

JAVNI INFRASTRUKTURNI SUSTAVI

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



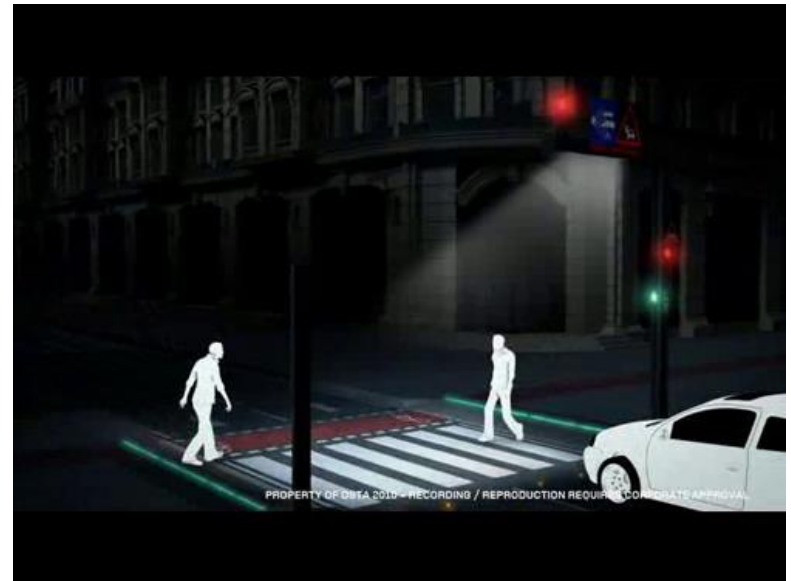
RASVJETA

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



RASVJETA

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 je sastavni dio ambijentalne cjeline.



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 $2.0 \text{ cd}/\text{m}^2$.

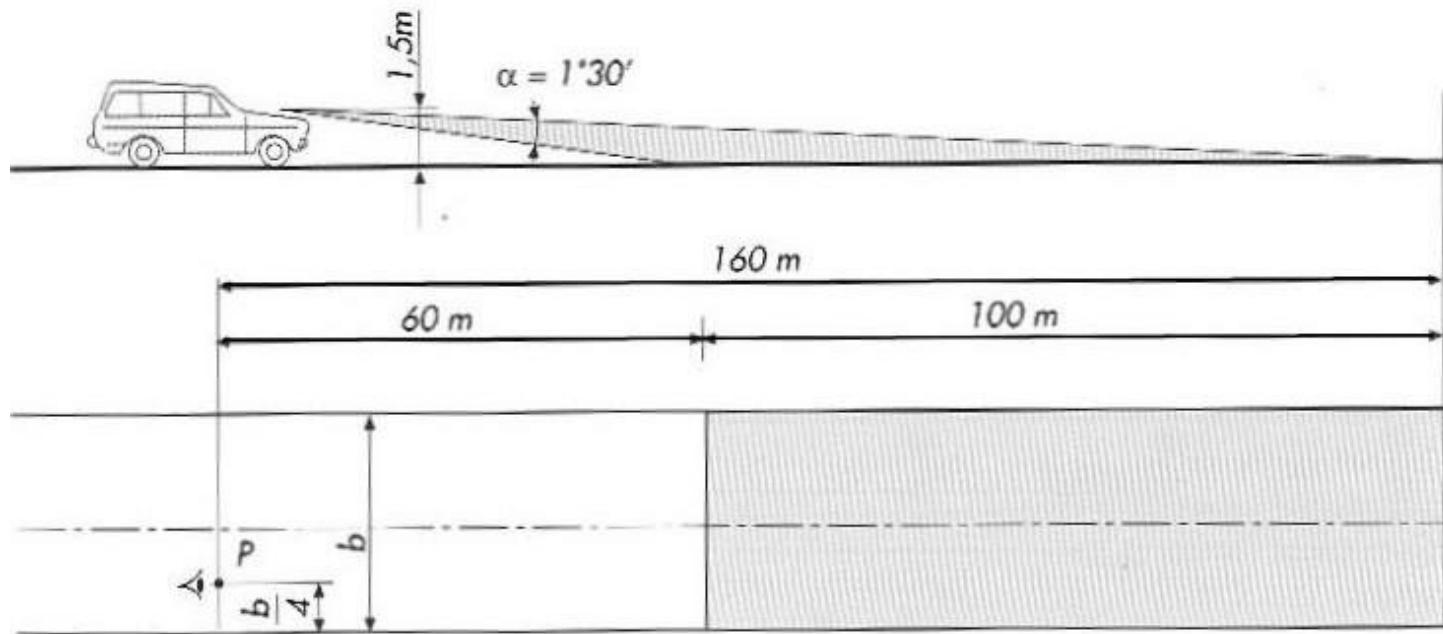
Luminacija ovisi o:

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

RASVJETA

LUMINACIJA

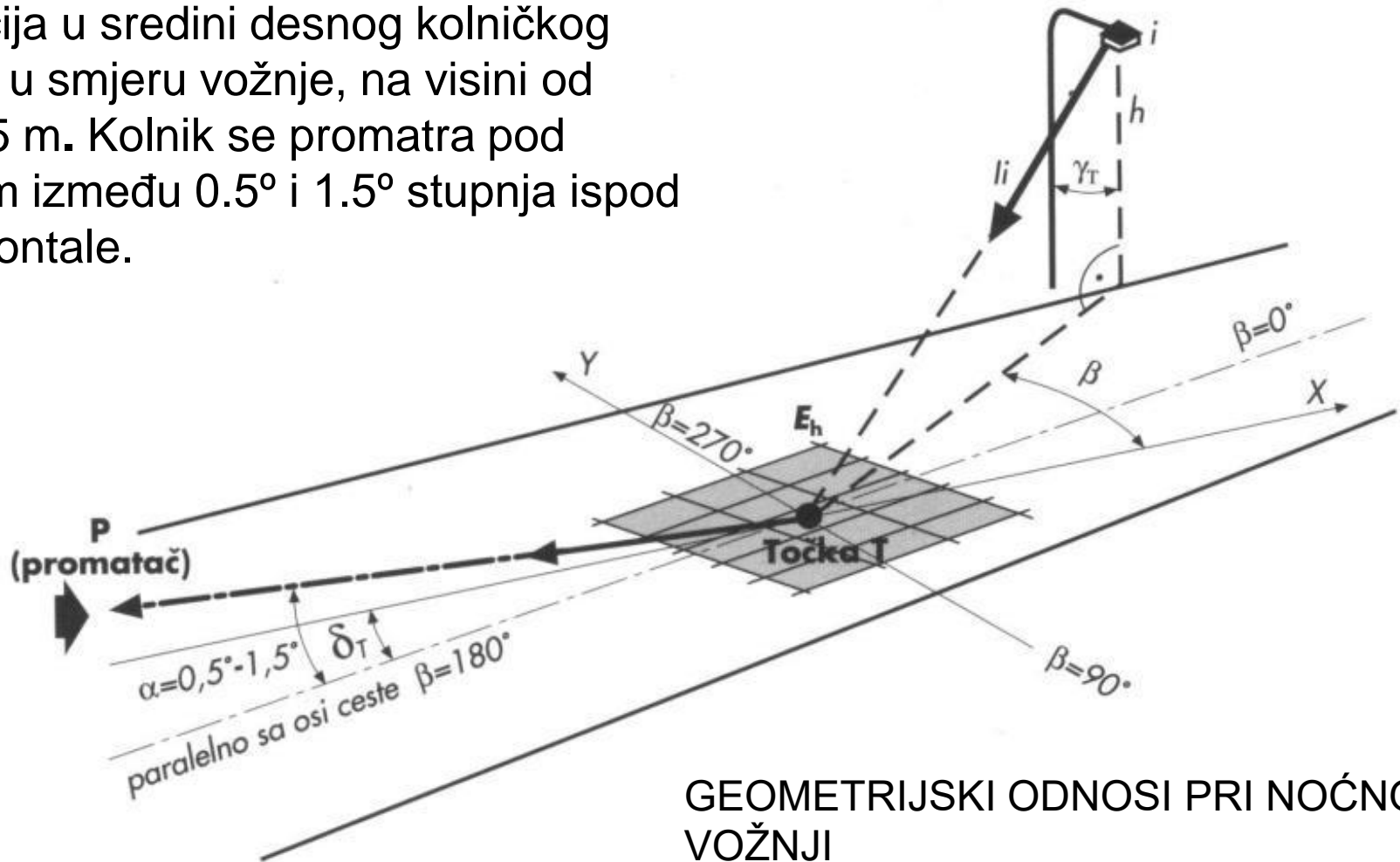
Budući da je pažnja vozača za vrijeme vožnje uglavnom usmjerena prema naprijed, polje vidljivosti počinje 60 m ispred promatrača i dugo je 100 m.



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.



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

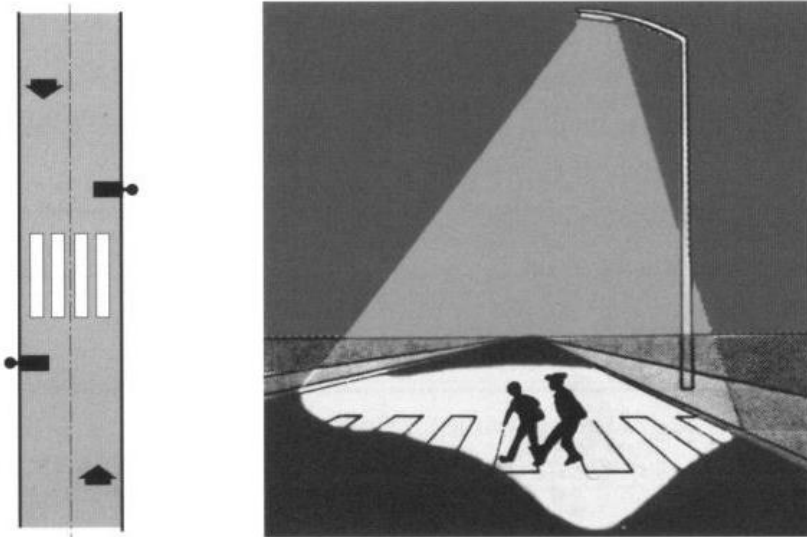
L_1 (cd/m^2) - luminacija površine kolnika

L_2 (cd/m^2) - luminacija vidljive površine pješaka

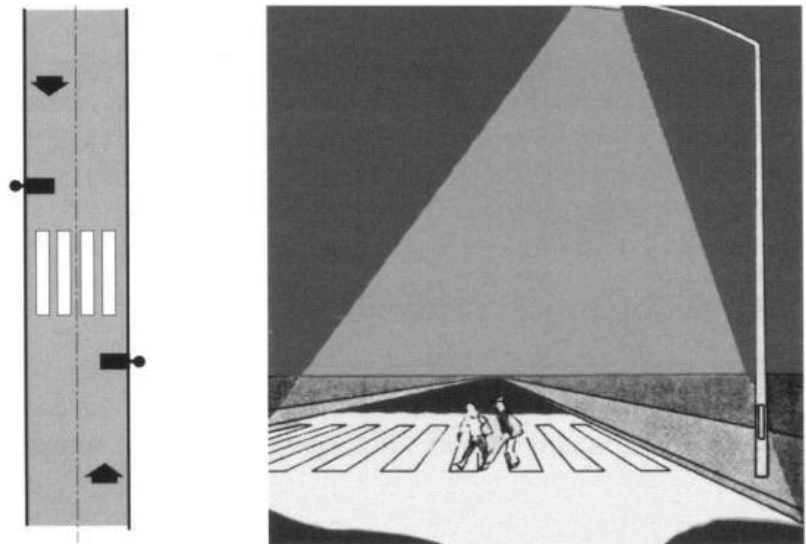
RASVJETA

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

Za označavanje boje svjetla nekog izvora koristi se uz **kolorimetrijski sustav CIE**, pojam koji se naziva **temperatura boje**



2000 K
zlatno žuta



2700 – 3000 K
toplo bijela



4000 K
hladno bijela

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.

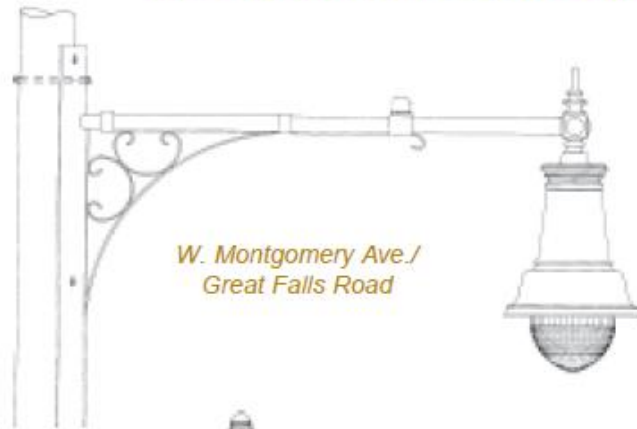
Osnovne vrste svjetiljki koje se koriste u sustavima cestovne rasvjete su:

- 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



*W. Montgomery Ave./
Great Falls Road*



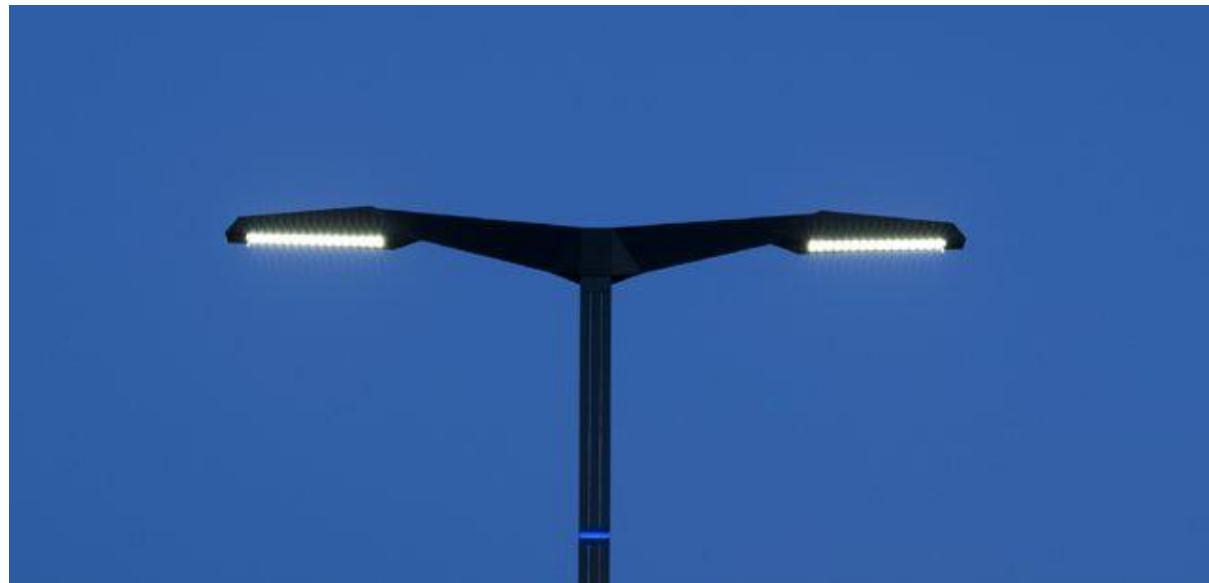
*E. Montgomery Ave./
E. Middle Lane*



*N. Washington between
Jefferson and Beall*

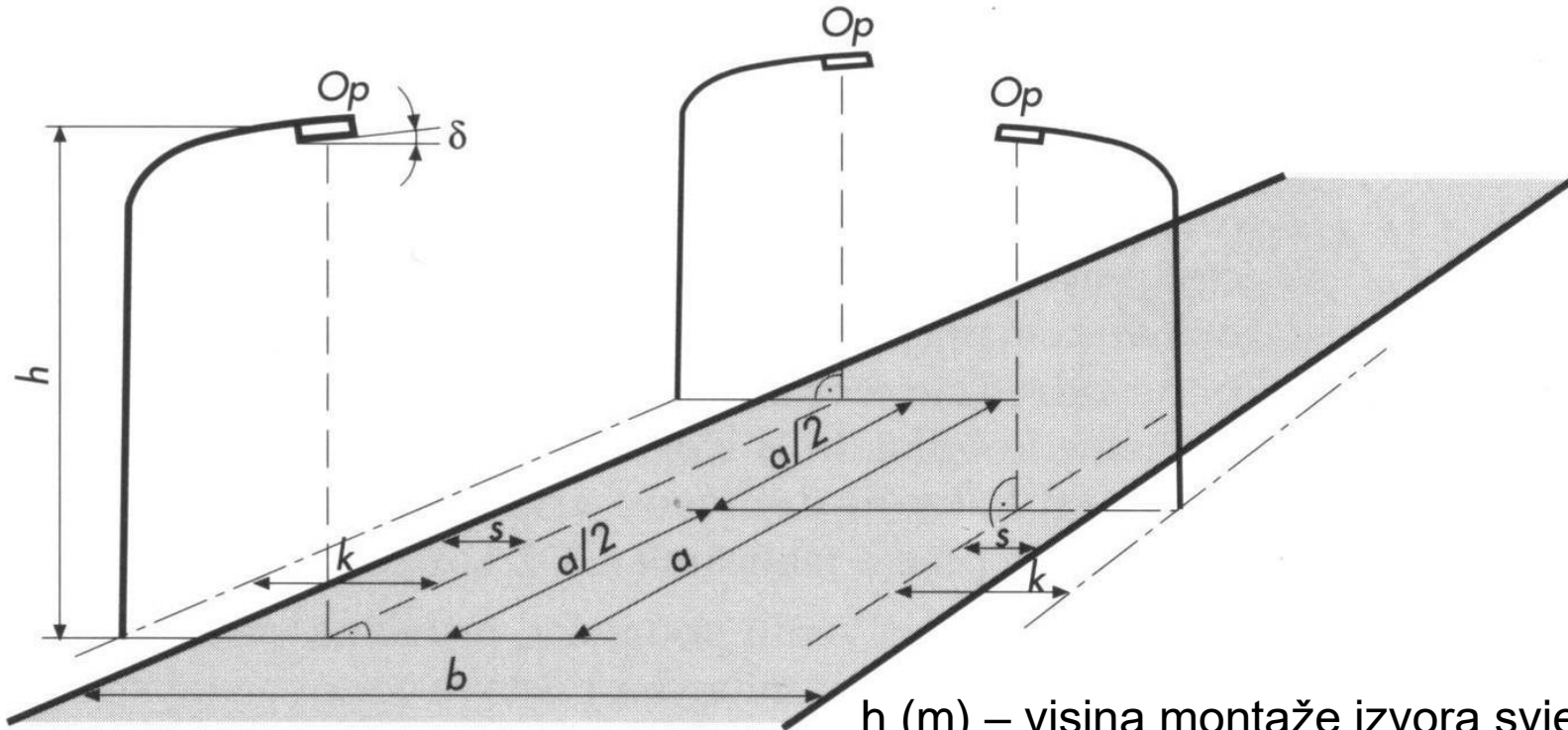
RASVJETA

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

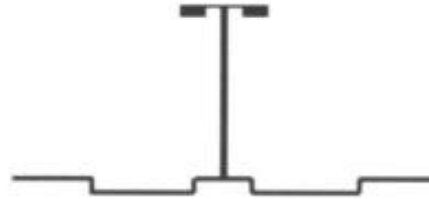
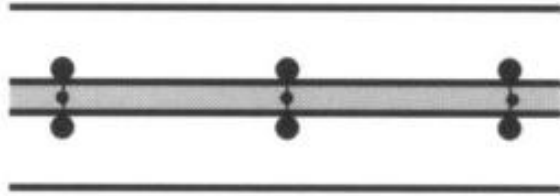
RASVJETA

GEOMETRIJA RASVJETE SUSTAVA



RASVJETA

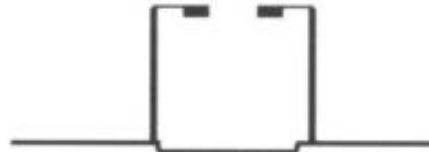
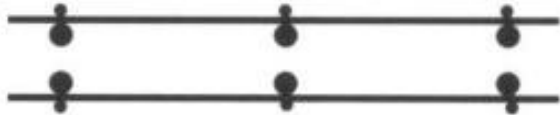
RASPORED IZVORA SVJETLOSTI



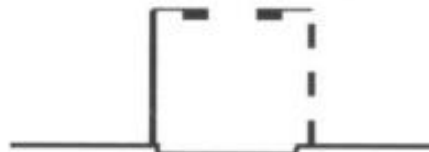
CENTRALNI



JEDNOSTRANI



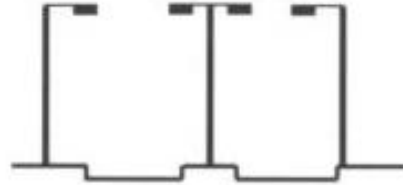
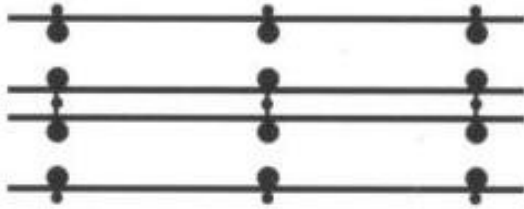
DVOSTRANI



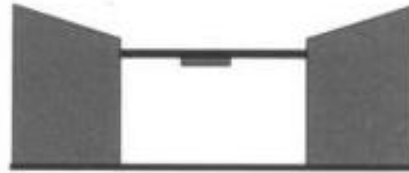
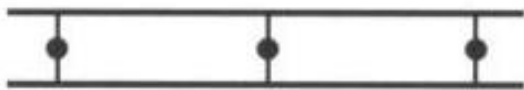
DVOSTRANI
NAIZMJENIČNI

RASVJETA

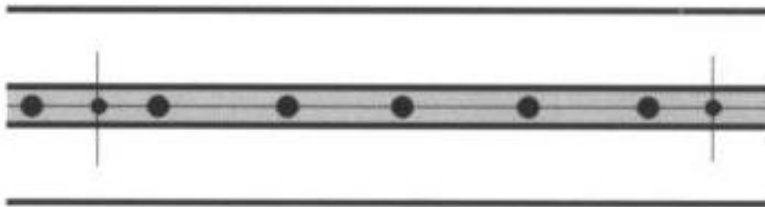
RASPORED IZVORA SVJETLOSTI



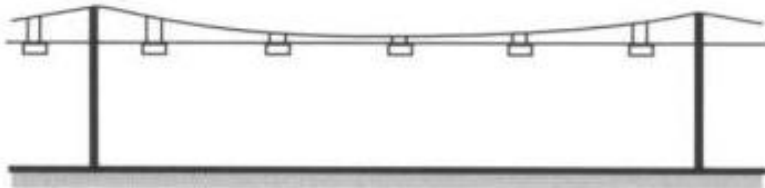
KOMBINIRANI



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

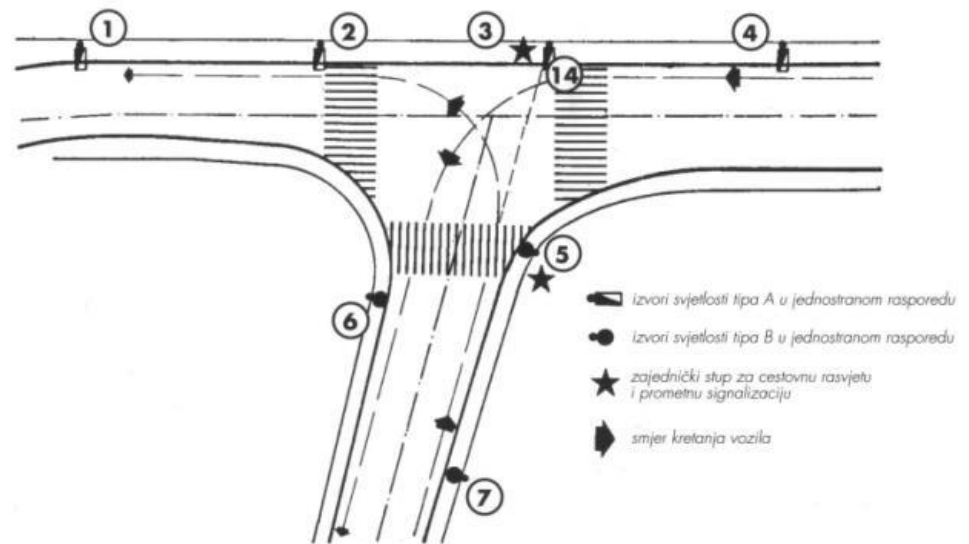
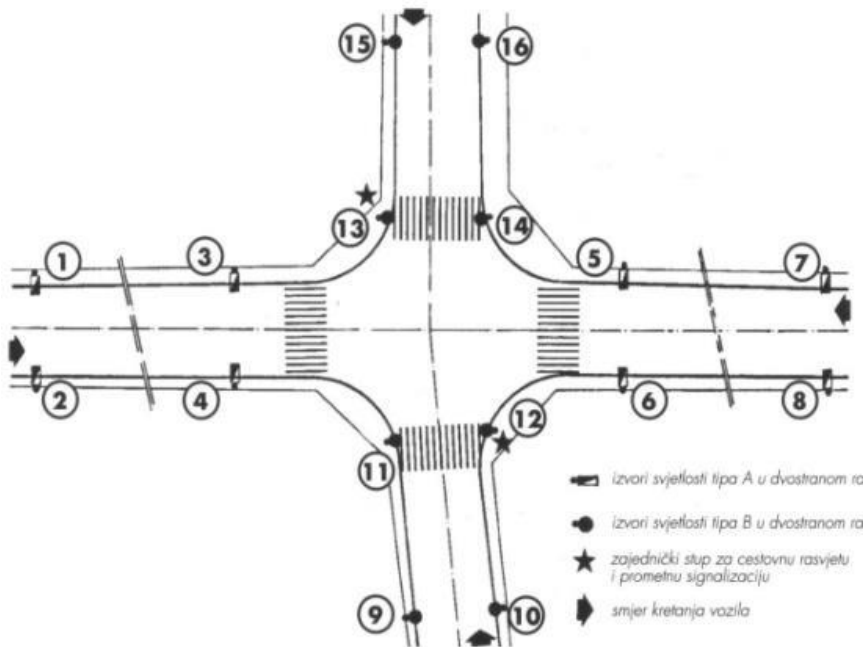
Pri rješavanju rasvjete u raskrižjima u razini potrebno je:

- 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

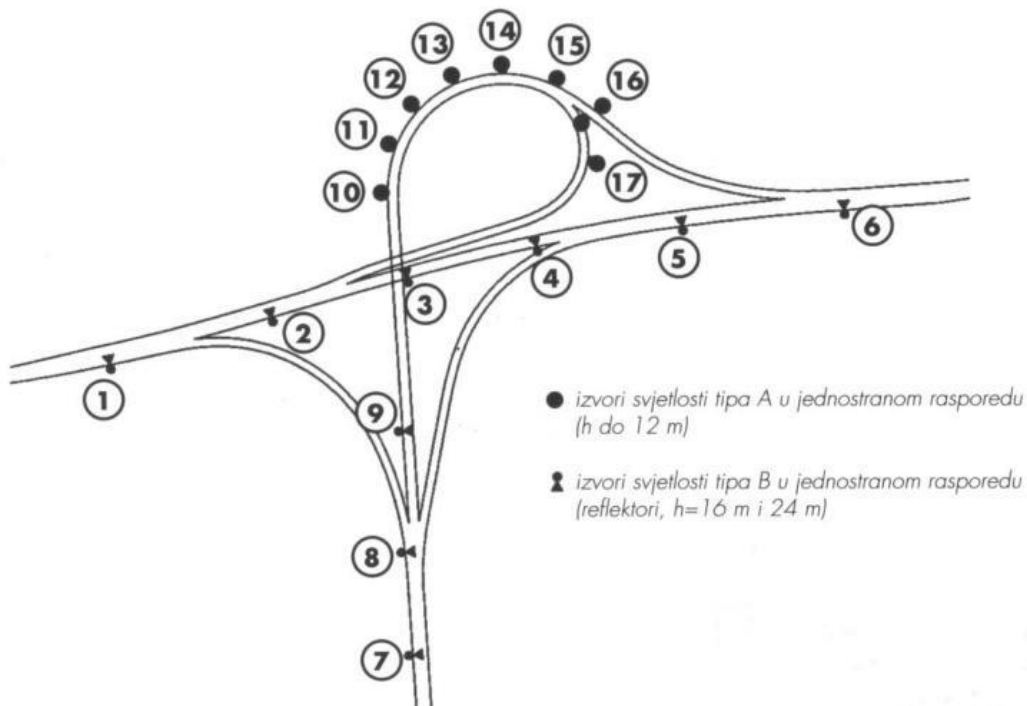
TIPSKA RJEŠENJA RASPOREDA IZVORA SVJETLOSTI



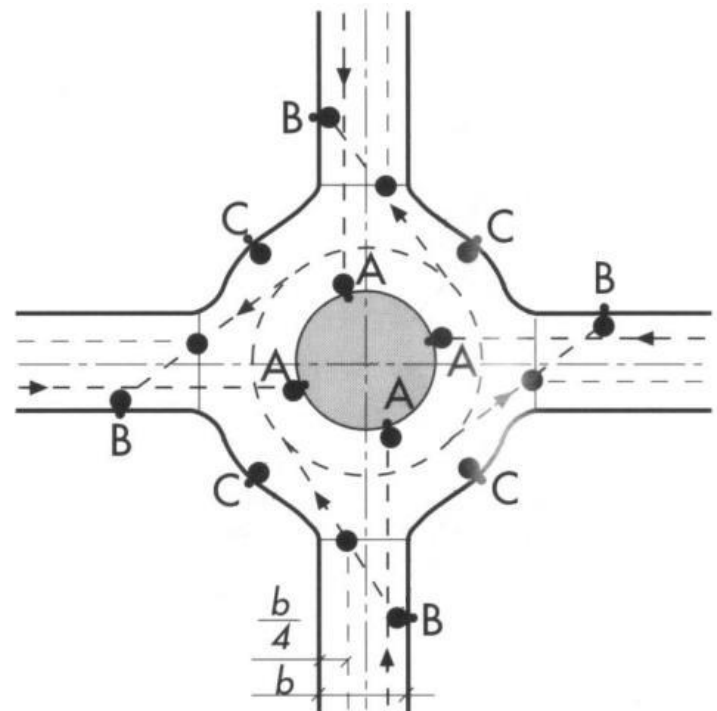
RASVJETA

RASVJETA RASKRIŽJA

TIPSKA RJEŠENJA RASPOREDA IZVORA SVJETLOSTI



RASKRIŽJA U DVIJE RAZINE



KRUŽNA RASKRIŽJA

JAVNI INFRASTRUKTURNI SUSTAVI

SIGNALIZACIJA

SVEUČILIŠTE
JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU



JOSIP JURAJ STROSSMAYER
UNIVERSITY OF OSIJEK

SADRŽAJ

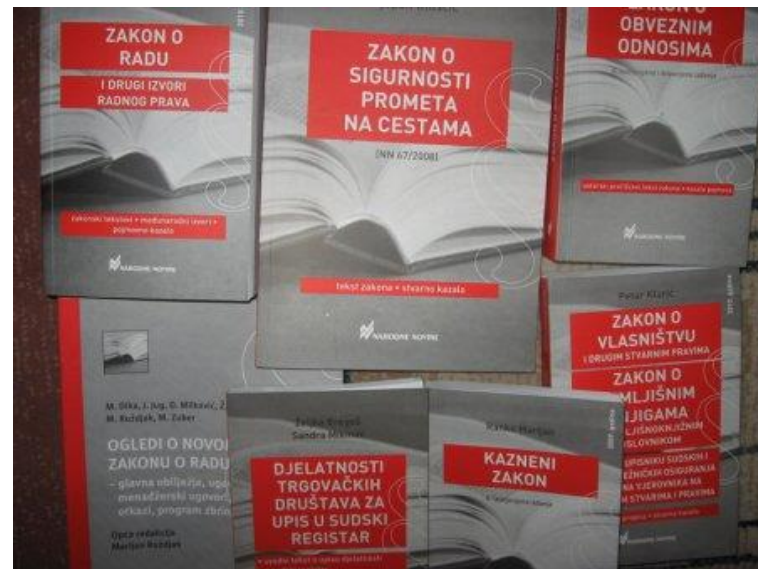
- ZAKONSKI OKVIR
- DEFINICIJA PROMETNE SIGNALIZACIJE
- RETROREFLEKSIJA
- VERTIKALNA PROMETNA SIGNALIZACIJA
- VIDNO POLJE VOZAČA
- OZNAKE NA KOLNIKU
- PROMETNA SVJETLA (SEMAFORI)



PROMETNA SIGNALIZACIJA

U Republici Hrvatskoj prometna signalizacija se proizvodi, postavlja i održava sukladno:

- Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama,
- Zakonu o sigurnosti prometa na cestama
- Zakonu o javnim cestama,
- Pravilniku o održavanju i zaštiti javnih cesta
- Pravilniku o turističkoj i ostaloj signalizaciji na cestama
- ostalim pozitivnim propisima i regulativi.



PROMETNA SIGNALIZACIJA

Prema Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama prometne znakove, signalizaciju i opremu cesta čine:

- **prometni znakovi** : opasnosti, izričitih naredbi i obavijesti, dopunske ploče i dr.,
- **prometna svjetla** i svjetlosne oznake,
- **oznake na kolniku** i drugim površinama,
- **prometna oprema ceste**: oprema za označavanje rubnjaka, oprema za označavanja radova i prepreka, branici, prometna zrcala, zaštitne ograde, pješačke ograde i dr.,
- **signalizacija i oprema za smirivanje prometa**
- turistička i ostala signalizacija.

PROMETNA SIGNALIZACIJA

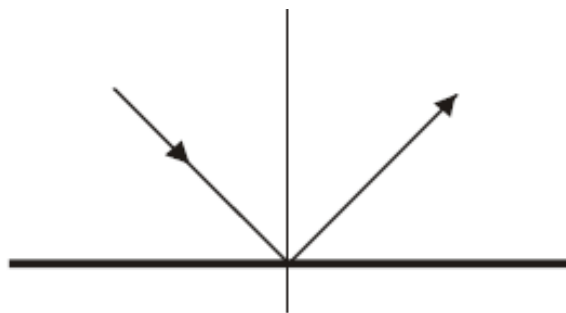
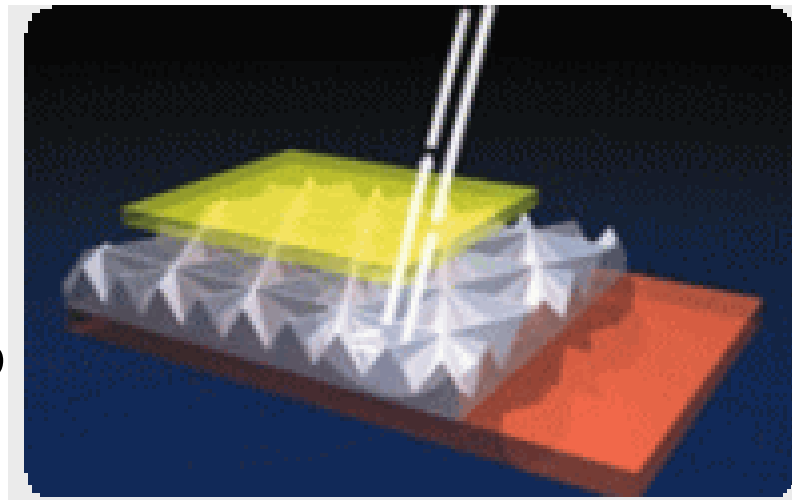
Prometni znakovi, oprema i signalizacija cesta postavlja se temeljem prometnog projekta. Prometni znakovi proizvode se sa propisanom retrorefleksijom.



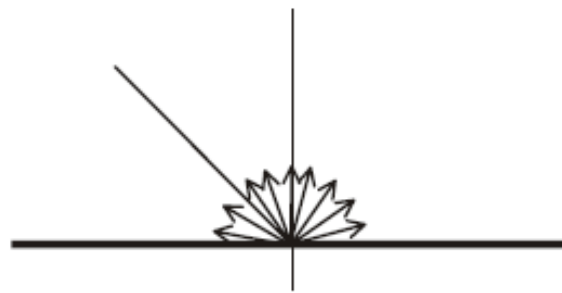
Zatečena prometna signalizacija mora se provjeriti na propisanu retrorefleksiju.

PROMETNA SIGNALIZACIJA

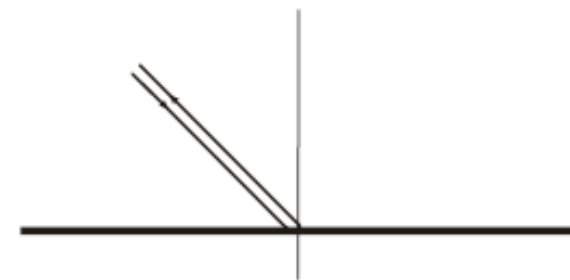
Retrorefleksija označava pojavu koja nastaje kada zrake svjetlosti padnu na neku površinu (prometnog znaka) i vraćaju se natrag k izvoru svjetlosti (svjetlo vozila). Mjeri se jačina reflektiranog svjetla u odnosu na ulazno svjetlo, a izražava se u candelima po luxu po četvornom metru.



a. ogledalska refleksija



b. difuzna refleksija



c. retrorefleksija

PROMETNA SIGNALIZACIJA

VERTIKALNA PROMETNA SIGNALIZACIJA

Vertikalna prometna signalizacija predstavlja skup prometnih znakova koji se postavljaju okomito u odnosu na prometnu površinu.

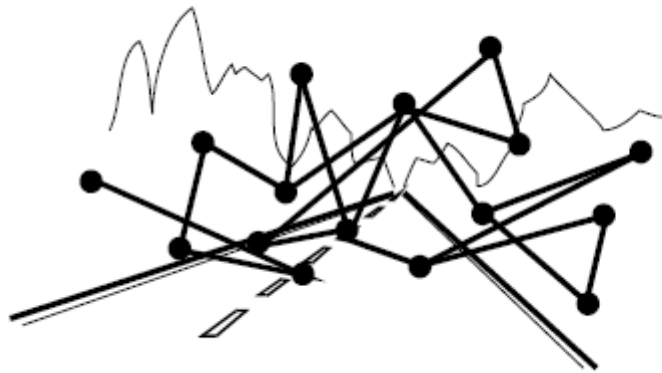
Prometni znakovi se postavljaju s desne strane uz kolnik, u smjeru kretanja vozila. Ako postoji mogućnost neuočljivosti, dopušteno je postavljanje dodatnog znaka i s lijeve strane prometnice.



PROMETNA SIGNALIZACIJA

VERTIKALNA PROMETNA SIGNALIZACIJA

Vidno polje vozača formira se temeljem mreže točaka koncentracije i osnovna karakteristika mu je da se sa povećanjem brzine sužava, što znači da je sa većom brzinom pažnja vozača koncentriranija na uže polje.



MANJA BRZINA



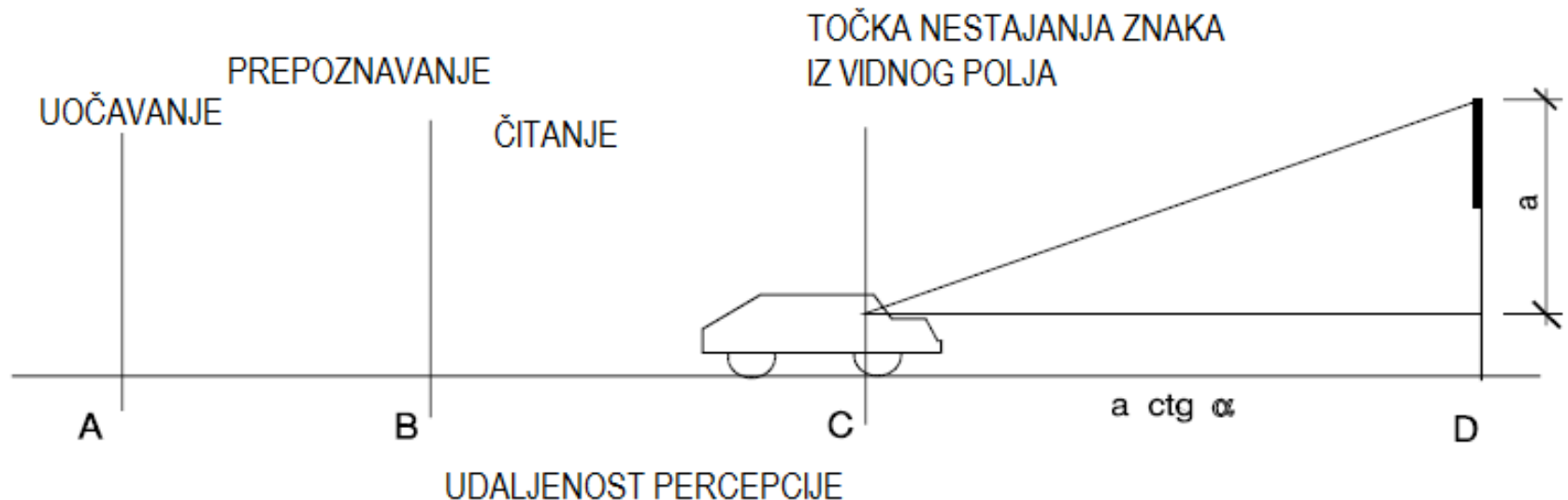
VEĆA BRZINA

PROMETNA SIGNALIZACIJA

VERTIKALNA PROMETNA SIGNALIZACIJA

Ako se analizira kontakt vozača i elementa vertikalne signalizacije, može se uočiti da je to proces koji se sastoji od tri faze:

- uočavanje,
- prepoznavanje,
- čitanje.



PROMETNA SIGNALIZACIJA

VERTIKALNA PROMETNA SIGNALIZACIJA

Prometni znakovi moraju biti uočljivi, razumljivi i nedvosmisleni, a postavljaju se po slijedećim principima:

- postavljaju se na mjestima na kojima su dobro uočljivi, kako bi vozači imali dovoljno vremena reagirati na poruku koju znak prenosi,
- moraju biti jednako protumačeni u dnevnim i u noćnim uvjetima,
- ne smiju zaklanjati vidno polje sudionika u prometu,
- ako se postavlja više znakova, oni ne smiju zaklanjati jedni druge,
- ne smiju ometati kretanje pješaka i biciklista, a ne smiju biti niti zaklonjeni pješacima ili biciklistima, drugim vozilima, drvećem, stupovima rasvjete i dr.,
- postavljaju se u slobodnom profilu prometnice.

PROMETNA SIGNALIZACIJA

HORIZONTALNA SIGNALIZACIJA

Oznake na kolniku u odnosu na simetralu kolnika mogu biti:

- uzdužne,
- poprečne,
- ostale oznake.



PROMETNA SIGNALIZACIJA

OZNAKE NA KOLNIKU

Uzdužne oznake su standardno bijele boje, a žuta se koristi u gradskim područjima za označavanje trakova rezerviranih za vozila javnog gradskog prijevoza.



PROMETNA SIGNALIZACIJA

PROMETNA SVJETLA

Za upravljanje prometom upotrebljavaju se uređaji kojima se daju prometni znakovi prometnim svjetlima - crvene, žute i zelene boje.

Prometna svjetla mogu biti namijenjeni svima ili samo određenim prometnim korisnicima (pješacima, biciklistima, javnom gradskom prometu).

Koriste se i kao svjetlosni znakovi za obilježavanje prijelaza ceste preko željezničke pruge i obilježavanje radova na cesti i zapreka.





HVALA NA PAŽNJI