

Просјечна годишња стопа промјене броја тешких теретних возила на државним путевима републике Србије

Милан Маринковић^{а*}

^а Факултет техничких наука, Департман за грађевинарство и геодезију, Нови Сад

| ПОДАЦИ О РАДУ | РЕЗИМЕ |
|--|---|
| <p>DOI: 10.31075/PIS.65.01.08 Стручни рад Примљен: 06/02/2019 Прихваћен: 15/03/2019</p> <hr/> <p><i>Кључне речи:</i> ПГДС Врсте возила Бројање саобраћаја Тешка теретна возила</p> | <p>Структуру саобраћајног тока чине различите врсте возила. Податак који се узима у поступку прорачуна коловозне конструкције, а који указује на врсте возила, назива се ПГДС. ПГДС је просјечан годишњи дневни саобраћај. Иста вриједност ПГДС може да има различиту структуру која се огледа у различитом проценту одређених врста возила. За прорачун саобраћајног оптерећења према стандарду СРПС У.Ц4.010 важно је познавати стопу промјене броја тешких теретних возила. Просјечна стопа промјене броја тешких теретних возила се користи приликом прорачуна мјеродавног оптерећења. Број путничких аутомобила не узимамо у прорачун. Анализа промјене броја тешких теретних возила је извршена за државне путеве на територији Србије на којима се броји саобраћај. У раду је приказан преглед начина бројања саобраћаја на државним путевима. Анализиран је просјечни проценат промјене броја тешких теретних возила у периоду од 2014. године до 2017. године.</p> |

1. Uvod

За поступак димензионисања коловозне конструкције на путевима потребно је познавати структуру саобраћајног тока која се изражава преко вриједности просјечног годишњег дневног саобраћаја (скраћено ПГДС).

Приликом прорачуна саобраћајног оптерећења у прорачун се узимају само тешка теретна возила (ТТВ). Под појмом тешких теретних возила подразумевају се возила која имају укупно оптерећење на појединачној осовини веће од 20 kN.

Групу тешких теретних возила, у смислу димензионисања коловозне конструкције, чине сва возила осим путничких аутомобила. Ову подјелу не треба мијешати са врстама возила јер постоји врста возила, дефинисана стандардном СРПС У.Ц4.010, која се назива тешко теретно возило.

То значи да се број путничких аутомобила не узима приликом прорачуна саобраћајног оптерећења за димензионисање коловозне конструкције. Разлог за то је што путнички аутомобили праве занемарљиво мала оштећења у односу на остале врсте возила.

За саобраћајно оптерећење током животног вијека коловозне конструкције битан податак је пораст броја тешких теретних возила у току пројектног периода саобраћајнице. У раду је анализирана просјечна стопа промјене броја возила на државним путевима на територији Републике Србије. Анализа је извршена за период од 2014. до 2017. године на основу доступних података.

* Corresponding author: milan.marinkovic@uns.ac.rs

2. Бројање саобраћаја на државним путевима

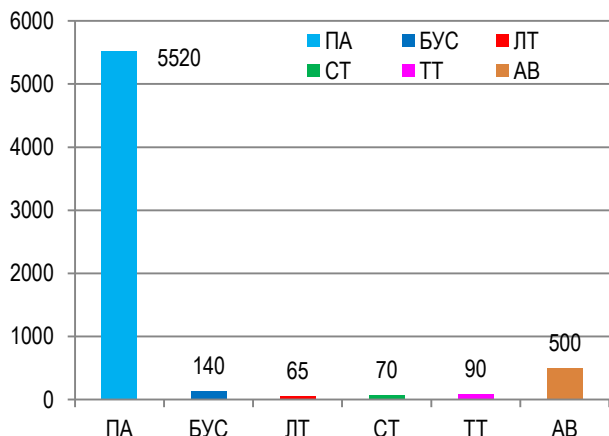
На територији Републике Србије има преко 16 000 km државних путева првог и другог реда. Њихова вриједност се процјењује на око 4,5 милијарди евра [1].

Државни путеви се дијеле на:

- Државне путеве првог А реда (ауто-путеви) – према подацима из новембра 2017. године дужина износи 781,633 km
- Државне путеве првог Б реда – 4486,575 km
- **Државне путеве другог А реда – 7783,439 km**
- Државне путеве другог Б реда – 3169,478 km

У званичним документима о бројању саобраћаја на државним путевима на територији Републике Србије возила се дијеле у категорије:

- ПА – путнички аутомобил
 - БУС – аутобус
 - ЛТ – лако теретно возило
 - СТ – средње теретно возило
 - ТТ – тешко теретно возило
 - АВ – аутовоз и теретно возило са приколицом
- У групу тешких теретних возила (ТТВ), која је анализирана у раду, са листе изнад, спадају БУС, ЛТ, СТ, ТТ и АВ.



Слика 1. Приказ ПГДС-а за дио ауто-пута А1 (2017)

На слици 1 је приказана структура саобраћаја на дионици ауто-пута од границе са Мађарском па до петље Хоргош.

На државним путевима број возила се утврђује на сљедеће начине:

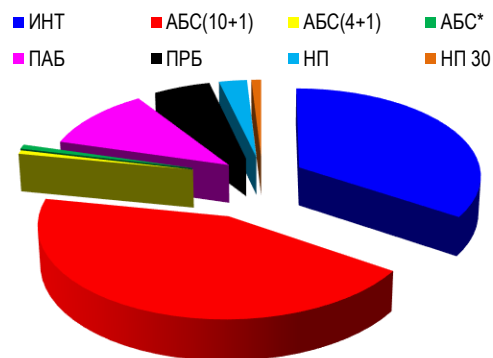
- преузимањем података са аутоматских бројача који стално снимају саобраћај (постоје бројачи који класификују возила у 4 категорије – АБС(4+1) и бројачи који класификују у 10+1 категорију - АБС(10+1))
- повременим аутоматским бројањем саобраћаја - ПАБ
- повременим ручним бројањем саобраћаја - ПРБ
- интерполацијом података - ИНТ

- преузимањем података са деоница са рампама за наплату путарине – НП30
- преузимањем података са деоница у затвореном систему наплате путарине – НП
- преузимањем података са сусједних дионица – АБС*

Табела 1. Начини бројања саобраћаја на државним путевима (2014-2017)

| година | ИНТ | АБС(10+1) | АБС(4+1) | АБС* | ПАБ | ПРБ | НП | НП30 |
|--------|-----|-----------|----------|------|-----|-----|----|------|
| 2014 | 290 | 322 | 5 | 6 | 79 | / | 19 | 7 |
| 2015 | 253 | 322 | 5 | 6 | 83 | 41 | 20 | 7 |
| 2016 | 304 | 322 | 6 | 7 | 82 | / | 26 | 7 |
| 2017 | 302 | 321 | 6 | 7 | 96 | / | 24 | 8 |

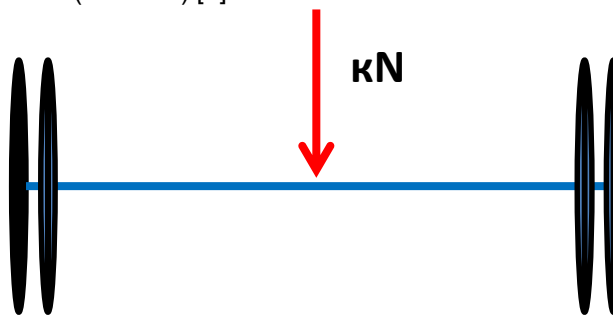
Тренутно на државним путевима има око 320 аутоматских бројача (Табела 1).



Слика 2. Статистички приказ начина бројања саобраћаја током 2015. године

3. Анализа мјеродавног оптерећења за поступак димензионисања коловозне конструкције

Како структуру саобраћаја чине различита возила онда је потребно сва та возила прорачунати у јединствену еквивалентну стандардну осовину-ЕСО (Слика 3) [3].

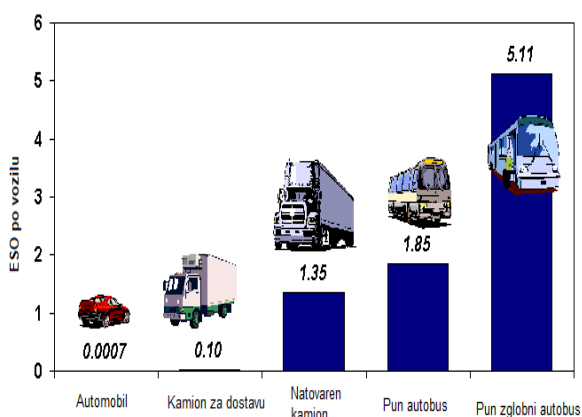


Слика 3. Еквивалентна стандардна осовина [3]

Број сваке врсте возила се множи са укупним факторима еквиваленције. Фактор еквиваленције представља просјечан деструктивни утицај посматране осовине у односу на еквивалентну стандардну осовину од 82 kN.

Укупно појединачно оптерећење по осовинама се добија тако што се укупној тежини возила додаје процентуална искоришћеност максималног корисног терета.

Просјечан искоришћеност теретних возила се може утврдити анкетањем. Уколико се не располаже значајнијим подацима онда се према стандарду СРПС У.Ц4.010 [3] препоручује вриједност од 70%.



Слика 4. Вриједности фактора еквиваленције за појединачна возила [2]

$$T_{osovinsko} = V_t + P_t * K_t \quad (1)$$

гдје је:

$T_{osovinsko}$ – укупно појединачно осовинско оптерећење (дефинисано стандардом за стандардне врсте возила)

V_t – властито оптерећење возила на осовини (дефинисано стандардом за стандардне врсте возила)

P_t – проценат искоришћености корисног терета

K_t – максимални користан терет (дефинисан стандардом)

Укупно дневно оптерећење у почетној години експлоатације добија се сабирањем појединачних дневних оптерећења. За почетну годину укупно оптерећење се добија по формули 2 [4]:

$$T_g = 365 * T_d \quad (2)$$

T_g – укупно годишње саобраћајно оптерећење за прорачун коловозне конструкције

T_d – укупно дневно саобраћајно оптерећење за прорачун коловозне конструкције

Укупно саобраћајно оптерећење за пројектни вијек коловозне конструкције се рачуна по формули 3:

$$T_u = q * T_g \quad (3)$$

гдје је:

T_u – укупно саобраћајно оптерећење у пројектном периоду за прорачун коловозне конструкције

q – фактор раста саобраћаја у пројектном периоду

T_d – укупно дневно саобраћајно оптерећење за прорачун коловозне конструкције

Фактор q представља фактор раста саобраћаја у пројектном периоду и зависи од величина у формули 4:

$$q = \sum_{i=1}^p (1 + \frac{r}{100})^i \quad (4)$$

гдје је:

q – фактор раста саобраћаја у пројектном периоду

r – просјечна годишња стопа раста ТТВ у

пројектном периоду

i – број година пројектног периода

p – укупан пројектни период пута

Вриједности фактора q су дате у табели 2 за различите пројектне периоде и за различите вриједности промјене броја ТТВ.

Табела 2. Вриједности фактора q [4]

| Годишња стопа раста промета, r , у % | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Пројектни период димензионисања, p , у годинама | q | | | | | | | | | |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 |
| 10 | 11 | 11 | 12 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 17 |
| 15 | 16 | 18 | 19 | 21 | 23 | 25 | 27 | 29 | 32 | 35 |
| 20 | 22 | 25 | 28 | 31 | 35 | 39 | 44 | 49 | 56 | 63 |

Мјеродавно саобраћајно оптерећење по траци зависи од броја трака (Табела 3) и рачуна се по формули 5:

$$T_m = f_t * T_u \quad (5)$$

гдје је:

T_{m} – мјеродавно саобраћајно оптерећење у пројектном периоду (за прорачун коловозне конструкције)

f_t – фактор којим се узима у обзир број смјерова и број трака (Табела 3)

T_u – укупно саобраћајно оптерећење у пројектном периоду за прорачун коловозне конструкције

Табела 3. Процентуална расподела оптерећења у зависности од броја трака [4]

| Број саобраћајних трака у попречном профилу пута | Расподјела саобраћајног оптерећења ТТВ по саобраћајним тракама, | | | |
|--|---|----|----|----|
| Једна саобраћајна трака (једносмјеран саобраћај) | 100 | | | |
| Двије саобраћајне траке (двосмјеран саобраћај) | 50 | 50 | | |
| Четири саобраћајне траке (двосмјеран саобраћај) | 45 | 5 | 5 | 45 |
| Четири саобраћајне траке нивелета пута у успону, $\alpha > 4\%$ (двосмјеран саобраћај) | 45 | 5 | 50 | |

4. Промјена броја тешких теретних возила на државним путевима

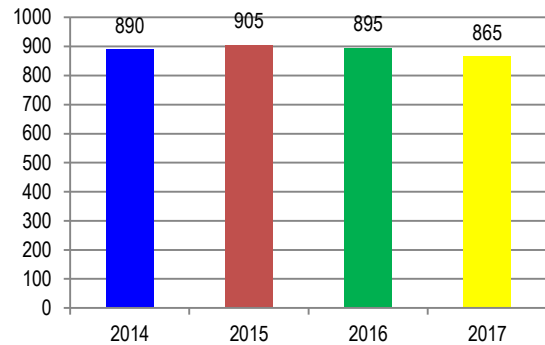
Један од параметара од којих зависи фактор q јесте и просјечна годишња стопа раста броја тешких теретних возила (r).

У раду је анализирана просјечна годишња стопа раста у периоду од четири године на државним путевима на територији Републике Србије (2014, 2015, 2016, 2017) на основу доступних података на сајту ЈП“Путеви Србије“ [5]. Овај појам је везан за раст бруто друштвеног производа.

Прво је направљена подјела на путничка возила и тешка теретна возила.

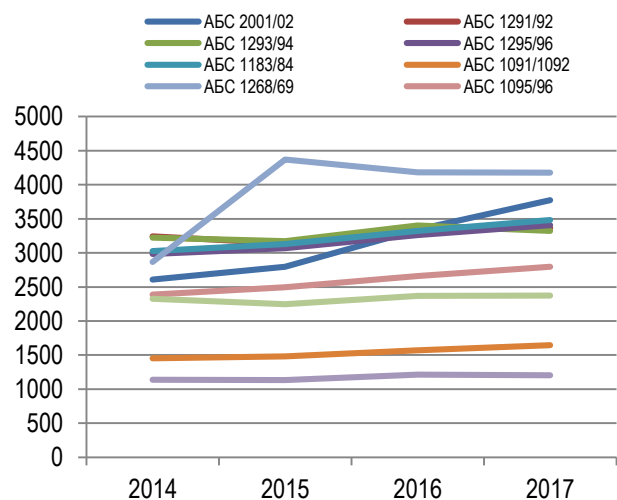
На слици 5 је приказана расподела ТТВ по годинама на државном путу од границе са Мађарском до Хоргоша.

Исто је урађено за све државне путеве на којима се броји саобраћај.



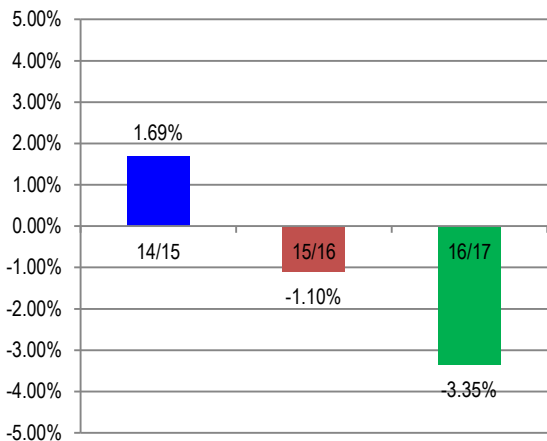
Слика 5. Број ТТВ (БУС, ЛТ, СТ, ТТ, АВ) возила у току посматраног периода за дионицу од границе са Мађарском до петље Хоргош

Слика 6 приказује промјену броја ТТВ на државним путевима првог А реда (ауто-путевима) на којима се саобраћај броји помоћу аутоматских бројача са 11 категорија. На десном дијелу слике су приказани називи бројача на којима је утврђен број ТТВ.



Слика 6. Промјене броја ТТВ возила на ауто-путевима на којима се бројање врши аутоматски

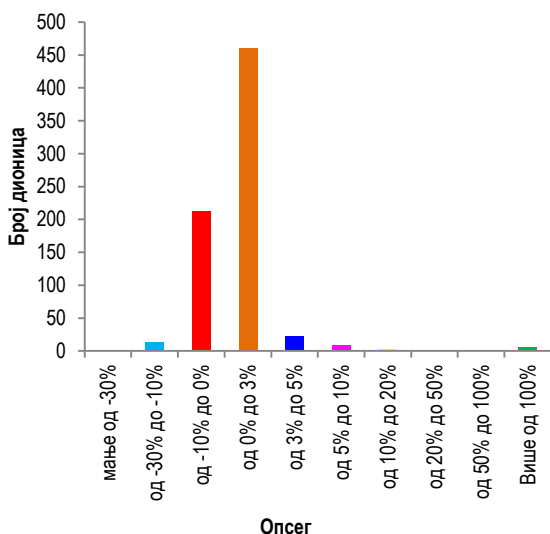
Након анализирања броја ТТВ на свим појединачним дионицама (Слика 7) утврђена је промјена броја ТТВ у сусједним годинама (2014/2015, 2015/2016, 2016/2017). Иако је доступно бројање и за 2013. годину због различитог означавања појединих дионица и промјене начина класификације путне мреже у Републици Србији (промјена са тзв. М и Р мреже на путеве првог и другог реда [7]) бројање за 2013. годину није анализирано.



Слика 7. Процентуална промјена броја ТТВ возила за дионицу од границе са Мађарском до петље Хоргош

Анализом просјечне годишње промјене броја ТТВ је обухваћено 726 саобраћајних дионица на државним путевима у Србији. На оним дионицама на којима није доступан податак о броју возила током сваке од четири године промјена није утврђивана.

5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА



Слика 8. Интервали просјечне промјене броја ТТВ на државним путевима у Србији (2014-2017)

Средња вриједност просјечне годишње промјене броја ТТВ на државним путевима у Србији износи 4,845% а вриједност стандардне девијације износи 0,234%. Овако добијена вриједност би могла бити кориговарна због тога што су на појединим дионицама забиљежене вриједности просјечне годишње промјене броја ТТВ и за више од 100 %.

Једна од таквих дионица је граница ХР/СРБ (Бездан) – Бездан гдје је број ТТВ (БУС, ЛТ, СТ, ТТ И АВ) у 2017. години за 968% већи у односу на број истих возила у 2016. години. Уколико би се из анализе уклониле све вриједности веће од 100% онда би средња вриједност била око 3,3 %. Ове вриједности су добијене тако што су све дионице посматране заједно.

Уколико би постматрали државне путеве подијељене по категоријама онда су резултати сљедећи:

- Државни путеви првог А реда – средња вриједност просјечне промјене броја ТТВ износи 3,18% а стандардна девијација 0,0804%
- Државни путеви првог Б реда – средња вриједност просјечне промјене броја ТТВ износи 5,20% а стандардна девијација 0,207%
- Државни путеви другог А реда – средња вриједност просјечне промјене броја ТТВ износи 4,88% а стандардна девијација 0,282%
- Државни путеви другог Б реда – доступно је бројање за само једну дионицу па није анализирано као засебно

На слици 8 се уочава да највећи број дионица има просјечну промјену броја ТТВ у распону од 0 до +3%. Послије тог опсега уочава се је највећи број оних дионица које имају негативну просјечну промјену броја ТТВ (класа од 0 до -10). Број дионица које имају просјечну промјену броја ТТВ изван овог опсега, првенствено већу од +3%, је веома мали у односу на укупан број анализираних дионица.

6. Закључак

Прорачун саобраћајног оптерећења се заснива на просјечном годишњем дневном саобраћају. Прорачун оптерећења изузима путничка возила и узима у обзир тешка теретна возила.

У групу тешких теретних возила за димензионисање коловозне конструкције убрајају се БУС, ЛТ, СТ, ТТ и АВ.

Саобраћајно оптерећење се изражава у еквивалентним стандардним осовинама. За претварање појединачних врста возила у еквивалентне осовине користе се фактори еквиваленције.

Укупно саобраћајно оптерећење зависи од броја саобраћајних трака, пројектног периода као и од просјечне годишње промјене броја ТТВ. У раду је анализирана промјена броја ТТВ на државним путевима у периоду од 2014. године до 2017. године.

Анализом је утврђено да је просјечна промјена броја ТТВ, за посматрани период, 4,845%. Већина посматраних дионица има просјечну промјену броја ТТВ између 0% и +3%. Овако добијену вриједност треба узети са резервом због малог периода анализирања а и због нагле промјене броја тешких теретних возила на појединим дионицама (граница ХР/СРБ (Бездан) – Бездан).

Средња вриједност промјене броја ТТВ за државне путеве првог А реда износи 3,18%, за државне путеве првог Б реда 5,20%, за државне путеве другог А реда је 4,88% док за државне путеве другог Б реда није анализирана због доступног бројања за само једну дионицу.

Добијене вриједности су сличне у поређењу са неким досадашњим истраживањима у другим државама [6].

У току даљих истраживања потребно је обухватити дужи временски период бројања саобраћаја, уколико подаци о бројању буду јавно доступни, и извршити по потреби утврђивање различитих просјечних промјена броја ТТВ у току пројектног вијека пута. Даља истраживања би требало да обухвате, по потреби, и различиту подјелу на класе промјене процента ТТВ у односу на класе које су приказане у овом раду. На основу тога би могли користити различите проценте промјене броја ТТВ у пројектном периоду приликом пројектовања оптерећења за димензионисање коловозне конструкције.

Average annual rate of change in the number of heavy truck vehicles on the state roads of the Republic of Serbia

Abstract: *The traffic flow structure consists of different types of vehicles. The data taken in the process of the pavement design, which indicates the type of vehicle, is called AADT. AADT is the average annual daily traffic. The same AADT value can result in a different thickness of pavement, which is reflected in a different percentage of certain types of vehicles. For the traffic load design according to standard SRPS U.C4.010, it is important to know the rate of change in the number of heavy truck vehicles. The average annual rate of change in the number of heavy truck vehicles is used in design of the load. An analysis of the change in the number of heavy truck vehicles has been made for state roads in Serbia where traffic is counted. The paper presents an overview of the method of counting traffic on state roads. The average percent change in the number of heavy truck vehicles in the period 2014-2017 was analyzed.*

Keywords: *AADT, Types of vehicles, Traffic counting, Heavy truck vehicles.*

Литература

- [1] Доступно преко: <http://www.putevi-srbije.rs/index.php/en/about-us/about-us1> (21.02.2019.)
- [2] Доступно преко: <https://www.pavementinteractive.org/reference-desk/design/design-parameters/loads/> (23.02.2019.)
- [3] Институт за стандардизацију Србије (1981). Одређивање укупног еквивалентног саобраћајног оптерећења за димензионисање асфалтних коловозних конструкција
- [4] Мазих, Б., (2007). Асфалтне коловозне конструкције. Сарајево. Грађевински факултет у Сарајеву
- [5] Бројање саобраћаја
Доступно преко: <http://www.putevi-srbije.rs/index.php/en/traffic-counting> (10.12.2018)
- [6] Dion, Thomas R. Dion (2002). Land Development for Civil Engineers
- [7] Tubić, V., Vidas, M., & Stepanović, N. (2018). Traffic flow characteristics and conditions on rural state road network of Republic of Serbia. *Put I Saobraćaj*, 64(2), 5-12. <https://doi.org/10.31075/PIS.64.02.01>