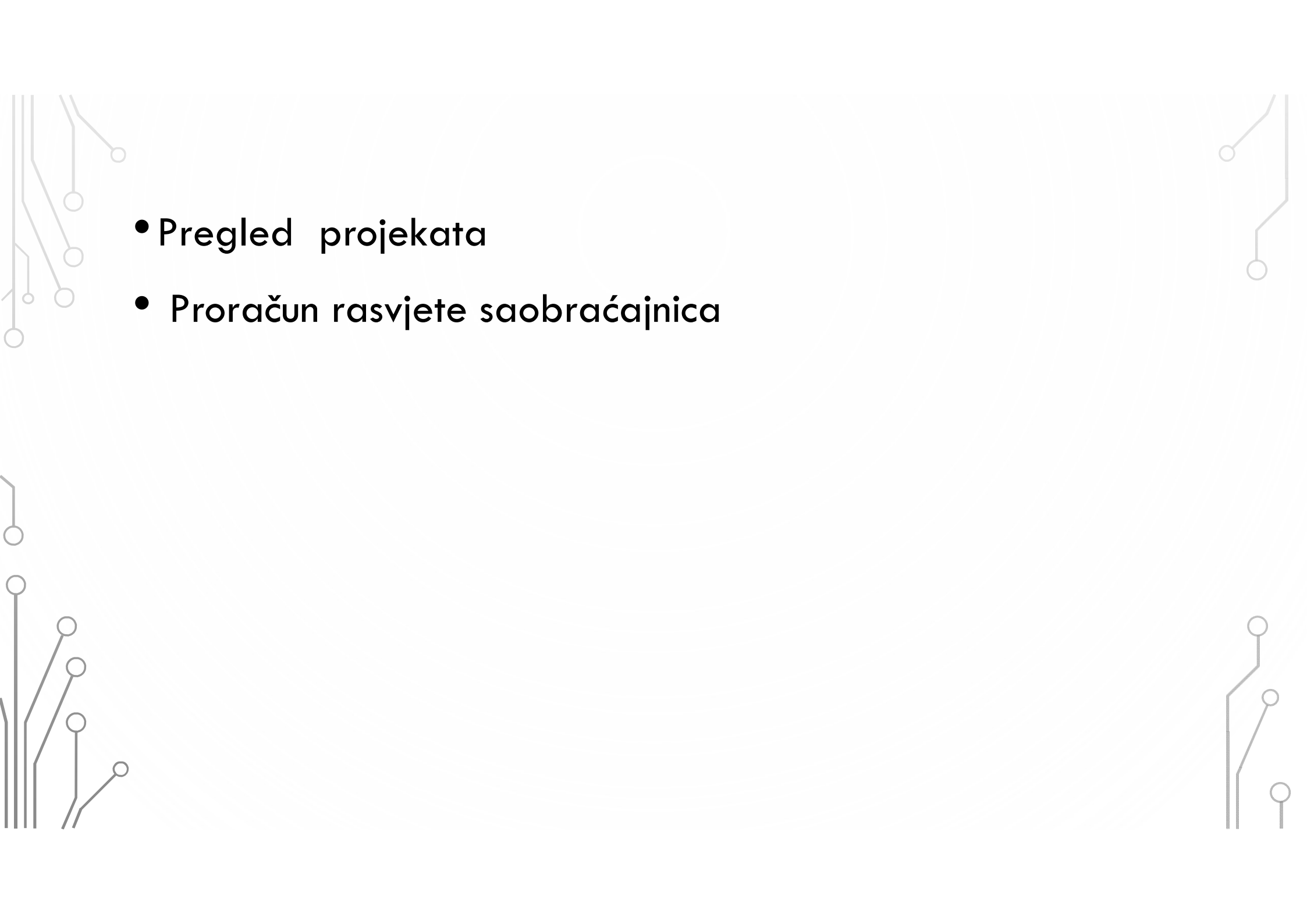




# IZRADA INVESTICIONO TEHNIČKE DOKUMENTACIJE (1 + 2)

PROF. DR MILOVAN RADULOVIĆ, NASTAVNIK

- 
- Pregled projekata
  - Proračun rasvjete saobraćajnica

- Materijal na osnovu koga ćete vršiti izbor parametara za proračun

P R E P O R U K E ZA PROJEKTOVANJE, IZVOĐENJE I ODRŽAVANJE JAVNE  
RASVJETE NA PODRUČJU GLAVNOG GRADA



U prilogu su date smjernice za projektovanje javne rasvjete.

Na osnovu navedenih podataka u programu DiaLux projektovati javnu rasvjetu u dva slučaja saobraćajnice:

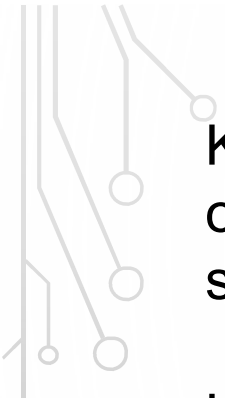
1. saobraćajnica bulevarskog tipa- dvije kolovozne trake sa po dvije saobraćajne trake, međurazdjelna zelena površina između kolovoznih traka, trotoar i biciklističke staze sa obje strane saobraćajnice.

2. saobraćajnica u rezidencijalnom dijelu grada ( individualni stambeni objekti) ulica za dvosmjerni saobraćaj (dvije saobraćajne trake) i trotor sa obje strane ulice.

Parametre koji se unose u program izabrati na osnovu gustine saobraćaja iz datih preporuka. Pored saobraćajnica prikazati i objekte.

# OSVJETLJENJE OTVORENIH PROSTORA

- Otvorenim prostorima podrazumijevaju se ulice, trgovi, mostovi, sportski tereni, otvorena skladišta, fasade zgrada i slično.
- Radna ravan kod otvorenih prostora smatra se horizontalna ravan ulice, trotoara, sportskog terena i sl. Radna ravan dobija svjetlosni fluks direktno iz svjetiljke.
- Zbog ovoga, kod proračuna osvjetljenja otvorenog prostora isključivo se posmatra jačina konkretne svjetiljke.
- Kao i kod osvjetljenja zatvorenog prostora, osvjetljenje otvorenih prostora možemo podijeliti na: korisno (racionalno) i ukrasno (dekorativno).




Korisno osvjetljenje treba prije svega da obezbijedi dobru vidljivost. Korisno osvjetljenje koristi se za osvjetljenje ulica, trotoara, trgova, otvorenih stadiona i slično.

Kod ukrasnog osvjetljenja nije prioritet dobra vidljivost, već lijepi efekti koji se vještačkom svjetlošću mogu proizvest, a to su osvjetljenje spomenika, zgrada i slično.

Bez obzira koji je zadatak osvjetljenja otvorenog prostora, ono mora da zadovolji tri osnovna uslova, to su:

- funkcija
  - estetika
  - ekonomičnost
- 
- 
- 





**Funkcija** – Osnovna funkcija osvjetljenja saobraćajnica je osiguranje minimalne propisane vrijednosti osvjetljenja saobraćajnica, ravnomjerne rasvjetljenosti, kao i umanjeње efekta bliještanja farova.

Savremeno osvjetljenje saobraćajnica osigurava veliku ravnomjernost osvjetljaja, (>70%) i smanjuje efekat bliještanja farova automobila.

**Estetika** – Tradicionalno su se za osvjetljavanje različitih građevina, kulturnih spomenika i sl. koristile natrijumove sijalice koje nemaju dovoljno talasnih dužina (isijavaju žutu boju) isijavane svjetlosti, te na taj način umrtvljuju ambijent.

Ukoliko neki prostor želimo oživjeti, savremeno rješenje predstavljaju kvalitetni izvori svjetlosti, takozvane „bijele svjetlosti“, koji emituju svjetlost sličnu sunčevoj svjetlosti, kao što su metalhalogene ili fluokompaktne sijalice, kao i LED svjetlosne diode.

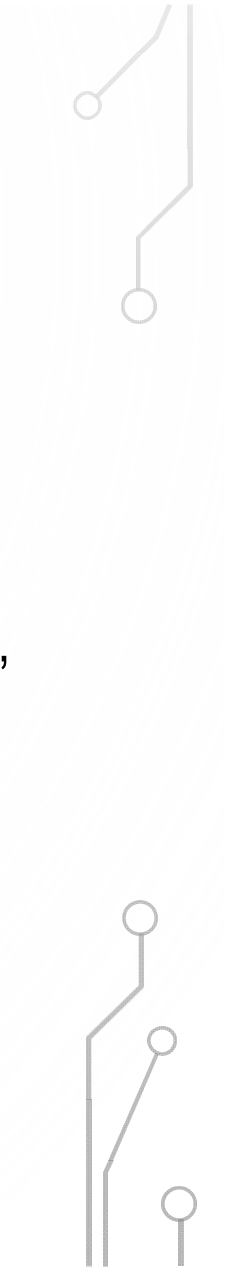




**Ekonomičnost** – S obzirom na porast cijene električne energije troškovi osvjetljenje ulica, trgova i slično (što često nazivamo „javno osvjetljenje“) zauzima bitnu stavku u troškovima gradova. Pod troškovima javnog osvjetljenja podrazumijevaju se troškovi izgradnje, upravljanja, održavanja, kao i troškovi električne energije za osvjetljenje javnih površina.

Ukoliko se postojeće, energetske neefikasne svjetiljke, zamijene energetski efikasnijim, na duži rok će se ta investicija isplatiti.

Za proračun osvjetljenja otvorenog prostora primjenjuju se sljedeće metode:

- metoda tačaka,
  - metoda stepena iskorišćenja,
  - upotrebom računarskih programa za proračun osvjetljenja.
- 



## Osvjetljenje saobraćajnica

Osnovni zadaci osvjetljenja puteva su:

- da vozačima omogući bezbjedno, brzo i udobno kretanje;
- da omogući bezbjedno kretanje pješaka u smislu da uoče opasnost, orijentišu se i prepoznaju druge pješake;
- da popravi noćni izgled okruženja puta.

Akcenat je stavljen na aspekt bezbjednosti ( 30% smanjenje broja smrtnih slučajeva i ozbiljnih povreda u slučaju dobre osvjetljenosti puteva)

## Parametri vrednovanja faktora kvaliteta osvjetljenja saobraćajnica

- polje posmatranja definiše se kao dio kolovoza dužine 100 m koji leži ispred posmatrača, a počinje na 60 m ispred njega. Ako se uzme visina očiju posmatrača od 1,5m on ovaj dio kolovoza vidi pod uglovima koji su između 1,5 i 0,5 stepeni;
- polje vrednovanja počev od jedne svjetiljke slika sjajnosti se mijenja samo do sledeće svjetiljke. Slika sjajnosti se tokom kretanja periodično ponavlja;
- tačke vrednovanja one tačke u polju u kojima se računa ili mjeri sjajnost kolovoza;
- položaj posmatranja

# Kriterijumi kvaliteta osvjetljenja puteva

Vidni uslovi koje mora ostvariti javno osvjetljenje saobraćajnica označavaju dva osnovna kriterijuma:

## Kriterijum vidljivosti

- raspoznavanje razlike sjajnosti (kontrastna osjetljivost)
- raspoznavanje oblika(oštrina vida)
- brzina raspoznavanja kontrasta i oblika

## Kriterijum vidnog komfora

- nivo sjajnosti
- uzdužna ravnomjernost sjajnosti
- psihološko blještanje
- optičko vođenje

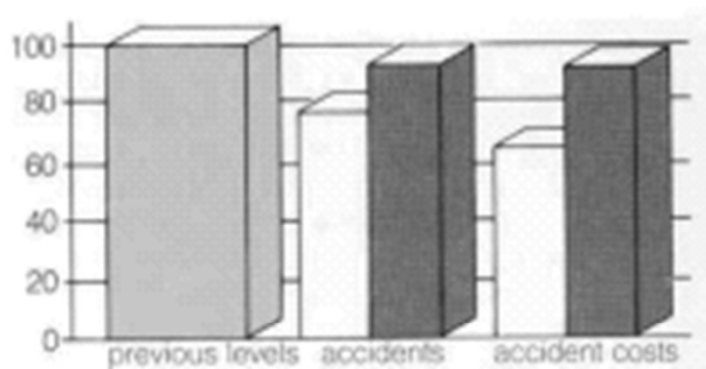
## Spoljašnja rasvjeta

Spoljašnju rasvjetu moguće je podijeliti na **uličnu** rasvjetu (rasvjeta puteva), **urbanu** rasvjetu (rasvjeta trgova i pješačkih zona) i **reflektorsku** rasvjetu (rasvjeta fasada i prestižnih objekata).

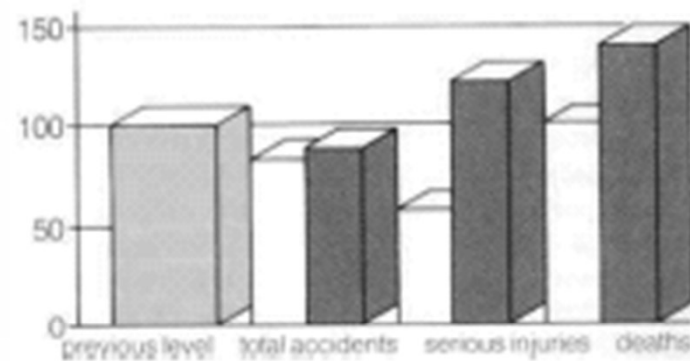
Osnovna uloga spoljašnje (vanjske) rasvjete je:

- dobra rasvjeta smanjuje broj nesreća i povećava sigurnost na putevima, te osigurava vidljivost pješacima i biciklistima
- rasvjeta povećava zaštitu i sigurnost ljudi i objekata
- rasvjeta omogućuje pravovremeno uočavanje opasnih i novonastalih situacija na cesti
- položaj svjetiljaka pokazuje putanju ceste, odnosno djeluje kao “vodič”
- rasvjeta omogućuje orijentaciju tj. izbor pravog puta
- u gradovima rasvjeta naglašava rezidencijalnu vrijednost i stvara urbanu atmosferu

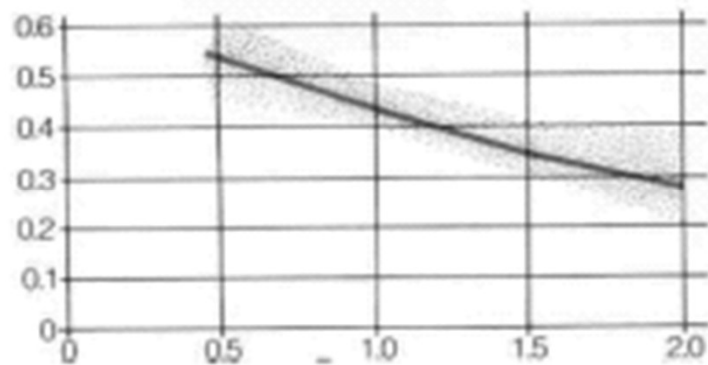
Brojna istraživanja pokazala su da korištenje cestovne rasvjete bitno smanjuje broj nesreća.



50% smanjenje luminancije



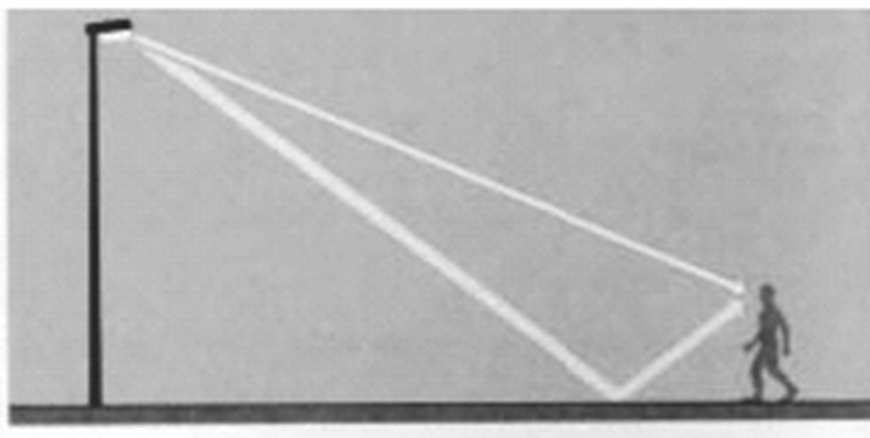
isključenje rasvjete



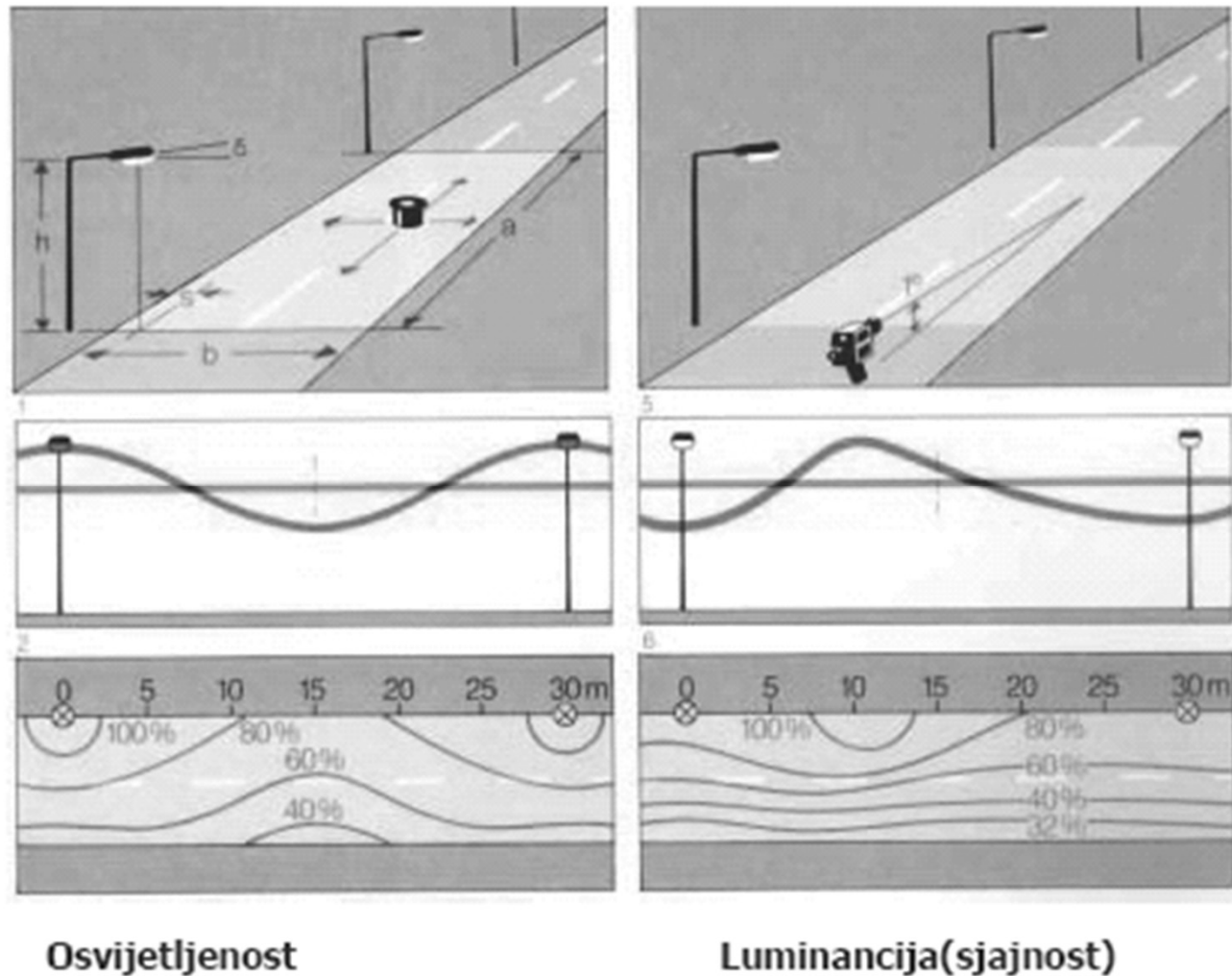
rel. broj nesreća u zavisnosti od luminanciji

## Ulična - cestovna rasvjeta

Pri projektovanju cestovne rasvjete, najvažniji pojam je luminancija (osjećaj sjajnosti koji stvara osvjetljena ili svjetleća površina). Svjetlost iz svjetiljke pada na cestu, te se reflektira od njene površine u oko posmatrača, koji je doživljava kao sjajnost. Ovo se naziva luminancija ili sjajnost ceste - **L (cd/m<sup>2</sup>)**.



Zbog reflektivnih svojstva ceste, luminancija i osvjetljenost se bitno razlikuju (ne postoji direktna veza kao kod unutrašnje rasvjete, gdje je refleksija difuzna).



## Ulična rasvjeta

Svjetlotehnički zahtjevi koji se postavljaju pri projektovanju sistema ulične rasvjete postavljeni su u **DIN 5044**.

Pri tome se promatraju sljedeći kriterijumi:

**nivo i ravnomjernost luminancije**

**nivo i ravnomjernost osvjetljenosti**

**ograničenje blještanja**

**porast praga**

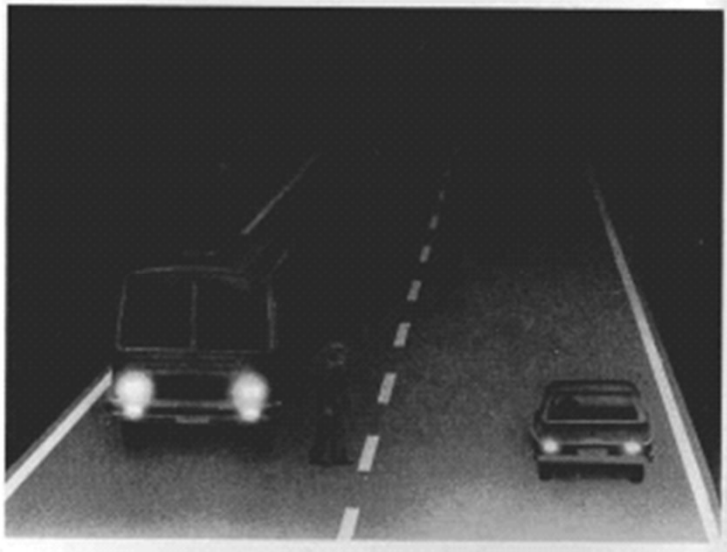
**Kontrast** ima izuzetno važnu ulogu u percepciji. Kontrast u boji i svjetlini omogućava uočavanje objekata u našem vidnom polju. Zbog toga je potrebno osigurati:

**određeni nivo luminancije** (zavisan od situacija u saobraćaju) je potreban da omogući percepciju slabijeg kontrasta i sitnih detalja

rasvjeta treba biti što **ravnomjernija**, kako bi se izbjeglo postojanje tamnih tačaka s mogućim opasnostima

potrebno je izbjeći direktno **blještanje** iz svjetiljki

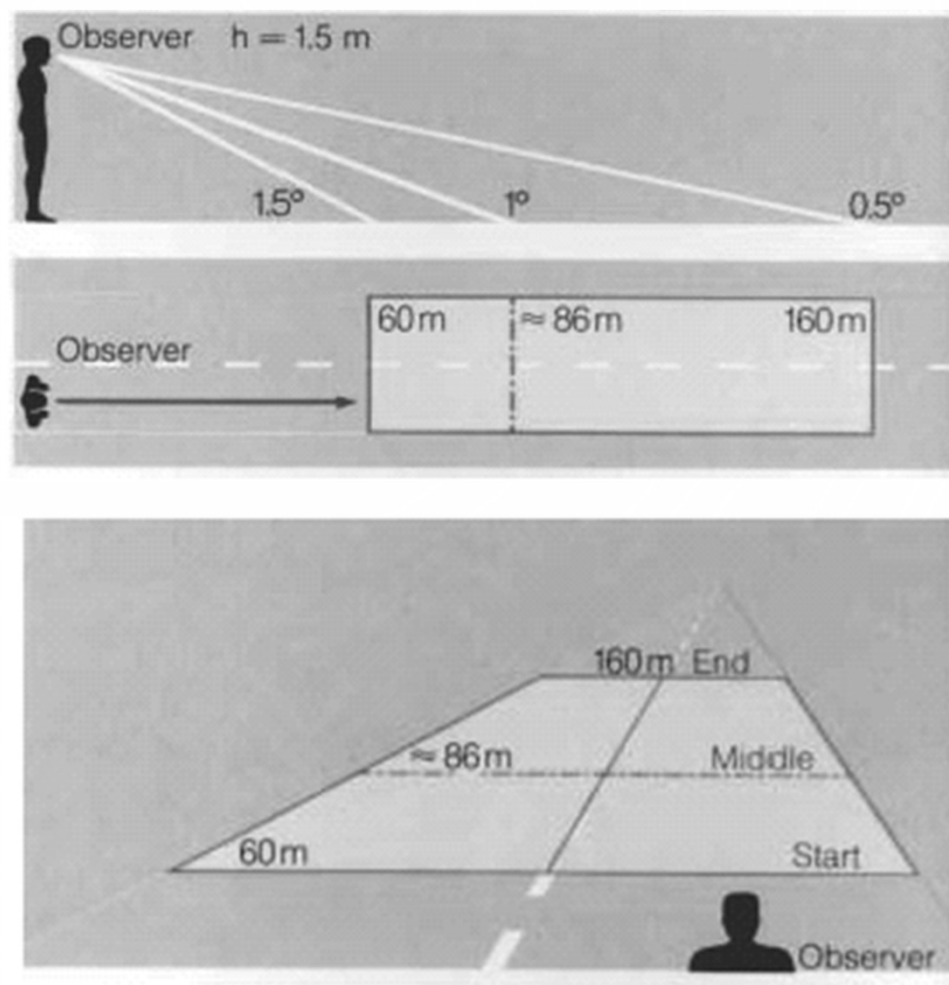




## Polje posmatranja

Polje posmatranja, definisano u DIN standardu, predstavlja osnovu za projektovanje cestovne rasvjete. Budući da je pažnja vozača za vrijeme vožnje uglavnom usmjerena prema naprijed, onda polje promatranja počinje 60 m ispred posmatrača i dugo je 100 m. Za proračun se koristi manje polje, obično između prve dvije svjetiljke.

Za položaj posmatrača uzima se pozicija u sredini desne kolovozne trake u smjeru vožnje, na visini od 1,5 m. Kolovoz se posmatra pod uglom između  $0,5^\circ$  i  $1,5^\circ$  stepena ispod horizontale.



# Nivo luminancije

Nivoa luminancije je najvažniji pokazatelj kvalitete uličnog rasvjetnog sistema. Luminancija se uvijek računa samo za kolovoz. Budući da nivo luminancije utiče na kontrastnu osjetljivost, poželjno je da luminancija bude što veća.

Ispitivanja su pokazala da je optimalna luminancija za cestovnu rasvjetu **2,0 cd/m<sup>2</sup>**, ali ona je opravdana samo za autoputove i brze ceste, pa se, zavisno o tipu ceste, preporučuje luminancija od **0,5 cd/m<sup>2</sup>** do **2,0 cd/m<sup>2</sup>**. Za ocjenjivanje se koristi prosječna luminancija kolovoza **Lm**.

Luminancija zavisi od:

**fotometrijskih karakteristika svjetiljke**

**položaju svjetiljki u odnosu na cestu**

**refleksnih svojstava kolovoza**

**položaja posmatrača (definisan)**

Za rasvjetne sisteme definirašu se klase putne rasvjete: **M1** (autoputevi i brze ceste) – **M5** (lokalne ceste s malom brzinom prometa). Preporučuju se slijedeće vrijednosti luminancije: **M1 – 2,0 cd/m<sup>2</sup>**

**M2 – 1,5 cd/m<sup>2</sup>**

**M3 – 1,0 cd/m<sup>2</sup>**

**M4 – 0,75 cd/m<sup>2</sup>**

**M5 – 0,5 cd/m<sup>2</sup>**

## Ravnomjernost luminancije

DIN 5044 definiše dva tipa ravnomjernosti luminancije:

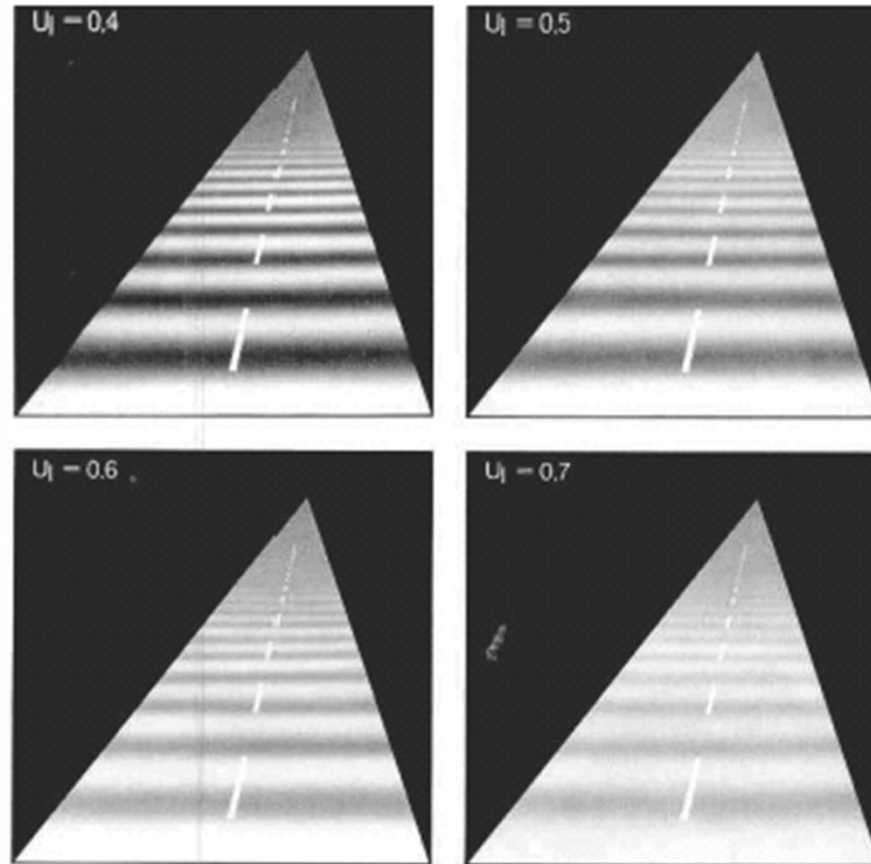
### Uzdužna ravnomjernost luminancije

$$U_L = L_{Lmin} / L_{Lmax}$$

Budući da vozači uglavnom promatraju cestu pravo ispred sebe,  $U_L$  izražava odnos minimalne i maksimalne luminancije u ravnoj liniji ispred definisane tačke posmatranja.

Zahtjevi za uzdužnom ravnomjernosti luminancije se povećavaju s maksimalnom brzinom kretanja na cesti, gustoćom prometa i mogućim opasnim situacijama. Prema DIN 5044 postoje četiri kategorije:

0,4 - 0,5 - 0,6 - 0,7



### Opšta ravnomjernost luminancije – $U_0 = L_{min} / L_m$

Opšta ravnomjernost luminancije odnosi se na cijelu širinu kolovoza, te izražava odnos minimalne i prosječne luminancije u proračunskom polju.  $U_0$  ne bi smio biti manji od 0,4, čime se izbjegavaju mračne zone i osigurava da vozač može pravovremeno vidjeti npr. pješaka koji ulazi u njegovu liniju kretanja.

## Ograničenje blještanja

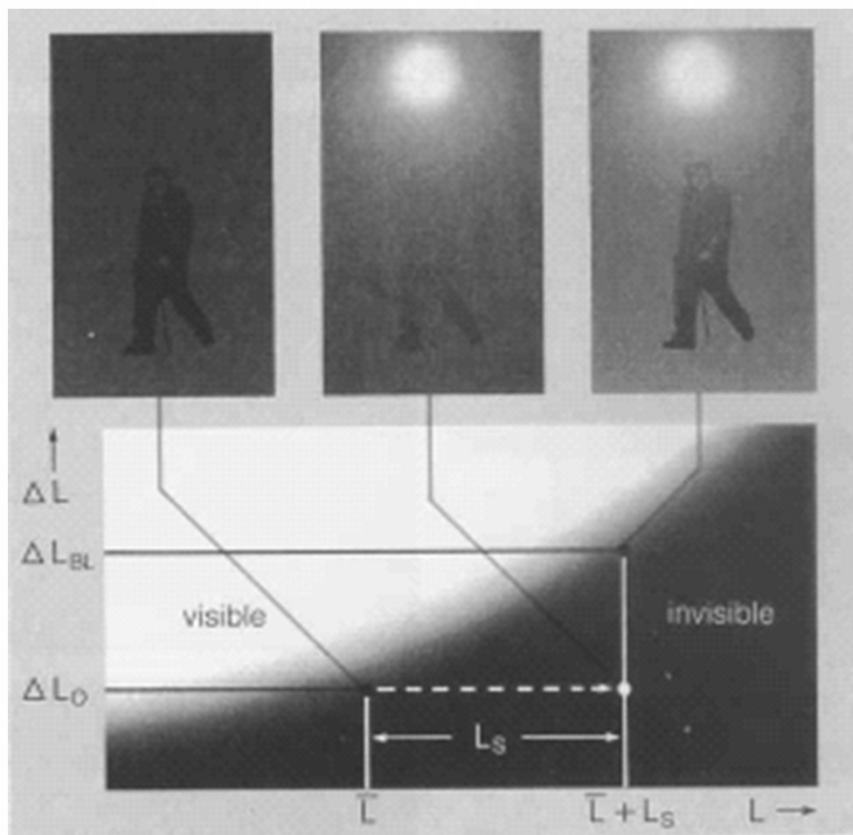
Blještanje izaziva vidnu nelagodu, te ga je potrebno što više ograničiti. Razlikujemo:

**Psihološko blještanje** smanjuje vidnu udobnost zapažanja vozača zbog zamora oka, izazvanog trajno prisutnim blještanjem izvora svjetlosti. Oznakom **G** utvrđena je (na osnovu iskustva u praksi) mjera kontrole psihološkog blještanja na skali 1 (neprimjetno) – 9 (nepodnošljivo). Iako postoji i način proračuna za G, iskustvo je pokazalo da je psihološko blještanje zadovoljavajuće ako su zadovoljeni kriteriji za ograničenje fiziološkog blještanja.

**Fiziološko blještanje** (smanjuje vidnu sposobnost) - utječe na smanjenje kontrastne osjetljivosti (razlika luminancije između objekta i pozadine) i smanjenje brzine percepcije. Vrednuje se preko **relativnog porasta praga TI**.

Za raspoznavanje objekata potrebno je osigurati razliku luminancije između objekta i pozadine, i što je ona veća, objekt je bolje vidljiv. Pri većim vrijednostima luminancije pozadine, i kontrast (razlika luminancije) mora biti jači.

Minimalni kontrast, pri kojem je kod određene vrijednosti luminancije pozadine, objekt vidljiv, naziva se **prag prepoznavanja razlike luminancije ( $\Delta L_{min}$ )**.



Kada nema blještanja, objekt je prepoznatljiv pri razlici luminancije  $\Delta L_0$ . Zbog pojave blještanja, oko se mora adaptirati na veću luminancija koja iznosi  $L_m + L_s$ , iako luminancija kolovoza ostaje ista. Pri toj luminanciji, uz razliku  $\Delta L_0$ , objekt nije vidljiv, već je potrebna veća razlika luminancije  $\Delta L_B$  kako bi objekt postao vidljiv.  $\Delta L_B$  nazivamo prag razaznavanja razlike luminancije pri blještanju. Tako definišemo TI kao:

$$TI = \frac{\Delta L_s - \Delta L_0}{\Delta L_0}$$

Budući da je ovakav proračun nemoguće izvesti u praksi, koristi se druga metoda. Istraživanja su pokazala da se relativni porast praga, u području luminancije od 0,5 - 5 cd/m<sup>2</sup>, može prikazati kao funkcija:  $TI = f(L_m, L_v)$ , gdje je **L<sub>v</sub> ekvivalentna luminancija prekrivanja** (dodatna luminancija vidljiva oku zbog blještanja). Koristi se sljedeći izraz:

$$TI = 65 \frac{L_v}{L_m^{0,8}}$$

**L<sub>v</sub>** se može izračunati kao funkcija:

**E**... osvjetljenost oka izazvana blještanjem izvora

**Θ**... ugao između smjera promatranja i upadnog zraka

**k**... iskustveni faktor koji uzima u obzir starosnu dob posmatrača

Smatra se da sistem cestovne rasvjete ima ograničeno blještanje kada je  $TI < TI_{max}$ , koji je definisano standardom za određene tipove cesti i kreće se od 5 do 20%.

## Nivo osvjetljenosti

Budući da je osvjetljenost proračunska svjetlotehnička veličina, koja zavisi samo od položaja svjetiljki, njihovom svjetlosnom fluksu i udaljenosti od površine, a pri tome ne uzima u obzir položaj posmatrača i refleksijskih svojstava kolovoza, što nam je važno pri proračunu dinamičkih uslova vožnje i udobnosti, može se koristiti samo pri proračunu manje zahtjevnih puteva (spore ceste), odnosno pri proračunu urbane i reflektorske rasvjete.

Pri tome se promatra prosječna osvjetljenost, te jednolikost rasvijetljenosti  $g_1 = E_{min}/E_m$  i  $g_2 = E_{min}/E_{max}$ .

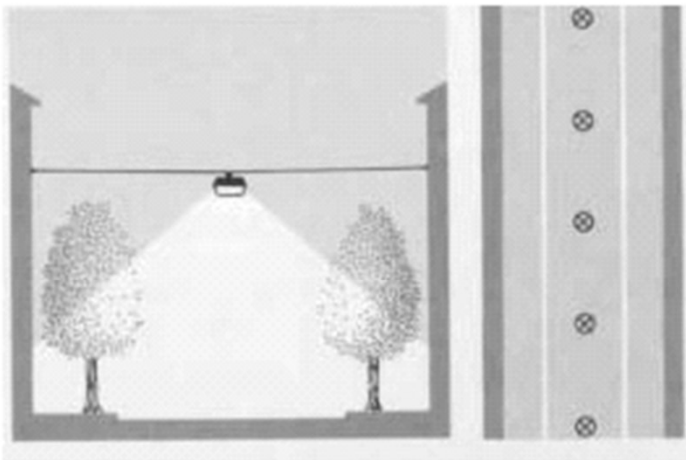
Preporučuje se:  $E_m = 7 \text{ lx}$ ,  $g_1 = 0,2$  za ulice s prolaznim saobraćajem, a  $E_m = 3 \text{ lx}$ ,  $g_1 = 0,1$  za ulice s rezidencijalnim saobraćajem.

### Vizuelno vođenje

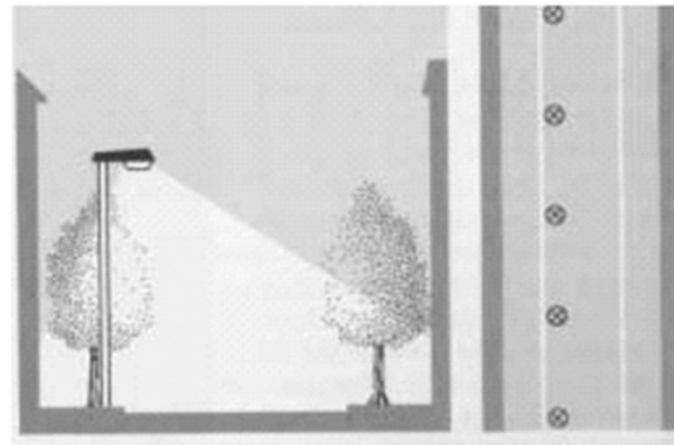
Vizuelno vođenje je skup mjera koje vozaču nedvosmisleno pružaju trenutnu jasnu sliku toka ceste i njenog smjera. Ovo se postiže rasvjetnim sistemom koji slijedi tok ceste, odnosno rasporedom nizova stubova



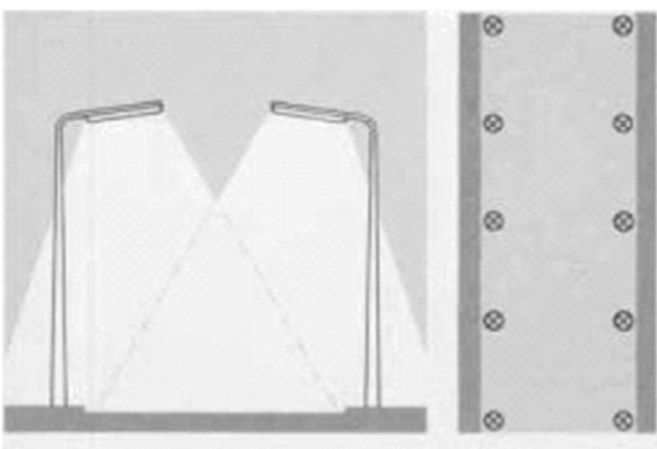
## Raspored svjetiljki



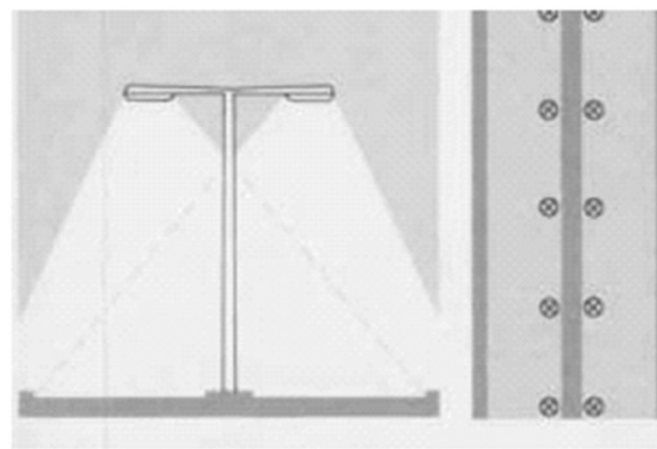
Aksijalni raspored (nosive žice)



Jednostrani raspored

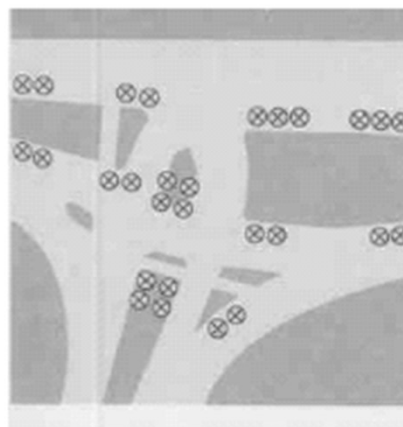
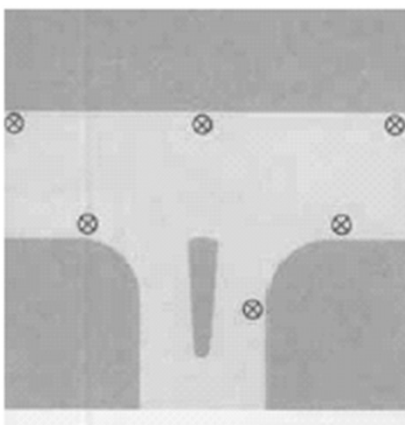
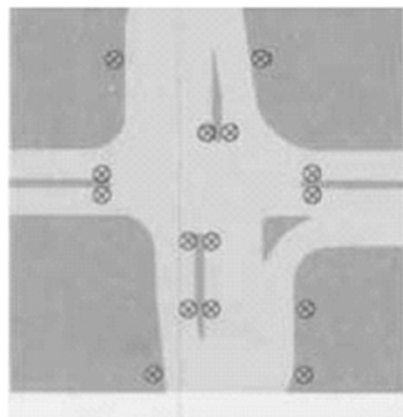
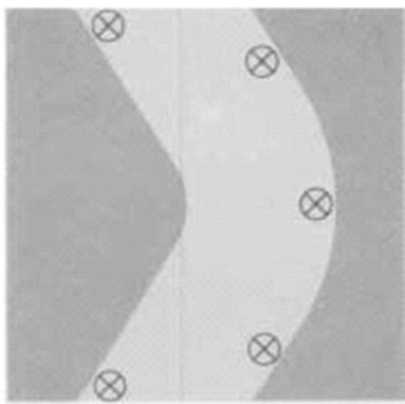


Dvostrani raspored (izvori paralelno)



Centralni raspored

## Raspored svjetiljki - primjeri

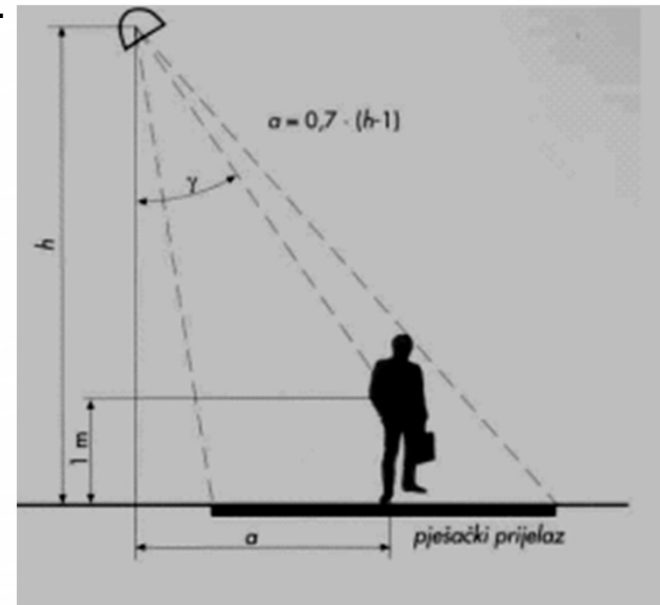
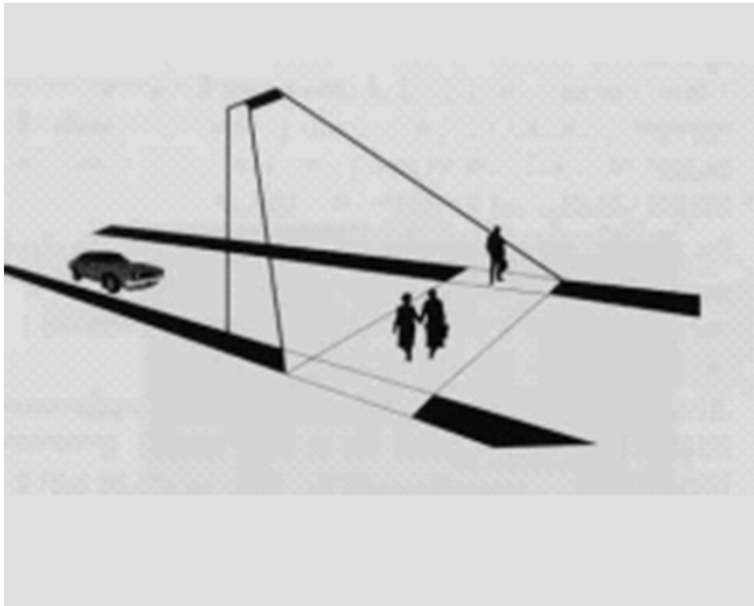


Kod raskrsnica se mora postići luminancija najbolje osvijetljene ceste koja ulazi u raskrsnicu.

Kod krivina veliku ulogu ima i vizuelno vođenje (određivanje smjera ceste). Svjetiljke se obično stavljaju na vanjsku stranu krivina, a ako zbog širine ceste treba koristiti dvostrani raspored, onda se izbjegava naizmjenično postavljanje.

## Rasvjeta pješačkih prijelaza

Pješački prelaz nije potrebno posebno osvjetljavati, ako je postignuta prosječna luminancija kolovoza od min.  $2 \text{ cd/m}^2$  u području 50m ispred i iza prelaza, te ako su zadovoljeni preporučeni uslovi jednakosti. Ako to nije slučaj, pješački prelaz se mora posebno osvjetliti, tako da se postigne pozitivni kontrast između pješaka i kolovoza (luminancija pješaka je veća od luminancije kolovoza), što se obično postiže upotrebom svjetiljke posebnih fotometrijskih karakteristika koja se postavlja ispred pješačkog prijelaza (gledano iz smjera vožnje) sa svake strane.



## Refleksiona svojstva kolovoza

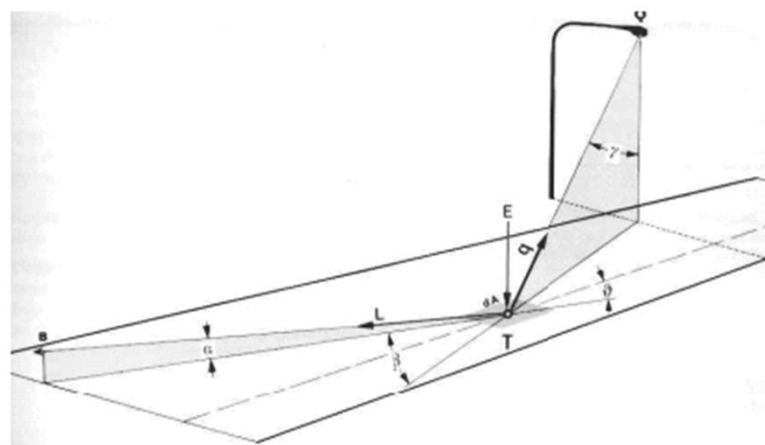
Refleksiona svojstva površine kolovoza u bitnoj mjeri utiču na raspodjelu i nivo luminancije na kolovozu. Refleksiona svojstva kolovoza određuju: materijal, izvedba i zrnastost površine, habanje, stepen zaprljanosti i vlažnost i temperatura.

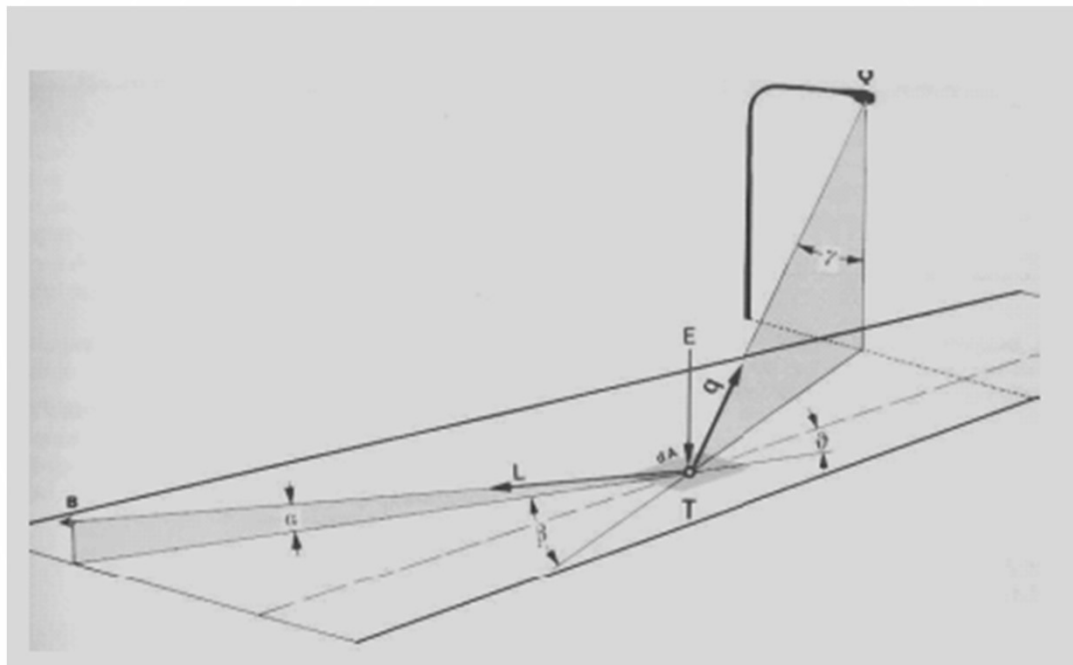
Postoje dvije vrste refleksije: **usmjerena** (prisutna kod glatkih površina, gdje se reflektujući zrak odbija pod istim uglom kao i upadni) i **difuzna** (kod hrapavih površina, gdje se upadni zrak reflektuje u svim smjerovima). Posebna vrsta difuzne refleksije je **potpuno difuzna** refleksija, gdje se upadni zrak reflektuje jednoliko u svim smjerovima.

Refleksija cestovne površine je **mješana**, što znači da se sastoji od usmjerene i difuzne refleksije. Refleksiona svojstva takve površine opisuju se koeficijentom luminancije  $q=L/E$ .

**L** - luminancija koju u tački T proizvede izvor svjetlosti Q radi raspršenog odsjaja na površini dA koju posmatrač vidi iz B

**E** - osvijetljenost koju u tački T proizvede izvor svjetlosti Q





Osim od vrste materijala, koeficijent luminacije zavisi i od položaja izvora svjetlosti i promatrača, odnosno od uglova:  $q = f(\alpha, \beta, \gamma, \delta)$

$\alpha$  - ugao promatranja

$\beta$  - ugao između ravnina položaja izvora svjetlosti i ravni posmatranja

$\gamma$  - upadni ugao svjetlosti

$\delta$  - ugao između ravni posmatranja i uzdužne ose puta

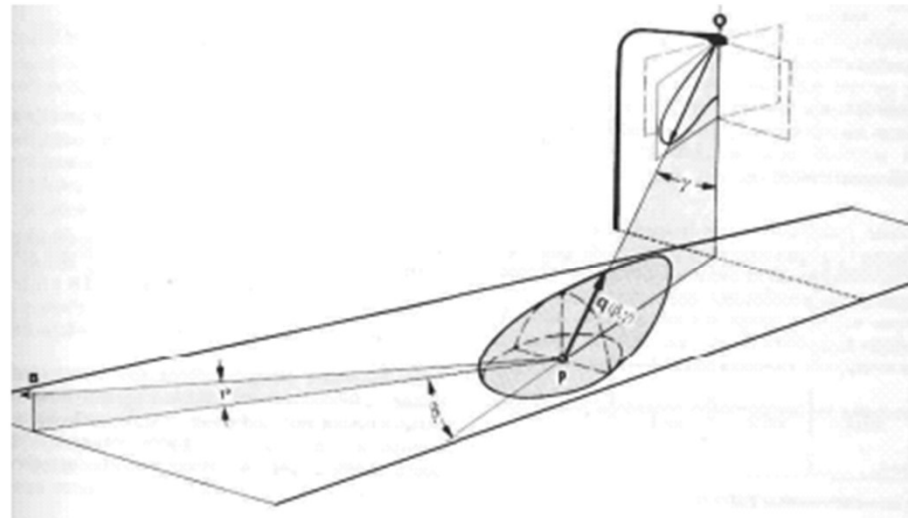
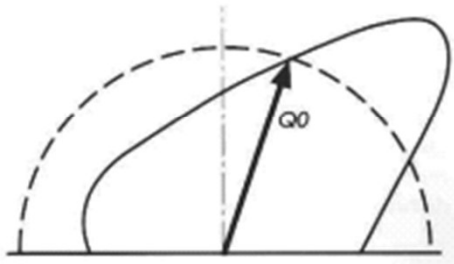
U praksi je vrlo mali ( $1^\circ$ ), a zbog izotropnosti materijala i male vrijednosti isto ne utječe, pa je  $q = f(\beta, \gamma)$

## Refleksiona svojstva kolvoza

Koeficijent luminancije se može prikazati i kao “q-tijelo”, koje predstavlja skup koeficijenata sjajnosti za razne kombinacije kutova  $\beta$ ,  $\gamma$  i ima centar u tački P. Svaki koeficijent sjajnosti je prikazan kao vektor sa smjerom koji je jednak smjeru upada svjetlosti. Oblik ovog tijela prikazuje refleksiona svojstva površine kolovoza.

“q - tijelo” se može prikazati i kao polusfera poluprečnika  $q_0$ , koja ima istu zapreminu kao i “q-tijelo”. Pri tome se  $q_0$  naziva **srednji koeficijent luminancije**, i označava sveukupnu refleksiju (difuznu i usmjernu) površine kolovoza.

Određivanje oblika “q - tijela” je jako sporo i složeno, i može se provesti samo u laboratoriju. Zbog toga se koriste pojednostavljene metode za prikazivanje refleksionih svojstava kolovoza.



## Refleksiona svojstva kolovoza

Jedan od načina prikazivanja refleksionih svojstava kolovoza je metoda s tri karakteristična parametra (CIE metoda):

**$q_0$  - srednji koeficijent luminancije**

**$S_1$  - refleksioni faktor 1**

**$S_2$  - refleksioni faktor 2**

$$S_1 = \frac{q(\beta = 0^\circ, \text{tg}\gamma = 2)}{q(\beta = 0^\circ, \text{tg}\gamma = 0)} \quad S_2 = \frac{q_0}{q(\beta = 0^\circ, \text{tg}\gamma = 0)}$$

$S_1$  i  $S_2$  uvedene su kao veličine na temelju kojih se određuje stupanj refleksije površine puta, što znači da oni određuju oblik "q-tijela".

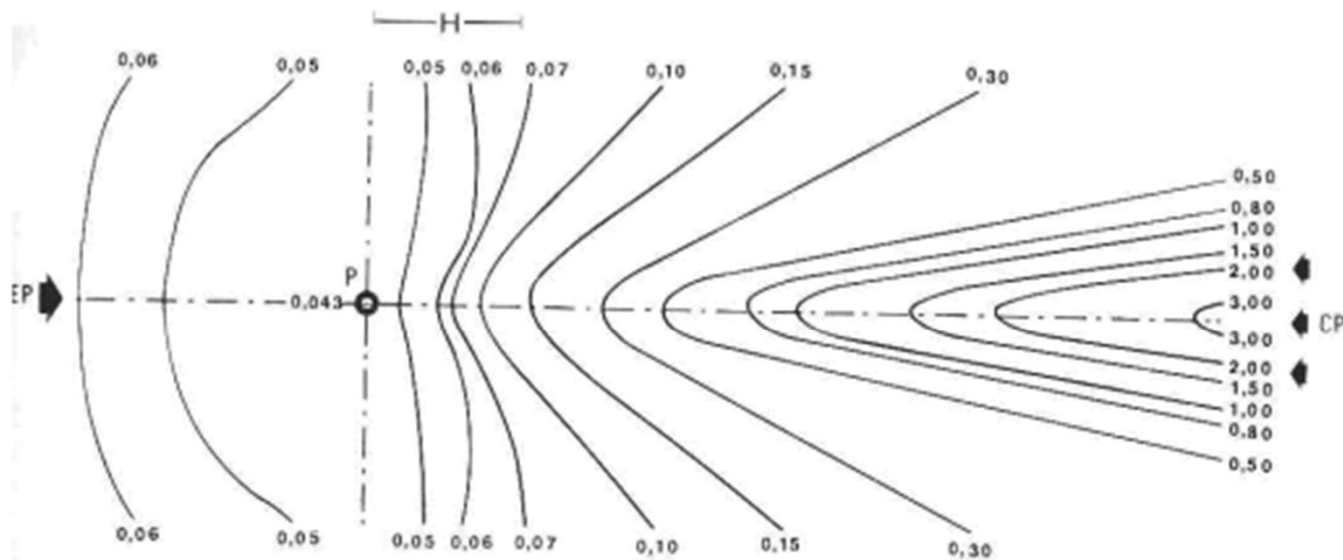
Na temelju brojnih mjerenja u praksi, utvrđeno je da je moguće sistematizovati refleksijska svojstva kolovoza u nekoliko klasa. Određena klasa tako pokriva niz cestovnih površina sličnih refleksijskih svojstava, što olakšava svjetlotehnički proračun. Svaka klasa određuje vrijednosti tri karakteristična parametra: srednjeg faktora luminancije  $q_0$  i faktora refleksije  $S_1$  i  $S_2$ . Najčešće se koristi R-sistem klasifikacije kolovoza, koji obuhvata sljedeće klase:

Klasa	$q_0$	$S_1$	$S_2$	Vrsta refleks.	Opis površine
R1	0,10	0,25	0,53	pretežno difuzna	Betonski kolovoz ; Asfaltni kolovozi sa 80% agregatnih dodataka koji strče iz mase asfalta
R2	0,07	0,58	1,80	djelimično difuzna	Liveni novi asfalt ; Asfaltbeton sa 60% agregatnih dodataka veličine zrna do 10 mm
R3	0,07	1,11	2,38	djelimično ogledalska	Hrapavi asfalt zbog istrošenosti i uglačanosti ; Asfaltbeton i liveni asfalt veličine zrna do 10mm
R4	0,08	1,55	3,03	pretežno ogledalska	Glatki asfalt; Istrošeni liveni asfalt

## Refleksiona svojstva kolovoza

Osim na opisani način, refleksijska svojstva kolovoza prikazivala su se ISO-q i ISO-r dijagramima.

ISO-q dijagram je skup krivih jednakih koeficijenta luminancije (ako je svjetiljka u P). U kombinaciji sa izoluks dijagramom svjetiljke, moguće je izračunati luminanciju u nekoj tački.





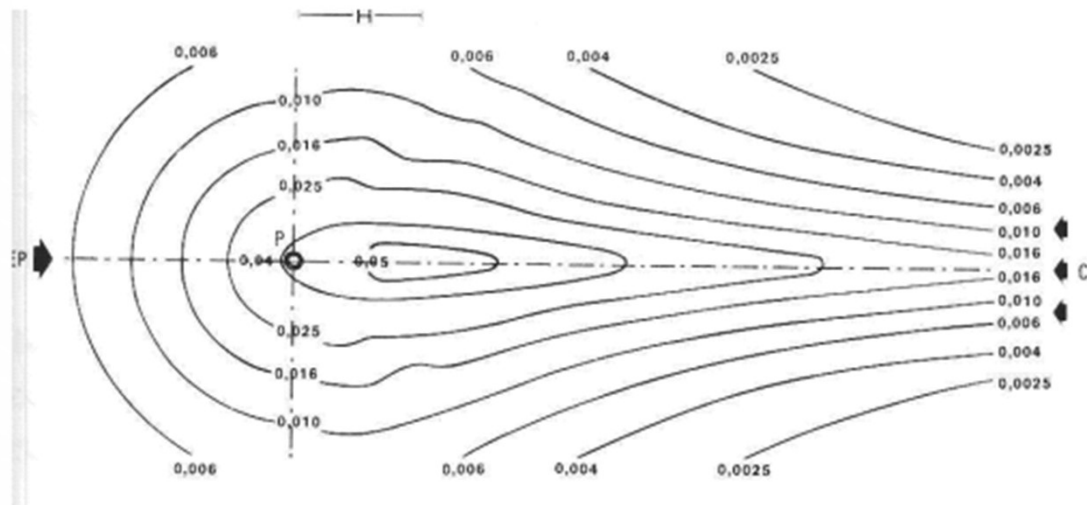
## Refleksiona svojstva kolovoza

ISO-r dijagram je prikladniji za proračun, jer koristi vrijednost

$$r = q \cos^3 \gamma, L = qE = q \frac{I}{h^2} \cos^3 \gamma = r \frac{I}{h^2}$$

Koeficijent **r** naziva se **redukovani koeficijent luminancije**, i na ovaj način je, uz poznavanje fotometrijske karakteristike svjetiljke i geometrije rasvjetnog sistema, ponovno moguće izračunati luminanciju u nekoj tački.

Obje metoda smatraju se zastarjelim, i razvojem primjene računara u projektovanju, rijetko se koriste.



## Proračun vanjske rasvjete

Pri proračunu prosječne luminancije računom koristi se metoda tačke, tj proračunava se luminancija u više unaprijed definisanih tačaka, a zatim se izračuna srednja vrijednost. Pri proračunu se uvijek superponiraju doprinosi svih izvora svjetlosti. Koristi se sljedeća formula:

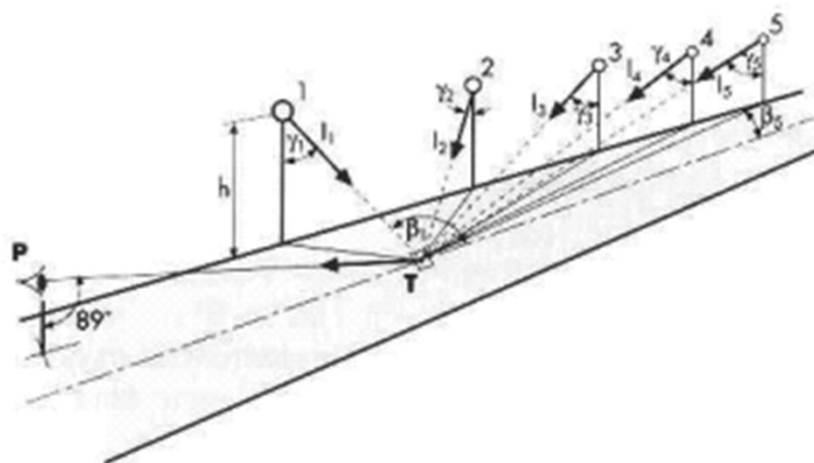
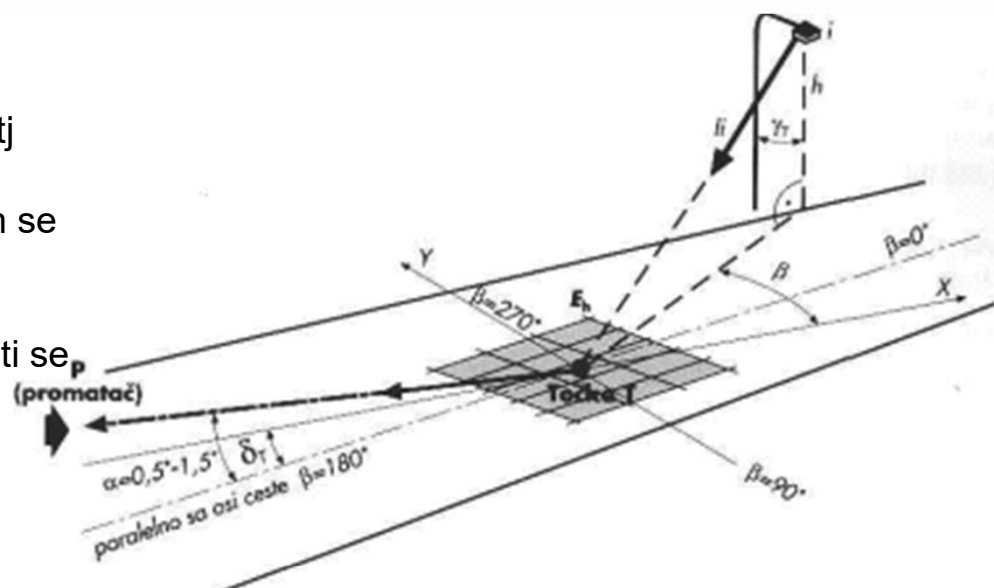
$$L_{Ti} = q_i \frac{I_i}{h^2} \cos^3 \gamma$$

Kada se u obzir uzmu svi izvori svjetlosti (N) dobije se luminancija tačke T:

$$L_T = \sum_{i=1}^N L_{Ti}$$

Prosječna luminancija dobija se:

$$L_m = \frac{\sum L_T}{N}$$



## Reflektorska rasvjeta

Kod reflektorske rasvjete fasada proračunava se prosječna osvjetljenost. Pri odabiru ciljane osvjetljenosti, u obzir treba uzeti i uticaj okoline (nivo osvjetljenosti okoline).

Reflektorska rasvjeta fasada ima pretežno arhitektonsku ulogu, ali utiče i na podizanje nivoa osvjetljenosti ulica.

Specijlani dio reflektorske rasvjete je i rasvjeta sportskih terena, gdje se često moraju poštovati visoki zahtjevi za TV snimanja.

