

## Utica primene kombinovane razdelne linije na nivo usluge dvotračnih puteva

Nenad Zagradjanin, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, [nenad.zagradjanin@gmail.com](mailto:nenad.zagradjanin@gmail.com)

Nemanja Garunović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, [garunovic@uns.ac.rs](mailto:garunovic@uns.ac.rs)

Vuk Bogdanović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, [vuk@uns.ac.rs](mailto:vuk@uns.ac.rs)

*Rezime: Na dvotračnim putevima, preticanje za vozače predstavlja jednu od najsloženijih radnji. Deonice državnih puteva sa malom zastupljenošću zona preticanja karakteristične su po kolonskoj vožnji i nedozvoljenim preticanjem. Iz tog razloga, pored uticaja na bezbednost saobraćaja, zastupljenost zona preticanja na deonicama dvotračnih puteva značajno utiču i na nivo usluge. Naime, prema metodologiji HCM, nivo usluge dvotračnih puteva zavisi od procenta vožnje u koloni, koji pored veličine zahteva za protokom, zavisi od zastupljenosti zona preticanja u ukupnoj dužini deonice. Označavanje zona preticanja pored vertikalne signalizacije, vrši se i horizontalnom signalizacijom, odnosno razdelnim isprekidanim i kombinovanim linijama. Razdelne kombinovane linije označavaju se na mestima gde elementi puta omogućavaju preticanje samo u jednom smeru. Radi uprošćavanja saobraćajne situacije, projektanti često na mestima gde je preticanje moguće u jednom smeru, umesto kombinovanih koriste razdelne neisprekidane linije i tako povećavaju procenat zona zabranjenog preticanja. Ovakvim pristupom direktno se utiče na promenu uslova odvijanja saobraćaja, odnosno na nivo usluge. U okviru ovog rada prikazan je uticaj načina označavanja zona preticanja na nivo usluge više deonica državnih puteva Srbije.*

*Ključne reči: preticanje, signalizacija, nivo usluge*

### 1 UVOD

Dvotračni putevi čine osnovni segment saobraćajne infrastrukture u svakoj zemlji, igrajući ključnu ulogu u povezivanju manjih naselja i urbanih centara, odnosno omogućavanju efikasnog kretanja ljudi i robe. Ovi putevi su karakteristični po svojoj kompleksnoj strukturi saobraćajnog toka koja uključuje različite kategorije vozila. Pored putničkih automobila, na ovim putevima su po pravilu zastupljena i komercijalna vozila (teretna vozila, autobusi i rekreativna vozila) koja zbog svojih vozno-dinamičkih karakteristika utiču na uslove odvijanja saobraćaja [2].

Različitih karakteristika i vozno-dinamičkih sposobnosti komercijalnih vozila u odnosu na putničke automobile, po pravilu generišu potrebu za preticanjem. Zbog toga je jedan od ključnih faktora koji utiču na nivo usluge dvotračnih puteva procenat zastupljenosti zona sa dozvoljenim preticanjem u odnosu na ukupnu dužinu deonice. Zone na kojima je preticanje dozvoljeno obeležavaju se horizontalnom i vertikalnom saobraćajnom signalizacijom. Od horizontalne signalizacije u primeni je obeležavanje razdelnom isprekidanom i kombinovanom linijom. Isprekidana razdelna linija se koristi za označavanje dozvoljenog preticanja na delovima puta na kojima postoji adekvatna preticajna preglednost za oba

smera kretanja. Kombinovana linija, sa druge strane, koristi se za označavanje delova puta na kojima postoji adekvatna preticajna preglednost samo u jednom smeru, dok se u suprotnom smeru preticanje zabranjuje.

Pravilnikom o saobraćajnoj signalizaciji [5], standardima, Ženevskom konvencijom o saobraćaju, Bečkom konvencijom o saobraćaju na putevima i nacionalnim legislativnim aktima [6] nije pri označavanju zona dozvoljenog preticanja definisana prednost upotrebe isprekidane u odnosu na kombinovanu. Međutim, mnogi inženjeri pri projektovanju, izvođenju radova, a posebno pri obnavljanju saobraćajne signalizacije zone dozvoljenog preticanja obeležavaju isključivo isprekidanom liniom. Ova praksa može značajno smanjiti mogućnost preticanja, posebno komercijalnih sporih vozila na dvotračnim putevima, što može imati značajan uticaj na smanjenje nivoa usluge.

## 2 ISTRAŽIVANJE

### 2.1 *Predmet istraživanja*

Predmet ovog rada jeste ispitivanje u kojoj meri primena kombinovane razdelne linije za označavanje zona preticanja utiče na povećanje nivoa usluge dvotračnih puteva. U tu svrhu odabrano je četiri različite deonice državnih puteva na različitim tipovima terena (ravničarski, brdovit, planinski), sa različitim karakteristikama. Na karakteristiknim odsecima predmetnih deonica izvršeno je obeležavanje preticajne preglednosti sa dva tipa linije i ispitan je uticaj primene tipa linije na nivo usluge saobraćajnice.

Pri odabiru odseka vodilo se računa da posmatranim odsecima nema semaforizovanih raskrsnica i da izabrani odseci budu uniformni [3].

Analizirani su dvotračni putevi koji su u skladu sa referentnim sistemom JP „Putevi Srbije” definisani kao putevi IB i IIA reda:

- Aljinovići – Sjenica,
- Ruma – Irig,
- Krst – Zavlaka,
- Rogačica – Bajina Bašta.

#### 2.1.1 *Aljinovići – Sjenica*

Deonica Aljinovići – Sjenica nalazi se na državnom putu IB reda, broj 29, koji se prostire na području Jugozapadne Srbije. Sa posmatrane deonice su za analizu izdvojena dva odseka (Slika 1.).

Prvi odsek se nalazi na stacionaži od 45+000.00 do 47+860.00 dužine 2860m. Na ovom odseku su zone sa dozvoljenim preticanjem obeležene upotrebom isprekidane i kombinovane razdelne linije u smeru od Sjenice ka Aljinovićima na dužini od 485m, u suprotnom smeru od Aljinovića ka Sjenici 535m. Upotrebom samo isprekidane razdelne linije izvršeno je obeležavanje zona sa dozvoljenim preticanjem za oba smera u dužini od 210m. Drugi odsek se nalazi na stacionaži od 43+280.00 do 44+880.00 dužine 1600m. Na ovom odseku su zone sa dozvoljenim preticanjem obeležene su upotrebom isprekidane i kombinovane razdelne linije u smeru od Sjenice ka Aljinovićima na dužini od 451m, u suprotnom smeru od Aljinovića ka Sjenici 315m. Upotrebom samo isprekidane razdelne linije nema mogućnosti obeležavanja dozvoljenog preticanja.



Slika 1: Deonica Aljinovići – Sjenica sa predmetnim odsecima [4]



Slika 2: Deonica Ruma – Irig sa predmetnim odsecima [4]

### 2.1.2 Ruma – Irig

Deonica Ruma – Irig predstavlja deo državnog puta broj 21, IB reda koji se prostire u Sremskom okrugu. Sa posmatrane deonice su za analizu izdvojena dva odseka (Slika 2.).

Prvi odsek se nalazi na stacionaži od 40+825.00 do 41+625.00 dužine 800m. Na ovom odseku su zone sa dozvoljenim preticanjem obeležene upotrebom isprekidane i kombinovane razdelne linije u smeru od Iriga ka Rumi na dužini od 555m, u suprotnom smeru od Rume ka Irigu 595m. Upotrebom samo isprekidane razdelne linije izvršeno je obeležavanje zona sa dozvoljenim preticanjem za oba smera na dužini od 355m. Drugi odsek se nalazi na stacionaži od 34+240.00 do 35+040.00 dužine 800m. Na ovom odseku su zone sa dozvoljenim preticanjem obeležene upotrebom isprekidane i kombinovane razdelne linije u smeru od Iriga ka Rumi na dužini od 340m, u suprotnom smeru od Rume ka Irigu 355m. Upotrebom samo isprekidane razdelne linije izvršeno je obeležavanje zona sa dozvoljenim preticanjem za oba smera na dužini od 155m.

### 2.1.3 Krst – Zavlaka

Deonica dvotračnog puta Krst – Zavlaka predstavlja deo državnog puta IB reda broj 27, koji se prostire na području Zapadne i Centralne Srbije. Sa posmatrane deonice je za analizu izdvojen jedan odsek (Slika 3.).

Predmetni odsek se nalazi na stacionaži od od 17+770.00 do 19+005.00 dužine 1235m. Na ovom odseku su zone sa dozvoljenim preticanjem obeležene upotrebom isprekidane i kombinovane razdelne linije u smeru od Zavlake ka Krstu na dužini od 733m, u suprotnom smeru od Krsta ka Zavlaci 703m. Upotrebom samo isprekidane razdelne linije izvršeno je obeležavanje zona sa dozvoljenim preticanjem za oba smera u dužini od 325m.

### 2.1.4 Rogačica – Bajina Bašta

Deonica Rogačica – Bajina Bašta predstavlja deo državnog puta IIA reda broj 170, koji se prostire na području Zapadne Srbije. Sa posmatrane deonice su za analizu izdvojena dva odseka (Slika 4.).

Prvi odsek se nalazi na stacionaži od IB reda od 66+417.00 do 64+767.00 dužine 1650m. Na ovom odseku su zone sa dozvoljenim preticanjem obeležene upotrebom

isprekidane i kombinovane razdelne linije u smeru od Baijne Bašte ka Rogačica na dužini od 760m, u suprotnom smeru od Rogačice ka Vajinoj Bašti 762m. Upotrebom samo isprekidane razdelne linije izvršeno je obeležavanje zona sa dozvoljenim preticanjem za oba smera na dužini od 225m. Drugi odsek se nalazi na stacionaži od d 63+417.00 do 63+717.00 dužine 1700 m. Na ovom odseku su zone sa dozvoljenim preticanjem obeležene upotrebom isprekidane i kombinovane razdelne linije u smeru od Baijne Bašte ka Rogačica na dužini od 882m, u suprotnom smeru od Rogačice ka Bajinoj Bašti 886m. Upotrebom samo isprekidane razdelne linije izvršeno je obeležavanje zona sa dozvoljenim preticanjem za oba smera u dužini od 520m.



Slika 3: Deonica Krst – Zavlaka sa predmetnim odsecima [4]



Slika 4: Deonica Rogačica – Bajina Bašta sa predmetnim odsecima [4]

U narednom delu rada su prikazani rezultati ispitivanja nivoa usluge za dve varijante upotrebe različitog tipa linije pri obeležavanju preticajne preglednosti.

## 2.2 Dobijeni rezultati

U radu je primenjena metoda analize nivoa usluge, na deonicama dvotračnih puteva klase I, korišćenjem smernica iz priručnika Highway Capacity Manual 2010 [1]. Problemi koji se istražuju u ovom radu zahtevaju parcijalnu analizu po smeru kretanja. Ključni faktori koji opisuju nivo usluge na dvotračnim putevima klase I su prosečna brzina putovanja i procenat vremena sledjenja [3].

Prosečna brzina putovanja (ATS) određuje se na osnovu brzine slobodnog toka, merodavnog protoka u analiziranom smeru, protoka iz suprotnog smera i procenta zone zabrane preticanja u analiziranom smeru, na osnovu sledeće jednačine (1) [1]:

$$ATSd = FFS - 0,00776 \cdot (v_{d,ATS} + v_{0,ATS}) - f_{np,ATS} \quad (1)$$

Nakon utvrđivanja prosečne brzine putovanja vrši se utvrđivanje procenata vremena provedenog u sledjenju PTSF, na osnovu zahtevanog protoka putničkih automobila u analiziranom smeru, zahtevanog protoka protoka iz suprotnog smera i procenta zona sa zabranom preticanja pomoću sledeće jednačine (2) [1]:

$$PTSFd = BTSFd + f_{np,PTSF} \cdot \left( \frac{v_{d,PTSF}}{v_{d,PTSF} + v_{0,PTSF}} \right) \quad (2)$$

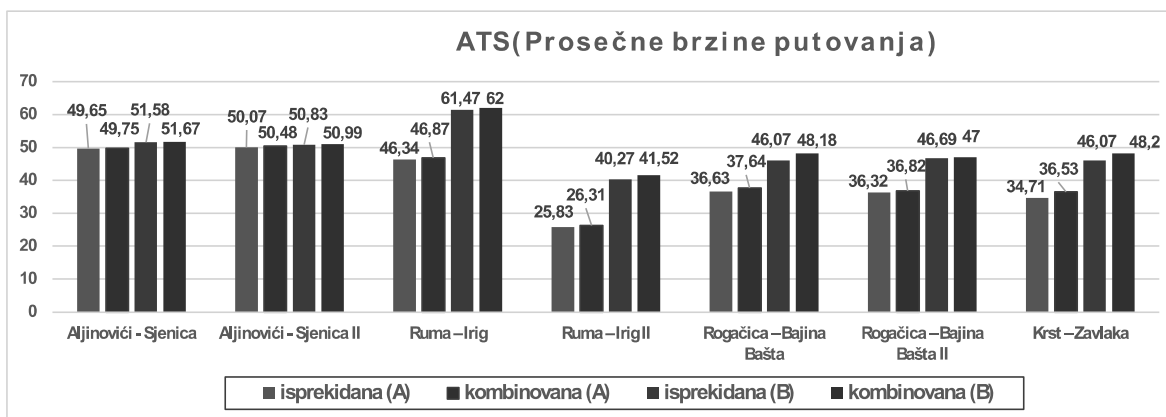
### 2.2.1 Prosečne brzine putovanja (ATS)

**Aljinovići – Sjenica:** Obeležavanjem dozvoljenog preticanja upotrebom kombinovane razdelne linije dolazi do povećanja prosečne brzine putovanja za oba odseka u oba smer. Na prvom odseku za smer od Aljinovića ka Sjenici dolazi do povećanja prosečne brzine putovanja za 0,1 km/h, za smer od Sjenice ka Aljinovićima za 0,09km/h. Na drugom odseku za smer od Aljinovića ka Sjenici dolazi do povećanja prosečne brzine putovanja za 0,48 km/h, za smer od Sjenice ka Aljinovićima za 0,16 km/h.

**Ruma – Irig:** Obeležavanjem dozvoljenog preticanja upotrebom kombinovane razdelne linije dolazi do povećanja prosečne brzine putovanja za oba odseka u oba smer. Na prvom odseku za smer od Rume ka Irigu dolazi do povećanja prosečne brzine putovanja za 0,53 km/h, za smer od Iriga ka Rumi za 0,53km/h. Na drugom odseku za smer od Rume ka Irigu dolazi do povećanja prosečne brzine putovanja za 0,48 km/h, za smer Rume ka Irigu za 1,25 km/h.

**Krst – Zavlaka:** Obeležavanjem dozvoljenog preticanja upotrebom kombinovane razdelne linije dolazi do povećanja prosečne brzine putovanja za oba smer. U smeru od Krsta ka Zavlaci dolazi do povećanja prosečne brzine putovanja za 1,82 km/h, za smer od Zavlake ka Krstu za 2,13 km/h.

**Rogačica – Bajina Bašta:** Obeležavanjem dozvoljenog preticanja upotrebom kombinovane razdelne linije dolazi do povećanja prosečne brzine putovanja za oba odseka u oba smer. Na prvom odseku za smer od Rogačice ka Bajinoj Bašti dolazi do povećanja prosečne brzine putovanja za 0,5 km/h, za smer od Bajine Bašte ka Rogačici za 0,31 km/h. Na drugom odseku za smer od Rogačice ka Bajinoj Bašti dolazi do povećanja prosečne brzine putovanja za 1,82 km/h, za smer Bajine Bašte ka Rogačici za 2,13 km/h.



Grafik 1: Dobijeni rezultati prosečne brzine putovanja (ATS)

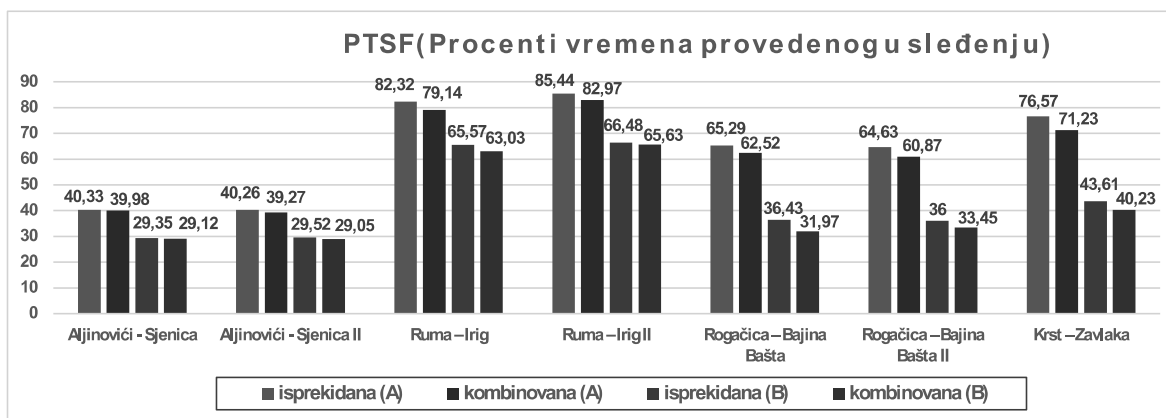
### 2.2.2 Procenat vremena provedenog u sleđenju (PTSF)

**Aljinovići – Sjenica:** Obeležavanjem dozvoljenog preticanja upotrebom kombinovane razdelne linije dolazi do smanjenja vremena provedenog u sleđenju za oba odseka u oba smer. Na prvom odseku za smer od Aljinovića ka Sjenici dolazi do smanjenja vremena provedenog u sleđenju za 0,35%, za smer od Sjenice ka Aljinovićima za 0,23%. Na drugom odseku za smer od Aljinovića ka Sjenici dolazi do smanjenja vremena provedenog u sleđenju za 0,99%, za smer od Sjenice ka Aljinovićima za 0,47%.

**Ruma – Irig:** Obeležavanjem dozvoljenog preticanja upotrebom kombinovane razdelne linije dolazi do smanjenja vremena provedenog u sleđenju za oba odseka u oba smeru. Na prvom odseku za smer od Rume ka Irigu dolazi do smanjenja vremena provedenog u sleđenju za 3,18%, za smer od Iriga ka Rumi za 2,54%. Na drugom odseku za smer od Rume ka Irigu dolazi do smanjenja vremena provedenog u sleđenju za 2,47%, za smer Rume ka Irigu za 0,85%.

**Krst – Zavlaka:** Obeležavanjem dozvoljenog preticanja upotrebom kombinovane razdelne linije dolazi do smanjenja vremena provedenog u sleđenju za oba smeru. U smeru od Krsta ka Zavlaci dolazi do smanjenja vremena provedenog u sleđenju za 5,34%, za smer od Zavlake ka Krstu za 3,8%.

**Rogačica – Bajina Bašta:** Obeležavanjem dozvoljenog preticanja upotrebom kombinovane razdelne linije dolazi do smanjenja vremena provedenog u sleđenju za oba odseka u oba smeru. Na prvom odseku za smer od Rogačice ka Bajinoj Bašti dolazi do smanjenja vremena provedenog u sleđenju za 2,77%, za smer od Bajine Bašte ka Rogačici za 3,76%. Na drugom odseku za smer od Rogačice ka Bajinoj Bašti dolazi do smanjenja vremena provedenog u sleđenju za 1,82%, za smer Bajine Bašte ka Rogačici za 2,55%.



Grafik 2: Dobijeni rezultati procenta vremena provedenog u sleđenju (PTSF)

### 3 ZAKLJUČAK

U ovom radu su analiziran uticaj upotrebe razdelnih linija za označavanje zona dozvoljenog preticanja na dvotračnim putevima na nivo usluge deonice dvotračnih puteva. Nivo usluge, u skladu sa procentom zona dozvoljenog preticanja, a u zavisnosti od upotrebe isprekidane i kombinovane razdelne linije analiziran je prema HCM 2010 metodologiji.

Rezultati sprovedenih analiza ukazuju da obeležavanje zona dozvoljenog i zabranjenog preticanja u zavisnosti od vrste linija, kombinovane ili isprekidane, ima značajan uticaj na nivo usluge. Povećanjem zona dozvoljenog preticanja u jednom pravcu upotrebom kombinovane razdelne linije može značajno uticati na poboljšanje nivoa usluge na dvotračnim putevima, naročito na putevima u ravničarskim i brdovitim područjima sa većom gustinom saobraćaja.

Na sve četiri deonice državnih puteva, odnosno na sedam posmatranih odseka, upotrebom kombinovane linije na odsecima gde preticajna preglednost u jednom smeru to omogućava, došlo je do poboljšanja indikatora kvaliteta uslova odvijanja saobraćaja,

odnosno do povećanja prosečne brzine putovanja i smanjenja procenta vremena provedenog u sleđenju, u oba smera.

Usled poboljšanja parametara procenta vremena provedenog u sleđenju dolazi do poboljšanja nivoa usluge na sledećim odsecima:

- Irig – Ruma (prvi odsek) za smer od Iruga ka Rumi **sa E na D** u suprotnom smeru **sa D na C**,
- Rogačica – Bajina Bašta (prvi odsek) za smer od Rogačice ka Bajinoj Bašti **sa D na C** u suprotnom smeru **sa B na A** i
- Rogačica – Bajina Bašta (drugi odsek) za smer od Bajine Bašte ka Rogačici **sa B na A**.

Rezultati istraživanja ukazuju na mogućnost za poboljšanje nivoa usluge na deonicama dvotračnih puteva, pre svega promenom prakse projektanata u smislu malog korišćenja kombinovane linije na odsecima na kojima je obezbeđna preticajna preglednost samo u jednom smeru.

## ZAHVALNICA

Rezultati prikazani u ovom radu su deo istraživanja projekta „Savremeni trendovi i inovacije u razvoju kurikuluma u oblasti saobraćaja i transporta“, osnovanog od strane Departmana za saobraćaj, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, Univerziteta u Novom Sadu, Republika Srbija.

## LITERATURA

- [1] National Research Council, Manual Highway Capacity. (2010). Washington, D.C., USA.
- [2] Uzelac, Đ. „Putevi i gradske saobraćajnice“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2015.
- [3] Bogdanović, V., Ruškić, N. „Kapacitet drumskih saobraćajnica“, Fakultet tehničkih nauka, NoviSad, 2018.
- [4] <https://gisportal.rs/smartPortal/gisjpps>
- [5] <https://www.mgsi.gov.rs/sites/default/files/Pravilnik%20o%20saobracajnoj%20signalizaciji>
- [6] [http://demo.paragraf.rs/demo/combined/Old/t/t2004\\_09/t09\\_0098.htm](http://demo.paragraf.rs/demo/combined/Old/t/t2004_09/t09_0098.htm)

**SUMMARY****The impact of the application of combined road markings  
on the level of service of two-lane roads**

*Abstract: On two-lane roads, overtaking is one of the most complex actions for drivers. Segments of state roads with limited overtaking zones are characterized by convoy driving and illegal overtaking. For this reason, in addition to the impact on traffic safety, the presence of overtaking zones on two-lane road segments significantly affects the level of service. According to the HCM methodology, the level of service of two-lane roads depends on the percentage of driving in a queue, which, aside from the flow demand, depends on the proportion of overtaking zones in the total length of the segment. Overtaking zones are marked not only with vertical signage but also with horizontal signage, such as dashed and combined lines. Combined dashed lines are used in places where road elements allow overtaking only in one direction. To simplify traffic situations, designers often use continuous dashed lines instead of combined lines in places where overtaking is possible in one direction, thus increasing the percentage of zones where overtaking is prohibited. This approach directly affects traffic conditions, that is, the level of service. This paper presents the impact of the method of marking overtaking zones on the level of service for several segments of state roads in Serbia.*

*Key words: overtaking, signage, level of service*