

Globinska ostrina pri fotografiranju

(fizika 2 - seminar)

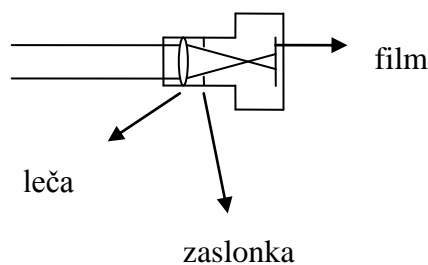
Avtor: Maja Mohorović, GEO UNI 1
Mentor: Zvonko Jagličić

Uvod

Za ta seminar sem se odločila, ker me zanima fotografiranje in me zato med drugim že dalj časa zanima, s čim lahko vplivamo na globinsko ostrino. Hkrati se mi zdi, da bo to prav prišlo tudi mojim sošolcem in sošolkam (če ne v praksi, pa bodo verjetno vsaj malo bolj razumeli delovanje fotoaparata).

Glavni sestavni deli fotoaparata

Najbolj pomembni sestavni deli fotoaparata so: objektiv s sistemom leč, zaslonka (z njo uravnavamo količino svetlobe, ki pade na film), ohišje fotoaparata s filmom, na katerem dobimo realno sliko.



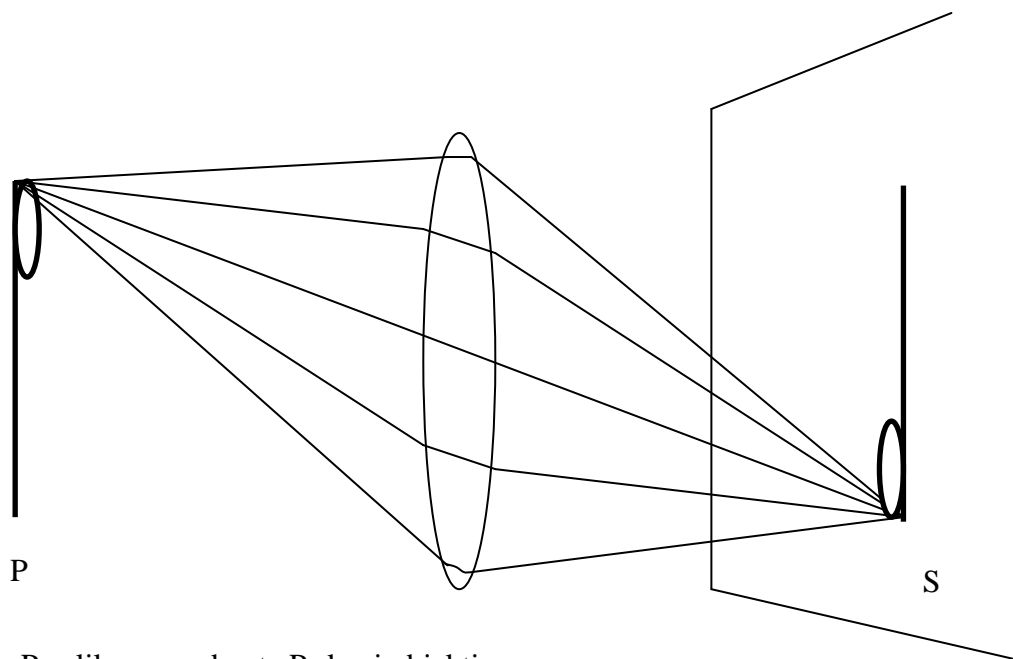
Slika 0: Glavni sestavni deli fotoaparata

Objektivi in leče

Objektivi vsebujejo sistem leč. Ta sistem leč omogoča, da lahko posnamemo ostro sliko gibajočega se predmeta. Vsi moderni objektivi temeljijo na konveksnih ali zbiralnih lečah, ki so v sredini debelejše kot na robu. Usmerjajo lahko veliko število svetlobnih žarkov, ki izhajajo iz ene točke tako, da se stekajo in združijo v eni točki kot ponazarja slika 1. Ta točka se v primeru, ko je predmet daleč stran od objektivu ali ko so žarki vzporedni, imenuje gorišče in se nahaja v goriščni ravnini. Če je v fotoaparatu goriščna ravnina identična s površino filma, se na njej prikaže veliko sličic, ki jih film ohrani in so prikazane z neskončnim številom zbranih svetlobnih žarkov.

V primeru, ko je predmet blizu objektivu, pa je njegova slika nekoliko za goriščno ravnino, zaradi česar je predmet videti neoster. Če bi želeli, da je predmet na sliki oster, bi morali površino filma postaviti na mesto, kjer nastane slika tega predmeta, ki ga želimo videti ostro. Gorišče je namreč lastnost leče in zato ne moremo vplivati na goriščno razdaljo in s tem na mesto nastanka slike. Torej se globinsko ostrino uravnava s tem, da se spreminja položaj površine filma. Približno na tak način uravnavamo globinsko ostrino pri starejših (enostavnejših) fotoaparatih in objektivih, kjer s tem, ko podaljšujemo oz. skrajšujemo dolžino objektivu, spreminjamo razdaljo med filmom in lečo v objektivu.

V današnjem času pa v glavnem uporabljamo tako imenovane zoom objektivu, ki vsebujejo bolj kompleksen sistem leč in zato omogočajo spremenljivo goriščno razdaljo- od širokokotne do ozkokotne. Zoom objektivu so sestavljeni iz več leč z različnimi premeri in različnimi goriščnimi razdaljami, a se vse skupaj obnašajo kot ena sama leča z določeno goriščno razdaljo in premerom. Pri zoomih nekatere leče premikamo in s tem spreminjamo goriščno razdaljo objektivu, v večini pa tudi njegovo svetlobno jakost. Pri teh fotoaparatih z zoom objektivom torej ne spreminjamo položaja filma (oz. oddaljenosti filma od objektivu), ampak spreminjamo goriščno razdaljo sistema leč v objektivu tako, da nam slika predmeta, ki ga želimo imeti na sliki ostrega, pade na film.



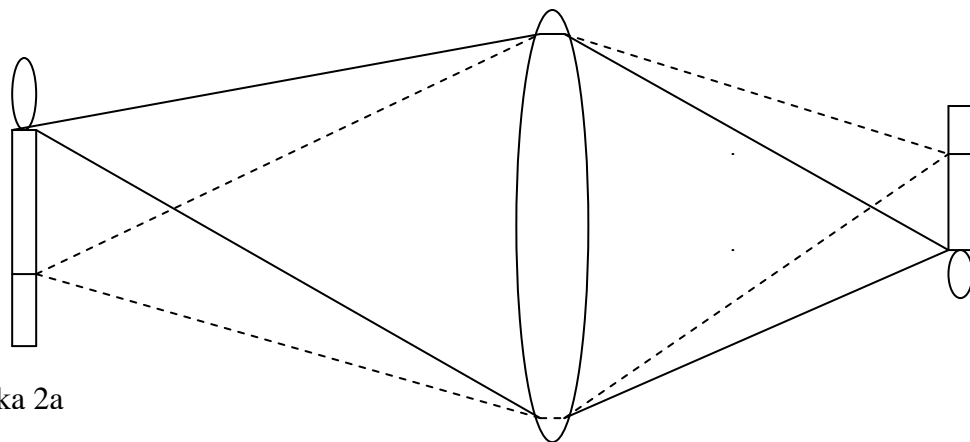
Slika 1: Preslikava predmeta P skozi objektiv
(lom žarkov v leči ni narisano natančno)

Slika 1 kaže, kako leča zbira žarke, ki se odbijajo od ene točke predmeta P in jih v neki ravnini (v goriščni, če je predmet "neskončno daleč"; npr. pri fotografiranju pokrajine) ponovno združi v eno samo točko. Pri fotoaparatih so pomembne predvsem zbiralne leče, ker nam dajo realno sliko (zato se zbiralne leče imenujejo tudi pozitivne leče).

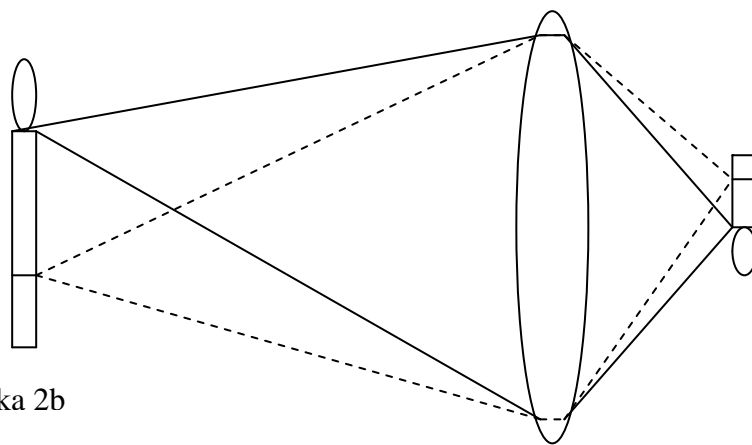
Goriščna razdalja

Fotograf lahko naravnava velikost motiva tako, da spremeni razdaljo snemanja ali pa zamenja objektiv. Najpomembnejše prepoznavno znamenje objektiv je goriščna razdalja (razdalja med središčem in goriščem leče). Za opis objektiv služi običajno dejanska goriščna razdalja (npr. 50-milimetrski, 300-milimetrski objektiv) ali pa relativna (kratek, normalen, dolg). Goriščna razdalja pogojuje velikost slike (format, ki ga daje objektiv) in zorni kot (v sliki zajet izrez motiva). Na kakšen način določa objektiv velikost slike, kaže slika 2 (a,b,c,d). Objektiv s kratko goriščnico zelo močno lomi svetlobo (slika 2a in 2d). Svetlobni žarki se združijo v gorišču tesno za lečo. Tako nastane majhna slika motiva. Čim daljša je goriščna razdalja (slika 2b in 2c), tem manj se bo lomila svetloba, tem dalj za lečo nastane slika in tem večji se prikaže motiv. Velikost slike torej narašča z goriščno razdaljo. Če objektiv z goriščno razdaljo 25mm daje 12mm veliko sliko moža, daje objektiv s 50 milimetrsko goriščno razdaljo 24 mm veliko sliko.

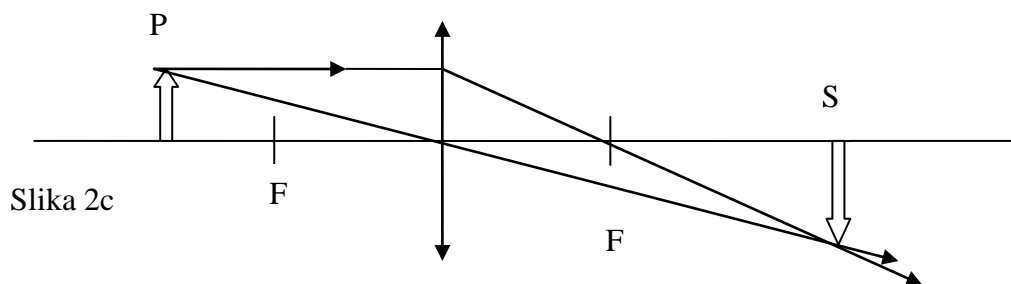
Ker objektiv z daljšo goriščnico naslika motiv večji, lahko zajame samo del motiva. To lahko preizkusimo, če s palcem in kazalcem napravimo krog in ga držimo tik pred očesom; tako vidimo večji del prizora. Če krog nato oddaljimo od očesa, bo izpolnjen z manjšim izrezom prizora, ker je bil na ta način tudi zorni kot, ki smo ga videli skozi prste, manjši. Prav tako je zorni kot, ki ga zajema objektiv kamere, tem manjši, čim večja je njegova goriščna razdalja.



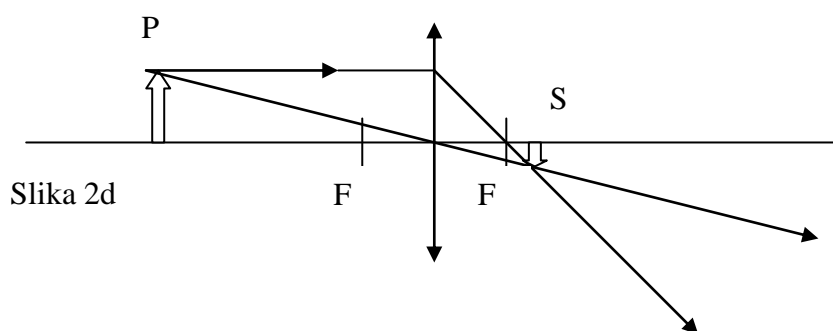
Slika 2a



Slika 2b



Slika 2c



Slika 2d

Slika 2: Goriščna razdalja določa velikost slike

Naslednja risba (slika 3) kaže, katere zorne kote zajamemo z nekaterimi objektivmi. Iz slike je tudi vidno, da se s povečanjem goriščne razdalje zorni kot zmanjša, slika pa se poveča. Medsebojno razmerje velikosti objektov ostane nespremenjeno.

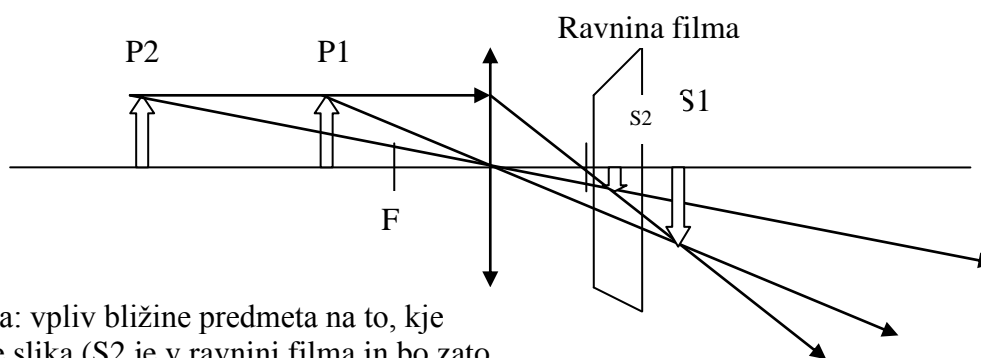
Globinska ostrina

Če opazujemo sliko, na kateri je en del oster, drugi pa neoster ali zabrisan, najprej nehote pogledamo ostri del. Toda kaj v resnici sploh pomeni ostro in kako lahko uravnavamo to ostrino?

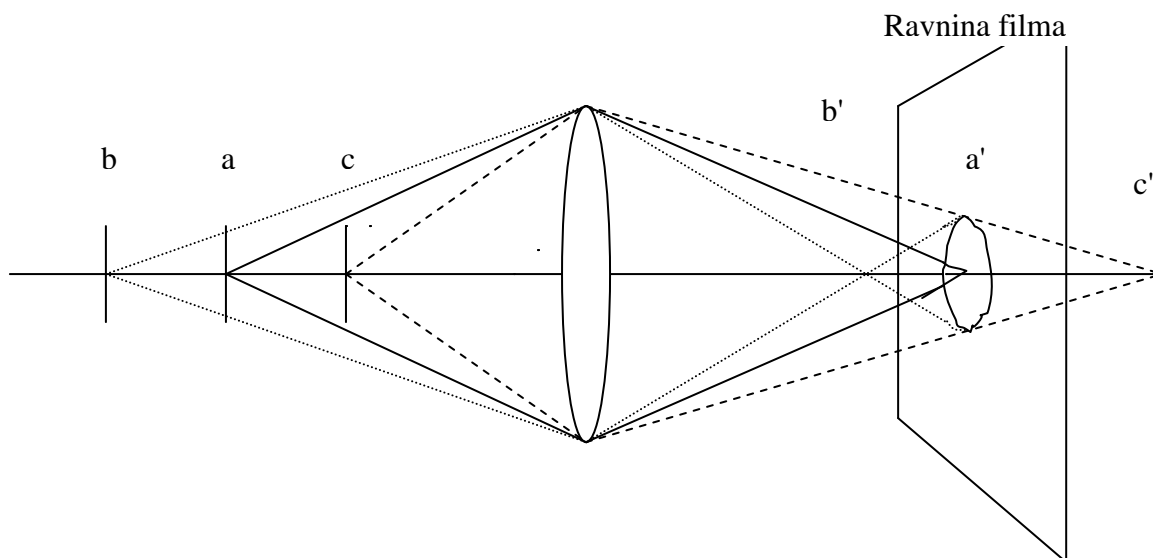
Ostrina slike je odvisna od velikosti razpršilnih krogov (te kroge določajo majhne, med seboj prekrivajoče se ploskve, ki nastanejo, če leča zajame sliko). Te ploskve se sicer redko pokažejo kot krogi, če pa fotografiramo posebno svetle svetlobne točke, se pokažejo celo kolobarji. Čim manjši so krogi, tem manj se med seboj prekrivajo in tem bolj ostra bo slika. Pri oddaljenosti 25 cm vidi oko krog s premerom 0,25 mm ali manj samo še kot točko. Slika, ki je sestavljena iz takih točk, deluje ostro.

Teoretično lahko objektiv ostro zajame predmete samo z neke določene razdalje, vsi predmeti na drugih razdaljah od objektivu pa so bolj ali manj neostri. Kljub temu pa so vsi predmeti v določeni globini slike ostri (globinska ostrina). Ta globinska ostrina zajame tisti del motiva, ki pade na ravnino filma (tu so izrisani najmanjši mogoči razpršni krogi), zajame pa tudi dele prizora pred to ravnino in za njo, ki so prav tako še ostri, ker so tam razpršni krogi še vedno sorazmerno majhni. Globinske ostrine ni mogoče točno omejiti, saj se razpršni krogi v odvisnosti od oddaljenosti od ravnine filma, kjer nastane slika, postopno večajo in tako se počasi spreminja tudi kvaliteta slike (slika postaja vse manj ostra). Globinska ostrina se obenem uravnava z več faktorji: z zaslonko, goriščno razdaljo objektivu in s snemalno razdaljo (razdaljo od predmeta do fotoaparata).

Slika 4 b: Če je objektiv nastavljen na bližnji predmet (C), je razdalja med objektivom in ravnino, kjer nastane ostra slika, večja kot pri nastavitvi na bolj oddaljen predmet. Vsaka nastavitvev na kakšen predmet pomeni torej spremembo razdalje med objektivom in ravnino, kjer nastane slika. Na sliki 3 vidimo, da se žarki, odbiti od predmeta A združijo v ravnini filma in je zato slika predmeta A tudi najbolj ostra. Sliki predmetov B in C pa sta pred oz. za predmetom A in zato sliki B in C ne prideta v ravnino filma. Njuni razpršni krogi so večji in njuna slika je ustrezno temu manj ostra.



Slika 4a: vpliv bližine predmeta na to, kje nastane slika (S2 je v ravnini filma in bo zato ostra, S1 pa je izven ravnine filma in bo neostra)



Slika 4b: vpliv bližine predmeta na globinsko ostrino

Čeprav se krog s premerom 0,25 mm pokaže na sliki dovolj majhen, morajo objektivni projicirati še dosti manjše kroge, saj se pri povečevanju slike povečajo tudi razpršni krogi. Praviloma je slika tembolj neostra, čimbolj se poveča. Na ostrino slike pa vpliva tudi razdalja od oči, vrsta filma, tehnika povečevanja, opazovalčev vid in papir za slike.

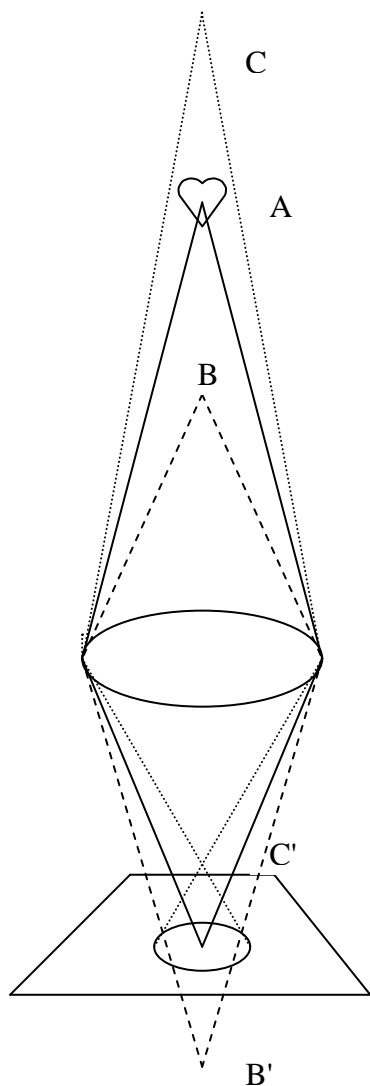
Vpliv zaslonke in goriščne razdalje na globinsko ostrino:

Uravnavanje globinske ostrine je možno tudi z zaslonko. Čim manjša je odprtina zaslonke, tem večja je globinska ostrina, saj so pri manjši odprtini manjši razpršni krogi.

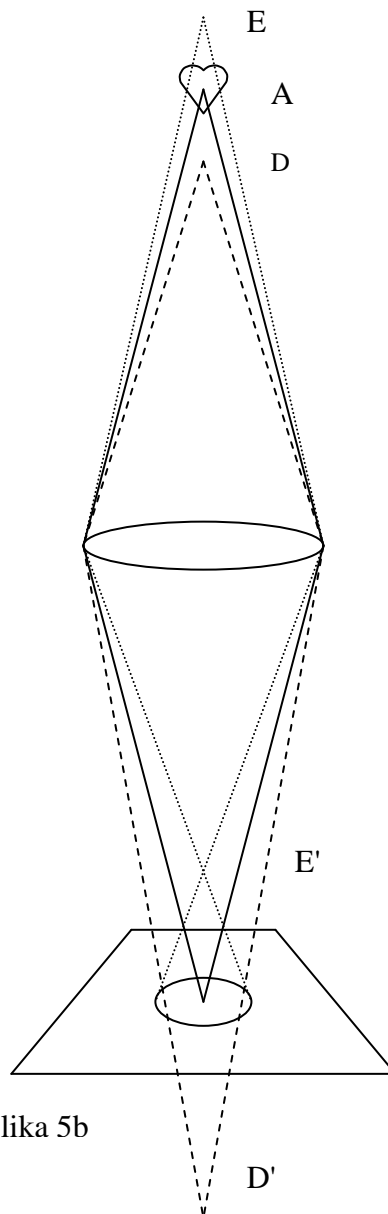
Druga možnost za uravnavanje globinske ostrine je z goriščno razdaljo. Čim krajša je goriščnica, tem večja je globinska ostrina (pri enaki zaslonki in pri enaki razdalji snemanja), saj so pri krajši goriščnici manjši razpršni krogi in tako je lahko večji del slike oster. (glej tudi sliko 3: odvisnost zornega kota od goriščne razdalje)

Vpliv goriščne razdalje na globinsko ostrino preverimo tako, da si izberemo nek motiv in ga dvakrat fotografiramo z enako zaslonko in z iste oddaljenosti, a z različnim objektivom (slika 5):

Slika 5: vpliv goriščne razdalje na globinsko ostrino



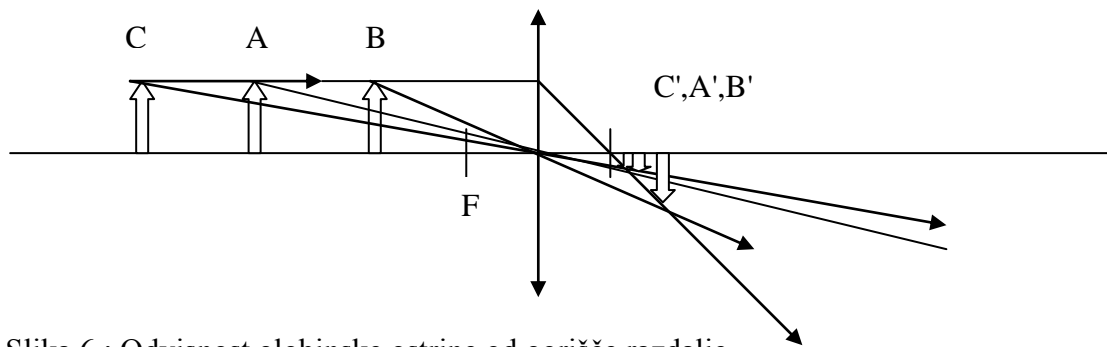
Slika 5a



Slika 5b

Fotografija, ki bo posneta s krajšo goriščno razdaljo (z manjšim objektivom; slika 5a), bo velik del prizora prikazala ostro (od točke B do točke C). Nasprotno bo pri fotografiji posneta z daljšo goriščno razdaljo (slika 5b) oster le majhen del prizora (med točkama D in E). Na obeh risbah pomeni beli krog v sredini ravnine filma tisto območje, ki ga oko vidi ostro, ker občuti razpršne kroge dovolj majhne. Na sliki 5a (krajša goriščna razdalja) zajemajo svetlobni žarki, ki padajo na ta krog, velik izrez prizora- vse med točkama B in C. Samo predmeti, ki jih zajema objektiv in ki so onstran obeh točk, bodo videti neostri.

Še enkrat: Če imamo krajšo goriščno razdaljo, dobimo večjo globinsko ostrino, saj tudi slike predmetov, ki so pred ali za predmetom A, nastanejo blizu A (blizu filma) in so zato še ostri:

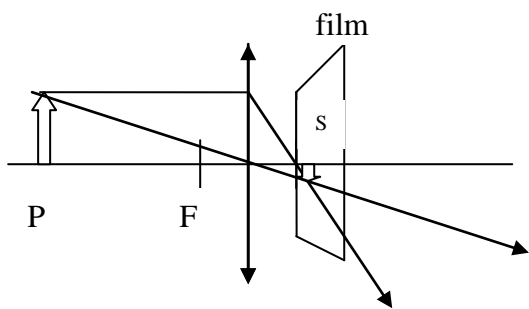


Slika 6 : Odvisnost globinske ostrine od goriščne razdalje

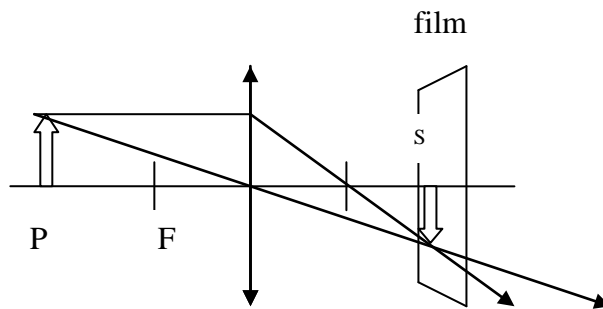
Kako pa pride do tega, da so pri daljši goriščnici večji razpršni krogi in s tem manjša globinska ostrina?

Odgovor na to je povezan z zaslonko. Objektiv z daljšo goriščnico poveča sliko predmeta bolj kot objektiv s krajšo goriščnico, saj se svetlobni žarki, ki prihajajo od predmetov, razpršijo po večji ploskvi (slika 7b in 7d). Zato je slika, ki jo da objektiv z daljšo goriščnico, toliko bolj nejasna, kolikor manj svetlobe je prišlo istočasno v objektiv. Z vrtenjem obroča zaslonke se zaslonka regulira tako, da pri nastavitvi zaslonke pride na film vedno enaka količina svetlobe ne glede na vsakokrat nastavljeno goriščnico (pri objektivu z daljšo goriščnico pomeni ista nastavitve zaslonke večjo odprtino). Ker je premer odprtine zaslonke pri enaki nastavitvi zaslonke pri objektivu z daljšo goriščno razdaljo večji kot pri objektivu s krajšo goriščnico, so tudi razpršni krogi pri objektivu z daljšo goriščno razdaljo večji in ima fotografija zato manjšo globinsko ostrino.

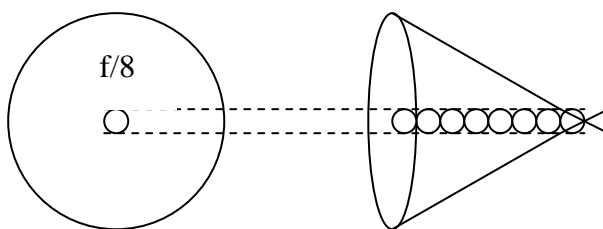
Na slikah 7c in 7d sta oba objektivna zaslonjena na 8. To pomeni, da je odprtina v vsakem objektivu tako velika, da gre njen premer $8x$ v goriščno razdaljo. Pri objektivu z daljšo goriščnico (slika 7d) je potrebna večja odprtina, ker se slika projicira na večjo ploskev, vendar je treba pri tem prav tako močno osvetliti kot pri objektivu s krajšo goriščnico z manjšo odprtino pri enakem številu zaslonke.



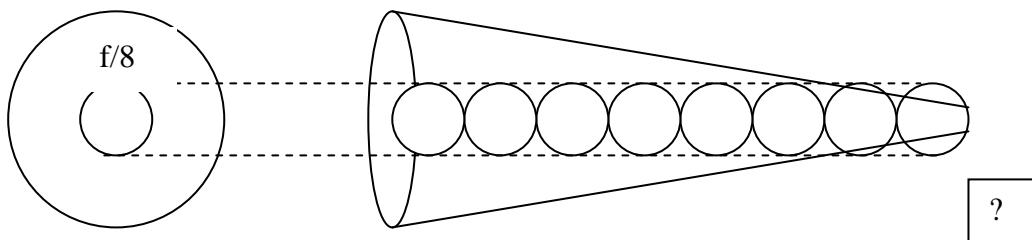
Slika 7a



Slika 7b



Slika 7c



Slika 7d

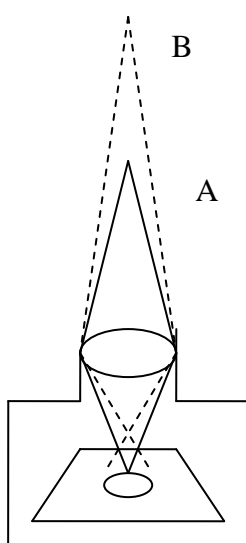
Nastavitev zaslonke je enaka goriščni razdalji objektiva, deljeni s premerom odprtine zaslonke:

$$\text{Zaslonka} = \frac{\text{goriščna razdalja objektiva}}{\text{premer odprtine zaslonke}}$$

Vpliv snemalne razdalje na globinsko ostrino

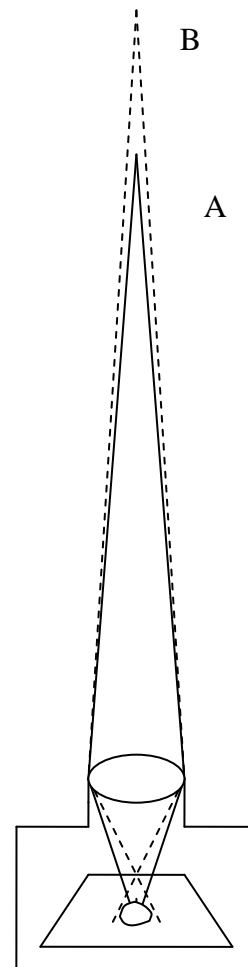
Čim krajša je razdalja od fotoaparata do predmeta, na katerega je naravnani objektiv, tem bolj neostro bo vse drugo. Čim večja je snemalna razdalja, tem večja bo globinska ostrina. Vpliva snemalne razdalje ne moremo opazovati popolnoma neodvisno od vpliva goriščne razdalje. Če želi fotograf doseči večjo globinsko ostrino, ne da bi se pri tem bolj oddaljil od svojega motiva, mora uporabiti objektiv s krajšo goriščno razdaljo, ki pri krajših goriščnih razdaljah omogoča še zadovoljivo ostrino.

Če je fotoaparat bližje predmetu (slika 8a) in naravnani tako, da točka A projicira ostro sliko na film, bo predmet B, ki je oddaljen trikrat tako daleč, neoster, ker se svetlobni krogi zberejo že daleč pred ravnino filma, kot kažejo sekajoče se črtkane črte. Razpršni krogi na filmu so veliki in točka B se pokaže neostro.



Slika 8a

Slika8: vpliv snemalne razdalje na globinsko ostrino



Slika 8b

Če pa fotoaparat odmaknemo dovolj daleč (slika 8b), točka B relativno ni dosti bolj odmaknjena od objektiva kot točka A in žarki, ki zadevajo objektiv od obeh točk, projicirajo na ravnino filma kroga, katerih velikosti se skoraj ujemata. Na točko A naravnani objektiv naredi tako majhne razpršne kroge od točke B, da dojemata človeško oko celotno sliko kot popolnoma ostro.

Zaključek

Očitno je globinska ostrina tesno povezana z mestom nastanka slike. Zanimivo je, da fotografi enačijo ravnino filma z ravnino, v kateri nastane ostra slika (torej z goriščno ravnino), čeprav fizikalno to enačenje ni pravilno, saj slika nastane v goriščni ravnini le, če je predmet neskončno daleč oz. če so žarki vzporedni (če ne slika nastane malo za goriščno ravnino). Drugače pa je v praksi pri določanju globinske ostrine potrebno paziti predvsem na primerno oddaljenost fotoaparata od predmeta, na velikost zaslonke ter na velikost goriščne razdalje (na oddaljenost filma od predmeta- to se uravnava z objektivom).

Literatura

- Dolenc, O. in Aljančič, M. (1979): Velika knjiga o fotografiji, Cankarjeva založba, Ljubljana
Lezano, D. (2002): Kompaktni in digitalni fotoaparati, Priročnik za uspešno fotografiranje z novo generacijo fotoaparatorov, Založba Mladinska knjiga, Ljubljana
Tanhofer, N. (1981): Filmska fotografija, ČGP <<Delo>>, Ljubljana
Pečenko, N. (2005): Fotografirajmo digitalno (o digitalnih fotoaparatih, fotografiranju in Obdelavi digitalnih fotografij), Založba Pasadena, Ljubljana

<http://www.slo-foto.net/enciklopedija-terms1-F.html> (dostopno 13.04.2006)

