

ISPITIVANJE BRZINA KRETANJA PEŠAKA NA PEŠAČKIM POVRŠINAMA I NA KOLOVOZU

EXAMINATION SPEED OF PEDESTRIANS ON PEDESTRIAN SURFACES AND ON ROADWAY

Marko Maslać¹; Nenad Milutinović²; Miroslav Božović³

XV Simpozijum
"Veštacke saobraćajne nezgode
i prevare u osiguranju"

Rezime: Pored mase i visine pešaka, koje se mogu jednostavno i pouzdano utvrditi, za analizu saobraćajnih nezgoda u kojima su učestvovali pešaci, važna karakteristika pešaka je i brzina njihovog kretanja. Imajući to u vidu, u radu su prikazani rezultati merenja brzina kretanja pešaka na trotoaru i na pešačkom prelazu, u gradu Kragujevcu, pri čemu je uzorak na kome je vršeno istraživanje obuhvatilo 400 pešaka. Pored toga, utvrđena je i zavisnost brzine kretanja pešaka od pola, starosti i broja pešaka u grupi. Na osnovu dobijenih rezultata primenom programa za kompjutersku simulaciju saobraćajnih nezgoda prikazana je disperzija zaustavnih pozicija pešaka u zavisnosti od brzina koje su pešaci ostvarili na trotoaru i na kolovozu.

KLJUČNE REČI: PEŠACI, BRZINA, TROTOAR, KOLOVOZ,
PONAŠANJA.

Abstract: In addition to the weight and height of pedestrians, which can be easily and reliably measured, for analysis of traffic accidents which involved pedestrians, important feature is the speed of their movement. With that in mind, this paper presents the results of measurements of the speed of movement of pedestrians on the sidewalk and the pedestrian crossing in the town of Kragujevac, where the sample was surveyed included 400 pedestrians. In addition, determined the dependence of the speed of movement of pedestrians on the gender, age and the number of pedestrians in the group. Based on the results obtained using the program for a computer simulation of accidents shows the dispersion of stopping positions pedestrians depending on the speed that pedestrians made on the sidewalk and the roadway.

KEY WORDS: PEDESTRIANS, SPEED, SIDEWALKS, ROADWAY, BEHAVIOUR.

1 Visoka tehnička škola strukovnih studija Kragujevac, Kragujevac, marko.maslac@yahoo.com
2 Visoka tehnička škola strukovnih studija Kragujevac, Kragujevac, nenadmilu@yahoo.com
3 Visoka tehnička škola strukovnih studija Kragujevac, Kragujevac, borjanin@gmail.com

1. UVOD

Pešaci kao ranjivi učesnici saobraćaja, spadaju u grupu najugroženijih učesnika u saobraćaju. U Republici Srbiji u 2014. godini poginulo je 128 pešaka, što predstavlja 23.9% svih poginulih u saobraćajnim nezgodama. U gradu Kragujevcu, u istom periodu poginulo je 10 pešaka, što ukupnoj strukturi poginulih na teritoriji grada Kragujevca predstavlja 64.5%. Pored toga, važno je napomenuti da u 1033 saobraćajnih nezgoda u kojima su učestvovali pešaci, propusti za nastanak saobraćajne nezgode stoje na strani pešaka. (ABS, 2015). Ovi podaci nam jasno ukazuju na problem povećane ugroženosti ove kategorije učesnika u saobraćaju. Otkrivanje zakonosti nastanka saobraćajnih nezgoda u kojima učestvuju pešaci može se započeti detaljnim i sveobuhvatnim analizama upravo tih saobraćajnih nezgoda.

Za analizu saobraćajnih nezgoda u kojima su učestvovali pešaci, od velikog je značaja pravilno određivanje vremena koje je pešak proveo na kolovozu. Da bi se odredilo ovo vreme potrebno je odrediti brzinu kretanja pešaka, koja se najčešće smatra konstantnom, ali postoje slučajevi u kojima pešak kreće iz stanja mirovanja pa u obzir treba uzeti i ubrzanje pešaka. Eksperti u rekonstrukciji saobraćajnih nezgoda imaju na raspolaganju rezultate brzina pešaka iz sedamdesetih i osamdesetih godina. S obzirom na to da ovi rezultati datiraju od pre 30 i više godina, oni su ponekad osnova za preispitivanje mišljenja veštaka na sudu. Takav pristup je rezultat verovanja da upotrebljeni podaci nisu više validni, jer ljudi stalno razvijaju stil života kao i anatomske osobine (Milutinović, 2015).

Danas, prosečna visina čoveka, posebno mlade osobe, mnogo je veća od prosečne visine osoba koje su učestvovali u istraživanju sprovedenom u toku prošlog veka. Zato je bilo potrebno proveriti rezultate dostupne u literaturi. Pored toga, neophodno je napraviti razliku, odnosno izdvojiti rezultate koji su dobijeni eksperimentom, od rezultata koji su dobijeni merenjima na terenu.

Veliki broj autora je u prethodnom periodu ispitivao brzinu kretanja pešaka. Pored srednjih vrednosti brzina pešaka, koje su značajne sa strane upravljačkih i regulativnih mera, brzine pešaka se prikazuju i pomoću 15-og i 85-og percentila, jer su upravo te brzine značajne sa aspekta određivanja brzina kretanja pešaka u saobraćajno-tehničkom veštačenju.

Tarawneh (2001) je utvrdila da postoje značajne razlike u brzinama kretanja pešaka sa poređenjem po polu. Osobe muškog pola značajno brže prelaze kolovoz od osoba ženskog pola. 15-ti percentil brzine za osobe muškog pola iznosi 1.34 m/s, dok on za osobe ženskog pola iznosi značajno manje, 1.11 m/s. Carey (2005), je utvrdio da je 15-ti percentil brzine kretanja mlađih pešaka (21-30 godina) značajno veći od svih ostalih starosnih grupa pešaka, naručito od osoba starijih od 65 godina (1.35 m/s, 0.95 m/s restriktivno). Pored pola i starosti, nekoliko autora (Montufar, 2007; Chandra, 2013) je ispitalo brzinu kretanja pešaka na kolovozu i trotoaru. 85-ti percentil brzine je značajno veći prilikom prelaska kolovoza (1.81 m/s), nego pri kretanju na trotoaru (1.49 m/s).

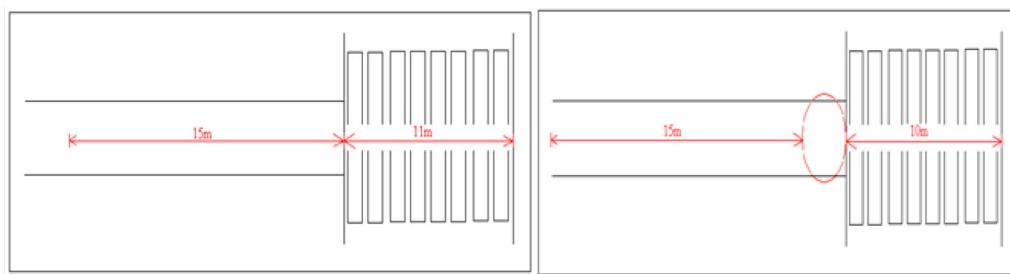
Na brzinu kretanja pešaka prilikom prelaska kolovoza utiče i način regulisanja same raskrsnice. Lam (2000) je utvrdio da je prosečna brzina prelaska kolovoza regulisanog svetlosnim signalima za pešake iznosila 1.33 m/s, dok je prosečna brzina prelaska nesignalisanog kolovoza iznosila 1.39 m/s. Pored svih navedenih parametara koji mogu uticati na brzinu kretanja pešaka, Wirtz (2001) je pokazao da i veličina grada u mnogome utiče na brzine kretanja pešaka.

Imajući u vidu navedene podatke, kao i sve okolnosti koje mogu imati uticaj na brzinu kretanja pešaka, osnovni cilj ovog rada je da se utvrdi brzina kretanja pešaka na trotoaru i pešačkom prelazu, tj. da se utvrdi postoje li razlike u brzini kretanja pešaka sa poređenjem po polu i starosti. Pored toga, utvrđene su i razlike u brzini kretanja pešaka u zavisnosti od kretanja pešaka u grupi, načina regulisanja raskrsnice i površine kojom se pešak kreće. Na osnovu dobijenih rezultata primenom programa za kompjutersku simulaciju saobraćajnih nezgoda prikazana je

disperzija zaustavnih pozicija pešaka u zavisnosti od brzina koje su pešaci ostvarili na pešačkim površinama i na kolovozu.

2. METOD ISTRAŽIVANJA

Prikupljanje podataka za istraživanje obavljeno je 25.10.2015. godine na četiri lokacije u gradu Kragujevcu, u vremenskom periodu 13-14:30 h. U vreme prikupljanja podataka kolovoz je bio suv, a vreme sunčano. Kao i u dosadašnjim istraživanjima (Tanaboriboon et al., (1986), Tanaboriboon et al., (1991), Morrall et al., (1991), Lam et al., (1995), Knoblauch et al., (1996), Koushki (1988), Lam et al., (2000), Tarawneh (2001)) merenje brzine kretanja pešaka izvršeno je merenjem vremena kretanja pešaka na unapred određenoj (poznatoj) površini (slika 1).



Slika 1. Površine na kojima su vršena merenja brzina kretanja pešaka

Merenje vremena prolaska pešaka kroz određenu površinu vršili su obučeni brojači, pomoću štoperice, a vremena su upisivana u brojačke obrazce. U brojački obrazac su upisivani sledeći podaci: pol pešaka, starosna grupa, samostalno kretanje ili kretanje u grupi, brzina kretanja pešaka na trotoaru i brzina kretanja pešaka na kolovozu. Važno je napomenuti da je merena brzina kretanja jednog istog pešaka na trotoaru i na kolovozu.

Za mesto merenja brzine kretanja pešaka izabrane su dve nesemaforizovane i dve semaforizovane raskrsnice. Prilikom izbora mesta istraživanja vodilo se računa da posmatrani pešak nema prepreka ispred sebe prilikom kretanja (kako na kolovozu, tako i na trotoaru). Izabrane su raskrsnice sa manjim i srednjim obimom pešačkih tokova, kako posmatrani pešak ne bi bio prinuđen da zastaje ili menja pravac svog kretanja. Površine na kojima je mereno vreme kretanja pešaka na trotoaru iznose 15 m, dok su na kolovozu bile uslovljene dužinom pešačkog prelaza. Zbog nakupljanja pešaka prilikom prelaska kolovoza regulisanog svetlosnim signalima, površina namenjena merenju vremena kretanja pešaka na trotoaru, nije išla do ivice kolovoza, već je uvučena nekoliko metara na trotoar (slika 1).

Iz istraživanja su isključeni pešaci koji: nose neki teret, hodaju pored bicikla ili šetaju životinju, guraju kolica i drže se za ruke. Pored navedenih pešaka, brzina nije merena licima sa posebnim potrebama, licima koja se kreću dijagonalno i licima koja zastaju. Ukupan uzorak je obuhvatio 400 pešaka. Opis uzorka je prikazan u tabeli 1.

Tabeka 1. Opis uzorka

		N
Pol	Muški	200
	Ženski	200
Starost	15-30	100
	31-45	100
	46-60	100
	>60	100
	Kolovoz	400
Površina	Trotoar	400
	Semaforizovana	200
Način regulisanja raskrsnice	Nesemaforizovana	200

Prikupljeni podaci analizirani su statističkom softverskom paketu IBM SPSS v.22. Vrednosti brzina kretanja pešaka prikazane su srednjom vrednošću brzine, 15-im i 85-tim percentilom brzine. Za utvrđivanje zavisnosti brzina kretanja između poređenih grupa koriščeni su Pirsonov Hi-kvadrat test i Spirmangov rang korelacije. Prag statističke značajnosti postavljen je na konvencionalnom nivou $p \leq 0.05$.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati izmerenih brzina kretanja pešaka prikazani su u tabeli 2. Prikazane su prosečne brzine kretanja pešaka, 15-ti i 85-ti percentil brzine, kao i standardno odstpanje. Brzine kretanja pešaka analizirane su na kolovozu i trotoaru, po polu i starosnim grupama.

Sa aspekta saobraćajno-tehničkog veštačenja posebno su važne granične vrednosti brzina kretanja pešaka (u ovom slučaju 15-ti i 85-ti percentil).

Tabela 2: Brzine kretanja pešaka na kolovozu i trotoaru

	Pol	Starost	15 percentil	85 percentil	Mean	Std. D.
Kolovoz	Muški	15-30	1.48	2.26	1.88	.502
		31-45	1.42	2.00	1.73	.309
		46-60	1.41	1.90	1.65	.214
		> 60	1.09	1.54	1.31	.220
	Ženski	15-30	1.45	1.95	1.69	.265
		31-45	1.23	1.83	1.53	.273
		46-60	1.01	1.79	1.37	.330
		> 60	0.99	1.34	1.17	.175
Trotoar	Muški	15-30	1.40	2.04	1.71	.331
		31-45	1.25	1.82	1.61	.353
		46-60	1.35	1.78	1.52	.232
		> 60	0.95	1.45	1.21	.251
	Ženski	15-30	1.33	1.83	1.56	.226
		31-45	1.20	1.76	1.45	.294
		46-60	1.09	1.57	1.33	.226
		> 60	0.79	1.18	0.95	.186

Rezultati pokazuju da se osobe muškog pola, svih starosnih grupa brže kreću od osoba ženskog pola. Posebno je izražena razlika između najmlađih starosnih grupa (15-30 godina). Prosečna brzina najmlađih osoba, muškog pola na kolovozu značajno je veća od prosečne brzine njamladjih osoba ženskog pola (1.88 m/s, 1.71 m/s). Kada je u pitanju poređenje po starosti, godine su negativno povezane sa brzinom kretanja, odnosno kako se povećava starost pešaka, njihova brzina se smanjuje.

Brzne kretanja pešaka se takođe razlikuju i u zavisnosti od površine kojom se pešak kreće. Naime, brzina kretanja pešaka značajno je veća na kolovozu (prilikom prelaska na obeleženom pešačkom prelazu), nego na trotoaru. Najveća prosečna brzina kretanja na trotoaru zabeležena je kod osoba muškog pola, starosti 15-30 godina (1.71 m/s), dok je najmanja prosečna brzina kretanja pešaka na trotoaru zabeležena kod osoba ženskog pola starijih od 60 godina (0.95 m/s).

U radu je ispitana i zavisnost brzine kretanja pešaka od pola, starosti, kretanja pešaka u grupi, načina regulisanja raskrsnice i površine kojom se pešak kreće. Poređenje brzina kretanja pešaka u okviru grupa prikazano je u tabeli 3.

Primenjeni testovi su pokazali da u pogledu pola, starosti i površine kojom se pešak kreće (kolovoz/trotoar) postoje statistički značajne razlike između poređenih grupa po pitanju brzina kretanja pešaka. Dok sa druge strane, u pogledu kretanja pešaka u grupama i načina regulisanja pešačkog prelaza ne postoji statistički značajna razlika između poređenih grupa po pitanju brzine. Primenjeni Hi-kvadrat test pokazao je da se osobe muškog pola statistički značajno ($\chi^2=15.673$, $p<0.001$) brže kreću kao pešaci od osoba ženskog pola.

Tabela 3: Zavisnost brzine kretanja pešaka

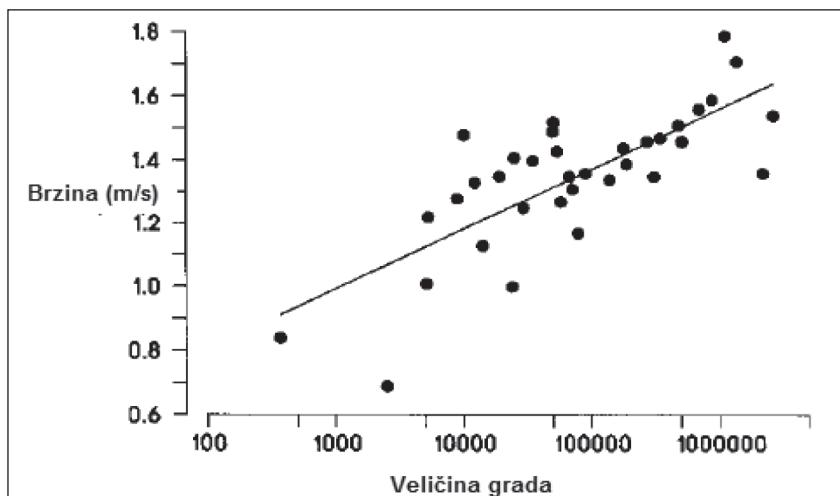
Zavisnost brzine kretanja pešaka od:	Hi–kvadrat test (χ^2)	Spearman's rank correlation	Značaj (p)
Pola	15.673	-	$p<0.001$
Starosti	-	-0.37	$p<0.001$
Kretanja pešaka u grupi	-	0.01	$p=0.869$
Načina regulisanja raskrsnice	5.689	-	$p=0.15$
Površine kojom se kreće (kolovoz/trotoar)	15.927	-	$p=0.012$

Starost je negativno povezana sa brzinom kretanja pešaka ($\rho=-0.37$, $p<0.001$). Dakle, kako se povećava starost pešaka, tako se i brzina njihovog kretanja smanjuje (tabela 2). Ovakvi rezultati su očekivani i potvrđeni u svim dosadašnjim studijama koje su merile brzinu kretanja pešaka (Tarawneh (2001), Carey (2005)). Kada je u pitanju kretanje pešaka u grupi, primenjeni Spearman's rank correlation, nije pokazao (ni pozitivnu ni negativnu) povezanost sa brzinom kretanja pešaka. Ovakav rezultat se mora tumačiti sa dozom rezerve, jer se mali broj snimljenih pešaka kretao u grupi, tako da primenjeni test nije uočio razliku između brzine pešaka koji su se kretali samostalno i pešaka koji su pored sebe imali jednog ili više saputnika.

Način regulisanja raskrsnice (nesemaforizovana ili semaforizovana) nije uticao na brzinu kretanja pešaka prilikom prelaska kolovoza. Hi-kvadrat test pokazao je da ne postoji statistički značajna razlika u brzini kretanja pešaka ($\chi^2=5.689$, $p=0.15$) prilikom prelaska kolovoza na raskrsnici sa različitim načinom regulisanja. Površina kojom se pešak kreće ima veliki uticaj na brzinu kretanja pešaka. Naime, pešaci se značajno brze kreću na kolovozu (prilikom prelaska na pešačkom prelazu), nego na trotoaru ($\chi^2=15.927$, $p=0.012$).

3.1. Brzine kretanja pešaka u zavisnosti od veličine grada

Pored dobro poznatih parametara koji imaju uticaj na brzinu kretanja pešaka, Wirtz (2001) je pokazao da i veličina grada u mnogome utiče na brzine kretanja pešaka. Naime, brzina kretanja pešaka se povećava sa veličinom grada. Na slici 2, prikazana je zavisnost prosečnih brzina kretanja pešaka u zavisnosti od veličine grada.



Slika 2. Prosečne brzine kretanja pešaka u zavisnosti od veličine grada(Wirtz, 2001)

Zavisnost brzine kretanja pešaka Wirtz (2001) je prikazao sledećom jednačinom:

$$V=0.043 * \log pop + 1.169 \quad (1)$$

gde:

- *logpop* predstavlja logaritamsku vrednost veličine grada.

Wirtz (2001) je pokazao da je veličina grada pozitivno povezana sa brzinom kretanja pešaka. Ovakav rezultat može se pravdati na dva načina. Prvo, u ukupnoj strukturi stanovništva u većim gradovima najveći procenat zauzimaju mlade (radno sposobne) osobe, dok u manjim gradovima uglavnom žive starije osobe. Pa je to jedan od osnovnih razloga pozitivne povezanosti brzine kretanja pešaka i veličine grada. Sa druge strane, iz ugla psihologa (Borstein, 1989), u velikim gradovima postoji veliki broj atrakcija koje privlače lica, pa je povećanje brzine kretanja pešaka, odgovor lica na veliki broj „stimulansa“.

U tabeli 4. prikazane su prosečne brzine kretanja pešaka u nekoliko evropskih gradova. Prosečna brzina pešaka se povećava sa veličinom grada do 1.000.000 stanovnika, dok za gradove veće od 1.000.000 stanovnika nije utvrđena zavisnost sa brzinom kretanja pešaka. U tabeli 4 prikazana je i prosečna brzina kretanja pešaka u Kragujevcu, koja je značajno veća od ostalih evropskih gradova.

Tabela 4. Prosečne brzine kretanja pešaka u nekoliko evropskih gradova

Grad	Broj stanovnika	Mean
Berlin	3.397.496	1.37
Hannover	519.619	1.44
Karlsruhe	285.263	1.43
Freiburg	185.669	1.40
Basel	170.635	1.39
Varese	89.146	1.37
Kragujevac	150.841	1.49

Disperzija zaustavnih pozicija pešaka na osnovu izmerenih brzina kretanja

Brzinu pešaka, veštak kad god je u mogućnosti treba da proveri i uporedi sa mehanizmom nastanka povredama pešaka, tragovima i oštećenjima na vozilu i zaustavnim položajem pešaka, a što precizno može da utvrdi jedino kompjuterskom simulacijom saobraćajne nezgode (Milutinović, 2013).

Pošto se brzine obično daju u određenom opsegu, u praksi saobraćajno-tehničkog veštačenja dešava se da veštak izabere prosečnu brzinu kretanja pešaka, što je pogrešno, jer vozač ne može biti „prosečno“ kriv za nastanak nezgode. Zato veštak treba da ispita granične slučajeve, kako bi sud utvrdio jeste li ili nije vozač kriv za nastanak nezgode, te zato prilikom izbora vrednosti brzine kretanja pešaka veštak treba da se rukovodi načelom „najpovoljnije po okrivljenog“.

Koliko može biti veliko rasipanje dobijenih rezultata pri različitim brzinama kretanja pešaka, za iste ostale uslove, pokazano je na slikama 3 i 4. Simulacija naleta na pešaka je sprovedena primenom programa Virtual CRASH 3, za brzinu putničkog vozila od 50 km/h i brzine kretanja pešaka od najmanje izmerene brzine - 2.8 km/h (15-ti percentil brzine kretanja osoba >60 godina, ostvarene na trotoaru) do najveće izmerene brzine - 8.1 km/h (85-ti percentil brzine kretanja osoba 15-30 godina, ostvarene na kolovozu). Vozilo audi a4 kočeno je usporenjem od 5 m/s² i sredinom čeonog dela ostvaruje primarni kontakt sa pešakom visine 175 cm, mase 75 kg, koji je pod 90° levom stranom okrenut dolazećem vozilu. Kao izlazni rezultat praćene su zaustavne pozicije pešaka (označene tačkama).



Slika 3. Simulacija naleta vozila na pešaka, početni uslovi



Slika 4. Simulacija naleta vozila na pešaka, izlazni rezultati

Na osnovu sprovedenih simulacija, na slici 4, može se videti da su zaustavne pozicije pešaka pri različitim brzinama kretanja pešaka, za iste ostale početne uslove, imale disperziju na površini od 4 m^2 (poduzno za 2 m i poprečno za 2 m).

4. ZAKLJUČAK

Brzina pešaka je jedan od najvažnijih parametara, pored mase i visine pešaka, koje eksperti koriste prilikom analiziranja nezgoda. Za utvrđivanje brzine kretanja pešaka, kao polazni osnov veštaci koriste rezultate eksperimentalnih istraživanja koja su sprovedena 70-ih godina prošlog veka, pa imajući u vidu konstantnu evoluciju čoveka (i u načinu života i anatomske osobine) prednost treba dati rezultatima novijih istraživanja ovog parametra (Milutinović, 2013).

U radu su prikazane brzine kretanja pešaka izmerene u gradu Kragujevcu. Rezultati su potvrdili dosadašnja istraživanja po pitaju statistički značajnih razlika u brzinama pešaka sa poređenjem po полу i starosti. Pored ovih, već poznatih i dokazanih parametara koji imaju veliki uticaj na brzinu kretanja pešaka, u radu je potvrđena pretpostavka da i površina kojom se pešak kreće može imati veliki uticaj na njihovu brzinu kretanja. Pešaci, oba pola i svih starosnih grupa, značajno manjom brzinom se kreću na trotoaru, nego na kolovozu (na obeleženom pešačkom prelazu).

Imajući u vidu da se u saobraćajno-tehničkom veštačenju brzine kretanja pešaka daju u određenom opsegu, u radu su prikazani 15-ti i 85-ti percentil brzine kretanja pešaka. Nisu ispitivani pojedinačni ekstremi, već su na osnovu izmerenih brzina kretanja pešaka formirani donji i gornji granični slučaj za svaku analiziranu grupu pešaka. Značaj pravilnog određivanja brzine kretanja pešaka pokazala je disperzija daljine odbačaja pešaka dobijena na osnovu istih ulaznih podataka i različitih brzina kretanja pešaka. U ovoj analizi korišćene brzine u opsegu od najmanje izmerene brzine 2.8 m/s (15-ti percentil brzine kretanja osoba >60 godina, ostvarene na trotoaru) i najveće izmerene brzine 8.1 m/s (85-ti percentil brzine kretanja osoba 15-30 godina, ostvarene na kolovozu).

Brzine kretanja pešaka, merene u eksperimentalnim uslovima svakako treba proveriti i merenjima na terenu, u uslovima realnog saobraćajnog okruženja. Budući pravci istraživanja na ovu temu trebaju uključiti ostale parametre koji mogu uticaj na brzinu kretanja pešaka. Npr. potrebno je izvršiti merenje brzine kretanja pešaka kolovozom (kretanje uz uvicu kolovoza) i uporediti sa brzinom prelaska kolovoza. Pored toga, potrebno je izvršiti i analizu brzina kretanja pešaka u naselju i van naselja.

Konstantan razvoj, odnosno evaluacija čoveka, obavezuje na stalne analize i poređenja starih i novih istraživanja. Samo takvim pristupom dobili bi smo kvalitetne ulazne podatke, u ovom slučaju brzinu pešaka, koji bi svakom ekspertu pomogli u analizama saobraćajnih nezgoda i donošenju ispravnih stavova.

5. LITERATURA

- [1] Agencija za bezbednost saobraćaja (2015). Statistički izveštaj o stanju Bezbednosti saobraćaja u Republici Srbiji u 2014. godini.
- [2] Bornstein, M.H. (1989). The pace of life. International Journal of Psychology, 14, 83-90.
- [3] Carey, N., (2005). Establishing Pedestrians Walking Speeds, Project Report, Portland State University.
- [4] Chandra, S., Kumar, A. (2013). Speed Distribution Curves for Pedestrians during Walking and Crossing. Procedia - Social and Behavioral Sciences 104, 660–667.
- [5] Knoblauch, R.L., Pietrucha, M.T., Nitzburg, M. (1996). Field Studies of Pedestrian Walking Speed and Start-up Time, Transportation Research Record.
- [6] Koushki, P.A. (1988). Walking Characteristics in Central Riydah, Saudi Arabia, Journal of Transportation Engineering.
- [7] Lam, W.K.L., Morrall, J.F., Ho, H. (1995). Pedestrian Flow Characteristics in Hong Kong, Transportation Research Record, 1487: 56-62.
- [8] Lam, W.K.L.; Cheung, C. (2000). Pedestrian Speed / Flow Relationship for Walking Facilities in Hong Kong, Journal of Transportation Engineering, 126(4): 343-349.
- [9] Milutinović, N., Maslać, M. (2013). Modelovanje sudarnog položaja pešaka i utvrđivanje brzine pešaka u trenutku sudara. XIII Simpozijum „Veštačenje saobraćajnih nezgoda i prevare u osiguranju“, Divčibare.
- [10] Montufar, M., Arango, J., Porter, S., Nakhagawa, S. (2007). Pedestrians normal walking speed and speed when crossing a street. Transportation Research Record 2002, TRB, National Research Council, Washington D C, USA, 90-97.
- [11] Morrall, J.F., Ratnayake, L.L., Seveviratne, P.N. (1991). Comparison of Central Business District Pedestrian Characteristics in Canada and Sri Lanka, Transportation Research Record, 1294: 57-61.
- [12] Tanaboriboon, Y., Guyano, J.A. (1991). Analysis of Pedestrian Movements in Bangkok, Transportation Research Record, 1294: 52-56.
- [13] Tanaboriboon, Y., Sim, S.H., Chin, H.C. (1986). Pedestrian Characteristics Study in Singapore, Journal of Transportation Engineering.
- [14] Tarawneh, M. S. (2001). Evaluation of Pedestrian Speed in Jordan with Investigation of Some Contributing Factors, Journal of Safety Research, 32(2), 229-236.
- [15] Wirtz, P., Gregor, R. (2001). The Pace of Life - Reanalysed: Why Does Walking Speed of Pedestrians Correlate With City Size? Journal of Behaviour.