

***Seminarska naloga:***  
***Fizika - Optične naprave***

---

**Kazalo:**

|                  |    |
|------------------|----|
| Lupa.....        | 2  |
| Oko.....         | 3  |
| Daljnogled.....  | 6  |
| Fotoaparat.....  | 9  |
| Mikroskop.....   | 21 |
| Projektorji..... | 24 |
| Viri.....        | 28 |

Optične naprave oziroma optični inštrumenti rabijo za preiskave, opazovanja in slikanje predmetov, ki svetlobo oddajajo, presevajo ali odbijajo. Z različno sestavljenimi elementi (leče, prizme, zrcala, zaslonke) lahko vplivamo na potek svetlobnih žarkov v instrumentu. Večino optičnih instrumentov, po potrebi nekoliko predelanih, lahko uporabljamo tudi v infra rdečem in ultravijoličnem področju.

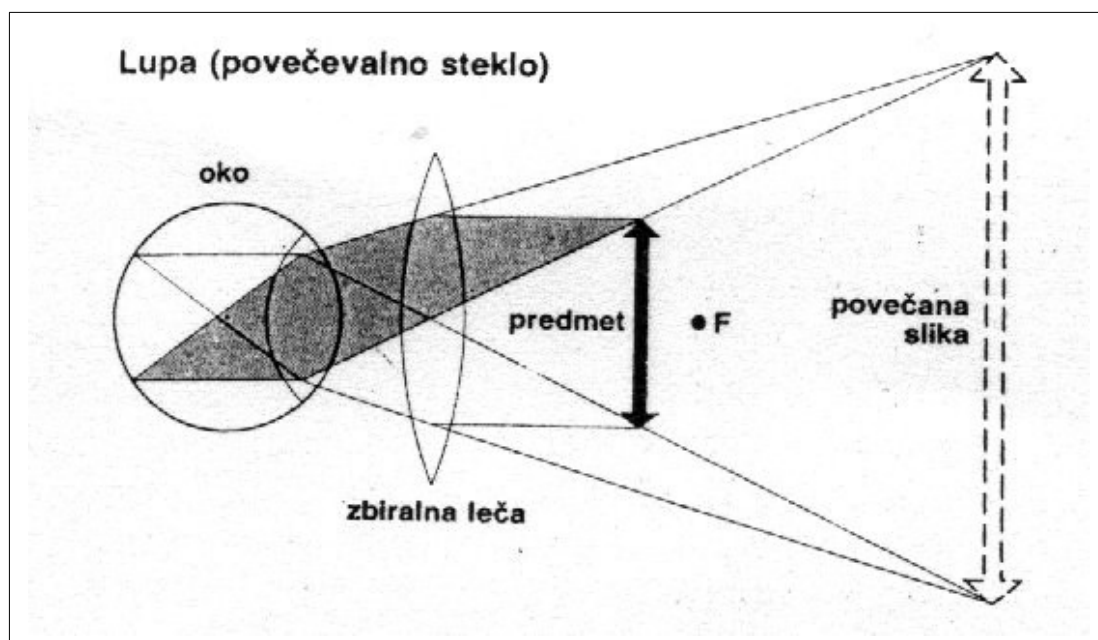
## LUPA

Lupa je najpreprostejši optični inštrument, običajno samo ena zbiralna leča (povečevalno steklo). Lupo moramo približati predmetu, da je ta med lečo in goriščem. Iz večje razdalje opazovanja vidimo predmet bolj ali manj povečan, odvisno od goriščne razdalje leče. Navadno pa približamo oko lupi.

### Ločljivost instrumenta oziroma lupe:

To je najmanjša razdalja dveh točk, ki ju lahko še zaznamo. Ta je odvisna od povečave, vrednosti korekcije napake leče in razmerja odprtine. Človeško oko loči iz razdalje 250mm dve točki, ki sta oddaljeni druga od druge 0,07mm. Zorni kot je kot, pod katerim vidimo predmet. Za spoznanje drobnih predmetov povečamo zorni kot z lupo. Ločljivost leče je omejena zaradi narave valovanja svetlobe. Če gre snop svetlobe skozi zaslonko z manjšim premerom kot 0,5mm, se žarki na robu snopa tako uklonijo, da je slika bistveno slabša. Piko vidimo kot manjši krog. Če približujemo lupo očesu, povečujemo zorni kot.

Povečavo lupe izraža razmerje med zornim kotom z instrumentom in zornim kotom z razdalje 250mm brez instrumenta. Povečavo lupe izračunamo iz razmerja  $25\text{cm}/f$ ;  $f$  je goriščna razdalja leče izražena v centimetrih. Lupa, ki predmet poveča 10-krat, ima tedaj goriščno razdaljo 2,5cm. Z naraščajočo povečavo se zmanjšujeta vidno polje in razdalja med lupo in predmetom. Za več kot 15-20-kratno povečavo uporabljamo mikroskop.



## OKO

Za spoznavanje okolja je vid izredno pomemben čut. Čutilo za vid, to je oko, imajo vse više razvite živali in tako tudi človek najpopolneje razvito. Z njim ne razločujemo le svetlobo od teme, temveč tudi barvo, obliko, velikost in oddaljenost predmeta, pa tudi njegovo gibanje in premikanje. Tako izpopolnjeno je postalo oko v dolgotrajnem razvoju živali. Deževnik na primer nima oči, pa vendar spoznava svetlobo in temo. Za svetlobo občutljive čutnice ima posamič po vsej površini kože. Že polži pa imajo čutnice združene v posebnih vdolbinicah, ki so spodaj in ob straneh obdane s pigmentno plastjo. S takim očesom je že mogoče zaznavati smer svetlobe. Še bolj razvito pa je oko, ki se mu je pridružila še leča. Tako oko imajo že glavonožci, še popolnejše pa je oko vretenčarjev.

### Zgradba očesa:

Oko je kot zelo važno čutilo dobro zavarovano v koščeni očesni votlini očnici. Plast maščobnega tkiva ga varuje pretresljajev in omogoča, da mehko polzi, kadar se obrača.

### Zgradba očesnega zrkla:

1 beločnica, 2 žilnica, 3 mrežnica, 4 roženica, 5 šarenica, 6 zenica, 7 leča, 8 mišičnati obroček, 9 prednji zrkelni prekat, 10 zadajšnji prekat, 11 steklovina, 12 vidni živec, 13 zgornja veka s trepalnicami, 14 solznica.

Glavni del očesa je *zrklo*: V njegovi notranjosti so čutnice, ki so občutljive za svetlobo. Pomožni in varovalni deli očesa pa so: veke s trepalnicami, solzila, obrvi in mišice, ki obračajo zrklo. Zrklo je kroglaste oblike. Njegova stena ima tri lupine: zunanjo beločnico, pod njo je žilnica; notranja pa je mrežnica. *Beločnica* je trdna, tako da lahko varuje nežnejše notranje dele zrkla. Hkrati pa preprečuje, da ne vstopa svetloba od strani v oko. Spredaj je beločnica prozorna in nekoliko izbočena; ta del imenujemo roženica. Žilnica je polna krvnih žilic. Po njih prihaja hrana za oko. Spredaj, pod roženico, oblikuje žilnica barvast kolobar, imenovan šarenica, ki je različne barve. V sredini šarenice je okrogla odprtina, zenica. Ob močni svetlobi se zenica zoži, v poltemi pa razširi. S tem uravnava množino vstopajoče svetlobe. Širijo jo prečkaste gladke mišice v šarenici, ožijo pa krožno potekajoče gladke mišice. Za zenico je prozorna leča. Leča je pritrjena s tankimi nitkami v mišičnatem obročku za šarenico. Če so nitke napete, je leča sploščena, če pa nitke popustijo, se leča, ki je prožna, izboči. Čim bolj je leča izbočena, tem bolj lomi svetlobo. Prostor med roženico in šarenico je prednji zrkelni prekat, med šarenico in lečo pa je zadajšnji zrkelni prekat. Tretja, to je notranja ovojnica, mrežnica, je iz vidnih čutnic. Z njimi so povezane živčne celice, katerih vlakna se združijo v vidni živec, ki izstopa iz zrkla in poteka do možganov. Notranjost zrkla izpolnjuje prozorna, zdrizasta steklovina.

### Kako vidimo:

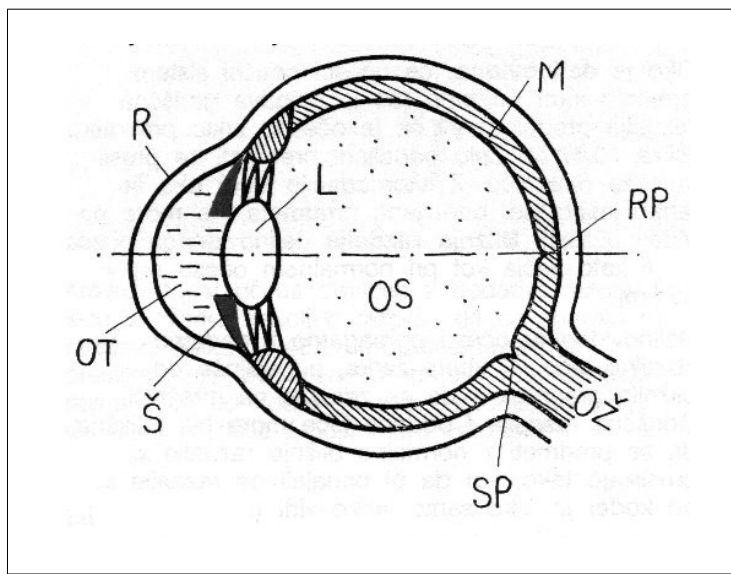
Svetlobni žarki pridejo do mrežnice skozi prozorno roženico, zenico, lečo in steklovino. Ko gredo svetlobni žarki skozi te očesne dele, se lomijo, tako da nastane na mrežnici zmanjšana in obrnjena slika predmeta, ki ga gledamo. V očesu se torej dogaja nekaj podobnega kot v fotografskem aparatu. Jasno in ostro vidimo le predmet, čigar slika nastane natančno na mrežnici. Človeško oko lahko prilagodi lečo tako, da nastanejo na mrežnici slike različno oddaljenih predmetov. Pri gledanju v daljavo je leča bolj sploščena in zato manj lomi svetlobne žarke. Čim bolj iz bližine gledamo kak predmet, tem bolj se leča zaobli in taka močnejše lomi svetlobo. V starosti je leča vedno manj prožna, tako da bližnjih predmetov ne moremo videti več jasno. Pravilno zgrajeno človeško oko vidi predmete, ki so oddaljeni več kot 5 metrov, ne da bi bilo potrebno lečo prilagojevati. Pri gledanju v daljavo torej oko počiva. Da ostane vid zdrav, je potrebno, da je skozi okno stanovanja ali šolske sobe prost pogled v daljavo. Kadar gledamo pri delu v bližino, je dobro, da kdaj pa kdaj pogledamo v daljavo; oko se pri tem odpočije. Najprimernejša razdalja za gledanje manjših predmetov, to je pri branju in pisanju, je 25 do 30 cm. Pri gledanju v taki razdalji oko najmanj trpi.

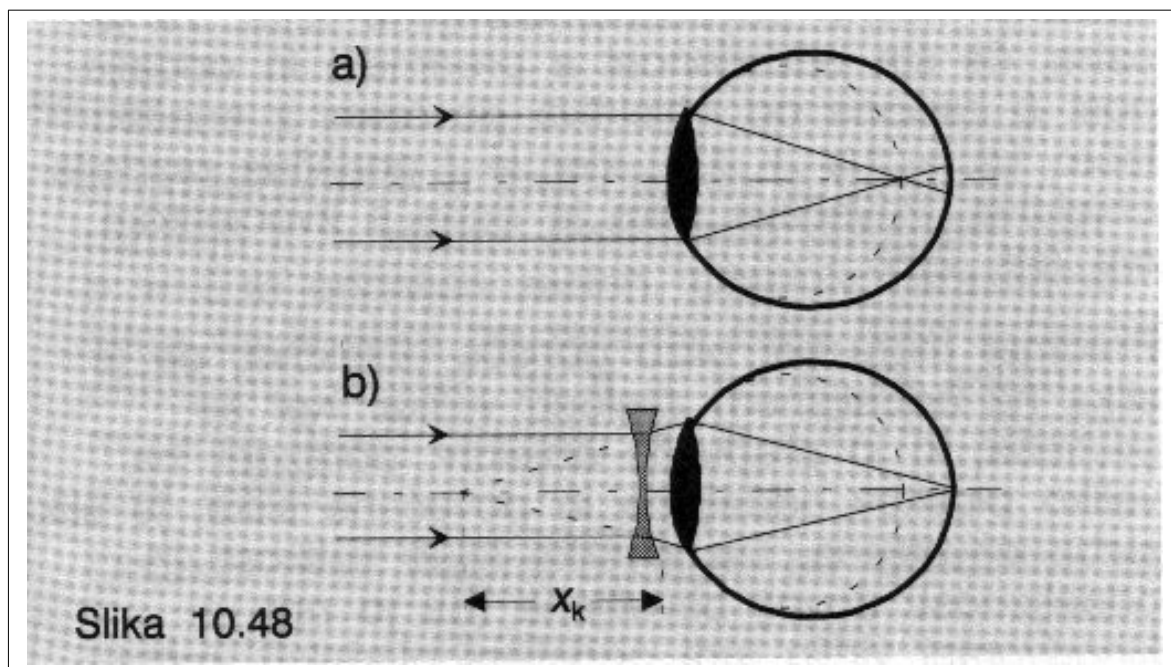
### Napake očesa:

Pravilno zgrajeno oko je tako, da nastane slika zelo oddaljenega predmeta natančno na mrežnici. Slika predmeta pa, ki je bliže od 5 m, vidimo ostro le, če se leča prilagodi. S starostjo postane leča manj prožna in se zato pri gledanju od blizu ne more več toliko izbočiti, da bi nastala slika na mrežnici. Starejši človek zato od blizu ne vidi več ostro, temveč le na nekoliko večjo razdaljo.

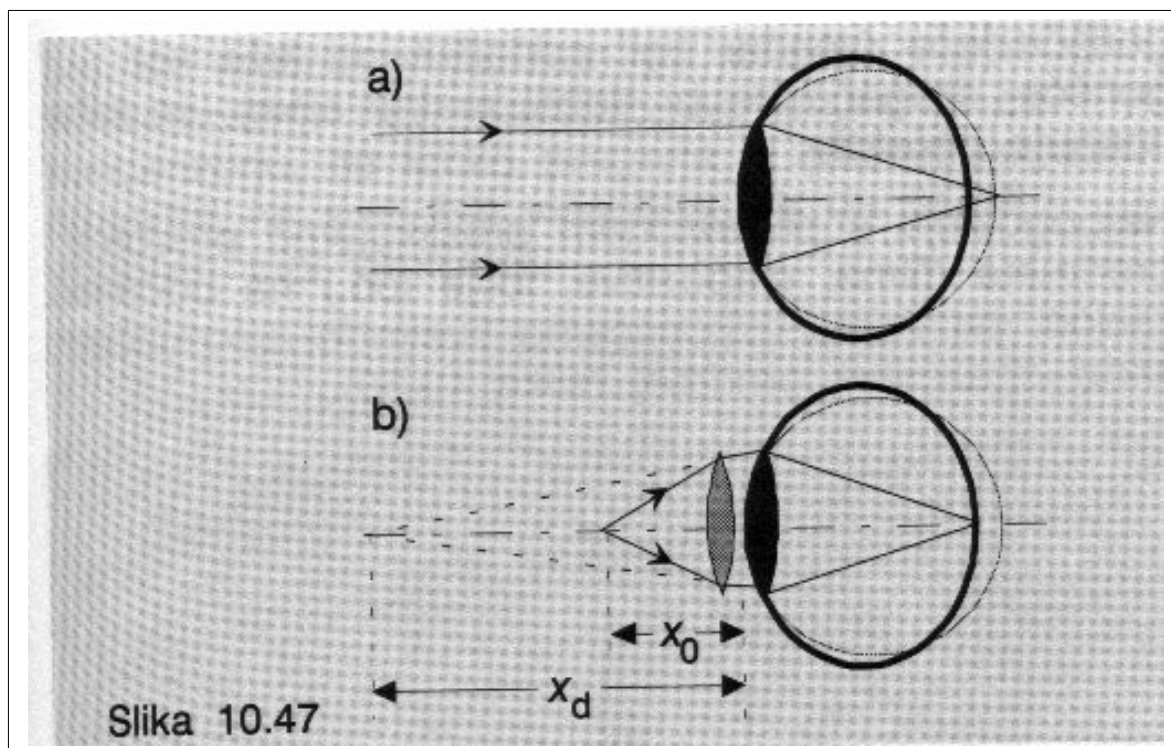
Daljnovidnost je napaka očesa, da predmetov v daljavi ne vidi jasno, če ne prilagodi leče. Torej tako tudi oko pri gledanju v daljavo ne počiva. Še večji napor je za daljnovidno oko gledati od blizu. Vzrok daljnovidnosti je v večini primerov v njegovi osi prekratko zrklo. Ta napaka je prirojena. Daljnovidni človek mora nositi naočnike z zbiralno (bikonveksno) lečo, ki pomaga zbirati svetlobne žarke pred roženico, tako da pride slika na mrežnico.

Kratkovidnost je napaka očesa, pri kateri se žarki zberejo pred mrežnico in jo zadenejo, ko se že razhajajo. Slika je zato nejasna. Kratkovidni človek torej na daljavo nejasno vidi, dobro pa le predmete iz bližine. Vzrok kratkovidnosti je prirojeno v smeri osi predolgo zrklo. Kratkovidni morajo nositi naočnike z lečo, ki razpršuje vstopajoče žarke (bikonkavna leča), da nastane potem slika na mrežnici. Opisane očesne napake so sicer prirojene, povečajo pa se lahko v šolski dobi, verjetno ob slabi razsvetljavi, z gledanjem iz prevelike bližine pri branju, pisanju ali šivanju.





Silnice gredo skozi lupo ter prezrcalijo sliko



## DALJNOGLED

Daljnogled je običajno izdelan iz dveh lup z različnima goriščnima razdaljama. V daljnogledu je zbiralna leča z veliko goriščno razdaljo, ki zbere v gorišču vmesno realno sliko predmeta. To sliko pa poveča zbiralna leča z majhno goriščno razdaljo. V daljnogledu vidimo predmet toliko bliže (večji), kolikor ga poveča.

Povečava daljnogleda izraža razmerje med goriščno razdaljo objektiva in goriščno razdaljo okularja. Pri daljnogledu z osemkratno povečavo je goriščna razdalja objektiva osemkrat večja kot goriščna razdalja okularja (npr. če je goriščna razdalja objektiva 20cm, je goriščna razdalja okularja 2,5cm)

Pri daljnogledih je podano namesto slikovnega kota vidno polje, merjeno v metrih na kilometer razdalje. To vidno polje lahko približno izračunamo po enačbi  $900\text{m}/\text{povečavo}$ .



### Osnovni pojmi:

Prva številka v oznaki  $7 \times 35$  pomeni povečavo. Standardne povečave so od 6x do 10x. "Veliki" daljnogledi imajo lahko tudi več kot 30x povečavo. Nad 10x povečavo je dobro uporabiti stojalo. Zoom modeli, pri katerih lahko mehanično ali elektronsko spreminjamo povečavo, običajno niso najbolj kvalitetni in primerni za astronomijo.

Druga številka oznake  $7 \times 35$  je odprtina, oziroma premer prednje leče (vhodne leče) v milimetrih. Standardni premeri so med 35 in 50 milimetri. "Veliki" daljnogledi imajo med 60 in 80 milimetri premera, lahko pa tudi 150 milimetrov. Majhni premeri ne prepuščajo dovolj svetlobe. Večji premer pomeni več svetlobe in boljšo vidljivost. Daljnogledi s premerom izhodne leče 7 milimetrov so boljši kot s premerom 5 milimetrov. Premer izhodne leče lahko preprosto izračunamo če deljimo premer vhodne leče (prednje) s povečavo. Pri  $7 \times 35$  oznaki je premer izhodne leče 5 milimetrov, pri  $7 \times 42$  pa 6 milimetrov. Daljnogledi s premerom izhodne leče 7 milimetrov so boljši, kot daljnogledi s premerom 5 milimetrov. Daljnogledi s premerom izhodne leče nad 7 milimetrov niso ustrezni, ker se zenica na očesu običajno ne razširi več kot 7 milimetrov.



Če nosite očala izberite daljnogled, pri katerem lahko čimbolj približate oči izhodni leči. Morda bo potrebno sneti očala. Pri večini slabovidnosti se da slika izostriti na daljnogledu. Dvakrat večji premer vhodne leče pomeni mnogokrat večjo svetlost.

### Ostrenje slike:

Dioptrijo nastavite na ničlo.

Skozi daljnogled pogledjte objekt, ki je oddaljen najmanj 30 metrov.

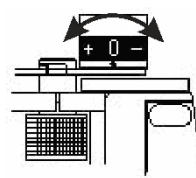
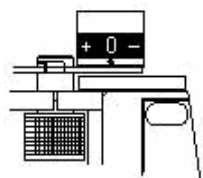
S pokrovom ali roko zakrite desno lečo, tako da boste gledali le z levim očesom. Z desnim očesom ne mižite, ker z mižanjem popačite sliko na levem očesu.

Osrednji gumb za ostrenje vrtite v eno ali drugo stran toliko časa, da vidite objekt ostro.

Odstranite pokrov oz. roko z desne leče in pokrite levo lečo. Sedaj vidite samo skozi desno lečo.

Ko gledate skozi daljnogled, vrtite gumb za ostrenje proti + ali -. Ko vidite objekt z desnim očesom ostro in čisto je daljnogled izostren.

Sedaj boste z vrtenjem samo osrednjega gumba za ostrenje ostrili sliko za bližnje in oddaljene objekte.



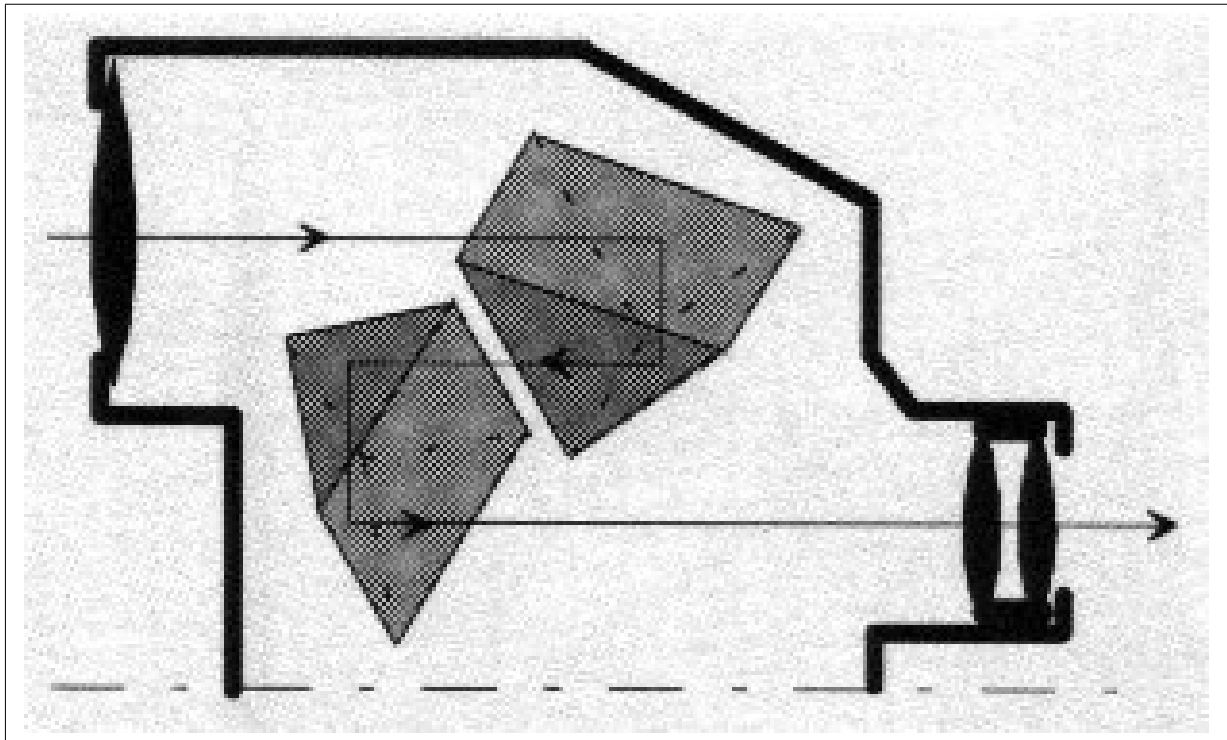
### Ostrenje daljnogledov s povečavo:

Nekateri daljnogledi imajo "zoom" s katerim približamo ali oddaljimo objekt. Ostrimo tako, da nastavimo največjo povečavo. Temu sledi ostrenje kot je opisano pri običajnih daljnogledih.

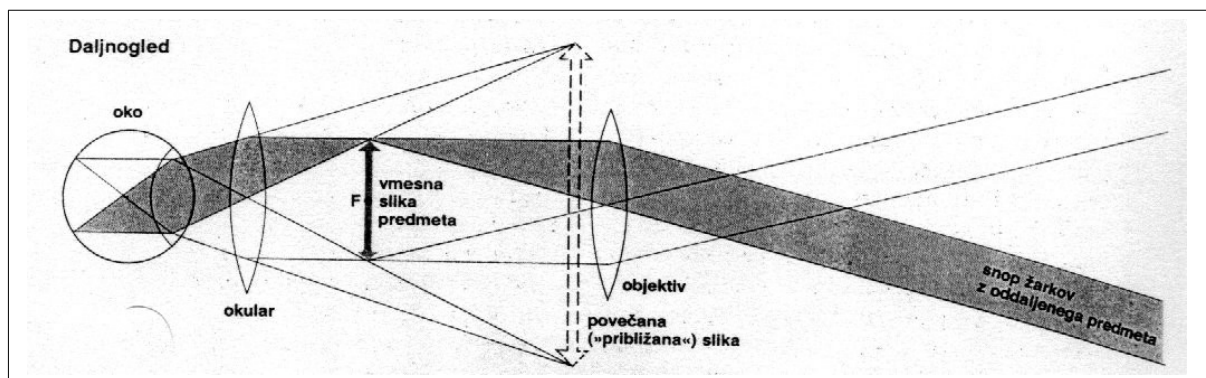


### Napotki za opazovanje z očali:

V primeru, da ima daljnogled gumijaste nastavke za zasenčenje stranske svetlobe, le te odstranite, da se z očali čimbolj približate lečam in nastavite daljnogled povsem k očalom.



Potek skozi daljnogled in prizme



Tukaj vidimo kako se svetloba lomi na lečah pri daljnogledu

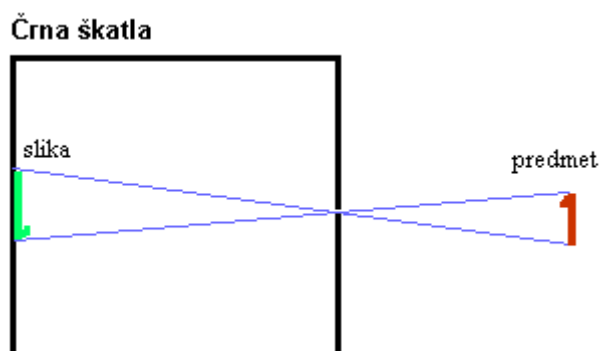
## FOTOAPARAT

Začetki fotografije segajo že krepko v 19. stoletje. Zaradi svoje bogate tradicije in zgodovine se je do danes razvilo veliko različnih vrst fotografskih aparatov. Na začetku so bile to velike okorne škatle, ki so imele namesto objektiva majhno luknjico (*pin-hole cameras*). Nato so namesto luknje začeli vgrajevati stekleno lečo. Spredaj so dodali meh in kamera je bila opremljena z učinkovitim orodjem za spreminjanje zornega kota. Počasi so okorne črne velikanke postajale vse manjše, hkrati pa so v njih vgrajevali vse več elektronike. In ker je fotografija svetovni pojav, je pogosto razvoj jemal svoja pota. Tako smo prišli do raznolikosti fotoaparatov, ki jo poznamo zdaj.

### Kako deluje fotoaparat...

#### Opis kamere oziroma fotoaparata:

Kamera je pravzaprav lepo oblikovana škatla, v katero vstavimo film. Njena glavna naloga je, da na film spusti svetlobo. Prve kamere so bile t. i. *camere obscurae*. To so bile črne sobe, malo pozneje pa črne škatle, ki so imele majhno luknjico, skozi katero je pronicala svetloba. Ta je na zadnjo steno projicirala obrnjeno sliko, in če smo tja postavili na svetlobo občutljivo snov (kot npr. srebrov bromid), se je slika zapisala. Od tod tudi izvira nastanek imena fotografija (*staro-grško: foto - svetloba, grafein - pisati*). Preprosta črna škatla je skicirana na spodnji sliki.



Današnje kamere pa so vse kaj več kot samo navadne črne škatle. Kot prvo imajo zaklop, ki uravnava, kdaj in koliko časa bo svetloba padala na film. Običajno se nahaja neposredno pred filmom in je sestavljen iz dveh lamel oz. zaves. Obstajajo tudi drugi zaklopi - npr. taki, ki so krožno-srpaste oblike (tako kot zaslonka) in se nahajajo v objektivu - vendar se bomo tukaj ukvarjali predvsem s prvimi.

Potem imajo zrcalo in penta-prizmo. Zrcalo je pred zaklopom, prizma pa nad zrcalom, oboje pa ima funkcijo, da svetlobo, ki pride skozi objektiv v kamero, preusmeri v iskalo (*ang. view finder*) - prostor, kjer gledamo sliko z očesom. Če je iskalo malo boljše (npr. malo poveča sliko ali pa omogoča gledanje tudi nekaj cm proč), mu pravimo okular. Svetlost slike v okularju je odvisna od največje odprtine na objektivu - večja kot je ta, svetlejšo sliko gledamo.

V kameri je tudi motor, ki poganja avtomatično ostrenje - avtofokusiranje (AF) na objektivu. Nekateri modeli objektivov (boljši Canonovi in Sigmini) imajo še dodaten motor v objektivu,

ki še pospeši avtofokusiranje. Spreminjanje goriščne razdalje na zoom objektivih je izpeljano ročno (Minoltina serija XI je poskusila tudi z avtozoomiranjem, a se to v praksi ni obneslo).

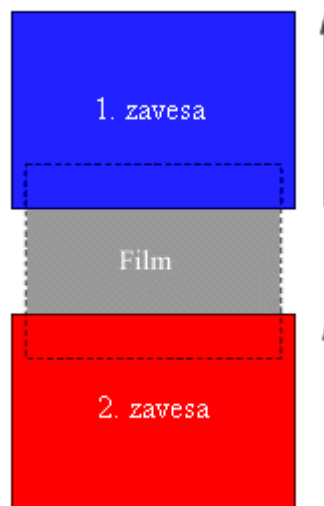
Poleg tega pa je v kameri še vse polno elektronike. Od te je še najpomembnejša TTL (*ang. through the lens* - skozi objektiv) elektronika, ki skrbi za to, da kamera oceni pravilno osvetlitev filma na podlagi svetlobe, ki se je odbila od predmeta in nato prišla v kamero skozi leče v objektivu. Pred izumom TTL elektronike se je pravilno osvetlitev vedno nastavljalo ročno.

Senzorji za zaznavo svetlobe so pri tem lahko nameščeni ali na polprepustnem zrcalu ali na prizmi. V kamero vgrajeni računalnik nato analogne podatke o vpadli svetlobi preračuna v ustrezno kombinacijo časa osvetlitve oz. ekspozicije (ali tudi zaklopnega časa) in zaslonke.

### Delovanje fotoaparata:

Kaj se torej zgodi, ko pritisnemo na sprožilec?

1. Zaslonka (v objektivu) se zmanjša na nastavljeno vrednost - kajti ves čas, ko smo opazovali sliko, je bila postavljena na največjo vrednost.
2. Zrcalo se dvigne - v iskalu slika izgine, ker gre zdaj svetloba proti filmu in ne proti prizmi.
3. Odpre se zaklop. Kot že omenjeno, je ta iz dveh zaves. Pred sproženjem pokriva prva zavesa ves okvir (slikco na filmu). Po pritisku na sprožilec se prva zavesa umakne in na film pada svetloba. Po preteku časa osvetlitve začne prvi zavesi slediti druga, ki začneja prekrivati film.



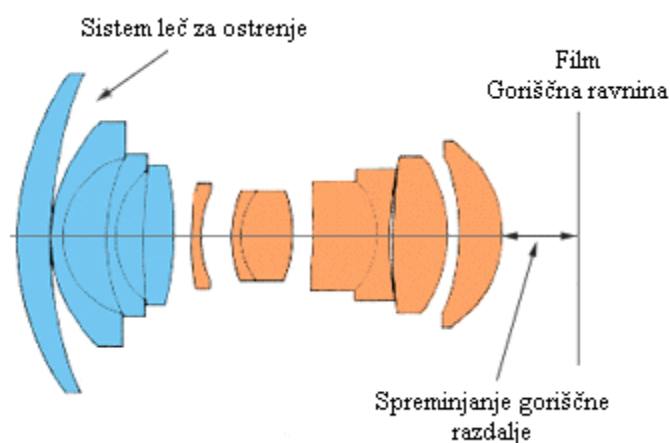
4. Zdaj se zrcalo vrne v svoj spodnji položaj in svetloba se spet preko njega in prizme odbija v iskalu.
5. Zavesi zaklopa se postavita v prvotni položaj, hkrati pa se v objektivu zaslonka ponovno odpre na največjo velikost.

Kvaliteta slike je prvotno odvisna od kvalitete objektiva oz. od leč v njem. Kamera s svojo elektroniko le pripomore, da lahko kontroliramo objektiv in da ocenimo pravilno osvetlitev filma. Pri samem procesu osvetljevanja kamera sodeluje z zaklopom in s filmom (plošča za

njim mora biti ravna). Kaj se med slikanjem dogaja v objektivu, je opisano v poglavju o objektivih.

### Objektiv:

Če rečemo, da je kamera telo in duša fotoaparata, potem je objektiv srce. Brez objektiv ne moremo narediti slike. (To ni čisto res - v *cameri obscuri* ni objektiv, temveč samo drobcena luknjica, ki prepušča svetlobo. A na tak način danes tako in tako nihče več ne dela.) V objektivu so namreč leče, ki prepuščajo in lomijo svetlobo. Najenostavnejši objektiv pri kompaktnih kamerah imajo samo eno lečo, najboljši objektiv SLR kamer pa so sestavljeni iz več deset leč, ki so združene v več skupin. Še posebej je veliko leč pri zoom objektivih, kjer je potrebno zaradi spremenljive goriščne veliko prilagajanj in popravkov.



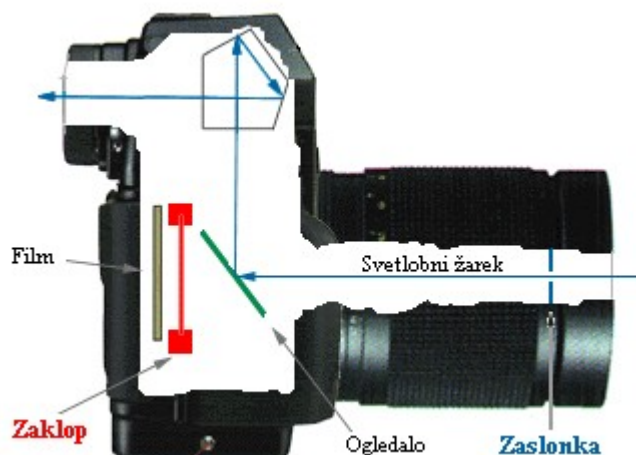
Sistem leč v objektivu

Na zgornji sliki je primer takega sistema leč. Modro obarvane leče so sprednje leče, ki s svojim drsenjem nastavljajo ostrino. Zada pa vidimo razmak med lečami in goriščno ravnino, v katero je nameščen film. S spreminjanjem razdalje leč do te ravnine se spreminja goriščna razdalja, s tem pa zorno polje. Slednje je možno le pri zoom objektivih, kajti t. i. fiksni objektiv imajo stalno (nespremenljivo) goriščno razdaljo. Naj opozorim samo na to, da se goriščna razdalja ne meri od konca leč, kot bi bilo to možno sklepati iz slike, temveč od optičnega središča leč. To je nekje v sredi med lečami, kjer bi imeli sredino ene leče, če bi ves sistem leč uspeli stlačiti v to eno samo lečo.

V objektivu pa niso samo leče. V objektivu je še ena zelo pomembna stvar - zaslonka. To je iz srpastih plošč sestavljena naprava, ki ima v sredini odprtino. Glede na to, kako se srpaste ploščice nastavijo, se ta odprtina lahko večja ali manjša. Zaslonko ljudje pogosto *zamenjujejo z zaklopom*. Zato naj poudarim zdaj še glavne razlike med njima:

- Zaklop je v telesu kamere (za zrcalom in pred filmom), zaslonka pa je v objektivu.
- Zaklop je iz dveh pravokotnih zaves, zaslonka pa iz več ploščic srpaste oblike, ki v sredini tvorijo približno odprtino v obliki kroga.
- Namen zaklopa je, da spusti svetlobo na film in s tem, kolikor časa je odprt, določa, koliko svetlobe pade na film. Pri zaslonki ne moremo določiti, koliko časa bo odprta

(ker je vedno odprta), temveč kako velika bo odprtina, skozi katero bo nato svetloba prišla v kamero in na film.



Objektiv se priklopi na telo kamere preko posebne ploščice (nekateri starejši modeli imajo še vedno navoje), ki ji pravimo bajonet. Na tej ploščici so stiki, ki prenašajo informacije iz kamere v objektiv in obratno. Pri AF objektivu pa mora biti tudi priključek na motor v kameri, ki poganja avtomatično ostrenje na objektivu.

Niso vsi objektivni dobri za vse kamere. Vsako podjetje ima na svojih kamerah svoje posebne bajonete, tako da objektiv, ki jih izdeluje npr. Canon, niso uporabni na Nikonovih in Pentaxovih kamerah. Obstajajo pa tudi podjetja, ki pa so bolj svetle izjeme kot pravilo - npr. Sigma, ki poleg za svoje kamere izdelujejo tudi objektivne za druge tipe bajonetov (Nikon, Canon, Minolta, Pentax).

Objektivni se razlikujejo po tem, kakšno goriščno razdaljo imajo. Več o tem si preberite v poglavju o vrstah objektivov, tukaj naj le omenim, da poznamo širokokotne, normalne in teleobjektivne.

Drug pomemben podatek, ki opisuje objektiv, je svetlobna moč. To je razmerje med goriščno razdaljo in največjim premerom odprtine zaslonke v objektivu.

Svetlobna moč = Goriščna razdalja / Premer največje odprtine zaslonke

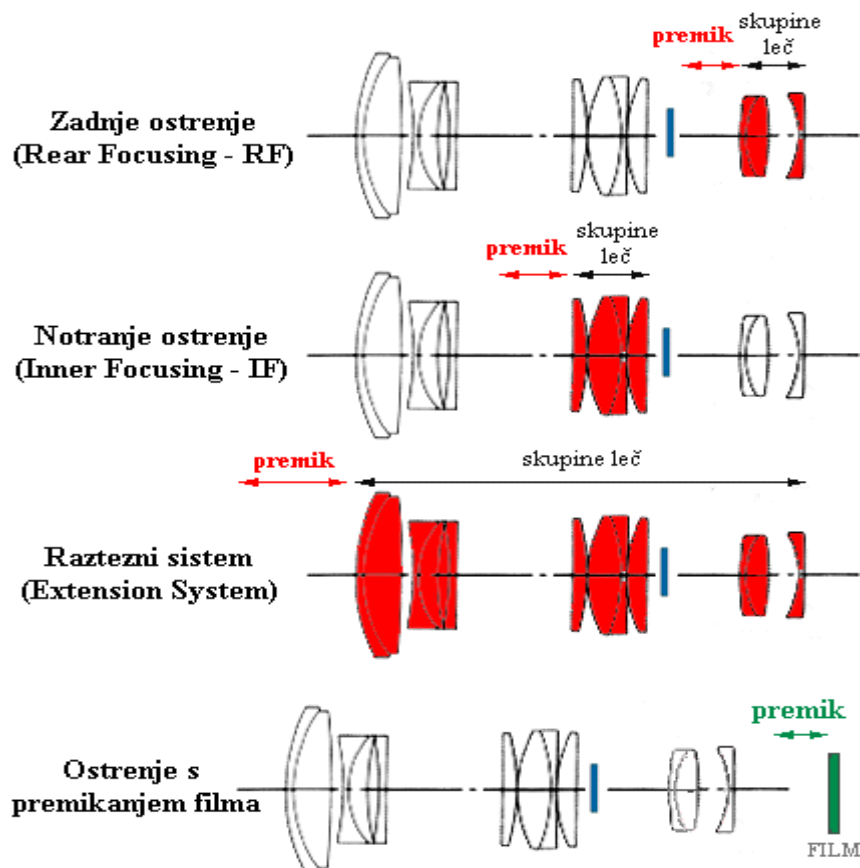
Svetlobna moč je običajno zapisana v obliki  $f/\text{zaslonsko\_št.}$ . Včasih se  $f$  spredaj tudi izpusti in zapiše npr. samo 5.6.

Poleg svetlobne moči pa moramo poznati tudi premer objektiv (v milimetrih), saj le tako vemo, katere filtre (in obročke, predleče, tele-konverterje) bomo potrebovali za naš objektiv. Ti se namreč navijejo kar na konec objektiv, širina navoja objektiv pa se mora seveda ujemati s širino navoja filtra. Obstajajo tudi prehodni navoji, ki premoščajo razliko med različnima navojema objektiv in filtra (če ta ni večja od 10-20 mm), vendar je to lahko le začasna rešitev. In še to: če večji filter dajemo na ožji objektiv, to še gre, v obratnem primeru pa filter na robovih že prekriva objektiv, posledica tega pa so temni posnetki na robovih posnetkov.

Večina objektivov ima možnost (poleg ročne) avtomatične ostritve (*ang. autofocus - AF*). To se na objektivu vidi tako, da ima majcen vtič, ki preko bajoneta sprejema vrtljaje motorja iz kamere. Nekateri proizvajalci v svoje boljše (in dražje) objektivne vgrajujejo še dodatni motor, ki zagotavlja tišje in še hitrejšo ostrenje (tako ima Canon sistem USM, Sigma pa HSM).

Ne glede na vrsto ostrenja je pomembno tudi, kako ostrenje poteka znotraj objektivna - katere leče se pri ostrenju premikajo. Glede na to lahko rečemo, da obstajajo različni sistemi ostrenja.

### Sistemi ostrenja:



Pri zadnjem ostrenju se premika ena ali več leč za zaslonko. Zaradi njihove majhne velikost in teže je AF zelo hitro. Pri zadnjem ostrenju se vseeno lahko spreminja dolžina objektiv. Če pa se ne, potem imamo pravzaprav opravka z notranjim ostrenjem.

Za notranje ostrenje je značilno, da se pri ostrenju premika ena (ali več) od skupin znotraj objektiv. Pri tem se fizična dolžina objektiv ne spreminja. Omogoča hitro ostrenje in izdelavo majhnega ter lahkega objektiv.

Pri raztezni sistemih se pri ostrenju premikajo sprednji elementi leč ali pa kar vse leče. Pri tem se dolžina objektiv spreminja, kar je povezano tudi z vrtljivim prednjim elementom. Ostrenje s takim sistemom je relativno počasno. Večina zoom objektivov je tega tipa.

Kamere Contax AX pa uporabljajo čisto drugačen pristop - namesto, da bi se pri ostrenju premikale leče, se premika ravnina s filmom. Tako ni več potrebno težavno premikanje leč, premik pri ostrenju pa je majhen. Prednost tega sistema je zelo hitro in dobro ostrenje, še posebej na krajše ostrenje. Slabost pa je v izredno dragi izvedbi in v težavah pri ostrenju na daljših tele objektivih (300 mm in več), kjer je potrebno pred-ostrenje.

Najpomembnejše pri teh sistemih je, kako hitro ostrenje omogočajo in pa če se prednji elementi pri ostrenju vrtijo. Bolje je, da se ne, saj potem lažje uporabljamo nekatere filtre, ki jih nastavljamo z vrtenjem. Tako imamo npr. pri uporabi cirkularnega polarizacijskega filtra težave, če se med ostrenjem prednji element (navoj za filtre pa zraven) premika, saj se nam tako vedno znova in znova podirajo nastavitve. Pri zadnjem in notranjem ostrenju se prednji elementi ne premikajo, pri razteznih sistemih pa se. Zato toplo priporočam vse objektivne z notranjim ostrenjem, čeprav so tisti na raztezni sistem cenejši. Seveda pa to ne pomeni, da so vsi objektivni z razteznim sistemom ostrenja slabi. Nasprotno, obstaja mnogo odličnih profesionalnih objektivov, ki deluje na ta način.

Še najpomembnejša stvar pri objektivu pa je kvaliteta njegovih leč. Žal nam te iz prospektov in tehničnih specifikacij ne bo uspelo razbrati. Kako pa jo le odkrijemo? Najbolj zanesljiva metoda je, da sami opravimo poskuse. Če pa nismo tako izkušeni, lahko zaupamo mnogim strokovnjakom, ki to počnejo za nas in rezultate nato objavljajo v znanih foto revijah. Pri lečah obstaja veliko možnosti napak oz. s tujko aberacij. Te so tako značilne za optične naprave, da sem jim namenil posebno poglavje po opisu vrst objektivov.

### Vrste objektivov:



Objektive, tako kot vsako drugo stvar, lahko delimo po veliko kriterijih. Največkrat pa se jih deli glede na zmožnost avtomatičnega ostrenja in glede na njihovo goriščno razdaljo.

Po prvem kriteriju poznamo:

- M objektiv: z njimi ostrimo lahko samo ročno; taki so recimo vsi objektivni na kamerah podjetja Leica
- AF objektiv: z njimi lahko ostrimo tako ročno kot avtomatično s pomočjo kamere



Še večja pa je delitev objektivov glede njihove goriščne razdalje. Tu poznamo dve delitvi. Prva je delitev na:

- fiksne objekte: ti imajo samo eno goriščno razdaljo, en zorni kot
- zoom objekte, (vario-objekte, objekte s premično goriščnico): taki objektiv lahko zvezno spreminjajo goriščno razdaljo v nekem razponu (npr. 28-70, 100-300)

Na splošno so fiksni objektiv boljši od zoomov. Imajo boljše optične lastnosti in manj "boleha" za znanimi optičnimi napakami. Zoomi so namreč vedno kompromis med udobjem in kvaliteto. Na račun večje uporabnosti zaradi široke palete zornih kotov, ki jih ponujajo zoomi, trpi kakovost. Zoomi zaostajajo tako po svetlobni moči kot po ostrini in barvni kontrastnosti. Pri zoomih je tudi pogostejša napaka popačenja in zasenčenja.

Drugače pa delimo objekte glede na goriščno razdaljo na:

- širokokotne objekte (*ang. wide-angle*)
- normalne objekte
- tele objekte

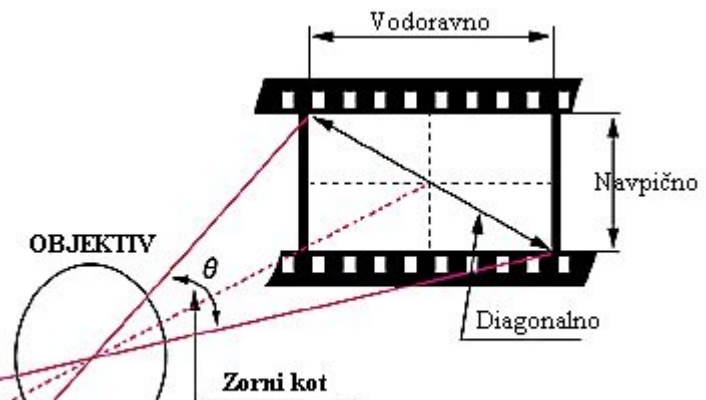
### Širokokotni objektiv

Najbolj na splošno so to objektiv, ki imajo goriščno razdaljo manjšo od normalne. V praksi pa so to objektiv, ki imajo goriščnice do nekako 35 mm. Tudi tukaj bi lahko našli nekaj skupin. Objektivom z najmanjšimi goriščnicami, ki pokrivajo zorni kot skoraj 180 %, pravimo ribje oko (*ang. fish-eye*). Tisti, ki imajo goriščnice med 8 in 14 mm (slika levo), dajo močno popačeno okroglo sliko, tisti od 14 do 20 mm (slika desno), pa dajo običajno podolgovato panoramsko, a še vedno močno popačeno sliko. Nad 18 mm ne govorimo več o ribjem očesu, temveč o navadnem širokokotniku. Med širokokotnimi zoom objektiv so pogosti taki z razponom 17-35 in 20-35 mm. Najboljši imajo svetlobno jakost 2.8, malo slabši pa 3.5-4.5. Širokokotniki so uporabni predvsem pri slikanju pokrajin, kjer potrebujemo veliko globinsko ostrino, uporabljamo pa jih tudi takrat, ko hočemo na posnetek spraviti čim več (npr. pri slikanju notranjosti, slikanju zgradb).



### Normalni objektiv

To so objektiv, katerih goriščnice so ravno tako dolge, da je njihov zorni kot enak tistemu, ki ga ima človeško oko (pri tem običajno mislimo zorni kot glede na diagonalo slike - glej sliko desno). To pa je ravno goriščnica okoli 50 mm. Zoom normalnih objektivov ni, ker je področje, kjer je zorni kot enak človeškemu, zelo majhno (50 mm  $\pm$  5 mm) in bi bila izdelava takega zooma nesmiselna. Zato pa med normalnimi objektiv cvetijo fiksni in so ponavadi tudi svetlobno izredno močni (f/1.0 do f/2.8). Včasih, ko še ni





bilo zoom objektivov, so bili taki normalni objektiv daleč najbolj pogosti objektiv. V kompaktnih kamerah pa se poleg 50 mm objektivov na veliko uporabljajo tudi 35 mm, ki pa je že v širokokotnem področju.

Preden nadaljujemo še s tele objektiv, ne smemo mimo najbolj pogosto uporabljane zoom kategorije. To je področje med 24 mm in 105 mm. V tem področju poznamo veliko zoomov, najbolj pogosti pa so 28-70, 35-70 in 28-105. Na spodnjem koncu so torej širokokotni, nato pa preko normalnega dela preidejo v spodnji tele del (do 120 mm), ki je zelo uporaben pri fotografiranju portretov. Obstajajo seveda tudi ekstremni zoomi, ki delujejo na področju 28-200 mm ali še večjem, vendar se pri teh kompromis udobnosti na račun kvalitete že kar precej pozna. Dobro, če slikamo predvsem družinska srečanja, na zabavah ipd. in nato razvijemo slike 9 x 13. Potem bo tudi tak objektiv zadostoval. Drugo vprašanje je seveda, če ne bi ceneje prišli skozi z nakupom kompaktne kamere z 38-140 mm zoomom.



Tele objektiv:

Tele področje lahko razdelimo na tri dele:

- spodnji tele, ki se začne nekje pri 80 mm
- srednji tele, ki je med 150 do 300 mm
- zgornji ali ultra tele, ki je od 300 mm naprej (do 1000 mm in še več)

Spodnji tele del se uporablja predvsem v portretni fotografiji, tudi pri slikanju pokrajin in arhitekture. Del med 90 in 120 mm pa je tudi najbolj cenjen v makro fotografiji, pri kateri pridejo slike na filmu v razmeju do predmetov v naravi vse tja do razmerja 1:1.

Srednji tele del se najbolj uporablja. Pri zoom objektivih je pogosto združen s spodnjim tele delom, tako da imamo potem objektiv 70-210, 100-300 ali celo 70-300. Srednji tele se uporablja pri slikanju arhitekture, narave, športnih dogodkov itd. Zoom objektiv običajno pešajo na zgornjem koncu (nad 200 mm), zato je dobra ideja - če je cenovno dosegljiva - da imamo en dober 70-200 zoom objektiv, nato pa še en 300 mm fiksni tele objektiv.

*Tukaj naj podam še majhen nasvet. Če boste v svoji zbirki imeli nekaj zoom in nekaj fiksnih objektivov, potem naj bodo fiksni na koncu delovnega področja (npr. pri 20 mm in 300 mm), saj se ravno tam zoomi najslabše obnesejo. V sredini je smislen edino svetlobno zelo močen normalni objektiv (50 mm, f/1.4) in pa makro objektiv (50 mm ali 90 mm).*

Ultra tele področje je ponavadi že tisto, ki amaterjem ni toliko zanimivo, še manj pa cenovno dostopno. Do tega področja lahko pridemo tudi z uporabo navadnih tele objektivov, če zraven uporabimo še tele konverter. To je naprava podobna objektivu, ki se namesti med kamero in tele objektiv. Njegova glavna naloga je, da podaljša goriščno. Poznamo dve izpeljanki: 1.4x in 2x (na sliki desno). Prvi podaljša goriščno za 1.4x (npr. 200 mm v 280), a hkrati zmanjša svetlobno moč za eno stopnjo (iz npr. f/2.8 na f/4). Drugi podaljša za 2x, a tudi zmanjša svetlobo za 2x (iz. f/2.8 na f/5.6). Glavna slabost tele konverterjev je torej ta, da poslabšajo običajno že tako slabo svetlobno moč tele objektivov, ki imajo ponavadi f/4 ali več (le profesionalne izvedbe, kot ta na zgornji sliki pod naslovom - Sigma 70-200 EX HSM, imajo f/2.8). Druga



slabost pa je, da je slika, če uporabljamo tele konverterje, manj ostra in kontrastna, torej optično slabša, kot če bi imeli tele objektiv iste goriščnice.

Zato imajo profesionalci raje kot navadne tele objektivne plus konverterje prave ultra tele objektivne, katerih goriščnica je lahko 1000 mm, 2000 mm in še več. So pa vsi ti objektivni izredno veliki in težki, zato jih brez močnih in kvalitetnih stojal ne moremo uporabljati. Obstaja pa še ena vrsta tele objektivov - zrcalni objektivni. Ti imajo namesto leč konkavno zrcalo, podobno kot astronomski teleskopi. Njihova glavna prednost je, da so zaradi uporabe zrcala veliko manjši od tistih v klasični izvedbi z lečami. Imajo pa tudi slabost - vsak zrcalni objektiv ima lahko samo eno "zaslonko", običajno f/8.



Za konec bi samo še omenil objektivne s popravkom perspektive ali PC objektivne (*ang. PC - perspective control*). Pri slikanju visokih zgradb, kot so cerkve, gradovi, stolpnice ipd. se zgodi, da moramo zato, da dobimo vse na sliko, nagniti fotoaparati. To pa povzroči popačenje perspektive, saj film (in s tem goriščna ravnina) pri nastanku posnetka ni bil vzporeden s predmetom slikanja. Na fotografiji se to vidi tako, da se navpične linije stekajo oz. ožajo proti vrhu posnetka. Tako so navpični zidovi visoke zgradbe namesto vzporedni proti vrhu vse ožji. To lahko popravimo tako, da slikamo z višjega stojišča - če npr. slikamo cerkev, gremo slikat v sosednjo hišo iz drugega ali tretjega nadstropja. Vedno pa to ni mogoče; takrat moramo, če nočemo imeti popačenega posnetka, uporabiti PC objektiv, ki z zamikom žarkov in s tem spravljanjem žarkov na pravokotno pot proti filmu, popravi popačenje perspektive. So pa tovrstni objektivni zelo dragi, tako da za povprečne amaterje niso zanimivi.

### Funkcije sodobnih fotoaparatorov oziroma kamer:

Sodobne kamere so z vso svojo elektroniko pravo čudo tehnike. Ravno tako pa tudi ni čudo, da smo v vsej tej poplavi raznih funkcij malce izgubljeni. V naslednjih vrsticah zato razlagam glavne pojme in funkcije sodobnih kamer.

#### Osvetlitev

Količina svetlobe, ki pade na film, je odvisna od:

- časa osvetlitve (ekspozicije)
- zaslonke

Čas osvetlitve je čas, ko je zaklop odprt in svetloba pada na film. Navaja se v sekundah ali v delih sekunde (30 s, 2 s, 1/30 s, 1/500 s). Zaslonka pa je posebna naprava iz srpastih ploščic, ki v sredini oblikujejo luknjo v obliki kroga (natančneje poligona, ker rob ni ravno krožnica, temveč je iz večih daljic). Pri tem se velikost luknje meri z zaslonkim številom (*ang. f-stop number*), krajše radi rečemo kar zaslonka:

Zaslonsko število = Goriščna razdalja / Premer odprtine

Tako npr. zaslonko število 2.8 pove, da je goriščna razdalja 2.8x večja od premera odprtine. Zaslonsko št. 2.8 zapišemo raje kot: f/2.8. Iz formule za izračun zaslonkega števila sledi, da z večanjem odprtine zaslonko št. pada (in obratno). Zaslonsko št. pri največji možni odprtini zaslonke imenujemo tudi svetlobna moč objektiva.

Zaslonska št. radi podajamo v lestvici, kjer vsako naslednje število pomeni 2x manjšo odprtino. Ker ima odprtina približno obliko kroga, premer odprtine pa je sorazmeren polmeru, lahko po uporabi osnovnošolske matematike in formule za ploščino kroga vidimo, da 2x manjši krog pomeni za koren iz 2 manjši premer (polmer). Zato serija zaslonskih števil v bistvu predstavlja kroge, katerih ploščina se prepolavlja. Poglejmo si to lestvico: 1, 1.4, 2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16, 22, 32 (števila se zaokrožujejo). Zaslonsko št. 1 predstavlja 2x večjo odprtino kot zaslonsko št. 1.4, 4x večjo kot 2 in 8x večjo odprtino kot za 3 stopnje večje št. 2.8.

Kombinacija časa osvetlitve in zaslonskega št. nam določi, koliko svetlobe bo padlo na film. Vzemimo en tak par: 1/125 s in f/5.6. Ista količina svetlobe bo padla na film pri drugi kombinaciji, kjer bomo zaslonko za toliko zmanjšali, za kolikor bomo čas podaljšali. Npr. da prepolovimo odprtino zaslonke - potem moramo čas podvojiti. Isto osvetlitev nam torej da tudi kombinacija 1/60 s (približek!  $125 : 2 \sim 60$ ) in f/8. Nekaj takih kombinacij si lahko ogledate v orientacijski osvetlitveni tabeli.

- občutljivost filma

Tretja stvar, ki vpliva na pravilno osvetljen film je občutljivost filma. Bolj kot je ta občutljiv, manjše zaslonke lahko uporabljamo pri istem času oz. krajši čas lahko uporabimo pri ist zaslonki. Občutljivost filma se meri v ISO številih, 2x večje število predstavlja 2x bolj občutljiv film (in obratno). Srednje občutljiv film ima ISO št. 100, manjša števila imajo manj občutljivi filmi, večja št. pa bolj občutljivi filmi. Tako je film ISO 50 2x manj občutljiv kot film ISO 100, film z ISO 3200 pa je 32x bolj občutljiv. Na bolj občutljiv film torej lahko slikamo pri manj vpadle svetlobe na film. Pri tem pa obstaja en problem: bolj kot je film občutljiv, bolj ima ta tendenco, da se delci plasti na filmu združujejo v zrna - pride do pojava *zrnatosti* (s tujko *granulacije*). Zato je optimalno slikati na najmanj občutljiv film, ki si ga lahko privoščimo v danih svetlobnih razmerah.

### Globinska ostrina

Še en pojem je izredno pomemben v fotografiji. To je globinska ostrina. Ta nam pove, koliko stvari bo na fotografiji ostrih glede na predmet, na katerem smo ostrili sliko. Ostrina se razporedi na 1/3 pred glavnim predmetom in 2/3 za njim. Na posnetku z veliko globinsko ostrino je poleg glavnega predmeta ostro vidna tudi okolica, nasprotno pa je pri posnetkih s slabo (majhno) globinsko ostrino oster samo glavni predmet, vse ostalo na posnetku pa je bolj ali manj zabrisano, nejasno, neostro.

Na globinsko ostrino vplivamo na tri načine:

- z zaslonko
- z goriščno razdaljo na objektivu
- z razdaljo od predmeta

Globinsko ostrino povečujemo, če uporabljamo manjše zaslonske odprtine (večjo zaslonsko št.), če uporabljamo krajše goriščnice na zoom-objektivu (bolj širokokotno) oz. objektivne s krajšimi goriščnicami ter če se oddaljujemo od predmeta slikanja. Boljše kamere imajo poseben gumb za pregled globinske ostrine (*ang. depth-of-field preview*). Ko ga pritisnemo, se nam zaslonka začasno postavi na nastavljeno vrednost - in s tem lahko skozi iskalo vidimo, kako naša nastavev vpliva na to, kako ostri bodo predmeti tudi pozneje na filmu. Opazili pa

bomo tudi, da pri manjši odprtini (manjši zaslonki) pride manj svetlobe v iskalo - zaslon se zatemni. Pri slikanju na film se to namreč, kot že omenjeno, uravnoteži z daljšim časom osvetlitve.

Osvetlitvena avtomatika (ang. AE (auto exposure) System)

Načini osvetlitvene avtomatike:

- P (*ang. Program*): programska avtomatika; kamera sama izračuna osvetlitev in sama določi ustrezno kombinacijo časa osvetlitve in zaslonke.
- A (*ang. Aperture Priority*): mi izberemo zaslonko, kamera pa nato na podlagi svojega izračuna tej zaslonki priredi ustrezen čas osvetlitve. Uporabno, ko hočemo kontrolirati globinsko ostrino - npr. pri slikanju pokrajin.
- S (*ang. Shutter Priority*): mi izberemo čas osvetlitve, kamera pa nato na podlagi svojega izračuna temu priredi ustrezno zaslonko. Uporabno pri akcijski fotografiji, kjer hočemo s hitrimi časi ustaviti gibanje.
- M (*ang. Manual*): sami izberemo in čas osvetlitve in zaslonko, kamera nas pri tem lahko samo opozori, koliko se naše nastavitve razlikujejo od njenih izračunov.

Metode merjenja osvetlitve:

- Več-segmentno merjenje (*ang. multi-segment*): kamera razdeli zaslon na več segmentov (npr. takih podobnih čebeljemu satovju) in iz njih jemlje podatke o osvetlitvi.
- Sredinsko-poudarjeno merjenje (*ang. center-weighted*): kamera jemlje podatke o osvetlitvi s celega zaslona, večjo težo pa daje tistim poljem na sredini.
- Spot (*ang.*): kamera jemlje samo del v sredini zaslona, ki ne presega 2.5 do 3.5 % vsega področja zaslona.

Razno:

- Posebni programi: *portretni, pokrajinski, športni, makro, nočni...* Ob izbiri enega od teh programov kamera deluje z nastavitvami, ki upoštevajo okoliščine, zaradi katerih smo program izbrali. Npr. pri nočnem programu bo kamera svoje nastavitve prilagajala tako, da bo čas osvetlitve kar se da dolg, nasprotno pa bo pri pokrajinskem nastavljal kar se da majhno zaslonko (veliko zaslonko število!), zato da bi bila slika ostra v čimvečjem delu.
- Popravek osvetlitve (*ang. exposure compensation*): ta funkcija nam omogoča, da povečamo/zmanjšamo stopnjo osvetlitve tako, da po stopnjah (običajno 1/2 ali 1/3 EV) ali zmanjšujemo/povečujemo zaslonko št. ali daljšamo/krajšamo čas osvetlitve. Kamera sama oceni, kako bo osvetlitev spremenila - s časom ali z zaslonko.
- Popravek osvetlitve bliskavice (*ang. flash exposure compensation*): popravljamo samo jakost bliska, nastavitve časa in zaslonke ne spreminjamo.
- Programski premik (*ang. Program shift*): ta funkcija nam omogoča, da preprosto po stopnjah povečujemo ali zmanjšujemo ustrezno kombinacijo čas - zaslonka, s tem da ostaja osvetlitev vedno enaka.
- Serija (*ang. autobracketing*): pri izbiri te funkcije naredimo več slik (3, 5, 7) istega motiva pri različnih osvetlitvah (npr. 3 slike osvetljene -1 EV, 0, +1 EV).

Uporabno predvsem pri slikanju na diafilm, ki je zelo občutljiv in si hočemo z izdelavo serije zagotoviti, da bo vsaj ena od slik v seriji pravilno osvetljena.

- Večkratna osvetlitev (*ang. multiple exposures*): na isto sliko na filmu lahko naredimo več posnetkov, ker se po izdelavi enega posnetka film ne zavrti naprej.
- Ročna nastavitev filma: večina filmov ima v t. i. DX kodi zapisano svojo optimalno občutljivost, večina kamer pa zna to kodo prebrati. Včasih si želimo prelisičiti kamero in nastaviti drugačno občutljivost od tiste deklarirane, to pa nam omočiča ta funkcija.
- Zaklenitev osvetlitve (*ang. AE lock*): možnost, da izmerimo osvetlitev z izbrano metodo merjenja osvetlitve na določenem delu, to shranimo, nato pa premaknemo sliko in jo izostrimo na nekem drugem predmetu.

### Premikanje filma

- Vgrajen motorni pogon: ta omogoča avtomatično napredovanje filma po vsakem posnetku.
- Avtomatično nalaganje (*ang. autoloading*): potem, ko vstavimo film v kamero, se nam film previje do prvega posnetka.
- Avtomatično previjanje (*ang. autorewind*): ko so narejeni vsi posnetki, se začne film avtomatično previjati nazaj v kaseto.
- Največja hitrost slikanja: izražena v fps (*ang. frames per second*), največ koliko posnetkov lahko naredimo v eni sekundi.
- Različne hitrosti napredovanja (*ang. multi-speed advance*): pri serijskem slikanju posnetki nastajajo, medtem ko držimo pritisnjen sprožilec. Boljši modeli kamer imajo to funkcijo, s katero lahko nastavljajo različne hitrosti, pri katerih lahko slikajo na ta način.

### Sistem ostrenja (fokusiranja)

- M (*ang. manual*): ročno ostrenje
- AF (*ang. autofocus*): avtomatično ostrenje
- Vgrajen žarek za pomoč pri ostrenju pomaga ostriti takrat, ko delamo v slabših svetlobnih razmerah (temi). Boljši modeli imajo skoraj infra-rdeč žarek ter projicirajo celo vzorec z vodoravnimi in navpičnimi črtami. Slabši pa kot pomoč uporabljajo bolj ali manj svetle žarke, ki slabo pomagajo, hkrati pa so tudi zelo moteči za okolico.
- Prednost ostrenja (*ang. focus priority*): to je privzeta nastavitve, pomeni pa, da lahko sprožimo posnetek le, če smo predhodno izostrili nek predmet na sliki. Tako je pri tej nastavitvi na posnetku predmet vedno oster, vprašanje je samo, če smo pri tem kazali na pravi predmet. Prav lahko se namreč zgodi, da je kamera izostrila sliko na predmet, ki za nas ni pomemben. Zato bodite vedno pozorni, kje so celice za ostrenje. Boljše kamere imajo več teh celic, med njimi pa lahko preklapljamo. Drug način kontrole ostrenja pa je s pomočjo zaklenitve ostrenja.
- Prednost sprožitve (*ang. release priority*): pri običajnih nastavitvah in vklopljenem AF kamera vedno izostri sliko na nek predmet, predno lahko sprožimo, če pa imamo vklopljeno prednost sprožitve, kamera sproži tudi, če nismo izostrili posnetka. V M načinu kamera prepušča odločitev o ostrenju fotografu, zato bi lahko rekli, da imamo tukaj vedno prednost sprožitve.
- Zaklenitev ostrenja (*ang. AF lock*): možnost, da izostrimo sliko na določenem delu oz. predmetu, to shranimo in nato premaknemo kamero, da dobimo drug pogled oz. sliko z drugačno kompozicijo.

## MIKROSKOP

Kot ime pove te optične naprave, z njo opazujemo majhne predmete. Tudi lupo uporabljamo v ta namen, le da ta ne daje dovolj velike povečave. Večjo povečavo dobimo, če predmet najprej z dodatno zbiralno lečo preslikamo v veliko realno sliko, ki jo nato opazujemo z lupo. Mikroskop je tako sestavljen iz dveh zbiralnih optičnih sistemov – objektiv in okularja.

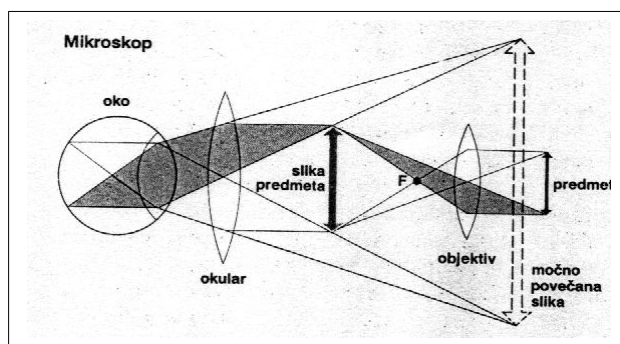
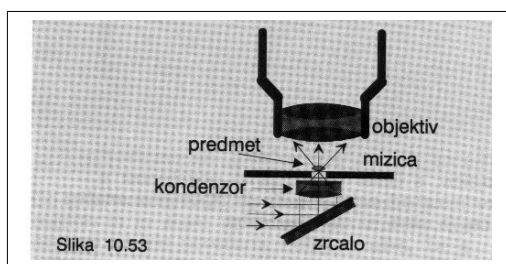
Opazovani predmet postavimo tik pred gorišče objektiv. Ta preslika predmet v povečano, obrnjeno in realno sliko. Povečava objektiv je dana s kvocientom velikosti slike in velikosti predmeta. S slike je razvidno, da lahko ta kvocient izenačimo s kvocientom kjer je goriščna razdalja objektiv.

Realna slika je predmet za preslikavo z okularjem. Premikanje okular, postavimo njegovo gorišče blizu slike, tako da skozi vidimo močno povečano sliko na oddaljenosti od okularja. Povečava okularja je enaka kot pri lupi.

Celotna povečava mikroskopa je kvocient velikosti končne slike in velikosti opazovanega predmeta.

Povečava mikroskopa je produkt povečave objektiv in povečave okularja; je tem večja, čim manjši sta goriščni razdalji objektiv in okularja ter čim bolj sta notranji gorišči obeh leč razmaknjeni (čim večja je tako imenovana dolžina tubusa mikroskopa).

Opazovani predmet, ki je običajno majhen, leži na stekleni ploščici mizice. Pod njo je kondenzator, ki (podobno kot pri projektorju) usmerja svetlobo od objektiv skozi predmet (če je ta prozoren) ali mimo njega (če ni prozoren). Ker ima objektiv majhno goriščno razdaljo, zato da je povečava čim večja, in leži predmet blizu njega, vpada na objektiv širok snop žarkov, zaradi česar so napake preslikave precejšnje. Odpravljanje teh napak je glavni vzrok, da je mikroskop relativno draga zadeva (sestavljen je iz več leč).



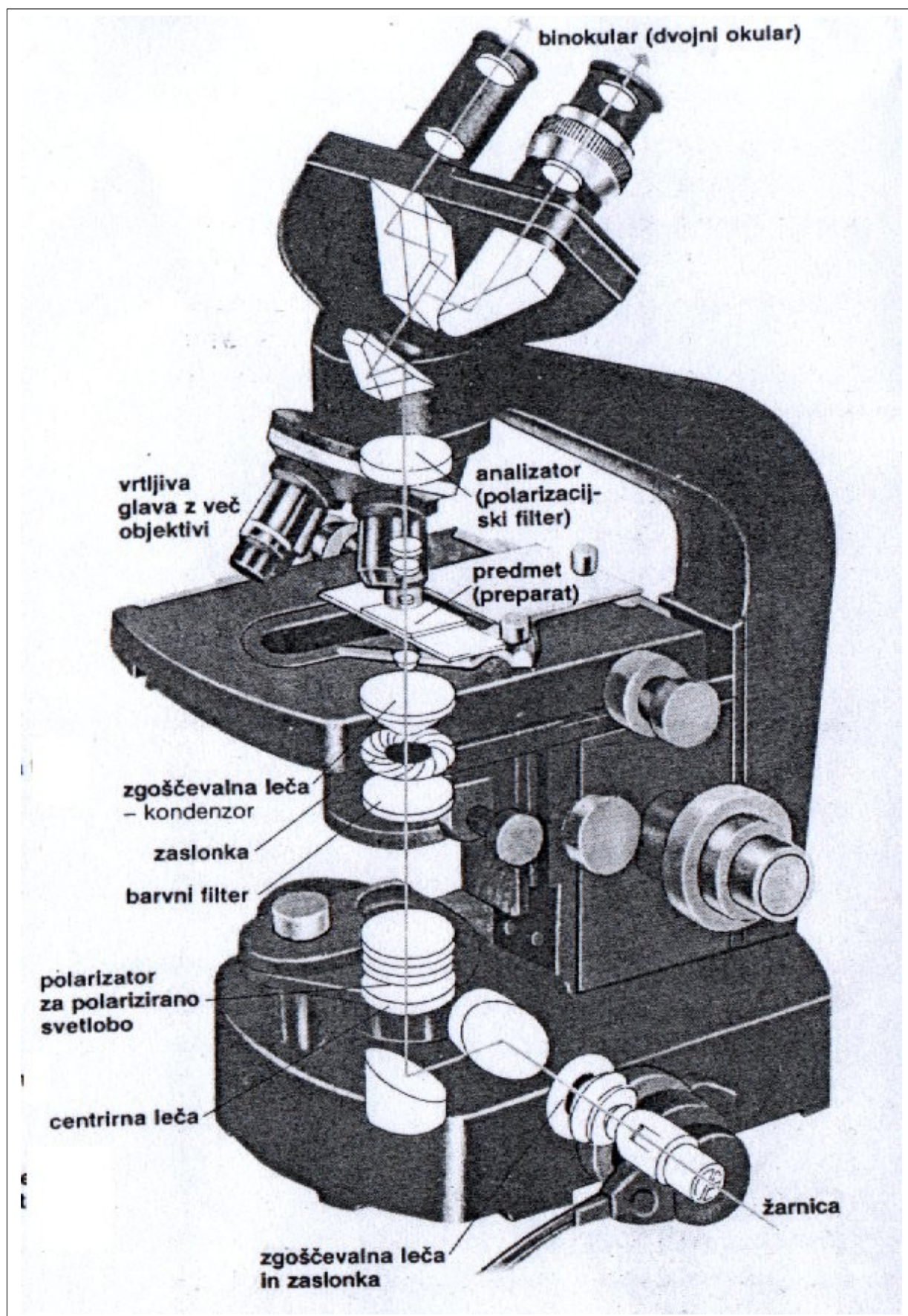
### Vrste mikroskopov:

Svetlobni mikroskopi ter elektronski mikroskopi.

#### Svetlobni mikroskop:

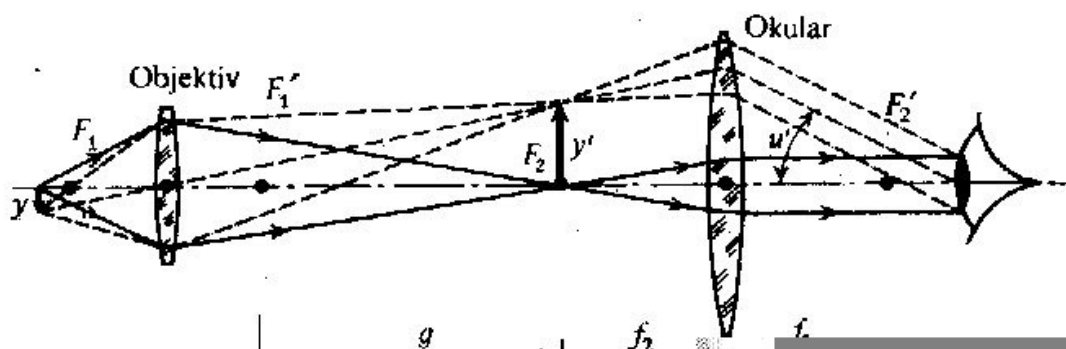
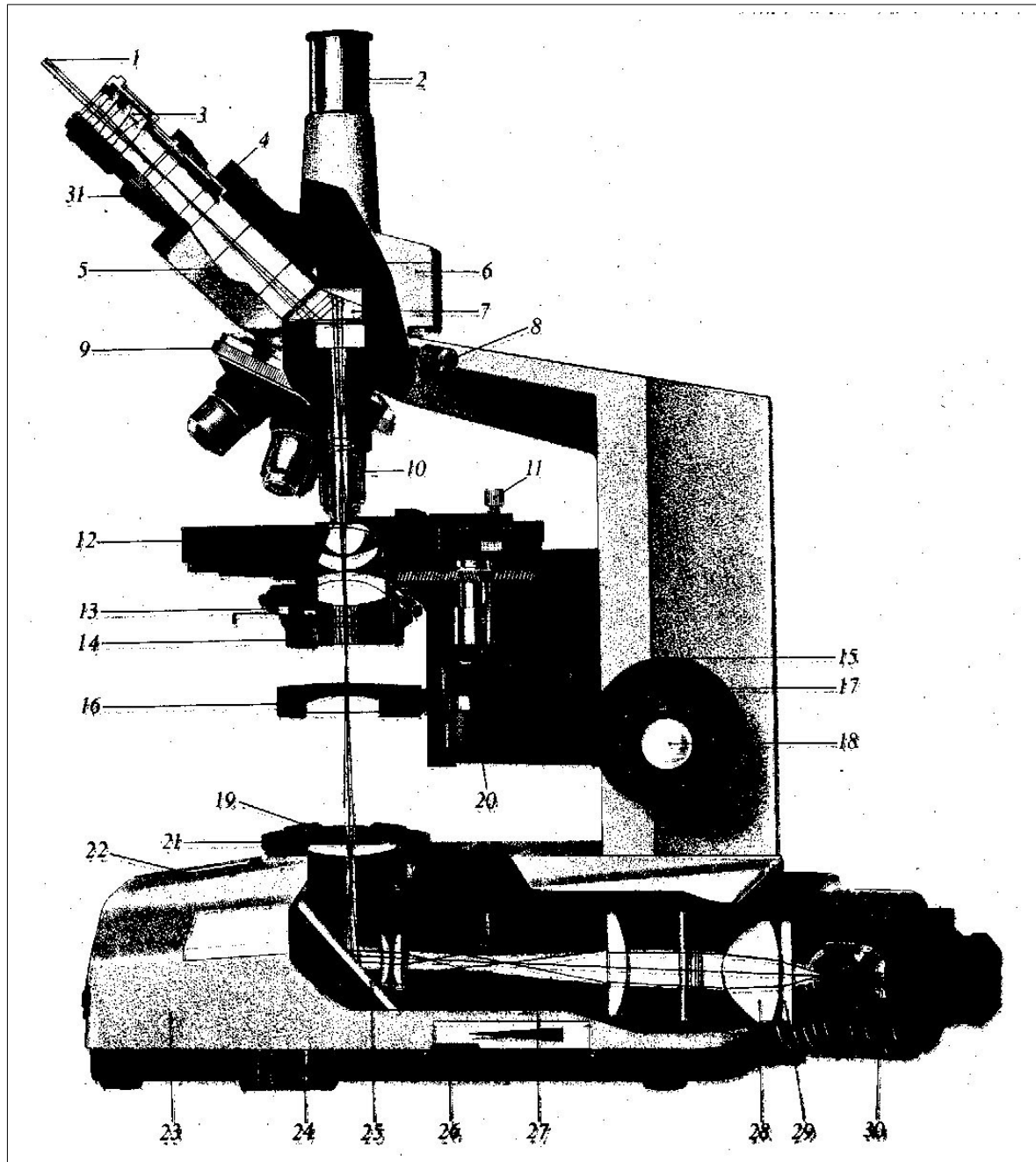
Z mikroskopom lahko opazujemo predmete in strukture, ki so daleč pod mejo vidljivosti s prostim očesom. Na sliki je poševni mikroskop. Za preslikave mora biti predmet pripravljen kot tanka ploščica, podložena na nosilni stekleni podstavek. Svetloba gre skozi kondenzator in zaslonko, da nastane potreben snop žarkov, tega pa zrcalo usmeri in koncentrira na predmet. Pred tem je snop svetlobe s sistemom leč centriran in po potrebi polariziran. Z objektivom povečana slika predmeta se prenese skozi sistem prizem do okularja, kjer se ponovno poveča. Takšen mikroskop zmore do 1000-kratne povečave.





*Elektronski mikroskop:*

Elektronski mikroskop deluje za razliko od svetlobnega na osnovi elektronskih žarkov. Na sliki je prikazan magnetni elektronski mikroskop. Magnetne leče delujejo na žarke kot leče v svetlobnem zaslonu. Elektronski mikroskopi lahko sliko predmeta do 300000 – krat povečajo

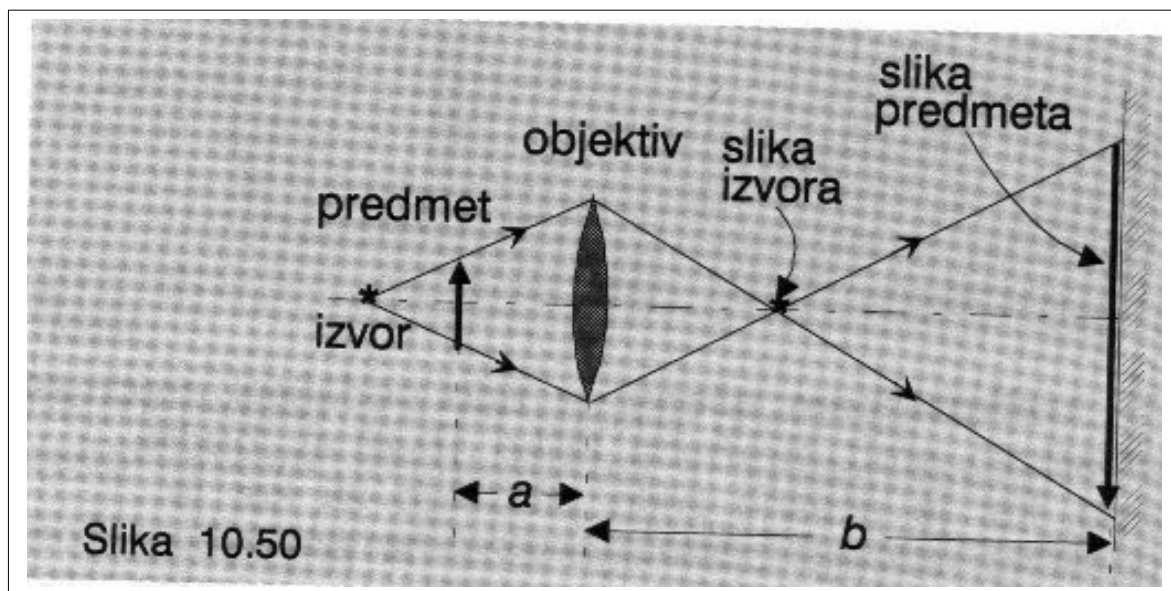




## PROJEKTORJI

S projektorjem preslikujemo predmet na oddaljen zaslon, kjer nastane velika in obrnjena slika realna slika. Projektor zato vsebuje zbiralno lečo s kratko goriščno razdaljo. Ker predmet stoji blizu gorišča leče, vendar bolj oddaljen od leče kot gorišče, drugače ne bi dobili realne slike, se leča imenuje objektiv.

Najpogosteje s projektorjem preslikujemo prozorne predmete, filme, diapozitive, folije, na oddaljen zaslon, pri čemer izkoriščamo svetlobo, prepuščeno skozi opazovani predmet.



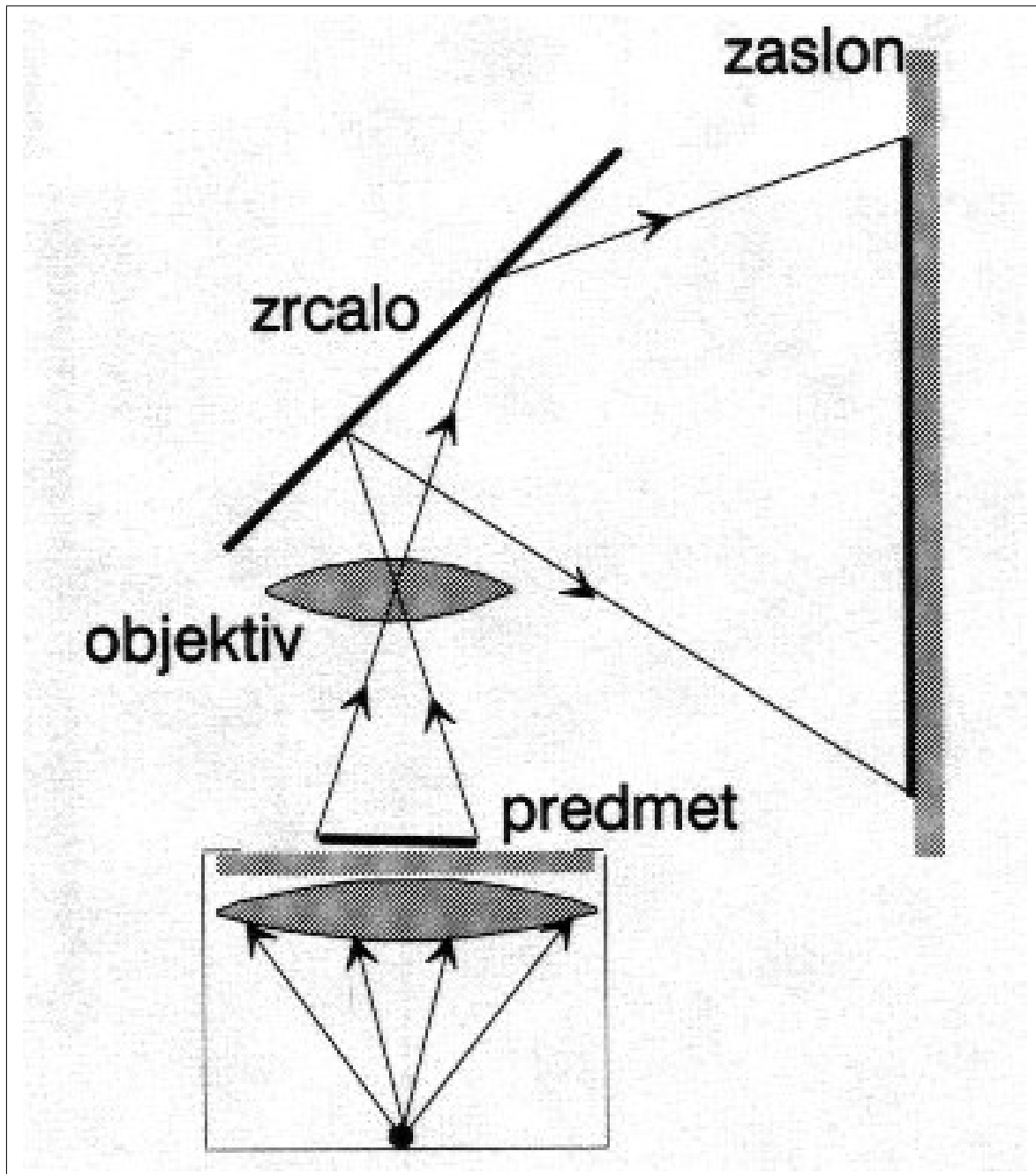
Od predmeta prihajajočo svetlobo prestreže objektiv in jo zbere na oddaljenem zaslonu, kjer nastane močno povečana, obrnjena slika. Ta je ostra, če sta oddaljenost  $a$  predmeta in oddaljenost  $b$  zaslona od objektiva povezani z enačbo leče:  $1/f = 1/a + 1/b$ , kjer je  $f$  goriščna razdalja objektiva. Povečava slike je dana s kvocientom  $b/a$ .

Predmet mora biti blizu gorišča objektiva, da je slika na oddaljenem zaslonu velika. Ker se svetloba, ki jo prepušča objektiv, porazdeli na veliko ploskev oddaljene in povečane slike, je slika slabo osvetljena. Da je slika kljub velikosti in oddaljenosti dovolj osvetljena (da jo npr. v kinodvorani vidijo tudi oddaljeni gledalci), mora imeti projektor močan izvor svetlobe. Žarnica z nitko ima zadaj konkavno zrcalo, da se čim več svetlobe od žarnice usmeri skozi predmet do objektiva. Poleg tega je tik pred predmetom kondenzator, to je zbiralni optični sistem, ki preslika svetilo v objektiv. Kondenzator ne vpliva na ostrost slike na zaslonu, izboljšuje le njeno osvetljenost. Predvsem kondenzator omogoča, da je celoten predmet enakomerno osvetljen (do vsake točke predmeta prihaja svetloba, z vsakega dela svetila). Če kondenzator odstranimo, se ostrost slike ne zmanjša, pač pa slika postane temnejša in neenakomerno osvetljena. Ker je kondenzator blizu močnega svetila (da prestreže čimveč svetlobe), se močno greje, zato ga je treba hladiti (z ventilatorjem). Tudi diapozitiv ali film, ki je ob kondenzatorju, se lahko pregreje in poškoduje, zato projektor ne sme biti vklopljen, ne da bi bil vklopljen tudi ventilator.

Sliko na zaslonu ostrimo tako, da premikamo objektiv, s čimer spreminjamo oddaljenost predmeta od objektiva. Ko je izpolnjena enačba leče, je slika na zaslonu ostra.

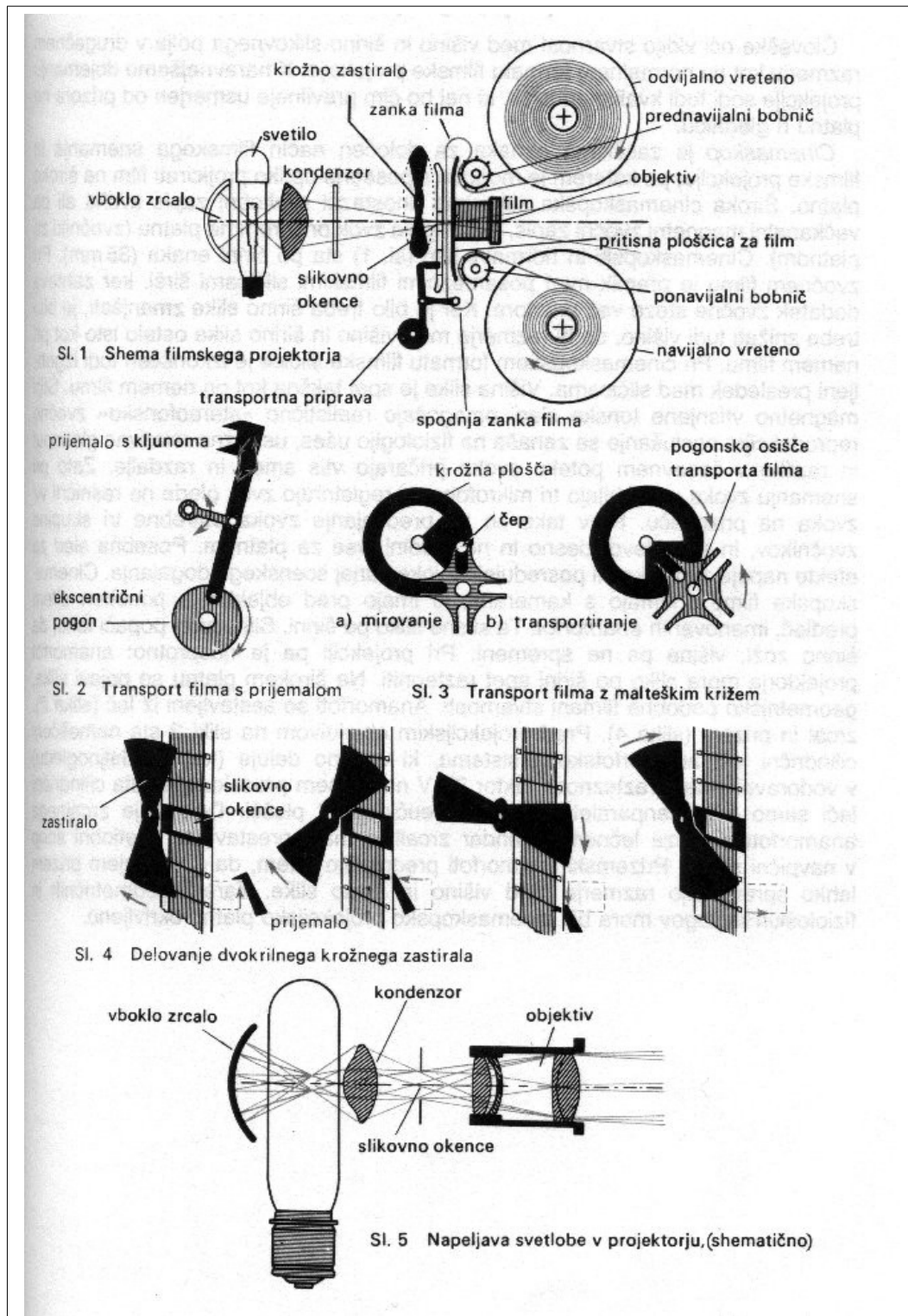
**Grafoskop:**

Posebej prirejen projektor je grafoskop. Predmet (prozorna folija, na katero pišemo) leži na vodoravni Fresnelovi leči, ki jo od spodaj osvetljuje močna žarnica projektorja. Prepuščene žarke prestreza objektiv, ki je nad predmetom. Opremljen je s poševnim zrcalom, ki preusmerja žarke na oddaljen pokončen zaslon. Objektiv premikamo gor-dol (in s tem spreminjamo naklon zrcala), tako da dobimo na zaslonu ostro sliko predmeta.



## Filmski projektor:

Filmski projektor deluje na isti način kot filmska kamera. Pri snemalni kameri prihaja svetloba od motiva skozi objektiv k filmu in ga nato osvetli, medtem ko svetloba pri projektorju potuje najprej skozi film, nato pa preko objektiva zadene projekcijsko platno. Na slikah lahko vidimo kako potuje film, shematično zgradbo filmskega projektorja, delovanje dvokrilnega krožnega zastirala ter napeljavo svetlobe v projektorju.



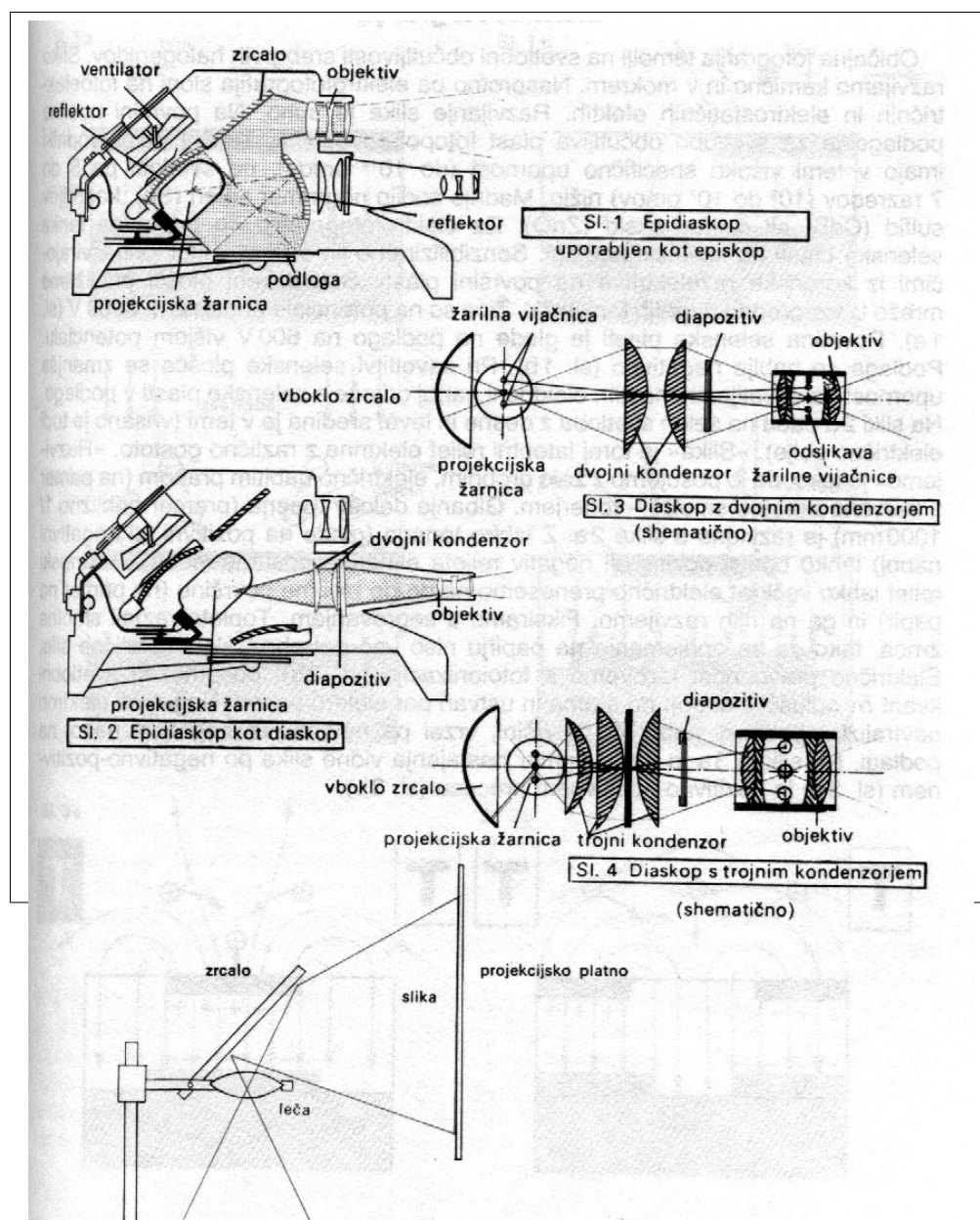
Poznamo še več projektorjev. **Episkop**, **diaskop** ter **grafoskop**.

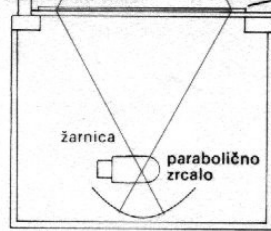
### Episkop:

Episkop projicira samo ploske slike. (slike na papirju). Svetlobni izkoristek je majhen, ker se svetloba razpršuje, samo manjši del svetlobe žarnične nitke zajema sliko, namenjeno projekciji, večji del svetlobe prispe tja od reflektorjev, ki obdajajo projekcijsko svetilo. Prek zrcala, ki zvrta sliko v pravilno lego, je prispe na objektiv zelo malo.

### Diaskop:

Diaskop je projekcijska priprava za prosojne slike (diapozitive, negative). Sestavljajo ga vir svetlobe, vboklo zrcalo, kondenzator in projekcijski objektiv. Na vse strani pršeca svetloba iz svetlobnega vira doseže v določeni smeri vboklo zrcalo, se pa od njega dobesedno odbija v žarilno nitko. Na drugi strani se drugi svetlobni snop dotakne projekcijskega svetila kondenzatorja, ki je pri večjih projektorjih sestavljen iz dveh plankonveksnih leč. Kondenzator zasaga velik svetlobni kot in oblikuje sliko žarilne žarilne nitke v projekcijskem objektivu, deluje torej kot poseben objektiv. Celotno površino objektiva osvetljuje z enakomerno svetlobo. Svetlobni izkoristek projektorja je tem večji, čim večji je svetlobni kot zajete svetlobe.





Sl. 5 Prikaz delovanja grafoskopa za projiciranje presevnih slik

## Viri:

Wedam, Albim (1991); Kako deluje sodobna tehnika II, Ljubljana, str. 484-491.

Kladnik, Rudolf (1997); Energija, toplota, zvok, svetloba, Ljubljana, str. 231-238

Cankarjeva založba (1983); Enciklopedija tehnike, Ljubljana, str. 426-435

Krlež, Miroslav (1983), Tehnička enciklopedija IX, Zagreb, str. 651-694

Krlež, Miroslav (1982), Tehnička enciklopedija VIII, Zagreb, str. 535-568