

Globinska ostrina

Aleš Mohorič

Presekov seminar 2025/26, 1. srečanje

Globinska ostrina pri mikroskopu

↓ ↓ ↓

ANDREJ LIKAR

→ Z mikroskopom običajno preiskujemo biološke vzorce, ki so posebej pripravljani. Tkivo razrežemo na zelo tanke rezine, ki jih stisnemo med tanki mikroskopski stekelci. Prav tako med stekelci kapnemo brise, v katerih iščemo mikroskopske organizme. Pred leti sem na boljšem sejmu kupil mikroskop, s katerim lahko opazujem tudi zelo velike vzorce v odbiti svetlobi. Mízico lahko izdatno premikam, prav tako celotno cev z objektivom in okularjem. Tako lahko opazujem na primer kristale v velikem vzorcu kamenine. S fotoaparatom v modernem telefonu (glej sliko 1) lahko sliko tudi kvalitetno posnamem in jo tudi digitalno povečam, saj imata telefon kot tudi mikroskop zelo kvalitetno optiko, fotoaparat pa tudi presenetljivo veliko ločljivost. Izdelal sem preprost stativ za telefon, ki ga pritrdim na mikroskop. Tako lahko nastavljam fotoaparat na ustrezno osvetlitev in ostrino glede na sliko na njegovem zaslonu. S prenosom slike v računalnik lahko sliko dodatno digitalno povečam, izboljšam kontrast, barve...

Z mikroskopom sem opazoval gručo piritnih kristalov, prikazano na sliki 2.

Pogled na sliko, ki jo vidimo skozi mikroskop, nas preseneti. Le majhen del slike je oster, ostalo je zamajeno. Povsem drugače je na fotografiji, kjer vidimo ostre robove kristalov povsem jasno. Pravimo, da je globinska ostrina mikroskopske slike zelo majhna. Tudi pri običajni fotografiji včasih opazimo, da določeni deli slike niso ostri. Pri zelo odprti zaslonski je del slike oster, ostalo pa je bolj ali manj megleno.

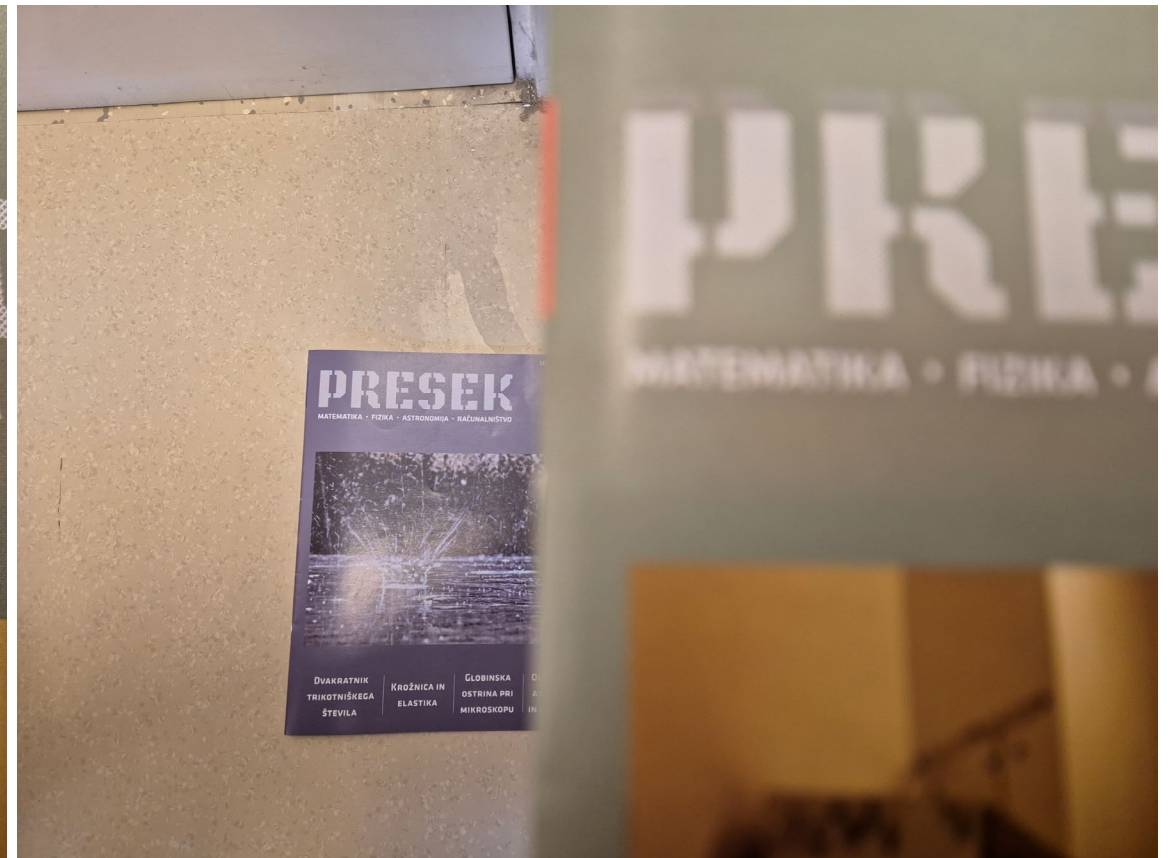


SLIKA 1.

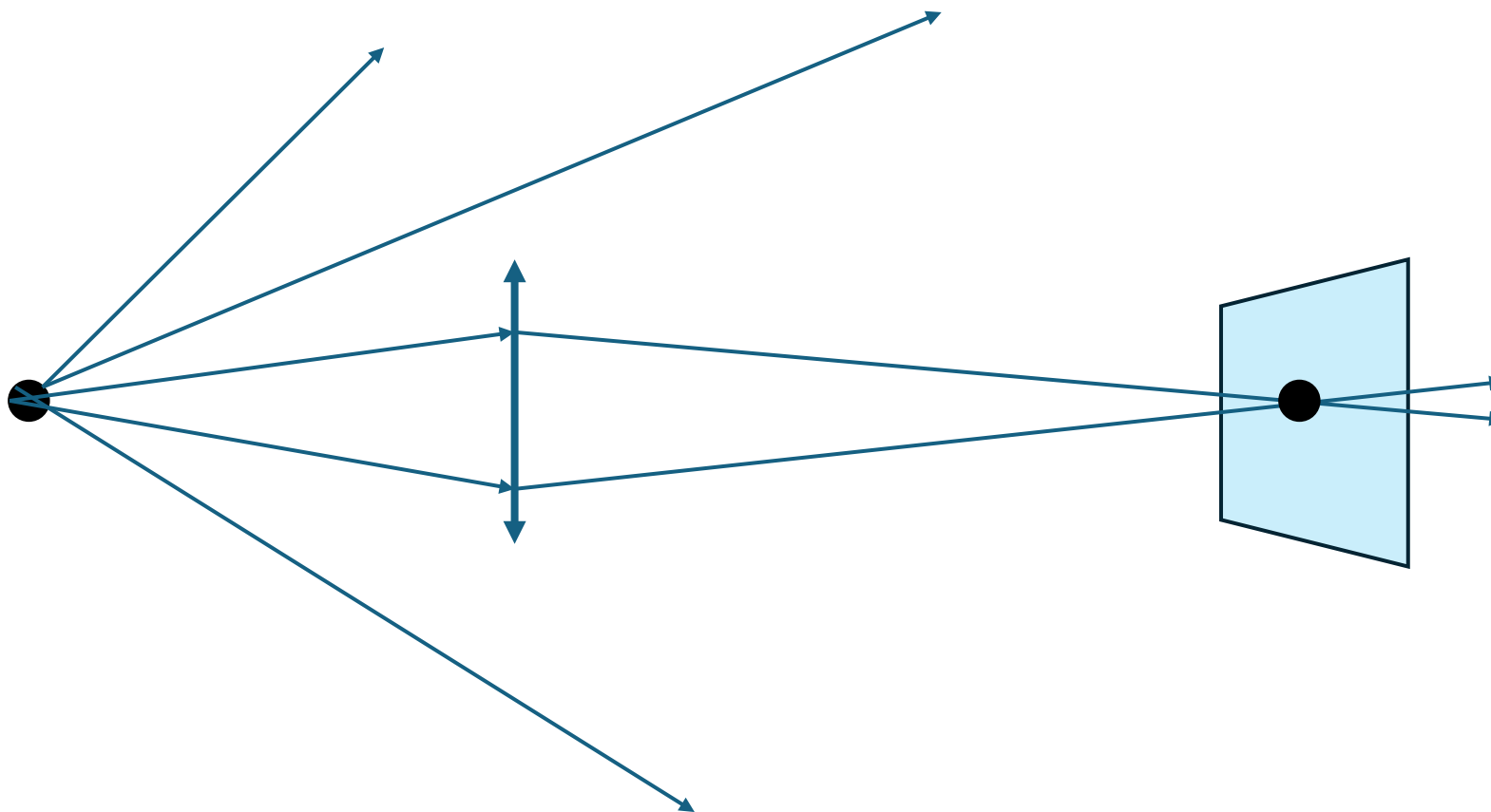
Slika iz mikroskopa zajamemo s fotoaparatom v telefonu

Ko skozi mikroskop opazujemo biološke vzorce, majhna globinska ostrina ne moti, ker so zelo tanki in postavljeni pravokotno na optično os mikroskopa. Povsem drugače pa je, ko opazujemo razsežne predmete. Da bi dobili ostro sliko po vsej globini pred-

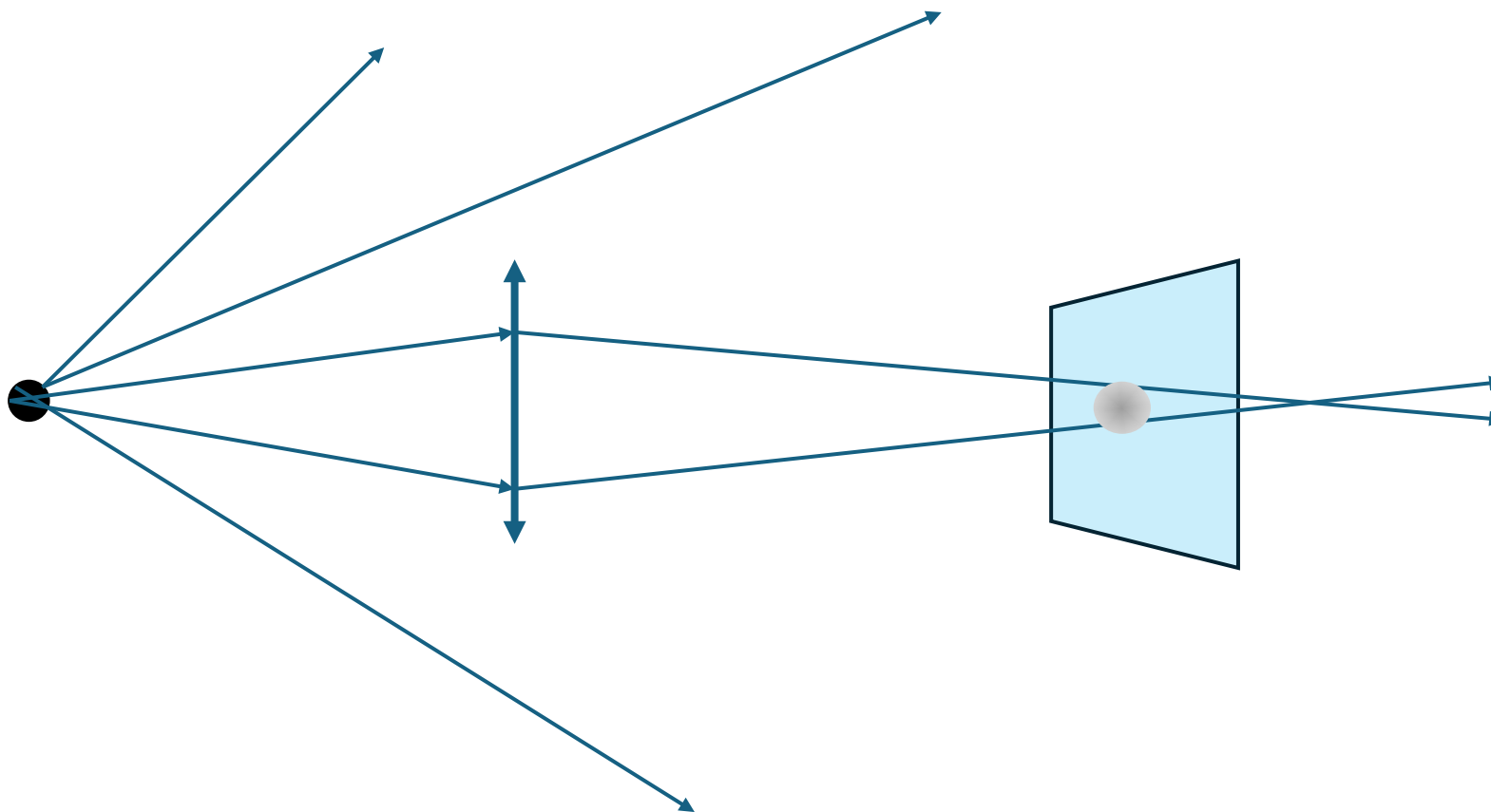
ostrina slike



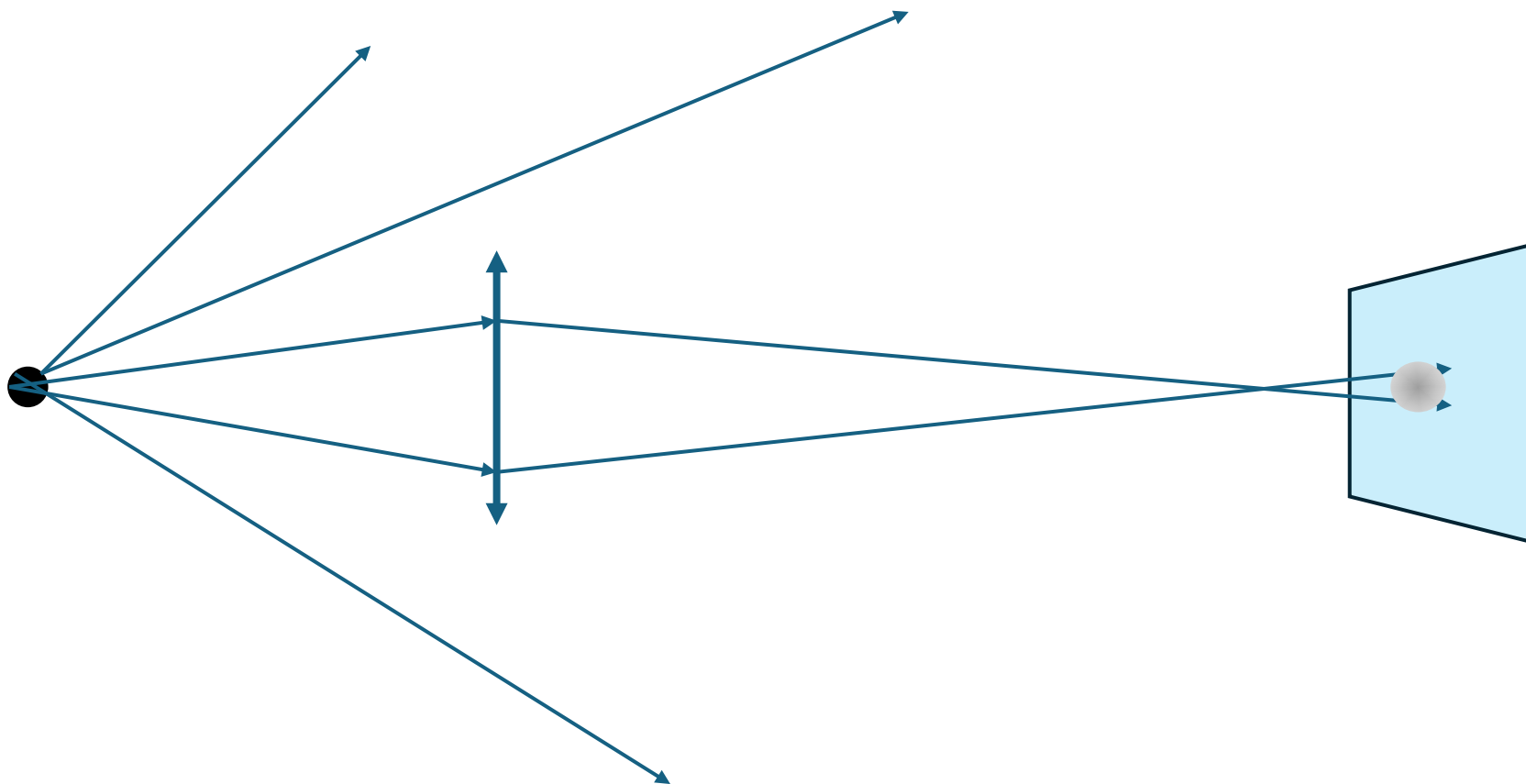
preslikava



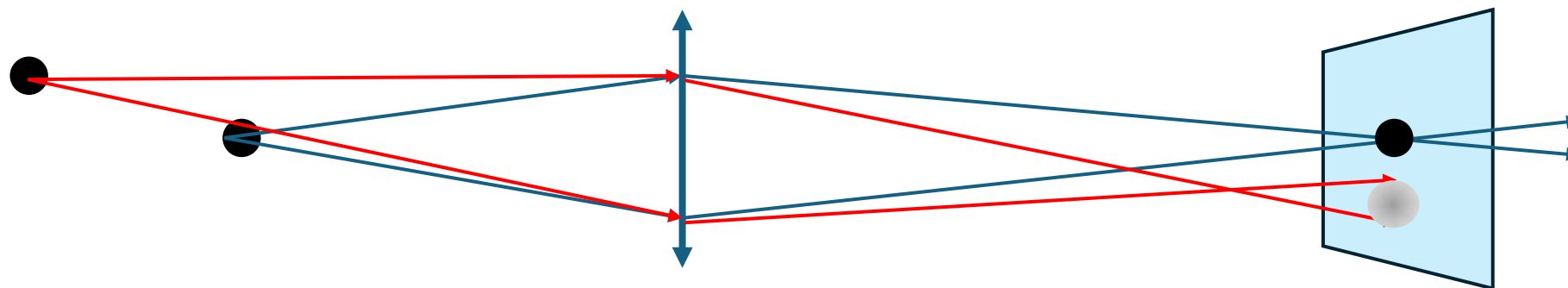
preslikava



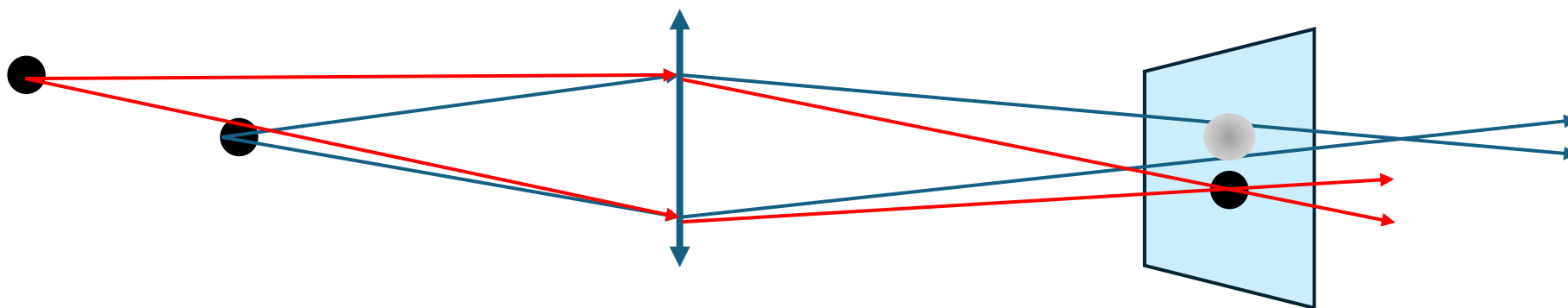
preslikava



preslikava



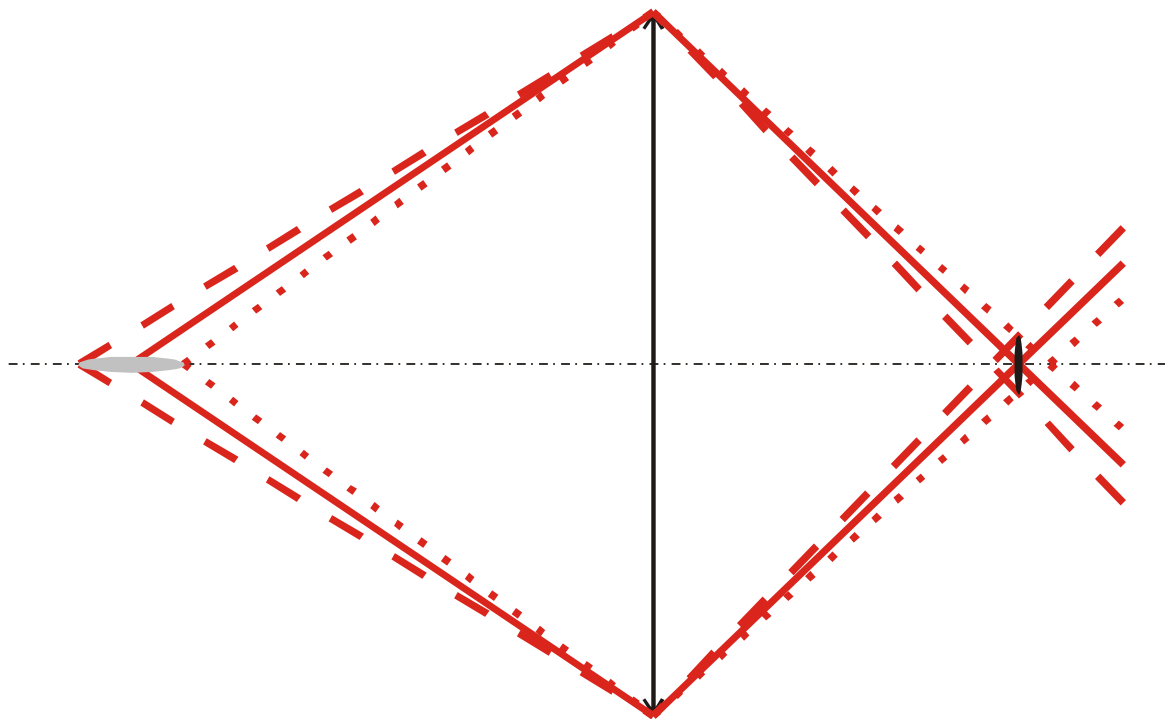
preslikava



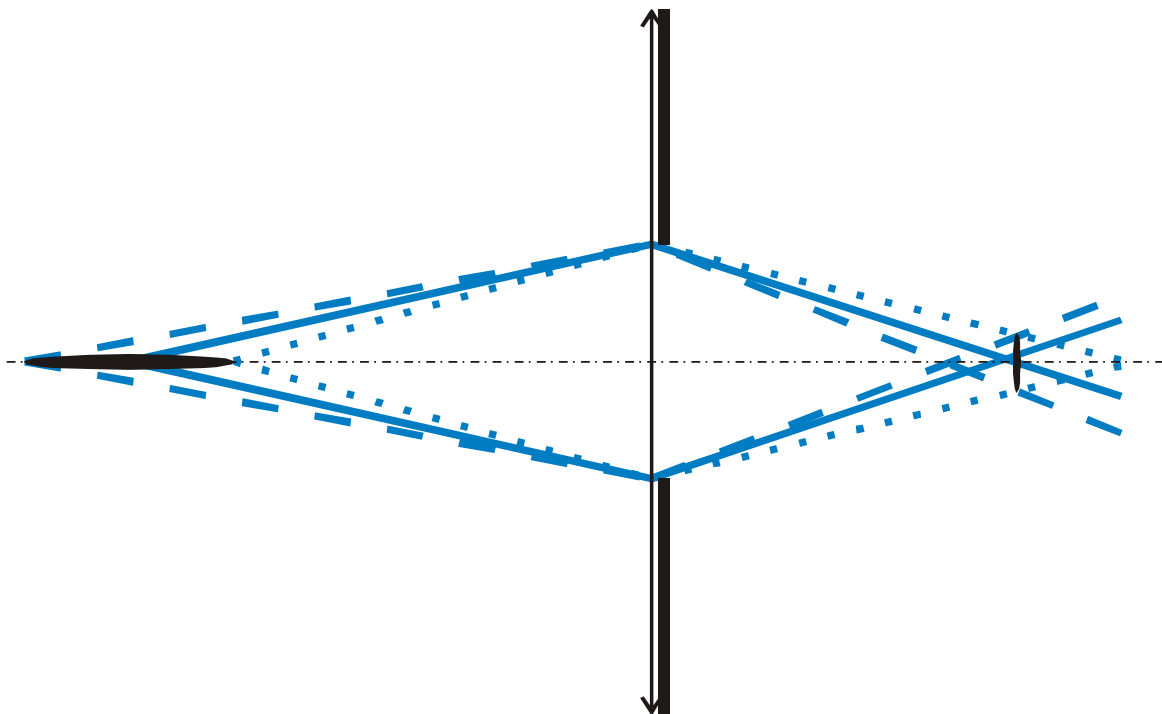
globinska ostrina (DOF – depth of field)

- razdalja med najbližjo in najbolj oddaljeno točko prostora, ki sta na fotografiji videti (dovolj) ostri
- v optiki “ostrino” omejuje CoC (circle of confusion), največja velikost pege, ki jo človeško oko zazna kot točko (tipično 0,02-0,03 mm na 35mm filmu) ali pa $d/1500$

Globinska ostrina



Globinska ostrina



preslikava

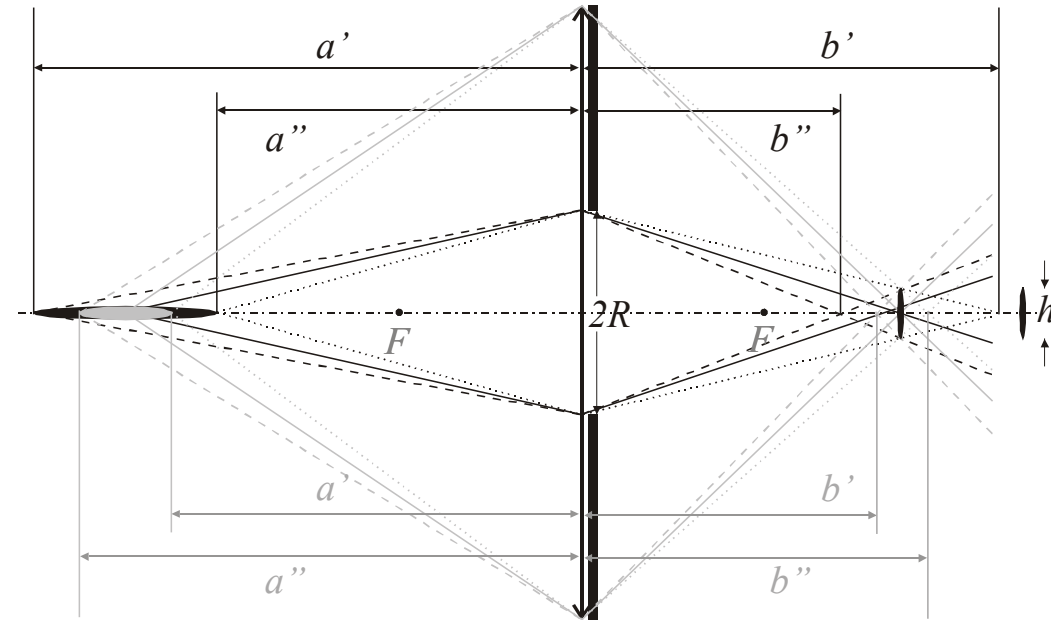
- enačba tanke leče $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$
- zaslonka – zaslonsko število $z = \frac{f}{D}$
- hiperfokalna razdalja $H = \frac{f^2}{z c} + f$

- najbližja točka: $a_b = \frac{aH}{H+a-f}$
- najbolj oddaljena točka: $a_d = \frac{aH}{H-a+f}$
- CoC $c = \frac{d}{1500}$

žarkovni diagram

- premer defokusirane (neostre) pike: $\frac{D|b-b'|}{b'}$

Globinska ostrina



$$a' = \frac{af^2}{f^2 + zh(a - f)} ; \quad a'' = \frac{af^2}{f^2 - zh(a - f)}$$

faktorji

- zaslonsko število – veliko zaslonsko število, večja globina
- goriščna razdalja – večja goriščna razdalja, manjša globinska ostrina
- predmetna razdalja a – manjša razdalja, manjša globinska ostrina

primer

- portretna fotografija: $f/1.8$, 85 mm objektiv, oseba na razdalji 2 m, $\text{DOF} = 0,1 \text{ m}$
- krajinska fotografija: $f/16$, 24 mm objektiv, DOF od 1 m do neskončno



