

PROAČUN BRZINA I UPOTREBA KOČNOG KOEFICIJENTA U VEŠTAČENJIMA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

CALCULATION OF SPEEDS AND THE USE OF THE BRAKING COEFFICIENT IN TRAFFIC ACCIDENT ANALYSES

Milan P. Vujanić¹; Ištvan Bodolo²; Milan M. Vujanić³;
Zoltan-Filip Bodolo⁴; Lea Bodolo⁵;

Rezime:

U praksi, veštacima je poznat značaj brzine kao jednog od ključnih parametara za utvrđivanje doprinosa nastanku saobraćajne nezgode. Rad ukazuje na obaveze veštaka prema ZKP. Prikazani su rezultati ankete u pogledu tačnosti proračuna/procene brzine i istaknut je malo poznat deo Pravilnika u vezi minimalno dozvoljenog kočnog koeficijenta za vozila vrste M1. Na kraju, ukazano je na složenost određivanja vremena reagovanja vozača. Rad ne nudi gotova rešenja nego naglašava zakonske činjenice i ukazuje na važne aktuelne probleme koji nisu rešeni.

KLJUČNE REČI: BRZINA, DOPRINOS NASTANKU NEZGODE, KOČNI KOEFICIJENT, VREME REAGOVANJA VOZAČA

Abstract:

In practice, traffic accident experts are aware of the importance of speed as one of the key parameters for determining contributions to traffic accident occurrence. The paper points to the obligations of experts under the CPC. The results of a survey regarding the accuracy of speed calculation/estimation are presented, and a little-known section of the Regulation concerning the minimum permitted braking coefficient for M1-type vehicles is highlighted. Finally, attention is drawn to the complexity of determining drivers' reaction time. The paper does not offer ready-made solutions but rather emphasizes legal facts and points to important current issues that remain unresolved.

KEYWORDS: SPEED, CONTRIBUTIONS TO TRAFFIC ACCIDENT OCCURENCE, BRAKING COEFFICIENT, DRIVER'S REACTION TIME

XXIV Simpozijum
"Veštačenje saobraćajnih nezgoda
i prevare u osiguranju"

¹ TSGdoo, Beograd, ORCID 000-001-8427-8339 , vujanic@mail.com

² Fakultet FIMEK, Novi Sad, ORCID 0009-0008-1069-7573 ibodolo@vestacenja.co.rs

³ TSGdoo, Beograd, ORCID 0009-0007-3385-0318, milanmvujanic@gmail.com

⁴ CVP VEŠTAČENJA, Novi Sad, ORCID 0009-0005-0983-5631 fbodolo@gmail.com

⁵ Milenijum Osiguranje, Beograd, ORCID 0009-0007-3812-784X leabodolo19@gmail.com

1. UVOD

Proračun načina kretanja i brzina učesnika u saobraćajnim nezgodama se najvećim delom zasniva na podacima iz uviđajne dokumentacije, pri čemu su brzine učesnika značajan parametar u svakom veštačenju.

U praksi se srećemo sa pristupima koji bi se, prema stepenu pouzdanosti, mogli svrstati u:

- Procene bez obrazloženja
- Procene uz upotrebu postojećih tablica za saobraćajno-tehnička veštačenja
- Brzine sa priloženim računskim obrascima u kojima figurišu procenjeni parametri najčešće puta kočenja i srednjeg intenziteta usporenja
- Upotrebom softverskih programa za analizu saobraćajnih nezgoda
- Kombinovanim pristupom
- Korišćenjem podataka dobijenih na vanrednom tehničkom pregledu
- Proračunom sa video zapisa iz vozila i kamera van vozila
- Upotrebom akcelerometra
- Očitavanjem podataka iz elektronskih uređaja u vozilima

Bez obzira na tehničku stranu problema, sudska veštačenja se moraju vršiti u pravnom okviru, pa veštačenje koje nije u skladu sa važećim propisima nije dozvoljeno.

Ako su u podacima u sudskom Spisu dokumentovani tragovi kočenja, pri čemu nema podataka sa vanrednog tehničkog pregleda, veštaci često procenjuju prosečno usporenje koje pokušavaju obrazložiti iskustvom i sličnim argumentima. Ove procene veštaci kvalifikuju sa "približno" i "oko", da bi na dalja pitanja po pravilu odgovarali u procentualnim rasponima koje, tokom postavljanja pitanja, procenjuju bez materijalnih dokaza.

Sa druge strane, nesporno je da postoji pravni okvir koji kvalifikaciju "oko" ne dozvoljava u krivičnim postupcima i definiše je na jasan, nedvosmislen i potpuno drugi način, poznatiji kao pravno načelo **"IN DUBIO PRO REO"** – "Sumnja u korist okrivljenog". Veštaci su u obavezi da u krivičnim postupcima uvažavaju ZKP[1] čl. 16 st. 2 i st. 5:

Sud je dužan da nepristrasno oceni izvedene dokaze i da na osnovu njih sa jednakom pažnjom utvrdi činjenice koje terete ili idu u korist okrivljenom.

Slika 1 – čl. 16 st. 2 ZKP

Sumnju u pogledu činjenica od kojih zavisi vođenje krivičnog postupka, postojanje obeležja krivičnog dela ili primena neke druge odredbe krivičnog zakona, sud će u presudi, ili rešenju koje odgovara presudi, rešiti u korist okrivljenog.

Slika 2 – čl. 16 st. 5 ZKP

Dakle, pri proceni ili proračunu brzine, obaveza veštaka je da koriste kvalifikaciju **"najmanje"** ili **"najviše"**, a nikako i nikad **"oko"**, jer je izraz **"oko"** suprotan načelima krivičnog postupka, osim u nespornim slučajevima ako su podaci digitalizovani i mereni mernim uređajima koji se mogu prihvatati kao **"tačni"**.

Imajući u vidu da veštaci pored procenjivanja brzina, procenjuju (usvajaju) i vreme

reagovanja vozača, problem pouzdanosti parametara na osnovu kojih veštaci donose mišljenje o propustima učesnika nezgode, postaje još aktuelniji.

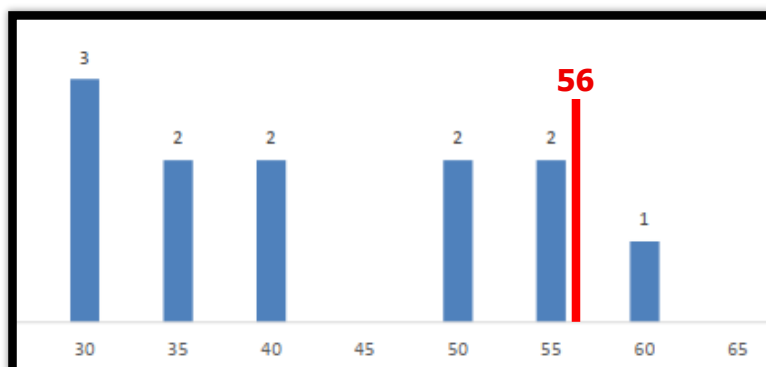
2. CILJ RADA

Cilj rada je ukazivanje na aktuelnost problema proračuna brzina u slučajevima ako je poznat put kočenja ali nije poznato usporenje vozila. Pored toga, cilj ovog rada je da podstakne na razmišljanje o opravdanosti usvajanja iste vrednosti vremena reagovanja za sve vozače, imajući u vidu rezultate istraživanja[4].

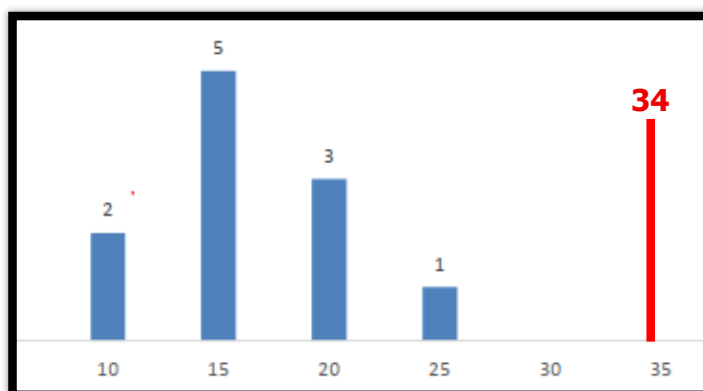
3. Odstupanja procenjene (izračunate) brzine vozila od brzine očitane iz memorije iz vozila

U istraživanju[2] izvršena je anketa sa zadatkom procene (izračunavanja) brzina na realnim primerima saobraćajnih nezgoda. Nakon toga, izvršeno je poređenje sa podacima o brzinama koje su dobijene očitavanjem iz memorija vozila koja su učestvovala u nezgodama, a rezultati su prikazani na slikama 3, 4, 5, 6, i 7.

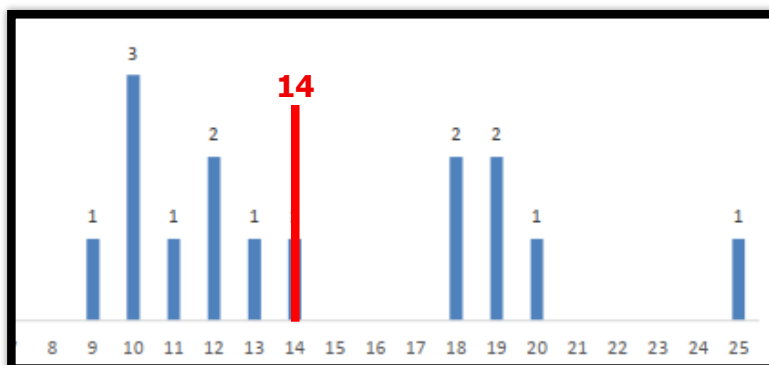
Prikazani rezultati ukazuju na bitna odstupanja od stvarno očitane brzine, kao i na odstupanja odgovora ispitanika. Na slikama je crvenom vertikalnom linijom prikazana očitana brzina iz vozila a plavom bojom su prikazani rezultati procene ispitanika.



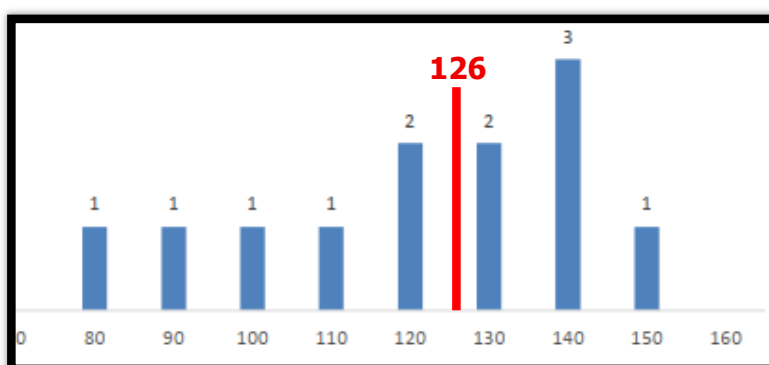
Slika 3 – CDR=56km/h



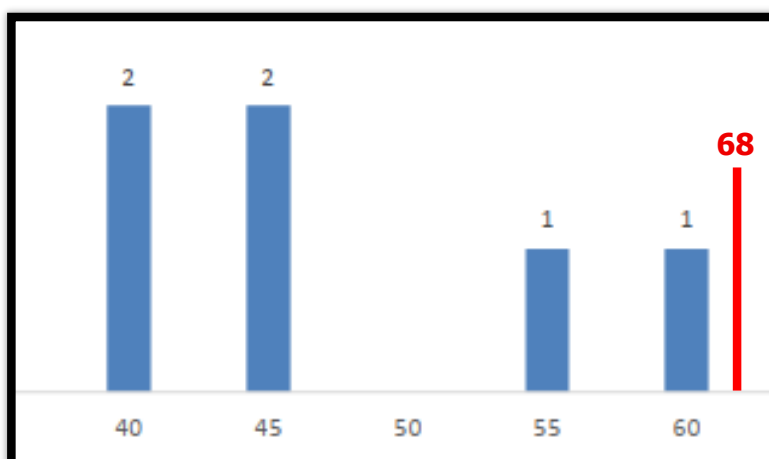
Slika 4 – CDR=34km/h



Slika 5 – CDR=14km/h



Slika 6 – CDR=126km/h



Slika 7 – CDR=68km/h

4. NAJMANJA DOZVOLJENA VREDNOST KOČNOG KOEFICIJENTA

U slučajevima proračuna mogućnosti izbegavanja nezgode zaustavljanjem vozila do mesta sudara a ako je poznata dužina puta kočenja forsiranim kočenjem, ali nije poznata sila kočenja i kočni koeficijent, ispravno i obavezno je koristiti najmanji kočni koeficijent za

tehnički ispravno vozilo, koji će kao rezultat dati najmanju brzinu vozila kojom bi nezgoda mogla biti izbegnuta preduzetim kočenjem.

Najbrojnija grupa vozila u saobraćajnom nezgodama su "putnička vozila – automobili" tj. prema pravilniku vrsta **M1**.

Vrsta **M₁** - putničko vozilo jeste vozilo vrste M koje ima najviše devet mesta za sedenje uključujući i sedište za vozača, bez mesta za stajanje.

U čl. 41 Pravilnika[3] postoje dve tabele u kojima su prikazani različiti normativi za minimalne vrednosti kočnih koeficijenata ispravnih vozila po vrstama vozila, od kojih se u ovom radu ističe najbrojnija – M1.

Dati su normativi kočnog koeficijenta radnog, odnosno najmanje dozvoljene vrednosti kočnog koeficijenta radnog kočenja, koje moraju biti ostvariti ispravna vozila pri aktiviranju komande radnog kočenja, za vozila koja su proizvedena **pre** (tabela 1) **01.01.2017. godine i nakon 01.01.2017. godine** (tabela 2)

Izuzetno, normativi iz tabele 2. važe za vozila vrste L, T, TR, R, C, S, K_{5a} i K_{5b} koja su proizvedena **nakon 30. juna 2018. godine**.

VRSTA VOZILA	RADNO KOČENJE			POMOĆNO KOČENJE**		
	Kočni koeficijent	Sila aktiviranja		Kočni koeficijent	Sila aktiviranja	
		Nožno aktiviranje	Ručno aktiviranje		Nožno aktiviranje	Ručno aktiviranje
Kr ≥ [%]	F ≤ [daN]	F ≤ [daN]	Kp ≥ [%]	F ≤ [daN]	F ≤ [daN]	
L	40	50	20	20	50	20
M1	50	50	-	2	50	40
M ₂ ,M ₃	50	70	-	20	70	60
N	45	70	-	20	70	60
O	40	pk ≤ 6,5 bar*	-	-	-	-
T, TR, Tm, C, K _{5a}	25	60	40	-	-	-
R, S, K _{5b}	25	-	-	-	-	-

Tabela 1 – Minimalno dozvoljene vrednosti kočnog koeficijenta za vozila proizvedena pre 01.01.2017. godine

VRSTA VOZILA	RADNO KOČENJE			POMOĆNO KOČENJE**		
	Kočni koeficijent	Sila aktiviranja		Kočni koeficijent	Sila aktiviranja	
		Nožno aktiviranje	Ručno aktiviranje		Nožno aktiviranje	Ručno aktiviranje
Kr ≥ [%]	F ≤ [daN]	F ≤ [daN]	Kp ≥ [%]	F ≤ [daN]	F ≤ [daN]	
L ₁	42	50	20	20	50	20
L ₂ , L ₆	40	50	20	20	50	20
L ₃	50	50	20	20	50	20
L ₄	46	50	20	20	50	20
L ₅ , L ₇	44	50	20	20	50	20
M1	58	50	-	20	50	40
M ₂ ,M ₃	50	70	-	20	70	60
N ₁ , N ₂ , N ₃	50	70	-	20	70	60
O ₁ ⁽¹⁾	45 (poluprikolice)	pk ≤ 6,5 bar*	-	-	-	-
O ₂ ,	50 (prikolice)					
O ₃ ,						
O ₄ ,						
T, TR, Tm, C, K _{5a}	35 (50 ⁽²⁾)	60	40	-	-	-
R ₁ ⁽¹⁾ , R ₂ , R ₃ ,	35(50 ⁽³⁾)	-	-	-	-	-
R ₄ , S ⁽¹⁾ ,						
K _{5b}						

Tabela 2 – Minimalno dozvoljene vrednosti kočnog koeficijenta za vozila proizvedena nakon 01.01.2017. godine

Minimalno dozvoljeni kočni koeficijent za tehnički ispravna vozila vrste M1 proizvedena do 01.01.2017. godine, iznosi 0,5, a za vozila proizvedena nakon 01.01.2017. godine,

minimalno dozvoljena vrednost kočnog koeficijenta za tehnički ispravna vozila vrste M1, iznosi 0,58.

Ovaj rad je napisan u funkciji sprečavanja gotovo uobičajenih i čestih grešaka veštaka koji, usled nepoznavanja veličine minimalno dozvoljenog kočnog koeficijenta za tehnički ispravna vozila vrste M1, propisanih Pravilnikom[3], koriste kočni koeficijent od 0,5 za sva vozila vrste M1.

Upotreba pogrešne vrednosti kočnog koeficijenta dovodi do pogrešnih rezultata prilikom proračuna brzina kojima su se kretali učesnici nezgode i kojima bi mogli izbeći nastanak nezgode, a što može dovesti do pogrešnih zaključaka i suprotno stvarnom stanju, pokazati da vozač ne bi mogao izbeći saobraćajnu nezgodu, prilikom analize mogućnosti izbegavanja sudara zaustavljanjem pre mesta sudara (Slika 8).

Vozač je dužan da brzinu kretanja vozila prilagodi osobinama i stanju puta, vidljivosti, preglednosti, atmosferskim prilikama, stanju vozila i tereta, gustini saobraćaja i drugim saobraćajnim uslovima, tako da vozilo može blagovremeno da zaustavi pred svakom preprekom koju pod datim okolnostima može da vidi ili ima razloga da predvidi, odnosno da vozilom upravlja na način kojim ne ugrožava bezbednost saobraćaja.

Slika 8 – čl. 42 st. 1 ZoBS[5]

4.1. Primer

U primeru su prikazane mogućnosti izbegavanja sudara zaustavljanjem vozila pre mesta udara u pešaka koji prelazi kolovoz, za različite vrednosti kočnog koeficijenta. Proračun je vršen za vrednosti koeficijenta od 0,5, 0,58 i 0,71 (dobijen na osnovu usporenja vozila od 7m/s^2 koje često usvajaju veštaci).

Ukoliko bi na početku tragova kočenja brzina bila 50km/h , a vozilo imalo disk kočnice, put kočenja bi iznosio:

Kočni koeficijent	Usporenje(m/s^2)	Put kočenja(m)
0,5	4,91	18,6
0,58	5,69	15,9
0,71	7	12,8

Tabela 3 – dužina puta kočenja u zavisnosti od kočnog koeficijenta

Put kočenja, uz primenu kočnog koeficijenta od 0,5, bio bi:

$$S_{k_{0,5}} = \frac{\left(\frac{50}{3,6} - \frac{4,91 \times 0,15}{2}\right)^2}{2 \times 4,91}$$

$$S_{k_{0,5}} = 18,6m$$

Put kočenja, uz primenu kočnog koeficijenta od 0,58 , bio bi:

$$S_{k_{0,58}} = \frac{\left(\frac{50}{3,6} - \frac{5,69 \times 0,15}{2}\right)^2}{2 \times 5,69}$$

$$S_{k_{0,58}} = 15,9m$$

Put kočenja, uz primenu kočnog koeficijenta od 0,71 , bio bi:

$$S_{k_{0,71}} = \frac{\left(\frac{50}{3,6} - \frac{7 \times 0,15}{2}\right)^2}{2 \times 7}$$

$$S_{k_{0,71}} = 12,8m$$

Primer u kome je istaknut uticaj kočnog koeficijenta na proračun puta kočenja, pri čemu se podrazumeva prethodni deo vremensko-prostorne analize veštaka. Naime, ovaj proračun podrazumeva proračun brzine i udaljenosti vozila od pešaka, u trenutku reagovanja vozača.

Ukoliko se pešak nalazi 17m ispred vozila, u trenutku kada se vozilo nalazi na početku puta kočenja, vozač vozila proizvedenog pre 01.01.2017. godine (kočni koeficijent 0,5) ne bi imao mogućnost da izbegne sudar sa pešakom. Naime, put kočenja za brzinu od 50km/h (18,6m) bi bio duži od udaljenosti mesta sudara sa pešakom, tako da bi došlo do sudara i pri minimalno ispravnom kočnom sistemu, pa na strani vozača ne bi stajali propusti vezani za mogućnost izbegavanja nezgode.

Za iste parametre, ako bi u nezgodi učestvovalo vozilo proizvedeno posle 01.01.2017. godine (kočni koeficijent 0,58), dužina puta kočenja bi bila 15,9m, pa bi vozač imao mogućnost da izbegne sudar sa pešakom, tj da zaustavi vozilo na 1,1m pre mesta sudara sa pešakom, i tako izbegne nastanak nezgode. U ovoj situaciji, na strani vozača bi stajali propusti vezani za mogućnost izbegavanja nezgode.

Dakle, imajući u vidu promene u propisima, veštak kome nisu poznate izmene u Pravilniku[3] o vrednosti minimalno dozvoljenog kočnog koeficijenta, možda će se izjasniti **pogrešno** o propustima učesnika nezgode, odnosno veštak će možda uticati na sudsku odluku, u smislu da sud donese odluku suprotnu objektivnom stanju, tj odluku kojom utvrđuje da vozač nije imao mogućnost izbegavanja nastanka nezgode, iako bi ispravnim proračunom bilo utvrđeno suprotno. To znači da bi proračun tzv. bezbedne brzine pokazao različite rezultate o kojima se mora povesti računa, jer "Zakon je zakon - ma koliko opor bio"- Valtazar Bogišić – Imovinski Zakonik Crne Gore -1888.godine, te se mora poštovati i odredba u vezi datuma proizvodnje vozila.

Ako bi veštak izabrao usporenje vozila od 7m/s² (kočni koeficijent **0,71**), umesto odgovarajućeg kočnog koeficijenta (0,5 ili 0,58), posledica može biti **pogrešno** Mišljenje i stav veštaka o propustima učesnika nezgode. Naime, ako je pešak bio na **14m** ispred vozila, tada bi se vozač pri izabranom usporenju od 7m/s² mogao zaustaviti na **1,2m** (14 – 12,8m)

pre udara u pešaka, pa bi na strani vozača stajali propusti vezani za mogućnost izbegavanja nezgode. Ukoliko bi veštak usvojio vrednost kočnog koeficijenta od **0,5** ili **0,58**, na strani vozača ne bi bilo propusta vezanih za mogućnost izbegavanja nezgode.

Kako je već napomenuto, veštak mora imati svest o tome da u krivičnim postupcima mora izraditi Nalaz i dati svoje Mišljenje, poštujući pravni okvir i načela krivičnog Zakona i da je dužan da usvoji onu vrednost usporenja koja je najpovoljnija za okrivljenog.

4.2. Ograničenja i preporuke

U praksi, Zapisnik o uviđaju saobraćajne nezgode, u najvećem broju slučajeva ne sadrži podatke o godini proizvodnje vozila. U skladu sa ovom činjenicom, veštacima preostaju dve mogućnosti.

Prvo, veštaci se mogu obratiti postupajućem sudiji sa molbom za pribavljanje podatka o godini proizvodnje vozila koje je učestvovalo u nezgodi, uz obrazloženje da taj podatak može uticati na vremensko-prostornu analizu, odnosno na mišljenje o propustima učesnika nezgode.

Ukoliko ne postoje uslovi za pribavljanje dodatnih informacija o godini proizvodnje vozila, najpravičnije bi bilo da veštak uradi obe varijantne proračuna, jednu koristeći vrednost kočnog koeficijenta od 0,5 a drugu koristeći vrednost koeficijenta od 0,58. Potrebno je da veštak navede pri kojim uslovima važi proračun sa vrednošću koeficijenta od 0,5 (vozilo je proizvedeno pre 01.01.2017. godine), a pri kojim za vrednost koeficijenta od 0,58 (vozilo je proizvedeno nakon 01.01.2017. godine).

Naravno, ako je očigledno da je vozilo proizvedeno pre 2017. godine ("zastava 101" i sl.), veštak će to obrazložiti u svom nalazu i vršiti proračun sa vrednošću koeficijenta od 0,5.

Pri izradi Nalaza i Mišljenja, a posebno u situacijama u kojim izbor kočnog koeficijenta (0,5 ili 0,58) utiče na Mišljenje veštaka o propustima učesnika, veštak bi morao da u tekstu naglasi da je u interesu sudskog postupka da se pribave nedostajući podaci o godini proizvodnje vozila.

5. VREME REAGOVANJA VOZAČA

Kako je uticaj alkohola i droga kompetencija veštaka sudskomedicinske struke tako bi i vremena reagovanja, kao individualna i psihički zasnovana vremena, bila kompetencija veštaka sudskomedicinske struke. Prihvaćeno je međutim, da vreme reagovanja na opasnu situaciju usvajaju veštaci saobraćajne struke i to na najčešće u vrednosti od 0,8s do 1s za preduzimanje kočenja i 0,6s za preduzimanje izmicanja.

U analizama saobraćajnih nezgoda, može se dogoditi da vreme reagovanja vozača u kombinaciji sa izbranim kočnim koeficijentom, može ukazati na doprinos nekog od učesnika, jer taj učesnik nezgode nije uspeo da izbegne nezgodu samo zbog toga što je veštak u proračunu pogrešno usvojio vreme reagovanja vozača 1s, umesto 0,8s!?

Ovo je posebno dolazi do izražaja za slučajeve jedan učesnik stvori opasnu situaciju, a drugi

učesnik u cilju izbegavanja sudara reaguje forsiranim kočenjem, izmicanjem, ili kombinovanim reagovanjem.

Kakav stav se očekuje od veštaka saobraćajne struke, u pogledu vremena reagovanja (vozača i vozila) u slučaju izbegavanja sudara refleksnim reagovanjem?

Da li je to uvek 1s za sve učesnike, baš uvek???

Naime, istraživanje[4] ukazuje na Poasonovu raspodelu vremena reagovanja, što je prikazano na slikama 9, 10 i 11.

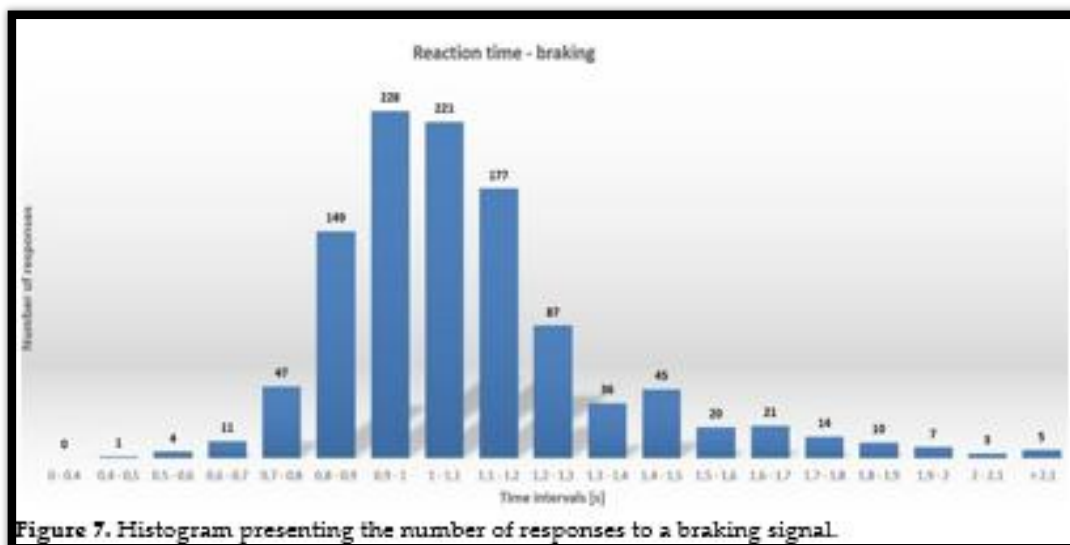


Figure 7. Histogram presenting the number of responses to a braking signal.

Slika 9 – Histogram vremena reagovanja za prostu radnju - kočenje

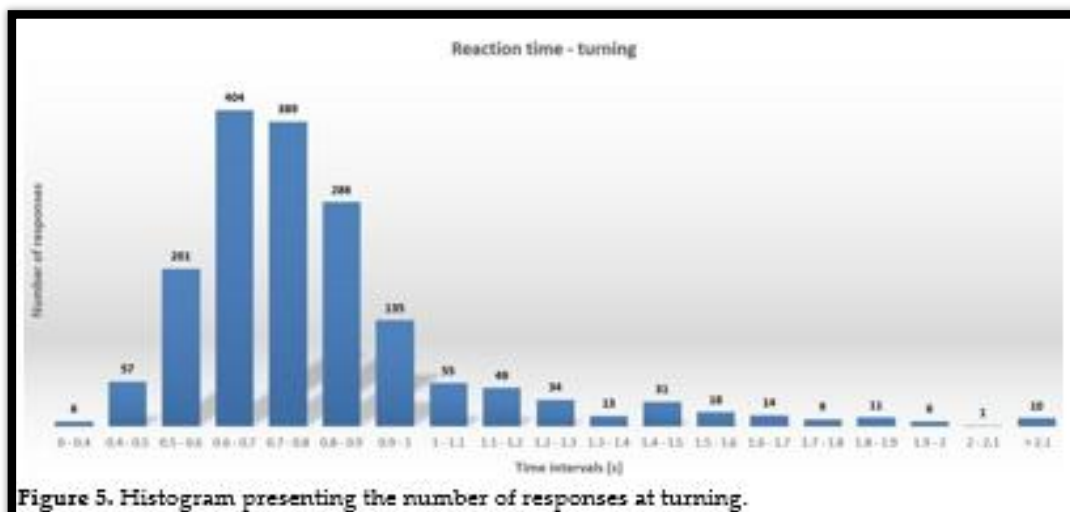
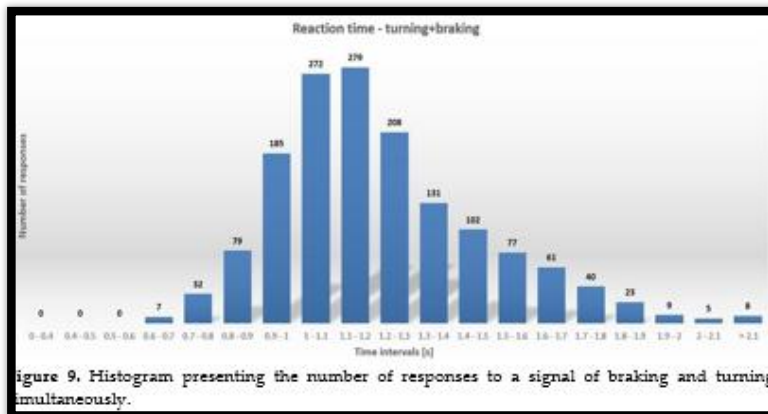


Figure 5. Histogram presenting the number of responses at turning.

Slika 10 – Histogram vremena reagovanja za prostu radnju - izmicanje



Slika 11 – Histogram vremena reagovanja za složenu radnju – kočenje i izmicanje

6. ZAKLJUČAK

U radu je prikazan ispavan pristup proračunu brzine vozila u saobraćajnim nezgodama, uz uvažavanje pravilne i propisne primene minimalne vrednosti kočnog koeficijenta, sa primerom uticaja na definisanje doprinosa nastanku nezgode.

Prikazana su odstupanja očitane tačne sudarne brzine iz memorije vozila i brzine procenjene od strane veštaka, ukazujući na značajnu razliku rezultata.

Rad je ukazao na nezakonitu kvalifikaciju brzina od strane veštaka, koji se izražavaju sa "oko", jer je to suprotno ZKP-u, pri čemu je ukazano na zakonitu kvalifikaciju brzina - "najmanje" ili "najviše", kao i na okolnosti pod kojima stav važi.

Autori su se tokom rada uverili da veštaci nisu upoznati sa uslovima pod kojima važe i koliko iznose minimalne vrednosti kočnog koeficijenta za vozila vrste M1. Naime, minimalna vrednost kočnog koeficijenta je 0,5 za vozila vrste M1 proizvedena do 01.01.2017. godine, a 0,58 za vozila proizvedena nakon 01.01.2017. godine.

Radom su autori pokušali da ukažu na složen problem vremena reagovanja učesnika u saobraćajnim nezgodama, koji nije predmet saobraćajno-tehničkog veštačenja, i koji se decenijama prećutkuje.

Autori rada ne nude konačna rešenja nego ukazuju na propisane zakonske okvire i važne probleme koji još nisu rešeni.

7. LITERATURA

- [1] Zakonik o krivičnom postupku (2021), Službeni glasnik Republike Srbije br. 62/2021
- [2] Zoltan-Filip Bodolo, Komparativna analiza podataka o saobraćajnim nezgodama očitanim iz memorije vozila u odnosu na tradicionalne metode analiza saobraćajnih nezgoda, Master rad, Fimek, 2023, Novi Sad
- [3] Pravilnik o podeli motornih i priključnih vozila i tehničkim uslovima za vozila u saobraćaju na putevima, Službeni glasnik Republike Srbije br. 53/25

- [4] Drivers' Psychomotor Reaction Times Tested with a Station Method Tomasz Szydłowski *, Krzysztof Surmiński and Damian Batory *Appl. Sci.* **2021**, *11*, 2431
- [5] Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima, Službeni glasnik Republike Srbije br. 19/2025
- [6] Milan Vujanić i dr, PRIRUČNIK ZA SAOBRAĆAJNO-TEHNIČKO VEŠTAČENJE, TSGdoo, Beograd, 2022