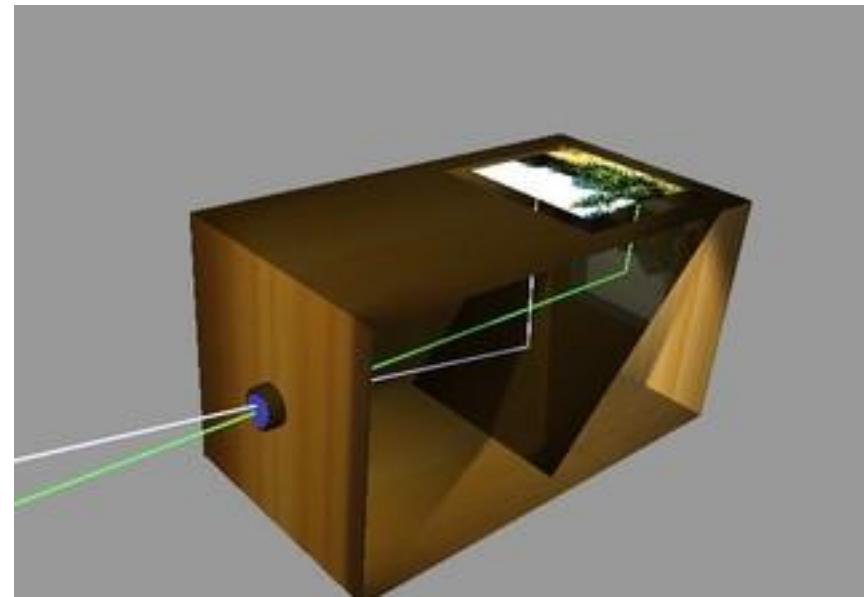


# **FOTOGRAFIJA**

**Vedran Tatarević**

# Povijest fotografije

- Riječ fotografija nastala je od grčkih riječi phos (svjetlo) i graphis (crtanje) pa bi je u slobodnom prijevodu mogli nazvati : crtanje pomoću svjetla .
- Još u 11.stoljeću Ibn al-Haytham izumio je napravu koju možemo tumačiti kao prvi fotoaparat, a naziva se CAMERA OBSCURA (u prijevodu s latinskog –mračna prostorija)



# CAMERA OBSCURA

- Čini je prostorija ili kutija koja je zatamnjena, a kod koje se na jednoj strani nalazi rupica kroz koju se projicira svjetlost na suprotnu stranu prostorije. Time bi se pojavili obrisi objekata koji su se nalazili ispred rupice. Smanjenjem rupice povećava se oštrina slike. Međutim, ukoliko se previše smanji veličina rupice može doći do disperzije svjetlosti. U 16. stoljeću u rupicu se postavlja teleskopska leća i time se povećala oštrina slike.
- U 17. st. prof. Johann Heinrich Sculze kombinacijom dušične kiseline, srebra i krede dobio prvu fotoosjetljivu mješavinu, međutim sve do 19. stoljeća nije bilo moguće trajno sačuvati prikazanu sliku.

Prva fotografija nastala 1826.g.koju je napravio  
**Nicephore Nièpce** (eksponicija je trajala 8 sati)



Nicephore Niepce u suradnji sa slikarom Jacquesom Daguerreom nastoji usavršiti postupak kako bi napravili trajnu fotografiju. Nakon Niepceove smrti , **Daguerr** uspijeva napraviti trajnu fotografiju.Taj postupak se naziva **dagerotipija**.

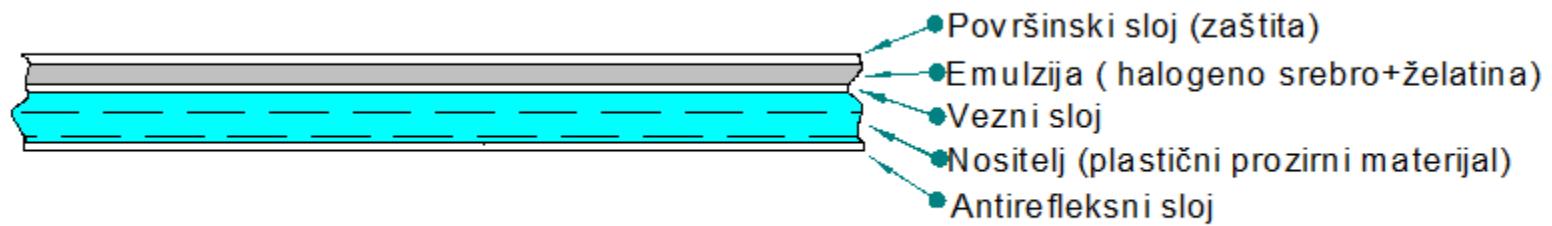
Istovremeno Wiliam Fox **Talbot** izumio je postupak nazvan **kaliotipija** koji je omogućavao izradu negativa na osnovu kojeg se moglo izraditi više fotografija.

Kaliotipiju je usavršio Georg **Eastman** koji je izumio **prvi fotografski film**.

1861. g. **prvu trajnu fotografiju u boji** napravio je matematičar i fizičar James Clerk **Maxwell** .

1907.g. **braća Lumiere** izradili prvi komercijalni **fotografski film u boji**

# Film se sastoji od nositelja i svjetloosjetljive emulzije



# Fotografija je fizikalno-kemijski proces

- Fotografirani objekt preslika se pomoću objektiva na fotografski sloj u kojem se na taj način izaziva kemijska promjena koja je u početku nevidljiva (**latentna**) , a do izražaja dolazi kemijskim postupkom koji se naziva **razvijanje**. Tako dobijemo **negativ** koji sadrži obrat svjetlih i tamnih tonova. Sliku na negativu potrebno je utvrditi postupkom koji se naziva **fiksiranje**. Zatim se u dalnjem postupku dobije ponovni obrat tonova koji odgovara snimljenom objektu i time dobijemo **pozitiv**.

# Primjena fotografije u geodeziji

- Za snimanje položaja repera i trigonometrijskih točaka
- Pri reprodukciji planova i karata
- Fotokopiranje dokumenata, zapisnika ,položajnih opisa, popisa koordinata i sl.
- Grana geodezije koja je nezamisliva bez fotografije naziva se **FOTOGRAMETRIJA**.

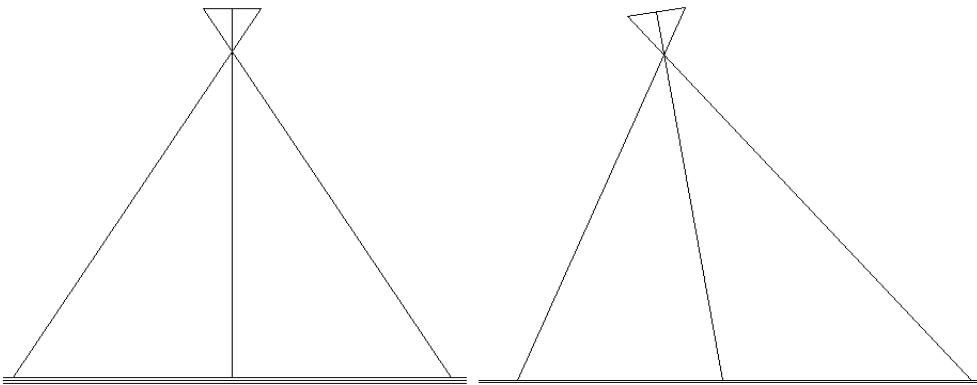
**FOTOGRAMETRIJA** je znanost i tehnologija pridobivanja podataka o **položaju , veličini i obliku objekata uporabom snimki** u analognom ili digitalnom obliku.

Smatra se da je osnivač fotogrametrije francuz **Aime Laussedat** ( 1819-1907).

# Podjela fotogrametrije

- Prema položaju kamere u prostoru:  
aerofotogrametrija,terestrička  
fotogrametrija,orbitalna,extra-terestrička
- Prema snimci u prostoru: vertikalna,približno  
vertikalna,horizontalna i blago nagnuta
- Prema načinu rekonstrukcije modela:  
grafička,numerička,analogna i analitička
- Prema vrsti snimki : analogna i digitalna
- Prema kameri koja se koristi : mjerna i nemjerna

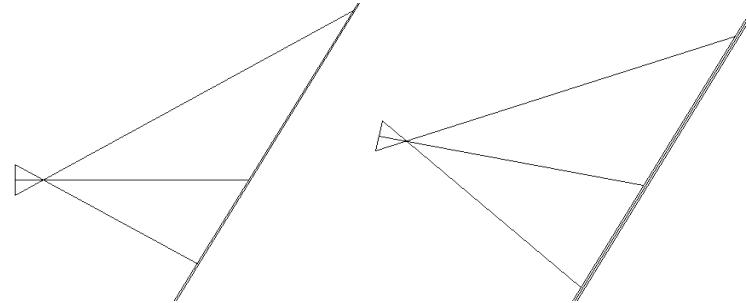
# Podjela fotogrametrije prema snimci u prostoru (obzirom na optičku os objektiva)



## Aerofotogrametria

ima  
vertikalne snimke

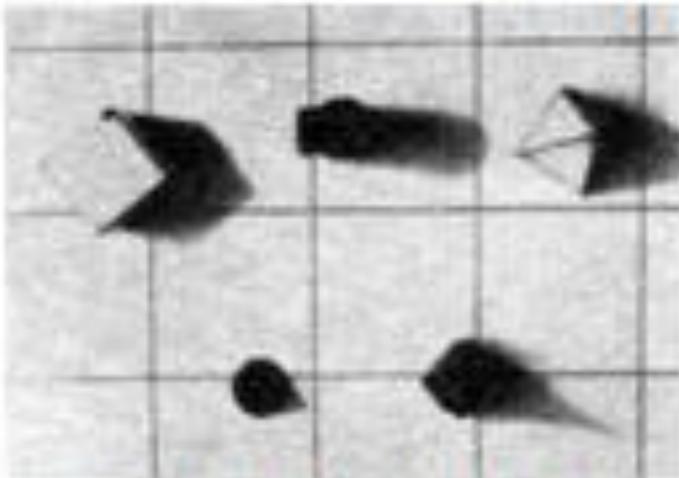
približno vertikalne snimke



## Terestrička fotogrametria

ima  
horizontalne snimke  
blago nagnute snimke

# Snimci prema položaju optičke osi aerofotogrametrija



vertikalna snimka

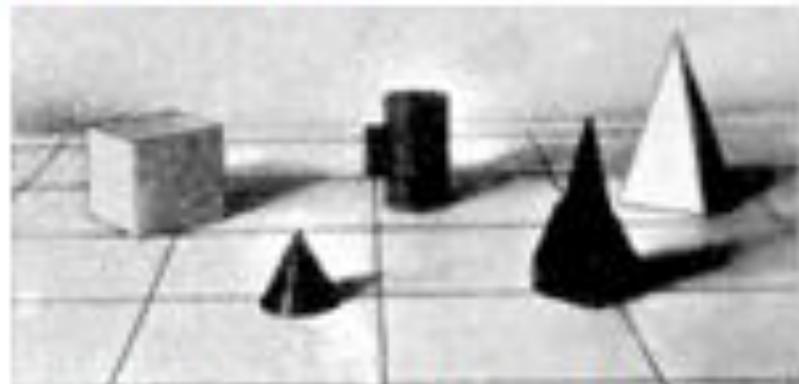


strmi snimka

## terestička fotogrametrija



horizontalna snimka



blago nagnuta snimka

# Razlika između karte i fotografije

## Karta

- Ortogonalna projekcija
- Jedinstveno mjerilo
- Prikaz terena bez deformacija (slojnice)
- Prikazani su svi objekti ,uključivo i nevidljivi
- Apstraktna prezentacija.U pravilu je potrebno precrtavanje pri promjeni mjerila.
- Prezentacija je geometrijski ispravna
- Pojedini elementi izgledaju pomaknuti u odnosu na pravi položaj i veličinu ( ovisi o generalizaciji)

## Fotografija

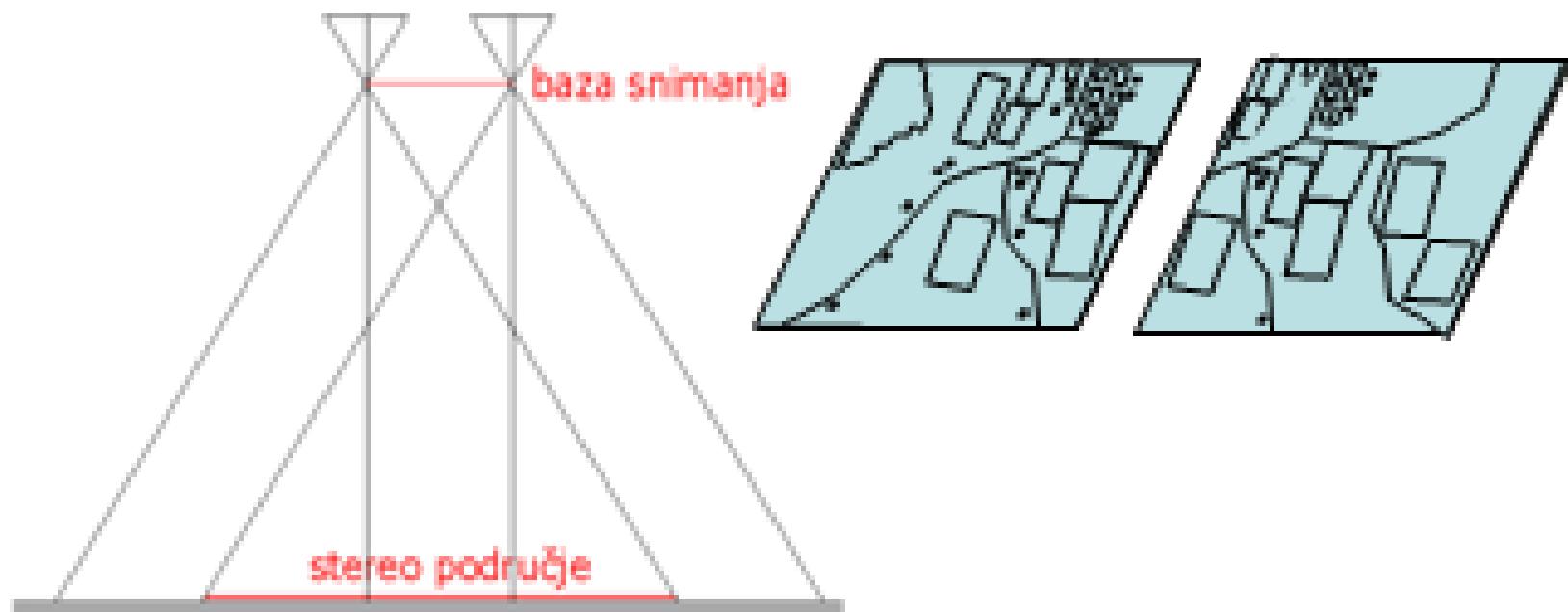
- Centralna projekcija
- Promjenjivo mjerilo
- Visinska razvedenost terena uzrokuje položajne deformacije
- Preslikani samo vidljivi objekti
- Realna prezentacija površine Zemlje
- Objekti su prividno dislocirani i deformirani zbog geometrijske deformacije snimke
- Fotografski se može izvesti povećanje i umanjenje mjerila (unutar određenih granica)

# Stereoskopsko promatranje

- Stereoskopija je znanost i umjetnost koja se bavi korištenjem snimaka za rekonstrukciju trodimenzionalnog modela s karakteristikama istovjetnim originalu promatranim u prirodi.
- U fotogrametriji postoje tri osnovne primjene stereoskopije:
  1. Pomoć u interpretaciji 3D oblika objekata
  2. Procjenjivanje nagiba i relativnih visinskih razlika
  3. Pomoć prilikom kartiranja slojnice kod preciznog mjerjenja visinskih razlika

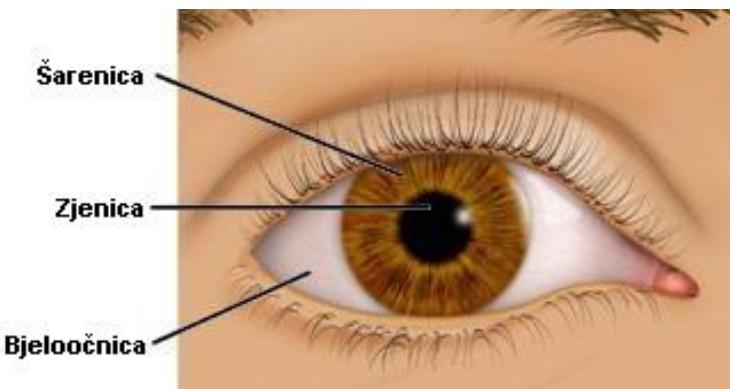
# STEREOPAR korištenje dva snimka

- Dva snimka istog područja snimljena sa dva različita stajališta čine stereopar.
- Stereopar pod određenim uvjetima možemo prostorno promatrati – vidimo model snimljenog područja.

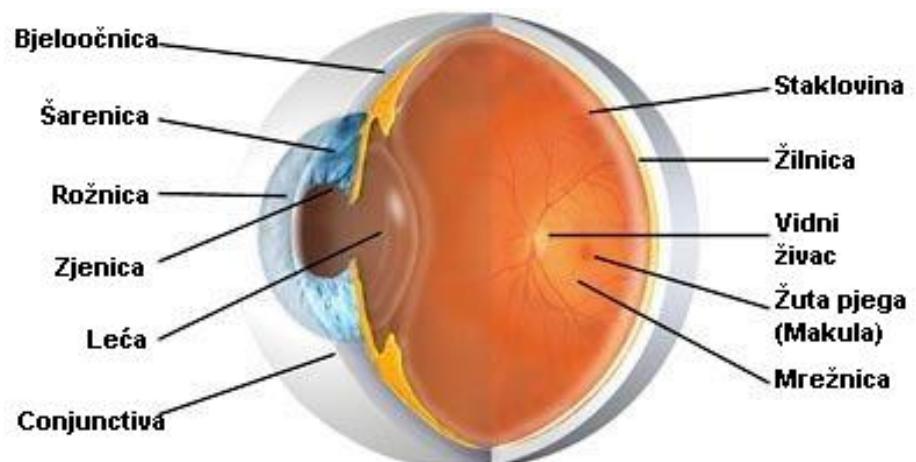


# Dijelovi oka

## Vanjski dijelovi oka



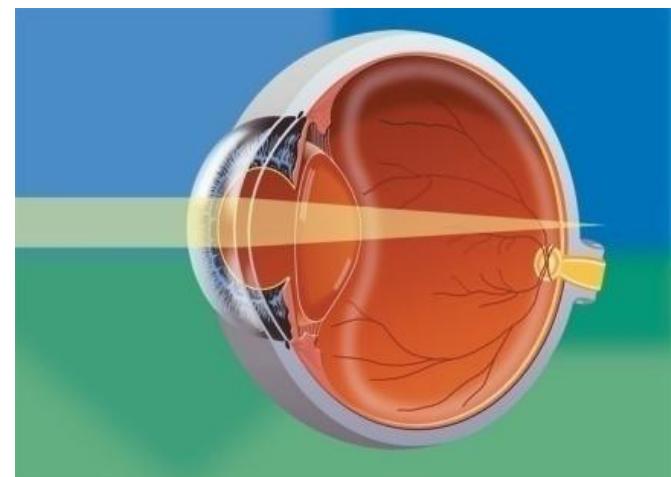
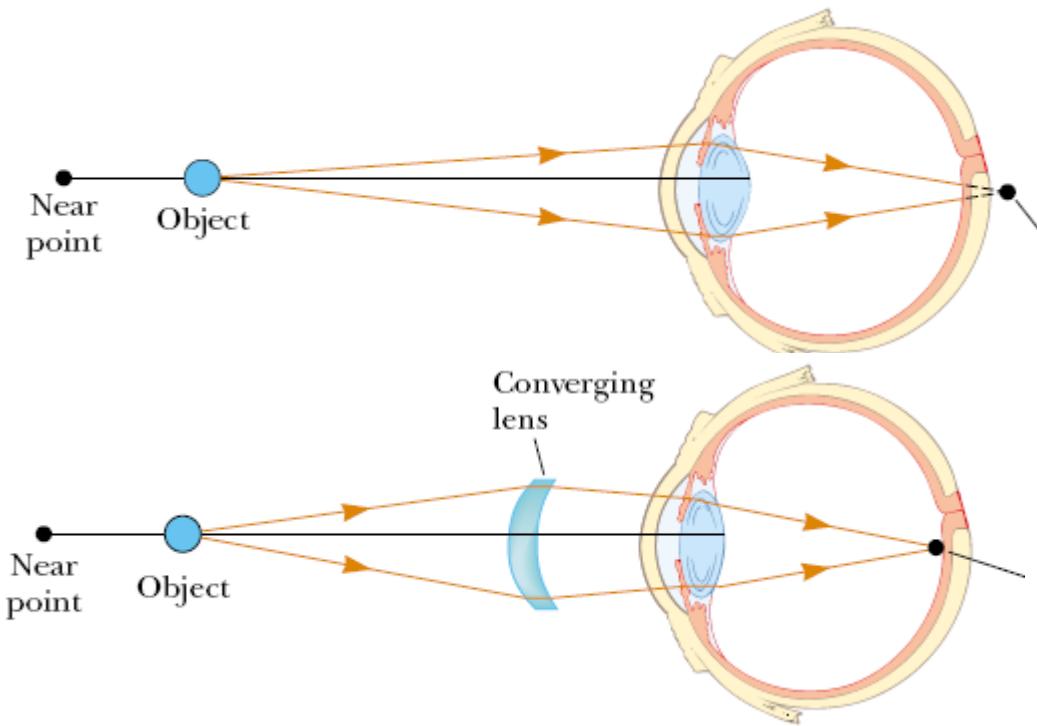
## Unutrašnji dijelovi oka



# Nastanak slike u oku

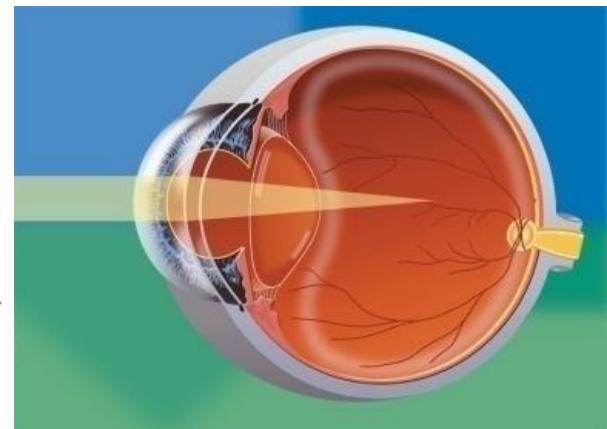
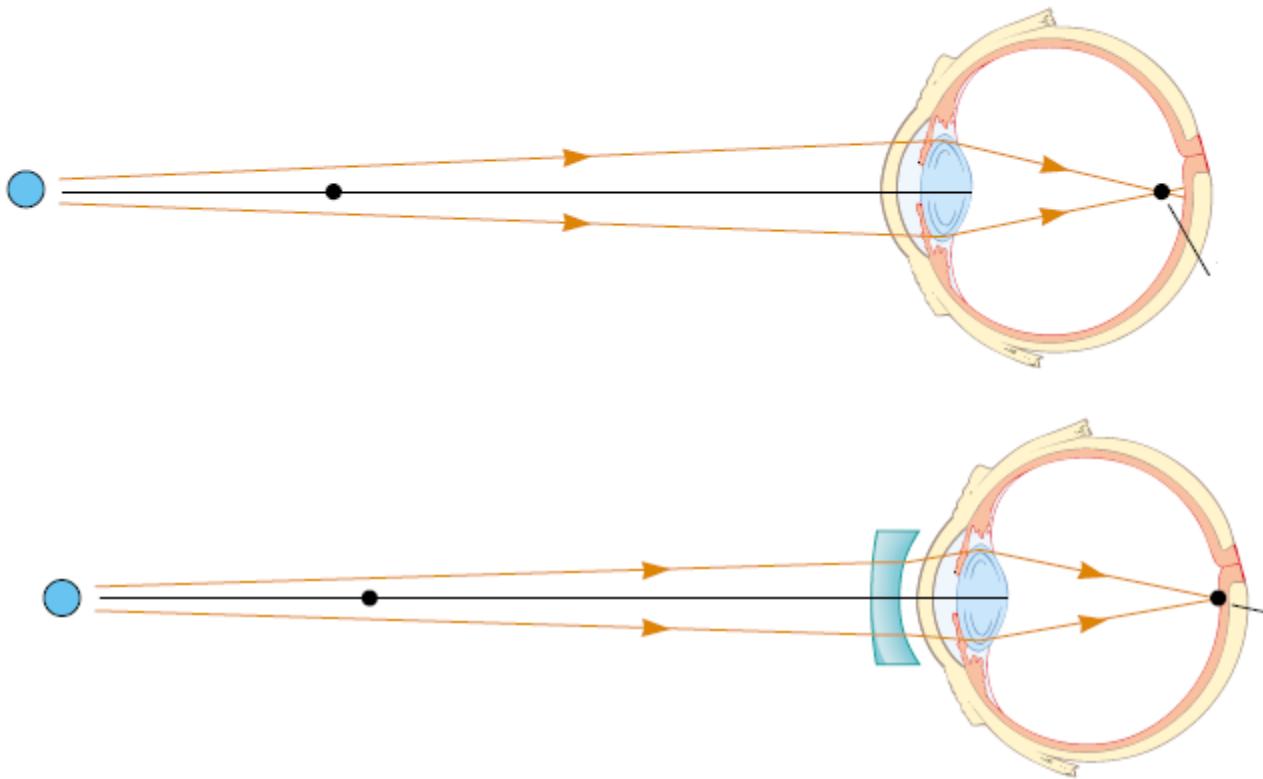
- Kad gledamo neki predmet, od njega se odbijaju svjetlosne zrake i kroz **rožnicu**, prozirni prednji dio oka, ulaze u oko. Količinu svjetlosnih zraka koje će ući u oko određuje **šarenica**, i to stezanjem ili širenjem otvora na površini koji nazivamo **zjenica**. Nakon toga zrake prolaze kroz leću, koja ih, ovisno o udaljenosti predmeta koji gledamo, prilagođavanjem oblika precizno usmjerava na mrežnicu. Iza leće se nalazi prozirno **staklasto tijelo** kroz koje svjetlosne zrake prolaze na putu do mrežnice.
- **Mrežnica** se nalazi u stražnje dvije trećine oka i bogata je brojnim štapićima i čunjićima koji imaju ulogu primatelja svjetla. U štapićima i čunjićima svjetlosni se signali pretvaraju u električne i putem vidnog živca šalju u mozak. Slika koja nastaje na mrežnici je obrnuta, a u mozgu se ispravlja u uspravan položaj.
- Oko možemo zamisliti kao kameru koja treba leću i film kako bi stvorila sliku. Isto tako, oko treba leću (njezinu ulogu u oku obavljaju rožnica, leća i staklasto tijelo) i film, tj. mrežnicu, koja prihvata sliku i šalje je u mozak na "razvijanje".
- Najvažniji je dio mrežnice smješten blizu vidnog živca i naziva se **makula ili žuta pjega**. Iako površinski zauzima malen dio mrežnice, stotinjak je puta osjetljivija na detalje od ostatka, tj. periferne mrežnice. Pomoću makule vidimo detalje, primjerice možemo čitati, uvesti konac u iglu, prepoznati prometne znakove ili nečije lice. Periferna mrežnica omogućuje nam periferni vid. Zato često kažemo da smo vidjeli nešto krajičkom oka. Krajičkom oka možemo vidjeti osobu, ali nećemo prepoznati njezino lice.

# DALEKOVIDNO OKO



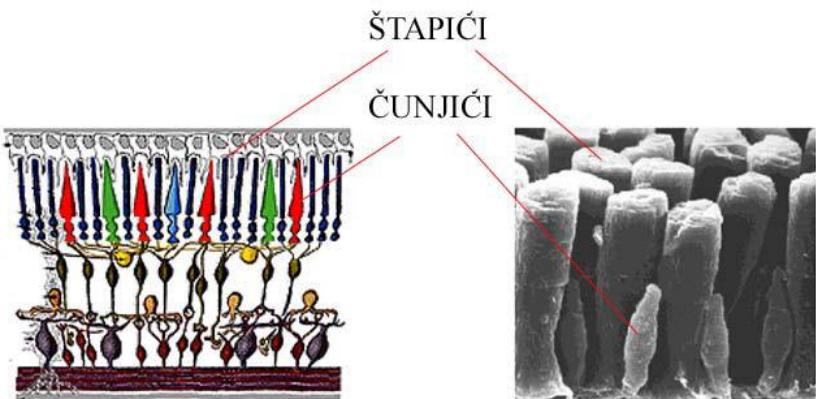
Dalekovidni ljudi imaju problem  
izoštravanja bliskih predmeta.

# KRATKovidno oko



Kod kratkovidnosti prisutna je nejasna slika pri pogledu predmeta u daljini, dok se predmeti u neposrednoj blizini jasno vide

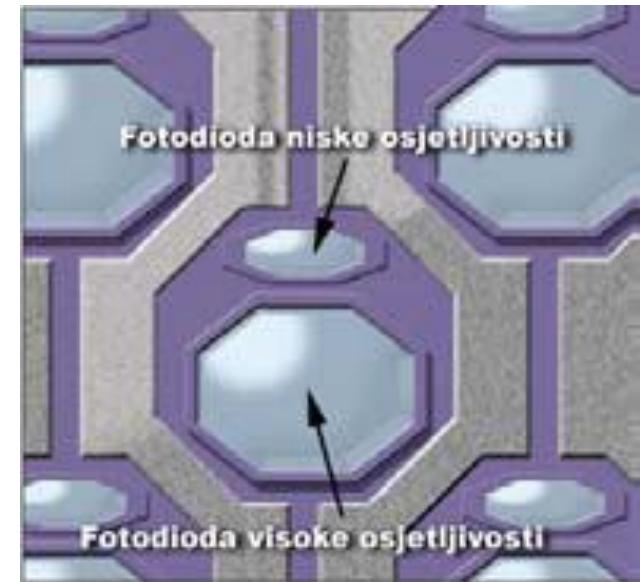
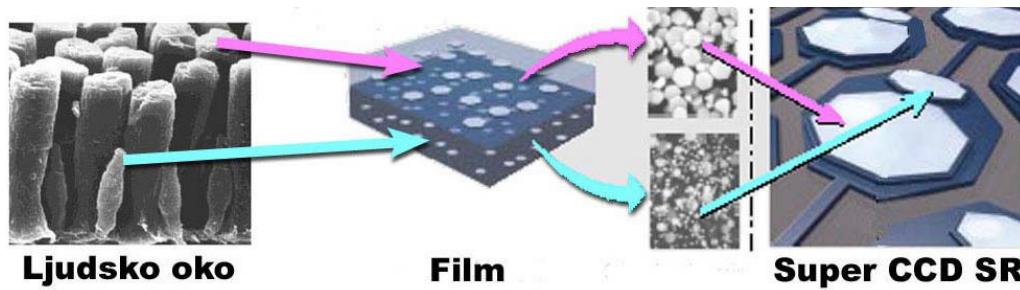
# ČUNJIĆI I ŠTAPIĆI



- Ljudski vid je evolucijom došao do stadija kad stanice osjetljive na svjetlo (fotoreceptorne stanice) dijelimo na dvije vrste; «čunjići» i «štapići». U mrežnici jednog oka ima oko 120 milijuna štapića i oko 6,5 milijuna čunjića. Čunjići su specijalizirani za gledanje po danu, tj. za **fotopni vid** (*gledanje u fotopnim uvjetima, tj. uvjetima dobre rasvjete*), a štapići su specijalizirani za gledanje po noći ili u sumrak, tj. za **skotopni vid** (*gledanje u skotopnim uvjetima, tj. uvjetima slabe rasvjete, sumraka i mraka*). Gustoća čunjića je najveća u središnjem dijelu oka, te polako opada prema periferiji oka. Štapići su smješteni na periferiji oka, te njihova gustoća opada prema središtu oka, gdje ih gotovo i nema. Stanice štapića su puno osjetljivije od čunjića, te zbog toga i u uvjetima slabe rasvjete možemo vidjeti. Kod štapića postoji samo jedna vrsta, koja je osjetljiva na jačinu svjetla, ali ne i na boju. Posljedica toga su nijanse sivog, koje se naziru u tami, ali ne i boja. U čunjićima i štapićima svjetlosni podražaji se pretvaraju u električne impulse i očnim živcem se prenose do centra za vid u kori velikog mozga.

Fotoreceptori u ljudskom oku su čunjići i štapići. Usporedimo li njihovu funkciju u oku sa funkcijom manje i veće fotodiode u Super CCD SR senzoru vidimo odakle dolazi inspiracija

Analogija u građi oka,  
klasičnog filma i Super  
CCD SR senzora



Super CCD SR senzor sa  
fotodiodama različite osjetljivosti.

# KAMERE

- Razliku između digitalne kamere i analogne kamere predstavlja medij za registraciju svjetla. To više nije film i više se ne govori o fotografском načinu registracije svjetla. Za tu svrhu koriste se senzori koji pokušavaju simulirati ljudski vid i prepoznavanje koristeći fotoelektrični efekt. Prema tome digitalna kamera je u svojim glavnim dijelovima gotovo identična analognoj kameri. Jedina prava razlika je u senzoru, koji po svojoj izvedbi može biti *engl. Charge Coupled Device ( CCD ) ili engl. Complementary MetalOxide Semiconductor ( CMOS ), te pohranjivanju snimke na magnetske medije različitih memorijskih kapaciteta.*
- **Digitalne kamere djelimo na mjerne digitalne kamere i ne mjerne digitalne kamere.**

# Mjerna digitalna kamera

Mjerne kamere su one koje su primarno rađene s namjerom da budu korištene u mjerne, fotogrametrijske svrhe (ali ne samo u te). Pri terestričkom snimanju elementi vanjske orientacije određuju se geodetskim metodama. Time se povećava pouzdanost terestričke fotogrametrijske izmjere. U tu je svrhu fotografска камера kombinirana s orijentacijskim uređajem tj. teodolitom, koji omogućuje mjerjenje orijentacije osi snimanja prema bazi, a po potrebi i prema drugim zadanim točkama. Takva kombinacija naziva se **fototeodolit** (Kraus 1993).



Mjerne digitalne kamere modularne građe;  
Rollei Q16 metric, lijevo  
i Linhof Metrika 45, desno



Mjerne digitalne kamere ne-modularne,  
kompaktne građe GeodeticServices INCA 2,  
lijevo i Rollei d7metric,desno

# NE MJERNA DIGITALNA KAMERA

- U ovu grupu kamera spadaju sve ostale digitalne kamere, i one nisu mjerne. Također ih možemo podijeliti prema formatu snimka na kamere malog, srednjeg i velikog formata. Da bi se takva kamera koristila u mjerne svrhe potrebno je izvršiti ***kalibraciju kamere.***
- **KAMERA MALOG FORMATA**  
U kamere malog formata spadaju amaterske, i fotografske profesionalne zrcalno-refleksne kamere (*engl. Single Lense Reflex, SLR*). U fotogrametriji se amaterske kamere rijetko upotrebljavaju i to kada se ne zahtijeva visoka geometrijska točnost.  
**KAMERE SREDNJEG FORMATA**  
Kod nekih kamera na tržištu postoji mogućnost naknadne ugradnje digitalnog senzora u obliku nastavka ili kazete (*engl. digital back*) na već tvornički predviđenomjesto te tako analogna kamera postaje digitalna

# KAMERE MALOG FORMATA



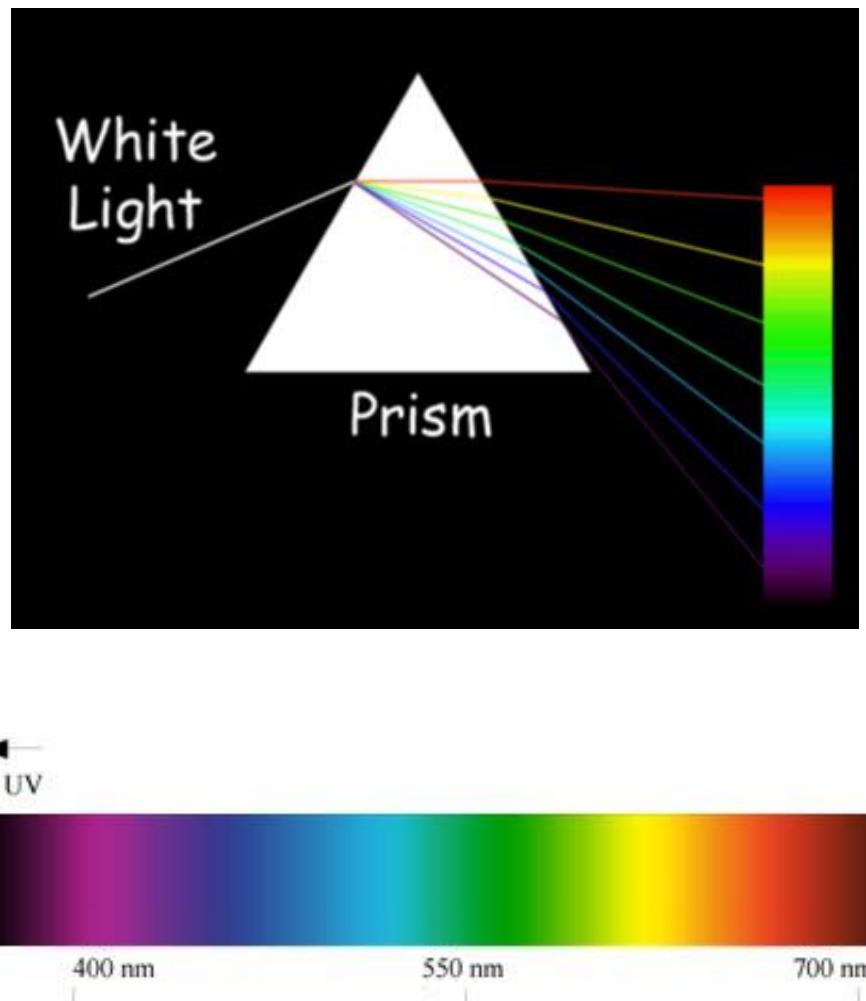
Amaterske kamere Fuji FinePix  
S5000 Zoom i Cannon Power Shot  
A 70

Digitalne zrcalno- refleksne  
kamere Canon EOS 10D i Kodak  
DCS Pro 14c

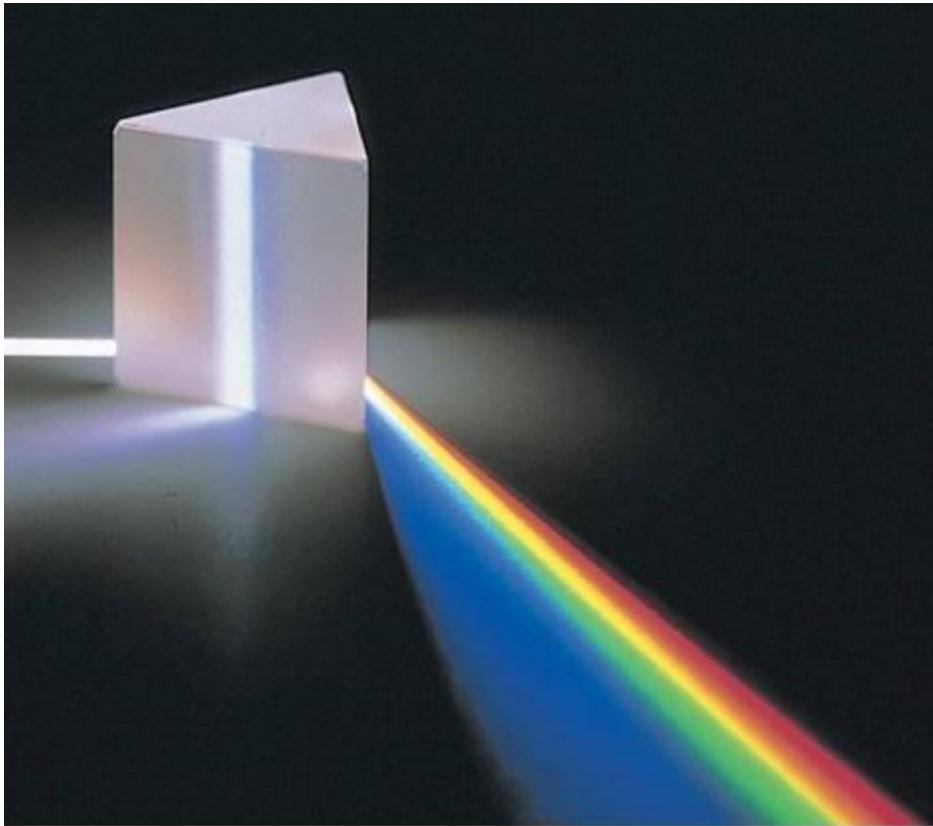


# SVJETLO I BOJE

- Elektromagnetske valove određene valne duljine ljudsko oko opaža kao svjetlost. To područje vidljivosti proteže se od 400 nm do 700 nm. Područje infracrvenih zraka (iznad 700nm) naše oko ne može registrirati, ali se mali dio tog područja može fotografски registrirati. Također područje ultraljubičastih zraka (ispod 400 nm) naše oko ne može, ali fotografski se može dijelom registrirati. Vidljivi spektar se može dobiti pomoću prizme, koja bijelu svjetlost rastavlja na njene bojane komponente.



## Vidljivi spektar dobiven pomoću prizme



© 2007 Thomson Higher Education

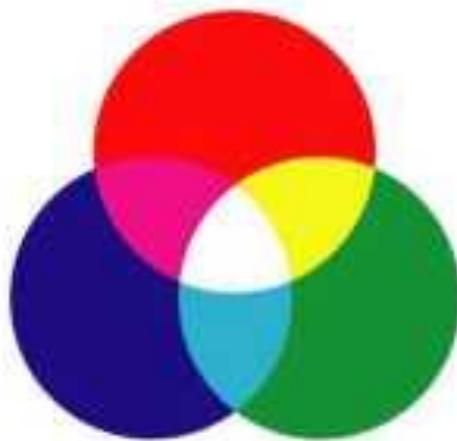
Boje se mogu miješati, čime nastaju nove boje, a to proizlazi iz fizioloških osobina, odnosno manjkavosti našeg oka. Dok npr. naše uho razlučuje dva tona koji se miješaju, oko ne može razlučiti dvije boje koje se miješaju. Miješanje boja može biti **aditivno i suptraktivno**.

Aditivnim miješanjem nastaje svjetlica boja.

Osnovne boje **aditivnog** mješanja su **crvena, plava i zelena**.

Suptraktivnim miješanjem nastaje tamnija boja.

Osnovne boje **suptraktivnog** mješanja su **žuta, magenta i cijan**.



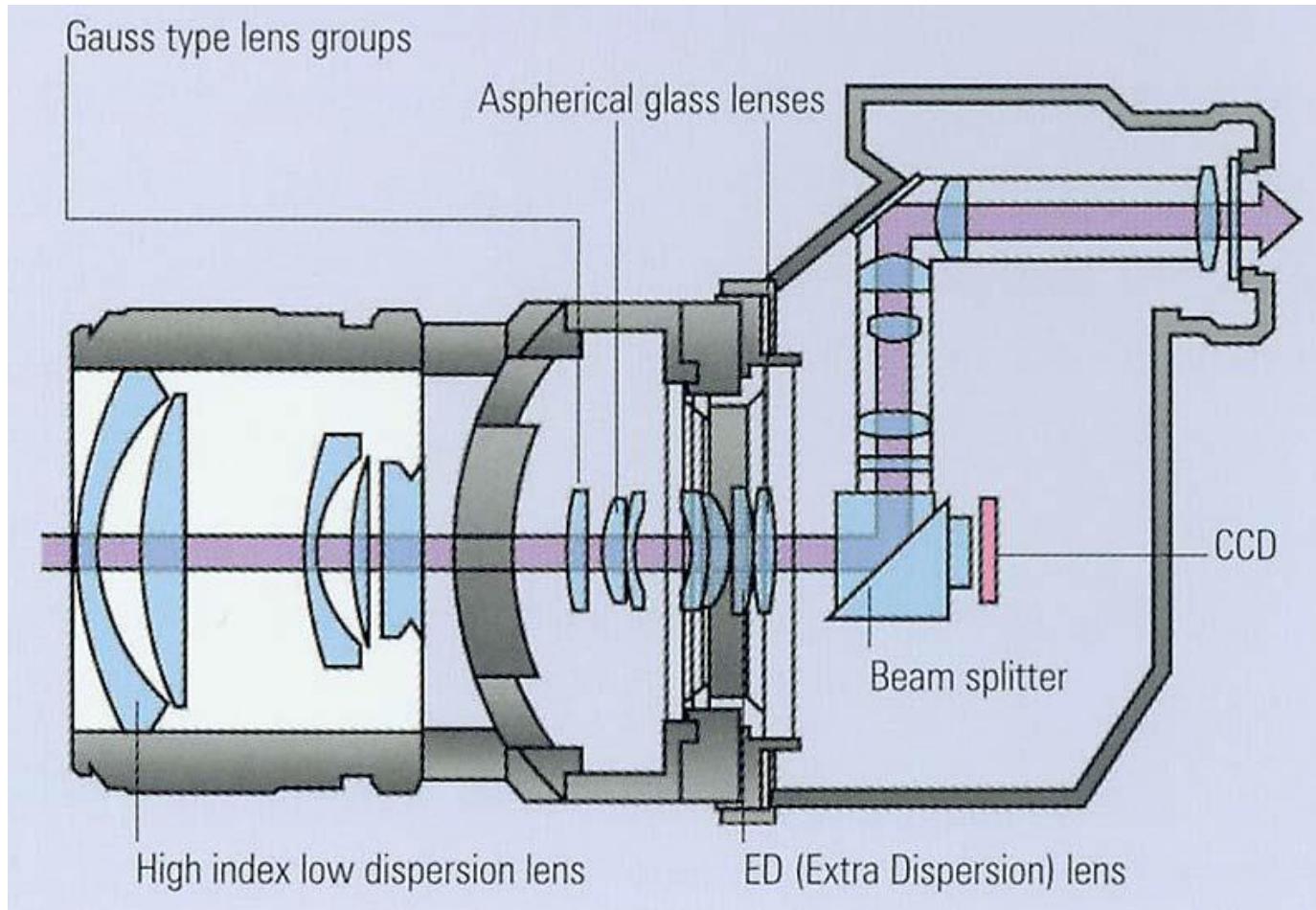
# Boje predmeta

- Kada neki predmet obasja bijela svjetlost, a predmet reflektira samo valnu duljinu određene boje i sve ostale valne duljine apsorbira , naše oko će vidjeti taj predmet u boji koja se reflektirala . Dakle , boja nekog predmeta ovisi i o rasvjeti. Kod fotografiranja ton kojim će se preslikati neki predmet ne ovisi samo o njegovoj boji i osjetljivosti fotosloja za tu boju već i o spektralnom sastavu rasvjete. U atmosferi dolazi do loma i refleksije svjetlosti već na sitnim dijelovima vodene pare i lebdećih čestica. U vidljivom spektru najlakše se raspršuju valne duljine plave boje i to već na sitnim česticama čistog zraka, pa tako i nastaje plavetnilo neba. Kod niskog položaja Sunca (jutro i večer) , sunčeve zrake prolaze u dugom dijelu kroz sloj vodene pare i prašine, pa se onda lomi i rasprši dio žutog i crvenog dijela spektra zbog čega nastaje rumenilo neba. U fotogrametriji se za snimanje dalekih objekata moraju koristiti veće valne duljine. “Rezanje” raspršenih kraćih valnih duljina postiže se pomoću filtra za snimanje (žuti ili narančasti). Posebna jasnoća kod snimanja u daljinu postiže se snimanjem na specijalne fotoslojeve pomoću infracrvenih zraka. To je omogućeno uporabom tamno crvenih ili crnih filtara, kako bi se spriječio štetan utjecaj raspršenog vidljivog spektra.

# OBJEKTIVI



Sastoji se od više konkavnih i konveksnih leća, oblikovanih tako da usmjere zrake svjetla na film/senzor.

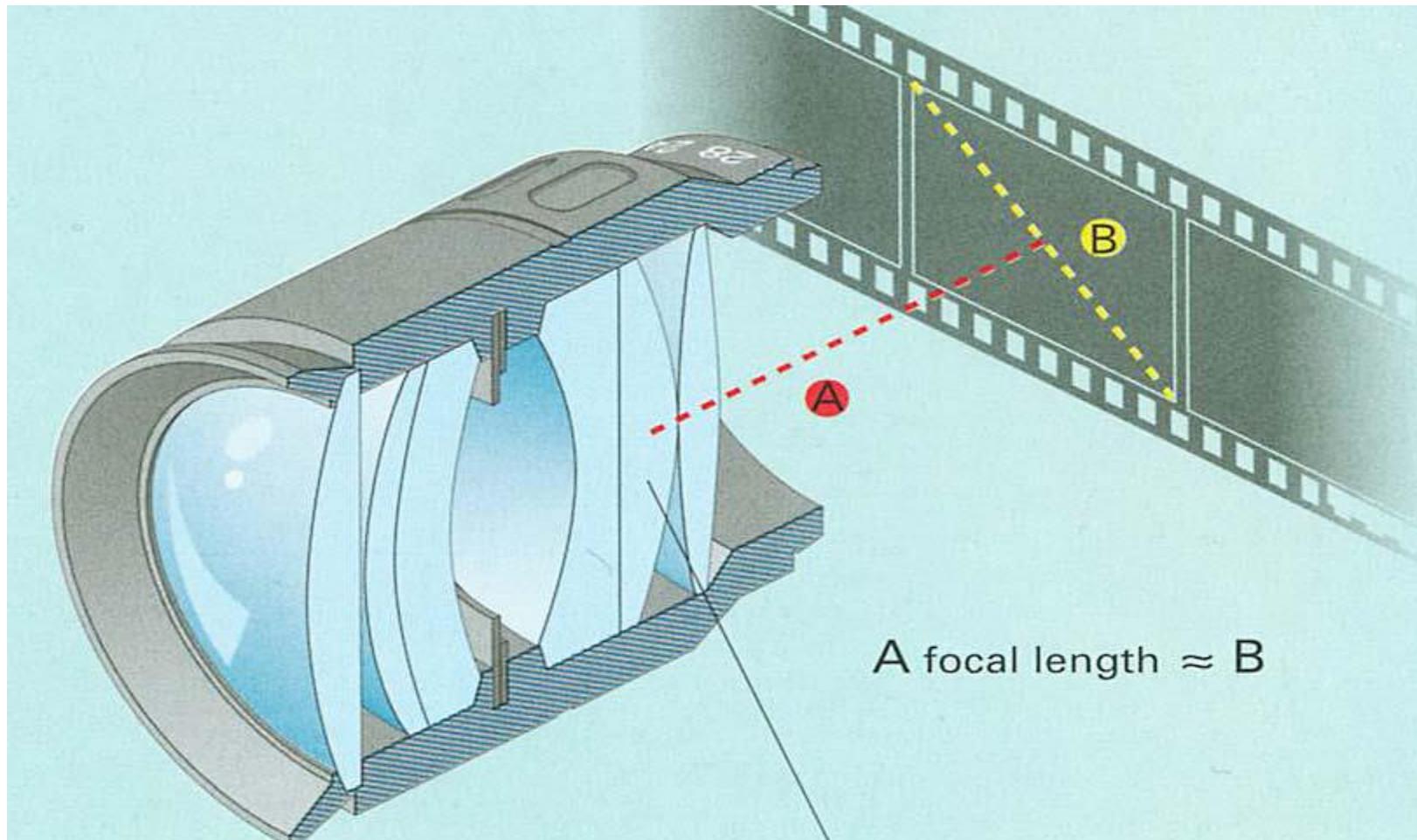


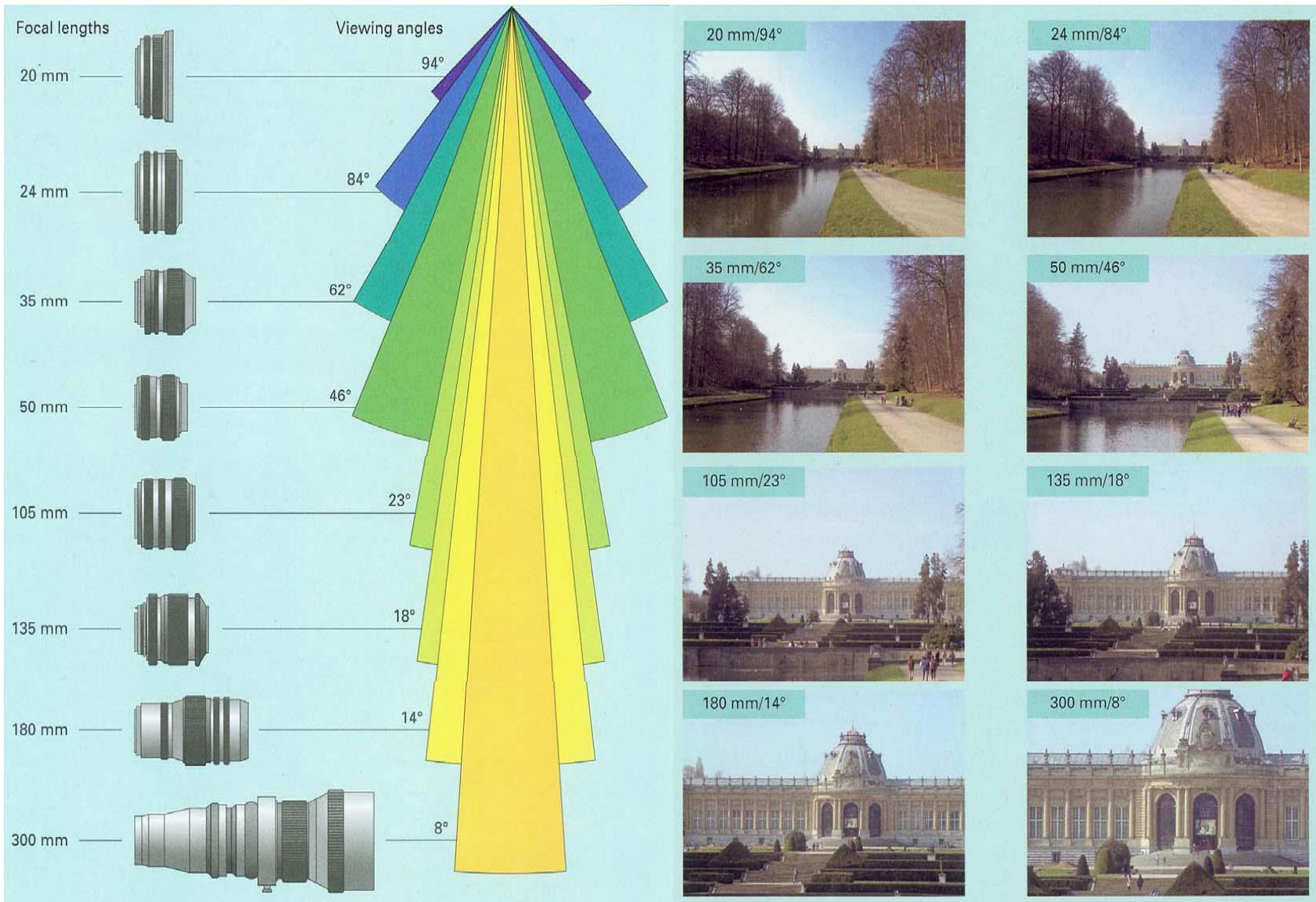
# Podjela objektiva

- Osim po tipu građe i po njihovim karakteristikama objektive razlikujemo u prvom redu po **vidnom polju**. Svaki objektiv ima neko polje unutar kojeg se stvara oštra slika. To vidno polje definirano je **zahvatnim kutem**, a to je kut pod kojim objektiv zahvaća područje snimanja. Kad je dijagonala formata snimke jednaka žarišnoj duljini objektiva smatramo da je objektiv **normalnokutan**. Ako je žarišna duljina veća od dijagonale , takav objektiv nazivamo **dugožarišnim ili teleobjektivom**, a ako je kraća , onda ga nazivamo **kratkožarišnim ili širokokutnim** objektivom.

Kad je dijagonalna formata snimke jednaka žarišnoj duljini objektiva smatramo da je objektiv **normalnokutan**.

Ako je žarišna duljina veća od dijagonale , takav objektiv nazivamo **dugožarišnim ili teleobjektivom**, a ako je kraća , onda ga nazivamo **kratkožarišnim ili širokokutnim** objektivom.





## Normalnokutan objektiv (Standard Prime)

- U 35mm formatu, normalnokutnim objektivom smatra se onim od 50 mm do 55mm.
- Omogućuje vidno polje od 45 stupnjeva što otprilike odgovara vidnom polju našeg oka.
- Nema perspektivnog iskrivljenja slike.
- Lagan,jeftin,velike svjetlosne jačine (mali f-broj), daje sliku odlične tehničke kvalitete



## Kratkožarišni ili širokokutni objektivi ( wide angle)

- Objektivi sa žarišnom duljinom manjom od 50 mm.
- Veliko vidno polje.
- Iskrivljenje linija
- Objekti na rubovima slike izgledaju izduženi

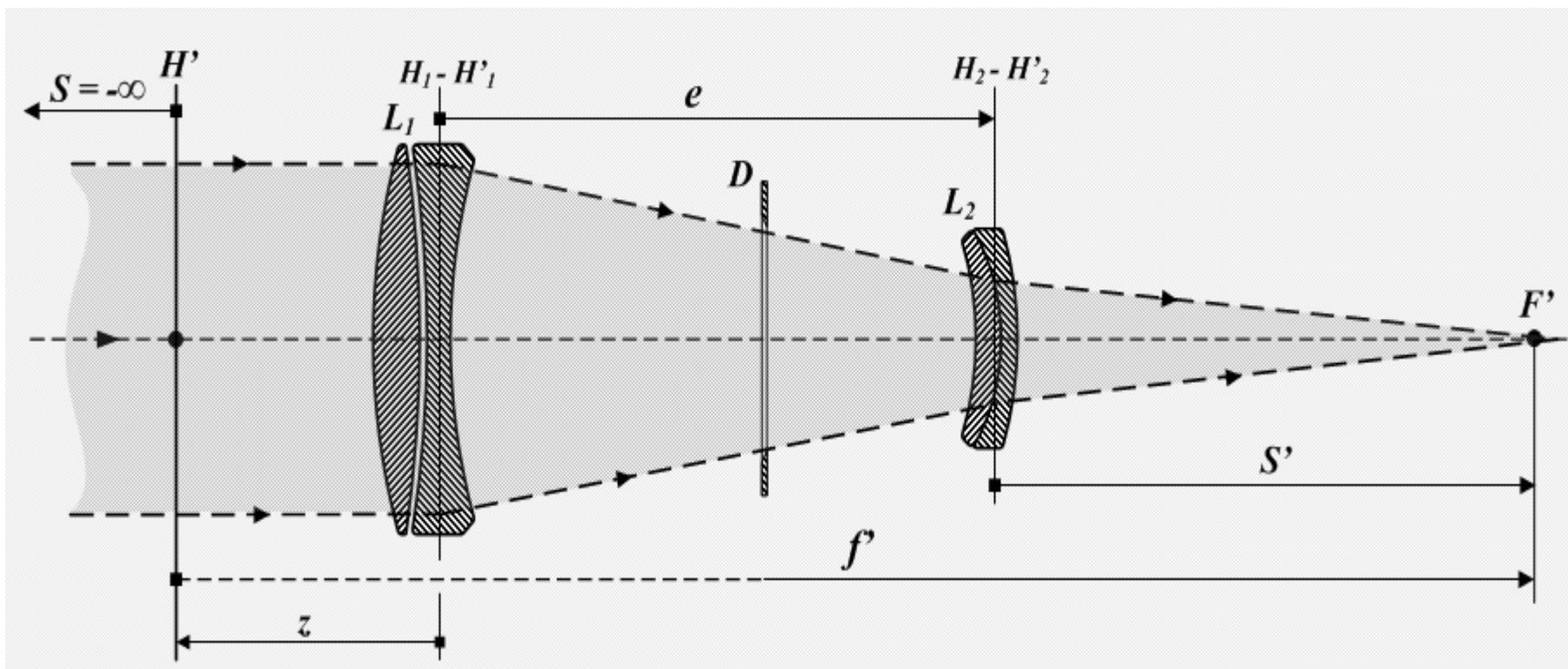


## Dugožarišni objektiv ili teleobjektiv (telephoto)

- Imaju žarišnu duljinu veću od 60mm.
- Usko vidno polje.
- Komprimirana perspektiva.



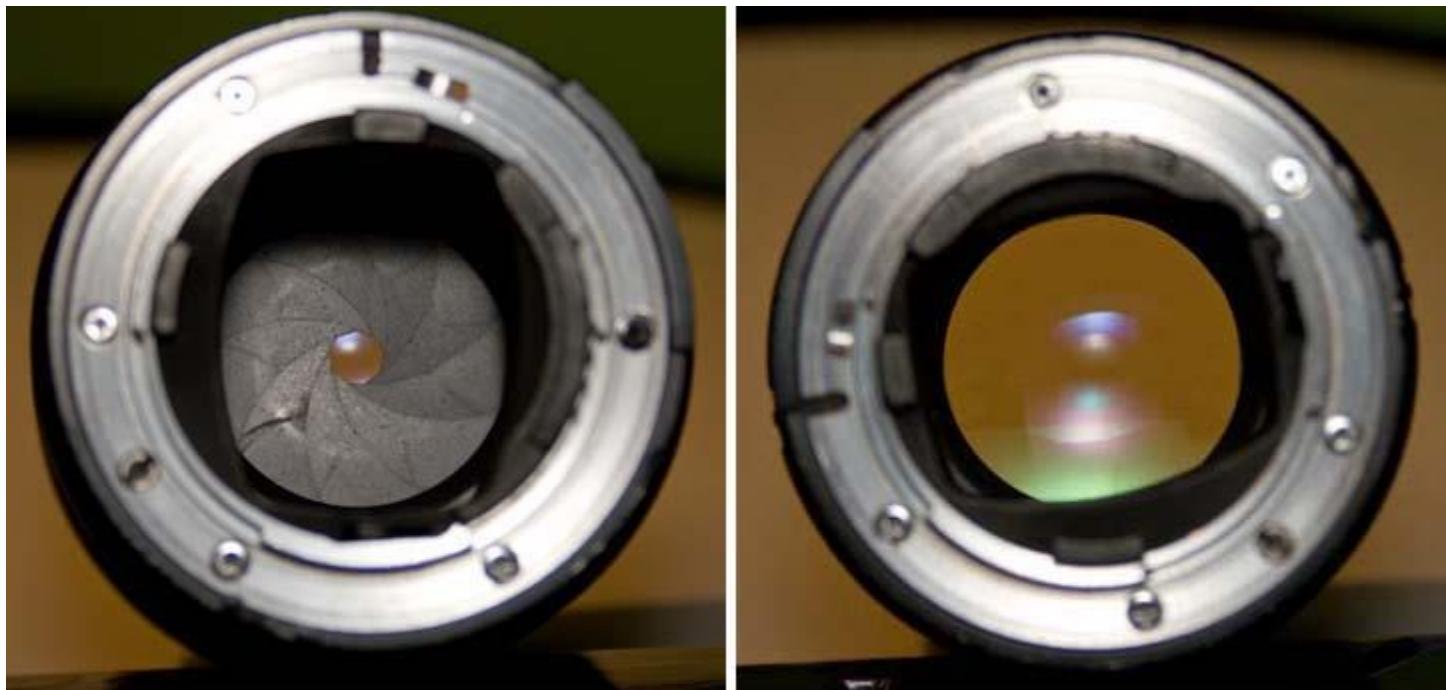
Objektiv koji se sastoji od sabirnog i rastresnog člana na određenom razmaku naziva se **teleobjektiv**. Izoštravanje slike se postiže pomicanjem rastresne (negativne) leće.



# Ekspozicija

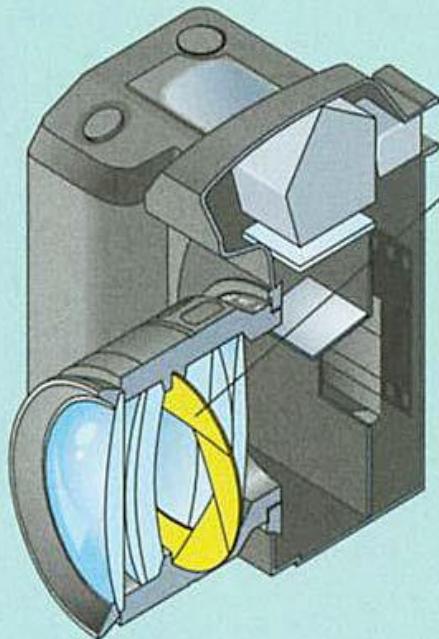
**Ekspozicija** je ukupna količina svjetla kojoj je dopušteno da padne na fotografski medij (film ili senzor). Ekspozicija se mjeri u lussekundama i određuje se iz ekspozicijske vrijednosti (**EV** – engl. *exposure value*) i svjetline prizora. EV su sve kombinacije brzine **zatvarača** i otvora **zaslona** koje daju istu količinu svjetla.

Zaslon ili blenda je precizan i osjetljiv mehanizam sastavljen od niza lamela smještenih u kućištu objektiva. On regulira širinu snopa svjetlosnih zraka kojim ćemo vršiti eksponiranje. Prilikom mjerjenja količine svjetla koja prolazi kroz objektiv važno je imati standardne jedinice koje možemo uspoređivati kada se koriste različiti objektivi. Ta jedinica je tzv. f-broj.

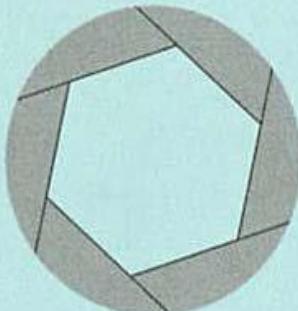


f-broj predstavlja otvor objektiva koji propušta određenu količinu svjetlosti i čiju veličinu možemo podešavati. Što je f- broj manji, veličina otvora je veća,a a time objektiv propušta više svjetla.

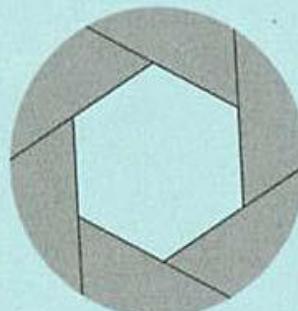
Iris diaphragm



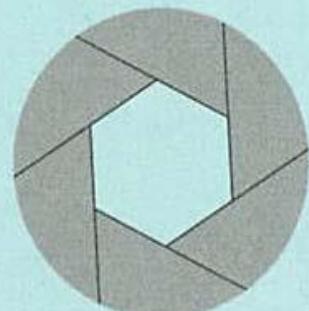
f/2



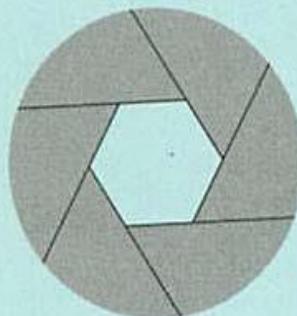
f/2.8



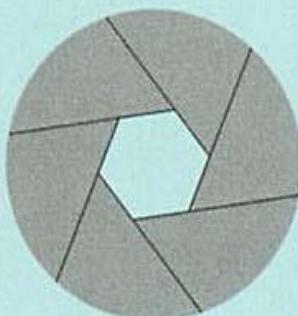
f/4



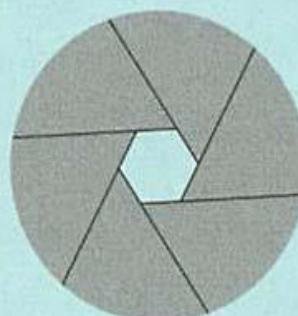
f/5.6



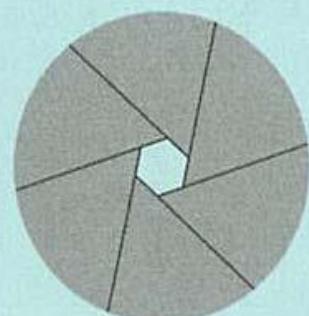
f/8



f/16

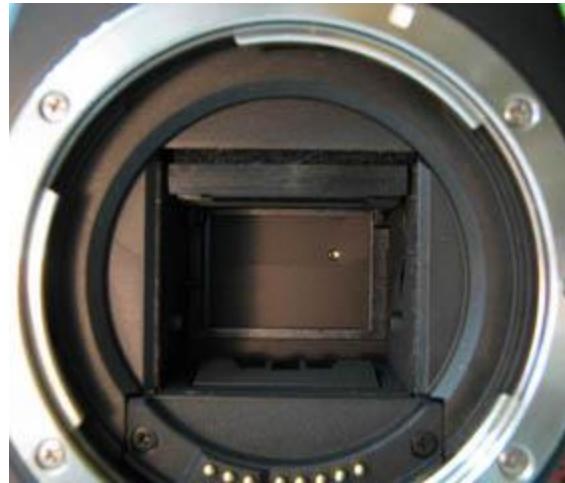


f/32

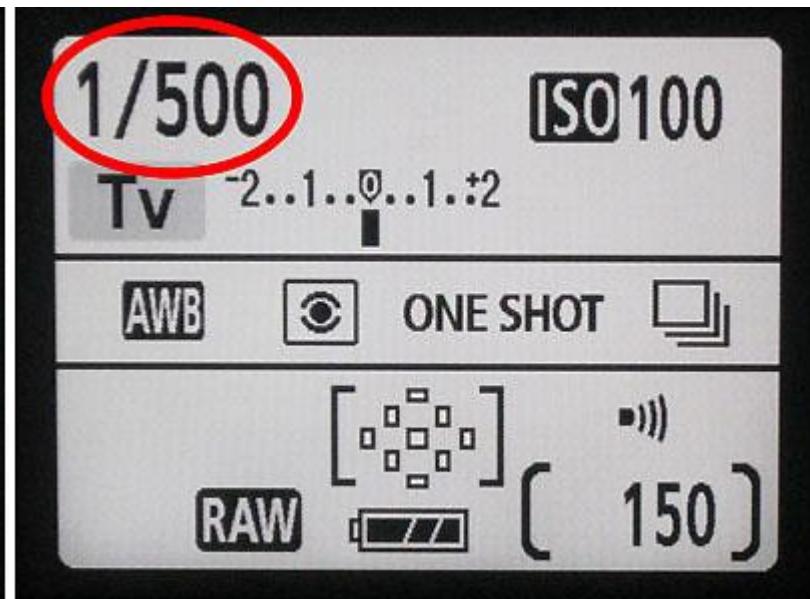
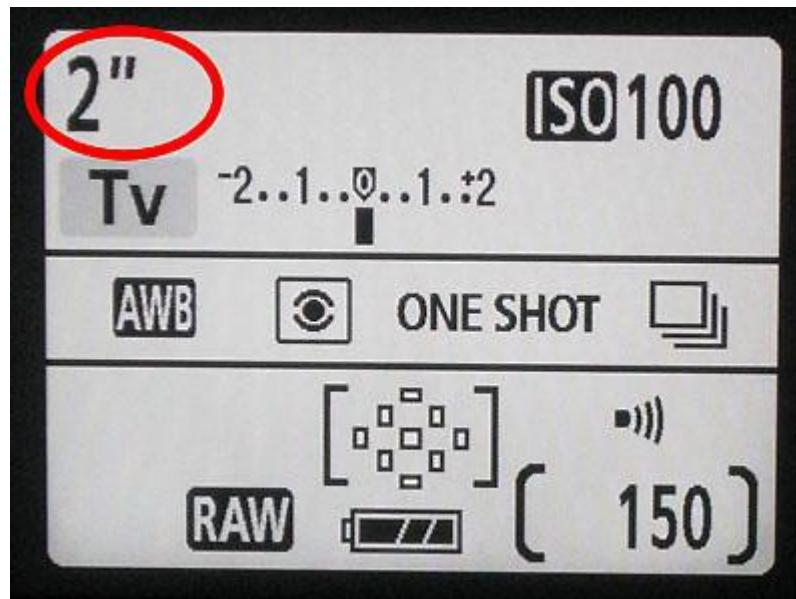


# Zatvarač

- **Zatvarač** (zapor) je mehanizam ili uređaj kojim se podešava dužina eksponiranja fotografskog sloja ili fotosenzora. **Brzinom zatvarača** određujemo koliko dugo će fotosenzor biti izložen svjetlosti. To se može postići **mehaničkim zatvaračem** ugrađenim u tijelo fotoaparata koji je smješten između objektiva i fotosenzora. On se otvara i zatvara u točno određenom vremenskom periodu. Postoji i **elektronički zatvarač** na kojem se vrijeme regulira postavkama zatvarača , a postiže se isti efekt aktiviranjem fotodioda na senzoru.



Brzina zatvarača označava se brojevima koji predstavljaju dijelove sekunde npr. 1/8, 1/15, 1/30, 1/60 itd.



# Dubinska oštrina

- Pri snimanju fotoaparatom može se uočiti da je slika oštra samo u fokusnoj ravnini koja je paralelna s ravninom fotosenzora. Oni dijelovi slike koji nisu u fokusu gube svoju oštinu postupno, ovisno o udaljenosti od fokusne ravnine. **Dubinskom oštrinom** nazivamo područje ispred i iza fokusne ravnine unutar kojeg je gubitak oštine zanemariv. Dakle, dubinska oštrina označava područje prihvatljive oštine objekta na fotografiji. Dubinska oštrina , osim o tipu fotoaparata, ovisi i o:
  - 1. otvoru zaslona-što je otvor zaslona manji,dubinska oštrina je veća.
  - 2. žarišnoj duljini objektiva- što je žarišna duljina manja, dubinska oštrina je veća.
  - 3. udaljenosti predmeta-što je predmet udaljeniji, dubinska oštrina je veća.
  - Dubinska oštrina je veća iza fokusirane ravnine nego ispred nje, pa se zato pri snimanju objekata koji se protežu u dubinu (npr.drvored) , fokusiranje vrši na prvu trećinu objekta.

# Dubinska oštrina

Desno je prikaz kako se kod velikog otvora zaslona, smanjuje dubinska oštrina.

