

PARAMETRI VIDLJIVOSTI

KLJUČNI ASPEKT BEZBEDNOSTI PEŠAČKIH PRELAZA

Vladan Škerović Andrej Đuretić

Rezime: Ovaj rad razmatra uticaj parametara vidljivosti na bezbednost pešačkih prelaza u noćnim uslovima. Osvetljenje pešačkih prelaza kao ključni preduslov za dobru vidljivost, kako samih prelaza, tako i objekata i pešaka, razmotren je u radu, odnosno kako određeni nivoi osvetljenosti utiču na vidljivost objekata i pešaka u okolini pešačkih prelaza. U radu su prikazani i analizirani rezultati fotometrijskih merenja parametara vidljivosti u okolini i na samim pešačkim prelazima. Poseban osvrt je dat na obeležavanje prelaza, odnosno vidljivost postavljenih oznaka u uslovima noćnog odvijanja saobraćaja. Cilj rada je ustanovljavanje objektivnih metoda merenja parametara vidljivosti pešačkih prelaza, što treba da doprinese bezbednosti saobraćaja, posebno bezbednosti dece pešaka, na pešačkim prelazima u okolini škola.

Ključne reči: vidljivost, osvetljenje, fotometrija, obeležavanje

1. UVOD

Generalno je prepoznato da je vid najvažniji način čulnog opažanja koji se koristi za prikupljanje informacija u toku vožnje, obuhvatajući do 90 % ukupno prikupljenih informacija.

Od velikog je značaja da oni objekti i pobude koje moraju biti uočene u cilju izvođenja uspešne i sigurne vožnje, budu ti koji će biti prvi uočeni i locirani od strane vozača (CIE Publication 137-2000).

Brojne studije rađene širom sveta su pokazale da se veliki procenat saobraćajnih nezgoda u kojima stradaju pešaci događa noću pri lošim vidnim uslovima, kao i da adekvatno osvetljenje nesumnjivo povećava bezbednost učesnika u saobraćaju. Studija rađena 2010. godine u Evropskoj uniji pokazuje da svaki četvrti nastradali pešak strada na pešačkom prelazu (http://www.eurotestmobility.net/images/filelib/PRESS%20RELEASE%20EPCA%202010_2736.pdf, 20.06.2013).

Pešaci su najnezaštićeniji učesnici u saobraćaju, i potrebno je preduzeti sve mere kako bi se njihova bezbednost povećala. Pešački prelazi bi trebalo da budu mesta na kojima je bezbedno preći ulicu. Pešački prelaz treba da bude jasno uočljiv vozačima koji se približavaju prelazu i u dnevnim i u noćnim uslovima. Vozači moraju blagovremeno da uoče pešake, sa dovoljno velike udaljenosti, kako bi imali vremena da adekvatno odreaguju.

Dodatno osvetljenje pešačkog prelaza treba da omogući bolje uočavanje samog pešačkog prelaza, prilaza pešačkom prelazu i pešaka u ovoj oblasti. Posebnim

osvetljenjem pešačkog prelaza skreće se dodatna pažnja vozaču na njegovo prisustvo, a pešaci u zonama prelaza i na delu trotoara ispred prelaza postaju vidljiviji.

Nažalost, ne postoji nijedan međunarodni standard ili preporuka koji daje jasne smernice za dodatno osvetljenje pešačkih prelaza. Ovaj rad ima za cilj da ustanovi neke od osnovnih principa osvetljenja pešačkih prelaza do kojih se došlo dugogodišnjim iskustvom u osvetljenju, brojnim merenjima i istraživanjima.

Posebna pažnja je ukazana razvoju metodologije za ocenu vidljivosti samih pešačkih prelaza i pešaka, na osnovu fotometrijskih merenja objektivnih fizičkih parametara osvetljenja koji karakterišu vidljivost (EN 13201-4, 2003).

Rezultati merenja, snimanja, na više karakterističnih lokacija, prikazani su u radu i iskorišćeni za analizu i razvoj same metodologije.

2. OSVETLJENJE PEŠAČKIH PRELAZA

Kod standardnog osvetljenja puteva za motorni saobraćaj, vozač vidi pešaka (ili neku drugu prepreku) u negativnom kontrastu, kao tamnu siluetu na osvetljenoj podlozi. Kod osvetljenja pešačkog prelaza preporučuje se da se osvetljenjem pešaka odozgo i bočno kreira pozitivni kontrast koji omogućava sagledavanje lica i odeće pešaka, što dodatno povećava bezbednost, jer vozač vidi pešaka kao osobu, a ne samo kao siluetu. Posebno dizajnirane svetiljke sa asimetričnom svetlosnom raspodelom omogućavaju postizanje visokih vrednosti vertikalne osvetljenosti u smeru vozača koji se približava pešačkom prelazu, a istovremeno, i postizanje visokih vrednosti horizontalne osvetljenosti na samom pešačkom prelazu, čime se obezbeđuje jasno isticanje pešačkog prelaza koje omogućava vozaču uočavanje prelaza sa velike daljine (EN 13201-2, 2003).

Kod osvetljavanja pešačkih prelaza bitni su kako sam pešački prelaz, tako i zona trotoara širine do 1m i prilaz pešačkom prelazu sa obe strane pešačkog prelaza širine 6m.

Takođe, svetiljke koje služe za osvetljenje saobraćajnice ne treba da budu blizu pešačkog prelaza, kako se ne bi umanjila razlika u nivou osvetljenosti pešačkog prelaza i delova kolovoza neposredno pored prelaza.

2.1. FOTOMETRIJSKI ZAHTEVI

Kontrast, (Kostić, M,2000:48), predstavlja ključ za vidljivost objekata na putu u noćnim uslovima posmatranja. Kontrast se definiše kao

$$C = \frac{L_P - L_0}{L_0} \quad (1)$$

gde je L_P luminancija objekta, a L_0 luminancija njegovog okruženja.

Prema preporuci (CIE 19/2.1,1981), najmanja vrednost kontrasta (tzv. prag kontrasta), neophodna da bi objekat mogao da se uoči na osvetljenoj podlozi, može da se izračuna prema sledećoj formuli

$$C_{\min} = 0,05936 \cdot \left[\left(\frac{1,639}{L_0} \right)^{0,4} + 1 \right] \quad (2)$$

Kada su u pitanju saobraćajnice, uobičajene vrednosti luminancije (sjajnosti) okoline (puta) iznose 0-3cd/m². Izračunate vrednosti praga kontrasta za ovaj opseg sjajnosti okoline prikazane su u tabeli 1.

Tabela 1. Minimalne vrednosti kontrasta

Lo [cd/m ²]	Cmin
0 -	
0,5	0,65
1,0	0,43
1,5	0,35
2,0	0,30
2,5	0,27
3,0	0,25

Sjajnost objekta može da se izračuna pomoću relacije

$$L_p = \frac{E_v \cdot \rho_p}{\pi} \quad (3)$$

gde je E_v vertikalna osvetljenost predmeta (pešaka), a ρ_p koeficijent refleksije predmeta (pešaka) (Đuretić, 2005).

Na osnovu jednačina 1 i 3, sledi

$$E_v = \frac{\pi \cdot L_0 \cdot (C + 1)}{\rho_p} \quad (4)$$

Uzimajući u obzir minimalne vrednosti kontrasta date u tabeli 1, za različite vrednosti sjajnosti okoline (puta) i najnepovoljniji slučaj, kada je pešak obučen u crno, kada koeficijent refleksije iznosi $\rho_p=0,05$, na osnovu poslednje relacije izračunate su minimalne vrednosti vertikalne osvetljenosti koje je potrebno obezbediti kako bi se obezbedilo uočavanje pešaka. Ove vrednosti su prikazane u tabeli 2.

Tabela 2. Minimalne vrednosti vertikalne osvetljenosti

Lo[cd/m2]	Ev[lx]
0,0	52
0,5	52
1,0	90
1,5	127
2,0	163
2,5	199
3,0	23

2.2. MERENJA PARAMETARA VIDLJIVOSTI

Merenje se vrši na licu mesta, na saobraćajnicama, u noćnim uslovima, pri redovnom napajanju električnom energijom instalacija Javnog osvetljenja (da sijalice rade na nazivnoj snazi).

Metoda ispitivanja, merenja osvetljenosti je direktna metoda merenja luksmetrom, odnosno kod luminancije-direktno merenje luminansmetrom. Metoda se zasniva na korišćenju najsavremenije opreme, fotometrijske kamere koja omogućava merenje luminancije čitave „scene“ (puta, pešačkog prelaza i okoline) iz vozila (EN 13201-4 2003), iz vožnje, onako kako vidi vozač. Kamera je postavljena sa širokougaonim objektivom koji omogućava snimanje scene najpribližnije onome kako je vidi vozač. Kamera ima spektralnu osetljivost prilagođenu spektralnoj osetljivosti ljudskog oka.

Merenje se vrši sa instrumentom postavljenim na visinu od 1,5 m iznad površine puta, pri čemu se pojedinačna merena tačka nalazi na rastojanju od 60 m (rastojanje prvog poprečnog reda tačaka od tačke posmatranja). Ovo rastojanje je u nekim slučajevima bilo manje, do 30 m, imajući u vidu frekvenciju saobraćaja i brzinu kretanja na datoj lokaciji.

Kamera omogućava merenje raspodele luminancije, stacionarno i iz vozila i vizuelnu prezentaciju rezultata merenja, uključujući povezivanje sa snimkom puta.

Merenja su vršena na opštini Novi Beograd na 7 lokacija. One sa novom instalacijom osvetljenja pešačkih prelaza prema podacima dobijenim od strane izvođača radova, odnosno, one sa starom instalacijom osvetljenja, odabrane na osnovu zapažanja više anketiranih vozača sa teritorije opštine Novi Beograd. Kao karakteristična je odabrana ulica Bulevar Zorana Đinđića, gde je stara instalacija osvetljenja, ulica je široka i pruža osećaj dobre preglednosti, dok je sa druge strane, uočljivost pešačkih prelaza i samih pešaka loša.

Na slikama od 3 do 5, prikazani su najkarakterističniji slučajevi, po jedan sa dobrom i dva sa lošom vidljivošću, sve u okolini škola, dok su u tabeli 3 prikazani rezultati za sve ispitane lokacije. Lokacije su u tabeli date samo po brojnim oznakama (rednim brojem merenja) za datu ulicu. Merenja su vršena za najnepovoljniji slučaj sa pešakom obučenim u crno na pešačkom prelazu.

Tabela 3. Rezultati ispitivanja.

lokacija	srednji nivo luminancije/sjajnosti kolovoza (cd/m ²)	C _{pešaka}	C _{oznaka na kolovožu pešačkog prelaza}	subjektivni osećaj (3 posmatrača)
Bul. Zorana Đinđića 1	1,29	-0,20	1,05	loše
Bul. Zorana Đinđića 2	1,89	-0,54	0,74	slabo
Bul. Zorana Đinđića 3	1,33	-0,21	0,46	loše
Bul. Zorana Đinđića 4	1,24	-0,26	0,20	loše
Tošin bunar 1	1,44	0,79	6,63	dobro
Tošin bunar 2	1,95	2,37	6,52	odlično
Bežanija 1	1,29	1,10	4,71	dobro

Sve prikazane slike su fotometrijske slike raspodele luminancije/sjajnosti. Sama vrednost se očitava u svakoj odabranoj tački ili obeleženoj zoni (na samim slikama koje su prikazane, zone nisu označene radi bolje vidljivosti slika). Iz podataka o očitanoj srednjoj sjajnosti, kolovoza, okoline, pešaka i pešačkog prelaza, izračunati su kontrasti prikazani u tabeli 3.



Slika 1. Bulevar Zorana Đinđića 3, kod Carine



Slika 2. Bulevar Zorana Đinđića 2, kod Carine, iz drugog smera



Slika 3. Tošin bunar.

Ono što se iz tabele 3. zaključuje, to je da su teorijske pretpostavke vezane za vidljivost pešaka i prelaza i njihovo osvetljavanje, a koje su bazirane na subjektivnom utisku (formula 2 je izvedena empirijski na osnovu velikog broja posmatranja od strane različitih posmatrača), potvrđene merenjem i nezavisnim posmatranjem.

3. ZAKLJUČAK

Izvršena merenja i metodologija koja je u tu svrhu osmišljena pokazala su se kao odgovarajuća objektivna ocena stanja vidljivosti pešačkih prelaza. Time je stvorena mogućnost za relativno jednostavnu ocenu baziranu na objektivnim fizičkim merenjima kojom bi se utvrdilo stanje pešačkih prelaza u pogledu vidljivosti kako njih samih tako i pešaka koji preko njih prelaze. Sistematskom analizom postojećeg stanja moguće je odrediti prioritete za rekonstrukciju čime bi se značajno povećala bezbednost pešaka.

Sama metodologija izvođenja osvetljenja pešačkih prelaza (Štrbac-Hadžibegović, 2013), a na osnovu izvršenih merenja i posmatranja, potvrđena je kao jako dobra. U korelaciji sa analizom postojećeg stanja i merenjima na izvedenim instalacijama osvetljenja, može se doći u dogledno vreme u situaciju da pešački prelazi, tamo gde je to najpotrebnije, a pre svega u okolini škola, budu mnogo bezbedniji u uslovima noćnog saobraćaja.

LITERATURA

- [1] An analytic model for describing the influence of lighting parameters upon visual performance – volume I (1981). Technical foundations, Publication CIE No 19/2.1 (TC□3.1)
- [2] Kostić, M, (2000). Vodič kroz svet tehnike osvetljenja, Beograd
- [3] The conspicuity of traffic signs in complex background, (2000). CIE Publication 137-2000
- [4] Road lighting - Part 4 (2003). Methods of measuring lighting performance, EN 13201-4
- [5] „Impositions photometriques en vue de l’éclairage des passages pour piétons“, Schröder Group internal publication, Lighting Seminar Liege (20-22) May 2003.
- [6] Road lighting □ Part 2 (2003). Performance requirements, EN 13201□2
- [7] Đuretić, A, (2005). „Osvetljenje pešačkih prelaza“, Osvetljenje 2005
- [8] Štrbac-Hadžibegović, N, (2013). Osvetljenje u funkciji povećanja bezbednosti pešaka u saobraćaju, Osvetljenje 2013, Stara Planina,

[9] http://www.eurotestmobility.net/images/filelib/PRESS%20RELEASE%20EPCA%202010_2736.pdf , 20.06.2013.