

Úloha 9: Fotografický bokeh

Zdeněk Kašpar

MFF CUNI, FZU

zdenek.kaspar@matfyz.cuni.cz



Zadání: šterbina deformuje jen rozostřené části

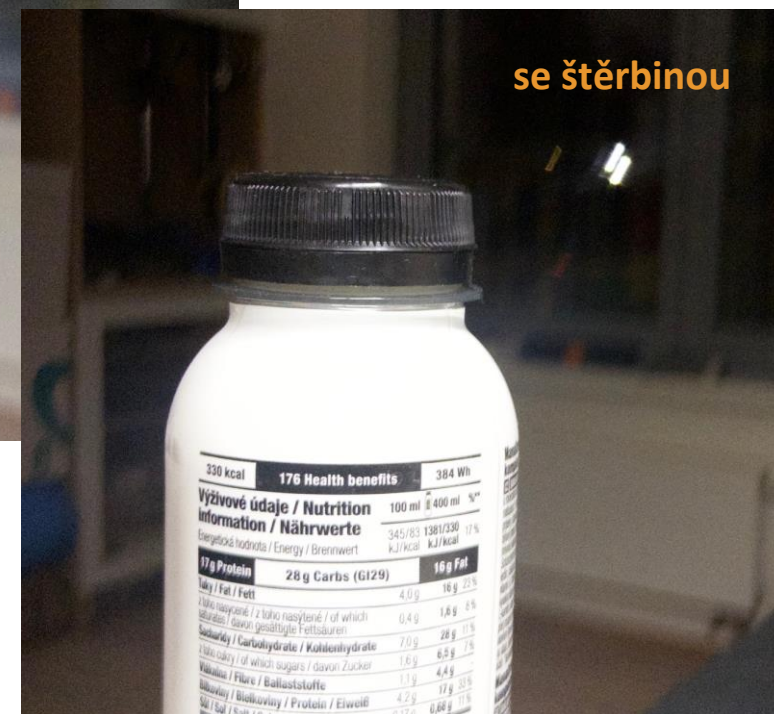
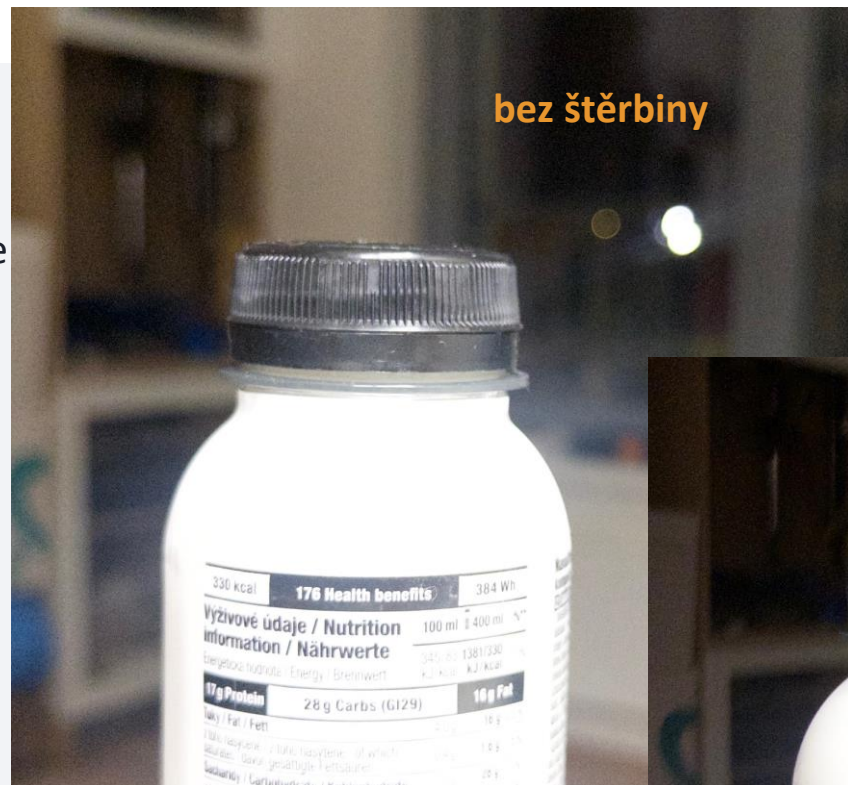
Bokeh je jev pozorovaný na fotografiích, které zobrazují předměty v různých vzdálenostech od fotoaparátu a mají ostré i rozostřené oblasti. Pokud je před objektiv fotoaparátu umístěna **šterbina**, může mít obraz v rozostřených oblastech neobvyklá **anizotropní zkreslení**, zatímco zaostřené oblasti zůstávají nezkreslené a ostré. Prozkoumejte, jak **vlastnosti a ostrost** výsledných snímků závisejí na relevantních parametrech.



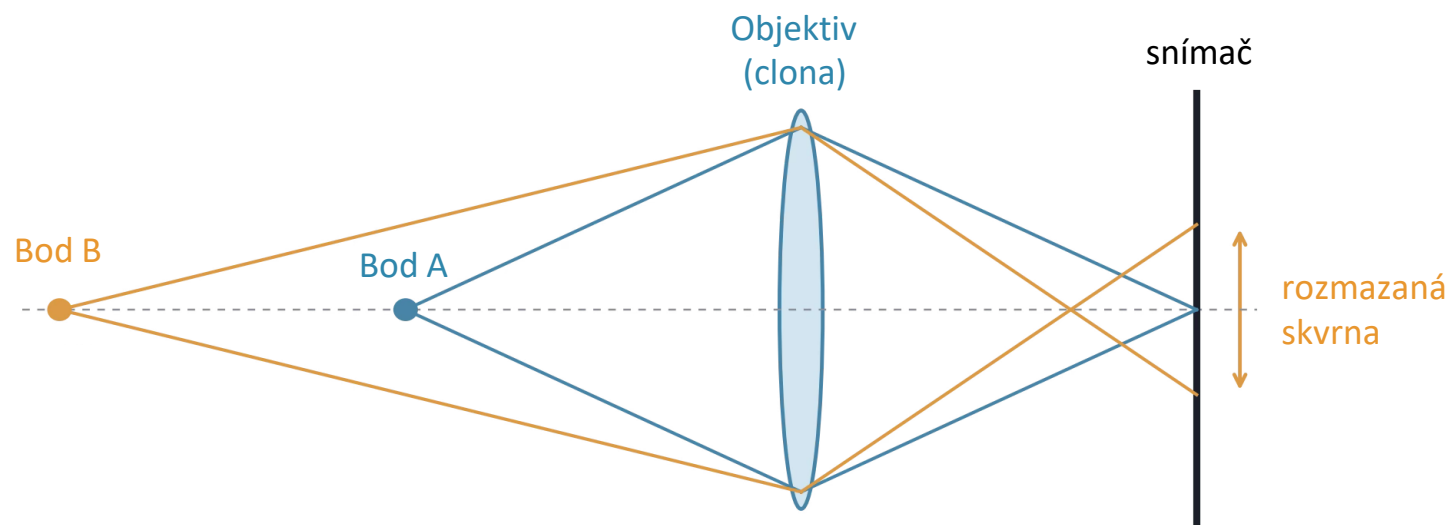
https://www.reddit.com/r/SonyAlpha/comments/14yqk8w/experimental_aperture_creating_wild_incamera/

Zadání - štěrbina deformuje jen rozostřené části

Bokeh je jev pozorovaný na fotografiích, které zobrazují předměty v různých vzdálenostech od fotoaparátu a mají ostré i rozostřené oblasti. Pokud je před objektiv fotoaparátu umístěna **štěrbina**, může mít obraz v rozostřených oblastech neobvyklá **anizotropní zkreslení**, zatímco zaostřené oblasti zůstávají nezkreslené a ostré. Prozkoumejte, jak **vlastnosti a ostrost** výsledných snímků závisejí na relevantních parametrech.



Rozmazaný bod je zmenšený obraz clony



kruhová clona



obraz vzdáleného bodu



svislá štěrbina



obraz vzdáleného bodu

Bod A: paprsky se sejdou přímo na snímači → ostrý bod; tvar clony nehraje roli.

Bod B: paprsky se sejdou před snímačem → na snímači je skvrna ve tvaru clony.

Štěrbina: z kotoučku se stane čárka rovnoběžná se štěrbinou.

Tvar clony = tvar rozmazání

Jak velká je skvrna: stačí čočková rovnice

1

Zobrazovací rovnice

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{b} + \frac{1}{b'}$$

2

Podobné trojúhelníky

$$\frac{D}{2} \cdot \frac{1}{b'} = \frac{c}{2} \cdot \frac{1}{a' - b'}$$

3

Rozmazání k

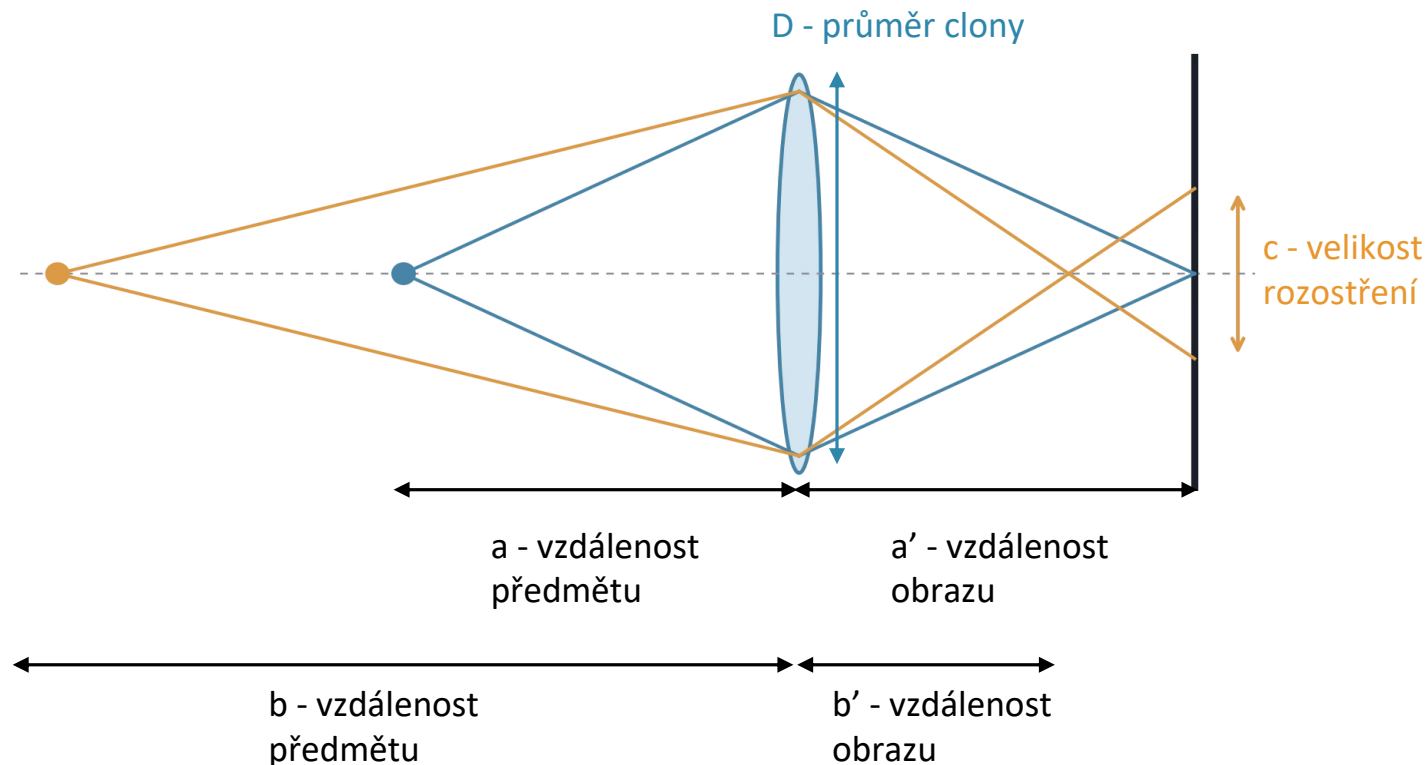
$$c = k \cdot D$$

4

Výpočet

$$k = \frac{c}{D} = \frac{a' - b'}{b'} = \frac{f(b - a)}{b(a - f)} \approx f \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$$

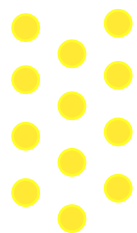
když $a \gg f$



Je experiment proveditelný?

$$k \approx f \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$$

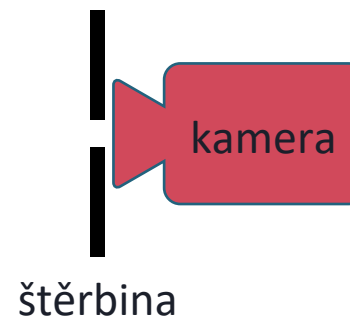
fotoaparát	průměr clony D	ohnisková vzdálenost f	zaostřený předmět a	rozostřené pozadí b	rozostření k	stopa na sensoru c
zrcadlovka	25 mm	50 mm	1 m	3 m	0.035	0.88 mm (> 100 px)
telefon	3.8 mm	6.8 mm	30 cm	∞	0.024	0.09 mm (75 px)



bodové
zdroje

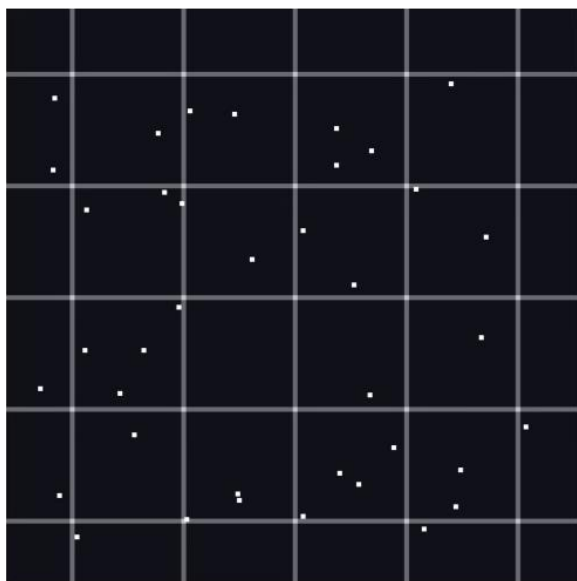


ostrý
objekt

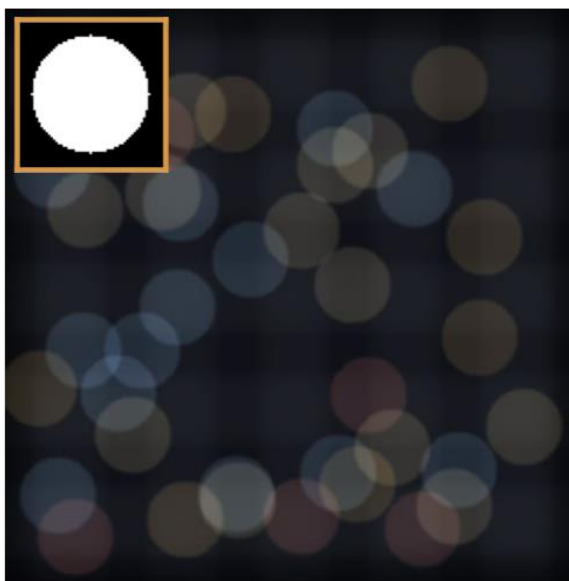


Rozmazání - obraz ve tvaru clony

ostrý obraz



rozostřený obraz,
kruhová apertura



štěrbina

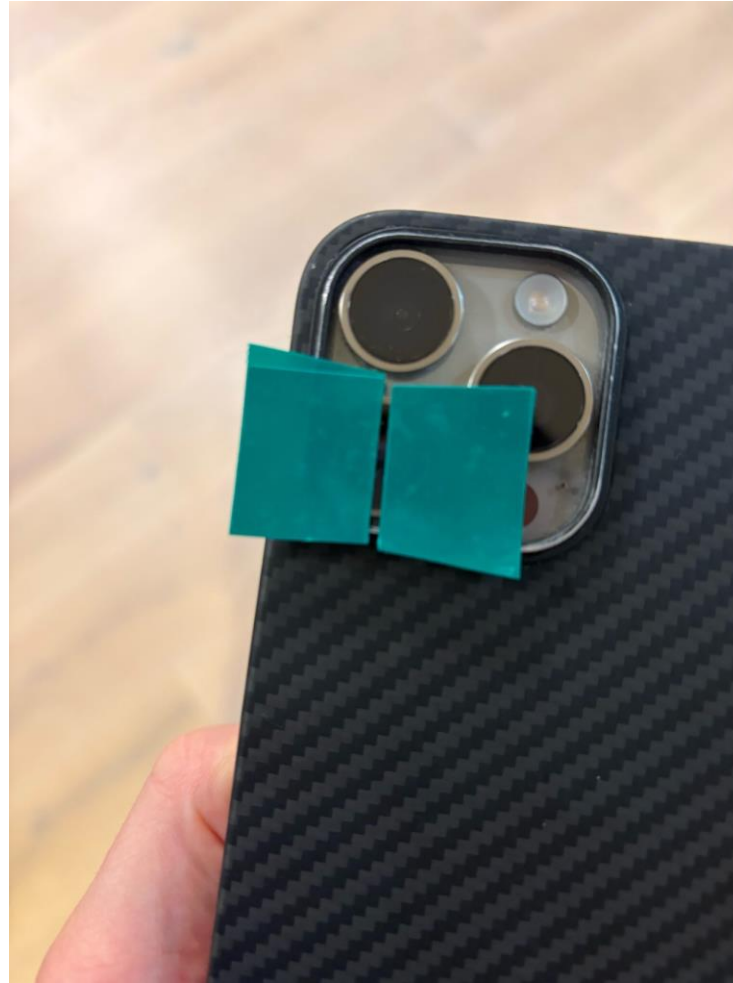


otočená štěrba



Hrany rovnoběžné se štěrbinou zůstávají ostré,
kolmé se rozmažou

Příklad realizace



Mobilní telefon

Nepoužívat automatický režim

Ruční ostření

Typicky je třeba použít pokročilou aplikaci

Vysvětlení problému → model → měření → diskuse

Co chceme vidět

- 1 Jasné vysvětlení: bokeh - geometrická optika
- 2 Sestava popsána čísly: f , D , a , b , šířka štěrbin w a její poloha
- 3 Závislosti změřené s chybami
- 4 Porovnání se vzorcem nebo simulací
- 5 Meze modelu: difrakce, poloha štěrbin

Na co si dát pozor

- **Portrétní režim mobilu** – rozostření pomocí software
- **Zarovnání štěrbin** na střed
- **Ostrost v ohnisku** - pro úzké štěrbin začne docházet k difrakci
- **Jas snímku** - prošlé světlo je úměrné ploše štěrbin, délka expozice se mění