

Утицај 3Д хоризонталне саобраћајне сигнализације на перцепцију и понашање возача

Александар Трифуновић^{а*}, Драган Лазаревић^а, Светлана Чичевић^а, Наташа Видовић^а, Маријана Мошић^а

^а *Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет*

ПОДАЦИ О РАДУ

DOI: 10.31075/PIS.65.03.06

Стручни рад

Примљен: 12/08/2019

Прихваћен: 18/09/2019

Коресподент аутор:

a.trifunovic@sf.bg.ac.rs

Кључне речи:

Понашање возача

3Д хоризонтална сигнализација

Брзина кретања возила

РЕЗИМЕ

Саобраћајне незгоде се веома често дешавају због неприлагођене брзине возила и због слабе перцепције возача. Једно од иновативних решења која су усмерена на смањење брзине кретања возила представљају 3Д хоризонталне ознаке на коловозу и то најчешће на местима где стандардна хоризонтална и вертикална сигнализација нису довољне. У циљу верификације овог решења, последњих година се испитују утицаји 3Д хоризонталних ознака на брзину кретања возила и на понашање возача. У раду су приказани најзначајнији резултати спроведеног пилот истраживања, које се односи на испитивање прилагођавања брзине кретања возила од стране возача, који наилази на 3Д хоризонталну ознаку. У раду су приказани резултати понашања возача који су разврстани према полу и возачком искуству испитаника.

1. УВОД

Саобраћајне незгоде на дневном нивоу однесу значајан број људских живота. Фактор, који најчешће доводи до настанка саобраћајних незгода јесте неприлагођена брзина условима у саобраћају (узрочник трећине свих саобраћајних незгода са смртним исходом) (Taylor et al., 2000; Letirand & Delhomme, 2005; Wegman et al., 2008). Значајан број саобраћајних незгода јесте резултат и погрешног схватања, односно перцепције стања на путу, како од стране возача, тако и од стране пешака. Неки од примера су губитак визуелне перспективе и видљивости због геометрије пута, употребе дневних светала и сл. (Peña-García et al., 2016; Pešić et al., 2019).

Возачи бирају брзину којом се крећу на основу своје перцепције услова у саобраћају, узимајући у обзир стање пута и његовог окружења. Регулисање брзине се у највећој мери реализује спровођењем закона, кроз дефинисана ограничења и контроле. Наметнуте обавезе код одређеног профила људи, изазива потребу за њиховим занемаривањем. Из овог, али и бројних других разлога, геометријске карактеристике и дизајн пута, могу бити механизам који даје добре резултате код управљања брзинама возила у саобраћајном току, односно код

подстицања возача да добровољно изабере и одржавају ограничену брзину кретања возила (Abele & Møller, 2011). Разлог томе лежи у чињеници да возачи постају свесни, да неадекватна брзина и погрешни маневри, у односу на карактеристике и дизајн пута, потенцијално могу довести до настанка саобраћајне незгоде (Ng & Sayed, 2004; Trifunović et al., 2017).

Вожња, између осталог, подразумева одговарајуће реакције возача, које су настале као резултат обраде информација, које долазе из интеракције возача, са окружењем. Јасно је да непримећена или погрешно перципирана и процесуирана информација, може довести до неадекватне реакције у датој ситуацији. Како би се ова врста проблема елиминисала, кроз прикупљање и обраду што прецизнијих информација из околине, развијени су савремени системи који помажу возачу у војњи, у виду различитих техничких уређаја у возилу. Међутим, проблем је ублажен, али не и елиминисан, пре свега услед и даљег присуства могућности за лошу перцепцију и разумевања од стране возача (Pasetto & Barbati, 2011). Упоредо са решењима заснованим на примени нових технологија, развијана су и иновативна, финансијски широком спектру људи, доступна решења.

Одређен број истраживача, бавио се задатком како прилагодити дизајн пута са перформансама возача. У складу са тим, спровођене су анализе утицаја геометријских карактеристика и дизајна пута на безбедност саобраћаја (Hasson et al., 2015; Nešić et al., 2019). Као резултат различитих истраживања, појавила су се бројна решења, попут коришћења нових боја, креирања нових знакова и ознака на путу, као и решење које подразумева постављање 3Д хоризонталних ознака. Основни циљ ознака овог типа, јесте да изазову јачи утицај на пажњу возача од класичних ознака. Наведени утицај се заснива на стварању оптичке илузије тродимензионалне подигнуте или на неки други начин модификоване површине, када се посматра из перспективе возача. Савремени софтверски алати, засновани на основним геометријским принципима, омогућавају развој дизајна ових ознака. Имплементација добијених решења у одговарајућим симулацијама, које могу укључити и контролу промене брзине кретања возила, омогућава њихово тестирање пре постављања у реалан систем, односно на коловоз (Kemeny & Panerai, 2003; Ding et al., 2013).

Међу првим ознакама овог типа, 2008. године у Филадефији – САД, појавили су се успоривачи брзине кретања, у виду „лежећих полицајаца“. Након тога, у бројним другим државама (Јужна Африка, Кина, Русија, САД, Велика Британија, Украјина, Исланд...) појављују се 3Д хоризонталне ознаке пешачких прелаза, пре свега у оквиру пилот пројеката, са циљем тестирања ефеката њихове примене (Trifunović et al., 2019). Поред овог начина тестирања утицаја 3Д хоризонталних ознака на возаче и комплетно саобраћајно окружење, истраживачи су спроводили и бројне друге.

У појединим студијама, анализирани су и утицаји различитих облика 3Д хоризонталних ознака, на понашање возача. Један од закључака, наведеног истраживања, јесте да постоји статистички значајна разлика између спремности возача за смањењем брзине возила, као одговора на ознаку на путу која се састоји од „призме са квадратом у основи“ у поређењу са ознаком која се састоји од „призме са троуглом у основи“ (Čičević et al., 2018). При спровођењу сличне студије, која се односила на анализу перцепције 3Д ознака у зонама школе (Čičević et al., 2018b), дошло се до занимљивог закључка да женска популација има тенденцију ка већем смањењу брзине, при наиласку на посматране препреке.

Једна од интересантних карактеристика за истраживање ефеката примене 3Д хоризонталних ознака, јесте део коловоза на који се постављају. Углавном се, у зависности од њихове врсте, хоризонталне ознаке постављају по средини саобраћајне траке. Померање 3Д ознаке лево или десно од осе саобраћајне траке, у неким ситуацијама може изазвати јачи ефекат и утицај на возача, да коригује и прилагоди брзину кретања возила.

У раду су приказани најзначајнији резултати спроведеног пилот истраживања, које је реализовано на подручју Општине Младеновац и града Београда. Циљ наведеног истраживања је био да се истражи понашање возача и његово прилагођавање брзине кретања возила, у ситуацији када перципира 3Д хоризонталну ознаку на коловозу.

2. МЕТОДОЛОГИЈА РАДА

Пилот истраживање које се односи на испитивање прилагођавања брзине кретања возила од стране возача, који наилази на 3Д хоризонталну ознаку (Слика 1.), спроведено је на подручју Општине Младеновац и града Београда. За наведено испитивање коришћен је метод експерименталног истраживања. Експеримент је спроведен у преподневном периоду, средином радне седмице, над свим испитаницима, тако да време и дан спровођења експеримента не би требали да имају утицај на добијене резултате (Trifunović et al, 2017). Анкетирани су полазници ауто-школа, возачи професионалци, млади возачи. При спровођењу експеримента испитаницима, који су користили 3Д наочаре, су приказиване фотографије 3Д хоризонталне ознаке на путу, тако да експериментални услови не одговарају у потпуности реалним ситуацијама.



Слика 1. Стимулус коришћен у експерименту – 3Д хоризонтална ознака рупе на путу

2.1. Начин спровођења истраживања

Анкетно истраживање је спроведено у две фазе. Прва фаза је подразумевала постављање електронске форме анкетног обрасца на „Google Drive“ платформи. Испитаници је обезбеђен приступ анкети путем „паметних“ мобилних телефона. Испитаници су одабрани случајним путем. Први део анкете имао је задатак да испита демографске карактеристике испитаника.

Други део анкетирања подразумевао је коришћење 3Д наочара (Слика 2.), које су испитаници користили за посматрање 3Д визуелног стимулуса, који је испитаницима презентован на монитору, односно дисплеју „паметног“ мобилног телефона.



Слика 2. Начин спровођења експеримента

Анкетни образац садржао је 14 питања, која су распоређена у два дела. и 18 „затвореног“ типа. Прву групу питања чинила су питања општег типа, којима се испитивао пол, године старости, категорије возила за које поседује возачку дозволу, период поседовања возачке дозволе, учесталост у вожњи, возачко искуство итд. Само поједине демографске карактеристике испитаника су детаљно приказане у раду. Друга група питања, која се састоји од 2 питања „отвореног“ типа, намењена је за процену брзине кретања, којом би возач наставио кретање возилом, услед перцепције 3Д хоризонталне ознаке, за две почетне задате брзине кретања возила (50 km/h и 80 km/h). Испитаницима је за фотографију 3Д хоризонталне ознаке, постављено питање „Када бисте као возач наишли на ознаку приказану на фотографији испод, тренутну брзину Вашег возила, којом сте се кретали бисте смањили на?“. Редослед брзина је био случајан, да испитаници не би могли да повезују претходни одговор, већ спонтано да одговарају за сваку од задатих ситуација.

2.1. Начин спровођења истраживања

Унос података из анкете извршен је у програмском пакету MS Excel 2017. Статистичка анализа података је спроведена у статистичком софтверском пакету IBM SPSS Statistics v. 22 и при томе су коришћене стандардне методе дескриптивне статистике. На основу резултата дескриптивне статистике и крос-табулације, дат је графички и табеларни приказ основне статистичке анализе података добијених у експерименту. Нормалност дистрибуције тестирана је инспекцијом хистограма и Kolmogorov-Smirnov тестом. Будући да су расподеле свих интервалних варијабли статистички значајно одступале од нормалне расподеле, коришћени су непараметријски методи.

За процену значајности разлике коришћени су Kruskal-Wallis-ов и Mann-Whitney-јев тест. Постављена је нулта хипотеза (H_0) која гласи: Не постоји статистички значајна разлика између група и радна хипотеза (H_a) која гласи: постоји статистички значајна разлика између група. Праг статистичке значајности (α) постављен је на 5%. Стога, уколико је $p \leq 0,05$, одбацује се H_0 и прихвата H_a , а уколико је $p > 0,05$ прихвата се H_0 .

3. РЕЗУЛТАТИ РАДА

3.1. Дескриптивна статистика

У оквиру процеса прикупљања података анкетирано је 50 испитаника. Од тога је 8 испитаника у процесу обуке, док су осталих возачи аматери и професионални возачи. Од укупног броја испитаника, 51% испитаника је мушког, док је 49% женског пола.

Расподела испитаника према возачком искуству је: 25,2% поседује пробну возачку дозволу (или су у процесу обуке); 11,5% поседује возачку дозволу више од 10 година, 9,2% испитаника има возачку дозволу између 5 и 10 година.

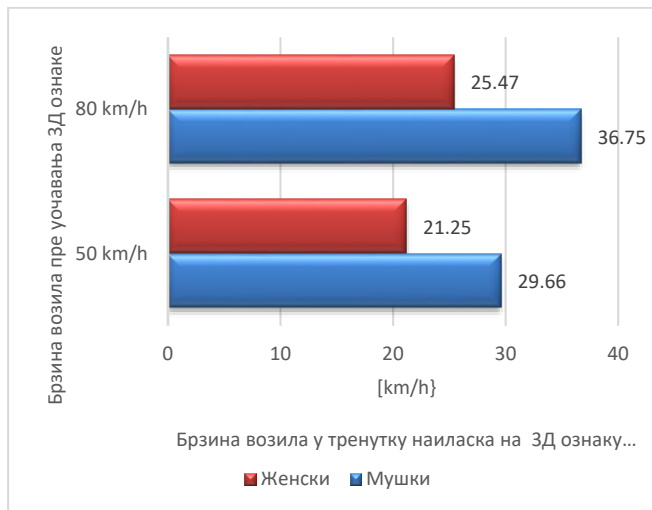
Од укупног броја испитаника који су учествовали у експерименту, 23,1% доживело је саобраћајну незгоду као возач. Испитаници су за задату фотографију 3Д хоризонталних ознака на којој је приказан ударна рупа, одговарали да би драстично смањили брзину кретања возила, за обе задате брзине кретања возила од 50 km/h и 80 km/h (просечна вредност брзине при којој би наставили кретања при перцепцији 3Д хоризонталне ознаке, за обе брзине 25,45 km/h и 31,11 km/h, респективно (Слика 3.)). На питање „Да ли би требало применити овакав вид ознака на територији Републике Србије“, преко 80% испитаника се изјаснило позитивно.



Слика 3. Резултати дескриптивне статистике брзине возила при наиласку на 3Д ознаку, за две посматране брзине

3.2. Полне разлике

Када се анализирају резултати према полу испитаника, може се закључити да би мушки испитаници већом брзином прошли поред 3Д хоризонталне ознаке, на којој је приказана ударна рупа, при обе задате брзине (50 km/h и 80 km/h). Женски испитаници опрезније реагују на 3Д хоризонталну, на којој је приказана ударна рупа, за обе задате брзине (Слика 4.).



Слика 4. Брзине возила при наиласку на 3Д ознаку, према полу испитаника

Резултати Mann-Whitney теста показују статистички значајне полне разлике за мању брзину 50 km/h ($Z = -1,89$; $p = 0,048$), док за већу брзину (80 km/h), не постоје статистички значајне полне разлике ($Z = -1,81$; $p = 0,052$) (Табела 1.).

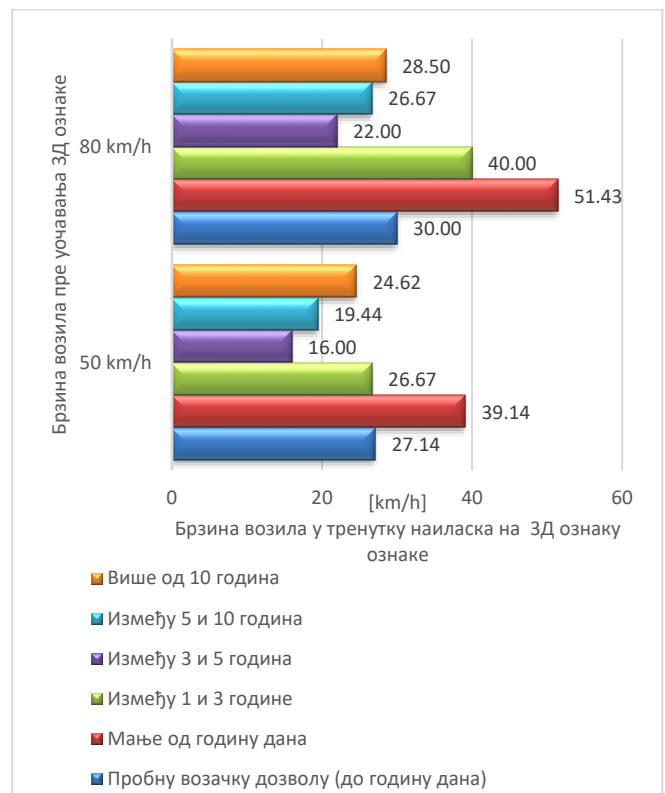
Табела 1. Резултати Mann-Whitney теста за брзине кретања возила у зависности од пола испитаника

	ПОЛ	
	50 km/h	80 km/h
Mann-Whitney U	372,50	377,50
Wilcoxon W	900,50	905,50
Z	-1,89	-1,81
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,048	0,052

3.3. Возачко искуство

Када се анализира возачко искуство испитаника, може се закључити да би испитаници са возачким искуством мањим од годину дана, најмање смањили тренутну брзину кретања возила, у ситуацији када угледају 3Д хоризонталну ознаку, за разлику од искуснијих возача. За обе посматране

брзине, најопрезнији су возачи који имају возачко искуство између три и пет година (Слика 5.).



Слика 5. Брзине возила при наиласку на 3Д ознаку, према возачком искуству испитаника

У Табели 2. приказани су резултати Kruskal Wallis теста, који не показују статистички значајне разлике између категорија испитаника који су разврстани према возачком искуству, ни за једну од две задате брзине.

Табела 2. Резултати Kruskal Wallis теста за брзине кретања возила у зависности од возачког искуства испитаника

	Возачко искуство	
	50 km/h	80 km/h
Chi-Square	5,764	7,110
df	5	5
Asymp. Sig.	0,330	0,213

4. Закључак

На основу резултата добијених анализом података прикупљених током истраживања могу се извести следећи општи закључци:

- Мушки испитаници би већом брзином прошли поред 3Д хоризонталне ознаке, на којој је приказана ударна рупа, при обе задате брзине

(50 km/h и 80 km/h), за разлику од женских испитаника;

- Женски испитаници опрезније реагују на 3Д хоризонталну, на којој је приказана ударна рупа, за обе задате брзине;
- Више од 80% испитаника се изјаснило позитивно за примену 3Д хоризонталних ознака на саобраћајницама Републике Србије;
- Испитаници са возачким искуством мањим од годину дана би најмање смањили тренутну брзину кретања возила, у ситуацији када угледају 3Д хоризонталну ознаку, за разлику од искуснијих возача;
- Најопрезнији су возачи који имају возачко искуство између три и пет година, за обе посматране брзине кретања возила.

Истраживања на тему 3Д хоризонталних ознака су оскудна. 3Д хоризонталне ознаке имају потенцијал да замене физичке објекте на путу, попут вештачких избочина, бојених острва итд. Са друге стране, треба обратити пажњу и на шта би се десило при учесталој примени 3Д хоризонталних ознака; ако се често користе, возачи ће се навићи на овај концепт ознака на путу, па можда на такве ознаке возачи неће реаговати, као што сада реагују. Као негативна последица наилажења возача на овакав вид хоризонталне сигнализације, може се издвојити и нагло успоравање возила или нагла промена правца возила, које су изазване рефлексном реакцијом возача. Из наведених разлога неопходно је извршити детаљна практична истраживања, како би се утврдило у којој мери би овакав вид сигнализације утицао на возаче и њихова понашања.

Захвалност

Овај рад је финансиран од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја (пројекти 36027, 36022 и 36006).

Effect of 3D visual markings on driver perception and behavior

Aleksandar Trifunović, M.Sc. T. E.

University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering

Dragan Lazarević, M.Sc. T. E.

University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering

Svetlana Čičević, Ph.D. T. E.

University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering

Nataša Vidović^a, B.Sc. T. E.

University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering

Marijana Mošić^a, B.Sc. T. E.

University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering

Abstract: In-depth accident investigations have shown that excessive speed and poor driver perception are the causes of a large number of traffic accident. One way to improve traffic safety is to provide adequate visibility in order to help drivers adopt adequate behaviors (speed, headway, etc.). Help can come from the infrastructure. The 3D visual markings are the latest innovative measure adopted as an alternative to traditional "sleeping policemen". The idea with 3D visual markings is to catch drivers' attention just briefly enough to get them to slow down, but not so much that they cause a traffic disruption. The main goal of the research was to appraise the relationship between the drivers behavior (e.g. vehicle speed) and the 3D visual markings. The results of this study are relevant for the understanding the influence of 3D visual markings on driver behavior (drivers speed selection).

Keywords: driver behavior; 3D visual markings; vehicle speed

Литература

- [1] Abele, L., & Møller, M. (2011). The relationship between road design and driving behavior. In *RSS 2011: Road Safety and Simulation 2011 Conference*.
- [2] Čičević, S., Trifunović, A., Lazarević, D., Dragović, M., Vidović, N., & Mošić, N. (2018). Perception of three-dimensional geometric shapes as virtual 3D road markings. In *Book of abstracts/The 6th International Conference on Geometry and Graphics Mongeometrija 2018, June 6th-9th 2018 Novi Sad, Serbia* (pp. 32-32). Serbian Society for Geometry and Graphics Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Belgrade; Novi Sad.
- [3] Čičević, S., Trifunović, A., Vidović, N., Mošić, M. (2018). The Perception of 3D Visual Markings in School Zone. In *Proceedings of the Third Serbian Road Congress, Serbia, Belgrade, 14 - 15. June 2018*, pp. 574-581. ISBN 978-86-88541-10-7, COBISS.SR-ID 264685068
- [4] Ding, H., Zhao, X., Rong, J., & Ma, J. (2013). Experimental research on the effectiveness of speed reduction markings based on driving simulation: A case study. *Accident Analysis & Prevention*, 60, 211-218.
- [5] Hasson, P., Struve, B., Chen, C., Brewer, J., Doctor, M., Harrison, K., ... & Mooney, R. (2015). Evolving Geometric Design Decision-Making in the United States. In *US Country Report for the 5th International Symposium on Geometric Design. Vancouver, Canada*.
- [6] Kemeny, A., & Panerai, F. (2003). Evaluating perception in driving simulation experiments. *Trends in cognitive sciences*, 7(1), 31-37.
- [7] Letirand, F., & Delhomme, P. (2005). Speed behaviour as a choice between observing and exceeding the speed limit. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 8(6), 481-492.

- [8] Nešić, M., Mladenović, D., Ilić, M., Andrijanić, I., Koković, M., & Kočović, M. (2019). Implementation of modern tools for the improvement of the road infrastructure on the Trans-European road network—road safety inspection (RSI). *Put i saobraćaj*, 65(2), 49-53.
- [9] Ng, J. C., & Sayed, T. (2004). Effect of geometric design consistency on road safety. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 31(2), 218-227.
- [10] Pasetto, M., & Barbati, S. D. (2011). How the interpretation of drivers' behavior in virtual environment can become a road design tool: a case study. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2011, 5.
- [11] Peña-García, A., de Oña, R., García, P. A., & de Oña, J. (2016). Personal factors influencing the visual reaction time of pedestrians to detect turn indicators in the presence of Daytime Running Lamps. *Ergonomics*, 59(12), 1596-1605.
- [12] Pešić, D., Trifunović, A., Ivković, I., Čičević, S., Žunjić, A. (2019). *Evaluation of the Effects of Daytime Running Lights for Passenger Cars*. Transportation Research. Part F: Traffic Psychology and Behaviour, pp. 252-261, United Kingdom.
- [13] Taylor, M. C., Lynam, D. A., & Baruya, A. (2000). *The effects of drivers' speed on the frequency of road accidents*. Crowthorne: Transport Research Laboratory.
- [14] Trifunović, A. V., Čičević, S. J., Lazarević, D. M., Dragović, M. S., Vidović, N. D., Mošić, M. R., & Otat, O. V. (2019). Perception of 3D virtual road markings: Based on estimation of vehicle speed. *FME Transactions*, 47(2), 360-369.
- [15] Trifunović, A., Antić, B., Pešić, D., & Čičević, S. (2017). Young drivers appraisalment of road environment from the aspect of traffic safety. *Put i saobraćaj*, 63(1), 43-47.
- [16] Trifunović, A., Pešić, D., Čičević, S., & Antić, B. (2017). The importance of spatial orientation and knowledge of traffic signs for children's traffic safety. *Accident Analysis & Prevention*, 102, 81-92.
- [17] Wegman, F., Aarts, L., & Bax, C. (2008). Advancing sustainable safety: National road safety outlook for The Netherlands for 2005–2020. *Safety Science*, 46(2), 323-343.