

# ИЗБЕГАВАЊЕ НАЛЕТА НА ПРЕПРЕКУ БОЧНИМ ИЗМИЦАЊЕМ – НОВИ ПРИСТУП

## AN OBSTACLE AVOIDANCE LANE CHANGE MANEUVER – A NEW APPROACH

Зоран Папић<sup>1</sup>; Светозар Костић<sup>2</sup>; Вук Богдановић<sup>3</sup>

X Симпозијум  
"Анализа сложенних саобраћајних незгода  
и преваре у осигурању"

**Резиме:** Избегавање налета на препреку бочним измицањем возила било је предмет већег броја истраживања. Већина модела за прорачун дужине пута измицања заснована је на теоретским истраживањима, која су у обзир узимала и бројна поједностављења. На основу експерименталних истраживања маневра бочног измицања возила, успостављен је емпиријски модел за прорачун дужине пута измицања, који своју примену може наћи у експертизама саобраћајних незгода, али и у оквиру концепта развоја савремених "интелигентних" возила.

**КЉУЧНЕ РЕЧИ:** БОЧНО ИЗМИЦАЊЕ, МАНЕВАР, ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ИСТРАЖИВАЊА, ПРОРАЧУН, МОДЕЛ

**Abstract:** The obstacle avoidance maneuver was the subject of many researches. Most of the models for calculation of distance necessary to perform the avoidance maneuver were based on theoretical researches, that took into account a large number of simplifications. Based on the experimental researches of obstacle avoidance lane change maneuver, it was established the empirical model for calculation of evasive maneuver distance. This model can be used for traffic accidents reconstruction, but also in the development concept of modern "intelligent" vehicles.

**KEY WORDS:** LATERAL AVOIDANCE, MANEUVER, EXPERIMENTAL RESEARCH, CALCULATION, MODEL

<sup>1</sup> Факултет техничких наука, Департман за саобраћај, Нови Сад, [njele@uns.ac.rs](mailto:njele@uns.ac.rs)

<sup>2</sup> Факултет техничких наука, Департман за саобраћај, Нови Сад, [sasakostic49@gmail.com](mailto:sasakostic49@gmail.com)

<sup>3</sup> Факултет техничких наука, Департман за саобраћај, Нови Сад, [vuk@uns.ac.rs](mailto:vuk@uns.ac.rs)

## 1. УВОД

Учествујући у саобраћају, возач има перманентну потребу за предузимањем маневара у циљу промене брзине или правца кретања возила којим управља. При томе ове промене могу бити у функцији вољних и планираних радњи, а могу бити и инициране опасним ситуацијама. Промена правца кретања при којој долази до бочног измицања возила најчешће се предузима у уобичајеним режимима вожње, у циљу успостављања жељеног правца или режима кретања, односно промене саобраћајне траке, претицања или обилажења. Међутим, у одређеним саобраћајним ситуацијама возач је принуђен да на управљачки механизам делује нагло, покушавајући да на тај начин измицањем свог возила избегне незгоду или ублажи њене последице. Након наиласка на заустављено возило или непокретну препреку на путу, возач ће поступити у зависности од услова које му диктира укупна саобраћајна ситуација. Уколико је препрека на коловозу уочена благовремено, возач ће, ако за то у датој саобраћајној ситуацији постоје услови, отпочети бочно измицање возила у циљу њеног обилажења, без нагле промене правца кретања. Уколико је препрека уочена касно, или је опасност у виду препреке на коловозу настала изненада, возач је принуђен да предузме неку од наглих радњи у циљу избегавања незгоде. При томе он пред собом има три алтернативе. Прва је да незгоду покуша избећи кочењем до потпуног заустављања возила до препреке, друга је да налет на препреку покуша избећи контролом бочног положаја возила, односно измицањем и трећа, најкомплекснија, је да налет на препреку покуша избећи истовременом контролом брзине и бочног положаја возила.

У експерименталном истраживању у коме је анализирана могућност избегавања налета на изненадну препреку на коловозу, Rice и Dell'Amico [49] су утврдили да је 70,5% возача налет покушало избећи само употребом кочнице, док је 23,5% предузело маневар измицања у циљу покушаја избегавања налета.

У истраживању реалних саобраћајних незгода, Fleury [39] је утврдио да су у ситуацијама изненадног наиласка на препреку, возачи у већој мери налет покушавали избећи кочењем. У случајевима када је предузет маневар измицања, возачи су возило измицали углавном у ону страну у коју се кретала и препрека.

Limpert и Gamero [36] су у оквиру мултидисциплинарне анализе саобраћајних незгода, на узорку од 100 незгода утврдили да је у њима 56% возача налет покушало избећи предузимањем кочења, док је 7,5% предузимало маневар избегавања измицањем. Истовремено кочење и измицање предузело је 15% возача. Овим истраживањем је утврђено да са порастом брзине кретања возила учествовао у незгоди растао и број возача који су покушали незгоду избећи предузимањем маневра измицања. На основу спроведених истраживања, Limpert и Gamero су дефинисали критичну брзину, при којој налет на препреку не може бити избегнут кочењем, већ само евентуалним маневром измицања.

Истраживања Hattericka и Bathursta [24] на узорку од 265 саобраћајних незгода у којима је анализирана могућност избегавања налета на изненадну препреку на коловозу, показала су да је 52,7% возача налет покушало избећи кочењем. Само измицањем у страну, налет је покушало избећи 2,3% возача, док је истовремено кочење и измицање у циљу избегавања налета предузело 43,4% возача.

Анализа могућности избегавања саобраћајне незгоде је један од најважнијих делова налаза вештака. У овом делу, вештак на основу утврђених чињеница, анализира различите реалне могућности да се конкретна саобраћајна незгода избегне. Посебно је значајно анализирати оне начине избегавања који се у датој ситуацији, могу

очекивати од учесника у саобраћајној незгоди. У том циљу, најчешће се врши анализа могућности избегавања незгоде предузимањем радње кочења. С обзиром на могућности возила као техничког система, у одређеним ситуацијама, неопходно је извршити анализу процеса измицања возила током његовог кретања пре незгоде, или је пак потребно сагледати могућност избегавања незгоде предузимањем овог маневра. Измицање возила постиже се деловањем на управљачки механизам, чиме се возило преусмерава најчешће на слободну коловозну површину и представља веома сложен маневар. Имајући наведено у виду, за потребе експертиза саобраћајних незгода, потребно је користити модел који најтачније описује сам маневар бочног измицања, као и понашање возача возила током овог маневра.

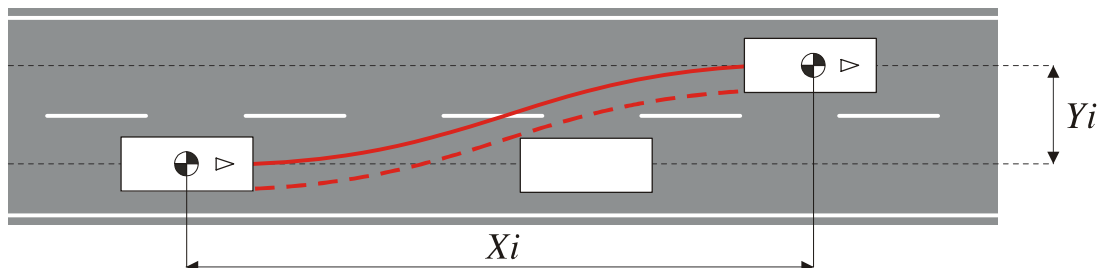
Математички модели који описују маневар измицања су у основи засновани на претпоставци да се он спроводи при константној брзини кретања, као и да се сваки маневар управљачем тренутно испољава кроз лучно кретање возила. Ови модели не узимају у обзир време реаговања неопходно за предузимање маневра управљачем, као ни механичко време одзива управљачког механизма на закретање управљачких точкова и пнеуматике. Поред наведених поједностављења, постоје разлике и у приступу математичком моделовању процеса измицања возила. Неки од модела засновани су на претпоставци да се током овог маневра возило креће по правилној кружној лучној путањи. Други су базирани на синусној функцији бочног убрзања возила током процеса измицања. Постоје и други математички модели трајекторије возила током процеса измицања: кубна парабола, полином 5. реда, полином 7. реда, комбинација кружног лука и полинома, клотоида, итд [Sledge, Marshek]. У сваком случају, разлике у дужини пута измицања, у зависности од коришћеног модела нису мале и износе и до 40%. Имајући у виду овако велике разлике, закључује се да ни одговори у вези потребне дужине пута измицања не могу бити сасвим поуздани.

Сви ови модели углавном су засновани на теоретској основи и одређеним поједностављењима, тако да њима није обухваћена једна од најважнијих категорија за реализацију овог маневра, а то је понашање возача. У претходно наведеним истраживањима показано је да се понашање возача разликује и у ситуацији када треба донети одлуку која избегавајућа радња ће се предузети. Самим тим, сасвим је реално очекивати да се и параметри који карактеришу кретање возила током маневра измицања у извесној мери разликују, од случаја до случаја и од возача до возача. Управо из тог разлога, идеја овог рада је да основу модела за прорачун дужине пута неопходне за реализацију маневра измицања чине резултати експерименталних истраживања. Да би ово истраживање имало смисла, оно мора бити конципирано тако да се омогући понављање експеримента, под што је могуће сличнијим условима. На тај начин би се обезбедио узорак валидан за анализу, који би по природи био хетерогенији, по питању возила која учествују у експерименту и возача који њима управљају.

## **2. ТИПОВИ МАНЕВРА КОД ИЗБЕГАВАЊА НАЛЕТА НА ПРЕПРЕКУ ИЗМИЦАЊЕМ**

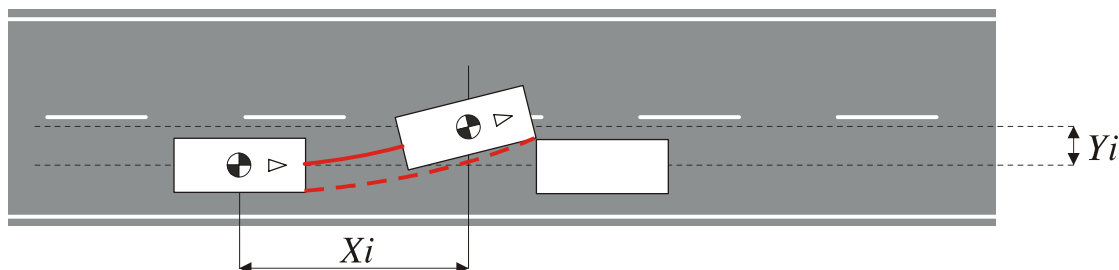
За разлику од измицања у циљу промене саобраћајне траке, које се врши у режиму уобичајеног, удобног бочног убрзања за возача и путнике у возилу, на удаљености довољној да се планирани маневар изведе, измицање у циљу избегавања налета на изненадну препреку је непланирано и изнуђено тренутном саобраћајном ситуацијом. Маневар се врши на расположивом растојању, које најчешће није довољно да се налет избегне кочењем. Из тог разлога, бочно убрзање које се јавља приликом овог маневра превазилази границе удобног убрзања и често за последицу може имати дестабилизацију возила.

Једну од честих фундаменталних разлика у приступу анализи избегавања налета на препреку измицањем је јединствено третирање појма бочног измицања за ширину препреке и избегавања налета на препреку измицањем. На ове проблеме указао је у свом раду Vonnemann [8]. Појам бочног измицања за ширину препреке подразумева прелазак возила са једне путање на другу, паралелну почетној. Растојање између ових путања, представља бочно растојање потребно за измицање или ширину поља измицања (Слика 1.)



Слика 1. Маневар избегавања налета на препреку бочним измицањем за ширину препреке

Код анализе избегавања налета на препреку измицањем, сам маневар се завршава у тренутку када возило својим најистуренијим делом ка препреци, прође поред препреке, без контакта са њом. То значи да се на крају ове радње возило не налази на путањи паралелној почетној путањи кретања пре почетка маневра, већ је још увек укошено у односу на почетни правац. Због идентичног третмана ширине бочног измицања у оба маневра, јављају се значајне разлике и у дужини потребног пута за њихово спровођење.



Слика 2. Маневар избегавања налета на препреку измицањем

Са аспекта возила као техничког система, маневар измицања започиње у тренутку отпочињања промене његовог правца кретања, односно када тежиште возила започне одступање од праволинијске путање, којом се до тог тренутка кретало. Истовремено, долази до појаве центрифугалне силе која условљава пораст интензитета бочног убрзања. За разлику од почетка маневра измицања, који је једнозначно одређен, један од најважнијих аспеката истраживања дужине пута неопходног за реализацију маневра измицања возила је правилно дефинисање критеријума о томе када се он може сматрати завршеним. У том смислу, може се истаћи следеће:

- Избегавање налета на препреку измицањем започиње у тренутку отпочињања промене правца кретања возила, а завршава се у моменту када оно, својим најистуренијим делом прође поред препреке, без контакта са њом. Код овог маневра, ширина поља измицања одговара ширини препреке.
- Бочно измицање возила приликом избегавања налета на препреку започиње у тренутку отпочињања промене његовог правца кретања, а завршава се када возило, након избегавања препреке и бочног измицања за одређену ширину, заузме положај паралелан почетном. Уколико се бочно измицање врши у циљу избегавања налета на препреку, ширина поља измицања мора бити већа од ширине препреке.

### 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ МАНЕВРА БОЧНОГ ИЗМИЦАЊА ВОЗИЛА

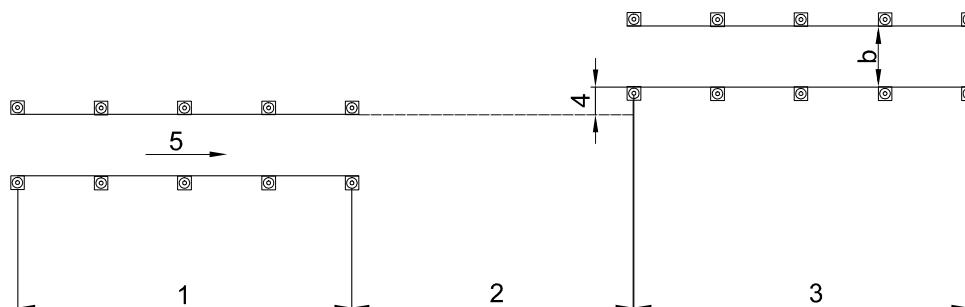
#### 3.1. Поступак истраживања

Основу експерименталног истраживања чини процедура и тест полигон дефинисан у складу са ISO 3888-2 стандардом. Овај стандард је припремљен од стране Техничког комитета ISO/TC 22, Друмска возила, Подкомитет SC 9, Динамика и стабилност возила. ISO 3888, под насловом путнички аутомобили – Тест стаза за оштар маневар промене саобраћајне траке.

Део стандарда ISO 3888-2 дефинише димензије тест стазе за затворену петљу теста острог маневра промене саобраћајне траке и примењив је за путничке аутомобиле и лака комерцијална возила чија највећа дозвољена маса не прелази 3,5 t.

Дужина одсека стазе је непромењива и износи укупно 61 m, док ширина трака зависи од ширине возила којим се тест спроводи.

С обзиром да је предмет истраживања овог рада маневар измицања приликом избегавања налета на препреку, за потребе експерименталног истраживања извршена је модификација полигона, на тај начин што је тест стаза скраћена, за одсеке 4 и 5, тако да је укупна дужина полигона 36,5 m, док је ширина секција остала зависна од ширине возила. Полигон је формиран помоћу саобраћајних чуњева, у складу са дужинама појединих одсека. Шематски приказ модификованог полигона на коме је извршено експериментално истраживање дат је на слици 3, док су димензије стазе са дужинама одсека дате у табели 1.



Слика 3. Изглед модификованог тест полигона за избегавање налета на препреку.

Табела 1. Димензије модификоване тест стазе за избегавање налета на препреку.

Одсек	Дужина деонице (m)	Бочни помак (m)	Ширина деонице $b$ (m)
1	12	-	$1,1 \times \text{ширина возила}^* + 0,25$
2	13,5	-	-
3	11	1	ширина возила + 1

Тест маневар избегавања налета на препреку измицањем подразумева прелазак возила из улазне капије у следећу, њој паралелну капију, максимално могућом брзином, без нарушавања граница стазе, односно, без рушења постављених чуњева. Циљ је да возило достигне наизменично високе вредности бочног убрзања, тако да се могу оценити његове динамичке карактеристике и стабилност. С обзиром да дужина пута измицања свакако зависи од ширине поља измицања, а у складу са потребама истраживања, након првог дела, у коме је у потпуности испоштована процедура дефинисана стандардом, у другом делу је извршена додатна модификација полигона. Улазна и излазна капија, као и одстојање између њих остали су исти као у претходном тесту. Међутим, за разлику од теста којим су утврђиване граничне вред-

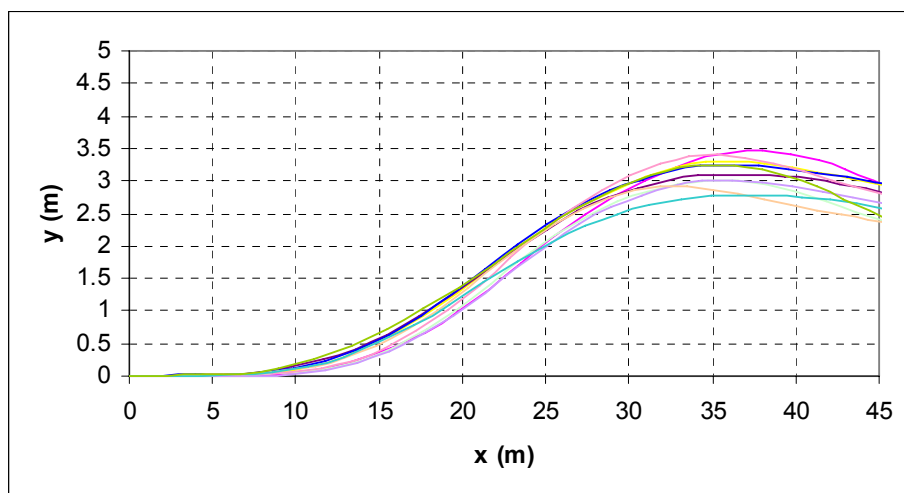
ности бочног убрзања возила током маневра измицања, излазна капија је у овом тесту смакнута у односу на излазну за ширине од 1,0-2,5 m, тако да су експерименти вршени за ширине поља измицања од 1,0 m, 1,5 m, 2,0 m и 2,5 m.

Овако креиран полигон омогућава понављање већег броја експерименталних тест вожњи, под сличним условима, што је веома значајно за даљу статистичку обраду прикупљених резултата истраживања. Осим тога, описан концепт пружа могућност за истраживање утицаја ширине поља измицања на максималну улазну брзину, а самим тим и на вредност коефицијента  $S_x$ , који фигурише у изразу за прорачун дужине пута измицања.

У експерименталном истраживању учествовала су возила којима су обухваћене категорије малих (до 3,5 m дужине), средњих (3,5-4,0 m дужине) и већих аутомобилиа (4,0-4,5 m дужине), и то Chevrolet Spark (2008), Renault Megan (2005), Fiat Stilo (2003), Daewoo Racer (2000), Citroen Saxo (2001). Возилима су управљали возачи различите старосне доби и возачког искуства.

### 3.2. Мерни уређаји и софтвер

За потребе истраживања коришћен је GPS мерни уређај *Performance Box Sport*, који може вршити снимање брзине, тренутне путање, бочног и лонгитудиналног убрзања, усмерености и још многих других података релевантних за анализу маневра бочног измицања возила. Сви снимљени подаци архивирају се у меморијску картицу која се налази унутар уређаја. Напајање уређаја се може вршити помоћу екстерне или акумулаторске батерије у возилу преко прикључка за упаљач. Да би уређај био у функцији и вршио запис, на њега мора бити прикључена GPS антена, која се помоћу магнета фиксира на кров возила. Снимањем се започиње након успостављања комуникације са сателитима. Мерење се врши на фреквенцији од 10 Hz. Уређај нема сопствени дисплеј, тако да се анализа записа врши применом пратећег рачунарског програма PerformanceTools Software или експортовањем података у *Excel*.



**Слика 4.** Трајекторије возила током маневра избегавања препреке на коловозу ширине 2.5 m.

Примена наведеног мерног уређаја омогућила је утврђивање трајекторија возила током бочног измицања на креираном полигону, на основу чега је за сваку од специфицираних ширина било могуће тачно дефинисати дужину пута неопходну за реализацију маневра. На слици 4. дат је приказ трајекторија једног од возила учествовао у истраживању код измицања за одређену ширину.

#### 4. ДЕФИНИСАЊЕ ЕМПИРИЈСКОГ МОДЕЛА МАНЕВРА БОЧНОГ ИЗМИЦАЊА

Применом GPS data logger-а, омогућено је мерење свих величина релевантних за реализацију овог маневра, односно брзине, пређеног пута, бочног убрзања и ширине поља измицања. С обзиром да је дужина пута измицања код већине теоретских математичких модела исказана једначином идентичног облика, може се извршити прорачун коефицијента  $C_x$ , као једине непознате величине:

$$C_x = \sqrt{\frac{X_e^2 \cdot \mu_s \cdot g}{V^2 \cdot Y_e}} \quad (1)$$

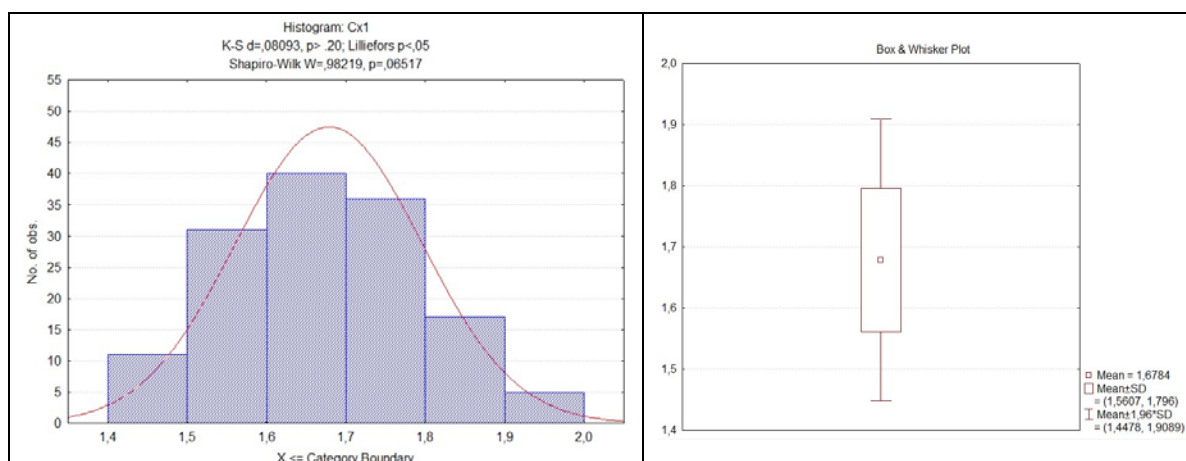
Претходно је указано на разлику између избегавања налета на препреку измицањем и бочног измицања за ширину препреке. То значи да се код анализе ових маневара не може говорити о истом бочном помаку возила  $Y_e$ . Како је то већ наведено, код избегавања налета на препреку измицањем, ширина бочног помака  $Y_{e1}$  једнака је ширини препреке, док је код бочног измицања преношењем правца кретања ширина бочног помака  $Y_{e2}$  већа од ширине препреке. Самим тим, на путу дужине  $X_{e1}$  могуће је избећи контакт са препреком, док је за довођење возила у положај паралелан почетном, неопходно да оно пређе пут  $X_{e2}$ .

Аналогно томе, ни вредност коефицијента  $C_x$  неће бити иста, с обзиром да бочно измицање паралелним преношењем правца кретања представља пун маневар, док избегавање налета на препреку само његов део. Стога ће код избегавања налета на препреку измицањем он бити означен са  $C_{x1}$ , а код пуног маневра бочног измицања ознаком  $C_{x2}$ .

##### 4.1. Модел за анализу избегавања налета на препреку измицањем

Статистичка обрада вредности коефицијента  $C_{x1}$ , израчунатих на основу укупно 140 реализованих маневара избегавања налета на препреку измицањем, различитим возилима и возачима, при различитим брзинама и ширинама препрека од 0,8 m – 3,0 m, извршена је у програмском пакету *Statistica 9.1*.

На слици 5. дати су хистограм и бох дијаграм фреквенција вредности коефицијента  $C_{x1}$  добијених истраживањем.



Слика 5. Хистограм и бох-дијаграм дистрибуције вредности коефицијента  $C_{x1}$  на испитиваном узорку.

Статистичком анализом испитиваног узорка утврђено је да је дистрибуција вредности коефицијента  $C_{x1}$  у складу са нормалном расподелом, што је потврђено тестом Kolmogorov-Smirnova, тестом Shapiro-Wilk-a и анализом Skewness-Kurtosis вредности. Средња вредност коефицијента на испитиваном узорку је 1,678357, а стандардно одступање 0,117624. С обзиром да су истраживања спроведена у оквиру овог рада вршена за потребе експертиза саобраћајних незгода, неопходно је сагледати граничне вредности дужине пута на ком је могуће избећи налет на препреку измицањем. У том смислу, вредност коефицијента  $C_{x1}$ , дефинисана на основу утврђених параметара нормалне расподеле, односно збира средње вредности и двоструке вредности стандардног одступања, обухватила би преко 95% испитиваног узорка. Вредност коефицијента  $C_{x1}$  утврђена на овај начин износила би:

$$C_{x1} = 1,913605 \quad (2)$$

У складу са извршеном анализом, емпиријски модел за израчунавање дужине пута потребне за избегавање налета на препреку измицањем имао би облик:

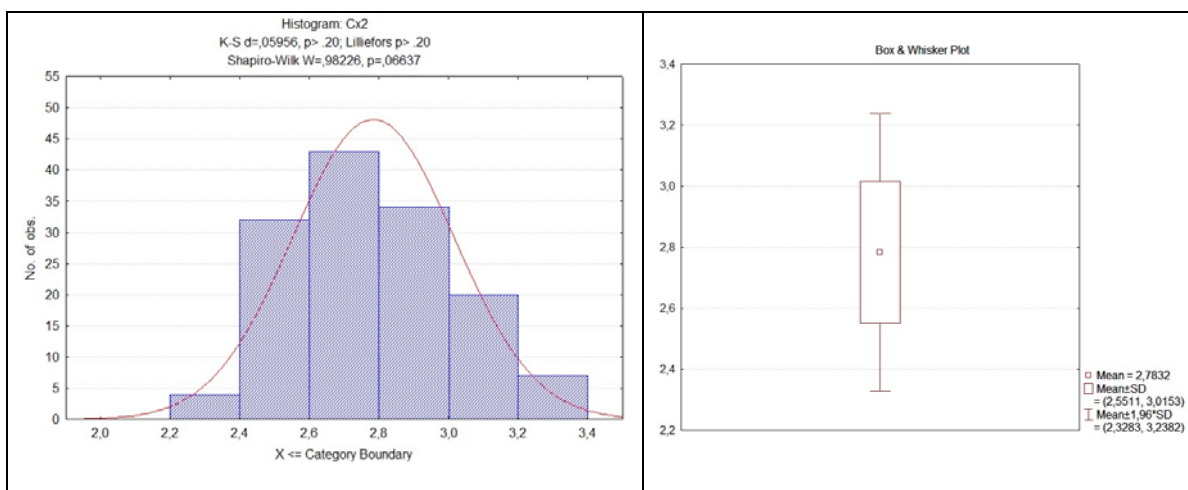
$$X_{e1} = 1,91 \cdot V \sqrt{\frac{Y_{e1}}{\mu_s \cdot g}} \quad (3)$$

при чему је брзина возила изражена у (m/s).

#### 4.2. Модел за анализу дужине пута бочног измицања – пун маневар

Статистичка обрада израчунатих вредности коефицијента  $C_{x2}$ , на основу укупно 140 маневара бочног измицања, реализованих различитим возилима и возачима, за различите ширине и брзине, извршена је у програмском пакету Statistica 9.1.

На слици 6. дати је хистограм и бох дијаграм фреквенција вредности коефицијента  $C_{x2}$  добијених истраживањем.



Слика 6. Хистограм и бох-дијаграм дистрибуције вредности коефицијента  $C_{x2}$  на испитиваном узорку.

На основу спроведене анализе, закључује се да је дистрибуција вредности коефицијента  $C_{x2}$ , у складу са нормалном расподелом. Средња вредност коефицијента на испитиваном узорку је 2,783214, а стандардно одступање 0,232110.



Са аспекта експертиза саобраћајних незгода, свакако је значајнија анализа могућности избегавања налета на препреку измицањем него анализа потпуног маневра бочног измицања. То значи да у циљу успостављања модела за свеукупну реализацију овог маневра није неопходно сагледавање граничних вредности дужине пута измицања, те да вредност коефицијента  $C_{x2}$ , може бити изражена преко средње утврђене вредности испитиваног узорка, која износи:

$$C_{x2} = 2,783214 \quad (4)$$

У складу са извршеном анализом, емпиријски модел за израчунавање дужине пута неопходне за потпун маневар бочног измицања, имао би облик:

$$X_{e2} = 2,78 \cdot V \sqrt{\frac{Y_{e2}}{\mu_s \cdot g}} \quad (5)$$

при чему је брзина возила изражена у (m/s).

## 5. ЗАКЉУЧАК

Успостављени емпиријски модели маневра бочног измицања возила засновани су на резултатима експерименталних истраживања и свакако поузданије описују овај маневар у односу на теоретске математичке моделе. С обзиром на различиту природу маневра, односно разлог његовог предузимања, посебно је анализирано бочно измицање у циљу избегавања налета на препреку, а посебно измицање у циљу претицања или престојавања.

Код дефинисања модела избегавања налета на препреку бочним измицањем, третиране су граничне могућности возила и возача који су њима управљали. Основу модела чине само маневри који су успешно реализовани, без урушавања граница полигона дефинисаног чуњевима. Овако конципирано истраживање омогућило је успостављање јасне разлике између избегавања налета на препреку измицањем и бочног измицања паралелним преношењем правца кретања. Наиме, једна од честих грешака при експертизама саобраћајних незгода је идентичан третман ова два маневра, тако што се анализира иста ширина поља измицања, без обзира на то да ли је неопходно утврдити могућност избегавања налета на препреку измицањем или бочно измицање за ширину препреке. Још већа грешка се чини ако се при томе у обзир узму и једнаке вредности коефицијента  $C_x$  (најчешће 2,51). С обзиром на ове чињенице, у дефинисаним емпиријским моделима за прорачун дужине пута код избегавања налета на препреку измицањем и измицањем за ширину препреке, уведене су различите ознаке коефицијента  $C_x$ , односно  $C_{x1}$  или  $C_{x2}$ . Вредности коефицијента које фигуришу у дефинисаним моделима утврђене су на основу статистичке анализе израчунатих вредности, а у складу са резултатима реализованог истраживања.

У експертизама саобраћајних незгода, често је потребно дати одговор на питање да ли је на расположивом путу возач имао могућност да избегне налет на препреку измицањем. У том смислу, не треба очекивати од сваког возача да користећи максималне субјективне способности и могућности возила, као техничког система којим управља, ову радњу реализује на минималном путу. Из тог разлога, за потребе успостављања емпиријског модела за прорачун дужине пута измицања, искоришћени су параметри нормалне расподеле израчунатих вредности коефицијента  $C_{x1}$ , односно збир средње вредности и двоструке вредности стандардног одступања ( $C_{x1}=1,91$ ).

Овако дефинисаним коефицијентом обухваћено је преко 95% вредности израчунаних на основу резултата експерименталног истраживања. Резултати истраживања су показали да је апсолутно погрешно третирати дужину пута неопходну за реализацију пуног маневра бочног измицања, као двоструку дужину пута избегавања измицањем. Чак и средња вредност коефицијента  $C_{x1}$  на испитиваном узорку (1,678), знатно је већа од половине вредности коефицијента који се уобичајено користи у пракси саобраћајно-техничког вештачења (2,51/2), а резултат је теоретског модела трајекторије описаног синусном функцијом.

У експертизама саобраћајних незгода, знатно су ређе ситуације у којима је потребно извршити анализу дужине пута бочног измицања паралелним преношењем правца кретања. Нпр. возило се, након успешно реализованог маневра избегавања налета на препреку измицањем и заузимања правца паралелног почетном, судара са возилом које се креће из супротног смера. С обзиром да се овај маневар завршава након што је возило избегло контакт са препреком, са аспекта временско-просторне анализе није неопходно разматрати граничне могућности за његову реализацију. Из тог разлога, коефицијент  $C_{x2}$  одређен је на основу резултата експерименталног истраживања, као средња вредност израчунаних коефицијената за пун маневар.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Rice, R. S., Dell' Amico, F., An Experimental Study of Automobile Driver Characteristics and Capabilities, Calspan Report, No. ZS-5208-K-1, Buffalo, NY, March, 1974.
- [2] Malaterre, B., Ferrandez, F., Fleury, D., & Lechner, D. (1988). Decision Making in Emergency Situations. *Ergonomics*, 31(4), 1988
- [3] Limpert, R., & Garnero, F. E., The Accident Avoidance Potential of the Motor Vehicle: Accident Data, Vehicle Handling and Safety Standards. In Proceedings of the Third International Congress on Automotive Safety, Volume 11. Washington D.C., 1974..
- [4] Hatterick, G. R., & Bathurst, J. R., Accident Avoidance Skill Training and Performance Testing (Final Report No. DOT/HS 801852). Falls Church, VA: URSIMatrix Company, 1976.
- [5] Sledge, N., Marshek, K., Comparison of Ideal Vehicle Lane-Change Trajectories, SAE Technical Paper Series, 971062, International Congress and Exposition, Detroit, Michigan, Feb., 1997.
- [6] Bonnett, G., The Problem with Turns, available on [www.rec-tec.com/articles.htm](http://www.rec-tec.com/articles.htm), 2001.
- [7] Ilarionov, V. A. Examination of road traffic accidents. (Экспертиза дорожно-транспортных происшествий). Moscow: Transport, 1989.
- [8] International Standard ISO 3888-2, Passenger cars-Test track for a severe lane change manoeuvre – Part 2: Obstacle avoidance, Geneva 20, Switzerland, 2002.
- [9] Папић, З., Прилог истраживању маневра бочног измицања возила за потребе експертиза саобраћајних незгода, Докторска дисертација, Факултет техничких наука, Нови сад, 2010.