UDK: 656.1:621.86/.87

ИЗЛОЖЕНОСТ ВОЗАЧА У ЗАВИСНОСТИ ОД СТАРОСТИ ВОЗИЛА

VEHICLE AGE – RELATED DRIVER EXPOSURE

Душан Граовац[1], Младен Савић[2], Владимир Арсић[3]

Резиме: Важна фаза у оцењивању нивоа безбедности саобраћаја јесте оцењивање постојећег стања ризика и изложености. Ова два фактора су у веома уско повезана, наиме, да би се одредио ризик, неопходно је познавати одређену меру изложености. Поред броја становника и броја регистрованих возила, једна од основних мера изложености која се користи у прорачуну ризика, јесте и пређена километража возила. У односу на претходне две мере изложености, пређена километража се издваја пре свега због отежане измерљивости и недоступности података, односно непостојању ефикасне методологије за прикупљање таквих података. Поред методологије, односно начина прикупљања података о изложености, а у овом случају пређеној километражи путничких аутомобила, у раду је приказана корелативна веза између пређене километраже и старости путничких аутомобила. Такође, у раду је приказана дескриптивна статистика о пређеној километражи путничких аутомобила. У периоду од априла до маја месеца 2019. године, за потребе овог рада, прикупљен је узорак са подацима о пређеној километражи возила. Узорак је прикупљен на основу података добијених од стране фирми које се баве делатностима вршења техничког прегледа возила. Резултати овог рада указују да возачи старијих возила бивају мање изложени у односу на возаче новијих возила.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, ризик, изложеност, пређена километража возила

Abstract: Current risk and exposure estimation is an important phase of the road safety assessment. These two factors are closely related – in order to estimate the risk, it is necessary to know a particular exposure measure. In addition to the population and the number of registered vehicles, one of the main exposure measures, which are used when estimating the risk, is the mileage driven. In relation to the first two exposure measures, the mileage stands out primarily because of low measurability and data unavailability, i.e. the lack of some efficient data collection methodology. In addition to the methodology, i.e. the way to collect exposure data – mileage driven by passenger cars in this case – this paper presents the correlation between mileage driven and passenger car age. Also, the paper presents descriptive statistics on the mileage driven by passenger cars. Mileage data for this study was collecting from April to May 2019. The sample was collected based on the data obtained from vehicle inspection companies. The results of this paper indicate that the drivers of older vehicles are less exposed than drivers of newer vehicles.

Keywords: road safety, risk, exposure, mileage driven

1. УВОД

Познавање изложености возача у саобраћају је један од основних показатеља постојећег стања безбедности саобраћаја. Поред тога просечна старост и остали параметри везани за старост возног парка на добар начин могу описати стање безбедности саобраћаја, а посебно када је у питању стуб „безбеднија возила“ препознат у Глобалном плану деценији акције за безбедност саобраћаја на путевима.

Многи аутори сматрају да је изложеност кључ тумачења саобраћајних незгода (на пример Blunden, 1972.). Blunden сугерише да је у прошлости било превише концентрације на фактору одговорности, и снажно позива да се већи нагласак стави на проучавање изложености.

Stewart је 1960. године поставио питање изложености у вожњи (*Шта је и како се мери?*). Предлаже различита значења термина, а затим анализира податке да би пронашао меру. Stewart тада није доказао да је изложеност у значајној мери повезана са бројем саобраћајних незгода.

Колико је значај изложености у безбедности саобраћаја препознао је Rumar, 1999. године где дефинише величину проблема у безбедности саобраћаја као функцију изложености, ризика настанка

1 Студент основних академских студија, Граовац Душан, Саобраћајни факултет, Војводе Степе број 305, Београд, Србија, dusangraovac58@gmail.com
2 Студент основних академских студија, Савић Младен, Саобраћајни факултет, Војводе Степе број 305, Београд, Србија, mladensavic45@hotmail.com
3 Студент основних академских студија, Арсић Владимир, Саобраћајни факултет, Војводе Степе број 305, Београд, Србија, arsic.vladimir55@gmail.com

незгоде и ризик од повреда. Када знамо ризик и изложеност, можемо израчунати величину проблема у безбедности саобраћаја.

Као што су дискутовали Hakerret и Braimaister (2002), постоји одређен број дефиниција ризика који се користе у различитим облицима науке о сигурности, сигурности на путу и другде. Приступ који се узима у овој расправи је практичан: ризик је изложеност (тј. по јединици изложености). Исход је обично број незгода или жртава одређеног типа, али у основи не мора бити. На пример, то би се могло изразити у и новчаном смислу, укључујући све друштвено – економске последице саобраћајних незгода.

Процена километраже возила темељи се на коришћењу очитавања бројача километара у редовним техничким прегледима возила, пружајући укупан број километара које је возило прешло од претходног техничког прегледа, за потребе овог рада посматране су две узастопне године, како би се добила разлика километраже, односно дефинисање изложености возача током једне године.

Мера изложености возача, имају теоријска и практична ограничења и подложни су грешкама, што може угрозити њихову употребљивост. Могу се користити различите мере изложености, у складу са расположивошћу квалитетом података, као и контекст статистичке анализе. Међутим, може се закључити да су, у принципу, најприкладније мере изложености возача, јер су ближе теоријском концепту излагања и могу бити доступне на задовољавајућем нивоу.

Поред многих начина анализе података, статистичка анализа варијабли омогућава детаљнији увид у постојеће стање и пружа могућност прецизнијег, ефективнијег и ефикаснијег спровођења мера. Таква врста анализе приказана је у раду.

Предмет овог рада јесу подаци о старости и пређеној километражи возила, док је циљ рада усмерен на приказ детаљне дескриптивне статистике две варијабле, старост возила и пређена километража возила. На крају две поменуте варијабле подвргнуте су корелативној анализи како би се постигао примарни циљ рада, односно дефинисање изложености у односу на старост возила, а све из разлога добијања одговора на питање *''Да ли старија возила бивају мање изложена у односу на новија возила*?''.

2. МЕТОДОЛОГИЈА

Приликом истраживања изложености возача у зависности од старости возила, примењен је метод, односно формиран прост случајан узорак, где су подаци добијени из овлашћених фирми који се баве делатностима техничког прегледа, бирани потпуно случајно и независно једни од других, односно није се потенцирало да на одређеној, истој територији (општина, град), подаци – пређена километража буду само посматрани.

Реализација прикупљених података о пређеној километражи, вршена је у периоду од априла до маја месеца 2019. године на територији града Београда (градске општине: Вождовац, Звездара, Нови Београд и Раковица), града Краљева, града Панчева и општини Трстеник. Укупан број евидентираних прикупљених података, био је 2.147 возила, која су обавила, односно проверила техничку исправност возила у истој фирми, две године за редом, тачније у 2018 – ој и 2019 – ој години. Важно је напоменути да категорија возила која је анализирана у току истраживања био путнички аутомобил (ПА) чија маса возила није већа од 3.500 kg.

Пређена километража је добијена из *„Записника о вршењу техничког прегледа“*, и то као разлика укупне пређене километраже са последњег обављеног техничког прегледа возила 2019 – те године и обављеног техничког прегледа у 2018 – ој години, подразумевано да је возило у истој фирми обављало услуге техничког прегледа.

Прикупљени подаци су интегрисани у јединствену базу података у програму Microsoft Office Excel, а обрада квантитативних података је спроведена у софтверском пакету IMB SPSS Statistics 25.0. Да бисмо боље разумели, сагледали суштину овог истраживања, дат је кратак приказ објашњења статистичког редоследа обраде квантитативних података.

Основни задатак који се поставља при раду у полазној етапи је захтев тачности, истинитости и потпуности прикупљених података, и то: да ли су подаци нормално расподељени – да ли има позитивну или негативну асиметричну дистрибуцију, егзактне границе (доња и горња +/- 0.5), куртозис

(коефицијент издужености) и скјунис (коефицијент асиметрије) одређују облик параболе, односно централну теденцију и варабијалитет (прецизније стандардизовани), да ли је узорак довољно бројан. Друга етапа састоји се у сређивању и пребројавању јединица посматрања, у овом случају пређена километража ПА, као резултат добијају се статистичке табеле, апсолутне бројке, које произилазе непосредно као резултат сређивања. За дубље проучавање масовних појава, за утврђивање типичних црта, за проналажење веза и законитости, треба међутим, прећи од апсолутних вредности на разне уопштавајуће статистичке показатеље дескриптивне статистике, који се добијају даљом обрадом прикупљених података. Овде се пре свега мисли на средњу вредност, мере варијације, стандардна девијација, коефицијент корелације, коефицијент детерминације и др. Трећа етапа представља математичку обраду квантитавних истраживања првих двеју етапа, са циљем да се добију статистичке оцене карактеристика статистичке целокупности, као мера јачине линеарне везе, односно облик и смер повезаности између старости возила и пређене километраже, односно корелациона анализа испитује да ли између варијација посматраних варијабли постоји квантитативно слагање (корелациона веза), и ако постоји, у ком степену (јачина зависности).

3. РЕЗУЛТАТИ

Након прикупљења података и креирања јединствене базе података у програму Microsoft Office Exel – у дефинисане су вредности тражених показатеља, како би се спровела адекватна анализа. Иницијалном анализом у статистичком софтверском пакету (IMB SPSS Statistics 25.0) формиране су вредности случајних променљивих, где прва случајна променљива представља старост путничких аутомобила, а друга пређену километражу путничких аутомобила у периоду од једне године.

Случајна променљива има своје потпуне и непотпуне карактеристике. За потребе овог рада кроз анализу бавили смо се непотпуним карактеристикама случајне променљиве.

Непотпуне карактеристике окарактерисане су двема групама параметара. Наиме, разликују се параметри који репрезентују центар растурања случајне променљиве и параметри који мере растурање вредности случајне променљиве око центра растурања. Међу групом параметара који репрезентују центар растурања, у овом раду коришћени су:

- Средња вредност (математичко очекивање)
- Мода (модус)
- Медијана (квантил реда 0.5, други квартил $X_{0,50}$)
- $X_{0,75}$ – трећи квартил (75 – ти перцентил)

У групу параметара који мере растурање вредности случајне променљиве око центра растурања убрајају се:

- Минимум
- Максимум
- Распон
- Стандардна грешка средње вредности
- Стандардно одступање (девијација)
- Варијанса (дисперзија)

Извршена је статистичка анализа, односно мера централне теденције варијабли старост возила и пређена километража. Наиме, одређене су вредности 10 најзначајнијих параметара, 4 из групе који репрезентују центар растурања вредности случајне променљиве и 6 параметара који мере растурање вредности случајне променљиве око центра растурања. Вредности параметара заокружене су математичком прецизношћу на четири децимале. У табели 1, приказана је дескриптивна статистичка анализа статистичке серије варијабле старости возила.

Минимална старост возила, односно возило са најмање година у раду које је ушло у овај узорак узима вредност 2, док је најстарије путничко возило обухваћено овим узорком старо 32 *године*. Распон

старости путничких аутомобила креће се од 2 *године* до 32 *године*, односно 30 *година*. Просечна вредност старости возила, односно средња вредност старости путничких аутомобила обухваћених у овом узорку износи 12,3 *године*. Стандардна грешка средње вредности износи 0,47535. Стандардно одступање старости возила обухваћених у овом узорку је 4,75352, а варијанса старости путничких аутомобила је 22,596. Модус варијабле старост путничких аутомобила је 16 *година*, док је медијана 12 *година*. 75 – ти перцентил старости путничких аутомобила износи 15 година.

Табела 1. *Дескриптивна статистика старости возила*

Старост возила				
Минимум	*Максимум*	*Распон*	*Средња вредност*	*Стандардна грешка средње вредности*
2	32	30	12,3	0,4754
Мода (модус)	*Медијана ($X_{0,50}$)*	*Стандрадно одступање (девијација)*	*Варијанса (дисперзија)*	*75 – ти перцентил ($X_{0,75}$)*
16	12	4,75	22,5960	15

У табели 2 приказана је дескриптивна статистика са најзначајнијим показатељима. Извршена је статистичка анализа варијабле пређена километража возила. Наиме, одређене су вредности десет најзначајнијих параметара.

Табела 2. *Дескриптивна статистика пређене километраже возила*

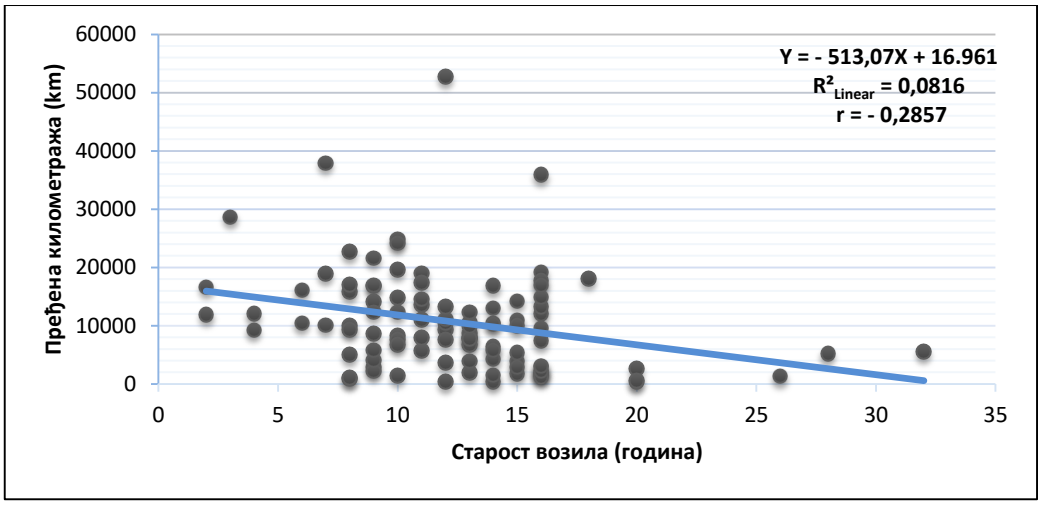
Пређена километража				
Минимум	*Максимум*	*Распон*	*Средња вредност*	*Стандардна грешка средње вредности*
295	52.701	52.406	10.650,46	853,5818
Мода (модус)	*Медијана ($X_{0,50}$)*	*Стандрадно одступање (девијација)*	*Варијанса (дисперзија)*	*75 – ти перцентил ($X_{0,75}$)*
3.862	9.753,5	8.535,8178	72.860.185,7459	14.736,5

Анализом узорка утврђено је да је возило које је прешло најмању километражу прешло 295 *km* за годину дана, што представља минимум посматраног узорка. Возило са највише пређених километара, у посматраном једногодишњем периоду прешло је 52.701 *km* за годину дана, што је уједно и максимум на посматраном узорку. Распон пређене километраже путничких аутомобила, креће се од 295 *km* до 52.701 *km*, односно 52.406 *km*. Средња вредност пређене километраже возила је 10.650,4600 *km*, а стандардна грешка средње вредности километраже на узорку је 853,5819. Средње квадратно одступање пређене километраже путничких аутомобила у посматраном узорку је 72.860.185,7459. Мода пређене километраже путничких аутомобила износи 3.862 *km*, док је медијана 9.753,5 *km*. 75 – ти перцентил је 14.736,5 *km*.

Поред дефинисања најзначајнијих непотпуних карактеристика анализираних случајних променљивих, да би проверили почетну хипотезу овог рада, односно установили у каквој су зависности две посматране варијабле, применили смо линеарну корелативну анализу. Дефинисањем једначина регресионе праве, тј. прост линеарни регресиони модел **Y = AX + B**, где су **X** – независна променљива, **Y** – зависна променљива, **A** – константа у линарној једначини и **B** – коефицијент нагиба праве, за случај линерне везе, односно утврђивањем колико вредности случајне променљиве одступају од регресионе праве која их најбоље апроксимира (метода најмањих квадрата – Гаусов метод), добијају се коефицијенти детерминације и коефицијенти корелације ($\mathbf{R^2_{Linear}}$, **r**).

Коефицијент корелације – *тзв. Пирсонов коефицијент корелације*, може узети негативну или позитивну вредност из интервала вредности **- 1 ≤ r ≤ + 1**. Уколико је добијена вредност негативна, ради се о негативној, инверзној зависности између две променљиве, односно раст једне променљиве утиче на смањење друге. У супротном случају, када је коефицијент корелације позитиван, ради се о позитивној зависности, дакле раст једне променљиве утиче на раст друге.

Након основне статистичке анализе, да би испитали међусобну повезаност (јачину везе) између две варијабле, у овом случају старости и пређене километраже путничких аутомобила поменуте варијабле подвргнуте су корелативној анализи. Добијена је регресиона права (**Y = - 513,07X + 16.961**), коефицијент детерминације – пропорција заједничког варабијалитета две варијабле (**R^2_{Linear} = 0,0816**) и коефицијент корелације (**r = - 0,2857**). Експлорација односа између две варијабле (старост возила и пређена километража – биваријантна корелација), тј. облак растурања вредности случајних променљивих приказан је на слици 1. Поред тога приказане су и вредности добијених параметара корелативне везе.



Слика 1. *Дијаграм растурања (распршености) вредности случајних променљивих*

4. ДИСКУСИЈА

У наставку је приказана анализа најзначајнијих резултата рада. Анализиране су вредности најзначајнијих параметара добијених на основу узорка. Најстарије возило у узорку старо је 32 *године*, док је најмлађе возило старо 2 *године*. Када је у питању варијабла старост возила, средња вредност износи 12,3 *година*. Имајући у виду податке о просечној старости возног парка у Републици Србији, а на основу извештаја Агенције за безбедност саобраћаја Републике Србије, ова вредност спада у средњу вредност овог индикатора што указује да ако се посматра овај параметар постоји могућност значајног унапређења стања. Модус вредности варијабле старост возила је 16 *година*. С’ обзиром да је модална вредност она вредност за коју случајна променљива најчешће узима (са највећом вретоватноћом), налазимо да су возила чија је старост 16 *година* најчешћи учесници у саобраћају на путу, посматрано на основу анализираног узорка. Медијана, односно квантил реда 0.5 просечне старости возила је 12 *година*, дакле 50 *%*, односно 50 – ти перцентил возила из узорка је млађа, односно старија од 12 *година*. 75 – ти перцентил узима вредност 15 *година*, дакле значајан број возила из узорка је млађи од 16 *година*. Стандардно одступање (девијација) је 4,7535 *година*, што утиче на варијансу која је 22,5960 *година*. Такво стање могло би се одразити на безбедност саобраћаја на начин да услед велике варијансе старости возила, а самим тим и перформанси возила посматрано кроз елементе пасивне безбедности возила, запремину и снагу погонског агрегата, стање пнеуматика, кочног система итд.

Анализом друге варијабле, односно пређене километраже возила налазимо следеће важне резултате. Возило из узорка са најмање пређених километара у једној години прешло је 295 *km*, док возило које има највећу пређену километражу прешло 52.701 *km*. Средња вредност пређене годишње километраже износи 10.650,46 *km*. Возила најчешће прелазе километражу од 3.862 *km*, што је модус вредности пређене километраже возила, док возила која су дуже у експлоатацији прелазе више, односно мање од 9.753,5 *km* односно од медијане варијабле. Забележена је велика стандардна девијација, као и варијанса (дисперзија) који износе 8.535.8178 *km*, односно 72.860.185,7459 *km*, респективно. Такво стање могло би имати утицај на структуру саобраћајног тока у смислу појаве такозваних *„викенд возача“*, односно возача који имају значајно мању пређену километражу у односу на остале. То би се одразило на опште услове саобраћајног тока, а даље и на безбедност саобраћаја. 75 – ти перцентил је 14.736,5 *km* што је значајно висока вредност.

Коначно, корелативном анализом утврђени су параметри који указују на повезаност варијабли. Добијени коефицијент корелације означава осредњу негативну линеарну, односно инверзну зависност између старости возила и пређене километраже, што показује да старија возила (возила која су дуже у експолатацији) прелазе мање километара годишње у односу на новија возила. Наиме, уколико старост возила расте, пређена километража опада. Такво стање могло би бити последица економско – финансијског стања учесника.

5. ЗАКЉУЧАК

Методологија прикупљања података о изложености, а у овом случају пређеној километражи возила је веома комплексна процедура. Међутим, добијањем таквих података може се у значајној мери унапредити дефинисање постојећег стања у безбедности саобраћаја. Приказана методологија прикупљања података могла би представљати пример за будуће пројекте везане за дефинисање изложености у саобраћају. Фирме које се баве делатностима техничких прегледа возила кроз *„Записник о вршењу техничког прегледа“*, похрањују значајне податке који могу бити корисни за даље научне анализе, а самим тим и допринос унапређењу безбедности саобраћаја. Аутори овог рада сматрају да би сарадња са фирмама које се баве делатностима техничких прегледа могла значајно допринети унапређењу безбедности саобраћаја, посебно у делу везаном за мерење изложености.

Праћење стања када је у питању изложеност на основу пређене километраже (возило километара) имало би велики значај за локалну заједницу пре свега у спровођењу ефикасних управљачких мера.

Поред приказане методологије, и предлога да би се иста могла примењивати за даља истраживања о изложености, закључак овог рада је да у анализираном узорку којег карактерише велика варијанса старости возила, али и пређене километраже, возачи старијих возила бивају мање изложени могућности настанка саобраћајних незгода.

6. ЛИТЕРАТУРА

Bluden, W. R. (1972) Planning the land use transport complex to reduce exposure to accidents. Paper

presented to National Road Safety Committee, Canberra, March 1972.

Вукадиновић, С., Поповић, Ј. (2008). Математичка статистика, Универзитет у Београду Саобраћајни факултет.

Champan, R., (1973). The concept of exposure. Accident Analysis and Prevention, Vol. 5, pp. 95-II0

Паскота, М. (2010). Методологија квантитативних истраживања, Универзитет у Београду Саобраћајни факултет.

Papadimitriou E., Yannis G., Bijleveld F., Cardoso J. L. (2013): Exposure data and risk indicators for safety performance assessment in Europe. Accident Analysis & Prevention. 60(11):371-383.

Hakkert A.S., (2002). Braimaister L. The uses of exposure and risk in road safety studies. Institute for road safety reasearch.

Rumar, K. (1999). Road safety and benchmarking. In: Proceedings of the Paris Conference on Transport Benchmarking. November 1999, Paris, France.

Stewart, R. G. (t960) Driving exposure--what does it mean'? How is it measured? Traffic Safety Res. Rec. 4 (2), 9-11.

Stehlik – Barry K., Babinec A.J., (2017). Data Analysis with IBM SPSS Statistics, Pack Publishing.