

## **Analiza promene brzine vozila u zoni ulaza u naselja na državnim putevima sa aspekta bezbednosti saobraćaja<sup>30</sup>**

Lazar Stojanović, Hidroprojekat saobraćaj, [lazar.stojanovic@hps.rs](mailto:lazar.stojanovic@hps.rs)

Milica Tubić, Hidroprojekat saobraćaj, [milica.tubic@hps.rs](mailto:milica.tubic@hps.rs)

Danijela Rotula, Hidroprojekat saobraćaj, [danijela.rotula@hps.rs](mailto:danijela.rotula@hps.rs)

Marija Stojanović, Hidroprojekat saobraćaj, [marija.stojanovic@hps.rs](mailto:marija.stojanovic@hps.rs)

Miloš Micković, Hidroprojekat saobraćaj, [milos.mickovic@hps.rs](mailto:milos.mickovic@hps.rs)

Ana Rusić, Hidroprojekat saobraćaj, [ana.rusic@hps.rs](mailto:ana.rusic@hps.rs)

Nebojša Vidić, Hidroprojekat saobraćaj, [nebojsa.vidic@hps.rs](mailto:nebojsa.vidic@hps.rs)

*Rezime: Brzina kretanja vozila predstavlja jedan od najznačajnijih faktora koji utiču na bezbednost saobraćaja, naročito u zonama prelaza sa puta van naselja u naselje. Uprkos jasno definisanim ograničenjima brzine u naseljima, u praksi se često javlja problem neadekvatnog prilagođavanja brzine vozila nakon prelaska u režim saobraćaja karakterističan za naselja. Cilj rada je analiza karakteristika promene brzine kretanja vozila u zoni ulaza u naselje na državnim putevima, kao i sagledavanje bezbednosnih karakteristika ovih zona kroz analizu saobraćajnih nezgoda. Istraživanje je zasnovano na podacima prikupljenim terenskim merenjima na većem broju lokacija sa sličnim saobraćajno-tehničkim i prostornim karakteristikama, uz analizu saobraćajnih nezgoda evidentiranih u posmatranim zonama. Na osnovu dobijenih rezultata izvršena je analiza povezanosti između ponašanja vozača u pogledu prilagođavanja brzine i nivoa bezbednosti saobraćaja, uz definisanje preporuka za unapređenje bezbednosnih performansi tranzicionih zona na ulazima u naselja.*

*Ključne reči: brzina, naselje, državni put, saobraćajne nezgode*

### **1 UVOD**

Upravljanje brzinama predstavlja jedan od ključnih elemenata unapređenja bezbednosti saobraćaja, budući da brzina kretanja vozila utiče kako na verovatnoću nastanka saobraćajne nezgode, tako i na težinu njenih posledica [1]. Posebno osetljive delove putne mreže predstavljaju tranzicione zone na prilazima naseljima, u kojima dolazi do prelaska iz saobraćajnog okruženja karakterističnog za puteve van naselja, sa višim brzinama kretanja, u režim saobraćaja sa nižim dozvoljenim brzinama i većim brojem potencijalnih konflikata. Sama promena ograničenja brzine ne podrazumeva nužno i trenutnu promenu ponašanja vozača, naročito ukoliko geometrijske i vizuelne karakteristike puta i nakon ulaska u naselje podstiču kretanje većim brzinama. Istraživanja pokazuju da vozači u ovakvim zonama mogu zadržati obrazac vožnje formiran na deonici puta van naselja, zbog čega prilagođavanje brzine novim uslovima realizacije saobraćaja može biti nedovoljno ili zakasnelo [2]. Iz tog razloga, ulaz u naselje ne treba posmatrati isključivo kao administrativno mesto promene ograničenja brzine, već kao funkcionalnu

---

<sup>30</sup> CC-BY licenca

tranzicionu zonu u kojoj karakteristike puta i njegovog okruženja treba jasno da ukažu vozaču na potrebu za smanjenjem brzine. Dosadašnja istraživanja pokazuju da odgovarajuće oblikovanje ulaza u naselje, primenom fizičkih i vizuelnih mera, može doprineti smanjenju brzine i njenom postepenijem prilagođavanju uslovima karakterističnim za naselje [2][3]. Sagledavanje stvarnog ponašanja vozača u pogledu promene brzine, zajedno sa bezbednosnim karakteristikama ovih zona, stoga predstavlja značajnu osnovu za prepoznavanje nedostataka postojećeg stanja i definisanje odgovarajućih mera za unapređenje bezbednosti saobraćaja.

## 2 METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Metodološki postupak podrazumeva definisanje kriterijuma za odabir lokacija, terensko merenje brzina vozila u dve iteracije, prikupljanje podataka o saobraćajnim nezgodama iz integrisane baze podataka Agencije za bezbednost saobraćaja, obradu i analizu prikupljenih podataka, interpretaciju rezultata istraživanja, kao i donošenje zaključaka i preporuka.

### 2.1 Odabir lokacija istraživanja i analiza bezbednosti saobraćaja

Odabir lokacija za istraživanja izvršen je na osnovu unapred definisanih kriterijuma, sa ciljem obezbeđivanja što veće međusobne uporedivosti dobijenih rezultata.

Kriterijumi za odabir lokacija podrazumevaju: da se tranziciona zona ulaska u naselje nalazi na državnom putu; da je na ulasku u naselje postavljen saobraćajni znak III-24; da se tranziciona zona nalazi na pravcu (bez horizontalnih i vertikalnih krivina); da je u bazi podataka evedintirana najmanje jedna saobraćajna nezgoda u predmetnoj zoni; da je kod najmanje jedne evidentirane saobraćajne nezgode kao uticajni faktor navedena neprilagođena brzina; da na posmatranoj deonici ne postoje dodatni elementi za usporavanje saobraćaja, kao što su zona škole, veštačke izbočine, semaforizovane raskrsnice, kružni tokovi i drugi elementi koji bi mogli uticati na ponašanje vozača.

Na osnovu prethodno definisanih kriterijuma odabrano je šest lokacija za sprovođenje terenskog istraživanja i to na ulazima u naselja Žarkovac, Putinci, Golubinci, Ruma, Indija i Stara Pazova. Sve odabrane lokacije nalaze se na državnim putevima IIA reda, odnosno na putevima oznaka 100, 106 i 126. Sa druge strane, odabrane lokacije se međusobno razlikuju prema važećem ograničenju brzine na prilazu naselju, karakteristikama saobraćajnog toka, broju konfliktnih tačaka i drugim lokalnim uslovima. Na prilazima naseljima Ruma, Golubinci i Indija ograničenje brzine iznosi 60 km/h, dok je na prilazima naseljima Putinci, Žarkovac i Stara Pazova ograničenje brzine 80 km/h.

U Tabeli 1. dat je pregled saobraćajnih nezgoda evidentiranih na analiziranim deonicama u periodu od 2021. do 2025. godine, u kojima je neprilagođena brzina uslovima saobraćaja i stanju puta prepoznata kao uticajni faktor. Pri interpretaciji rezultata potrebno je imati u vidu da su saobraćajne nezgode evidentirane na području Žarkovca u bazi Agencije za bezbednost saobraćaja obuhvaćene deonicom Ruma (Putinci) – Putinci. Na osnovu podataka prikazanih u Tabeli 1. uočava se da je najveći broj saobraćajnih nezgoda sa povređenim licima zabeležen na deonici Stara Pazova – Nova Pazova, ukupno 15. Značajan broj nezgoda evidentiran je i na deonicama Indija – Stara Pazova i Ruma – Putinci, gde je zabeleženo 9, odnosno 7 saobraćajnih nezgoda sa povređenim licima.

Kada je reč o saobraćajnim nezgodama sa poginulim licima, najveći broj zabeležen je na deonicama Ruma – Putinci, Putinci – Golubinci i Golubinci – Stara Pazova, sa po 2 saobraćajne nezgode, na deonici Stara Pazova – Nova Pazova zabeležena je 1 saobraćajna nezgoda, dok na deonici Inđija – Stara Pazova nema zabeleženih saobraćajnih nezgoda sa najtežim posledicama. Dobijeni podaci ukazuju na izraženiju zastupljenost saobraćajnih nezgoda na pojedinim deonicama, što predstavlja osnov za njihovu detaljniju analizu prema identifikovanim uticajnim faktorima, sa posebnim osvrtom na neprilagođenu brzinu kao faktor nastanka saobraćajne nezgode.

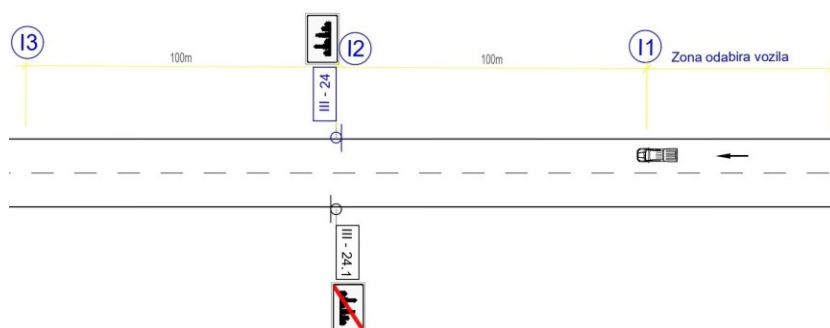
*Tabela 1: Saobraćajne nezgode sa poginulim i povređenim licima na analiziranim deonicama, u periodu od 2021. do 2025. godine*

| Period    | Deonica puta               | SN POG | SN POV |
|-----------|----------------------------|--------|--------|
| 2021-2025 | Ruma - Putinci             | 2      | 7      |
| 2021-2025 | Putinci - Golubinci        | 2      | 1      |
| 2021-2025 | Golubinci - Stara Pazova   | 2      | 3      |
| 2021-2025 | Inđija - Stara Pazova      | 0      | 9      |
| 2021-2025 | Stara Pazova - Nova Pazova | 1      | 15     |

## 2.2 Terensko istraživanje i postupak merenja

Terensko istraživanje obuhvata šest odabranih lokacija, na kojima su merenja sprovedena u dve iteracije. Merenja su realizovana u idealnim vremenskim uslovima, a brzine vozila zabeležene su u uslovima slobodnog saobraćajnog toka. Brzine vozila određivane su ručnim merenjem vremena prolaska (štopericom) na unapred definisanim presecima merenja. Potez na kojem je vršeno merenje brzine vozila ukupne je dužine 200 m i podeljen je na dve zone, pri čemu posmatrane zone obuhvataju dužinu od 100 m. Prva zona obuhvata deo puta pre ulaska u naselje, dok druga zona obuhvata deo puta nakon ulaska u naselje.

Za potrebe istraživanja angažovana su tri istraživača (I1, I2, I3). Istraživači su bili pozicionirani tako da se ne ugrožava njihova bezbednost i da ne ometaju saobraćajni tok. Na Slici 1. dat je šematski prikaz obuhvata istraživanja.



*Slika 1: Šematski prikaz obuhvata istraživanja*

## 3 REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Analiza sprovedenog istraživanja zasniva se na rezultatima merenja brzina vozila na odabranim lokacijama, pri čemu su brzine zabeležene na mernim presecima pre i posle znaka za početak naselja. Dobijeni podaci prikazani su tabelarno i grafički, kroz analizu

ostvarenih brzina i strukture vozila prema stepenu prekoračenja ograničenja. Ograničenja brzine pre ulaska u naselje razlikuju se u zavisnosti od posmatrane lokacije: u Rumi, Golubincima i Inđiji iznosi 60 km/h, dok u Žarkovcu, Putincima i Staroj Pazovi iznosi 80 km/h.

U cilju analize karakteristika brzina vozila pre i posle ulaska u naselje, u nastavku su prikazani rezultati merenja na uzorku od po 100 vozila na svakoj lokaciji, klasifikovani prema stepenu prekoračenja ograničene brzine na svim posmatranim lokacijama.

Dobijeni rezultati ukazuju na izražene razlike u ponašanju vozača između posmatranih lokacija. Na većini lokacija zabeležen je značajan udeo vozila koja ograničenje brzine prekoračuju za više od 20 km/h. Kao posebno nepovoljna izdvaja se lokacija Žarkovac, na kojoj čak 64% vozila prekoračuje ograničenu brzinu za više od 30 km/h. Nasuprot tome, na lokaciji Stara Pazova zabeleženo je znatno povoljnije ponašanje vozača, pri čemu se 98% vozila kretalo u okviru ograničenja brzine.

Tabela 2: Struktura vozila prema prekoračenju ograničene brzine u zoni 100 m pre ulaska u naselje

| Lokacija            | N   | ograničenje | do 10 km/h | 10 km/h - 20 km/h | 20 km/h - 30 km/h | >30 km/h   |
|---------------------|-----|-------------|------------|-------------------|-------------------|------------|
| <b>Ruma</b>         | 100 | 23%         | <b>24%</b> | 20%               | 18%               | 15%        |
| <b>Žarkovac</b>     | 100 | 2%          | 3%         | 14%               | 17%               | <b>64%</b> |
| <b>Putinci</b>      | 100 | 10%         | 11%        | 20%               | <b>30%</b>        | 29%        |
| <b>Golubinci</b>    | 100 | 3%          | 12%        | <b>25%</b>        | 26%               | 34%        |
| <b>Inđija</b>       | 100 | 25%         | <b>24%</b> | 23%               | 16%               | 12%        |
| <b>Stara Pazova</b> | 100 | <b>98%</b>  | 2%         | 0%                | 0%                | 0%         |

U okviru Tabele 3. prikazana je struktura vozila prema opsegu prekoračenja ograničene brzine u zoni 100 m nakon ulaska u naselje.

Tabela 3: Struktura vozila prema prekoračenju ograničene brzine u zoni 100 m nakon ulaska u naselje

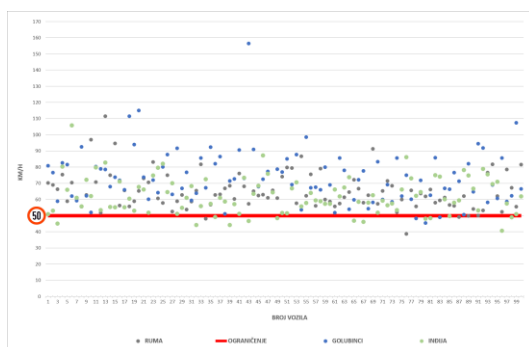
| Lokacija            | N   | ograničenje | do 10 km/h | 10 km/h - 20 km/h | 20 km/h - 30 km/h | >30 km/h   |
|---------------------|-----|-------------|------------|-------------------|-------------------|------------|
| <b>Ruma</b>         | 100 | 5%          | 32%        | <b>36%</b>        | 18%               | 9%         |
| <b>Žarkovac</b>     | 100 | 0%          | 22%        | 7%                | 6%                | <b>85%</b> |
| <b>Putinci</b>      | 100 | 4%          | 9%         | 18%               | <b>30%</b>        | 39%        |
| <b>Golubinci</b>    | 100 | 3%          | 16%        | 28%               | 23%               | 30%        |
| <b>Inđija</b>       | 100 | 13%         | 36%        | 26%               | 19%               | 6%         |
| <b>Stara Pazova</b> | 100 | <b>28%</b>  | <b>45%</b> | 20%               | 5%                | 3%         |

Dobijeni rezultati brzine kretanja vozila nakon prolaska znaka za naselje ukazuju na izraženo prekoračenje brzine na većini posmatranih lokacija. Posebno se izdvaja lokacija Žarkovac, gde je čak 85% vozila prekoračilo ograničenje za više od 30 km/h, dok je na lokaciji Putinci ista kategorija zastupljena sa 39% vozila. Na lokaciji Stara Pazova uočava se najveći udeo vozila koja se kreću u okviru ograničenja ili sa manjim prekoračenjem, pri čemu je 28% vozila bilo u okviru ograničenja, a 45% sa prekoračenjem do 10 km/h.

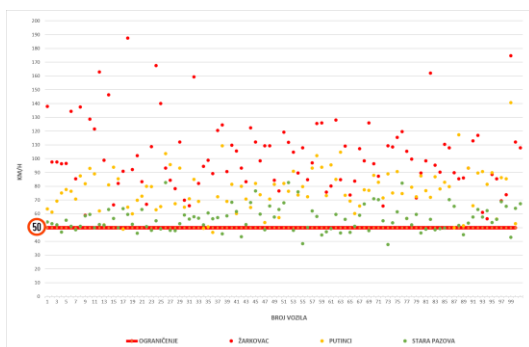
Izmerene brzine vozila nakon prolaska pored saobraćajnog znaka za početak naselja prikazane su na dva grafikona. Grafikon 1. obuhvata lokacije na kojima

ograničenje brzine neposredno pre ulaska u naselje iznosi 60 km/h, dok su na Grafikonu 2. prikazane lokacije sa ograničenjem brzine od 80 km/h pre ulaska u naselje.

Dobijeni rezultati potvrđuju da postavljanje saobraćajnog znaka za početak naselja samo po sebi ne obezbeđuje trenutno prilagođavanje brzine vozila novom režimu saobraćaja. Na većini posmatranih lokacija značajan deo vozača i nakon ulaska u naselje nastavlja kretanje brzinama većim od ograničenja (50 km/h). Neadekvatno prilagođavanje posebno je izraženo na lokacijama na kojima ograničenje neposredno pre ulaska u naselje iznosi 80 km/h, gde prosečan udeo vozila sa prekoračenjem većim od 30 km/h iznosi 42%, u odnosu na 15% na lokacijama sa prethodnim ograničenjem od 60 km/h. Kao najnepovoljnija lokacija izdvaja se Žarkovac, gde čak 85% vozila nakon ulaska u naselje prekoračuje dozvoljenu brzinu za više od 30 km/h, dok je značajno prekoračenje zabeleženo i u Putincima. Nasuprot tome, Stara Pazova ukazuje na najmanji udeo vozila sa izraženim prekoračenjem brzine, pri čemu se 28% vozila kretalo u okviru ograničenja, dok je svega 3% vozila sa prekoračilo ograničenje za više od 30 km/h.



Grafik 1: Izmerena brzine vozila u zoni 100 m nakon ulaska u naselje (Ruma, Golubinci, Indija)



Grafik 2: Izmerene brzine vozila u zoni 100 m nakon ulaska u naselje (Žarkovac, Putinci, Stara Pazova)

## 4 ZAKLJUČAK

Poređenjem rezultata terenskih merenja sa podacima o saobraćajnim nezgodama uočava se da ne postoji jednostavna direktna veza između intenziteta prekoračenja brzine na mestu merenja i broja nezgoda evidentiranih na pripadajućim deonicama, zbog čega apsolutan broj nezgoda sam po sebi nije dovoljan pokazatelj za neposredno poređenje nivoa bezbednosti posmatranih lokacija. Ovakav odnos je posebno uočljiv na primeru Stare Pazove, gde je, uprkos povoljnijim pokazateljima brzine, na deonici Stara Pazova–

Nova Pazova evidentiran najveći broj nezgoda sa nastradalim licima, dok Žarkovac karakteriše izrazito nepovoljno prilagođavanje brzine od strane vozača, bez istovremeno izrazitog broja nezgoda na predmetnoj deonici. Dobijeni rezultati ukazuju da na nivo bezbednosti saobraćaja u tranzicionim zonama u velikoj meri utiče i veličina saobraćajnog toka, kao i geometrijske karakteristike deonice, broj konfliktnih tačaka i drugih lokalnih uslova. Sa druge strane, izostanak direktne veze između stepena prekoračenja brzine i broja nezgoda ne umanjuje značaj brzine kao jednog od ključnih faktora bezbednosti saobraćaja. Veće brzine, odnosno veći stepen prekoračenja ograničenja, smanjuju raspoloživo vreme za pravovremenu reakciju vozača, dok u slučaju nastanka saobraćajne nezgode povećavaju rizik od najtežih posledica. Dobijeni rezultati potvrđuju potrebu za dodatnim merama upravljanja brzinama u tranzicionim zonama, posebno na lokacijama na kojima je utvrđen visok stepen prekoračenja brzine nakon ulaska u naselje.

U cilju unapređenja bezbednosti tranzicionih zona potrebno je primeniti mere kojima se vozaču blagovremeno i nedvosmisleno najavljuje promena saobraćajnog okruženja. Na lokacijama na kojima ograničenje brzine pre ulaska u naselje iznosi 80 km/h opravdano je razmotriti postepeno snižavanje ograničenja brzine, čime bi se omogućio postupniji prelazak na režim od 50 km/h. Dodatni efekat može se postići primenom poprečnih vibracionih traka, koje vizuelnim i zvučnim efektom usmeravaju pažnju vozača na potrebu za smanjenjem brzine. Na lokacijama sa izraženim prekoračenjima moguće je razmotriti i veštačku promenu geometrije puta, poput šikana ili drugih rešenja kojima se menja putanja kretanja i smanjuje mogućnost održavanja visokih brzina. Vidljivost ograničenja može se dodatno povećati primenom svetlosne signalizacije, odnosno treptuća, kao i postavljanjem saobraćajnih znakova na fluorescentne podloge sa retroreflektujućim svojstvima. Pored infrastrukturnih mera, značajnu ulogu imaju i kontinuirane edukativne aktivnosti usmerene na podsećanje vozača, uključujući i vozače sa višegodišnjim iskustvom, na značaj pravovremenog prilagođavanja brzine pri promeni saobraćajnog okruženja. Izbor i kombinovanje navedenih mera potrebno je prilagoditi karakteristikama svake lokacije, uz naknadno merenje brzina radi procene njihove efikasnosti.

## LITERATURA

- [1] Aarts, L., van Schagen, I. (2006). Driving speed and the risk of road crashes: A review. *Accident Analysis & Prevention*, 38(2), 215–224
- [2] Lantieri, C. et al. (2015). Gateway design assessment in the transition from high to low speed areas
- [3] Hussain, Q. et al. (2021). Optical pavement treatments and their impact on speed and lateral position at transition zones: A driving simulator study. *Accident Analysis & Prevention*, 150, 105916.

## SUMMARY

### **Analysis of Vehicle Speed Adjustment Characteristics at Settlement Entrances on State Roads**

*Abstract: Vehicle speed is one of the most significant factors affecting road safety, particularly within transition zones between rural road sections and settlements. Despite clearly defined speed limits within settlements, drivers often fail to adequately adjust their operating speed when entering a settlement and adapting to traffic conditions typical of an urban environment. The aim of this study is to analyse vehicle speed adjustment patterns at settlement entrances along state roads, as well as to assess the safety performance of these transition zones through an analysis of road traffic crashes. The research is based on data collected through field speed measurements conducted at a number of locations with comparable traffic, geometric, and spatial characteristics, complemented by an analysis of traffic crashes recorded within the observed areas. Based on the results obtained, the relationship between driver behaviour in terms of speed adaptation and road safety performance was examined. The results provide a basis for formulating recommendations aimed at improving speed management and enhancing the safety performance of transition zones at settlement entrances.*

*Key words: speed, settlement, state road, road traffic crashes*