

АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА САОБРАЋАЈНИХ ТОКОВА НА ПОСТОЈЕЋИМ И ПРОЈЕКТОВАНИМ АУТОПУТСКИМ ГРАНИЧНИМ ПРЕЛАЗИМА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

Јован Дробњак, дипл. инж. саобр., Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, jovandrobnijak98@gmail.com

Никола Ивковић, дипл. инж. саобр., Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, ivkkovic@gmail.com

Резиме: На аутопутевима, као високо капацитивним саобраћајницама у стањима високих, односно вршних оптерећења, у принципу, јављају се уска грла на наплатним станицама и граничним прелазима. Проблем елиминације ударних таласа и енормних временских губитака који се повремено појављују на овим елементима аутопутског система мора бити заснован на детаљнијој анализи саобраћајних токова. У овом раду анализирани су промене просечног годишњег дневног саобраћаја (ПГДС) на постојећим аутопутским граничним прелазима Републике Србије у протеклих десет година. На основу детаљне анализе у раду су извучени закључци и трендови на основу којих су представљене пројекције вредности ПГДС-а на аутопутским граничним прелазима који ће бити изграђени у будућности. Основ за ову анализу су реални подаци са аутоматских бројача саобраћаја (АБС-а) и ажурна база података о саобраћајним, путним карактеристикама и технолошким карактеристикама граничних прелаза. Са очекиваним вредностима будућих захтева извршена је провера могућности пројектованих граничних прелаза.

Кључне речи: аутопут, саобраћајни ток, ПГДС, гранични прелаз

1. УВОД

Имајући у виду значај ефикасног функционисања граничних прелаза на међународним аутопутевима, потребно је континуирано пратити параметре функционисања овог дела система. Са тим у вези, успешне прогнозе будућих протока на граничним прелазима могу дати добру полазну основу за прилагођавање могућности аутопутских граничних прелаза будућим транспортним захтевима. Основ успешне прогнозе је добро познавање природе онога што се прогнозира. За потребе израде квалитетне прогнозе потребно је познавати прошлост, садашњост, као и поуздане претпоставке о могућим догађајима у будућности. Саобраћајна инфраструктура пројектује се тако да опслужује кориснике одређених година у будућности, где прогнозе у саобраћају играју важну улогу. Резултат прогнозе инжењерима даје одговор на питање да ли је и када је потребно градити, односно прилагодити постојећу саобраћајну инфраструктуру очекиваним захтевима.

2. АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ ТОКОВА НА ПОСТОЈЕЋИМ АУТОПУТСКИМ ГРАНИЧНИМ ПРЕЛАЗИМА

У оквиру овог поглавља биће приказана промена просечног годишњег дневног саобраћаја током протеклих десет година (у периоду 2012.-2021. године) на постојећим аутопутским граничним прелазима између Републике Србије и суседних држава. На наредном графику приказане су вредности ПГДС-а на граничним прелазима са Мађарском - Хоргош, Македонијом - Прешево, Хрватском - Батровци и Бугарском - Градина. Вредности ПГДС-а на граничном прелазу Градина, који је изграђен 2016. године, доступни су тек од 2017. године. Вредности ПГДС-а преузете су са сајта јавног предузећа Путеви Србије.

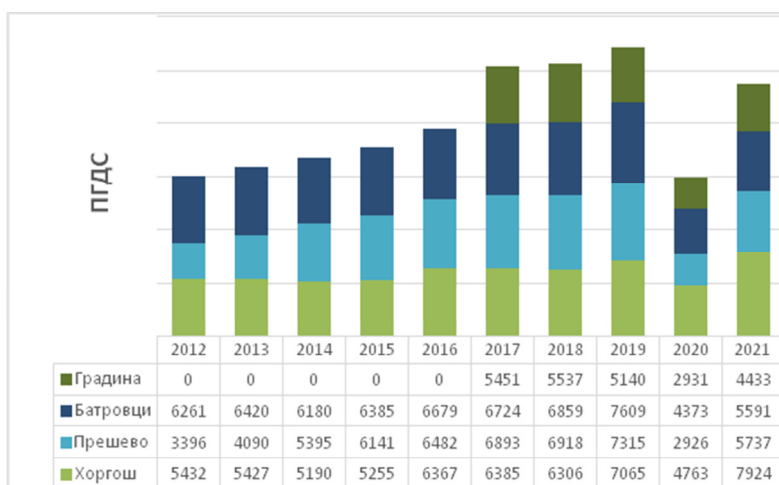


График 1. Промена ПГДС-а у периоду 2012-2021. на постојећим аутопутским граничним прелазима

Оно што је приметно за сва четири посматрана гранична прелаза, јесте пад вредности ПГДС-а у 2020. години. Разлог оваквог феномена јесте примена мера у циљу спречавања заразне болести COVID-19, које су подразумевале затварање граница за становнике Србије. Мере у трајању од неколико месеци утицале су да просечни дневни саобраћај падне за 33% у односу на прошлогодишњу вредност на Хоргошу, 43% на Батровцима, 42% на Градини и чак 60% на граничном прелазу Прешево. Ка јужном граничном прелазу на аутопуту Е-75 пад је највећи, а разлог томе лежи у претежно туристичким кретањима преко овог граничног прелаза у летњим месецима, који су готово потпуно изостали 2020. године. Свакако, пад је приметан и на осталим аутопутским граничним прелазима. У 2021. години ПГДС није достигао ниво из 2019. ни на једном од посматраних прелаза, осим на Хоргошу, где је са 7065 воз/дан у 2019. години порастао на чак 7924 воз/дан у 2021. години. На Прешеву је присутан однос 7315 воз/дан у 2019. – 5737 воз/дан у 2021., на Батровцима 7609 воз/дан у 2019. - 5591 воз/дан у 2021., а на Градини 5140 воз/дан у 2019. – 4433 воз/дан у 2021. години.

3. ПРОГНОЗА САОБРАЋАЈНИХ ТОКОВА НА ПРОЈЕКТОВАНИМ АУТОПУТСКИМ ГРАНИЧНИМ ПРЕЛАЗИМА

У оквиру овог рада, биће процењена вредност ПГДС-а на аутопутском граничном прелазу ка Црној Гори, односно на будућем граничном прелазу Бољаре, који

представља крајњу тачку Коридора 11. Према подацима ЈП „Путеви Србије“ од тренутка пуштања у рад нових деоница аутопута Милош Велики, установљено је да је саобраћај на Ибарској магистралаи, која представља алтернативу аутопуту, на потезу од Прељине до Липовачке шуме (Велике Моштанице), растерећен за око 35-40 %. Ако би се хипотетички посматрало да је сада (у 2022. години) изграђен комплетан аутопут Е763 Београд-Јужни Јадран, претходно поменути проценат би био већи, зато што на потезу од Београда до Прељине доминирају изворно циљни токови између Београда и осталог дела Србије, а јужније од Прељине даљински токови према Црној Гори. Када је у питању врста саобраћајних токова, у највећој мери издвајају се туристички токови ка Црној Гори, који су најинтензивнији у периоду летњих месеци, са циљем одласка на летовање и у значајној мери утичу на вредност саобраћајног оптерећења на граничним прелазима, посматрано на годишњем нивоу (ПГДС). Изградњом аутопута, очекује се управо прилив туристичких токова у највећој мери на аутопутски гранични прелаз Бољаре, док ће прилив осталих врста токова (транспорта робе, одласка на посао и сл.) бити знатно мањи. Прелиминарна анализа указује да би очекивани проценат преусмерених саобраћајних токова могао да се креће у распону од 45 – 65 % саобраћајних токова који у функцији једног од 3 алтернативна путна правца. У другом кораку извршена је прогноза преусмерених саобраћајних токова до 2026. године за коју се претпоставило да би била година у којој би се комплетно завршио аутопут Прељина – Бољаре – Подгорица – Јужни Јадран. У табели 1 приказани су резултати спроведених анализа.

Табела 1. Хипотетички прорачун укупних саобраћајних токова који би били присутни на аутопуту Е763 Београд-Јужни Јадран

| Деонице на граничним прелазима | Рибарићи - ГП Мехов Крш (45% ПГДС-а) | Коловрат - ГП Јабука (55% ПГДС-а) | Мијоска - ГП Гостун (65% ПГДС-а) |
|--------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| ПГДС 2021. године | 1966 воз/дан | 3129 воз/дан | 3435 воз/дан |
| 45 – 65 % ПГДС-а | 885 воз/дан | 1721 воз/дан | 2233 воз/дан |
| ПГДС на АП у 2021. години | 4839 воз/дан | | |
| ПГДС на АП у 2026. години | 5747 воз/дан | | |

Уколико се 2021. година хипотетички посматра као прва година експлоатације аутопута, очекивана вредност ПГДС-а би износила 4839 возила на дан, што представља суму претходно разматраног процентуалног преусмеравања саобраћајних токова са 3 посматрана алтернативна правца, односно три постојећа гранична прелаза ка Црној Гори са највећим вредностима саобраћајног оптерећења. Као што је већ наглашено, у другом кораку извршена је прогноза преусмерених саобраћајних токова до 2026. године за коју се претпоставило да би била година у којој би се комплетно завршио аутопут Београд – Јужни Јадран. Узимајући у обзир, хипотетички, 2021. годину, као нулту годину, а период од 2022. до 2026. године као петогодишњи период експлоатације аутопута, извршена је процена вредности достигнутих саобраћајних токова на аутопутском граничном прелазу Бољаре за 2026. годину.

За стопу раста ПГДС-а на годишњем нивоу узета је вредност од 3,5 %, из реалистичког сценарија, у периоду првих 5 година експлоатације аутопута. Након

прорачуна добијена је процењена вредност ПГДС-а на аутопутском граничном прелазу Бољаре за 2026. годину од 5747 возила на дан.

4. ПРОВЕРА МОГУЋНОСТИ ПРОЈЕКТОВАНИХ ГРАНИЧНИХ ПРЕЛАЗА

Пропусна моћ граничних прелаза огледа се у максималном броју возила који се може опслужити у посматраном временском интервалу. Као основни параметар оцене квалитета опслуге на аутопутским граничним прелазима дефинисано је време задржавања. Време задржавања на граничном прелазу обухвата: време чекања од наиласка на зону граничног прелаза (колону возила) до наиласка на прву контролну станицу, време потребно за проверу документације путника или царину робе (приближно исто на обе контролне станице) и време кретања од прве до друге контролне станице. Претходно поменуто време чекања од наиласка на зону граничног прелаза (колону возила) до наиласка на прву контролну станицу директно зависи од времена потребног за спровођење комплетне процедуре провере документације путника или царинењења робе у случају теретних возила, интензитета достигнутих саобраћајних токова на граничном прелазу и капацитета саобраћајне инфраструктуре у зони граничног прелаза. У сврху израде рада спроведено је пилот истраживање, односно путовање и прелазак аутопутског граничног прелазу Батровци у септембру месецу 2022. године, када је већ осетно смањен интензитет туристичких саобраћајних токова, који су најизраженији у периоду јун - август. У току путовања 5 путника у путничком аутомобилу забележено је укупно време задржавања на граничном прелазу Батровци од 58 минута, од чега је време чекања до наиласка на прву контролну станицу износило 45 минута. Време чекања до наиласка на прву контролну станицу представља параметар на који се директно и превентивно може утицати приликом пројектовања саобраћајне инфраструктуре на граничним прелазима. Као улазни податак пројектовања саобраћајне инфраструктуре на аутопутским граничним прелазима, усвојена је вредност меродавног протока. Самим тим, прогнозирана вредност будућег ПГДС-а на аутопутском граничном прелазу Бољаре трансформише се у Q_m , употребом прогнозиране вредности K (процент од ПГДС-а у меродавном вршном часу) и D (процент тока у оптерећенијем смеру у пројектном вршном часовном току).

Доминантна присутност сезонских туристичких токова на граничним прелазима јасно указује на значајно ниску вредност меродавног сата, односно значајно веће вредности меродавног протока у вршним сатима. У оквиру овог рада, усвојен је критеријум **10-ог сата**, а процент ПГДС-а који узима меродавни проток у вршном сату разматран је у распону 18-22%, док је за процент тока у оптерећенијем смеру усвојена вредност од 55%. Додатно, како би се испитао квалитет опслуге на аутопутским граничним прелазима, усвојен је и критеријум максималног просечног времена чекања у реду. Поред тога, на основу података о структури тока на постојећим аутопутским граничним прелазима у 2021. години, утврђена је просечна вредност учесталости путничких аутомобила од 82%, што ће се усвојити као очекивани удео путничких аутомобила у расподели структуре тока на пројектованим аутопутским граничним прелазима. Овај податак је битан, јер се на аутопутским граничним прелазима, на посебним контролним станицама задржавају теретна возила, за која су и резервисане посебне прилазне саобраћајне траке (канални) и која

нису разматрана у овом раду. У оквиру пилот истраживања забележено је и време чекања на првој контролној станици приликом провере документације потребне за прелазак граничног прелаза, које износи $t_c=3 \text{ min}$, што ће бити усвојено као интервал слеђења два узастопна возила у истом каналу (реду). Након дефинисаних улазних критеријума и параметара извршена је анализа квалитета опслуге на аутопутском граничном прелазу Бољаре, која је представљена у наредној табели.

Табела 2. Критеријуми за утврђивање квалитета опслуге на пројектованом аутопутском граничном прелазу Бољаре

| | | | | | |
|-----------------------------|------|--|----|----|----|
| ПГДС 2026. Године (воз/дан) | 5747 | Време опслуге на контролној станици/интервал слеђења=3 min | | | |
| Удео ПА 82% (ПА/дан) | 4713 | макс. просечно време чекања (min) | 30 | 45 | 60 |
| D | 0.55 | макс. број возила по каналу (реду) | 20 | 30 | 40 |
| Qm 18% (ПА/час по смеру) | 467 | број канала | 23 | 16 | 12 |
| Qm 19% (ПА/час по смеру) | 492 | број канала | 25 | 16 | 12 |
| Qm 20% (ПА/час по смеру) | 518 | број канала | 26 | 17 | 13 |
| Qm 21% (ПА/час по смеру) | 544 | број канала | 27 | 18 | 14 |
| Qm 22% (ПА/час по смеру) | 570 | број канала | 29 | 19 | 14 |

5. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Након процењене вредности ПГДС-а на аутопутском граничном прелазу Бољаре за 2026. годину, уочена је сличност са аутопутским граничним прелазима Батровци и Прешево. Сличност се првенствено огледа у процењеној вредности достигнутог саобраћајног оптерећења, које би у 2021. години било приближно на граничном прелазу Бољаре у односу на граничне прелазе Батровци и Прешево. Још једна од сличности између поменутих аутопутских граничних прелаза биће и процентуална расподела врсте саобраћајних токова, у којој ће у највећој мери бити изражени сезонски туристички токови. Имајући у виду поменуте процењене и очекиване сличности аутопутског граничног прелаза Бољаре са постојећим аутопутским граничним прелазима Батровци и Прешево, од великог је значаја анализирати недостатке који утичу на квалитет опслуге на постојећим аутопутским граничним прелазима. Недостаци се огледају у капацитету саобраћајне инфраструктуре на аутопутским граничним прелазима, процесу провере документације потребне за прекогранична кретања и процеса царине терета. Неопходно је превентивно деловати у свим фазама пројектовања и изградње будућих аутопутских граничних прелаза, како би се минимизирали недостаци који су присутни на упоредним постојећим аутопутским граничним прелазима, који директно утичу на ефикасност саобраћаја. У циљу постизања жељеног квалитета опслуге, односно циљаног максималног просечног времена чекања у реду, прорачунати су потребни капацитети саобраћајне инфраструктуре на граничном прелазу Бољаре, који би опслужили саобраћајне токове, чак и у најоптерећенијим вршним сатима. На пример, за циљано максимално просечно време чекања од 60 минута, могуће је опслужити максимално 40 аутомобила по каналу, при чему је за захтеве путничких аутомобила у меродавном вршном сату ($q_m=18-19\%$ ПГДС-а) потребно укупно 12 канала.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Marios M. i ostali, 2017, Analysis of border crossings in South East Europe and measures for their improvement, Aristotle University of Thessaloniki.
- [2] Anđelković S., Tubić V., 2020, Kapacitet autoputa u zonama radova – iskustva u stranim uslovima, Beograd, 2012.
- [3] Tubić V., 2010, Merodavni saobraćajni protoci u vrednovanju projektnih rešenja, Beograd, 2012.
- [4] Highway Capacity Manual 2010., Transportation Research Board, USA.
- [5] Drobniak J., 2021, Analiza PGDS-a na DP IB reda 22, 23 I 29 od Preljine do graničnih prelaza ka Crnoj Gori, Diplomski rad, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet.
- [6] JP „Putevi Srbije“, 2022., Brojanje saobraćaja, Beograd.

SUMMARY

Analysis and Forecast of Traffic Flows at Existing and Projected Highway Border Crossings in the Republic of Serbia

Abstract: On highways, as high capacity roads, in conditions of high or peak loads, bottlenecks at toll stations and border crossings may occur. The problem of shock wave elimination and enormous time losses, which happen periodically on these elements of the highway, must be based on a detailed analysis of traffic flows. In this paper, changes of average annual daily traffic (AADT) at the existing highway border crossings of the Republic of Serbia in the past ten years are analyzed. Based on a detailed analysis, the paper draws conclusions and trends based on which the projections of the AADT value at highway border crossings that will be built in the future are presented. The basis for this analysis is real data from automatic traffic counters and an up-to-date database on traffic, road characteristics and technological characteristics of border crossings. With the expected values of future requirements, the possibilities of the designed border crossings were checked.

Key words: highway, traffic flow, AADT, border crossing