

UTICAJ PRIMENE KOMBINOVANE RAZDELNE LINIJE NA NIVO USLUGE DVOTRAČNIH PUTEVA**THE IMPACT OF THE APPLICATION OF COMBINED ROAD MARKINGS ON THE LEVEL OF SERVICE OF TWO – LANE ROADS**

Nenad Zagrađanin, Vuk Bogdanović, Nemanja Garunović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ I TRANSPORT

Kratak sadržaj – Kod projektovanja dvotračnih puteva treba težiti ka postizanju nekoliko ciljeva kao što su: povećanje bezbednosti, poboljšanje pristupačnosti, smanjenje ekoloških uticaja i poboljšanje protoka i kapaciteta puta. Parametar koji u velikoj meri, prema metodologiji HCM, utiče na nivo usluge dvotračnih puteva je procenat dužine puta na kom je zabranjeno preticanje. Prilikom projektovanja saobraćajne signalizacije na dvotračnim putevima u zonama zabrane preticanja moguće je koristiti kombinovane razdele linije. Upotrebom ovih linija vozilima iz jednog smera se dozvoljava preticanje dok je vozilima iz suprotnog smera zabranjeno. Sa druge strane, na istim mestima moguće je koristiti samo neisprekidanu razdelnu liniju kojom se zabranjuje preticanje svih vozila. U ovom radu zone zabrane preticanja su obeležene različitim vrstama razdelne linije a u okviru drugog dela rada ispitano je u kojoj meri način primena neisprekidane razdelne linije odnosno kombinovane razdelne linije u zonama zabrane preticanja utiče na nivo usluge dvotračnog puta..

Ključne reči: Dvotračni putevi, preticanje, kombinovana razdelna linija, analiza nivoa usluge

Abstract – When designing two-lane roads, it is important to aim for several objectives, such as increasing safety, improving accessibility, reducing environmental impact, and enhancing the flow and capacity of the road. According to the HCM methodology, one of the key parameters that significantly affects the level of service of two-lane roads is the percentage of the road length where overtaking is prohibited. In no-overtaking zones, it is possible to use combined road markings, which allow vehicles from one direction to overtake while prohibiting overtaking for vehicles from the opposite direction. Alternatively, a solid centerline can be used, which prohibits overtaking for all vehicles. In this study, no-overtaking zones were marked with different types of centerlines. In the second part of the study, the impact of using solid centerlines versus combined centerlines in no-overtaking zones on the level of service of two-lane roads was examined.

Keywords: Two-lane roads, overtaking, combined road markings, level of service analysis

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vuk Bogdanović, red. prof.

1. UVOD

Društveno ekonomski razvoj i prosperitet države uslovljen je sa razvojem saobraćajne infrastrukture. Dvotračni putevi predstavljaju jedan od najznačajnijih i najzastupljenijih elemenata saobraćajne mreže svake države.

Zbog primarne uloge povezivanja manjih mesta i gradova, omogućavanja kretanja ljudi i robe na dvotračnim putevima je prisutna raznovrsna struktura vozila u saobraćajnom toku. Pored putničkih automobila zastupljena su i komercijalna vozila (teretna vozila, autobusi i rekreativna vozila) koja na zbog svojih vozno-dinamičkih karakteristika usporavaju saobraćajni tok. Usled različitih karakteristika i performansi komercijalnih vozila u odnosu na putničke automobile javlja se potreba za preticanjem. Zbog toga je jedan od faktora koji utiču na nivo usluge dvotračnih puteva procenat zastupljenosti zona dozvoljenog preticanja. Zone dozvoljenog preticanja 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, s 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 zbog nedovoljne preticajne preglednosti.

Pravilnikom o saobraćajnoj signalizaciji, standardima, Ženevskom konvencijom o saobraćaju, Bečkom konvencijom o saobraćaju na putevima i nacionalnim legislativnim aktima nije precizno definisana upotreba razdelne linije (isprekidana ili kombinovana), niti je data prednost upotrebe isprekidane u odnosu na kombinovanu pri označavanju zona dozvoljenog preticanja. Mnogi inženjeri pri projektovanju, izvođenju radova, a posebno pri obnavljanju saobraćajne signalizacije zone dozvoljenog preticanja obeležavaju isključivo isprekidanom linijom. Na taj način značajno se smanjuje mogućnost preticanja sporih vozila na dvotračnim putevima, što može uticati na značajno smanjenje nivoa usluge posmatrane deonice.

Predmet ovog rada jeste ispitivanje u kojoj meri primena kombinovane razdelne linije utiče na povećanje nivoa usluge dvotračnih puteva. U tu svrhu odabrano je četiri različite deonice državnih puteva IB i IIA reda na različitim tipovima terena (ravničarski, brdovit,

planinski), sa različitim karakteristikama i uniformnim odsecima. Uniformni odseci imaju slične saobraćajne i putne karakteristike, a granica između odseka su uspostavljanje na mestima gde dolazi do promene tipa terena, širine trake, udaljenost bočne smetnje, klase puta ili veličine toka, odnosno do promene bilo kog od navedenih parametara.

2. DVOTRAČNI PUTEVI HCM 2010

U radu je primenjena metoda analize nivoa usluge na deonicama dvotračnih puteva klase I, korišćenjem smernica iz priručnika HCM 2010 [3]. Problemi koji se istražuju u ovom radu zahtevaju parcijalnu analizu po smeru kretanja dvotračnih puteva. Ključni faktori koji opisuju nivo usluge na ovim putevima su srednja brzina putovanja i procenat vremena sledjenja [4].

Srednja 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]:

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

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

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

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

3. ANALIZA NIVOA USLUGE

Analiza nivoa usluge izvršena je na način što je formiran model u programu Microsoft Excel. Neophodni podaci preuzeti su iz Highway Capacity Manual 2010 [3]. Podaci o protoku saobraćaja na posmatranim deonicama su preuzeti sa automatskih brojača Puteva Srbije [2].

Analizirani su dvotračni putevi koji su u skladu sa referentnim sistemom Puteva Srbije definisani kao putevi IB i IIA reda:

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

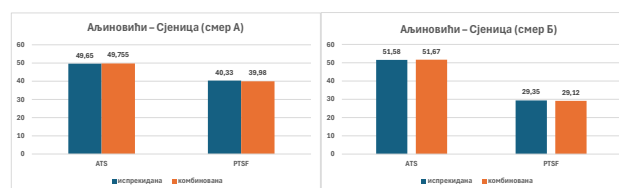
3.1. Aljinovići Sjenica

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



Slika 1. Deonica Aljinovići – Sjenica sa predmetnim odsecima [2]

Prvi odsek se nalazi na delu državnog puta IB reda broj 29 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 u dužini od 485m, u suprotnom smeru od Aljinovića ka Sjenici 535m. Upotrebom samo isprekidane razdelne linije izvršeno je obeležavanje zone preticajne preglednosti za oba smeru u dužini od 210m. Upotrebom dva različita tipa linije došlo je i do poboljšanja parametara prosečna brzina putovanja (ATS) i procenta vremena provedenog u sleđenju (PTSF).



Slika 2. Promena parametra ATS i PTSF za prvi odsek

Drugi odsek se nalazi na delu puta od 43+280.00 do 44+880.00 dužine 1600m. Na ovom odseku su zone sa dozvoljenim preticanjem obeležene upotrebom isprekidane i kombinovane razdelne linije u smeru od Sjenice ka Aljinovićima u dužini od 451m, u suprotnom smeru od Aljinovića ka Sjenici 315m. Upotrebom samo isprekidane razdelne linije nema mogućnosti obeležavanja zona dozvoljenog preticanja. Upotrebom dva različita tipa linije došlo je i do poboljšanja parametara prosečna brzina putovanja (ATS) i procenta vremena provedenog u sleđenju (PTSF).



Slika 3. Promena parametra ATS i PTSF za drugi odsek

Poboljšanje parametara ne dovodi do promene nivoa usluge.

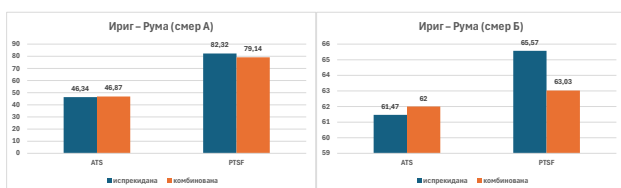
3.2. Irig – Ruma

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 4. Deonica Irig – Ruma sa predmetnim odsecima[2]

Prvi odsek se nalazi na delu državnog puta 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 u dužini od 555m, u suprotnom smeru od Rume ka Irigu 595m. Upotrebom samo isprekidane razdelne linije izvršeno je obeležavanje dozvoljenog preticanja za oba smeru u dužini od 355m. Upotrebom dva različita tipa linije došlo je i do poboljšanja parametara prosečna brzina putovanja (ATS) i procenta vremena provedenog u sleđenju (PTSF).



Slika 5. Promena parametra ATS i PTSF za prvi odsek

Procenat vremena provedenog u sleđenju sporog vozila smanjen je za 3,18 % u smeru A, a u smeru B je smanjen za 2,54 %. Poboljšanje parametara procenta vremena provedenog u sleđenju sporijeg vozila dovodi do poboljšanja nivoa usluge za smer od Iriga ka Rumi sa **E na D** i za smer od Rume ka Irigu sa **D na C**.

Drugi odsek se nalazi na delu puta 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 u dužini od 340m, u suprotnom smeru od Rume ka Irigu 355m. Upotrebom samo isprekidane razdelne linije izvršeno je obeležavanje dozvoljenog preticanja za oba smeru u dužini od 155m. Upotrebom dva različita tipa linije došlo je i do poboljšanja parametara prosečna brzina putovanja (ATS) i procenta vremena provedenog u sleđenju (PTSF).

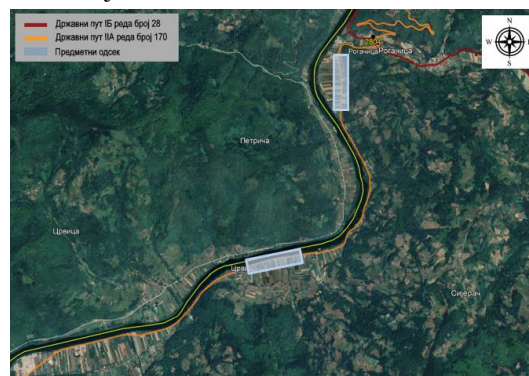


Slika 6. Promena parametra ATS i PTSF za drugi odsek

Poboljšanje parametara ne dovodi do promene nivoa usluge na drugom odseku.

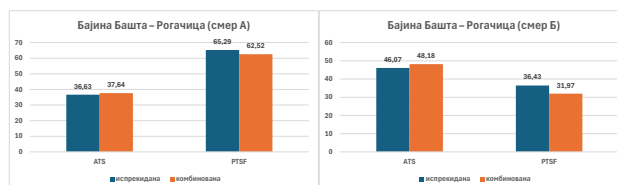
2.3. Bajina Bašta – Rogačica

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 7. Deonica Rogačica – Bajina Bašta sa predmetnim odsecima [2]

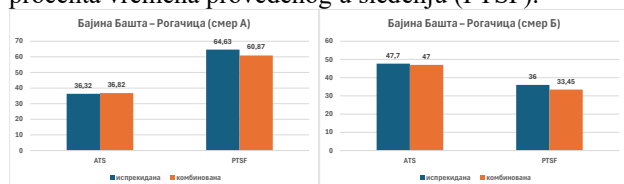
Prvi odsek se nalazi na delu državnog puta od 66+417.00 do 64+767.00 dužine 1650m. Na ovom odseku su zone sa dozvoljenim preticanjem obeležene upotrebom isprekidane i kombinovane razdelne linije u smeru od Bajine Bašte ka Rogačica u dužini od 760m, u suprotnom smeru od Rogačice ka Bajinoj Bašti 762m. Upotrebom samo isprekidane razdelne linije izvršeno je obeležavanje dozvoljenog preticanja za oba smeru u dužini od 225m. Upotrebom dva različita tipa linije došlo je i do poboljšanja parametara prosečna brzina putovanja (ATS) i procenta vremena provedenog u sleđenju (PTSF).



Slika 8. Promena parametra ATS i PTSF za prvi odsek

Obeležavanjem dozvoljenog preticanja upotrebom isprekidane i kombinovane linije na deonici Bajina Bašta – Rogačica dolazi do povećanja prosečne brzine putovanja i smanjenja procenta vremena provedenog u sleđenju u oba smera. Procenat vremena provedenog u sleđenju sporog vozila smanjen je za 2,77 % u smeru A, a u smeru B je smanjen za 4,46 %. Poboljšanje parametara procenta vremena provedenog u sleđenju sporijeg vozila dovodi do poboljšanja nivoa usluge za smer od Bajine Bašte ka Rogačici sa **D na C** i za smer od Rogačice ka Bajinoj Bašti sa **B na A**.

Drugi odsek se nalazi na delu puta od 63+417.00 do 63+717.00 dužine 1700m. Na ovom odseku su zone sa dozvoljenim preticanjem obeležene upotrebom isprekidane i kombinovane razdelne linije u smeru od Bajine Bašte ka Rogačica u dužini od 882m, u suprotnom smeru od Rogačice ka Bajinoj Bašti 886m. Upotrebom samo isprekidane razdelne linije izvršeno je obeležavanje dozvoljenog preticanja za oba smeru u dužini od 520m. Upotrebom dva različita tipa linije došlo je i do poboljšanja parametara prosečna brzina putovanja (ATS) i procenta vremena provedenog u sleđenju (PTSF).

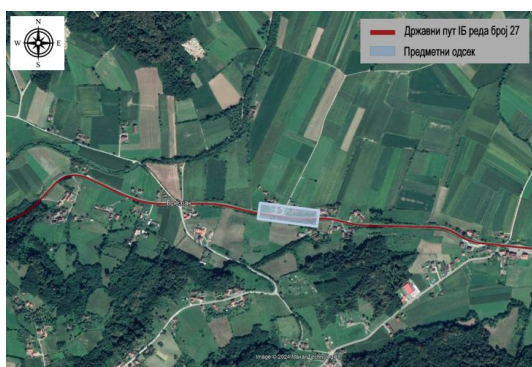


Slika 9. Promena parametra ATS i PTSF za drugi odsek

Obeležavanjem dozvoljenog preticanja upotrebom isprekidane i kombinovane linije na deonici Bajina Bašta – Rogačica dolazi do povećanja prosečne brzine putovanja i smanjenja procenta vremena provedenog u sleđenju u oba smera. Procenat vremena provedenog u sleđenju sporog vozila smanjen je za 3,76 % u smeru A, a u smeru B je smanjen za 2,55 %. Poboljšanje parametara procenta vremena provedenog u sleđenju sporijeg vozila dovodi do poboljšanja nivoa usluge za smer od Bajine Bašte ka Rogačici sa **B na A**.

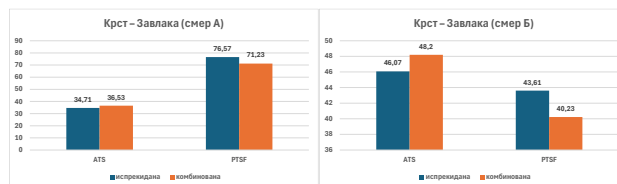
2.3. Krst – Zavlaka

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 10. Deonica Krst – Zavlaka sa predmetnim odsecima [2]

Predmetni odsek se nalazi na delu državnog puta 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 u dužini od 733m, u suprotnom smeru od Krsta ka Zavlake 703m. Upotrebom samo isprekidane razdelne linije izvršeno je obeležavanje dozvoljenog preticanja za oba smeru u dužini od 325m. Upotrebom dva različita tipa linije došlo je i do poboljšanja parametara prosečna brzina putovanja (ATS) i procenta vremena provedenog u sleđenju (PTSF).



Slika 11. Promena parametra ATS i PTSF za drugi odsek

Poboljšanje ne dovodi do promene nivoa usluge.

3. ZAKLJUČAK

U ovom radu su analizirane i upoređene dve različite vrste linija za označavanje zona dozvoljenog preticanja na dvotračnim putevima kako bi se utvrdila njihova efikasnost i uticaj na nivo usluge saobraćajnice. Upotrebom dva tipa linija, istraživao je nivo usluge prema HCM 2010 metodologiji. Na četiri deonice državnih puteva (sedam posmatranih odseka) došlo je do poboljšanja parametara, kao što su povećanje prosečne brzine putovanja (ATS) i smanjenje procenta vremena provedenog u sleđenju (PTSF) u oba smera.

Na odsecima deonicama Irig – Ruma i Rogačica – Bajina Bašta dolazi i do poboljšanja nivoa usluge usled smanjenja procenta vremena provedenog u sleđenju:

- Irig – Ruma (prvi odsek 3,18% smer A i 2,54% smer B; drugi odsek 2,47% smer A i 0,85% smer B),
- Rogačica – Bajina Bašta (prvi odsek 2,77% smer A i 4,46% smer B; drugi odsek 3,76% smer A i 2,55% smer B),

Ukupno gledano, rezultati istraživanja ukazuju na potencijal za unapređenje nivoa preticajne preglednosti putem korišćenja odgovarajuće signalizacije i obeležavanja na dvotračnim putevima. Dalja istraživanja i praćenje efekata primenjenih mera mogu doprineti razvoju boljih praksi i poboljšanja uslova odvijanja saobraćaja.

4. LITERATURA

- [1] Bogdanović, V., Ruškić, N. "Kapacitet drumskih saobraćajnica", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2018.
- [2] <https://gisportal.rs/smartPortal/gisjpps>
- [3] National Research Council, Manual Highway Capacity. (2010). Washington, D.C., USA.
- [4] Uzelac, Đ. „Putevi i gradske saobraćajnice“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2015.

Kratka biografija:



Nenad Zagradanin rođen je u Sjenici 1995. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćajnog inženjerstva je odbrano 2024.god.



Vuk Bogdanović rođen je u Sremskoj Mitrovici 1966. god. Doktorsku disertaciju je odbranio 2005. god. Na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.



Nemanja Garunovic rođen je u Rumi 1989. god. Doktorsku disertaciju je odbranio 2020. god. Na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.