

## Clona tajemství zbavená

Správná expozice je bezesporu jedním z klíčových faktorů na cestě ke kvalitní fotografii. Co naplat že se vám podařil životní záběr když je beznadějně pod nebo přexponován. Přitom expozici ovlivňují pouhé 3 faktory - expoziční čas, ISO citlivost a clona. Zatímco expoziční čas a ISO citlivost je vcelku přirozená a nedělá většinou potíže, s clonou je to trochu složitější. Začneme ale popořádku.

### Základy správné expozice

Denní nebo umělé světlo osvětluje fotografovanou scénu a scéna část dopadajícího světla odráží. Odražené světlo se treří do objektivu, kde projde kruhovým otvorem - clonou - ve středu objektivu a dopadne na senzor. Ač je to k nevíře, fotoaparát se světlu odraženému od scény musí bránit. Bránit se může v zásadě 3 způsoby:

- řízením doby jak dlouho světlo může na senzor působit - expozičním časem
- řízením citlivosti senzoru na světlo
- ovládním průměru kruhového otvoru - clony ve středu objektivu



### Expoziční čas (rychlost závěrky)

Prvním způsobem jak se bránit světlu a tím ovlivnit expozici je měnit dobu jak dlouho světlo na senzor působí. Tím že senzor v zásadě počítá dopadající fotony, tak logicky expoziční doba jejich počet čili expozici ovlivňuje. Stupnice ale není lineární, nýbrž logaritmická (což Vás nemusí trápit). V praxi to znamená, že sousední hodnota na stupnici expozičních časů mění dobu a tím i množství světla vždy 2x. Typická stupnice expozičních časů tedy je:

..., 8, 4, 2, 1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/15, 1/30, 1/60, 1/125, 1/250, 1/500, 1/1000, ... *vteřiny*

Že to krok není vždy přesně 2x je způsobeno snahou používat "rozumná čísla" a proto se to trochu zaokrouhluje. V praxi se také používá jemnější dělení, kdy mezi sousedními hodnotami na výše uvedené stupnici je ještě jedna mezihodnota (1/2) nebo dvě mezihodnoty (1/3 a 2/3). Důležitý závěr ale je, že změna expozičního času o 1 hodnotu na uvedené stupnici mění množství světla dvakrát neboli o 1 expoziční hodnotu EV (viz dále).

## ISO citlivost

Druhým způsobem jak ovlivnit expozici je změnit citlivost senzoru. Čím vyšší citlivost, tím menší množství světla stačí ke správné expozici. Citlivost se udává v jednotkách ISO a opět sousední hodnota na stupnici ISO mění citlivost vždy 2x. Typická stupnice ISO je:

..., 50, 100, 200, 400, 800, 1600, 3200, ...

Pokud tedy zvýšíme ISO citlivost 2x (např. z ISO 100 na ISO 200), ke stejné expozici stačí poloviční množství světla (fotonů). Velkou výhodou digitálních fotoaparátů je fakt, že je možné snadno nastavovat ISO, klidně i pro každý snímek jinak. V klasické fotografii to znamená vyměnit film, což je v terénu téměř nemožné.

## Clona a clonové číslo

Posledním způsobem jak ovlivnit expozici je měnit množství světla které projde objektivem neboli přivírat kruhový otvor ve středu objektivu - clonu. Zde ale nastávají drobné komplikace:

- Množství světla které projde clonou je logicky úměrné *ploše* otvoru clony nikoliv jejímu průměru. V praxi to znamená (a často mate), že když zdvojnásobíte průměr clony tak zečtyřnásobíte množství světla čili expozici. Chcete-li tedy skutečně zdvojnásobit expozici, musíte otevřít clonu nikoliv 2x ale pouze 1,4x (pro kruhové clony znamená zdvojnásobení plochy zvětšení průměru clony o odmocninu ze 2 což je  $\sim 1,4$ ; plocha kterou světlo prochází je  $3,14 * r^2$ , kde r je poloměr clony).
- Množství světla dopadajícího na senzor závisí nejen na otvoru clony, ale též na *ohniskové vzdálenosti objektivu*. Možná překvapující, ale logické. Situace je podobná jako když promítáte obraz na plátno. Oddalováním projektoru od plátna se sice obraz zvětšuje ale současně bledne, protože se světlo "ředí" na větší plochu. Oddálíme-li projektor 2x, intenzita světla na plátně klesne 4x (světla ubývá s 2 mocninou, protože plocha roste také s druhou mocninou).

Uvažovat ale při expozici ještě s ohniskovou vzdáleností je dost nepraktické. Proto již staří fotografové přišli na jednoduchý trik jak věc dramaticky zjednodušit. Zavedli *clonová čísla, F*, která z úvah ohniskovou vzdálenost vyřazují. Clonové číslo F např. 2.8 tak zajistí stejné množství světla na senzoru u objektivu s ohniskovou vzdáleností 15mm i 300mm. Jak toho dosáhli?

Dostane-li objektiv z těla fotoaparátu příkaz nastavit clonové číslo např. 2.8, objektiv si sám spočítá potřebný průměr clony. Aktuální ohniskovou vzdálenost zná (a to i při zoomu) a průměr clony spočítá jako:

$$\text{průměr clony v mm} = \text{aktuální ohnisková vzdálenost v mm} / \text{clonové číslo}$$

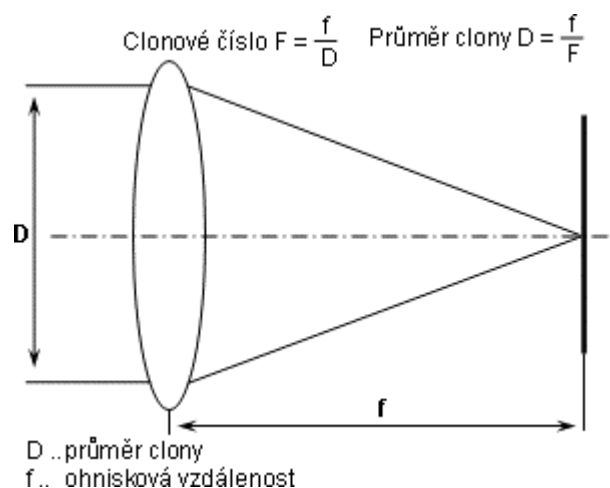
Příklady:

*300mm teleobjektiv při clonovém čísle 4 musí nastavit průměr clony 75 mm*

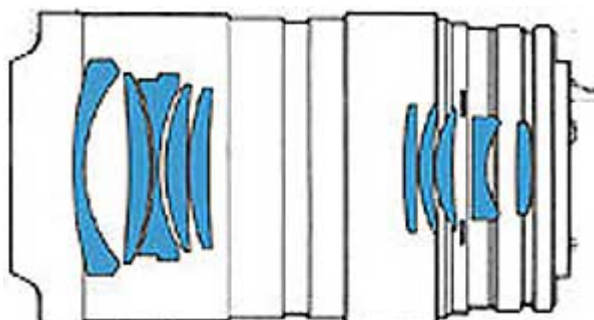
*20mm objektiv při clonovém čísle 4 musí nastavit průměr clony 5 mm*

Mimoходом tento fakt je příčinou toho, proč teleobjektivy (např. 300mm) mají zřídka kdy světelnost (minimální clonové číslo) lepší než 4. Je to tím, že i při clonovém čísle 4 vychází průměr clony 75 mm - což znamená velký, těžký a drahý objektiv.

Často se setkáváme se zápisem clony ve tvaru např. *f/4.5*. *f* neznámá nic jiného, než ohniskovou vzdálenost a zápis *f/4.5* tedy značí "poděl ohniskovou vzdálenost clonovým číslem a získáš průměr clony".



- Poslední komplikací u clony je fakt, že výše uvedené výpočty berou do úvahy ohniskovou vzdálenost objektivu. Ohnisková vzdálenost je ale definovaná při zaostření objektivu na nekonečno! Bližší předměty se zobrazují "za senzor" a pro jejich zaostření je tedy třeba objektiv trochu oddálit - čili jeho ohniskovou vzdálenost "trochu prodloužit". Tím se ale ovlivňuje expozice! Moderní fotoaparáty s TTL měřením dokáží tuto skutečnost kompenzovat ale je potřeba počítat s tím, že *u záběrů zblízka klesá reálná světelnost objektivů*. Např. makro objektiv Canon EF 100mm f/2.8 Macro USM má při snímání na vzdálenost 31 cm v měřítku 1:1 reálnou světelnost místo deklarovaných f/2.8 pouze f/5.9!



Výsledkem tedy je stupnice clonových čísel, která podobně jako expoziční čas a ISO zajišťuje násobky expozice 2x. Úvahy s ohniskovou a zaostřovací vzdáleností můžeme nechat na TTL měření fotoaparátů, co ale nelze potlačit je fakt, že plocha clony roste s druhou mocninou průměru clony. Stupnice clonových čísel proto nejsou násobky 2 ale násobky odmocniny ze 2 tj. ~1.4:

*1.0, 1.4, 2.0, 2.8, 4.0, 5.6, 8, 11, 16, 22, 32, 45, ...*

V praxi se opět používá jemnější dělení, kdy mezi sousedními hodnotami na výše uvedené stupnici je ještě jedna mezihodnota (1/2) nebo dvě mezihodnoty (1/3 a 2/3).

### **Princip reciprocity clony, expozičního času a ISO**

Z logiky věci vyplývá, že pokud např. zdvojnásobíte množství světla změnou clony nebo totéž docílíte změnou expozičního času nebo ISO, je to jedno a výsledek je tentýž. Proto se můžete téměř 100% spolehnout na reciprocitu (záměnnost) účinku změny clony, expozičního času a ISO. Z hlediska expozice (nikoliv samozřejmě z hlediska ostatních vlivů na výslednou

fotografii) je tedy zcela lhostejné, jestli exponujete clonou f/2.0 a časem 1/500 při ISO 200 nebo clonou f/2,8 a časem 1/125 při ISO 100.

### Expoziční hodnota - jednotka EV

Představte si, že budete fotografovat normovaně šedou desku - ve fotografické praxi se používá tzv. *střední šedá*, což je šedá která odráží 18% dopadajícího světla a v 8-bitové RGB reprezentaci je vyjádřena jako RGB=127,127,127 - viz ukázka vpravo. Na fotoaparátu budete experimentovat s expozičním časem, clonou a ISO, až vám vyjde výsledná fotografie opět jako střední šedá.

Z odečtu hodnot expozičního času, ISO a clony můžete snadno odpovědět na otázku, kolik je vně fotoaparátu na scéně světla. Čím kratší je expoziční čas, vyšší clonové číslo při současně nižším ISO, tím víc je světla a fotoaparát se mu musí více bránit. Pokud expozici časem 1 vteřina s clonou f/1 (průměr clony je stejný jako ohnisková vzdálenost) při ISO 100 prohlásíte za hodnotu 0, více světla (fotoaparát se mu musí bránit zkrácováním času, zavíráním clony či snižováním ISO) označíte jako kladné hodnoty a méně světla jako záporné hodnoty, tak jste definovali *expoziční hodnoty EV* (exposure value). Expoziční hodnoty (EV) jsou pohodlnou cestou jak popsat expozici bez ohledu na to, jak jí bylo dosaženo. Je to *absolutní veličina*, která objektivně popisuje množství světla vně fotoaparátu. K zjištění EV velmi dobře poslouží tabulka níže. Jednoduše zjistíte přírůstek EV z expozičního času (např. 1/500 = 9 EV), přičtete přírůstek EV z clonového čísla (např. clona f/ 8 = 6 EV) a přičtete přírůstek EV z ISO (např. ISO=200 je -1 EV), celkové EV je tedy 9 EV + 6 EV - 1 EV = 14 EV. Expoziční hodnota při 1/500, cloně f/8 a ISO 200 je tedy 14 EV.

expoziční čas (sec)	přírůstek EV		clonové číslo	přírůstek EV		ISO	přírůstek EV
1	0		1.0	0		50	1
1/2	1		1.4	1		100	0
1/4	2		2.0	2		200	-1
1/8	3		2.8	3		400	-2
1/15	4	+	4.0	4	+	800	-3
1/30	5		5.6	5		1600	-4
1/60	6		8	6		3200	-5
1/125	7		11	7			
1/250	8		16	8			
1/500	9		22	9			
1/1000	10		32	10			
1/2000	11		45	11			

### Praktická tabulka na zjištění EV

V praxi se na zjištění EV hodnot osvědčuje tabulka, kde sice chybí hodnota ISO, ale vliv ISO se snadno zohlední. Tabulka platí beze změny pro ISO=100, pro ISO=200 odečtete 1 EV, pro ISO=400 odečtete 2 EV atd. Tabulku si můžete stáhnout jako [GIF obrázek \(75KB\)](#).

		Clona																																	
ISO=100		1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.8	3.2	3.5	4.0	4.5	5.0	5.6	6.3	7.1	8	9	10	11	13	14	16	18	20	22	25	28	32			
Expositi [fsec]	30	5	4%	4%	4	3%	3%	3	2%	2%	2	1%	1%	1	0%	0%	0	0%	0%	1	1%	1%	2	2%	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5			
	25	4%	4%	4	3%	3%	3	2%	2	2	1%	1%	1	0%	0	0%	0	0%	1	1%	1%	2	2%	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5				
	20	4%	4	3%	3%	3	2%	2%	2	1%	1%	1	0%	0	0	0%	0	0%	1	1%	1%	2	2%	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5				
	15	4	3%	3%	3	2%	2%	2	1%	1%	1	0%	0	0	0%	0	0%	1	1%	1%	2	2%	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5					
	13	3%	3%	3	2%	2%	2	1%	1%	1	0%	0	0	0%	0	0	0%	1	1%	1%	2	2%	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5					
	10	3%	3	2%	2%	2	1%	1%	1	0%	0%	0	0	0%	0	0	0%	1	1%	1%	2	2%	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5					
	8	3	2%	2%	2	1%	1%	1	0%	0%	0	0	0%	0	0	0%	1	1%	1%	2	2%	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5						
	6	2%	2%	2	1%	1%	1	0%	0%	0	0	0%	0	0	0%	1	1%	1%	2	2%	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5							
	5	2%	2	1%	1%	1	0%	0%	0	0	0%	0	0	0%	1	1%	1%	2	2%	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5								
	3.2	1%	1%	1	0%	0%	0	0	0%	0	0	0	0	0%	1	1%	1%	2	2%	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5								
2.5	1%	1	0%	0%	0	0	0%	0	0	0%	0	0	0%	1	1%	1%	2	2%	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5									
1.6	0%	0	0%	0%	0	0	0%	0	0	0%	0	0	0%	1	1%	1%	2	2%	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5									
1.3	0%	0	0%	0%	0	0	0%	0	0	0%	0	0	0%	1	1%	1%	2	2%	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5									
1	0	0%	0%	0%	0	0	0%	0	0	0%	0	0	0%	1	1%	1%	2	2%	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5									
0.8	0%	0	0%	0%	0	0	0%	0	0	0%	0	0	0%	1	1%	1%	2	2%	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5									
0.6	0%	0	0%	0%	0	0	0%	0	0	0%	0	0	0%	1	1%	1%	2	2%	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5									
0.5	1	1%	1%	2	2%	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5	5%	5%	6	6%	6%	7	7%	7%	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11				
0.4	1%	1%	2	2%	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5	5%	5%	6	6%	6%	7	7%	7%	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%			
0.3	2	2%	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5	5%	5%	6	6%	6%	7	7%	7%	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%		
4	2	2%	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5	5%	5%	6	6%	6%	7	7%	7%	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%		
5	2%	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5	5%	5%	6	6%	6%	7	7%	7%	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%
6	2%	3	3%	3%	4	4%	4%	5	5%	5%	6	6%	6%	7	7%	7%	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	
8	3	3%	3%	4	4%	4%	5	5%	5%	6	6%	6%	7	7%	7%	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%		
10	3%	3%	4	4%	4%	5	5%	5%	6	6%	6%	7	7%	7%	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%
13	4	4%	4%	5	5%	5%	6	6%	6%	7	7%	7%	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%		
15	4	4%	4%	5	5%	5%	6	6%	6%	7	7%	7%	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%		
20	4%	4%	5	5%	5%	6	6%	6%	7	7%	7%	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%			
25	4%	5	5%	5%	6	6%	6%	7	7%	7%	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%				
30	5	5%	5%	6	6%	6%	7	7%	7%	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%					
40	5%	5%	6	6%	6%	7	7%	7%	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%						
50	5%	6	6%	6%	7	7%	7%	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%							
60	6	6%	6%	7	7%	7%	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%								
80	6%	6%	7	7%	7%	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%									
100	6%	7	7%	7%	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%										
125	7	7%	7%	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%											
160	7%	7%	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%												
200	7%	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%													
250	8	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%														
320	8%	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%															
400	8%	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%																
500	9	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%																	
640	9%	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%																		
800	9%	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%																			
1000	10	10%	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%																				
1250	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%	15	15%	15%																			
1600	10%	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%	15	15%	15%																			
2000	11	11%	11%	12	12%	12%	13	13%	13%	14	14%	14%	15	15%	15%																				