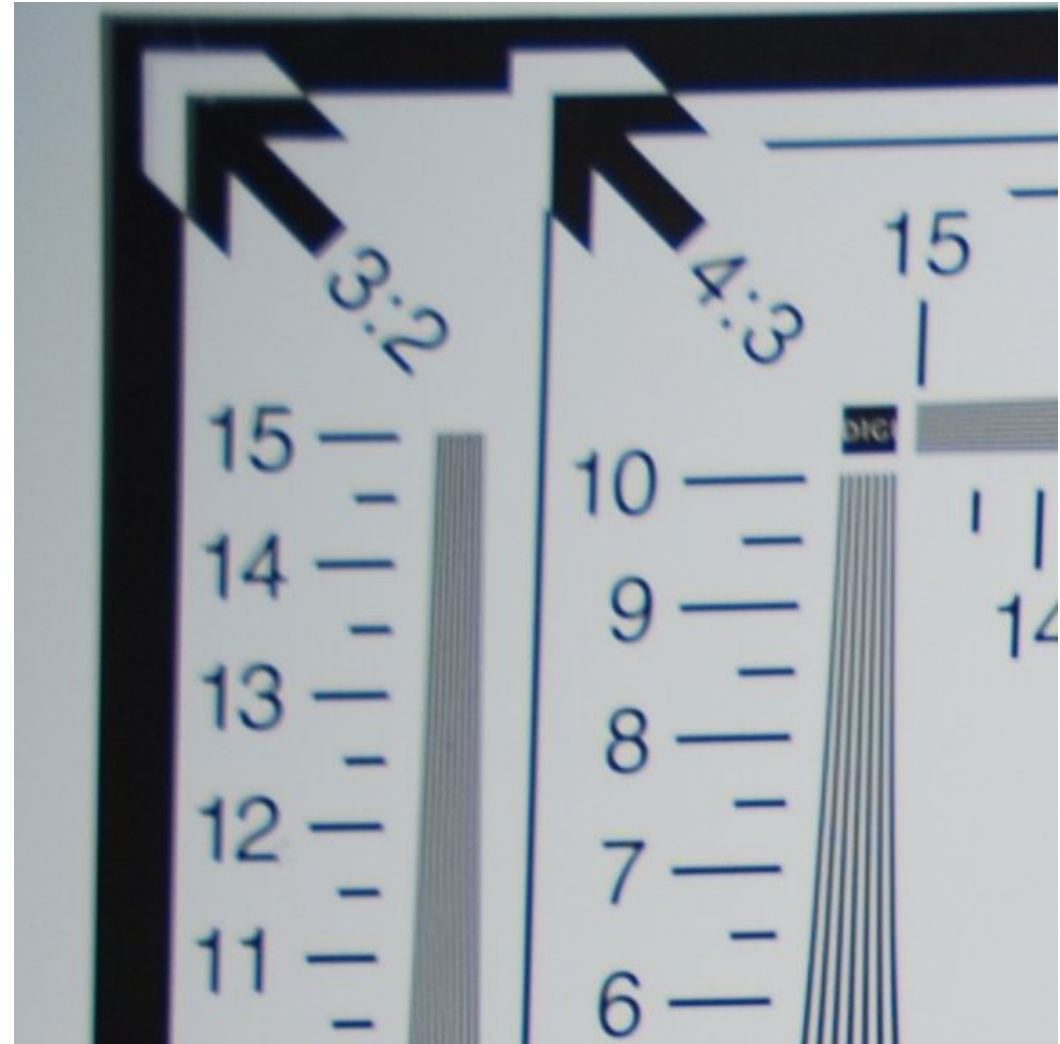
F1,8



F5,6

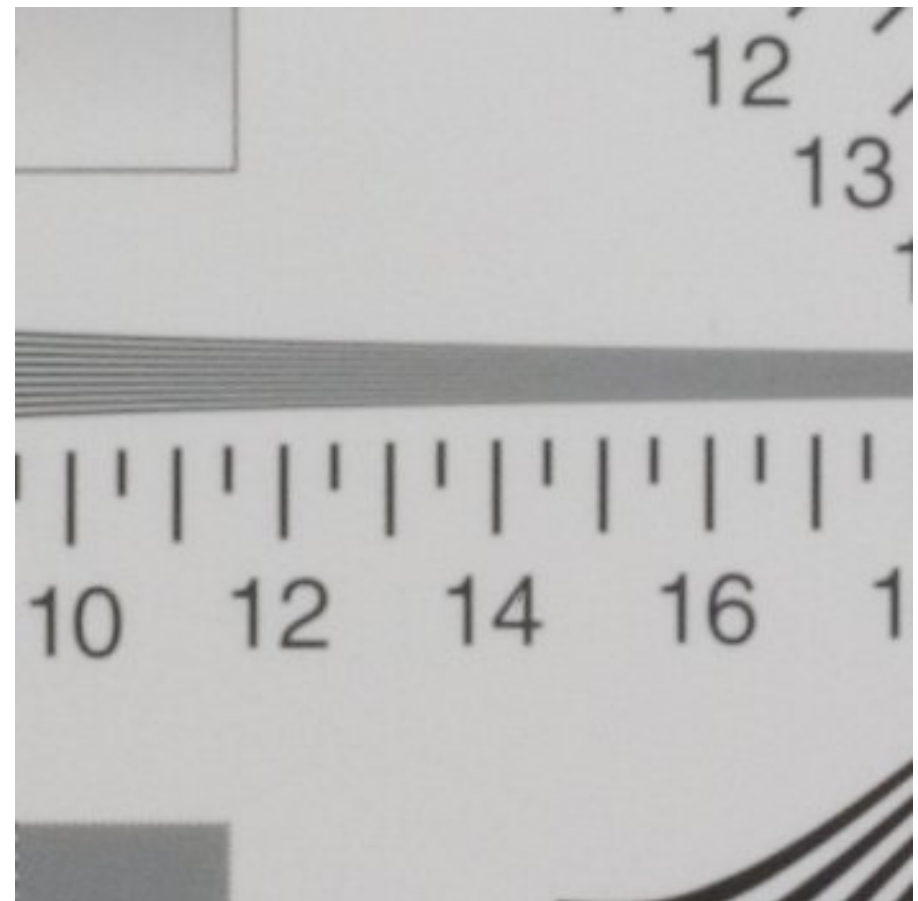
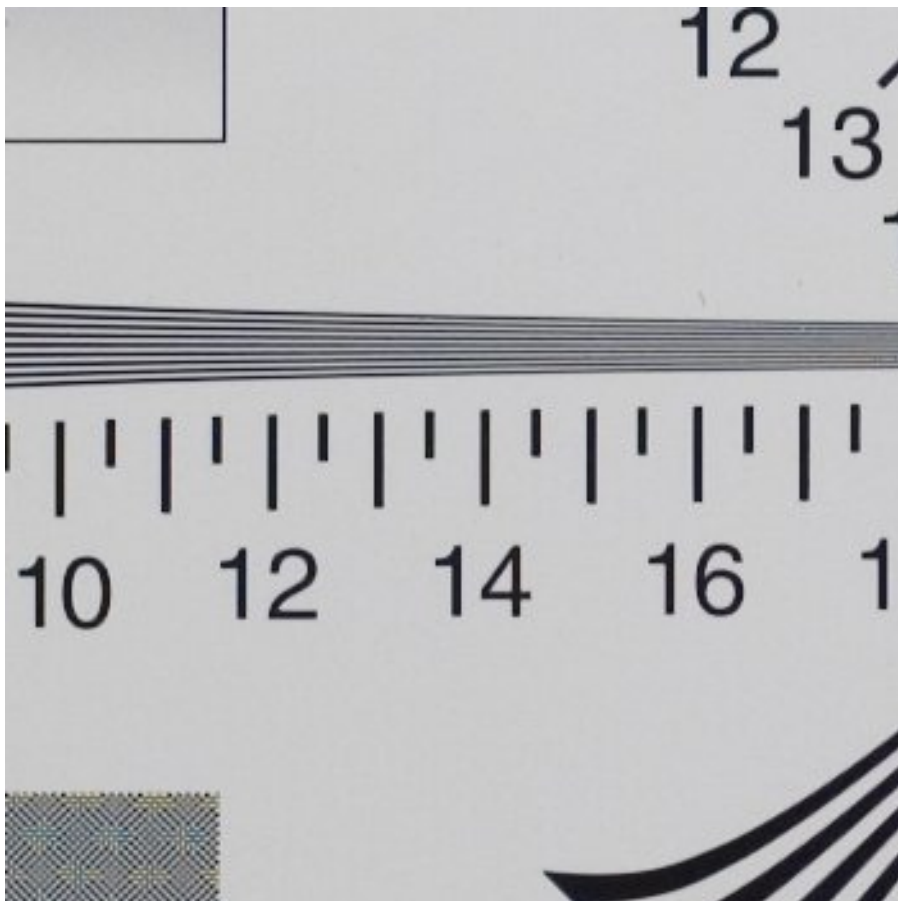
Neostroost

- V rozích
 - jak si pomůžu?
- Špatným vycentrováním optiky
 - jak si pomůžu?



Difrakce

- projevuje se od vyšších clonových čísel
 - závislé na objektivu a velikosti senzoru
 - u zrcadlovek typicky začíná být vidět od F16 (F11)
 - co s tím?

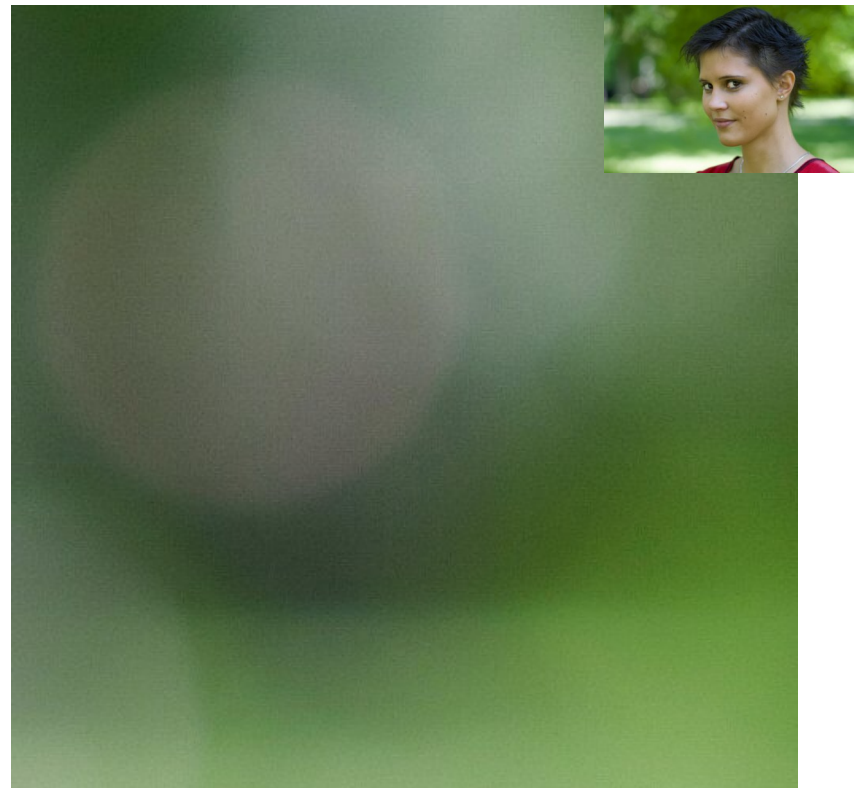


Bokeh

- Co to je bokeh?
 - hodně subjektivní záležitost, někdo nepozná



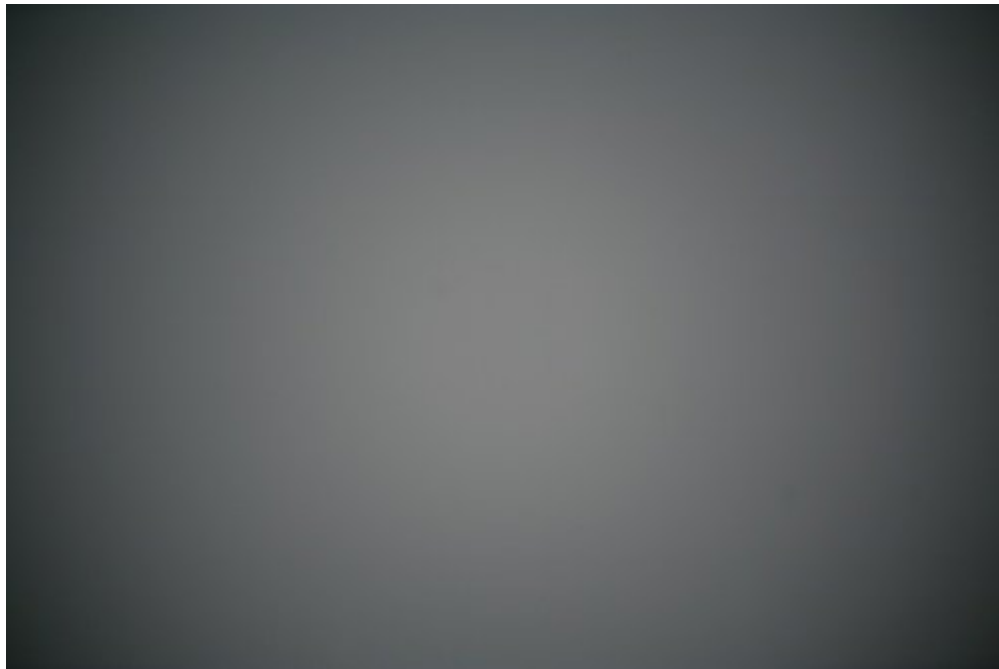
zoom, 50mm ohnisko F2,8



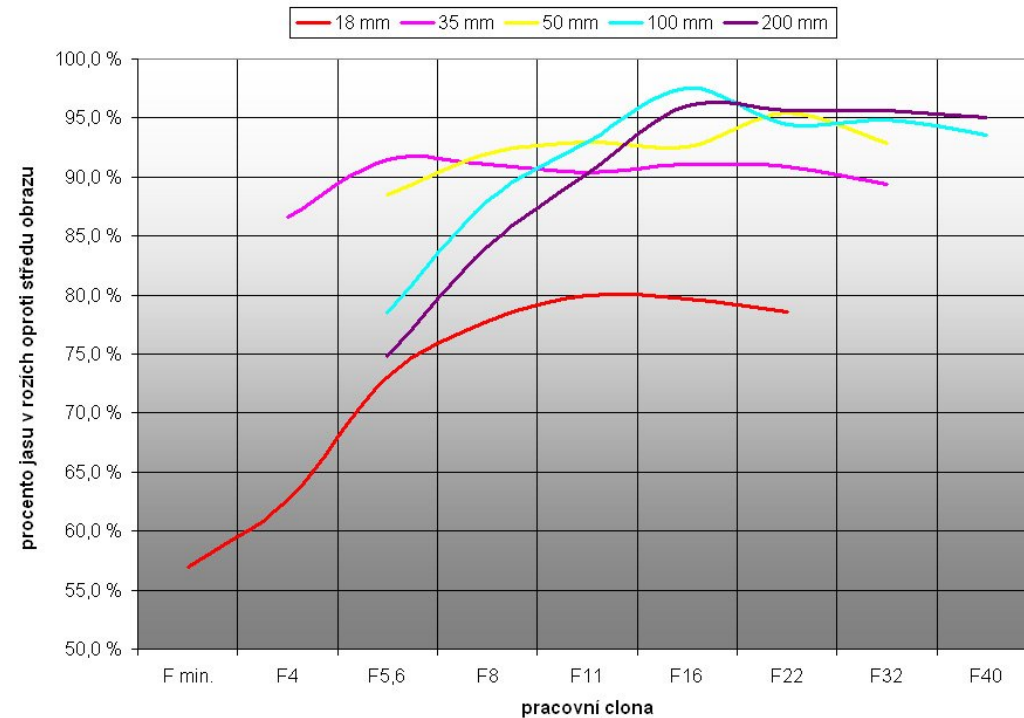
pevné sklo, 85mm ohnisko, F2,8

Vinětace

- Ztráta jasu v rozích vůči středu obrazu
- Pomůžu si? Nebo (ale)?



Graf vinětace – Sigma 18–200 mm F3,5–6,3 DC



Vinětace

- V reálu obvykle není tak hrozná



F3,5



F8

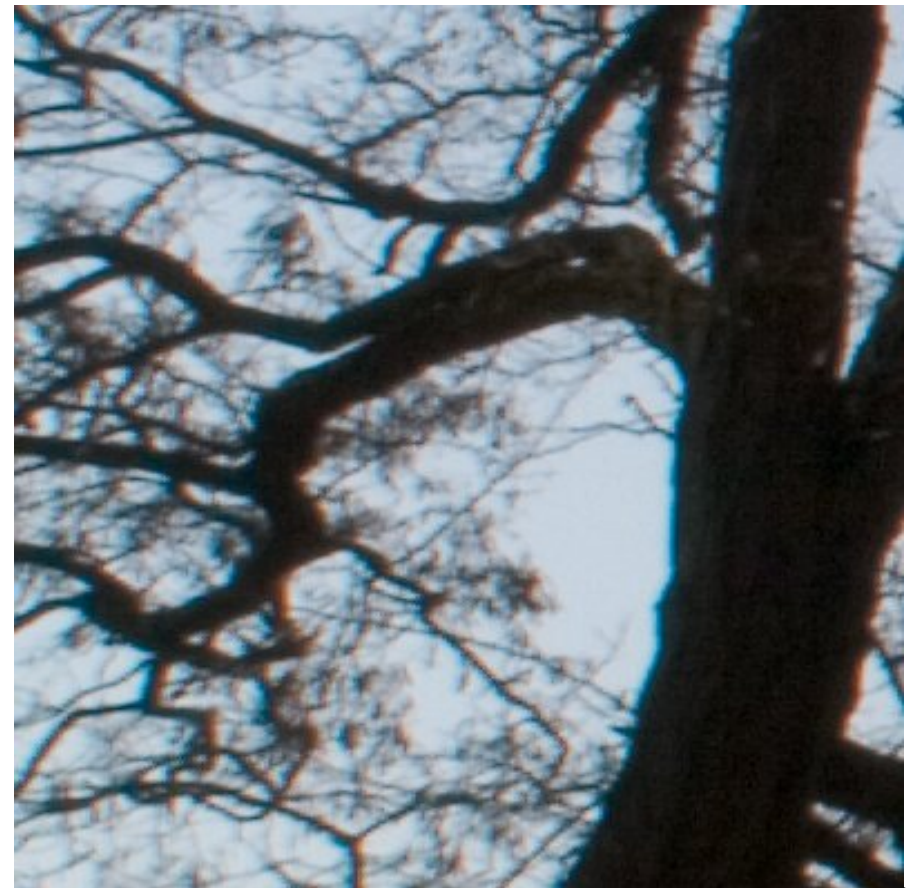
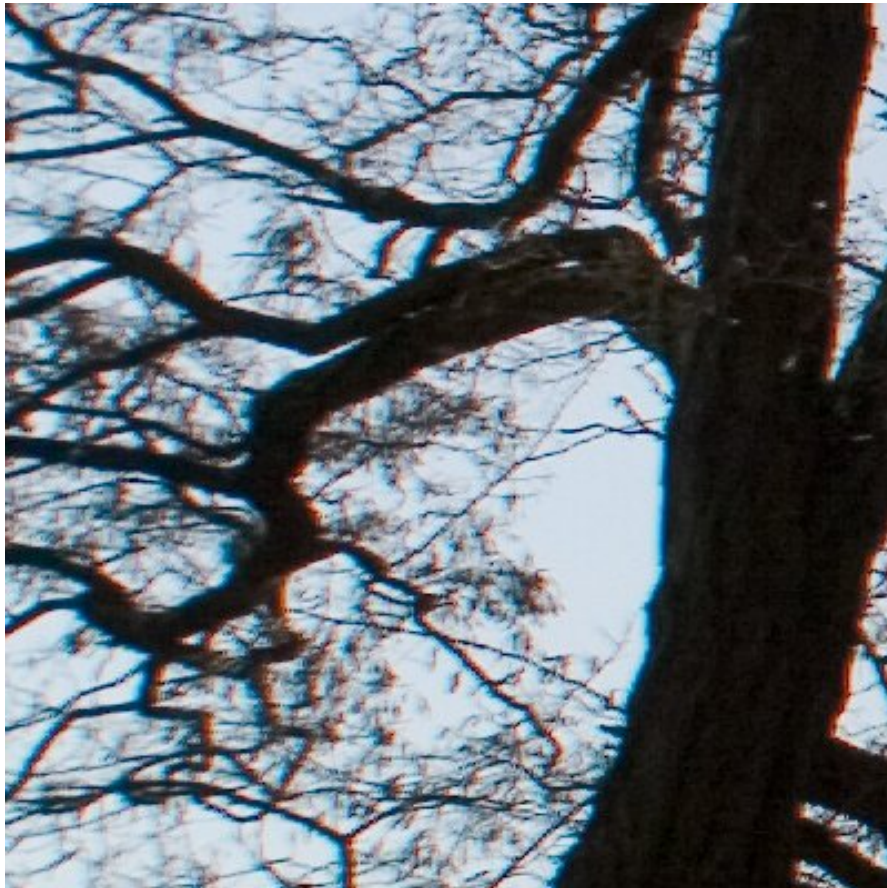
Chromatická aberace

- Laterální



F5,6

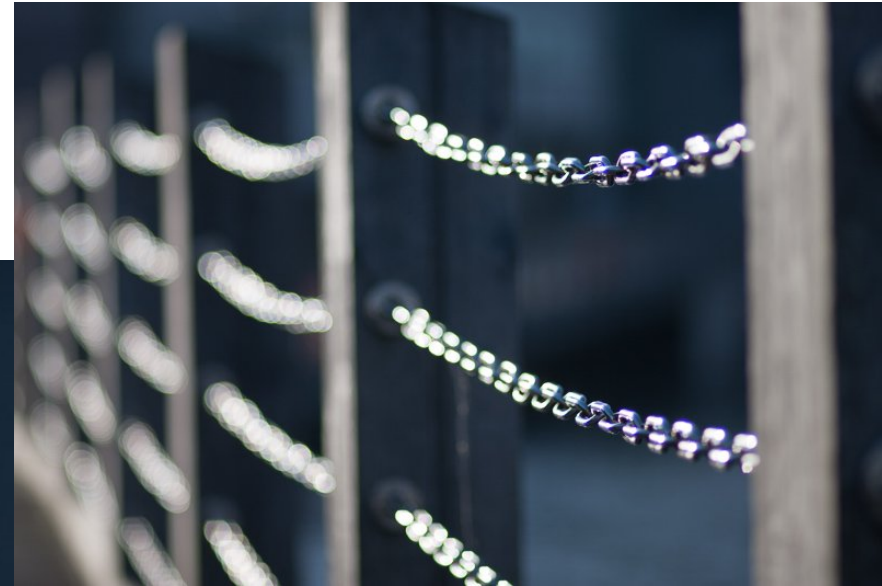
F22



Chromatická aberace

- Axiální

Canon 85/1,8



Chování v protisvětle

- Přímé, nepřímé, šikmé protisvětlo
- Odlesky vnitřní konstrukce (i přes antireflexní úpravu)
 - (snadno k nalezení u širokoúhlých objektivů a většího zaclonění)
- S teleobjektivy do sluníčka určitě nekoukejte
- Řešení?
 - Občas zaclonění
 - Retuš

Chování v protisvětle



Chování v protisvětle

- Horší než odlesky ale je ztráta kontrastu a vznik nepříjemného závoje
 - (často v situacích, kdy je slunce „nad“ objektivem)
- Řešení?
 - Sluneční clona (když slunce je mimo záběr)
 - Ruce

Chování v protisvětle



Vady nejsou katastrofa

- Ale je dobré vědět, co čekat při focení a jak si pomoci
- Ne všechny vady skutečně vadí
 - vinětae
 - CA vada
 - odlesky

Zdroje

- Zdroje obrázků
 - archiv Tomáše Slavíčka (T.S.)
 - archiv Víta Kovalčíka (V.K.)
 - Roman Pihan - Mistrovství práce s DSLR
 - Tvůrčí fotografie
 - časopis DIGIfoto
 - en.wikipedia.org
 - dpreview.com
 - studijní materiály prof. Ing. Ivo Serby
 - Carl Zeiss, Sigma, Lensbaby