

MARIJAN RAJSMAN, dipl.inž.
SOUR PIK "Vinkovci"
Vinkovci

Sigurnost u prometu
Izvorni znanstveni rad
UDK 656.052 + 159.94
Primljeno: 04.05.1989.
Prihvaćeno: 27.06.1989.

VRIJEME UPRAVLJANJA VOZILOM DO PROMETNOGA KONFLIKTA

SAŽETAK

Ovaj rad predstavlja prilog istraživanju ljudskog faktora u nastajanju prometnih nesreća, u kojem se pokušalo analizom samo jedne slučajne veličine izražene kao vrijeme upravljanja vozilom do prometnoga konflikta što ga je pouzročio vozač, metodama matematičke statistike na bazi empirijske distribucije, ispitati njene karakteristike i eventualno utvrditi zakon vjerojatnosti ove varijable u osnovnom skupu. Značajno je bilo utvrditi da li i kada kod vozača za vrijeme upravljanja vozilom dolazi do smanjenja sposobnosti prosuđivanja i koncentracije zbog utjecaja umora što se konkretizira pojavom prometnoga konflikta s lakšim ili težim posljedicama.

Najveća učestalost pojavljivanja prometnih konflikata u granicama šestog sata upravljanja vozilom ukazuje na izraženiji utjecaj umora, koji kod vozača autobusa u tom satu rezultira znatnijim odstupanjima u vozačkoj sposobnosti, a ujedno se time potvrđuje opravdanost zakonske odredbe obveznog odmora vozača nakon petosatnog upravljanja vozilom.

1. UVODNE NAPOMENE

Vrijeme upravljanja vozilom izraženo trajanjem radne aktivnosti vozača nedvojbeno utječe na razinu vozačke sposobnosti i na sigurnost prometa, pa zaslužuje posebnu pažnju u istraživanju i prevenciji prometnih nesreća. Od bitnog je značenja ispitati da li i kada u vozača za trajanja vožnje dolazi do znatnijih odstupanja u razini vozačke sposobnosti što se može manifestirati upravo pojavom prometnoga konflikta s lakšim ili težim posljedicama.

Prema mišljenju Miloševića tijekom vožnje (pri produženoj vožnji) dolazi do postupnog povećanja odstupanja od danog pravca i brzine kretanja vozila, a pojavljuje se i veća učestalost skretanja vozila. Nadalje, taj autor ustvrđuje da je stanje umora karakterizirano pojavom grešaka. Zbog smanje-

ne sposobnosti percepcije broj grešaka postupno se povećava usporedno s duljinom upravljanja vozilom, a u vožnji postoje vidljive promjene u radnom ponašanju već nakon dvosatnog rada.¹

Kovačević definira upravljanje motornim vozilom kao svjesno svladavanje zapreka puta na pravcu kretanja uz stalni tok, prijem i obradu informacija koje na vozača djeluju kao moderator brzine kretanja vozila. Taj autor predstavlja razinu vozačke sposobnosti rezultantom trenutnog stanja ulazno - izlaznih (psihofizičkih) odnosno aktivnosti čija je vrijednost individualna za svakog vozača.²

Prema Šeparoviću događaj koji vodi nesreći u trenutku kršenja prometnih propisa i pravila zavisi mnogo manje od slučajnih okolnosti (npr. od ponašanja drugih sudionika u prometu) što za nastanak nesreće ima značajnu ulogu, pa ako u ranijem stadiju spoznamo ponašanje čovjeka koje vodi nesreći, bliže smo istinskom uzroku tog ponašanja. Među posebno izraženim uzrocima prometnih konflikata jesu psihofizički utjecaji (osobito zamorenost vozača) kojima znanost u svijetu pridaje sve veću važnost.³

Ova analiza temelji se na podacima iz operativne evidencije o prometnim nesrećama i nezgodama profesionalnih vozača autobusa radne organizacije javnoga cestovnog prometa. Rad obuhvaća pritom samo analizu vremena upravljanja vozilom do prometnoga konflikta koji je prouzročen krivicom vozača.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Prema zakonskim propisima vozač koji upravlja autobusom ne smije upravljati vozilom dulje od pet sati neprekidno, a tijekom 24 sata ne smije upravljati dulje od 8 sati ukupno. Vrijeme trajanja vožnje do prometnoga konflikta predstavlja slučajnu veličinu, pa je cilj ovog istraživanja da na osnovi konkretnih podataka statističkom analizom utvrdi njene karakteristike i eventualno zakonitosti vjerojatnosti te varijable. U skladu s tim postavljena je hipoteza o Poissonovoj distribuciji ove slučajne veličine.

3. METODOLOGIJA RADA

Uzorkom su obuhvaćena pojedinačna vremena vožnje do prometnog konflikta iz evidencije prometnih nezgoda i nesreća u razdoblju od 1979. do 1987. godine. Prema organizacijskoj shemi vozači koji su sudjelovali u prometnim konfliktima ili koji su ih prouzročili radili su uglavnom na relacijama u prigradskom prometu uz prosječno dnevno efektivno vrijeme vožnje od 6,5 sati i prosječno odstupanje od te vrijednosti od 0,25 sata te uz prosječno ukupno vrijeme provedeno na radu dnevno oko 9,1 sati.

U analizi vremena upravljanja vozilom do prometnog konflikta koriste se metode matematičke statistike, te se na osnovi empirijske distribucije procjenjuju karakteristike i zakonitosti obilježja te varijable.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Iz evidencije o prometnim nesrećama i nezgodama i o trajanju vožnje do prometnog konflikta što ga je uzrokovao vozač dobivene su vrijednosti uzorka (mjereno u satima) predočene u tablici 1.

Tablica 1

Trajanje vožnje x_i	Frekvencija f_i	x_i^2	$x_i f_i$	$x_i^2 f_i$	$f_i/n=f(x_i)$	$F(x_i)$
1	11	1	11	11	0,095	0,095
2	18	4	36	72	0,155	0,250
3	19	9	57	171	0,164	0,414
4	12	16	48	192	0,104	0,518
5	13	25	65	325	0,112	0,630
6	26	36	156	936	0,225	0,854
7	15	49	105	735	0,129	0,983
8	2	64	16	128	0,017	1,000
	116		494	14704	1,00	

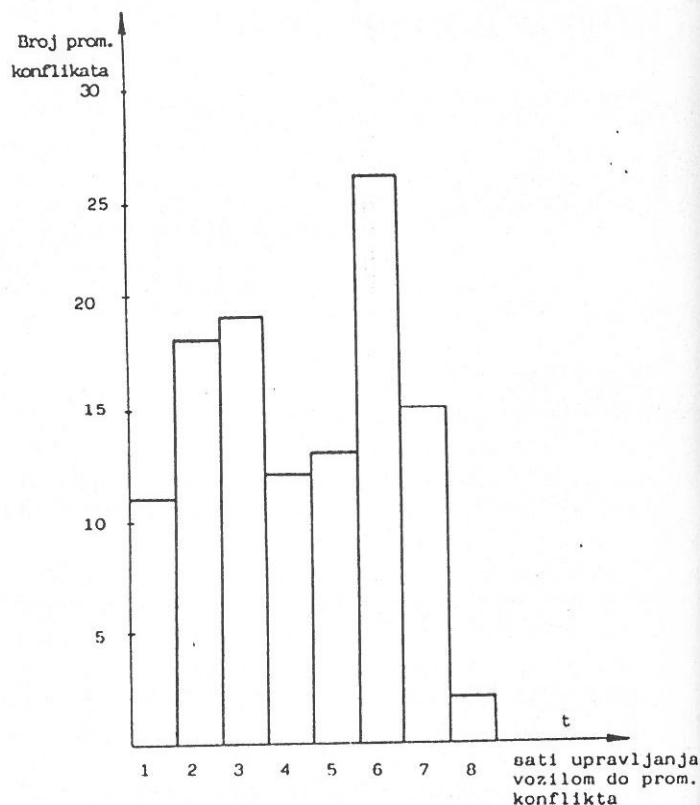
Vrijeme trajanja vožnje do prometnog konflikta s vrijednostima x_i nastupa s frekvencijom f_i , ako s n obilježimo ukupan broj vrijednosti u uzorku (veličina uzorka), onda vrijedi:

$$n = \sum_1 f_i = 116$$

- aritmetička sredina $\bar{x}$ definirana je odnosom:

$$\bar{x} = 1/n \sum_1 x_i f_i = 4,258 \text{ h}$$

- disperzija S^2 uzorka:



Slika 1. Dijagram apsolutnih frekvencija

$$S^2 = 1/(n-1) \sum_1 (x_i - \bar{x})^2 f_i;$$

$$\text{uz } m_2 = 1/n \sum_1 x_i^2 f_i - \bar{x}^2$$

iz čega slijedi: $S^2 = n/(n-1) m_2$; $m_2 = 4,025$

$$S^2 = 4,06 \Rightarrow S = 2,015 \text{ sati,}$$

pa prema tome prosječno odstupanje vrijednosti u uzorku od aritmetičke sredine iznosi 2,015 sati.

- koeficijent varijacije:

$$V = S/\bar{x} = 0,473 \approx 47\%$$

Koeficijent varijacije pokazuje da srednje odstupanje vrijednosti u uzorku od aritmetičke sredine iznosi oko 47%.

Nadalje, izvjesne informacije o empirijskoj distribuciji mogu se dobiti preko koeficijenta asimetrije (g_3) i koeficijenta spljoštenosti (g_4):

$$g_3 = m_3/s^3 ; g_4 = m_4/s^4$$

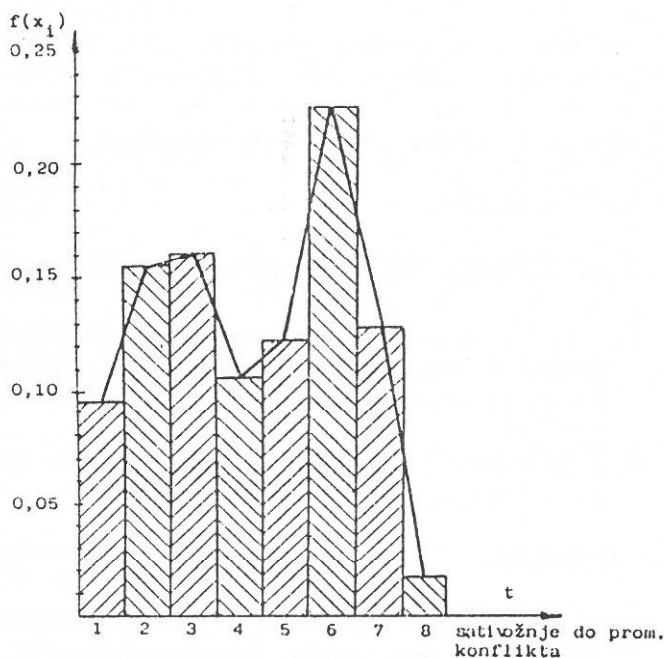
- obični r -ti moment distribucije

$$m_r = 1/n \sum_1 x_i^r f_i$$

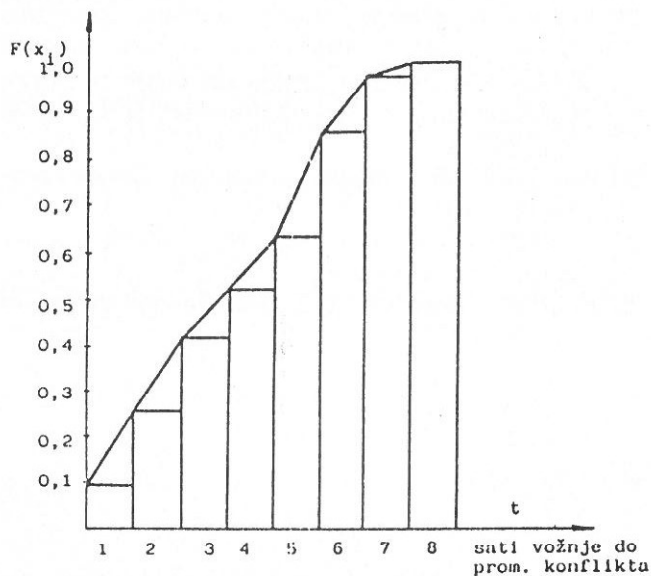
$$m_3 = 127,956 \Rightarrow g_3 = 15,64$$

$$m_4 = 783,948 \Rightarrow g_4 = 47,55$$

Vrijednost koeficijenta asimetrije i koeficijenta spljoštenosti ukazuju na znatna odstupanja empirijske distribucije od normalne (za normalnu distribuciju $g_3 = 0$ i $g_4 = 3$).



Slika 2. Histogram i poligon relativnih frekvencija



Slika 3. Grafikon kumulativne funkcije

Mod empirijske distribucije predstavlja šesti sat, kao vrijednost obilježja ove slučajne varijable koja nastupa u najvećem broju. Ako uzmemo u obzir da se prosječno efektivno vrijeme vožnje nalazi uglavnom u granicama sedmog sata, evidentno je da šesti sat vožnje prema dobivenim vrijednostima uzorka predstavlja "kritičan sat" u granicama kojeg dolazi do najveće učestalosti zbivanja prometnih konflikata.

Testiranje hipoteze o Poissonovoj distribuciji u osnovnom skupu

Postavljena je statistička hipoteza o Poissonovoj distribuciji ove slučajne veličine, koju je potrebno verificirati na osnovi uzorka. Testiranje te hipoteze provodi se na osnovi χ^2 -testa:

$$\chi^2_o = \sum_{i=1}^k (f_i - f_i^*)^2 / f_i^* > c \quad (H_o \text{ se odbacuje})$$

gdje su:

- f_i empirijske a f_i^* teoretske apsolutne frekvencije.

- c se određuje iz χ^2 -distribucije uz $K - r - 1$ stupnjeva slobode ($K = 8$, $r = 1$), iz uvjeta: $F(c) = 1 - \alpha$, gdje je α razina signifikantnosti:

$$\alpha = 5\% \Rightarrow c = 12,59$$

Izračunavamo zatim teoretske frekvencije f_i^* , uz prethodno određivanje parametra λ u funkciji vjerojatnosti $f(x)$ Poissonove razdiobe:

$$P(\chi=x) = f(x) = e^{-\lambda} \lambda^x / x!$$

Parametar λ može se ocijeniti s $\bar{x}$, tj. možemo približno uzeti da je $\lambda \approx \bar{x}$, pa je hipotetski model vjerojatnosti:

$$P(\chi=x) = e^{-4,26} 4,26^x / x!$$

Dobiveni su podaci predloženi u tablici 2.

Tablica 2.

x_i	f_i	p_i	f_i^*	$f_i - f_i^*$	$(f_i - f_i^*)^2$	$(f_i - f_i^*)^2 / f_i^*$
1	11	0,095	6,96	4,04	16,32	2,34
2	18	0,155	14,85	3,15	9,92	0,67
3	19	0,164	21,11	-2,11	4,45	0,21
4	12	0,104	22,50	-10,5	110,25	4,90
5	13	0,112	19,15	-6,15	37,82	1,97
6	26	0,225	13,60	12,4	153,76	11,30
7	15	0,129	8,28	6,27	45,16	5,45
8	2	0,017	4,41	-2,41	5,81	1,32
116	1,000		5,14		$\chi^2_o = 28,16$	

Budući da je $\chi^2_o > c$, odbacuje se hipoteza Poissonove distribucije (s $\lambda = 4,26$) u osnovnom skupu, što govori o statistički signifikantnim odstupanjima empirijskih od teoretskih frekvencija.

5. ZAKLJUČCI

Statistička analiza slučajne veličine iz-

ražene kao vrijeme upravljanja vozilom do prometnoga konflikta što ga je prouzročio vozač u ispitivanom uzorku ukazuje na sljedeće:

- slučajna varijabla poprima svoje vrijednosti uz određene vjerojatnosti, ali ipak ne možemo ustanoviti zakon vjerojatnosti takve varijable,

- iz empirijske distribucije dobivena je aritmetička sredina od 4,26 sata za ovu varijablu uz veliko odstupanje vrijednosti u uzorku, i to oko 47%,

- vrijednosti koeficijenta asimetrije i spljoštenosti jasno ukazuju na znatna odstupanja empirijske od normalne distribucije ove slučajne veličine,

- dominantnu vrijednost empirijske distribucije predstavlja šesti sat vožnje, kao vrijednost obilježja ove slučajne varijable koja nastupa u najvećem broju (u 22,4% registriranih slučajeva), što jasno ukazuje na izraženiji utjecaj umora u tom satu upravljanja vozilom,

- odbacuje se hipoteza Poissonove distribucije ove varijable u osnovnom skupu, s obzirom na statistički signifikantna odstupanja empirijskih od teoretskih frekvencija.

Najveća učestalost pojave prometnih konflikata u šestom satu vožnje ukazuje na utjecaj umora koji kod vozača autobusa upravo u tom satu rezultira znatnijim odstupanjima u razini vozačke sposobnosti, a ujedno se time potvrđuje opravdanost i potreba poštivanja zakonske odredbe o dopuštenoj duljini neprekidnog upravljanja vozilom od pet sati, nakon čega se vozač mora odmarati najmanje pola sata.

SUMMARY

PERIOD OF VEHICLE OPERATION UNTIL THE CONFLICTING MOVEMENT

This paper is meant to be a contribution to the research of human element in occurrence of traffic accidents: by analysing only one random value expressed as the period of operation of a vehicle until the conflicting movement caused on the part of the driver the author tries to investigate by the method of mathematical statistics based upon empirical distribution its characteristics and possibly establish the rule of probability of this variable in the basic array. Thus it has been important to establish if and when the driver experiences in the process of operation a reduced power of judgement and concentration due to fatigue which becomes actual in the shape of a conflicting movement with either minor or major con-

sequences.

The highest incidence of conflicting movements which occurs within the period of six hours of operation points to the pronounced impact of fatigue which in bus drivers at this point results in considerable deviations of operating capacity and, at the same time, confirms the justifiability of legal stipulation of mandatory rest of drivers after the completion of five hour drive.

POZIVNE BILJEŠKE

1. S. MILOŠEVIĆ: Saobraćajna psihologija. Beograd, Naučna knjiga, 1981, str. 157-171.
2. I. JELČIĆ i suradnici: Medicina prometa. Zagreb, OOUR Istraživački centar za medicinu i psihologiju prometa Zavoda za zaštitu zdravlja grada Zagreba, 1985, str. 333-339.
3. Z. ŠEPAROVIĆ: Metodologijski pristup izučavanju sigurnosti prometa. Čovjek i promet, 4, 1978, 3.

LITERATURA

- [1] S. MILOŠEVIĆ, R. BANIČEVIĆ, A. POŠTIĆ - GRUJIN: Istraživanje umora vozača. Čovjek i promet, 7, 1981, 3-4.
- [2] Pravilnik o evidenciji prometnih nezgoda, Narodne novine SRH, 1986, 3.
- [3] Pravilnik o ukupnom trajanju vremena upravljanja vozilom, odmorima vozača i načinu rada udvojenih posada na vozilima, u opsegu koji utječe na sigurnost upravljanja vozilom. Službeni list SFRJ, 1984, 18 i 1985, 67.
- [4] P.A.B. RAFFLE: Vozačka sposobnost. Čovjek i promet, 2, 1976, 1.
- [5] S. SKOK: Matematičke i statističke metode. Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 1985.
- [6] S. SKOK: Matematika III. Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 1985.