



GRADSKE PROMETNICE 15

RASVJETA

SVEUČILIŠTE
JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU



JOSIP JURAJ STROSSMAYER
UNIVERSITY OF OSIJEK

SADRŽAJ

- UVOD
- RASVJETLJRNOST, LUMINACIJA, KONTRAST
- KLASA RASVJETE
- REFLEKSIJA
- ELEMENTI SUSTAVA RASVJETE
- GEOMETRIJSKI ELEMENTI
- RASPORED IZVORA SVJETLOSTI
- RASVJETA RASKRIŽJA



GRADSKE PROMETNICE

RASVJETA PROMETNIH POVRŠINA

Dobra vidljivost i preglednost uvjeti su udobne i sigurne vožnje.

Rasvjeta prometnih površina treba osigurati:

- dobru vidljivost i sigurnu vožnju u noćnim uvjetima
- zapažanje potencijalnih opasnosti, dobre orijentacije i opću sigurnost za pješake
- svim sudionicima u prometu što bolje zapažanje cjeline i pojedinih važnih detalja vidne okoline



GRADSKE PROMETNICE

RASVJETA PROMETNIH POVRŠINA



Efekt crnog okvira pri ulasku u kratki tunel

RASVJETA

Rasvjeta gradskih prometnih površina ima direktnog utjecaja na percepciju projektnih elemenata i sigurnost vožnje.



RASVJETA

RASVJETA PROMETNICA



Postavljanje rasvjetnih tijela podliježe osnovnim principima u smještanju opreme prometnice, pa je u timu koji projektira rasvjetu obavezno sudjelovanje i projektanta gradske prometnice.

RASVJETA

RASVJETA PROMETNICA



RASVJETA

RASVJETA PARKIRALIŠTA



RASVJETA



Ovisno o površini koji je potrebno osvijetliti (ceste, trgovi, povijesne jezgre gradova, šetnice i sl.) kriteriji za projektiranje mogu biti različiti, te je neophodno u tim uključiti više stručnjaka različitog profila.



RASVJETA

RASVJETA TRGOVA



RASVJETA

RASVJETA TRGOVA



RASVJETA

RASVJETA TRGOVA



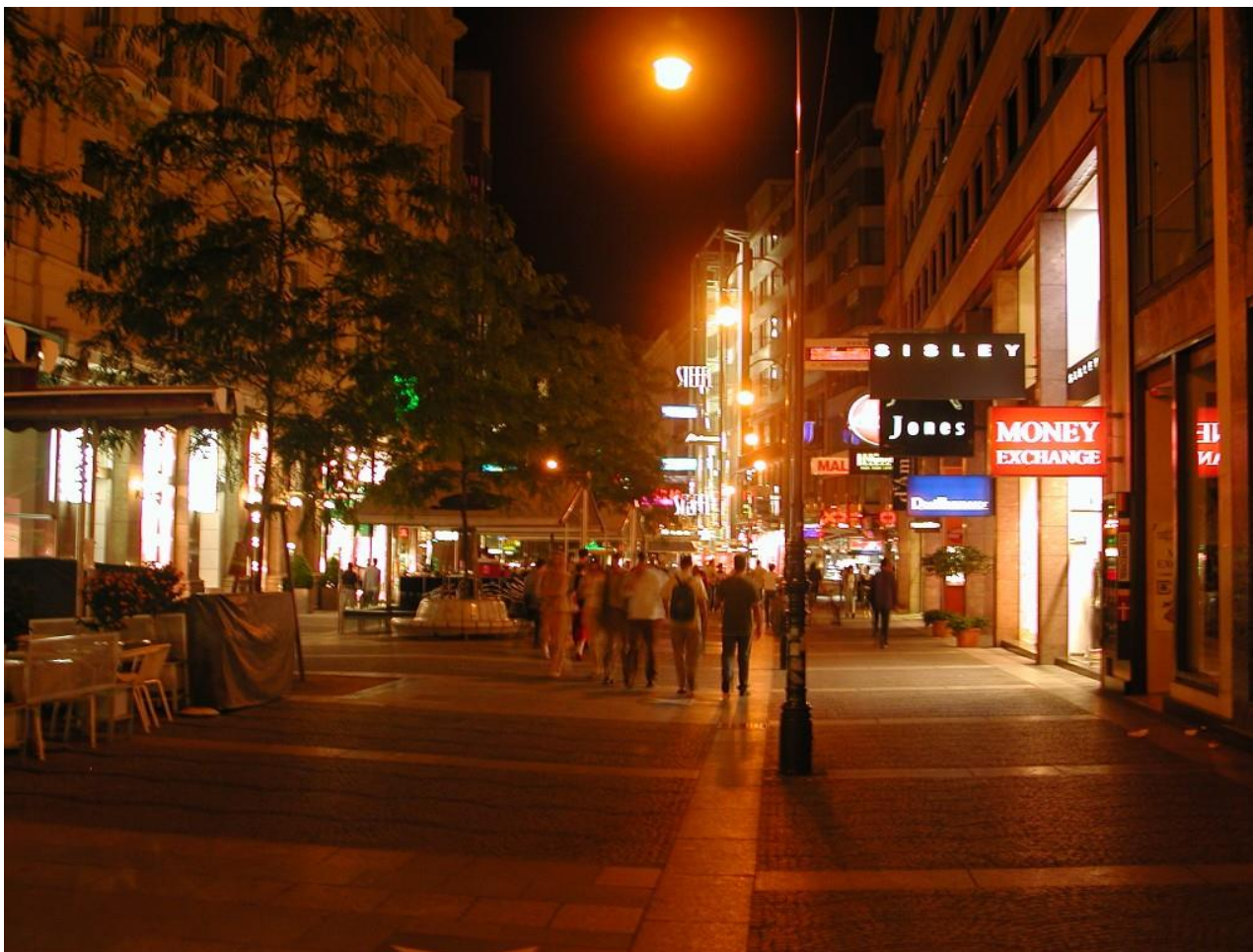
RASVJETA

RASVJETA TRGOVA



RASVJETA

RASVJETA PJEŠAČKIH STAZA U CENTRU GRADA



RASVJETA

OSNOVNI POKAZATELJI MJERODAVNI ZA PROJEKTIRANJE RASVJETE PROMETNIH POVRŠINA

1. RASVJETLJENOST
2. LUMINACIJA
3. KONTRAST

RASVJETLJENOST

Jakost izvora svjetlosti (I) izražava se u **kandelima** (cd). Izvor svjetla zrači u svim pravcima i stvara **svjetlosni tok** čija je jedinica **lumen** (lm). **Gustoća svjetlosnog toka na rasvijetljenoj površini naziva se rasvjetljenost**, izražava se u **luksima** (lx), a računa se prema izrazu:

$$E = \Phi / S \text{ (lx)}$$

Gdje je: E - rasvijetljenost (lx)

Φ - svjetlosni tok (lm)

S - rasvijetljena površina (m²)

RASVJETA

LUMINACIJA

Luminacija je omjer intenziteta izvora svjetlosti i prividne svjetloće površine (cd/m^2). Ispitivanja su pokazala da je **optimalna luminacija** za cestovnu rasvjetu $2.0 \text{ cd}/\text{m}^2$, ali ona je opravdana samo za brze ceste i autoceste pa se ovisno o tipu ceste preporuča luminacija od $0.5 \text{ cd}/\text{m}^2$ do $2.0 \text{ cd}/\text{m}^2$.

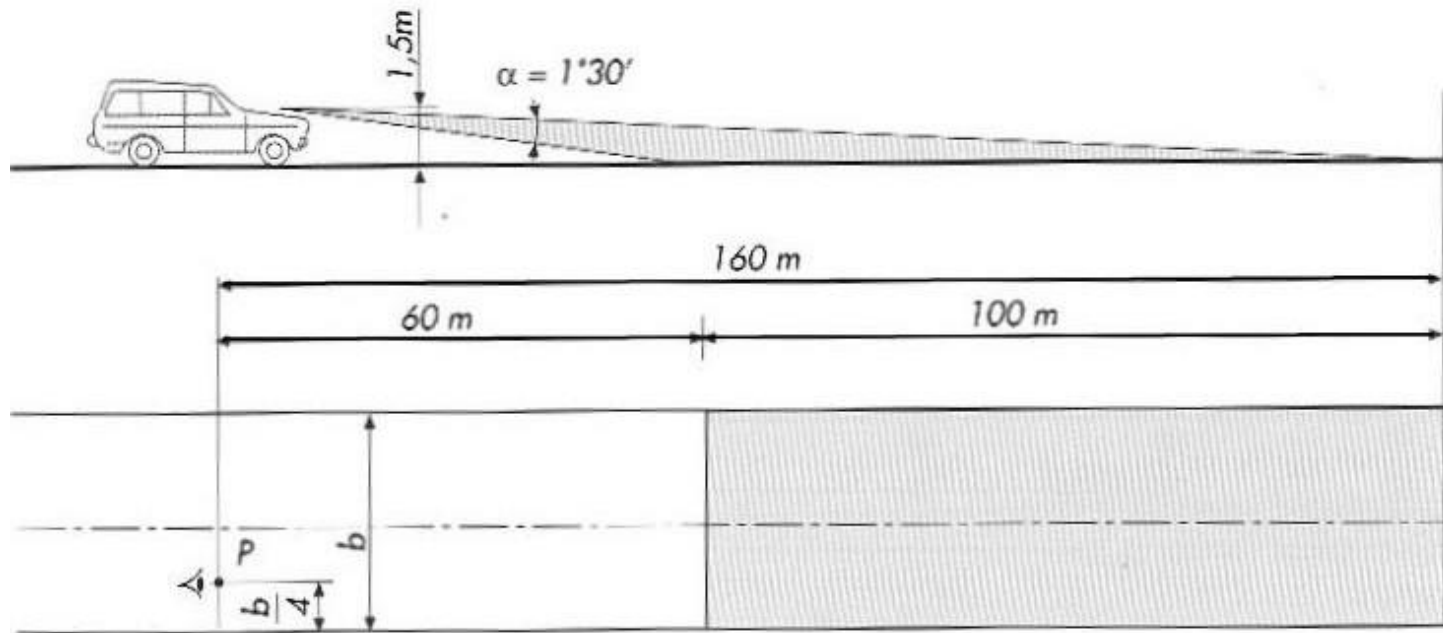
Luminacija ovisi o:

- fotometrijskim karakteristikama svjetiljke
- položaju svjetiljaka u odnosu na cestu
- refleksijskim svojstvima kolnika
- položaju promatrača.

RASVJETA

LUMINACIJA

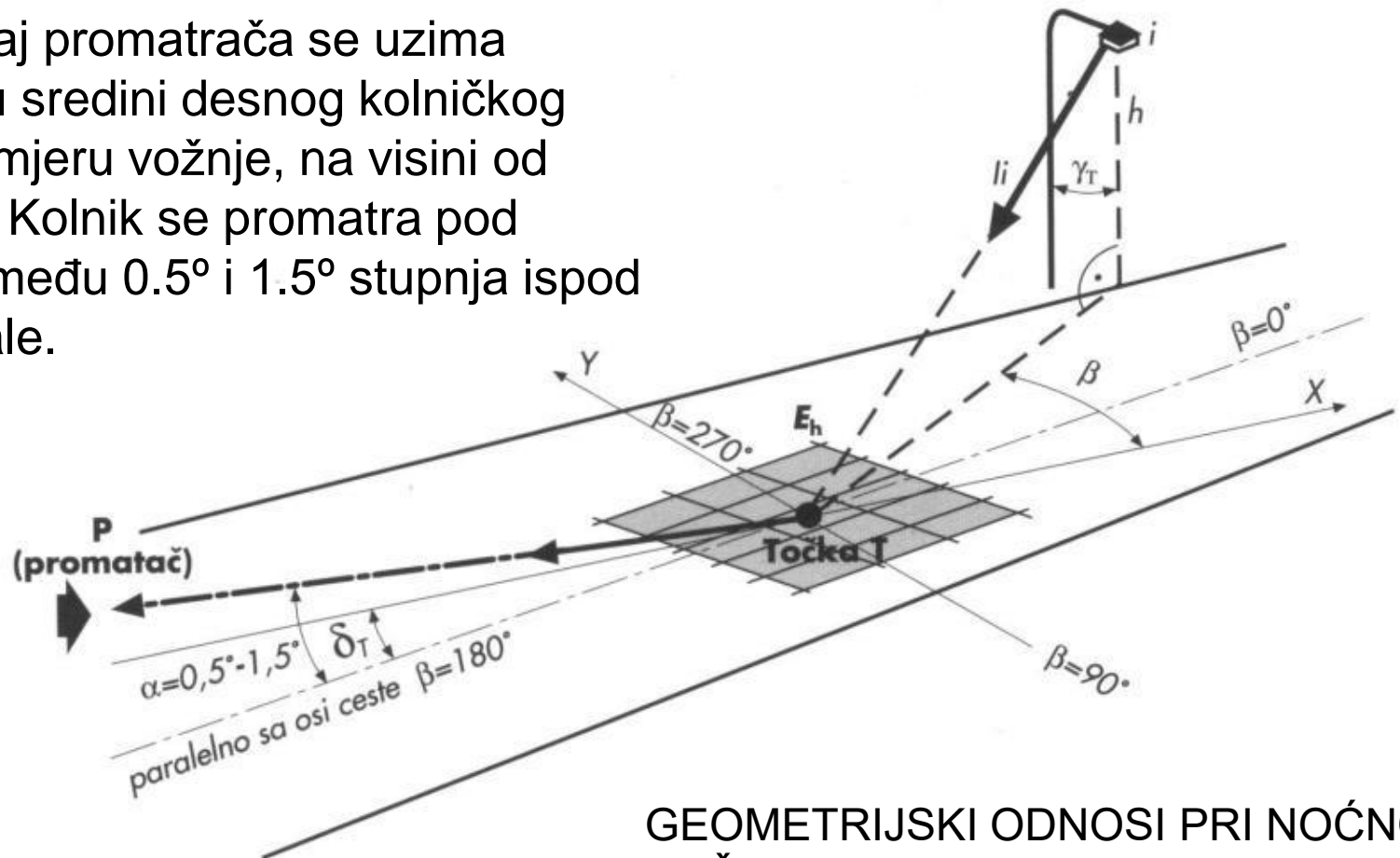
Budući da je pažnja vozača za vrijeme vožnje uglavnom usmjerena prema naprijed, polje promatranja počinje 60 m ispred promatrača i dugo je 100 m.



RASVJETA

LUMINACIJA

Za položaj promatrača se uzima pozicija u sredini desnog kolničkog traka u smjeru vožnje, na visini od $h=1.5$ m. Kolnik se promatra pod kutem između 0.5° i 1.5° stupnja ispod horizontale.



GEOMETRIJSKI ODNOSI PRI NOĆNOJ VOŽNJI

RASVJETA

LUMINACIJA

Zbog refleksijskih svojstva površine kolnika, luminacija i rasvijetljenost se bitno razlikuju stoga je potrebno odrediti koeficijent luminacije:

$$Q = L / E$$

Gdje je: Q (1/steradian)-koeficijent luminacije

E(lx) -vodoravna rasvijetljenost određene točke površine kolnika

L (cd/m²) -luminacija određene točke površine kolnika

Luminacija u točki T računa se iz izraza:

$$L_T = \frac{I \cos^3 \gamma q}{h^2} \quad (\text{cd/m}^2)$$

Odnosno, za kolnik koji je osvijetljen iz više svjetiljki:

$$L_T = \sum L_{Ti} \quad (\text{cd/ m}^2)$$

Gdje je L_{Ti} – luminacija pojedinačnog izvora svjetlosti, a intenzitet I i visina h su konstantni.

RASVJETA

KONTRAST

Posebno osjetljiva skupina u prometu noću su pješaci i biciklisti. Da bi vozač mogao dobro i na vrijeme uočiti pješaka potreban je minimalni kontrast - odnosno minimalna potrebna razlika luminacija vidljive površine pješaka i površine kolnika na kojoj će se pješak ocrtati:

$$C_{\min} = \frac{\Delta L_{\min}}{L_1} = \frac{(L_2 - L_1)_{\min}}{L_1}$$

Gdje je: C_{\min} - minimalni kontrast

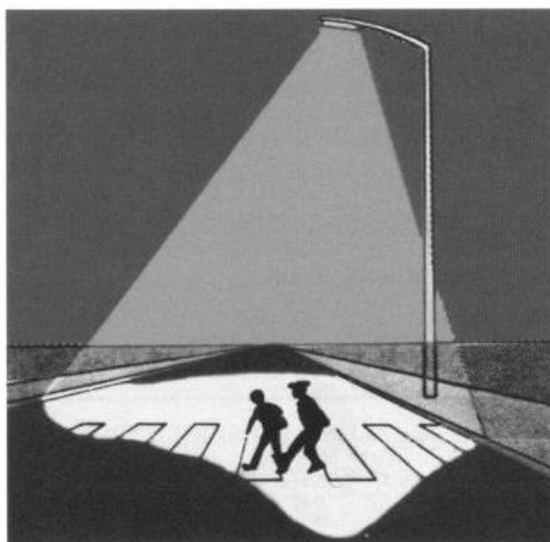
L_1 (cd/m²) - luminacija površine kolnika

L_2 (cd/m²) - luminacija vidljive površine pješaka

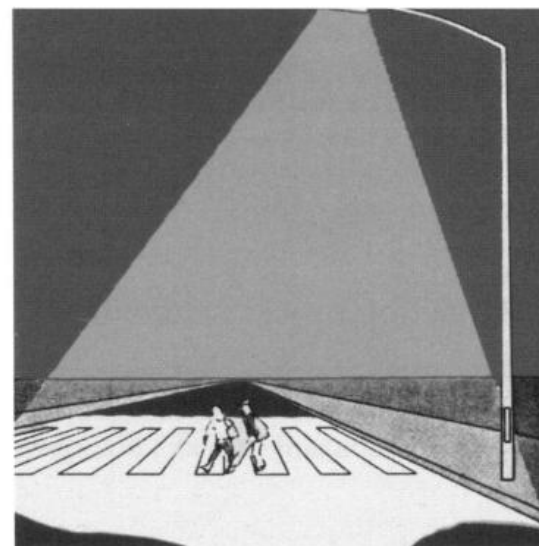
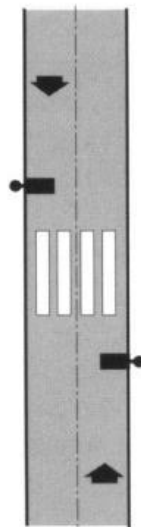
RASVJETA

KONTRAST

Za praktične potrebe uzima se $C_{min} 0,5$ što znači cestovnu rasvjetu koja omogućava zapažanje razlike u luminaciji veće od 50%. Na cesti koja je kvalitetno rasvijetljena vozač zapaža pješaka pozitivnom odnosno negativnom siluetom.



VIDLJIVOST POZITIVNOM SILUETOM
(izvor svjetlosti iza prijelaza)



VIDLJIVOST NEGATIVNOM SILUETOM
(izvor svjetlosti ispred prijelaza)

RASVJETA

KONTRAST

Cilj je postići:

- određenu razinu luminacije koja će omogućiti percepciju slabijeg kontrasta i sitnih detalja
- jednoliku rasvjetu, kako bi se izbjeglo postojanje tamnih točaka s mogućim opasnostima
- izbjegavati direktno bliještanje iz svjetiljaka

RASVJETA

KLASA RASVJETE CESTA I OSTALIH POVRŠINA

Vrsta cesta	Klasa rasvjete	E_m (lx) Srednja rasvijetljenost površine kolnika	j_r (%) jednolikost rasvijetljenosti površine kolnika
Ceste i prostori visoke prometne razine	P1	25,0	40
Ceste i prostori s velikom gustoćom i brojem pješaka i biciklista noću	P2	15,0	
Ceste i prostori sa srednjom gustoćom i brojem pješaka i biciklista noću	P3	10,0	
Ceste i prostori s malom gustoćom i malim brojem pješaka i biciklista noću; pretežno pristupne ceste stambenim i drugim objektima	P4	7,5	25
Ceste i prostori s malom gustoćom i malim brojem pješaka i biciklista noću; pretežno pristupne ceste objektima, važnost očuvanja ruralnog ili urbanog ambijenta	P5	5,0	
Ceste i prostori s vrlo malom gustoćom i brojem pješaka i biciklista noću; pretežno pristupne ceste objektima, važnost očuvanja ruralnog ili urbanog ambijenta	P6	3,0	
Ceste i prostori koji trebaju imati samo orijentacijsku rasvjetu	P7	Nema posebnih zahtjeva	

RASVJETA

REFLEKSIJA

Refleksijska svojstva površine kolnika u velikoj mjeri utječu na raspodjelu i razinu luminacije na kolniku, a zavise od vrste materijala, tehnologije izvedbe kolnika, stupnja istrošenosti i stupnja zagađenosti same površine.

klasa	Parametri refleksije			Vrsta refleksije	Izgled površine	Opis površine
	Q0	S1	S2			
R1	0,10	0,25	0,53	pretežno difuzna	mat	Betonski kolnik Asfaltni kolnik hrapave makro i mikro strukture Površinska obrada
R2	0,07	0,58	1,80	djelomično difuzna	polumat	Novi lijevani asfalt Asfaltbeton s min 60% agregata veličine zrna iznad 10mm
R3	0,07	1,11	2,38	djelomično zrcalna	polusjajan	Asfaltbeton s agregatom veličine zrna do 10mm Lijevani asfalt
R4	0,08	1,55	3,03	pretežno zrcalna	sjajan	Asfaltni kolnik glatke mikro i makro strukture Istrošeni lijevani asfalt

RASVJETA

ELEMENTI SUSTAVA RASVJETE

Kvalitetu sustava cestovne rasvjete određuju tehnička svojstva i kvaliteta njenih osnovnih elemenata: izvora svjetlosti, svjetiljke i površine kolnika.

Izvor svjetlosti - električnu, toplinsku ili elektromagnetsku energiju pretvara u energiju svjetlosnog zračenja, izraženu svjetlosnim tokom izvora i mjerenu u lumenima.

U cestovnoj rasvjeti najzastupljenije su živine žarulje. Natrijeve žarulje se postavljaju na cestama višeg ranga (gradske autoceste, brze ceste) i daju žuto bijelu svjetlost koja osigurava dobru vidljivost i u uvjetima magle. Halogene žarulje se primjenjuju kod raskrižja izvan razine osvijetljenih s visokih stupova.

RASVJETA

ELEMENTI SUSTAVA RASVJETE

Svjetiljka služi za kontrolu i razdiobu svjetlosnog toka jednog ili više izvora svjetlosti svjetiljke, a uključuje i sve potrebne dijelove za pridržavanje i zaštitu izvora te njegov priključak na električni napon.

Osnovne vrste svjetiljki koje se koriste u sustavima cestovne rasvjete su:

- standardne svjetiljke za montažu na stup, zid ili nosivu žicu
- svjetiljke za rasvjetu tunela
- reflektori.

RASVJETA

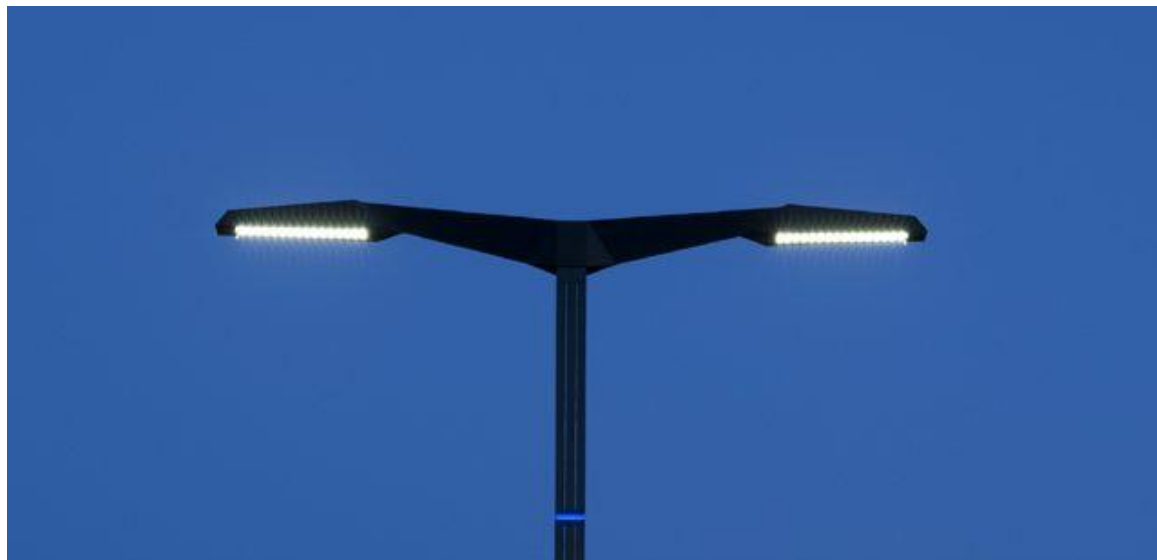
RAZNI TIPOVI SVJETILJKI ZA CESTOVNU I ULIČNU RASVJETU

Existing Rockville Street Lighting



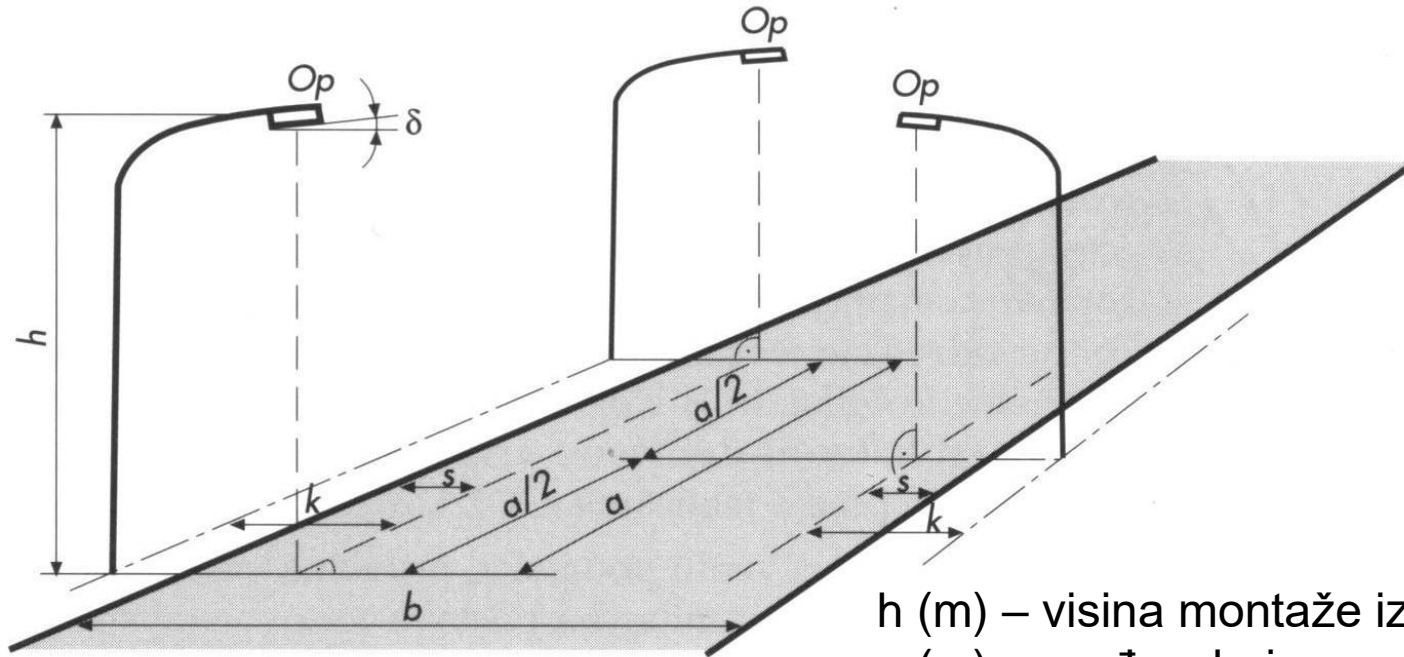
RASVJETA

RAZNI TIPOVI SVJETILJKI ZA CESTOVNU I ULIČNU RASVJETU



RASVJETA

GEOMETRIJA RASVJETE SUSTAVA



- h (m) – visina montaže izvora svjetlosti
- a (m) – međusobni razmak izvora svjetlosti
- k (m) – krak optičke osi izvora svjetlosti
- δ (o) – kut nagiba montirane svjetiljke
- s (m) – udaljenost optičke osi od ruba kolnika
- b (m) – širina kolnika

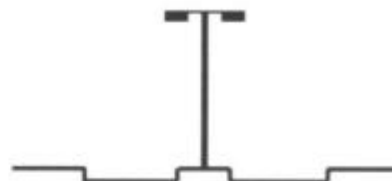
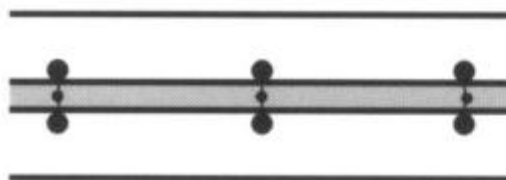
RASVJETA

GEOMETRIJA RASVJETE SUSTAVA

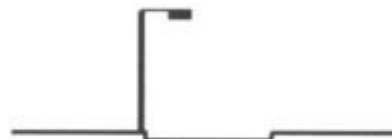


RASVJETA

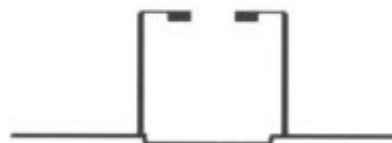
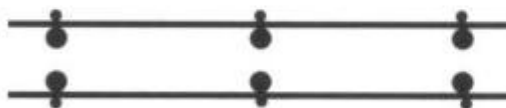
RASPORED IZVORA SVJETLOSTI



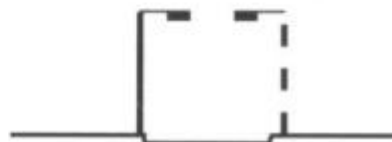
CENTRALNI



JEDNOSTRANI



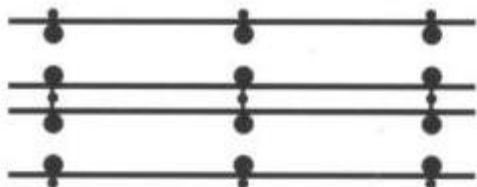
DVOSTRANI



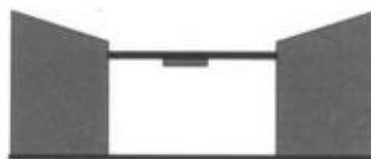
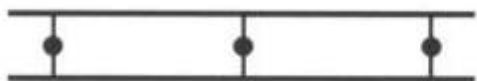
DVOSTRANI
NAIZMJENIČNI

RASVJETA

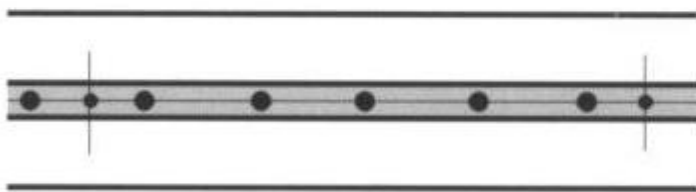
RASPORED IZVORA SVJETLOSTI



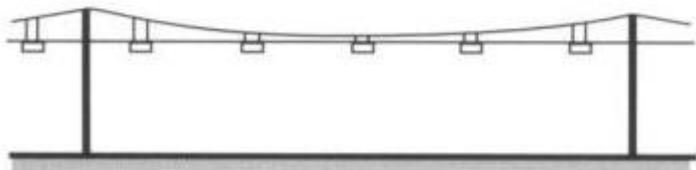
KOMBINIRANI



AKSIJALNI



AKSIJALNI



RASVJETA

RASPORED IZVORA SVJETLOSTI

Postavljanja stupova cestovne rasvjete:

- stupovi cestovne rasvjete trebaju biti smješteni izvan slobodnog profila, a udaljenost stupa rasvjete od ruba kolnika u naseljenom mjestu mora iznositi minimalno 0,75m (1,0m) . Ukoliko su na dionici ceste predviđene ograde, stup se postavlja iza odbojne ograde
- za stupove rasvjete koji postavljaju na pješačku stazu potrebno je paziti da ne zadiru u slobodni profil pješačke ili biciklističke staze
- raspored izvora svjetlosti za ceste u zavoju s polumjerom kružnog luka manjim od 1000m treba biti jednostrani i to s vanjske strane zavoja

RASVJETA

RASPORED IZVORA SVJETLOSTI



RASVJETA

RASPORED IZVORA SVJETLOSTI



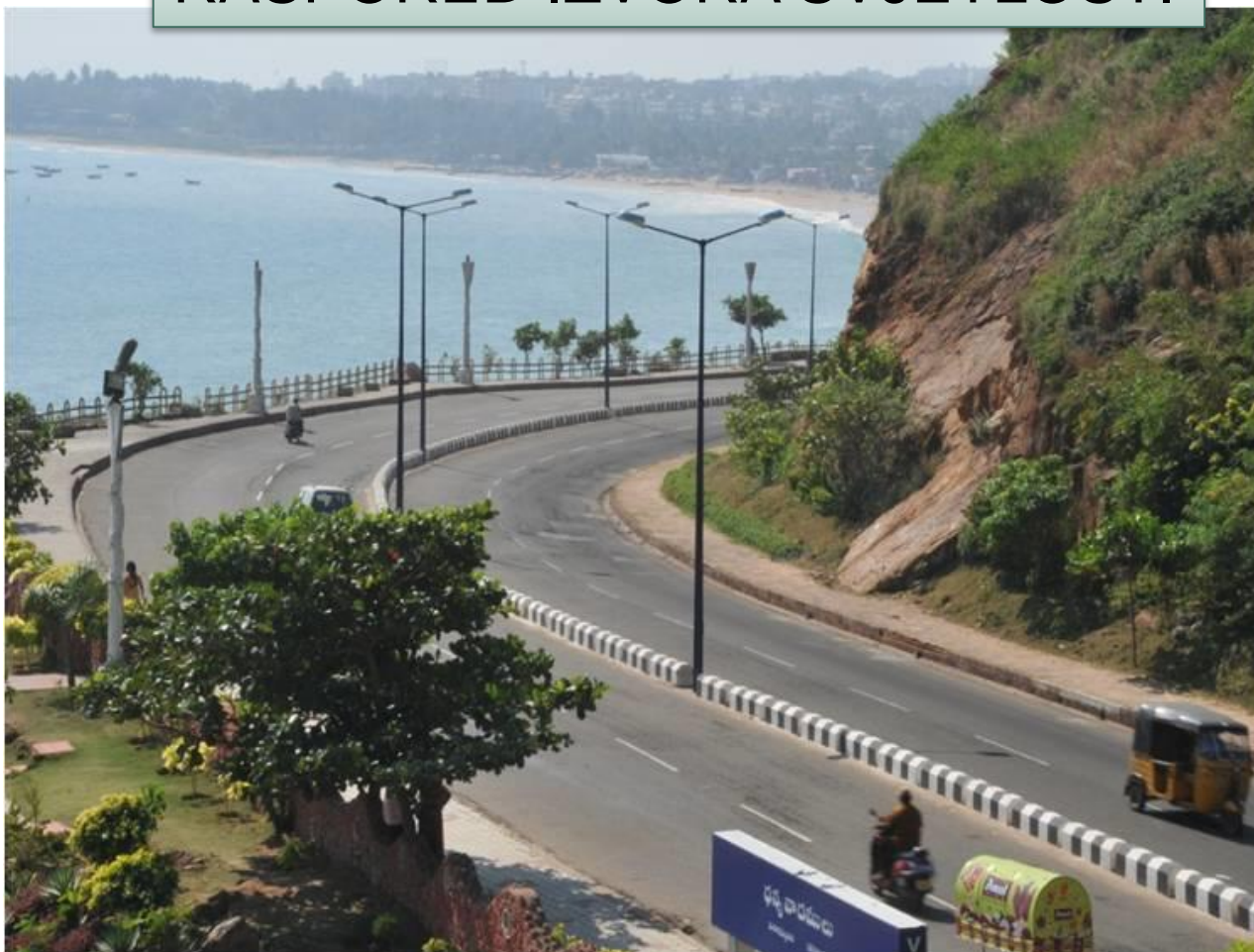
RASVJETA

RASPORED IZVORA SVJETLOSTI



RASVJETA

RASPORED IZVORA SVJETLOSTI



RASVJETA

RASVJETA RASKRIŽJA

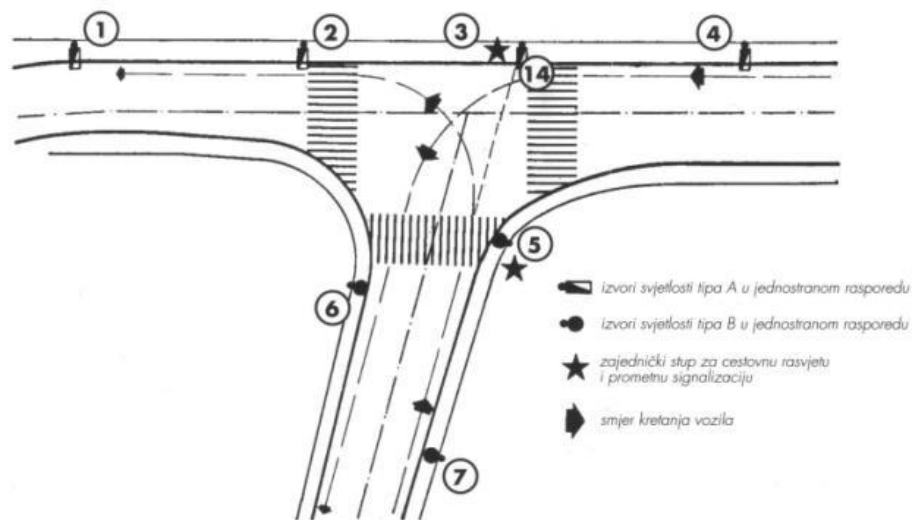
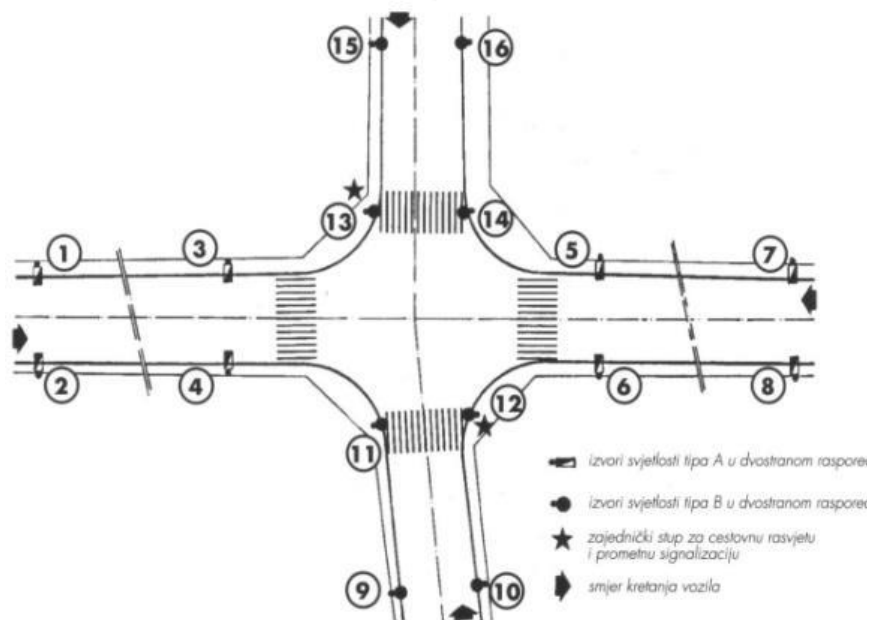
Pri rješavanju rasvjete u raskrižjima u razini potrebno je:

- zadržati **najmanje iste vrijednosti** utvrđenih mjerila **kvalitete cestovne rasvjete** na dionicama ceste u raskrižju te na ostalim dijelovima ceste (klasa, razina, jednolikost, ograničavanje blještanja i vizualno vođenje)
- razina **luminacije** odnosno rasvijetljenosti **na važnim raskrižjima** (velika gustoća vozila i pješaka) može se uzeti **do 50% viša** od one na ostalom dijelu ceste
- rasvijetliti dionice ceste **u raskrižju od najmanje 100m obostrano** od središta raskrižja na slabo rasvijetljenim cestama
- sva **raskrižja na istoj prometnici** potrebno je rasvijetliti **na jednaki način**
- kod važnijih i **prometno kompliciranijih raskrižja** potrebno je razmotriti mogućnost primjene **sustava rasvjete visokim stupovima**
- zadržati isti raspored izvora svjetlosti, isti izvor svjetlosti, tip svjetiljke, tip i oblik stupa

RASVJETA

RASVJETA RASKRIŽJA

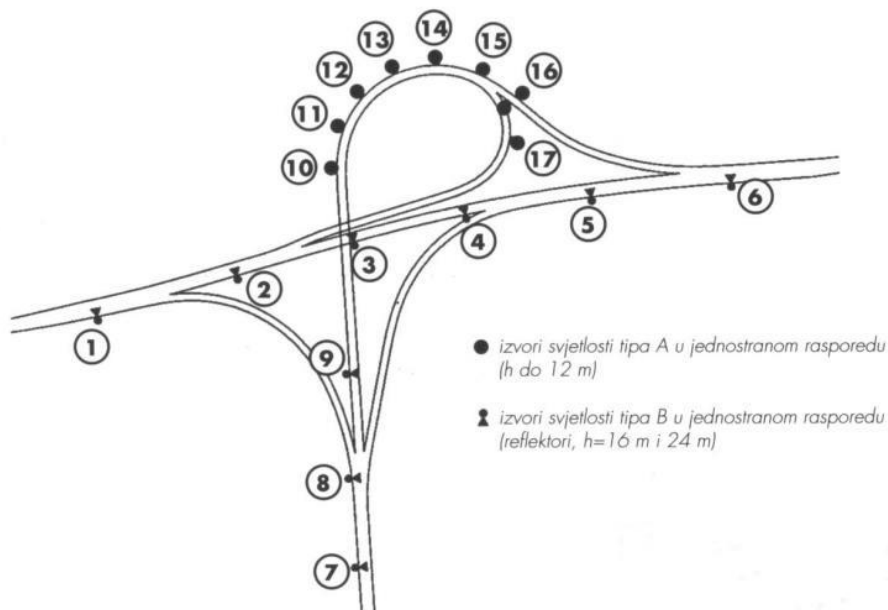
TIPSKA RJEŠENJA RASPOREDA IZVORA SVJETLOSTI



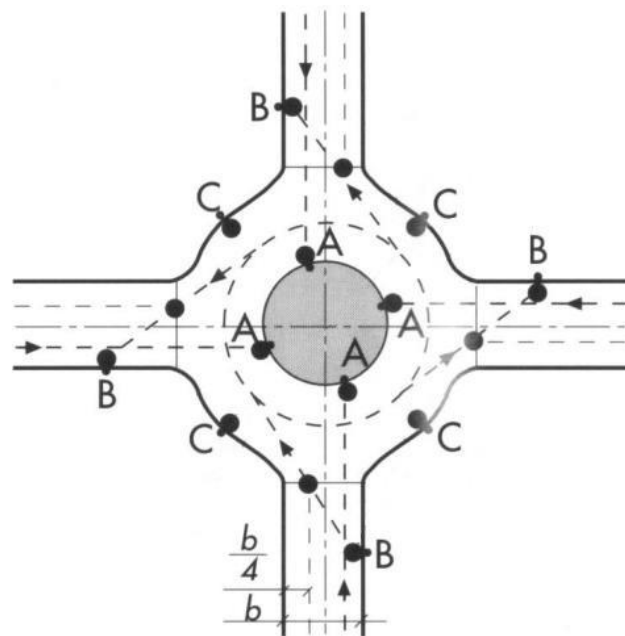
RASVJETA

RASVJETA RASKRIŽJA

TIPSKA RJEŠENJA RASPOREDA IZVORA SVJETLOSTI



RASKRIŽJA U DVIJE RAZINE



KRUŽNA RASKRIŽJA



HVALA NA PAŽNJI