

# ANALIZA PONAŠANJA UČESNIKA U SAOBRAĆAJU PRILIKOM PROMENE PRAVCA KRETANJA

## BEHAVIOR ANALYSIS OF THE TRAFFIC PARTICIPANTS DURING MOVEMENT COURSE CHANGE

Zoran Joševski<sup>1</sup>; Pero Stefanovski<sup>2</sup>; Mile Stojmenov<sup>3</sup>; Zijahidin Salai<sup>4</sup>

XV Simpozijum  
„Veštackanje saobraćajnih nezgoda  
i prevare u osiguranju“

**Rezime:** Saobraćajni tokovi predstavljaju sistem individua, vozača i vozila povezanih između sebe sa elementima puta i okoline. Prema tome, svaki vozač motornog vozila, prema svojim ličnim karakteristikama različno se ponaša prilikom upravljanja vozilom. Sa ciljem objašnjavanja jednog segmenta u ponašanju učesnika u saobraćajnom sistemu, sprovedeno je istraživanje koje se odnosi na različite modele ponašanja učesnika u saobraćaju preko prikupljanja kvantitativnih podataka o najavljuvanju promene pravca kretanja vozila na raskrsnici u gradskim i izvan gradskim uslovima. Istraživanje je zasnovano prikupljanjem podataka sa 8 raskrsnica na teritoriji opštine Bitolj.

**KLJUČNE REČI:** PROMENA PRAVCA, PRETICANJE, POKAŽIVAČ PRAVCA, SAOBRAĆAJNI TOK.

**Abstract:** Traffic flows are a system of individual drivers and vehicles connected with one another with road and surrounding elements. Based on this, every driver, with his/her own personal characteristics, behaves differently while driving a vehicle. In order to explain a segment from that behavior of traffic participants, a survey has been done concerning different behavior patterns, with the summarizing of quantitative data for direction change while moving in traffic at cross roads and city streets. The survey concerns 8 cross roads on the territory of Bitola.

**KEY WORDS:** CHANGE IN MOVING DIRECTION, PASSING BY, DIRECTION INDICATOR, AND TRAFFIC FLOW.

1 Tehnički fakultet Bitola, Otsek za saobraćaj i transport, Bitola, Republika Makedonija, zoran.josevski@tfb.uklo.edu.mk

2 Triglav osiguruvanje / University American College Skopje, Skopje, Republika Makedonija, stefanovski.pero@gmail.com

3 SOU Nikola Karev Strumica, milestojmenov@gmail.com

4 Biro za sudski veštackenja, Skopje, Republika Makedonija, zsalai@bsv.gov.mk

## 1. UVOD

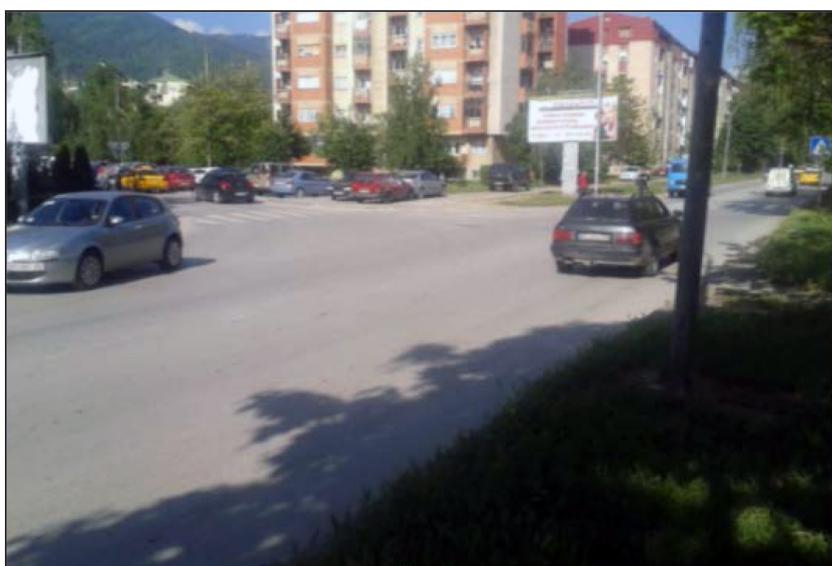
Saobraćajni sistem funkcioniše kao harmoničnu celinu samo u slučaju kada sve njegove komponente integralno ostvaruju postavljene ciljeve. Kako će se jedan saobraćajni sistem razvijati, u velikoj meri zavisi i od ponašanja njegovih učesnika. Pred čovekom koji upravlja razna saobraćajna sredstva, postavljaju se različiti zahtevi na koje on nije najbolje prilagođen. Veliki broj saobraćajnih nezgoda nastaje prilikom promene pravca kretanja (skretanje u levo ili desno na raskrsnici, preticanje prilikom nailaska na raskrsnicu, itd.). Kao jedan od brojnih razloga za saobraćajne nezgode ovog tipa pretstavlja i nenavremeno najavljivanje promene pravca kretanja od strane vozača, odnosno odsustvo najave promene pravca kretanja.

Cilj ovog istraživanja je da se prouči ponašanje učesnika u saobraćajnim tokovima prilikom promene pravca kretanja, odnosno da se dobije predstava dali oni najavljuju promenu pravca kretanja i u kom vremenskom intervalu rade to, pre nego što počnu radnju promene pravca kretanja. Ovim istraživanjem obuhvaćeno je 900 učesnika na raskrsnicama u gradskim uslovima (naseljeno mesto) i na raskrsnicama u izvan gradskim uslovima (izvan naseljenog mesta). Prikupljeni podatci su statistički obrađeni sa ciljem da se dobiju rezultati iz kojih će se dobiti osnovna obeležja prema kojim će biti izvedeni zaklučci u odnosu ponašanja učesnika prilikom promene njihovog pravca kretanja. Takođe može se utvrditi koliko od učesnika poštuju pojedine odredbe Zakona o bezbednosti saobraćaja u Republici Makedoniji gde u članu 25 stav 2 se navodi:

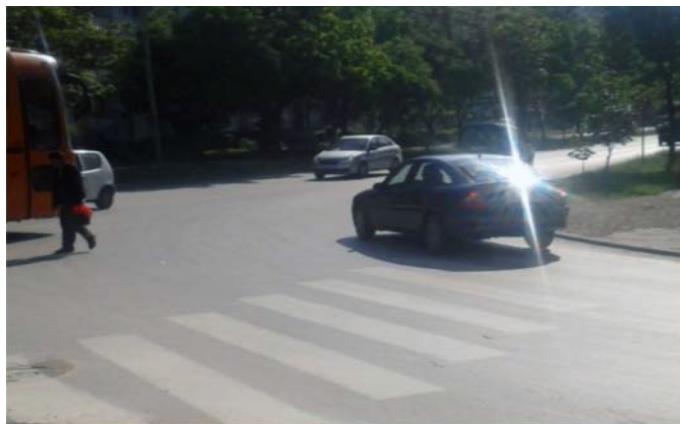
*„Pre obavljanja radnje sa vozilom od stava 1 ovog člana vozač vozila je dužan jasno i navremeno da obavesti ostale učesnike u saobraćaju za svoju nameru davajući im znak pomoću pokaživača pravca ili ako oni ne postoje odgovarajućim znakom sa rukom“.*

## 2. PRIKAZ PRIKUPLJENIH PODATAKA

Na osnovu definisanog problema i predmeta istraživanja, sprovedeno je brojanje i prikupljanje podataka na raskrsnicama u gradskim sredinama (naseljeno mesto). Obuhvaćeno je ukupno 8 raskrsnica na području grada Bitolj (Fotografija 1 i 2).



Fotografija 1. Prikaz raskrsnice u grada Bitolj.



**Fotografija 2.** Prikaz raskrsnice u grada Bitolj.

Brojanje je sprovedeno od strane tima od 5 člana, u radnim danima od 06.03.2015 do 06.04.2015, u periodu od 13 do 14 sati pri čemu je zabeležano ponašanje svakog trećeg vozila. Dobiveni podatci su prikazani u tabeli 1.

**Tabela 1.** Prikaz prikupljenih podataka na raskrsnicama u gradskoj sredini (naseljeno mesto).

0,0-0,4 (s)	0,4-0,8 (s)	0,8-1,2 (s)	1,2-1,6 (s)	1,6-2,0 (s)	2,0-2,4 (s)	2,4-2,8 (s)	2,8-3,2 (s)
24	19	27	25	37	27	25	22
3,2-3,6 (s)	3,6-4,0 (s)	4,0-4,4 (s)	4,4-4,8 (s)	4,8-5,2 (s)	5,2-5,6 (s)	5,6-6,0 (s)	
18	6	11	12	11	12	13	
Ukupno: 423 vozila od kojih 134 vozila nisu uključila pokaživač pravca							

Za raskrsnice u izvan gradskim sredinama izabrane su 6 raskrsnice koje se formiraju na magistralnom putu A-3 Bitolj – Resen (Fotografija 3).



**Fotografija 3.** Izvengradska raskrsnica  
(prikaz raskrsnice između ul. „Dovledžik“ i put A-3 Bitolj – Resen).

Istraživanje je bazirano na posmatranju svakog trećeg vozila u period od 13 do 14 sati u radnim danima od 06.03.2015 do 06.04.2015. Dobiveni rezultati su prikazani u tabeli 2.

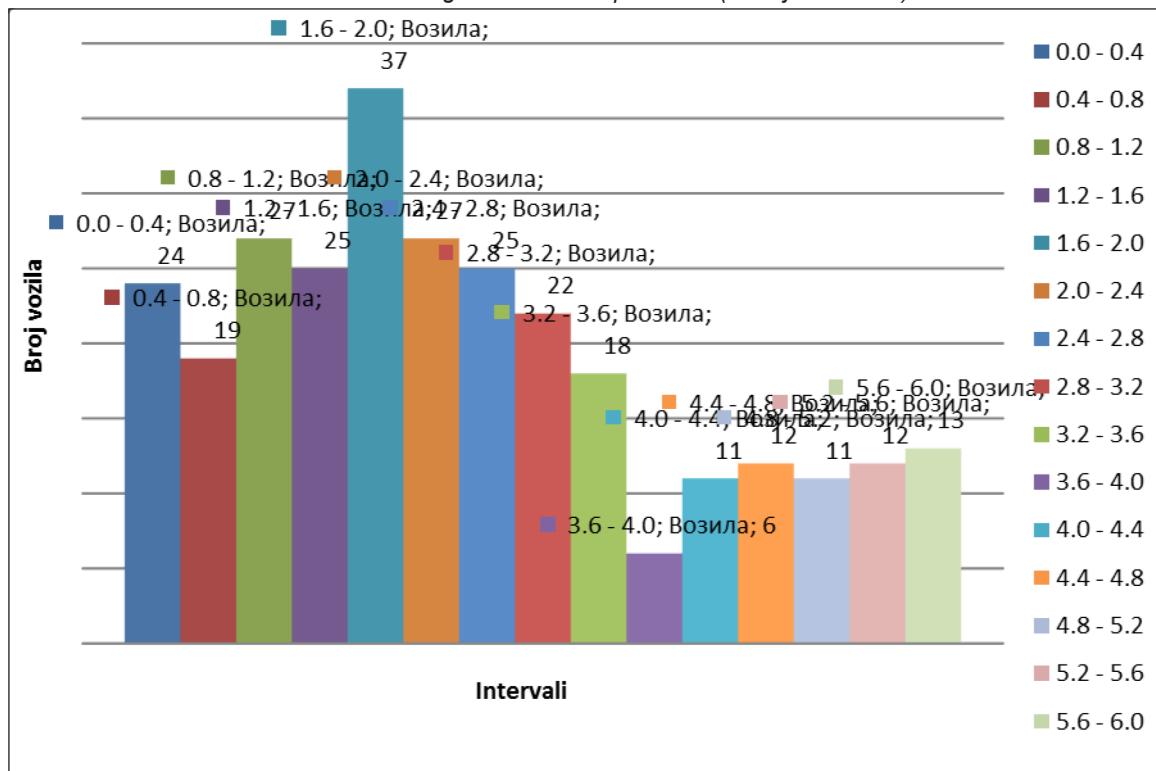
**Tabela 2.** Prikaz prikupljenih podataka na raskrsnicama u izvan gradskim sredinama (izvan naseljenog mesta).

0,0-0,4 (s)	0,4-0,8 (s)	0,8-1,2 (s)	1,2-1,6 (s)	1,6-2,0 (s)	2,0-2,4 (s)	2,4-2,8 (s)	2,8-3,2 (s)
6	3	5	9	5	30	8	17
3,2-3,6 (s)	3,6-4,0 (s)	4,0-4,4 (s)	4,4-4,8 (s)	4,8-5,2 (s)	5,2-5,6 (s)	5,6-6,0 (s)	6,0-6,4 (s)
37	15	37	18	20	22	10	11
6,4-6,8 (s)	6,8-7,2 (s)	7,2-7,6 (s)	7,6-8,0 (s)	8,0-8,4 (s)			
8	23	9	9	28			
Ukupno: 497 vozila od kojih 167 vozila nisu uključili pokaživač pravca							

### 3. ANALIZA DOBIJENIH REZULTATA

Dobijeni podaci koji se odnose na raskrsnice u gradskim sredinama (naseljeno mesto) su podeljena u 15 vremenskih intervala od po 0,4 s. Broj učesnika koji nisu najavili promenu pravca kretanja na raskrsnici iznosi 134 vozila, odnosno 31,6% od ukupnog broja opserviranih učesnika. Na grafikonu 1 je prikazan histogram dobivenih podataka.

**Grafikon 1. Histogram dobivenih podataka (naseljeno mesto).**



Statistička analiza dobivenih podataka je prikazana u tabeli 3.

**Tabela 3. Statistička analiza dobivenih podataka (naseljeno mesto).**

Raskrsnice u gradskim sredinama (naseljeno mesto)									
Redni broj		$x_i$	$f_i$	$t_i$	$f_i * t_i$	$f_i * t_i^2$	$f_i * t_i^3$	$f_i * t_i^4$	
1	0.0 - 0.4	0,2	24	-7	-168	1176	-8232	57624	
2	0.4 - 0.8	0,6	19	-6	-114	684	-4104	24624	
3	0.8 - 1.2	1	27	-5	-135	675	-3375	16875	
4	1.2 - 1.6	1,4	25	-4	-100	400	-1600	6400	
5	1.6 - 2.0	1,8	37	-3	-111	333	-999	2997	
6	2.0 - 2.4	2,2	27	-2	-54	108	-216	432	
7	2.4 - 2.8	2,6	25	-1	-25	25	-25	25	
8	2.8 - 3.2	3	22	0	0	0	0	0	
9	3.2 - 3.6	3,4	18	1	18	18	18	18	
10	3.6 - 4.0	3,8	6	2	12	24	48	96	
11	4.0 - 4.4	4,2	11	3	33	99	297	891	
12	4.4 - 4.8	4,6	12	4	48	192	768	3072	
13	4.8 - 5.2	5	11	5	55	275	1375	6875	
14	5.2 - 5.6	5,4	12	6	72	432	2592	15552	
15	5.6 - 6.0	5,8	13	7	91	637	4459	31213	
			289		-378	5078	-8994	166694	

U produžetku su prikazane statističke veličine datih vrednosti.

Aritmetička sredina

$$\bar{x} = \frac{d}{N} \sum_{i=1}^n f_i \cdot t_i + x_0$$

$$\bar{x} = \frac{0,4}{289} \cdot (-378) + 3$$

$$\bar{x} = -0,523 + 3$$

$$\bar{x} = 2,47 \approx 2,5$$

Medijana

$$\bar{M}_e = L + d \cdot \frac{\frac{N}{2} - (f_1 + f_2 + \dots + f_k)}{f_{k+1}} \Rightarrow \bar{M}_e = L_5 + d \cdot \frac{\frac{N}{2} - (f_1 + f_2 + \dots + f_k)}{f_{k+1}}$$

$$\bar{M}_e = 2,0 + 0,4 \cdot \frac{\frac{289}{2} - (25 + 27 + 19 + 24 + 37)}{27}$$

$$\bar{M}_e = 2,19$$

Moda

$$\bar{M}_o = L + d \frac{\Delta_1}{\Delta_1 + \Delta_2}$$

$$\Delta_1 = 37 - 25 = 12$$

$$\Delta_2 = 37 - 27 = 10$$

$$L = 1,6$$

$$\bar{M}_o = 1,6 + 0,4 \cdot \frac{12}{12 + 10}$$

$$\bar{M}_o = 1,6 + 0,4 \cdot \frac{12}{22}$$

$$\bar{M}_o = 1,81$$

Standardno odstupanje

$$S^2 = \frac{d^2}{N} \cdot \left[ \sum_{i=1}^n f_i \cdot t_i^2 - \frac{1}{N} \left( \sum_{i=1}^n f_i \cdot t_i \right)^2 \right]$$

$$S^2 = \frac{0,4^2}{289} \cdot \left[ 5078 - \frac{1}{289} (-378)^2 \right]$$

$$S^2 = 0,0005 \cdot 4649,348$$

$$S^2 = 2,32$$

Koeficijent disperzije

$$S = \sqrt{S^2}$$

$$S = \sqrt{232}$$

$$S = 1,52$$

Koeficijent varijacije

$$K_v = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100$$

$$K_v = \frac{1,52}{2,5} \cdot 100$$

$$K_v = 0,928 \cdot 100$$

$$K_v = 92,8$$

Koeficijent asimetrije

$$\bar{K}_a = \frac{\mu_3}{S^3}$$

$$\mu_3 = \frac{d^3}{N} \sum_{i=1}^n f_i \cdot t_i^3 - 3 \frac{d^2}{N} \sum_{i=1}^n f_i \cdot t_i^2 \cdot \frac{d}{n} \sum_{i=1}^n f_i \cdot t_i + 2 \left[ \frac{d}{N} \sum_{i=1}^n f_i \cdot t_i \right]^3$$

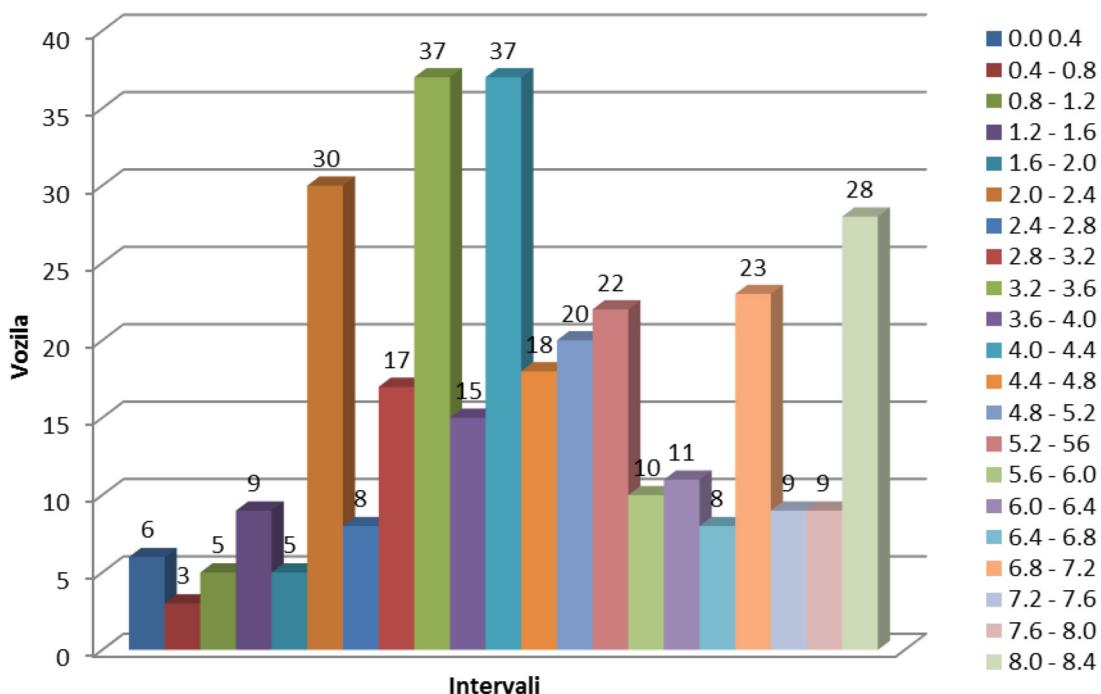
$$\mu_3 = \frac{0,4^3}{289} \cdot (-8994) - 3 \cdot \frac{0,4^2}{289} \cdot 5078 \cdot \frac{0,4}{289} \cdot (-378) + 2 \cdot \left[ \frac{0,4}{289} \cdot (-378) \right]^3$$

$$\bar{K}_a = \frac{\mu_3}{S^3}$$

$$\bar{K}_a = \frac{28,804}{3,51}$$

$$\bar{K}_a = 8,206$$

Dobijeni podaci koji se odnose na raskrsnice u izvan gradskim sredinama (izvan naseljenog mesta) su podeljena u 21 vremenskih intervala od po 0,4 s. Broj učesnika koji nisu najavili programu pravca kretanja na raskrsnici iznosi 167 vozila, odnosno 33,6% od ukupnog broja opserviranih učesnika. Na grafikonu 2 je prikazan histogram dobivenih podataka.

**Grafikon 2.** Histogram dobivenih podataka (izvan naseljenog mesta).

Statistička analiza dobivenih podataka je prikazana u tabeli 4.

**Tabela 4.** Statistička analiza dobivenih podataka (izvan naseljenog mesta).

Raskrsnice izvan gradskih sredina (izvan naseljenog mesta)								
Redni broj	Intervali	$x_i$	$f_i$	$t_i$	$f_i * t_i$	$f_i * t_i^2$	$f_i * t_i^3$	$f_i * t_i^4$
1	0.0 - 0.4	0,2	6	-10	-60	600	-6000	60000
2	0.4 - 0.8	0,6	3	-9	-27	243	-2187	19683
3	0.8 - 1.2	1,4	5	-8	-40	320	-2560	20480
4	1.2 - 1.6	1,4	9	-7	-63	441	-3087	21609
5	1.6 - 2.0	1,8	5	-6	-30	180	-1080	6480
6	2.0- 2.4	2,2	30	-5	-150	750	-3750	18750
7	2.4 - 2.8	2,6	8	-4	-32	128	-512	2048
8	2.8 - 3.2	3	17	-3	-51	153	-459	1377
9	3.2 - 3.6	3,4	37	-2	-74	148	-296	592
10	3.6 - 4.0	3,8	15	-1	-15	15	-15	15
11	4.0 - 4.4	4,2	37	0	0	0	0	0
12	4.4 - 4.8	4,6	18	1	18	18	18	18
13	4.8 - 5.2	5	20	2	40	80	160	320
14	5.2 - 5.6	5,4	22	3	66	198	594	1782
15	5.6 - 6.0	5,8	10	4	40	160	640	2560
16	6.0 - 6.4	6,2	11	5	55	275	1375	6875
17	6.4 - 6.8	6,6	8	6	48	288	1728	10368
18	6.8 - 7.2	7	23	7	161	1127	7889	55223
19	7.2 - 7.6	7,4	9	8	72	576	4608	36864
20	7.6 - 8.0	7,8	9	9	81	729	6561	59049
21	8.0 - 8.4	8,2	28	10	280	2800	28000	280000
					330	319	9229	31627
								604093

U produžetku su prikazane statističke veličine datih vrednosti.

### Aritmetička sredina

$$\bar{x} = \frac{d}{N} \sum_{i=1}^n f_i \cdot t_i + x_0$$

$$\bar{x} = \frac{0,4}{330} \cdot 319 + 4,2$$

$$\bar{x} = 0,38 + 4,2$$

$$\bar{x} = 4,58 \approx 4,5$$

### Medijana

$$\bar{M}_e = L + d \cdot \frac{\frac{N}{2} - (f_1 + f_2 + \dots + f_k)}{f_{k+1}} \Rightarrow \bar{M}_e = L_{10} + d \cdot \frac{\frac{N}{2} - (f_1 + f_2 + \dots + f_k)}{f_{k+1}}$$

$$\bar{M}_e = 4,0 + 0,4 \cdot \frac{\frac{330}{2} - (6 + 3 + 5 + 9 + 5 + 30 + 8 + 17 + 37 + 15)}{37}$$

$$\bar{M}_e = 4,324$$

### Moda

$$\bar{M}_o = L + d \frac{\Delta_1}{\Delta_1 + \Delta_2}$$

$$\Delta_1 = 37 - 15 = 22$$

$$\Delta_2 = 37 - 18 = 19$$

$$L = 4,0$$

$$\bar{M}_o = 4,0 + 0,4 \cdot \frac{22}{22 + 19}$$

$$\bar{M}_o = 4,0 + 0,4 \cdot \frac{22}{41}$$

$$\bar{M}_o = 4,215$$

### Standardno odstupanje

$$S^2 = \frac{d^2}{N} \cdot \left[ \sum_{i=1}^n f_i \cdot t_i^2 - \frac{1}{N} \left( \sum_{i=1}^n f_i \cdot t_i \right)^2 \right]$$

$$S^2 = \frac{0,4^2}{330} \cdot \left[ 9229 - \frac{1}{330} \cdot 319^2 \right]$$

$$42,83$$

Koeficijent disperzije

$$S = \sqrt{S^2}$$

$$S = \sqrt{42,83}$$

$$S = 6,54$$

Koeficijent varijacije

$$K_v = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100$$

$$K_v = \frac{6,54}{4,5} \cdot 100$$

$$K_v = 1,4533 \cdot 100$$

$$K_v = 145,33$$

Koeficijent asimetrije

$$\bar{K}_a = \frac{\mu_3}{S^3}$$

$$\mu_3 = \frac{d^3}{N} \sum_{i=1}^n f_i \cdot t_i^3 - 3 \frac{d^2}{N} \sum_{i=1}^n f_i \cdot t_i^2 \cdot \frac{d}{n} \sum_{i=1}^n f_i \cdot t_i + 2 \left[ \frac{d}{N} \sum_{i=1}^n f_i \cdot t_i \right]^3$$

$$\mu_3 = \frac{0,4^3}{330} \cdot 635729 - 4,2 \cdot \frac{0,4^2}{330} \cdot 9229 \cdot \frac{0,4}{330} \cdot 319 + 2 \cdot \left[ \frac{0,4}{330} \cdot 319 \right]^3$$

$$\bar{K}_a = \frac{\mu_3}{S^3}$$

$$\bar{K}_a = \frac{113,77}{279,62}$$

$$\bar{K}_a = 0,4$$

## 4. ZAKLJUČAK

Iz sprovedene statističke analize dobivenih rezultata opservacijom 8 raskrsnica u gradskim sredinama (naseljeno mesto) i 6 raskrsnica (izvan naseljenog mesta), može se zaključiti da su iste u čvrstoj korelaciji. Utvrđivanje ove korelacije između ostalog je bio i naš cilj ovog istraživanja.

Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da vozači najavljaju promenu pravca kretanja na oko 2,5 s pre nego što započnu radnju skretanja u gradskim sredinama (naseljeno mesto) i na oko 4,5 s u izvan gradskim sredinama (izvan naseljenog mesta). Pri tome treba imati u vidu da relativno veliki broj vozača uopšte ne najavljuje svoju promenu pravca kretanja što često puta pretstavlja jedan od uzroka saobraćajnih nezgoda na putevima.

Dobiveni rezultati ovog istraživanja mogu poslužiti kao pokazatelj da je potrebno delovati u smeru edukacije vozača, kao i svih učesnika u saobraćaju i povećanje javne svesti.

Postizanjem ovih ciljeva, koordinacijom i fokusiranim akcijom svih kapaciteta, smatramo da će se broj neodgovornih učesnika u saobraćaju smanjiti, a samim tim će se smanjiti i broj saobraćajnih nezgoda.