

Pouzdanost proračuna odbačaja pešaka tradicionalnim i računarskim metodama

ZORAN Ž. AVRAMOVIĆ, Panevropski Univerzitet APEIRON, Banjaluka,
Republika Srpska, BiH

MILORAD R. CVIJAN, Ministarstvo prosvete, nauke i
tehnološkog razvoja, Republike Srbije, Beograd

EMIR Z. SMAILOVIĆ, Univerzitet u Beogradu,
Saobraćajni fakultet, Beograd

Stručni rad

UDC: 656.142.084

DOI: 10.5937/tehnika2004504A

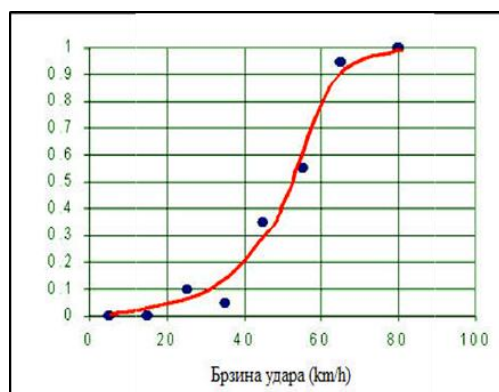
Razvojem informacionih tehnologija stvoreni su uslovi za razvoj i primenu softvera namenjenih simulaciji saobraćajnih nezgoda. Od softverskih alata koji se značajnije koriste u Evropi, izdvaja se program PC Crash. U ovom radu izvršena je uporedna analiza daljine odbačaja pešaka tradicionalnim metodama i korišćenjem programa PC Crash. U zavisnosti od visine i težine pešaka date su vrednosti daljine odbačaja pešaka korišćenjem programa PC Crash. Primenom statističkih metoda izvršena je provera značajnosti razlika tradicionalnih metoda i programa PC Crash.

Ključne reči: daljina odbačaja pešaka, analiza saobraćajne nezgode, PC Crash, visina pešaka, uporedna analiza

1. UVOD

Skoro polovina smrtno stradalih u saobraćajnim nezgodama širom sveta čine ranjivi učesnici u saobraćaju (WHO, 2009). Pešaci i biciklisti pripadaju grupi ranjivih učesnika u saobraćaju i posebno su ugroženi zbog svoje telesne nezaštićenosti. Ako se uporede nerazvijene i razvijene zemlje, podaci pokazuju da oko 65% smrtnog stradanja u saobraćaju čine putnici unutar vozila kod razvijenih zemalja, dok je kod nerazvijenih zemalja to suprotno i oko 70% svih smrtno stradalih u saobraćajnim nezgodama čine upravo ranjivi učesnici u saobraćaju. 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).

Smrtnost pešaka učesnika saobraćajnih nezgoda, u zavisnosti od brzine vozila, prikazana je na slici 1. Pri brzini od 80 km/h verovatnoća da pešak smrtno strada u saobraćajnoj nezgodi iznosi 100%, dok pri brzini od 60 km/h verovatnoća iznosi 80%.



Slika 1 - Verovatnoća smrtnosti pešaka u zavisnosti od sudarne brzine vozila [15]

Kod veštačenja saobraćajnih nezgoda pred veštaka saobraćajne struke se postavljaju mnogi zadaci. Među tim zadacima izdvajaju se dva: određivanje mesta sudara i brzina učesnika nezgode.

S obzirom na to da se veštaku postavlja zadatak da utvrdi mesto sudara i brzine, to veštak mora da na neki način rekonstruiše način nastanka saobraćajne nezgode.

Najčešći način određivanja mesta sudara ili pak brzine vozila indirektnom metodom jeste na osnovu odbačaja pešaka. Naime, potrebno je poznavati jednu od ove dve veličine da bi se druga veličina utvrdila, a na osnovu poznate međuzavisnosti daljine odbačaja i sudarne brzine.

Adresa autora: Zoran Avramović, Panevropski Univerzitet APEIRON, Banjaluka, Republika Srpska, BiH
e-mail: zoran.z.avramovic@aperion-edu.eu
Rad primljen: 07.04.2020.
Rad prihvaćen: 14.04.2020.

U dosadašnjoj literaturi postoji nekoliko relacija koje povezuju zavisnost sudarne brzine i daljine odbačaja pešaka. Te relacije su empirijske, odnosno dobijene su na osnovu eksperimentalnih istraživanja. Svaka od relacija ima određen stepen tačnosti i svoje uslove primene.

U novije vreme, sa razvojem računarske tehnologije, pojavio se zavidan broj računarskih programa koji služe za analizu i/ili „simulaciju“ saobraćajnih nezgoda. Ovakvi programi mogu da pomognu veštaku da nepoznate parametre, značajne za analizu nezgode, utvrdi na jednostavniji i precizniji način.

Danas je u ovoj oblasti u svetu razvijen veliki broj softverskih alata. Od evropskih programa ističu se PC Crash i Pro Analyzer, dok se u Severnoj Americi izdvaja program SMAC. Primena softverskih alata je danas nezaobilazan deo analize saobraćajnih nezgoda.

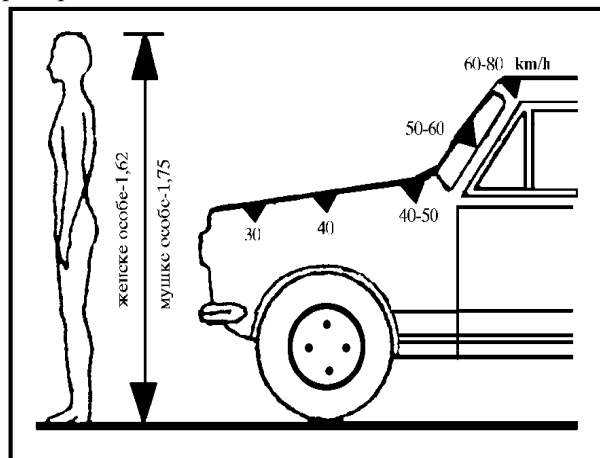
U ovom istraživanju izvršena je uporedna analiza daljine odbačaja pešaka primenom tradicionalnih metoda, a zatim i uporedna analiza daljine odbačaja pešaka tradicionalnim metodama i primenom softverskog alata – programa PC Crash.

Cilj ovog rada je da analizira usaglašenost klasične i računarske metode i to u slučaju nezgoda tipa vozilo – pešak, odnosno da analizira odstupanja između ove dve metode kada je u pitanju odbačaj pešaka.

2. PRORAČUN DALJINE ODBAČAJA PEŠAKA TRADICIONALNIM METODAMA

Klasične metode proračuna daljine odbačaja pešaka su najčešće dobijene eksperimentalnim putem ili iskustveno. U tom smislu izrazi za proračun imaju određena odstupanja, ali i odgovarajuće uslove primene.

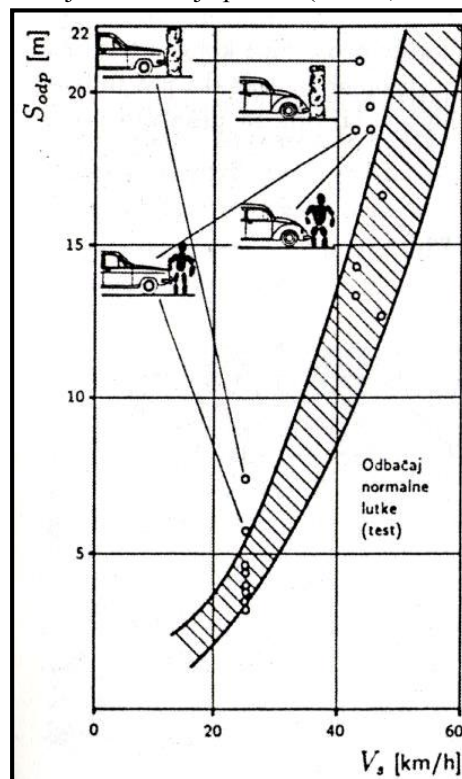
Na slici 2. predstavljena je zavisnost sudarne brzine vozila i oštećenja vozila usled udara glave pešaka u putnički automobil sa klasičnim oblikom karoserije. Zavisnost predstavljena na toj slici važi za pešake muškog pola prosečne visine 175 cm i pešake ženskog pola prosečne visine 162 cm.



Slika 2 - Kontaktne mesta glave pešaka [9]

Brzina vozila u trenutku sudara sa pešakom se osim procene na osnovu veštine procenjivača, empirijskih zakonitosti i iskustva može odrediti i na osnovu poznatih fizičkih zakonitosti kretanja, odnosno kočenja vozila. Kod čeonog sudara vozila i pešaka, u dostupnoj literaturi postoji nekoliko različitih načina za određivanje daljine odbačaja pešaka, a na osnovu unapred poznatih parametara i to po zakonu horizontalnog hica (kod autobusa, kamiona i sličnih vozila koja imaju sandučasti oblik karoserije), ili pak po zakonu kosog hica (kod putničkih automobila, manjih dostavnih vozila i slično).

Navedeni načini proračuna važe za pešaka prosečne (normalne) visine, odnosno za pešaka kome je težište iznad prednjeg dela poklopca motornog prostora (primena modela kosog hica). Potrebno je istaći da veštak, u slučaju sudara putničkog vozila sa pešakom manje visine (kome je težište ispod prednjeg dela poklopca motornog prostora) kod proračuna daljine odbačaja pešaka mora koristiti model horizontalnog hica. U ovom radu su, zbog velikog broja mogućih slučajeva, nadalje analizirane nezgode u kojima učestvuju putnički automobili klasičnog oblika karoserije i pešaci normalne visine. Institut za motorna vozila Tehničkog univerziteta u Berlinu je na osnovu velikog broja eksperimenata sa lutkom visine 1,75 m i mase 75 kg utvrdio zavisnost brzine automobila u trenutku sudara i daljine odbačaja pešaka (slika 3).



Slika 3 - Eksperimentalno utvrđena zavisnost daljine odbačaja pešaka i brzine automobila u trenutku sudara [4]

Na osnovu eksperimentalnih istraživanja definisana je najčešće korišćena zavisnost daljine odbačaja pešaka i brzine vozila (u daljem tekstu eksperimentalna zavisnost):

$$S_{od} = \frac{V_s^2}{144} [m] , \quad \pm 10\%$$

gde je:

- V_s brzina vozila u km/h , a
- S_{od} je daljina odbačaja u m ,
- dok „konstanta“ 144 ima dimenziju ubrzanja (usporenja).

Uzimajući u obzir Međunarodni sistem jedinica (franc. *Système international d'unités*) poznat po svom akronimu SI (od franc. SI), daljina odbačaja pešaka se može napisati u obliku:

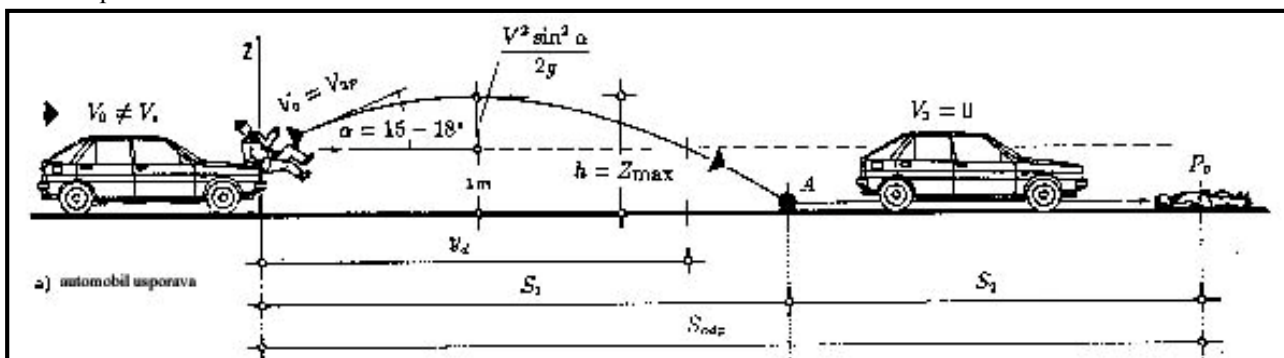
$$S_{od} = \frac{V_s^2}{11,1111} [m] , \quad \pm 10\%$$

gde je:

- V_s brzina vozila u m/s , a
- S_{od} je daljina odbačaja u m ,
- dok „konstanta“ 11,1111 ima dimenziju ubrzanja (usporenja).

Navedeni izraz se može primeniti ukoliko je vozilo u trenutku sudara bilo kočeno (usporenje veće od $3 m/s^2$) i ukoliko je pešak udaren čeonim delom vozila. Pored toga, pešak mora biti nabačen na vozilo pa odbačen od vozila i pri tome pešak ne sme udariti u bilo kakvu prepreku do zaustavnog položaja.

Prizak toka sudara kod kosog hica predstavljen je na slici 4.



Slika 4 - Tok sudara po modelu kosog hica [5]

Još jedan od izraza za proračun daljine odbačaja pešaka, koji se u novije vreme pojavio u svetskoj literaturi, predstavljen je izrazom (u daljem tekstu zavisnost na bazi savremenih istraživanja):

$$S_{od} = 0,0052 \cdot V_s^2 + 0,0783 \cdot V_s [m] , \quad \pm 5 km/h$$

Gde je:

- V_s brzina vozila u km/h , a
 - S_{od} je daljina odbačaja u m ,
 - dok „konstante“ imaju fizičke dimenzije.
- odnosno, u Međunarodnom sistemu jedinica:

$$S_{od} = 0,0674 \cdot V_s^2 + 0,2822 \cdot V_s [m] , \quad \pm 1,3889 m/s$$

gde je:

- V_s brzina vozila u m/s , a
- S_{od} je daljina odbačaja u m ,
- dok „konstante“ imaju fizičke dimenzije.

3. PRORAČUN DALJINE ODBAČAJA PEŠAKA RAČUNARSKIM METODAMA

Imajući u vidu tradicionalne metode analize saobraćajnih nezgoda sa pešacima, u ovom istraživanju vršena je analiza nezgoda sa pešacima, primenom programa PC Crash, u uslovima koji su isti ili slični

uslovima u kojima su dobijene tradicionalne zavisnosti i to po zakonitosti kosog hica sa vozilom pontonskog oblika karoserije.

Razmatran je slučaj da je visina pešaka muškog pola u programu PC Crash 1,75 m, a masa 75 kg, dok je za pešaka ženskog pola korišćena visina od 1,62 m i masa od 60 kg. Važno je naglasiti da se razlike između pešaka muškog i pešaka ženskog pola u programu PC Crash odnose samo na razlike u visini i masi pešaka.

Brzine vozila u trenutku sudara, koje su korišćenje u istraživanju su: 30, 40, 50, 60 i 80 km/h.

Nakon dobijenih rezultata daljine odbačaja pešaka na osnovu eksperimentalno utvrđene zavisnosti i rezultata na osnovu savremenih istraživanja, za navedne brzine kretanja vozila, izvršeno je istraživanje daljine odbačaja pešaka navedenih karakteristika korišćenjem programa PC Crash. U istraživanju, korišćenjem programa PC Crash, pešak je u trenutku sudara bio zaustavljen, bokom okrenut nailazećem vozilu.

3.1. Konfiguracija računara za primenu PC CRASH-a

PC-Crash je snažan program za simulaciju saobraćajnih nezgoda koji pokriva mnoge situacije saobraćajnih nezgoda. On koristi najnovija dostignuća u razvoju hardvera i softvera što omogućava izvođenje

složenih računskih operacija na računaru. PC-Crash je razvijen kao dodatak Microsoft Windows-u zbog lakšeg korišćenja i kompatibilnosti sa drugim programima. PC-Crash sadrži nekoliko različitih modela za računanje, uključujući impulsni-momentum model, model zasnovan na tvrdini, kinetički model za simulacije realnih putanja, i jednostavan kinematički model za proučavanje za duži vremenski period. Za maksimalnu svestranost, rezultati PC-Crash simulacije mogu biti sagledani i prikazani na skalama, 3D pogledu i u brojnim dijagramima i tabelama.

PC-Crash Softverski paket sadrži:

- uputstva za instalaciju,
- program, koji sadrži uzorke fajlova i animacije, oblike vozila i više baza podataka vozila,
- medijum sa licenciranim fajlovima,
- PC-Crash operativni i tehnički priručnici,
- hardverski priključak za povezivanje sa priključnim mestom.

Hardverski zahtevi

PC-Crash se može instalirati na sve savremene računare standardnih performansi, sa korisničkim interfejsom za Microsoft Windows.

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

Brzina (km/h)	PC Crash (m)		Vrednosti koje daje eksperimentalna zavisnost (m)		Zavisnost na bazi savremenih istraživanja (m)	
	ženski pol	muški pol	od	do	od	do
30	8,4	9,0	od 5,4	do 7,2	od 6,4	do 7,7
40	14,6	14,0	od 9,7	do 12,8	od 10,4	do 12,6
50	22,2	22,5	od 15,1	do 20,0	od 15,4	do 18,6
60	32,0	30,4	od 21,7	do 28,8	od 21,3	do 25,8
80	60,6	41,9	od 38,6	do 51,1	od 35,9	do 43,5

Analizom dobijenih rezultata istraživanja uočavaju se odstupanja u zavisnosti od korišćenog metoda istraživanja. Primenom savremenog metoda analize saobraćajnih nezgoda sa pešacima (PC Crash) dobijaju se vrednosti daljine odbačaja pešaka nešto veće od onih dobijenih tradicionalnim metodama. Zanimljivo je da su daljine odbačaja pešaka muškog pola primenom programskog sistema PC Crash, za brzine do 80 km/h veće od gornjih granica daljine odbačaja pešaka dobijenih tradicionalnim metodama.

Daljine odbačaja pešaka ženskog pola su za sve testirane brzine primenom programa PC Crash veće od daljina odbačaja pešaka dobijenih tradicionalnim metodama. Daljina odbačaja pešaka muškog i ženskog pola primenom programa PC Crash se ne razlikuje značajnije do brzine od 60 km/h, nakon koje daljina odbačaja pešaka ženskog pola značajnije odstupa od daljine odbačaja pešaka muškog pola. Na narednim slikama biće prikazane granične vrednosti daljine

Velicina RAM memorije u standardnoj primeni je uobičajena, dok se veća zahteva kada se radi sa velikim bitmap fajlovima. Poželjna je što veća rezolucija i predstavljanje boja sa što više bita.

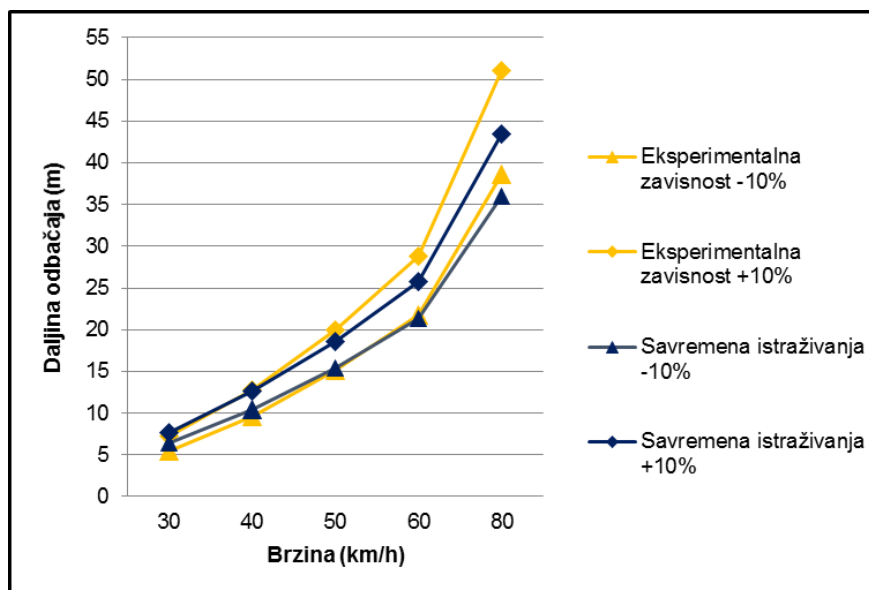
PC-Crash se mora instalirati na hard disk. PC-Crash je zaštićen od kopiranja hardverskom blokadom i licenciranim fajlom.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA REZULTATA

Rezultat ovog istraživanja predstavlja analizu daljine odbačaja pešaka u zavisnosti od primenjenog metoda istraživanja. U tabeli 1 su predstavljene daljine odbačaja pešaka primenom tradicionalnih metoda i korišćenjem programa PC Crash, a u zavisnosti od brzine kretanja vozila.

Granične vrednosti daljine odbačaja pešaka prema dozvoljenim odstupanjima korišćene metode su, za tradicionalne metode, prikazane u tabeli 1. Imajući u vidu karakteristike softverskog programa PC Crash, u tabeli 1 su prikazane vrednosti daljine odbačaja pešaka prema polu pešaka bez „dozvoljenih“ granica odstupanja.

odbačaja pešaka u zavisnosti od metode korišćenja. U poređnom analizom rezultata tradicionalnih metoda analize daljine odbačaja pešaka uočava se sličnost u dobijenim vrednostima (sliku 5). Analizom dobijenih rezultata uočava se da je do brzine približno 50 km/h, daljina odbačaja pešaka tradicionalnim metodama skoro istovetna. Kod brzina većih od 50 km/h uočava se određeno odstupanje u primeni savremene i eksperimentalne metode. Primenom metode eksperimentalne zavisnosti, kod brzina većih od 50 km/h, dolazi se do većih vrednosti u odnosu na metod savremenih istraživanja. Dopuštene tolerancije daljine odbačaja pešaka tradicionalnih metoda dozvoljavaju da se do brzine od 80 km/h tradicionalne metode ne razlikuju značajnije, odnosno vrednosti daljine odbačaja prema tradicionalnim metodama, sa dopuštenim tolerancijama, se preklapaju do brzine vozila 80 km/h. Obe tradicionalne metode analize imaju približno eksponencijalnu zavisnost daljine odbačaja pešaka od brzine vozila (slika 5).



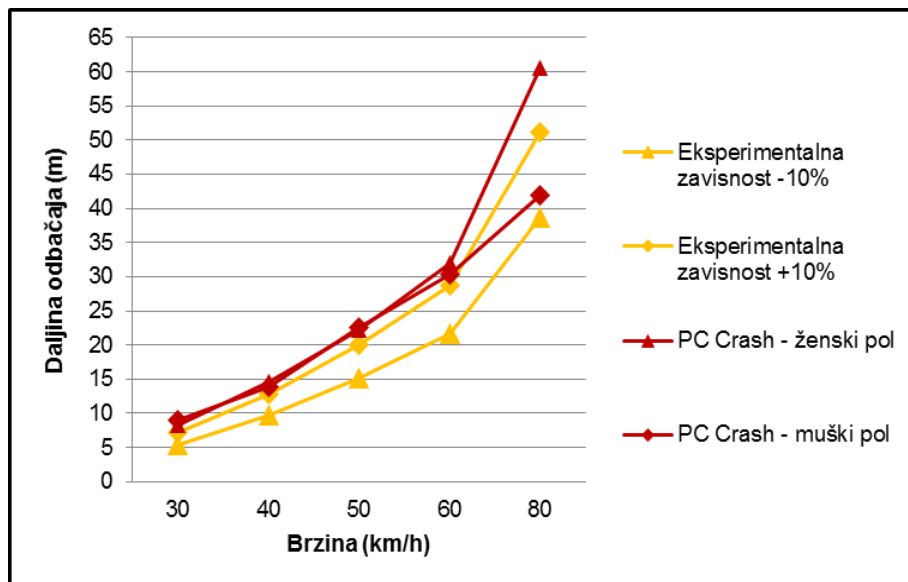
Slika 5 - Daljina odbačaja pešaka tradicionalnim metodama

U poređnom analizom rezultata daljine odbačaja pešaka primenom programa PC Crash i metode eksperimentalne zavisnosti uočavaju se razlike u vrednostima daljine odbačaja pešaka. Primenom programa PC Crash daljina odbačaja pešaka je duža za brzine automobila do 80 km/h.

Samo za brzinu automobila od 80 km/h daljina odbačaja pešaka muškog pola primenom programa PC Crash je u granicama dozvoljenog odstupanja

eksperimentalne metode (slika 6). Najznačajnija razlika daljine odbačaja pešaka primenom PC Crash-a i eksperimentalne metode je pri brzini automobila od 30 km/h.

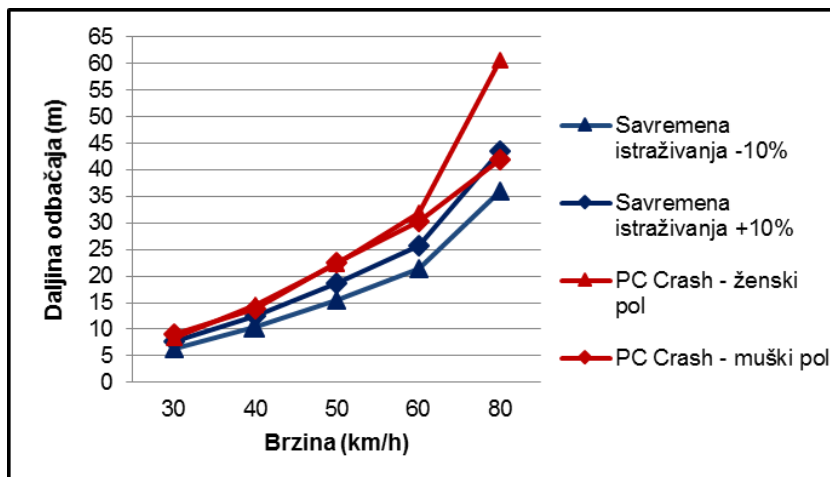
Primenom programa PC Crash, daljina odbačaja pešaka muškog pola je približno linearno zavisna od brzine vozila, dok se kod metode eksperimentalne zavisnosti uočava približno ekspanencijalna zavisnost daljine odbačaja i brzine vozila (slika 6).



Slika 6 - Daljina odbačaja pešaka primenom PC Crash-a i metodom eksperimentalne zavisnosti

Razlika daljine odbačaja pešaka korišćenjem programa PC Crash i metode savremenih istraživanja neznatno je manja od razlike PC Crash-a i eksperimentalne zavisnosti. Vrednosti daljine odbačaja pešaka primenom programa PC Crash su veće za brzine do 80 km/h. Za brzinu od 80 km/h daljina odbačaja pešaka muškog pola primenom programa PC

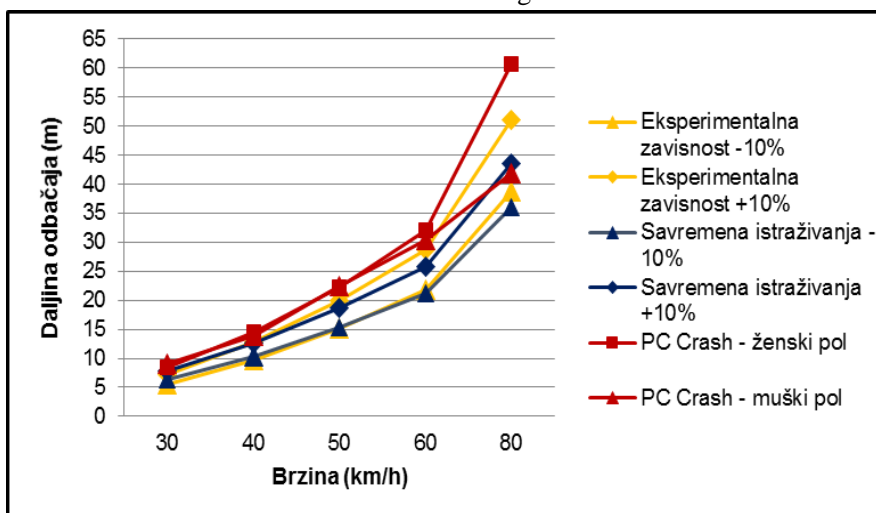
Crash se nalazi u dozvoljenim granicama odstupanja metode savremenih istraživanja (slika 7), dok je daljina odbačaja pešaka ženskog pola, korišćenjem programa PC Crash značajno veća. Najznačajnije razlike daljine odbačaja pešaka primenom programa PC Crash i metode savremenih istraživanja su pri brzinama vozila oko 50 km/h.



Slika 7 - Daljina odbačaja pešaka primenom PC Crash-a i metodom savremenih istraživanja

Razlike daljine odbačaja pešaka primenom tradicionalnih i savremenih metoda analize saobraćajnih nezgoda sa pešacima su prikazane slici 8. Korišćenjem programa PC Crash kod saobraćajnih nezgoda sa učešćem pešaka ženskog pola dolazi do značajnijih

razlika u daljini odbačaja pešaka u odnosu na nezgode sa pešacima muškog pola. Navedene razlike se eventualno mogu objasniti time da tradicionalne metode ne uzimaju u obzir masu pešaka, već je zavisnost utvrđena na osnovu eksperimenta za pešaka visine 1,75 m i mase 75 kg.



Slika 8 - Daljine odbačaja pešaka tradicionalnim metodama i korišćenjem programa PC Crash

5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Na osnovu sprovedenih analiza daljine odbačaja pešaka tradicionalnim i savremenim metodama može se zaključiti da postoje karakteristične razlike u daljini odbačaja pešaka. Karakteristično je da se primena programa PC Crash kod pešaka muškog pola značajno razlikuje već pri brzini od 30 km/h. Sa porastom brzine razlike između primene programa PC Crash (pešak muškog pola) i tradicionalnih metoda se smanjuje.

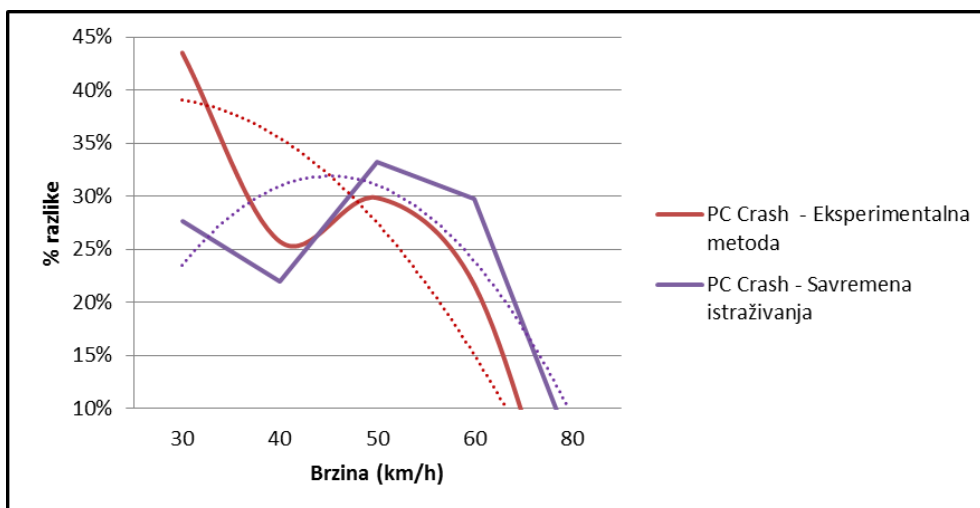
Razlika između daljine odbačaja pešaka primenom PC Crash-a i tradicionalnih metoda je kod pešaka muškog pola obrnuto zavisna od brzine vozila.

Naime, na osnovu sprovedenog istraživanja može se zaključiti da, za pešake muškog pola, tradicionalne metode se razlikuju od programa PC Crash do brzine

od 80 km/h, nakon čega su razlike manje od 10%. Najznačajnija razlika primenom programa PC Crash i eksperimentalne metode je pri brzini od 30 km/h, dok je najznačajnija razlika između PC Crash-a i metode zasnovane na savremenom istraživanju pri brzini 50 km/h.

I tradicionalne metode i primena programa PC Crash pokazuju slaganje u daljini odbačaja pešaka muškog pola pri brzinama oko 80 km/h. Trend razlike tradicionalnih metoda i primene programa PC Crash, kod pešaka muškog pola, opada sa porastom brzine.

Procenat razlike daljine odbačaja pešaka muškog pola se od najviše 44%, pri brzini 30 km/h, postepeno smanjuje do brzine od 80 km/h, kada su razlike neznatne (slika 9).

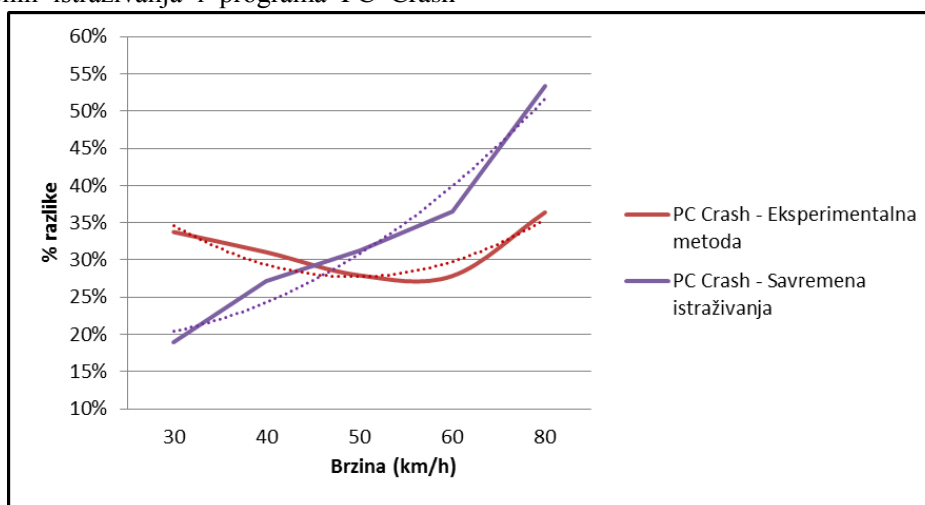


Slika 9 - Procentualne razlike daljine odbačaja pešaka muškog pola

Analizom svih dobijenih rezultata istraživanja može se zaključiti da su najveće razlike tradicionalnih i savremenih metoda uočene kod pešaka ženskog pola. Analizom uočenih razlika može se zaključiti da se primena programa PC Crash i metoda savremenih istraživanja razlikuje od najmanje 19%, pri brzini 30 km/h, do 53%, pri brzini kretanja vozila od 80 km/h.

Značajno je naglasiti da se razlika primenom metoda savremenih istraživanja i programa PC Crash

približno linearno zavisna sa brzinom, odnosno procentualna razlika raste sa porastom brzine. Analizom podataka sa slike 10. može se zaključiti da trend razlike tradicionalnih metoda i programa PC Crash, kod pešaka ženskog pola raste sa porastom brzine. Najmanja razlika primenom eksperimentalne metode i programa PC Crash je pri brzini 60 km/h. Trend razlike eksperimentalne metode i programa PC Crash od brzine 30 km/h opada do brzine 60 km/h, a zatim nastavlja da raste.



Slika 10 - Procentualne razlike daljine odbačaja pešaka ženskog pola

Na osnovu svih sprovedenih uporednih analiza saobraćajnih nezgoda primenom tradicionalnih i savremenih metoda može se zaključiti da su kod pešaka muškog pola najznačajnije razlike pri „malim“ brzinama, odnosno brzinama do 60 km/h, dok su kod pešaka ženskog pola najznačajnije razlike pri većim, odnosno pri brzinama većim od 60 km/h.

Za naučnu ocenu dobijenih rezultata daljine odbačaja pešaka neophodno je primeniti određene statističke metode, kojima bi se potvrdila, odnosno odbacila značajnost razlike dobijenih rezultata.

Primena χ^2 testa i Pirsonovog kriterijuma na rezultate dobijenih daljina odbačaja pešaka, eksperimentalnom metodom i metodom zasnovanom na bazi savremenih istraživanja, pokazuje da nema značajne statističke razlike između daljine odbačaja pešaka primenom eksperimentalne ili metode zasnovane na bazi savremenih istraživanja.

Imajući u vidu broj sprovedenih istraživanja, primena χ^2 testa i Pirsonovog kriterijuma na rezultate daljine odbačaja pešaka primenom programa PC Crash (muški pol) i metode eksperimentalne zavisnosti,

pokazuje da nema značajne statističke razlike između rezultata daljine odbačaja pešaka primenom PC Crash-a (muški pol) i metode eksperimentalne zavisnosti. Takođe, primena χ^2 testa i Pirsonovog kriterijuma na rezultate daljine odbačaja pešaka programom PC Crash (muški pol) i metode zasnovane na savremenim istraživanjima pokazuje da nema značajne statističke razlike.

Imajući u vidu deskriptivnu statistiku i uočene razlike u daljini odbačaja pešaka ženskog pola primenom programa PC Crash i tradicionalnih metoda, posebno značajno je primeniti statističke testove za uporednu analizu tradicionalnih metoda i primene programa PC Crash za pešaka ženskog pola. Primena χ^2 testa i Pirsonovog kriterijuma na rezultate daljine odbačaja pešaka programom PC Crash (ženski pol) i metode eksperimentalne zavisnosti pokazuje da nema značajne statističke razlike. Takođe, primena χ^2 testa i Pirsonovog kriterijuma pokazuje da nema značajne statističke razlike, primena programa PC Crash i metode zasnovane na savremenim istraživanjima.

Na osnovu svih sprovedenih istraživanja, a posebno primenom statističkih testova na rezultate daljine odbačaja pešaka primenom programa PC Crash i tradicionalnih metoda može se zaključiti da ne postoje značajne statističke razlike u primeni tradicionalnih metoda i programa PC Crash.

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

Uočene razlike u daljini odbačaja pešaka, koje su opisane deskriptivnom statistikom, mogu poslužiti veštacima saobraćajne struke da u graničnim slučajevima i u uslovima u kojima su razlike uočene, budu posebno oprezni u davanju mišljenja. U okvirima uočenih razlika veštaci saobraćajne struke bi svoju analizu daljine odbačaja pešaka primenom PC Crash-a trebalo da provere sa bar još jednom tradicionalnom metodom, odnosno rezultate tradicionalnih metoda da provere i primenom programa PC Crash.

LITERATURA

- [1] Avramović Z. Ž, Radojičić R. Z, Mirković S. D, A new Approach to Computer Analysis of Queuing Systems Without Programming, *JITA – Journal of Information Technology and Applications*, JITA 5(2015) 1:25-32, Paneuropean University APEIRON, Banja Luka, Republic of Srpska, B&H, UDC: 662.62:519.245, ISSN 2232- 9625, UDC 004, www.jita-au.com
- [2] Avramović, Z. Ž, Radojičić, R. Z, Savkić, D. S, Basic characteristics of object oriented programming system ARS for simulation queuing systems, (in Serbian), *YuInfo*, Brezovica, 1996, 107.
- [3] Datentechnik S, *Operating Manual PC Crash*, Version 9.0, Linz, Austria, 2010.
- [4] Dragač R, *Bezbednost saobraćaja III*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1994.
- [5] Dragač R, Vujanić M, *Bezbednost saobraćaja II deo*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2002.
- [6] Graham R. L, Knuth D. E, Patashnik O, *Concrete mathematics: a foundation for computer science*, Addison-Wesley Publishing Company, 1988.
- [7] Lipovac K, *Bezbednost saobraćaja*, Službeni list, Beograd, 2008.
- [8] Vukadinović S, Popović J, *Matematička statistika*, Saobraćajni fakultet. Beograd, 2004.
- [9] Vujanić M. i dr, *Priručnik za saobraćajno-tehničko veštačenje i procjene šteta na vozilima*, Banjaluka, 2000.
- [10] Trifunović M, *Uparedna analiza postupaka za utvrđivanje sudarne brzine i odbačaja dece pešaka klasičnim metodima i primenom program PC Crash*, završni rad, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2010.
- [11] Ivanišević T, *Primena PC CRASH-a u analizi odbačaja pešaka*, specijalistički rad, Saobraćajni fakultet, Banja Luka, 2014.
- [12] Smailović E, Cvijan M, *Uparedna analiza tradicionalnih i savremenih načina analize SN sa pešacima*, XII Simpozijum „Veštačenje saobraćajnih nezgoda i prevare u osiguranju“, Divčibare 2013.
- [13] Vujaklija M, *Leksikon stranih reči i izraza*, Prosveta, Beograd, 1988.
- [14] *Larusova enciklopedija* (prevod), Vuk Karadžić, Beograd, 1978.
- [15] WHO (2009). *Global status report on road safety*, Geneva, Switzerland, 2009.

SUMMARY

THE RELIABILITY ESTIMATE OF THROW PEDESTRIAN USING TRADITIONAL AND COMPUTER METHODS

The development of information technology has created conditions for development and implementation of software for the simulation of traffic accidents. Among large number software tools which are being used in Europe, software PC Crash stand out. In this paper comparative analysis of distance throw of pedestrian using the traditional and contemporary methods was realized. The distance throw of pedestrian using the software PC Crash, depending on the height and weight of pedestrian is showed. By using of statistical methods difference between traditional and contemporary methods was researched.

Key words: *distance rejection of pedestrian, analysis methods for traffic accident, PC Crash, height of pedestrian, analysis comparison*