

# UPOREDNA ANALIZA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA SA PEŠACIMA PRIMENOM TRADICIONALNIH METODA I PROGRAMA PC CRASH

Dalibor Pešić<sup>1</sup> Emir Smilović<sup>2</sup>

XIII Simpozijum  
"Veštačenje saobraćajnih nezgoda  
i prevare u osiguranju"

**Rezime:** Sa razvojem informacionih tehnologija stvoreni su uslovi za primenu softvera namenjenih računarskim analizama saobraćajnih nezgoda sa pešacima. Najznačajniji softverski alat za analizu saobraćajnih nezgoda sa pešacima u Evropi je program PC Crash. U ovom radu izvršena je uporedna analiza daljine odbačaja pešaka primenom metoda "eksperimentalnih istraživanja", metoda "savremenih istraživanja", Collinsove metode i primenom softverskog alata PC Crash. U zavisnosti od karakteristika pešaka i brzine vozila, svaka metoda ima određena ograničenja i definisane uslove primene, pri čemu su u radu izvršene uporedne analize za uslove koji omogućavaju primenu svih navedenih metoda. Na osnovu primene statističkih metoda izvršena je korelacija rezultata istraživanja navedenih metoda.

**KLJUČNE REČI:** DALJINA ODBAČAJA PEŠAKA, METOD ANALIZE SAOBRAĆAJNE NEZGODE, PC CRASH, UPOREDNA ANALIZA, PEARSONS KOEFICIJENT

1 Saobraćajni fakultet u Beogradu, d.pesic@sf.bg.ac.rs

2 Saobraćajni fakultet u Beogradu, smilovicemir@gmail.com

## 1. UVOD

U svetu oko polovinu smrtno stradalih u saobraćajnim nezgodama čine pešaci i biciklisti (WHO, 2013). Najveći broj smrtnog stradanja u saobraćaju čine putnici unutar vozila u razvijenim zemljama oko 65%, dok je kod nerazvijenih zemalja to suprotno i oko 70% svih smrtno stradalih u saobraćajnim nezgodama čine upravo pešaci i biciklisti. Dok se u razvijenim zemljama u poslednjih nekoliko godina uočava trend smanjenja broja saobraćajnih nezgoda, u nerazvijenim zemljama ili zemljama u razvoju broj saobraćajnih nezgoda ima trend stagniranja ili porasta (WHO, 2009).

U našoj zemlji i svetu veliki broj istraživača se bavi uticajem brzine na stanje bezbednosti saobraćaja. Prema stavu većine istraživača oblasti bezbednosti saobraćaja, najznačajniji indikatori bezbednosti saobraćaja povezani sa brzinom su: srednja vrednost brzine kretanja vozila; standardno odstupanje brzine; 85-percentil brzine kretanja vozila; % vozača koji prekoračuju dozvoljenu brzinu.

U Teksasu, je 1999. godine, po prvi put brzina kretanja putničkih automobila van naselja ograničena na 120 km/h. Tokom 2006. godine, Komisija koja se bavi transportom u Teksasu je donela odluku da na tri deonice puteva van naselja, ograničenje brzine kretanja putničkih automobila iznosi 130 km/h. U istom periodu, doneta je odluka i da ograničenje brzine za teretna vozila, van naselja iznosi 120 km/h (Retting and Cheung, 2008). Prema rezultatima istraživanja Retting and Cheung (2008) koje je sprovedeno u maju 2006. godine, pre i nakon promene ograničenja brzine (od 120 km/h na 130 km/h), srednja vrednost brzine kretanja putničkih vozila iznosi 71 km/h, standardno odstupanje brzine putničkih automobila iznosi 10 km/h, procenat vozača koji prekoračuju brzinu kretanja vozila u uslovima kada je dozvoljena brzina bila do 120 km/h, iznosi 22%, dok u uslovima kada je ograničenje brzine iznosilo 130 km/h, 4% vozača putničkih automobila su upravljali vozilom brzinom većom od dozvoljene.

Sliogeris (1992) je u Melburnu sproveo istraživanje o uticaju ograničenja brzine na broj saobraćajnih nezgoda. Naime, 1987. godine, na putevima van naselja u Melburnu, povećano je ograničenje brzine sa 100 km/h na 110 km/h, a zatim je 1989. godine vraćeno na 100 km/h. U zaključku istraživanja Sliogeris (1992), navodi da se broj saobraćajnih nezgoda po pređenom kilometru povećao za 24,6% u periodu kada je važilo ograničenje brzine od 110 km/h, dok se nakon tog perioda broj nezgoda smanjio za 19,3%. Tokom 90-ih godina, Finch et al. (1991) su takođe istraživali, odnos prosečne brzine saobraćajnog toka i rizika od povreda. U svom istraživanju Finch et al. (1991) zaključuju, da se na svakih 1 km/h promene prosečne brzine, rizik od nezgode menja za oko 3%. Rezultati novijih istraživanja pokazuju slične rezultate. Slično istraživanje sprovedli su Andresson and Nilsson (1997), u kom su došli do zaključka da, za date kategorije puteva, stopa povreda u nezgodama se menja sa kvadratom promene srednje brzine. Prema Andresson and Nilsson (1997), ako prosečna brzina se poveća za 5 km/h, broj nezgoda sa lakim telesnim povredama se povećava za 10%, a nezgoda sa poginulim za 25%. Prema istom istraživanju, ukoliko se prosečna brzina saobraćajnog toka poveća za 10 km/h, povećanje broja nezgoda sa poginulim iznosi od 25% do 50 %.

Kloeden et al. (1997) u svom istraživanju navode da brzina saobraćajnog toka zavisi od karakteristika puta, karakteristika vozila i vozača, protoka vozila. Npr. značajne promene brzine su u saobraćajnom toku u kome učestvuju teška teretna vozila i brzi automobili, ili stariji sporiji vozači i mlađi brzi vozači. Takođe, slično tome u uslovima velikog protoka (blizu nivoa zasićenja), koji proizvodi usporavanje kretanja, dolazi i do promene brzine. Autori naglašavaju značaj smanjenja brzine, kako bi se smanjio rizik od saobraćajne nezgode. U zaključku Kloeden et al. (1997), navode da su nezgode češće događaju na putevima sa čestim promenama ograničenja brzine. Woolley J. (2005) smatra da je ograničenje brzine do 50 km/h u južnoj Australiji

dovelo do 20% manje nezgoda. Navedena procena je izvršena prema podacima iz godine pre i nakon ograničenje brzine u naselju do 50 km/h.

Istraživanje NHTSA je pokazalo da su saobraćajne nezgode u kojima je bar jedan vozač prekorao ograničenje brzine, ili je vozio prebrzo za postojeće uslove, koštale 40,4 milijardi dolara 2000. godine, što predstavlja 20% ukupnih ekonomskih troškova za saobraćajne nezgode u SAD-u. Prema proceni istog istraživanja, oko 32% saobraćajnih nezgoda sa poginulim licima se dogodi usled prekoračenja brzine. U nastavku izveštaja NHTSA se navodi da je broj poginulih usled veće brzine od 16.947 koliko je iznosi 1986. godine opao na 12.592 u 1993. godini, nakon čega se održavao relativno konstantan trend do 2000. godine. Međutim, od 2000. godine broj poginulih usled prekoračenja ograničenja brzine se povećava svake godine.

Rosen and Sander (2009) istraživali su zavisnost smrtnog stradanja pešaka i brzine kretanja vozila u trenutku sudara pri punom čeonom sudaru. U zaključku Rosen and Sander (2009) navode da je rizik smrtnog stradanja pešaka dva puta veći pri brzini vozila od 50 km/h, u odnosu na brzinu vozila od 40 km/h, kao i da je četiri puta veći u odnosu na brzinu vozila od 30 km/h. U nastavku autori navode da je verovatnoća smrtnog stradanja pešaka 50%, ukoliko dođe do saobraćajne nezgode pri brzini vozila od 50 km/h do 80 km/h.

Na osnovu navedenih iskustava analize uticaja brzine na bezbednost pešaka, može se zaključiti da bezbednost pešaka u velikoj meri zavisi od ostalih učenika u saobraćaju. Prema tome, osnovna ideja zaštite pešaka u saobraćaju sadržana je u potrebi razdvajanja tokova kretanja pešaka i motorizovanog saobraćaja, uz posebne uslove saobraćaja na mestima ukrštanja motorizovanog saobraćaja i pešaka.

S obzirom na stepen ugroženosti pešaka, u stručnoj javnosti se nameće potreba kvalitetne i pouzdane analize saobraćajnih nezgoda u kojima su učestvovali pešaci. Preduslov za kvalitetnu zaštitu pešaka u saobraćaju predstavlja potreba detaljnog i efikasnog prikupljanja podataka o saobraćajnim nezgodama sa učešćem pešaka. U tom cilju, posebno značajnim se ističe prikupljanje svih elemenata saobraćajnih nezgoda sa učešćem pešaka.

Kroz razvoj informacionih tehnologija stvoreni su uslovi za primenu softvera namenjenih analizama saobraćajnih nezgoda. U svetu danas se razvio veliki broj softverskih alata. Od programa koji se u značajnom broju koriste u Evropi, ističu se PC Crash i Pro Analyzer, dok se u Severnoj Americi izdvaja program SMAC. U današnjem smislu, primena softverskih paketa je nezaobilazan deo analize saobraćajne nezgode.

U ovom istraživanju je predstavljena uporedna analiza daljine odbačaja pešaka, koristeći različite metode i softverski paket PC Crash. Cilj istraživanja je da se prikaže analiza i eventualno utvrditi postojanje razlika u daljini odbačaja pešaka, korišćenjem softverskog alata PC Crash, odnosno različitih metoda proračuna daljine odbačaja pešaka.

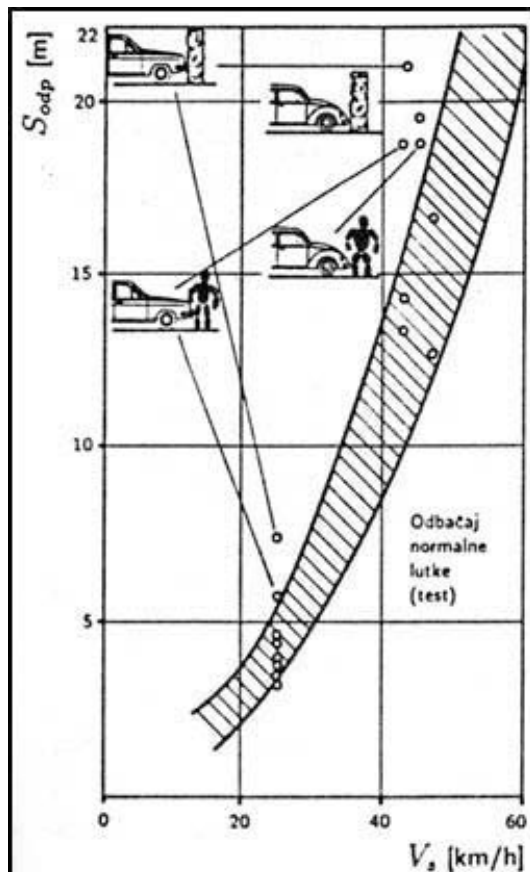
## 2. PREDMET I METOD ISTRAŽIVANJA

Predmet ovog istraživanja predstavlja uporednu analizu vrednosti daljine odbačaja pešaka korišćenjem klasičnih metoda (odnosno tradicionalnim putem) i primenom savremenih softverskih alata, a u zavisnosti od brzine kretanja vozila u trenutku sudara. Istraživane su i razlike vrednosti daljine odbačaja pešaka tradicionalnih metoda.

U našoj zemlji, od tradicionalnih metoda analize saobraćajnih nezgoda sa pešacima, u saobraćajno-tehničkom veštačenju se izdvajaju:

- eksperimentalno utvrđena zavisnost daljine odbačaja pešaka i sudarne brzine vozila;
- metoda daljine odbačaja pešaka zasnovana na savremenim istraživanjima;
- metoda "Collins", zasnovana na zavisnosti daljine odbačaja pešaka od brzine vozila i visine pešaka.

Institut za motorna vozila Tehničkog Univerziteta u Berlinu je na osnovu eksperimentisanja sa lutkom visine 1,75 m i težine 75 kg utvrdio zavisnost brzine automobila u trenutku sudara i daljine odbačaja pešaka (Vidi Sliku 1).



**Slika 1.** Eksperimentalno utvrđena zavisnost daljine odbačaja pešaka i brzine automobila u trenutku sudara (Dragač, 1994)

Eksperimentalno utvrđena zavisnost daljine odbačaja pešaka od sudarne brzine vozila glasi (u daljem tekstu eksperimentalna zavisnost):

$$S_{od} = \frac{V_s^2}{144} \quad (\pm 10\%)$$

Gde je:

$S_{od}$  – daljina odbačaja pešaka u metrima (m);

$V_s$  – brzina automobila u trenutku sudara (km/h);

Navedena formula se koristi uz uslove:

- da je u trenutku sudara vozilo forsirano kočeno ( $b > 3 \text{ m/s}^2$ );
- da je pešak zahvaćen celom figurom (puni čeoni nalet).

U istraživanju, vršena je analiza daljine odbačaja pešaka i primenom jednačine utvrđene eksperimentalnim putem na bazi savremenih istraživanja (u daljem tekstu savremena istraživanja):

$$S_{od} = 0,0052 \cdot V_s^2 + 0,0783 \cdot v_s \quad (\pm 10\%)$$

Gde je:

$S_{od}$  – udaljenost od mesta sudara do krajnjeg položaja pešaka;

$V_s$  – brzina vozila u trenutku sudara (m/s).

Navedena formula se koristi uz uslov da je  $V_s > 10$  km/h i  $V_s < 90$  km/h.

Treća tradicionalna metoda, koja je korišćena u ovom istraživanju je Collinsova metoda zasnovana na brzini vozila u trenutku sudara i visini pešaka, a glasi:

$$S_{od} = \frac{V_s \cdot \sqrt{h}}{7,97} + \frac{V_s^2}{254 \cdot \mu}$$

Gde je:

$S_{od}$  – daljina odbačaja tela pešaka;

$h$  – visina pešaka (m);

$\mu$  – koeficijent adhezije na putu klizanja tela pešaka (konstantna vrednost iznosi 0,8);

$V_s$  – brzina vozila u trenutku sudara sa pešakom (km/h).

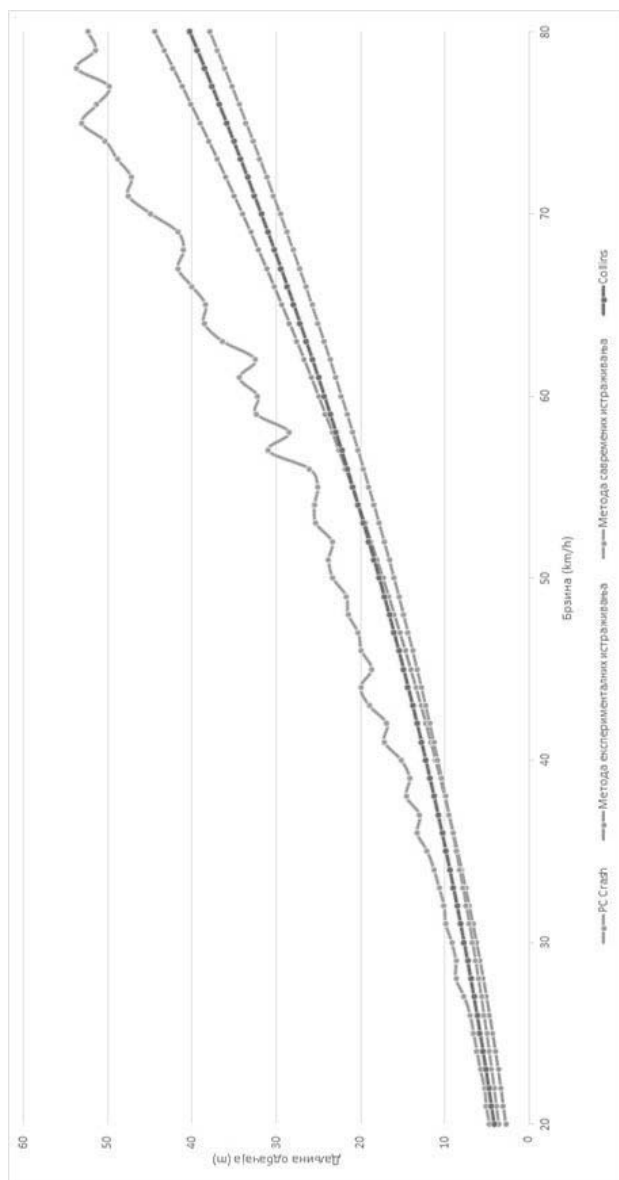
Za potrebe uporedne analize softverskih alata u ovom istraživanju, korišćen je program PC Crash verzija 9.0, pri čemu su uslovi istraživanja slični onim u kojima se dobijene tradicionalne zavisnosti. Daljina odbačaja pešaka je analizirana po zakonu kosog hica sa vozilom pontonskog oblika karoserije. Pešak korišćen u istraživanju u PC Crash je visine 1,75 m i mase 75 kg. U istraživanju, korišćenjem programa PC Crash, pešak je u trenutku sudara bio zaustavljen, bokom okrenut nailazećem vozilu. Brzine vozila pri kojima je testirana daljina odbačaja pešaka iznose od 20 od 80 km/h.

### 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U Tabeli br. 1. su predstavljene vrednosti daljine odbačaja pešaka primenom tradicionalnih metoda i korišćenjem programa PC Crash, u zavisnosti od brzine vozila. U zavisnosti od metoda istraživanja, prikazane su i dopuštene tolerancije daljine odbačaja pešaka. Imajući u vidu karakteristike softverskog programa PC Crash, kao i Collinsove metode proračuna daljine odbačaja, u Tabeli 1. su prikazane vrednosti daljine odbačaja pešaka bez tolerancija.

Brzine (km/h)	PC Crash	Metoda eksperimentalnih			Metoda savremenih istraživanja			Collins (h=1,75)
		Računska vrednost	>10%	<10%	Računska vrednost	>10%	<10%	
20	4,7	2,8	3,1	2,5	3,6	4,0	3,3	4,2
21	5,1	3,1	3,4	2,8	3,9	4,3	3,5	4,5
22	5,3	3,4	3,7	3,0	4,2	4,6	3,7	4,8
23	5,8	3,7	4,0	3,3	4,4	4,9	4,0	5,1
24	6,2	4,0	4,4	3,6	4,7	5,2	4,3	5,5
25	6,6	4,3	4,8	3,9	5,0	5,5	4,5	5,8
26	7,0	4,7	5,2	4,2	5,4	5,9	4,8	6,2
27	7,7	5,1	5,6	4,6	5,7	6,2	5,1	6,6
28	8,7	5,4	6,0	4,9	6,0	6,6	5,4	6,9
29	8,7	5,8	6,4	5,3	6,4	7,0	5,7	7,3
30	9,2	6,3	6,9	5,6	6,7	7,4	6,0	7,7
31	9,9	6,7	7,3	6,0	7,1	7,8	6,4	8,1
32	10,1	7,1	7,8	6,4	7,5	8,2	6,7	8,6
33	10,7	7,6	8,3	6,8	7,8	8,6	7,1	9,0
34	11,3	8,0	8,8	7,2	8,2	9,1	7,4	9,4
35	12,1	8,5	9,4	7,7	8,7	9,5	7,8	9,9
36	13,3	9,0	9,9	8,1	9,1	10,0	8,2	10,3
37	13,0	9,5	10,5	8,6	9,5	10,4	8,5	10,8
38	14,6	10,0	11,0	9,0	9,9	10,9	8,9	11,3
39	14,2	10,6	11,6	9,5	10,4	11,4	9,4	11,8
40	15,2	11,1	12,2	10,0	10,9	11,9	9,8	12,3
41	17,2	11,7	12,8	10,5	11,3	12,5	10,2	12,8
42	16,9	12,3	13,5	11,0	11,8	13,0	10,6	13,3
43	19,0	12,8	14,1	11,6	12,3	13,5	11,1	13,8
44	20,0	13,4	14,8	12,1	12,8	14,1	11,5	14,4
45	18,7	14,1	15,5	12,7	13,3	14,6	12,0	14,9
46	19,9	14,7	16,2	13,2	13,8	15,2	12,5	15,5
47	20,3	15,3	16,9	13,8	14,4	15,8	12,9	16,0
48	21,5	16,0	17,6	14,4	14,9	16,4	13,4	16,6
49	21,7	16,7	18,3	15,0	15,5	17,0	13,9	17,2
50	23,3	17,4	19,1	15,6	16,0	17,6	14,4	17,8
51	23,8	18,1	19,9	16,3	16,6	18,3	15,0	18,4
52	23,4	18,8	20,7	16,9	17,2	18,9	15,5	19,0
53	25,3	19,5	21,5	17,6	17,8	19,6	16,0	19,6
54	25,5	20,3	22,3	18,2	18,4	20,2	16,6	20,3
55	25,1	21,0	23,1	18,9	19,0	20,9	17,1	20,9
56	26,1	21,8	24,0	19,6	19,7	21,6	17,7	21,6
57	31,0	22,6	24,8	20,3	20,3	22,3	18,3	22,2
58	28,5	23,4	25,7	21,0	20,9	23,0	18,8	22,9
59	32,4	24,2	26,6	21,8	21,6	23,8	19,4	23,6
60	32,2	25,0	27,5	22,5	22,3	24,5	20,0	24,3
61	34,4	25,8	28,4	23,3	23,0	25,2	20,7	25,0
62	32,5	26,7	29,4	24,0	23,6	26,0	21,3	25,7
63	36,4	27,6	30,3	24,8	24,3	26,8	21,9	26,4
64	38,6	28,4	31,3	25,6	25,1	27,6	22,6	27,2
65	38,4	29,3	32,3	26,4	25,8	28,4	23,2	27,9
66	40,0	30,3	33,3	27,2	26,5	29,2	23,9	28,7
67	41,7	31,2	34,3	28,1	27,3	30,0	24,5	29,4
68	41,0	32,1	35,3	28,9	28,0	30,8	25,2	30,2
69	41,7	33,1	36,4	29,8	28,8	31,7	25,9	31,0
70	44,9	34,0	37,4	30,6	29,6	32,5	26,6	31,8
71	47,6	35,0	38,5	31,5	30,3	33,4	27,3	32,6
72	47,2	36,0	39,6	32,4	31,1	34,3	28,0	33,4
73	48,9	37,0	40,7	33,3	31,9	35,1	28,8	34,2
74	50,3	38,0	41,8	34,2	32,8	36,0	29,5	35,1
75	53,1	39,1	43,0	35,2	33,6	37,0	30,2	35,9
76	51,3	40,1	44,1	36,1	34,4	37,9	31,0	36,8
77	49,9	41,2	45,3	37,1	35,3	38,8	31,8	37,6
78	53,7	42,3	46,5	38,0	36,1	39,8	32,5	38,5
79	51,5	43,3	47,7	39,0	37,0	40,7	33,3	39,4
80	52,4	44,4	48,9	40,0	37,9	41,7	34,1	40,3

**Tabela br. 1.** Daljina odbačaja pešaka tradicionalnim metodama i primenom programa PC Crash



**Dijagram br. 1** Vrednosti daljine odbačaja pešaka u zavisnosti od metoda istraživanja i brzine automobila

Na osnovu analize dobijenih rezultata istraživanja daljine odbačaja pešaka, uočavaju se odstupanja u zavisnosti od korišćenog metoda istraživanja. Primenom PC Crash programa daljina odbačaja pešaka, pri brzinama većim od 60 km/h je značajno veća u odnosu na tradicionalne metode. Daljina odbačaja pešaka primenom programa PC Crash veća se razlikuje i pri manjim brzinama, pri čemu su razlike manje.

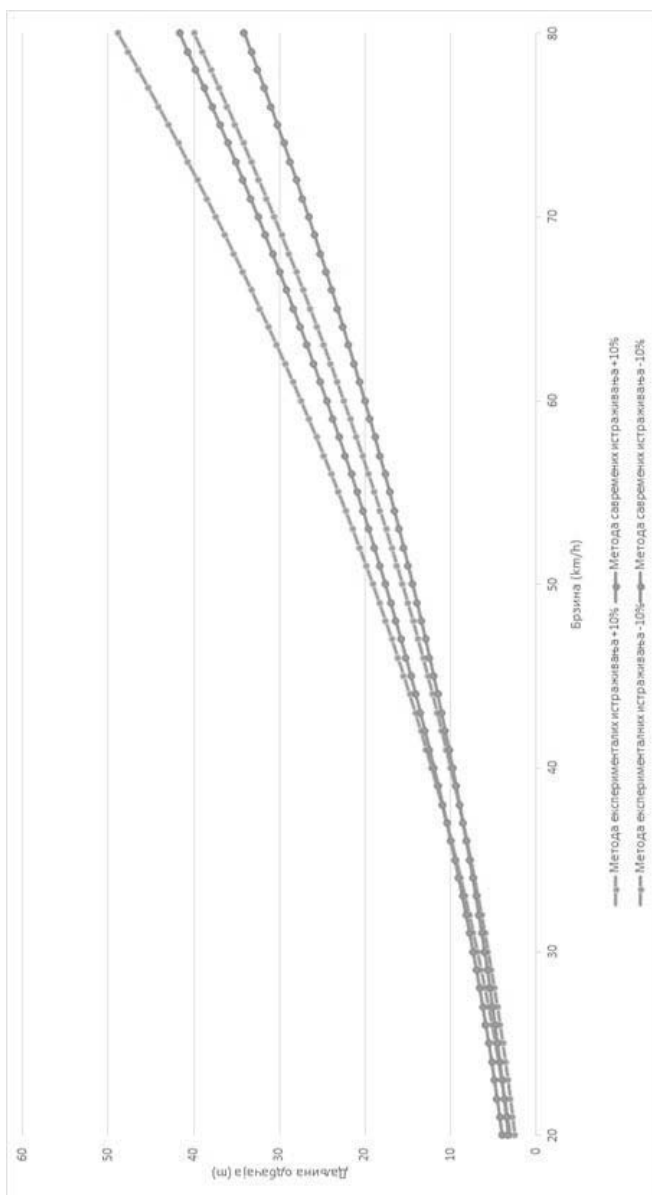
U Tabeli br. 2 prikazane su aritmetičke sredine i standardno odstupanje vrednosti daljine odbačaja pešaka u zavisnosti od metoda. Statističke vrednosti su analizirane na ukupnom uzorku. Analizom podatka iz Tabele br. 2 može se zaključiti da metoda eksperimentalnih istraživanja i Collinsova metoda imaju najmanje razlike aritmetičke sredine, dok metode savremenih istraživanja i Collinsova metoda imaju najmanje vrednosti standardnog odstupanja. Na osnovu primene statističkih testova, može se zaključiti da između metoda eksperimentalnih istraživanja i Collinsove metode ne postoji značajna statistička razlika ( $t=0,880$ ;  $p \geq 0,05$ ).

**Tabela br. 2.** Statističke vrednosti daljine odbačaja pešaka u zavisnosti od metoda istraživanja

Metoda	Aritmetička sredina	Standardno odstupanje
PC Crash	25,7	15,5
Metoda eksperimentalnih istraživanja	19,5	12,5
Metoda savremenih istraživanja	17,7	10,2
Collins	19,3	10,8

**Tabela br. 3.** Vrednosti Pearsons koeficijenta i nivo značajnosti za testirane metode

	Preasons / nivo značajnosti	PC Crash	Eskperimentalna istraživanja	Savremena istraživanja	Collins
PC Crash	r	-	0,990	0,990	0,991
	p	-	0,01	0,01	0,01
Eskperimentalna istraživanja	r	0,990	-	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>
	p	0,01	-	0,01	0,01
Savremena istraživanja	r	0,990	1,000	-	1,000
	p	0,01	0,01	-	0,01
Collins	r	0,991	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	-
	p	0,01	0,01	0,01	-

**Dijagram br. 2** Vrednosti daljine odbočaja pešaka uz dozvoljene tolerancije tradicionalnih metoda

Uporedna analiza daljine odbočaja pešaka primenom tradicionalnih metoda i korišćenjem PC Crasha pokazuje da postoji jaka pozitivna veza daljine odbočaja pešaka nezavisno od korišćenog metoda, pri čemu je vrednost Pearsons koeficijenta veća od 0,99. Tako, uporedna analiza daljine odbočaja pešaka primenom PC Crasha i metode eksperimentalnih istraživanja pokazuje jaku pozitivnu vezu ( $r=0,996$ ;  $p \geq 0,01$ ). Identična vrednost korelacije se dobija uporednom analizom PC Crasha i ostalih metoda korišćenih u ovom istraživanju (metode savremenih istraživanja i Collinsove metode). Najveći stepen korelacije između testiranih metoda pokazuje metod savremenih istraživanja, metod eksperimentalnih istraživanja i Collinsova metoda između kojih postoji jaka pozitivna veza korelacije ( $r=1,000$ ;  $p \geq 0,01$ ). Praktično, korelacija između tradicionalnih metoda predstavlja najveći stepen pozitivne zavisnosti u statističkom smislu (vidi Tabelu br. 3).

Uporedna analiza daljine odbočaja pešaka primenom metode savremenih istraživanja i metode eksperimentalnih istraživanja pokazuje da između gornje granice dozvoljene tolerancije metode savremenih istraživanja i donje granice metode eksperimentalnih istraživanja postoji preklapanje (vidi Dijagram br. 2). Primenom metode eksperimentalnih istraživanja pri brzinama većim od 50 km/h, dobijaju se veće vrednosti daljine odbočaja pešaka u odnosu na metodu savremenih istraživanja (Dijagram br. 2).



#### 4. DISKUSIJA REZULTATA I ZAKLJUČAK

Uporednim analizama daljine odbačaja pešaka primenom različitih tradicionalnih metoda i PC Crasha, može se zaključiti da postoje određene razlike u daljini odbačaja pešaka. Karakteristično je da primenom programa PC Crash, daljina odbačaja pešaka značajno veća pri većim brzinama. Sa porastom brzine razlike između primene programa PC Crash i tradicionalnih metoda se povećavaju.

Statistička analiza daljine odbačaja pešaka primenom tradicionalnih metoda i korišćenjem PC Crasha pokazuje da postoji jaka pozitivna veza daljine odbačaja pešaka svih testiranih metoda. Naime, vrednost Pearsons koeficijenta je između svih testiranih veća od  $r=0,99$  ( $p \geq 0,01$ ) što pokazuje da postoji jaka pozitivna veza između testiranih metoda. Najveći stepen korelacije između testiranih metoda pokazuje metod savremenih istraživanja, metod eksperimentalnih istraživanja i Collinsova metoda između kojih postoji najveći stepen pozitivne zavisnosti u statističkom smislu.

Na osnovu svih sprovedenih istraživanja, a posebno primenom statističkih testova na rezultate daljine odbačaja pešaka, može se zaključiti da postoje jake pozitivne veze između svih testiranih metoda, a što ukazuje na kompatibilnost rezultata navedenih metoda. Naravno, značajno je istaći da svaka metoda ima specifična ograničenja, zbog čega je izuzetno značajno odabrati odgovarajuću metodu. Sprovedeno istraživanje pokazuje da sve mogu koristiti rezultati svih testiranih metoda, pri čemu se mora voditi računa o ograničenjima metode. Istraživanje pokazuje da su najveća slaganja rezultata istraživanja primenom Collinsove metode i metode eksperimentalnih istraživanja.

Uporedna analiza metoda savremenih istraživanja i metoda eksperimentalnih istraživanja pokazuje da, uz dopuštene tolerancije, postoji određeno preklapanje. Značajno je istaći da primenom Collinsove metode, pri manjim brzinama, dobijaju se veće daljne odbačaja pešaka, dok pri brzinama većim od 50 km/h, primena Collinsove metode pokazuje manju daljinu odbačaja pešaka u odnosu na metod eksperimentalnih istraživanja. Primena tradicionalnih metoda testiranih u ovom istraživanju, do brzine oko 50 km/h, pokazuje da nema značajniji razlika. Pri brzinama većim od 50 km/h, najveće vrednosti daljine odbačaja pešaka dobijaju se primenom metoda eksperimentalnih istraživanja, zatim sledi Collinsova metoda i najmanje vrednosti daljine odbačaja se dobijaju primenom metoda savremenih istraživanja.

Imajući u vidu karakter i suštinu statističkih testova, uočene razlike u analiza saobraćajnih nezgoda primenom programa PC Crash i tradicionalnih metoda ne bi trebalo odbaciti. Naime, sa statističkog stanovišta, greške do 1% ili do 5% su prihvatljive, dok se u saobraćajno-tehničkom veštačenju moraju analizirati i slučajevi za koje sa statističkog stanovišta postoji 1% verovatnoće da su mogući.

Razlike u daljini odbačaja pešaka, koje su opisane deskriptivnom statistikom, služe veštacima saobraćajne struke da u određenim slučajevima pri uočenim razlikama, budu posebno oprezniji u izboru metoda. U okvirima uočenih razlika veštaci saobraćajne struke bi svoju analizu daljine odbačaja pešaka primenom tradicionalnih metoda ili korišćenjem programa PC Crash trebalo da provere sa bar još jednom metodom, pri čemu istraživanje pokazuje da bi bar jedna metoda za proveru trebalo da bude metoda eksperimentalnih istraživanja ili Collinsova metoda.

#### 5. LITERATURA

- [1] Andresson, G., and Nilsson, G. (1997). Speed Management in Sweden: Speed, Speed Limits and Safety. Swedish National Road and Transport Research Institute, September 1997.
- [2] Datentechnik, S. Operating Manual PC Crash, Version 9.0, Linz, Austria, 2010.

- [3] Dragač, R. Bezbednost saobraćaja III, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1994.
- [4] Finch, D.J., Kompfner, P., Lockwood, C.R, and Maycock, G. (1991). Speed, speed limits and accidents.
- [5] <http://www.nhtsa.gov/> посећено дана: 08.09.2014. године
- [6] Kloeden, C.N., McLean, A.J., Moore, V.M., and Ponte, G. (1997). Travelling and Speed the Risk of Crash
- [7] Retting, R. and Cheung, I. (2008) Traffic speeds associated with implementation of 80 mph speed limits on West Texas rural interstates, *Journal of Safety Research* 39, pp. 529-534
- [8] Rosen, E., Sander, U. (2009). Pedestrian fatality risk as a function of car impact speed. *Accident Analysis and Prevention* 41, 536-542
- [9] Sliogeris, J. (1992). 110-kilometre per hour speed limit: Evaluation of road safety effects, Melbourne
- [10] Trifunović, M. Usporedna analiza postupaka za utvrđivanje sudarne brzine i odbačaja dece pešaka klasičnim metodima i primenom program PC Crash, Završni rad, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2010.
- [11] Vujanić, M. Lipovac, K., Vučen, N., Sredić, Z., Talijan, D., Cvijan, M., Selman, S. Priručnik za saobraćajno-tehničko vještačenje i procjene šteta na vozilima, Banjaluka, 2000.
- [12] Vujanić, M., Lipovac, K., Vujović, S., Beočanin, M., Ristić, Ž., Anđelković, B. Priručnik za saobraćajno-tehničko veštačenje 96, Beograd, 1996.
- [13] Vukadinović, S., Popović, J. MATEMATIČKA STATISTIKA, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2004.
- [14] WHO (2009). Global status report on road safety, Geneva, Switzerland, 2009.
- [15] Woolley J. (2005). Recent Advantages of Lower Speed Limits in Australia, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 6, pp. 3562-3573, 2005.