**Oko je najvažnije osjetilo** i dobiva 80% svih informacija koje čovjek prima. Brzina prijenosa informacija vidom je gotovo 10 puta veća nego sluhom.Za sunčana dana rasvijetljenost je do 100.000 lx, u hladu drveta 10.000 lx, a pri mjesečini samo 0,2 lx. Ipak, prilagodljivost oka dozvoljava da vidimo u svim ovim uvjetima. Naše oko je optički sustav za preslikavanje objekata na mrežnicu. Može se vrlo fleksibilno prilagoditi različitim uvjetima rasvjete. Granica osjetljivosti jest bilijunti dio luxa (zvijezda na noćnom nebu). **Mrežnica** je, za shvaćanje svjetla, odlučujući dio oka. Sastoji se od dva receptora različito osjetljivih na svjetlo: čunjića i štapića. **Štapići** su jako osjetljivi na sjajnost, a manje na boju, pa su aktivniji pri manjoj sjajnosti (noćno ili fotopsko viđenje) i njihova maksimalna osjetljivost se nalazi u plavo-zelenom području na 507 nm . **Čunjići** su osjetljiviji na boju, i preuzimaju ulogu u dnevnom (skotopskom) viđenju pri jačoj sjajnosti i njihova maksimalna osjetljivost se nalazi u žuto-zelenom području na 555 nm. Čunjići u oku dijele svjetlo u **tri različita područja spektra**, koje nazivamo crveni, zeleni i plavi (RGB), te pobuđuju mozak na aditivno miješanje boja. Mrežnica predstavlja "projekciono platno" sa 130 milijuna receptorskih stanica, koje su uključene u proces viđenja ovisno o svjetlosnom nivou. 120 milijuna štapića osjetljivo je na svjetlo, i koristi se za rasvijetljenost manju od 1 lx, a 7 milijuna čunjića koristi se za prepoznavanje boja. **Trodimenzionalno** ili **stereoskopsko** **viđenje** moguće je zahvaljujući činjenici da su naše oči međusobno razmaknute. Kada se fokusira objekt, uzorci koji se stvaraju na mrežnici oka se neznatno razlikuju za svako oko zbog drukčije perspektive, a mozak koristi ove informacije da bi "izračunao" utiska prostora, što omogućuje stvaranje utiska udaljenosti. Mogućnost oka da se prilagođuje na više ili manje razine sjajnosti naziva se **adaptacija**. Mogućnost adaptacije ljudskog oka kreće se unutar omjera sjajnosti od 1: 10 milijardi. Trajanje procesa adaptacije ovisi sjajnosti na početku i kraju procesa. Adaptacija na manju sjajnost traje dulje od adaptacije na višu sjajnost. Proces adaptacije omogućuje složena mreža ganglija - živčanih stanica, koje prenose informacije do mozga. **Oštrina** **vida** je sposobnost razlikovanja finih detalja na nekom predmetu ili prizoru. **Akomodacija** je sposobnost oka da se prilagodi predmetu koji se nalazi na određenoj udaljenosti i da ga oštro vidi, što se postiže promjenom oblika očne leće. Da bi se objekt prepoznao, potrebna je razlika sjajnosti ili boje između objekta i neposredne okoline, što se naziva **minimalni** **kontrast**. Vidljivo zračenje čovječje oko ne opaža samo po jačini svjetlosti već i po bojama. Taj se osjećaj naziva **podražaj boja**. **Kolorimetrija ili mjerenje boja** je znanost koja se bavi kvantitativnim vrednovanjem boja.

Naša percepcija svjetla zasniva se na njegovoj **raspodjeli** na **spektralne** **komponente** (**frekventni** **sastav**). Razlikujemo: **Monokromatsko** **zračenje** - sastoji se od samo jedne valne duljine, odnosno vrlo uskog spektra koji se može tako prikazati (npr. širine 10 nm) i **složeno** **zračenje** - sastoji se od više različitih valnih duljina. Dijelimo ga na: **Kontinuirano** **zračenje** - bez skokovitih promjena valnih duljina, Dnevno svjetlo i **diskretno** **zračenje** - sa skokovitim promjenama valnih duljina.

**Svjetlost** **se** **može** **protumačiti** na dva načina, i to u: fizikalnom smislu (prijenos energije u obliku elektromagnetskih valova ili čestica) i osjetilnom smislu (modeliranje djelovanja ljudskog oka).

Od ukupnog toka energije što je zrači neki izvor svjetlosti, samo elektromagnetsko zračenje valnih duljina od 380 do 780 nm može izazvati vizualni osjet svjetline, i naziva se **vidljivi** **dio** **spektra**. Iznad i ispod tog dijela spektra nalazi se infracrveno (IR) i ultraljubičasto (UV) područje. **IR** područje obuhvaća valne duljine od 780 nm do 1 mm. Ovo termičko zračenje sunca omogućuje život na zemlji. **UV** zračenje (100 do 380 nm) je zbog svog biološkog učinka nužno, ali i štetno u UV-C području (ozonska rupa!).

Ovisno o primjeni, umjetno svjetlo treba omogućiti da se boje vide kao da su obasjane prirodnim svjetlom. Ova kvaliteta izvora svjetla naziva se **uzvrat boje**, i izražava se faktorom uzvrata boje (Ra faktorom). Faktor uzvrata boje je mjera podudaranja boje objekta osvijetljenog izvorom koji se mjeri i boje tog objekta pod referentnim izvorom svjetla (s Ra=100). Što je Ra faktor izvora niži, to je uzvrat boje tog izvora lošiji.

Vrlo dobar **1 A > 90** (Halogene žarulje, LUMILUX® DE LUXE fluocijevi), **1 B 80 -89** (LUMILUX® fluocijevi, metalhalogene žarulje boje /NDL i /WDL), dobar 2 A 70 -79 (Standardne fluocijevi boje /10 (6.000 K)), **2 60 -69** (Standardne fluocijevi boje /20 (4.500 K)), **dovoljan 3 40 -59** (Živine žarulje HQL), **loš 4 < 39** (Visokotlačne i niskotlačne natrijeve žarulje).

**Svjetlost se vrednuje** na dva načina: fizikalnim veličinama i svjetlotehničkim veličinama. **Fizikalnim** se **veličinama** svjetlost opisuje u onom djelu gdje svjetlost promatramo energetski, kao elektromagnetski val ili kao energetsku česticu. **Svjetlotehničke** odnosno **fotometrijske** **veličine** vrednuju svjetlost na temelju osjetilnog efekta i ograničene su samo na vidljivo zračenje spektra 380 do 780 nm.

Izvori svjetlosti su karakterizirani **osnovnim veličinama**: svjetlosni tok (jakost svjetlosti), uzvrat boje, temperatura boja.svjetlosna iskoristivost. Također se promatraju i svojstva: Kompaktnost – zahtjevi za prostorom, veličina svjetiljke, utjecaj na arhitekturu, usmjerljivost svjetla; Uporaba – jednostavnost, komfor korisnika, regulabilnost, jednostavnost zamjene; Ekonomičnost – svjetlosna iskoristivost, vijek trajanja, cijena, trošak zamjene; Utjecaj na okoliš – potrošnja energije, potrošnja prirodnih resursa, zbrinjavanje.

**Svjetlosni** **tok** predstavlja snagu zračenja koju emitira izvor svjetla u svim smjerovima. Jedinica za svjetlosni tok je lumen (lm). Svjetlosni tok standardne žarulje sa žarnom niti snage 100 W iznosi 1.380 lm, a kvalitetne fluorescentne cijevi snage 18 W iznosi 1.350 lm. **Jakost** **svjetlosti** predstavlja snagu zračenja koju emitira izvor svjetla u određenom smjeru. Jedinica za jakost svjetlosti je candela (cd). **Rasvijetljenost** je mjerilo za količinu svjetlosnog toka koja pada na određenu površinu. Jedinica za rasvijetljenost je lux (lx). Razlikujemo dvije vrste rasvijetljenosti: rasvijetljenost površine i rasvijetljenost u točki. **Rasvijetljenost** **površine** je omjer svjetlosnog toka izvora svjetlosti koji pada okomito na zadanu površinu i zadane površine. **Rasvijetljenost** **točke** određene površine je omjer jakosti izvora svjetlosti koja pada okomito na tu točku i kvadrata udaljenosti. **Luminancija** (L) je sjajnost rasvijetljene ili svjetleće površine kako je vidi ljudsko oko. Mjeri se u candelama po površini (cd/m2). Luminancija je jedina fotometrijska veličina koju ljudsko oko može direktno vidjeti. Luminancija opisuje fiziološki učinak svjetlosti na oko, te predstavlja najvažniji čimbenik projektiranja javne rasvjete. **Svjetlosna** **iskoristivost** izvora svjetlosti definira se kao omjer dobivenog svjetlosnog toka izvora svjetlosti i uložene snage. Svjetlosna iskoristivost pokazuje iskoristivost kojom se uložena električna energija pretvara u svjetlost. Teoretski maksimum iskoristivosti, pri kojem se sva energija pretvara u vidljivo svjetlo iznosi 683 lm/W. U stvarnosti vrijednosti su puno manje i iznose između 10 i 150 lm/W. Svjetlosna iskoristivost predstavlja jedan od osnovnih parametara za ocjenu ekonomičnosti rasvjetnog sustava.

**Luminiscentno** **zračenje** nastaje kada elektroni prelaze iz jedne energetske razine u drugu. Visokotlačne žarulje na izboj su prema tome izvori luminiscentnog zračenja gdje se potrebna izlazna energija dobiva tokom električne struje. Za razliku od njih, luminiscencija fluorescentnih žarulja dolazi od energije zračenja (UV zračenja).

**Fluorescencija:** kod fluorescentnih cijevi i flukompaktnih žarulja pri izboju u živinom plinu generira se isključivo UV zračenje, koje se pretvara u vidljivo zračenje fosfornim omotačem(na unutrašnjoj strani cijevi) – traje samo dok traje pobuda

**Fosforescencija**:kod nekih fluoresc. mat. elektroni mogu ostati u metastabilnom uzbuđenom stanju kroz neki period koji traje od milisek. do dana, nakon prelaska iz tog stanja emitiraju svjetlost. Za prelazak iz jednog stanja u drugi potrebna dodatna energija, koja se dobiva IR zračenjem (toplinom).

**Elektroluminiscencija**:određeni materijali pretvaraju elektr. energiju direktno u svjetlost, bez izboja u plinu (LED)

**Fluokompaktne žarulje:**savinute fluorescentne cijevi, manjih dimenzija izvora svjetlosti uz iste karakteristike. Pripadaju grupi niskotlačnih žarulja na izboj (princip fotoluminisccencije). Izboj se dešava između elektroda u živinim parama (u punjenju još i neki inertni plin zbog startanja). Moraju u pogonu imat u seriju spojenu napravu za ograničavanje struje. Temperatura boje koju daju moguće je kontrolirati fosfornim omotačem (trokomponentni fosfor). Zamjena za standardne žarulje (25-100W), al zbog razvoja bitno se širi njihovo područje primjene. Ušteda od gotovo 80% - štedne žarulje. Vijek trajanja određen gubitkom emisijskog sloja na elektrodama (kod paljenja, ali i u normalnom pogonu). Predspojne naprave produžuju vijek. Vijek cijevi s magnetskom predspoj. napr. 8000 sati, a s elektroničkom i do 20000 sati. Svjetlosni tok se smanjuje tijekom korištenja zbog fotokemijske degradacije fosfornom omotača i sakupljanja naslaga unutar cijevi (moguće 92% toka i nakon 20000 sati). Još osjetljivije na radnu temp. od fluoresc. cijevi. Izboj u živi stvara elektromagnetsko zračenje, koje se mora smanjiti filterima (kondenzatorima).

**Predspojne naprave**: služe za ograničavanje struje, zbog negativne U-I karakteristike žarulja na izboj. Osiguravaju dovoljan napon za početak izboja u plinu. Smanjuju iskoristivost zbog vlastite potrošnje.

**Starter**: se dešava u dvije faze. Elektrode moraju bit dovoljno ugrijane da emitiraju elektrone i mora bit dovoljno veliko električno polje između elektroda da se ionizira plinsko punjenje i dođe do izboja.

**Prigušnica**: služi za ograničavanje struje (magnetska ili elektronička).

**Izvore svjetlosti** dijelimo prema načinu generiranja svjetlosti: 1. princip termičkog zračenja (žarulje sa žarnom niti), 2. princip luminiscencije (žarulje na izboj).

**Žarulja sa žarnom niti:**  generiraju svjetlo principom termičkog zračenja. Svjetlost nastaje tako što struja teče kroz žarnu nit od Wolframa i ugrijava je na temp. od 2600 – 3000K i usijava (većina zračenja u IR spektru). Osnovna svojstva žarulje, svjetlosnu iskoristivost i vijek trajanja, najviše utječe temperatura žarne niti – veća temp. svjetlosna iskoristivost veća, a vijek trajanna kraći (vijek trajanja se smanjuje zbog naglog porasta broja atoma wolframa koji se odvajaju sa žarne niti – to dovodi do tamnjenja unutrašnje strane balona i do pucanja žarne niti). Ovaj proces može se bitno umanjiti dodavanjem inertnog plina (Argon, Krypton ili Xenon) u punjenje balona. Daljnji korak u poboljšavanju iskoristivosti je način motanja spirale – dvostrukim motanjem smanjuje se površina isijavanja a time i gubici. Svjetlosna iskoristivost žarulja sa žarnom niti – 25-500W – 9-17 lm/W (u svjetlost se pretvara 5-10% uložene energije, ostatak u toplinu), vijek trajanja – 1000 sati, uzvrat boje 1A, temperatura boja 2600-2800K. Svjetlosni tok je ovisan o naponu, što se koristi kod regulacije (smanjuje se u pogonu, i obično na kraju iznosi 15% nazivnog).

**Reflektorske žarulje** – posebna grupa standardnih žarulja – njima postižemo usmjeravanje svjetlosnog toka u željenom smjeru što podiže iskoristivost rasvjetnog sustava, a širina snopa određena reflektorom

**Halogene žarulje** – također žarulje sa žarnom niti – koriste princip termičkog zračenja pri generiranju svjetla a dodavanje halogenida (brom, klor, flor i jod) plinskom punjenju gotovo potpuno sprečava crnjenje balona žarulje – postignut gotovo konstantan svjetlosni tok. Moguće je žarnu nit zagrijat na puno višu temperaturu, čime se podiže svjetlosna iskoristivost. Glavna karakteristika halogenki – **halogeni kružni proces** (wolfram koji isparava sa žarne niti odlazi prema stjenci balona, gdje se pri temp. manjoj od 1400 K spaja s halogenidima. termičko strujanje odvodi ovaj spoj bliže prema žarnoj niti, gdje se pri temp većoj od 1400K razgrađuje, a atom wolframa se ponovno vraća na žarnu nit (pri tome ne vraća se na staro mjesto, pa ipak dolazi do pucanja žarne niti na kraju vijeka trajanja). Halogena žarulja je jako osjetljiva na promjene pogonskog napona, pogotovo kod niskonaponskih žarulja (12 V AC) dolazi do izražaja osjetljivost vijeka trajanja o naponu – povećanje pogonskog napona od samo 5% - smanjenje vijeka za 40%. **Osnovne prednosti** halogene žarulje u odnosu na standardnu – viša svjetlosna iskoristivost (do 25lm/W), dulji vijek trajanja (do 4000 sati), optimalna kontrola svjetla, male dimenzije, konstantan svjetlosni tok, viša temperatura boje. Energetska bilanca halogene žarulje – 10% vidljivo svjetlo, 20% gubici u plinskom punjenju, 10% gubici zbog el. otpora žarne niti, 60% infracrveno zračenje.

**Fluorescentne cijevi:** njihovo svjetlo je jednoliko, ekonomično i dugotrajno, ali nije točkasto. **prosječan vijek trajanja** izvora svjetla je period nakon kojeg 50% izvora svjetlosti radi. **koristan vijek trajanja izvora svjetla** je period nakon kojeg rasvjetni sustav daje 80% početnog (nazivnog) svjetlosnog toka.

**Žarulje na izboj u plinu:** kod žarulja na izboj svjetlost se generira principom luminiscentnog zračenja. Električni izboj dešava se u cijevi napunjenoj plinom ili parama zbog djelovanja električnog polja između dvije elektrode te pri tome u plinu, koji prije dovođenja napona na elektrode nije vodljiv, nastaju slobodni nositelji u obliku iona i elektrona. Bez ograničenja struje razvio bi se lavinski efekt, pa se koriste prigušnice (induktiviteti koji se spajaju u seriju s izvorom svjetlosti). **Prednosti u odnosu na žarnu nit**: veća svjetlosna iskoristivost (180 lm/W, dulji vijek trajanja 20000 sati, veliki svjetlosni tok 320000lm).

**Fluorescentne** **žarulje** – niskotlačni izvor na izboj, svjetlost se generira izbojem u živinim parama niske luminoznosti (uglavnom se stvara nevidljivo UV zračenje, koje se s fosfornim slojem na stjenki crijeva pretvara u vidljivo svjetlo) – foto-luminiscencija. Ne mogu direktno na mrežni napon – potrebna prigušnica i starter (viši napon pri paljenju nego u pogonu). Svjetlosni tok s vremenom opada (zbog pada iskoristivosti fluorescentnog sloja i trošenja elektrode – poboljšavamo uporabom elektroničkih predspojnih naprava). Vijek trajanja ovisi o periodu paljenja/gašenja, predspojnim napravama i korištenom fluoresc. materijalu.

**Neonske cijevi**: koriste tinjajuće (hladne elektrode) koje rade na jako malim strujama. Dodatkom žive ili argona ili obojenim staklom (ne fosfornim omotačem) se mijenja boja neona. Koriste se za različite efekte. Relativno skupe.

**Visokotlačne žarulje na izboj:** skupina žarulja na izboj – živine, metalhalogene i visokotlačne natrijeve žar. Izboj u plinu dešava se u žišku, između elektroda. Žižak sadrži startni plin, koji lagano ionizira neki element koji isparava pri izboju i stvara karakteristično svjetlo.

**Živina žarulja (HQL):** najstarija žarulja na izboj, a svjetlost generira izbojem u živinim parama koji počne isparavati nakon što se pojavi početni izboj u argonu. Spektar zračenja u hladnijem području, iskoristivost (60lm/W). Start pomoću startne elektrode (SE), prigušnica potrebna za pogon. Postupak paljenja od 3-6min. Vijek 16000h. Ne preporuča se, zbog velike količine žive. Snaga 50-1000W, javna rasvjeta i ind. rasvjeta.

**Žarulja s mješanim svjetlom (HWL):** u principu živina žarulja, u kojoj žarna nit koja je dodana glumi ulogu prigušnice. Nešto toplije boje, ali se smanjuje iskoristivost 20-30 lm/W. Snage od 160-500W. Paljenje do 2min.

**Metalhalogena žarulja:** princip sličan kao živine, al koriste metal halogenide kao dodatak. Oni se raspadaju pri višim temp., nakon čega mali metali generiraju vidljivo zračenje kompl. spektra. Dodatkom metalhalogenida postiže se kvalitetnije svjetlo i viša iskoristivost. Kombiniranjem različitih metala dobivaju se i različite temp. boja – 3000-6500K. Snage 35-3500W.Za pogon visokonaponski startni element koji daje impuls od 3-6kV. Paljenje do 3min.

**Natrijeve žarulje (NAV):** izboj se događa u natrijevim parama uz dodatak ksenona za lakši start i povećanu iskoristivost i male količine žive. Najveća iskoristivost (do 150lm/W), ali slabiji uzvrat boje i toplu (žutu) temp. boje (2000K). Najbolje za cestovnu rasvjetu. Vijek 32000h, uz veliku sigurnost (95% nakon 16000h pogona – 4 godine). Postupak paljenja do 5min.

**Niskotlačne natrijeve žarulje:** generiraju svjetlost izbojem u natrijevim parama pri niskom tlaku i postiže se monokromatsko žuto svjetlo, i visoka iskoristivost (200lm/W). Startni plin neon. Predspojna naprava – autotransformator najviše, daje napon od 400-550V.

**LED:** svjetleća dioda (light-emitting diode) je poluvodički uređaj koji emitira svjetlo u uskom spektru kada je potican tijekom električne struje u pravom smjeru. **Prednosti** – male dimenzije, često paljenje, puno svjetlo pri niskim temp., dugi vijek trajanja, bez IR/UV zračenja, prihvatljive za okoliš, usmjereno svjetlo, visoka iskoristivost u boji, visoka otpornost na udarce. Vijek do 50000h. Led iskoristivost 30-90%.