

Evropski univerzitet Kallos Tuzla

Tehnički fakultet

Studijski program Saobraćaj



**Upravljanje glavnim prometnim pravcima
grada Osijeka**

MAGISTARSKI RAD

Mentor:
prof. dr. Mladen Dobrić

Poslijediplomant:
Vladimir Uremović, dipl.ing.
006/16 MrSB

Tuzla, 2017.

Evropski univerzitet Kallos Tuzla

Tehnički fakultet

Studijski program Saobraćaj



**Upravljanje glavnim prometnim pravcima
grada Osijeka**

MAGISTARSKI RAD

Mentor:
prof. dr. Mladen Dobrić

Poslijediplomant:
Vladimir Uremović, dipl.ing.
006/16 MrSB

Tuzla, 2017.

PODACI ZA BIBLIOGRAFIJU

Broj indeksa poslijediplomanta:	006/16 MrSB
Ključne riječi:	Cestovni promet, upravljanje prometom, grad Osijek, reorganizacija, koordinacija prometnih svjetala, propusna moć ceste, gustoća prometnog toka, brzina prometnog toka, prometna traka, putnička auto jedinica, brojanje prometa, ciklus, faza, prometna svjetla.
Znanstveno područje:	Tehničke znanosti
Znanstveno polje:	Promet
Znanstvena grana:	Cestovni promet
Institucija u kojoj je rad izrađen:	Evropski univerzitet Kallos Tuzla Trg M. Tita 2A, 75000 Tuzla Tehnički fakultet - odsjek Saobraćaj
Mentor rada:	Prof. dr. Mladen Dobrić
Broj stranica:	71 + 21 PRIVITCI
Broj slika:	39
Broj tablica:	33
Broj grafičkih prikaza:	20
Broj jednadžbi:	84
Broj korištenih bibliografskih jedinica:	48
Broj riječi u radu:	11950 riječi + privitci
Godina obrane rada:	2017. godina
Datum prijave magistarskog rada:	08.03.2017. godine
Institucija u kojoj je rad pohranjen:	Evropski univerzitet Kallos Tuzla Trg M. Tita 2A, 75000 Tuzla Tehnički fakultet - odsjek Saobraćaj

ZAHVALA!

Zahvaljujem se svojem mentoru prof. dr. Mladenu Dobriću na kritikama i pomoći prilikom izrade ovog Magistarskog rada.

Zahvaljujem se svim profesorima na Evropskom univerzitetu u Tuzli i Brčkom na podijeljenom znanju te stručnoj pomoći.

Također se zahvaljujem svojoj obitelji na neizmjernoj pomoći, posebno svojem ocu Miroslavu na podršci.

Na kraju se zahvaljujem svojoj supruzi Ivani na beskrajnom razumijevanju, podršci i pomoći.

SAŽETAK

Proces globalizacije posljednjih godina sve je prisutniji u svim segmentima života, te ima tendenciju daljnjeg razvoja i rasta, što za posljedicu ima udaljšavanje mjesta proizvodnje dobara od mjesta njihove potrošnje. Samim time javlja se potreba za robnom razmjenom, a sukladno tome prometni tokovi postaju obujmom sve veći, a strukturom sve složeniji. To dovodi do potrebe za preciznijim upravljanjem prometnih pravaca i tokova.

Jedan od glavnih problema u gradu Osijeku je vrlo veliki stupanj motorizacije sukladno broju stanovnika. Grad Osijek sa svojom aglomeracijom broji oko 100 000 stanovnika. Posljednjih godina u Osijeku se javljaju razni prometni problemi, kao pritisak povećanja stupnja motorizacije stanovništva, stoga je neophodno i vrlo korisno istraživati i nuditi rješenje za ovaj problem.

Urađeno je svega dvije prometne strategije grada Osijeka i njegove aglomeracije i to 1981. godine izrađene od Saobraćajnog Instituta Beograd, te 2007. godine od strane Instituta prometa i veza Zagreb.

Jedan od većih problema je što jezgra grada ne omogućava izgradnju novih prometnih pravaca.

U ovom magistarskom radu treba obraditi glavne prometne pravce u gradu Osijeku, izvršiti istraživanje u obliku brojanja prometa, te ponuditi svoje rješenje za neka raskrižja.

Mišljenja sam da glavno prometno raskrižje u gradu Osijeku, raskrižje Vukovarske ulice i ulice kneza Trpimira, bi trebalo iz klasičnog četverokrakog raskrižja sa posebno izdvojenim desnim skretačima, preoblikovati u raskrižje sa kružnim tokom prometa, što ću i dokazati u ovom magistarskom radu.

Također mnoga raskrižja bi trebalo uskladiti u obliku koordinacije prometnih svjetala u smislu poboljšanja *zelenog vala*. Kompletne Vukovarske ulice bi se trebale ponovo prometno koordinirati, jer trenutačni ciklusi prometnih svjetala nisu usklađeni.

Osvrnuti ćemo se i na raskrižja koja broje najviše prometnih nezgoda u razdoblju od 2010. do 2015. godine, te ponuditi svoje rješenje za poboljšanje sigurnosti raskrižja. Prometna postaja policijske uprave Osječko-baranjske županije redovno vodi statistike o broju prometnih nezgoda, te o težini ozljeda na području cijele županije.

KLJUČNE RIJEČI: Prometni tok, lokalne ceste, gustoća prometa, koordinacija prometnih svjetala, grad Osijek, raskrižje, kružna raskrižja, brojanje prometa, ciklus prometnih svjetala, faza prometnog svjetla.

SUMMARY

The globalization process has been more and more present in all segments of life in recent years, and has a tendency for further growth and growth, resulting in a shift away from the place of production of goods from the point of their consumption. This is where the need for commodity exchange is manifested, and accordingly, traffic flows become ever greater and the structure becomes increasingly complex. This leads to a need for more precise management of traffic routes and flows.

One of the main problems in the city of Osijek is a very high degree of motorization according to the number of inhabitants. The city of Osijek with its agglomeration has about 100,000 inhabitants. In the last few years there are various traffic problems in Osijek, as a pressure to increase the degree of motorization of the population, so it is necessary and very useful to explore and offer a solution to this problem.

Only two traffic strategies of the city of Osijek and its agglomerations were carried out in 1981, made by the Belgrade Transport Institute and in 2007 by the Institute of Transport and Communications Zagreb.

One of the major problems is that the core of a city does not allow the construction of new traffic directions.

In this master's thesis I will work on the main traffic directions in the city of Osijek, carry out traffic research, and offer my solution for some intersection.

I think that the main traffic intersection in the city of Osijek, the intersection of Vukovar's streets and the streets of Prince Trpimir, should be from a classic quadrangle intersection with specially separated right-wingers, to be transformed into intersection with circular traffic, which I will prove in this master's thesis.

Also many intersections should be coordinated in the form of traffic light coordination in the sense of improving the green wave. Complete Vukovar Street should be coordinated again because the current traffic light cycles are not aligned.

I will also look at the intersections that account for most traffic accidents between 2010 and 2015 and offer their solution to improve intersection safety. The traffic police station of the Osijek-Baranja County regularly carries out statistics on the number of traffic accidents and the severity of injuries in the entire county.

KEY WORDS: Traffic flow, local road, traffic density, traffic light coordination, Osijek city, intersection, circular intersections, traffic count, traffic light cycle, traffic light phase

SADRŽAJ

I. UVODNA RAZMATRANJA.....	9
1.1. METODOLOŠKI PRISTUP ISTRAŽIVANJU.....	9
1.2. HIPOTEZE.....	10
II. NAUČNA I DRUGA SAZNANJA O PREDMETU ISTRAŽIVANJA.....	11
2.1. O GRADU OSIJEKU.....	11
2.2. KRETANJE POJEDINAČNOG VOZILA.....	13
2.2.1. Kretanje vozila u funkciji vremena.....	13
2.2.2. Kretanje vozila kao funkcija puta.....	15
2.2.3. Kretanje kao funkcija brzine.....	16
2.3. OSNOVNI PARAMETRI PROMETNOG TOKA.....	17
2.3.1. Protok vozila.....	17
2.3.2. Gustoća prometnog toka.....	18
2.3.3. Brzina prometnog toka.....	19
2.3.4. Vrijeme putovanja vozila u prometnom toku.....	21
2.3.5. Jedinično vrijeme putovanja vozila u toku.....	21
2.3.6. Vremenski interval slijeđenja vozila u toku.....	21
2.3.7. Razmak u slijeđenju vozila u toku.....	22
2.4. KAPACITET PROMETNICA.....	23
2.5. PROJEKTIRANJE RASKRIŽJA.....	28
2.5.1. Razmak između raskrižja.....	28
2.5.2. Uvjeti lokacije.....	29
2.5.3. Preglednost raskrižja.....	32
2.5.4. Projektni i funkcionalni elementi.....	35
2.6. SVJETLOSNA SIGNALIZACIJA.....	41
III. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	45
3.1. BROJANJE PROMETA.....	45
3.1.1. Raskrižje ulice kneza Trpimira i Vukovarske ulice.....	46
3.1.2. Raskrižje ulice kneza Trpimira, Drinske ulice te ulice Sjenjak.....	50
3.1.3. Raskrižje ulice kneza Trpimira, Divaltove ulice i Gacke ulice.....	52
3.1.4. Raskrižje Vukovarske ulice, ulice Stjepana Radića i Hrvatske Republike.....	54

3.1.5. Raskrižje Vukovarske ulice i ulice Alojzija Stepinca.....	56
3.1.6. Raskrižje Vukovarske ulice i ulice Dobriše Cesarića.....	58
3.2. IZRAČUN SIGNALNOG PLANA.....	60
3.2.1. Raskrižje Vukovarske ulice i ulice kneza Trpimira.....	60
3.2.2. Raskrižje ulice kneza Trpimira, Drinske ulice i ulice Sjenjak.....	64
3.2.3. Raskrižje ulice kneza Trpimira, Divaltove ulice i Gacke ulice.....	65
 IV. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA.....	 68
 V. KORIŠTENA LITERATURA I IZVORI PODATAKA.....	 69
 KRATKI ŽIVOTOPIS.....	 71
SHORT BIOGRAPHY.....	71
 PRIVITCI.....	 72
PRIVITAK A.....	73
PRIVITAK B.....	82
PRIVITAK C.....	89

I. UVODNA RAZMATRANJA

Predmet istraživanja ovog magistarskog rada je gustoća, odnosno zasićenost prometnih tokova u gradu Osijeku, dok je problem istraživanja propusna moć istih tih prometnih tokova. Kako bi se povećala propusna moć glavnih prometnih tokova u gradu Osijeku, potrebno je izvršiti određene preinake na samim prometnicama, kao i na promjenama regulacije prometnih svjetala.

Rad je podijeljen u cjeline u kojima je opisana uvodna razmatranja, naučna i druga saznanja o predmetu, odnosno temi istraživanja, prikazani su i objašnjeni rezultati istraživanja, donesena zaključna razmatranja, dati prijedlozi i prilozi, prikazana korištenja literatura i izvori podataka te opisana moja kratka autobiografija.

Svrha ovog magistarskog rada je poboljšanje prometne situacije, te povećanje kvalitete putovanja u gradu Osijeku. Također je svrha prikazivanje sadašnjeg stanja u gradu Osijeku.

1.1. METODOLOŠKI PRISTUP ISTRAŽIVANJU

Istraživanje je empirijskog karaktera, jer obuhvaća zonsko istraživanje grada Osijeka. Prilikom istraživanja, neophodno je bilo korištenje slijedećih metoda:

1. Osnovne metode naučnog istraživanja:

- Metoda analize (rašćlanjivanje složenih pojava na jednostavnije sastavne dijelove).
- Metoda klasifikacije (podjela vozila prema vrsti i namjeni, podjela prometnica prema vrsti).
- Metoda sinteze (objašnjenje problema putem spajanja jednostavnijih sastavnih dijelova u složene pojave).

2. Opće naučne metode:

- Hipotetičko – deduktivna metoda (upravljanje prometnicama, optimizira propusnu moć istih).
- Metoda srednjih vrijednosti (aritmetička sredina – za izračunavanje brzine prometnog toka, te za izračunavanje prosječnog dnevnog broja vozila).
- Metoda komparacije (uspoređivanje istih ili sličnih činjenica, pojava ili procesa, odnosno uočavanje njihove sličnosti i razlika).

3. Metode prikupljanja podataka:

- Metoda ispitivanja (anketa neutralnog tipa, koristeći pitanja sa zatvorenim odgovorima o stavu građana postojećeg stanja prometne situacije glavnih prometnih pravaca grada Osijeka).
- Metoda promatranja (korištenje naučnog promatrača koji promatra raskrižja na glavnim prometnim pravcima grada Osijeka).
- Metoda mjerenja (egzaktno mjerenje korištenjem instrumenta za mjerenje protoka vozila na promatranoj prometnici).

U istraživanju su korišteni svi pozitivne stavove, ne favorizirajući ni jedan pravac. Neke od navedenih metoda su korištene u kvantitativnoj varijanti zbog prikupljanja brojčanih podataka o dnevnoj broju vozila na promatranoj prometnici, propusnoj moći prometnice i raskrižja, a sve u cilju objašnjenja, istraživanja veza između varijabli o uspostavljanju uzročno – posljedičnih veza između promatranih pojava. Prema svrsi ovo je istraživanje aplikativnog karaktera.

Ovo istraživanje je naučno opravdano jer će se dobiti saznanja o predmetu ovog istraživanja i potvrditi dosadašnja saznanja i iskustva o upravljanju prometnih pravaca uključujući i upravljanje raskrižjima te korištenje Webster metode izračuna ciklusa prometnih svjetala.

Društvena opravdanost je velika potreba za rješavanje problema upravljanja prometom u gradu Osijeku, pogotovo glavnih prometnih pravaca. Istraživanje će poslužiti kao osnova za rješavanje spomenutog problema.

1.2. HIPOTEZE

- *Generalna hipoteza:*

Kvalitetnim upravljanjem raskrižja i prometnica povećava se propusna moć.

- *Posebna hipoteza:*

1. Infrastruktura grada ne omogućuje izgradnju novih prometnih pravaca.
2. Reorganizacija upravljanja omogućuje veći protok vozila promatranog presjeka prometnice.
3. Koordinacija prometnih svjetala nizvodnih uzastopnih linijskih raskrižja povećava propusnu moć prometnice.
4. Zadržavanje vozila na raskrižjima onečišćuje okoliš.
5. Funkcionalno prometno planiranje je u urbanim sredinama korisnije od sustavnog prometnog planiranja.
6. Propusna moć prometnice ovisna je o brzini kretanja vozila.

II. NAUČNA I DRUGA SAZNANJA O PREDMETU ISTRAŽIVANJA

U ovom poglavlju osvrnuli smo se na dosadašnja saznanja o projektiranju prometnica, projektiranju raskrižja, prometnih strategijama grada Osijeka, dosadašnjim statistikama brojanja prometa, prometnih nezgoda, te o ostalim saznanjima vezano za upravljanje prometom na cestama.

2.1. O GRADU OSIJEKU

Grad Osijek je središte istočne Slavonije. Prema popisu stanovništva iz 2011. godine, Osijek broji 108.048 stanovnika¹, a obuhvaća prigradska naselja Tvrdavicu, Podravlje, Josipovac, Višnjevac, Sarvaš, Tenju, Brijesće, Brijest, Klisu i Nemetin.

Grad je smješten na 45°33/09"N geografske širine i 18°40'37"E geografske duljine, te na nadmorskoj visini od 94 metra na desnoj obali rijeke Drave, u mikroregiji Dravsko – dunavske nizine Istočno – hrvatske ravnice, 276 kilometara istočno od glavnog grada Republike Hrvatske, Zagreba.

Sam Osijek ima 88.415 stanovnika (2011) uz prosječnu gustoću naseljenosti od 655 stanovnika po kilometru kvadratnom (st./km²). S obzirom na fizionomske osobitosti, s gledišta globalnog planskog pristupa prostoru u širem smislu pripada prostornoj cjelini županija Istočne Hrvatske (Osječko-baranjska, Brodsko-posavska, Vukovarsko-srijemska, Virovitičko-podravska). Za ovu cjelinu osobito su značajni riječni tokovi Drave, Dunava i Save koji uvjetuju uređenje prostora i određuju koridore velike državne i međunarodne infrastrukture, osobito transeuropske magistralne i regionalne prometne pravce.

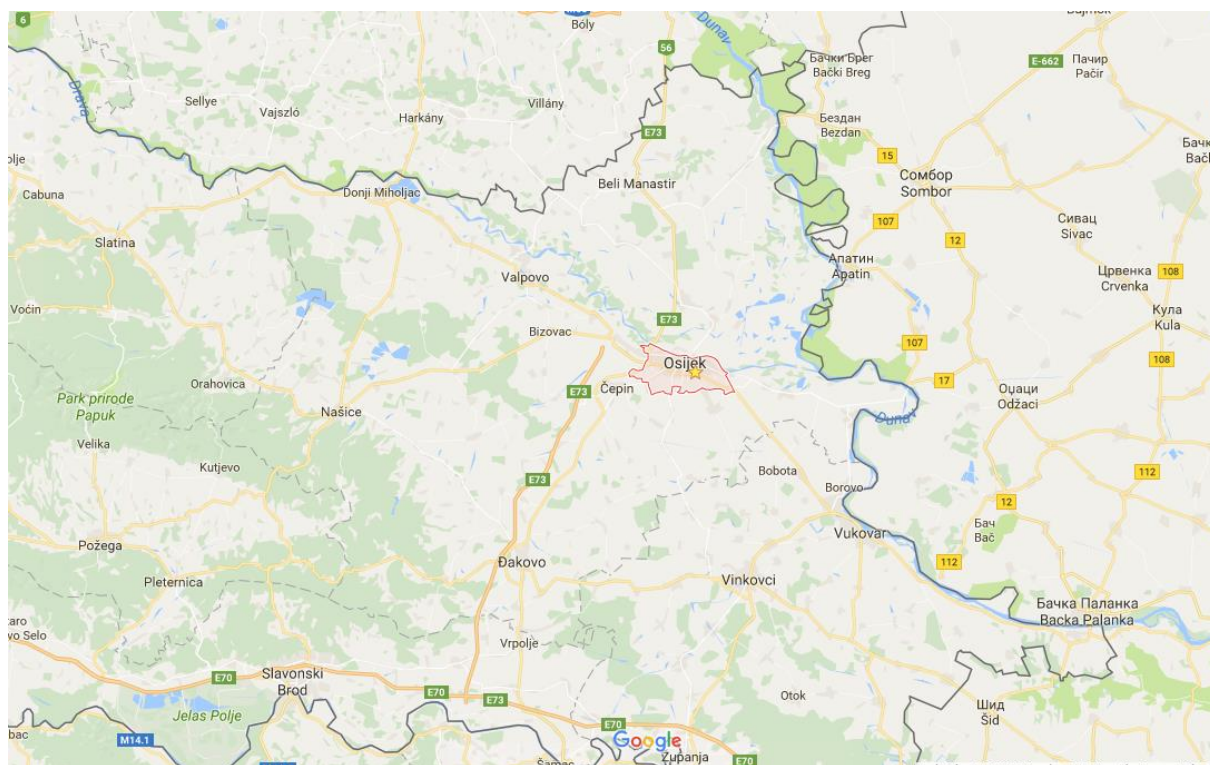
Grad Osijek ima veoma povoljan geoprometni položaj u odnosu na glavne europske prometne koridore. Prometni značaj Gradu daju prvenstveno podravski i podunavski prometni koridor koji se u neposrednoj blizini povezuje i na posavski prometni koridor.

Iskorištavanje ovako dobrog prometno – prostornog položaja Grada ovisi i o geopolitičkim prilikama u okruženju. Ovisno o njima varirao je i značaj Grada. Grad se prvi puta spominje za vrijeme Rimske vladavine kao važno prometno središte, da bi taj značaj zadržao sve do 18.

¹ Izvor: Državni Zavod za statistiku RH, brojanje stanovnika RH 2011. godine.

stoljeća, kada prvo gubi vojne funkcije, a nakon njih i gospodarske koje se pomiču prema središnjoj Hrvatskoj i Primorju.

Slika 1. Kartografski položaj grada Osijeka



Izvor: Google maps

Stvaranje Republike Hrvatske, te drugim pozitivnim promjenama u širem okruženju u okviru kojih je susjedna Republika Mađarska članica Europske unije, ponovo se stvaraju geopolitički uvjeti značajnijeg vrednovanja strateškog prometnog položaja Grada Osijeka. To se prvenstveno odnosi na najkraću prirodnu vezu između Srednje Europe i Južnog Jadrana.

U strateškim dokumentima koji se odnose na prometni i prostorni razvoj Republike Hrvatske ciljevi prometnog razvitka prvenstveno su u funkciji objedinjavanja hrvatskog prostora koji je specifičan po svojoj prirodno – zemljopisnoj složenosti.

Prisutnost svih vidova prometa (u blizini Osijeka, približno 15-ak kilometara, rekonstruirana je i postojeća zračna luka 4D kategorije) podloga je za razvitak i kombiniranog prometa.

Sama županija, kao i grad Osijek nalaze se na križanju prometnih pravaca europskog kontinenta. Izgrađena prometna infrastruktura nije, međutim, na razini potencijala te geopolitike pozicije ovog područja.

Od 642,79 km županijskih cesta, 547,94 km je lokalnih cesta.²

Na području županije ukupno je registrirano 98.219 motornih vozila, od čega je 75.462 osobna vozila, 314 autobusa, 6.927 teretna vozila i 10.641 ostala vozila.

² Izvor: Osječko – baranjska županija, Županijska uprava za ceste.

2.2. KRETANJE POJEDINAČNOG VOZILA

Pod pojmom kretanja pojedinačnog vozila, podrazumijeva se kretanje vozila na putu najvećom sigurnom brzinom koja nije ni u kakvoj ovisnosti od drugih vozila na putu, već isključivo ovisi o karakteristikama ceste, bez interakcije ostalih vozila.

U osnovne parametre za opisivanje kretanja pojedinačnog vozila spadaju:

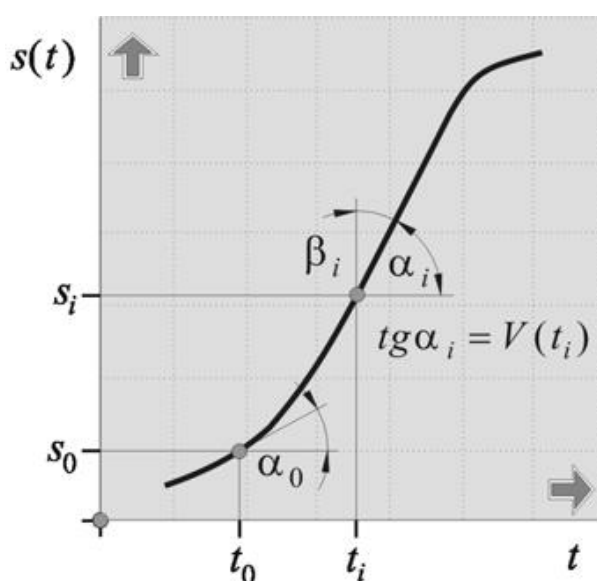
- Vrijeme (t)
- Prijedeni put (s)
- Brzina (v)
- Ubrzanje (a)
- Impuls (a')

Opisivanje zakonitosti kretanja pojedinačnog vozila ostvaruje se definiranjem odgovarajućih, analitičkih veza između osnovnih parametara, najčešće polazeći od vremena, puta ili brzine kao varijabli.

2.2.1. Kretanje vozila u funkciji vremena

U opisivanju kretanja pojedinačnog vozila u funkciji vremena, polazi se od vremena kao varijable, odnosno kretanje pojedinačnog vozila najbolje se može razumjeti na dijagramu put – vrijeme.

Grafički prikaz 1. Dijagram put - vrijeme



Izvor: Dadić I., Kos G., Ševrović M.: *Teorija prometnih tokova*, FPZ, Zagreb, 2014, str. 11

Krivulja prikazana na dijagramu predstavlja krivulju funkcionalne ovisnosti puta od vremena, odnosno budući da put ovisi o vremenu, može se napisati:

$$s = s(t) = \frac{ds}{dt} \quad (1)$$

Ostale funkcionalne ovisnosti između osnovnih parametara koji opisuju kretanje pojedinačnog vozila, vidi se da je brzina prvi, ubrzanje drugi, a impuls treća derivacija puta po vremenu. Znači, pored vremena t kao neovisne varijable i puta s kao ovisne varijable od vremena, u red osnovnih parametara neophodnih za opisivanje kretanja pojedinačnog vozila spadaju još:

$$v = v(t) = \frac{ds}{dt} \quad (2)$$

$$a = a(t) = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2} \quad (3)$$

$$k = k(t) = \frac{da}{dt} = \frac{d^3s}{dt^3} \quad (4)$$

Ako je u nekom trenutku t_0 vozilo imalo brzinu V_0 , ubrzanje a_0 i ako je prešlo put s_0 u odnosu na koordinatni početak, tada prijeđeni put, brzina i ubrzanje u nekom trenutku t_1 iznose:

$$s(t_1) = s_0 + \int_{t_0}^{t_1} v(t) dt \quad (5)$$

$$V(t_1) = V_0 + \int_{t_0}^{t_1} a(t) dt \quad (6)$$

$$a(t_1) = a_0 + \int_{t_0}^{t_1} k(t) dt \quad (7)$$

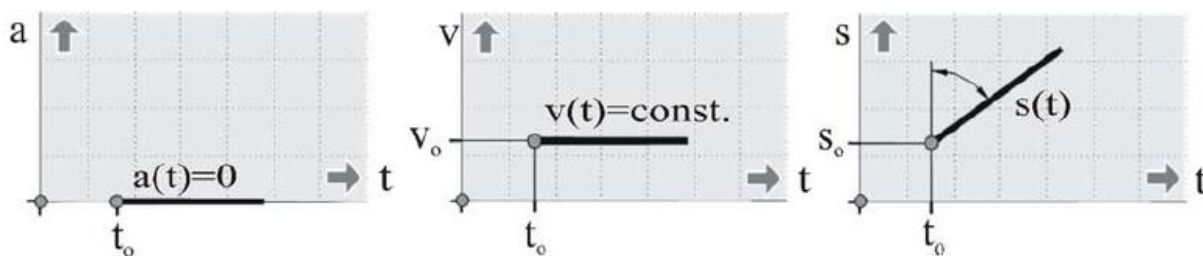
Za zadane početne uvjete slijedi:

$$a(t) = 0 \quad (8)$$

$$V(t) = \text{const} \quad (9)$$

$$S(t) = S_0 + \int_{t_0}^{t_1} V(t) dt = S_0 + V(t - t_0) \quad (10)$$

Grafički prikaz 2. Osnovni parametri u funkciji vremena



Izvor: Dadić I., Kos G., Ševrović M.: Teorija prometnih tokova, FPZ, Zagreb, 2014, str. 12

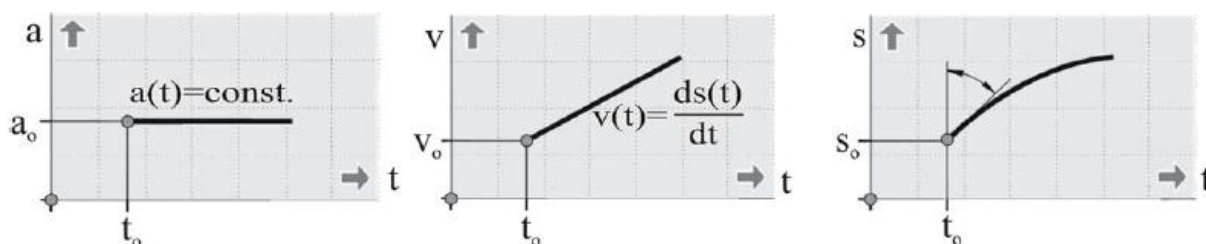
Ukoliko su početni uvjeti drugačiji, dobivamo slijedeće izraze:

$$a(t) = \text{const} \quad (11)$$

$$V(t) = \frac{ds(t)}{dt} = V_0 \int_{t_0}^t a(t) dt = V_0 + a(t - t_0) \quad (12)$$

$$s(t) = s_0 + V_0(t - t_0) + \frac{a}{2}(t - t_0)^2 \quad (13)$$

Grafički prikaz 3. Osnovni parametri u funkciji vremena



Izvor: Dadić I., Kos G., Ševrović M.: *Teorija prometnih tokova*, FPZ, Zagreb, 2014, str. 13

2.2.2. Kretanje vozila kao funkcija puta

U većini istraživanja u teoriji prometnoga toka vrijeme predstavlja neovisnu, a prijeđeni put, brzina i ubrzanje ovisnu varijablu. Međutim, u određenim slučajevima, osnovni parametri za opisivanje kretanja pojedinačnog vozila mogu se izražavati i u funkciji prijeđenog puta ili brzine.

Jedan od primjera je ako promatramo kretanje u funkciji puta, onda su vrijeme, brzina i ubrzanje ovisne, a put neovisna varijabla, odnosno tada je:

$$t = t(s) \quad (14)$$

$$v = v(s) \quad (15)$$

$$a = a(s) \quad (16)$$

Ukoliko se za neovisno promjenjivu varijablu uzme prijeđeni put, tada u jednadžbama koje definiraju osnovne parametre kretanja pojedinačnog vozila, u kojima je neovisna varijabla bilo vrijeme, nastaje:

$$v(t_i) = \tan \alpha_i \quad (17)$$

$$V(s_i) \cot \alpha_i = \frac{1}{\tan \alpha_i} \quad (18)$$

Polazeći od stava da je $t=t(s)$ dolazi se do ovisnosti vremena o funkciji puta.

$$t(s) = t_0 + \int_{s_0}^s \frac{ds}{v(s)} \quad (19)$$

2.2.3. Kretanje kao funkcija brzine

Ovdje se brzina promatra kao neovisna promjenjiva, a put, vrijeme i ubrzanje kao funkcija brzine. Tako promatrajući ovisnosti ubrzanja o brzini, koja glasi:

$$a = a(v) = \frac{dv}{dt} \quad (20)$$

$$dt = \frac{dv}{a(v)} \quad (21)$$

$$t = t(V) = t_0 + \int_{v_0}^V \frac{dv}{a(v)} \quad (22)$$

Karakteristični slučajevi ovisnosti ubrzanja o brzini kada je ubrzanje $a(V)=const$:

$$t(v) = t_0 + \frac{v-v_0}{a} \quad (23)$$

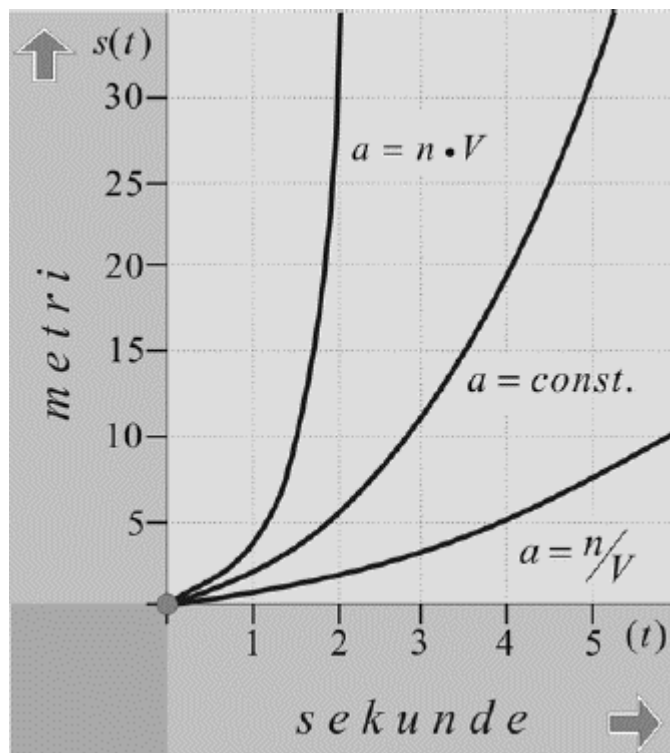
$$v(t) = v_0 + a \cdot (t - t_0) \quad (24)$$

$$s(t) = s_0 + \frac{1}{a} \int_{v_0}^V v \cdot dv = s_0 + \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \quad (25)$$

Kao obrnuta funkcija slijedi izraz:

$$v(s) = \sqrt{v_0^2 + 2 \cdot a(s - s_0)} \quad (26)$$

Grafički prikaz 4. Funkcija ubrzanja o brzini $a=f(v)$



Izvor: Dadić I., Kos G., Ševrović M.: Teorija prometnih tokova, FPZ, Zagreb, 2014, str. 18

2.3. OSNOVNI PARAMETRI PROMETNOG TOKA

Prometni tok je istovremeno kretanje više vozila na putu u određenom poretku. Za opisivanje prometnih tokova i zakonitosti kretanja motornih vozila u prometnim tokovima na cestovnim prometnicama neophodno je definirati pokazatelje.

Ti se pokazatelji, nazivaju osnovni parametri prometnog toka ili osnovne veličine prometnog toka. Osnovna razlika u uvjetima kretanja vozila u prometnim tokovima u odnosu na uvjete kretanja pojedinačnog vozila je ta, što u prometnom toku na kretanje vozila djeluje i međusobna interakcija vozila. Glavni pokazatelji za opisivanje prometnih tokova su:

- Protok vozila (q)
- Gustoća prometnog toka (g)
- Brzina prometnog toka (v)
- Vrijeme putovanja vozila u toku (t)
- Jedinično vrijeme putovanja vozila u toku
- Vremenski interval slijeđenja vozila u toku
- Razmak u slijeđenju vozila u toku (s)

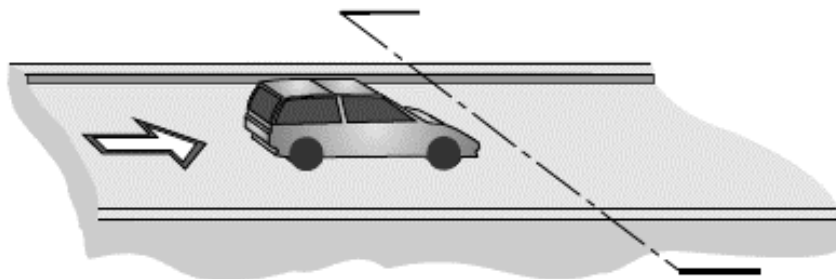
2.3.1. Protok vozila

Protok vozila predstavlja broj vozila koji prođe u jedinici vremena kroz promatrani presjek prometnice u jednom smjeru za jednosmjerne prometnice ili u oba smjera za dvosmjerne prometnice.

Protok vozila na presjeku (dionice ili dijela) ceste predstavlja protok koji se ostvaruje na promatranom presjeku ceste u jedinici vremena.

$$q = g \cdot V \left[\frac{\text{voz}}{h} \right] \quad (27)$$

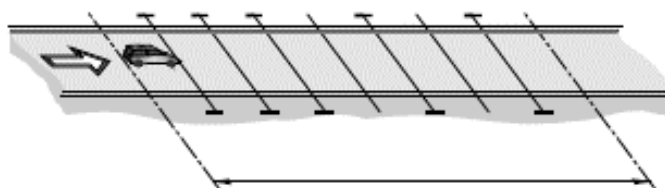
Slika 2. Protok vozila na presjeku



Izvor: Dadić I., Kos G., Ševrović M.: Teorija prometnih tokova, FPZ, Zagreb, 2014, str. 22

Protok vozila na dijelu ili dionici ceste predstavlja aritmetičku sredinu protona na n – presjeka na dijelu ili promatranj dionici, gdje je $n \rightarrow \infty$.

Slika 3. Protok vozila na dionici



Izvor: Dadić I., Kos G., Ševrović M.: *Teorija prometnih tokova*, FPZ, Zagreb, 2014, str. 22

Relacije se odnose na protok na dijelu u jednom pravcu u jednom nizu, te u jednom smjeru. Osnovna jedinica za iskazivanje protoka vozila je broj vozila u jednom satu (voz/h). U praksi se koriste i veće vremenske jedinice od jednog sata, kao što je dan (voz/24h).

Osnovni simbol za označavanje protoka je q (voz/h). Također se koriste i simboli $PGDP$ (prosječni godišnji dnevni promet, voz/dan), PDP (prosječni dnevni promet, voz/24h), kao i DP (dnevni promet, voz/24h).

2.3.2. Gustoća prometnog toka

Pod ovim pojmom podrazumijeva se broj vozila na jedinicu duljine prometnice, po prometnoj traci, po smjerovima za jednosmjerne prometnice, odnosno u oba smjera za dvosmjerne prometnice. Pojam gustoće vezan je prostorno za odsjek ili prometnu dionicu, a vremenski za trenutno stanje, pa se u praksi, s obzirom na vremenski period u kojem se promatra, gustoća prometnog toka može predstavljati:

Broj vozila po jedinici dužine promatranog odsjeka (dionice) u trenutku promatranja g (voz/km).

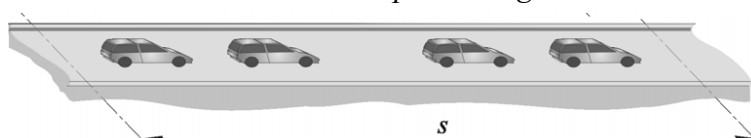
$$g = \frac{N}{S} \left[\frac{\text{voz}}{\text{km}} \right] \quad (27)$$

N – broj vozila u prometnom toku na promatranom dijelu ceste u određenom trenutku
 S – duljina dijela u kilometrima

Broj vozila po jedinici duljine promatranog dijela (dionice) kao aritmetička sredina više trenutnih promatranja u nekom vremenskom periodu.

$$\bar{g} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m g_i = \frac{1}{m} [g_1 + g_2 + \dots + g_m] \quad (28)$$

Slika 3. Gustoća prometnog toka



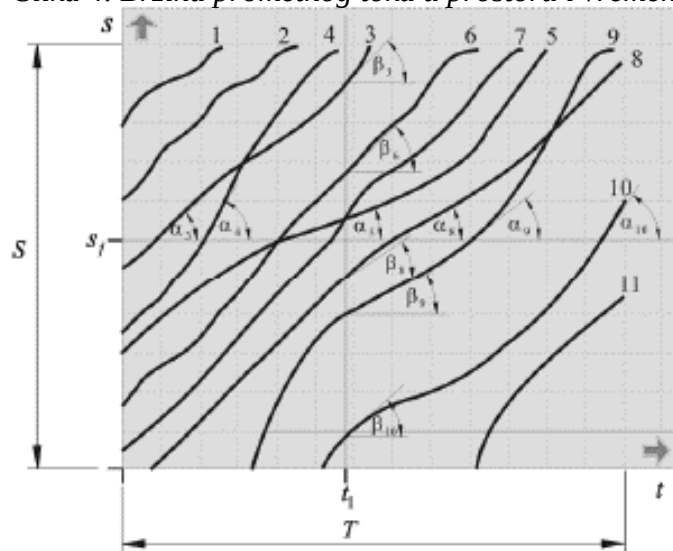
Izvor: Dadić I., Kos G., Ševrović M.: *Teorija prometnih tokova*, FPZ, Zagreb, 2014, str. 23

2.3.3. Brzina prometnog toka

Pod pojmom brzina prometnog toka eksplicitno se misli na određenu srednju brzinu svih vozila koja sudjeluju u promatranom prometnom toku. Ovisno o načinu promatranja protoka u odnosu na prostor i vrijeme, a s obzirom i na dva značenja pojmova protoka brzine vozila i gustoće prometnog toka, u teoriji prometnih tokova su uspostavljena dva pojma za definiranje brzine prometnog toka kao odgovarajuće srednje vrijednosti brzina svih vozila koja čine promatrani prometni tok. Ti pojmovi su:

- *Srednja prostorna brzina toka*, koja je analogno gustoći prostorno vezana za odsjek puta (S), a vremenski za trenutak.
- *Srednja vremenska brzina toka*, koja je analogno protoku vozila prostorno vezana za presjek puta, a vremenski za period promatranja (T).

Slika 4. Brzina prometnog toka u prostoru i vremenu



Izvor: Dadić I., Kos G., Ševrović M.: *Teorija prometnih tokova*, FPZ, Zagreb, 2014, str. 24

U cilju ilustracije razlika u načinu promatranja brzine prometnog toka sa gledišta prostora i vremena prikazane su slijedeće putanje kretanja vozila na odsjeku S , u vremenskom periodu T .

Trenutno promatranje na odsjeku S koje dovodi do srednje prostorne brzine:

$$\bar{v}_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n tg \beta_i \quad (29)$$

Lokalno promatranje u vremenskom periodu T , koje dovodi do srednje vremenske brzine:

$$\bar{v}_t = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m tg \alpha_j \quad (30)$$

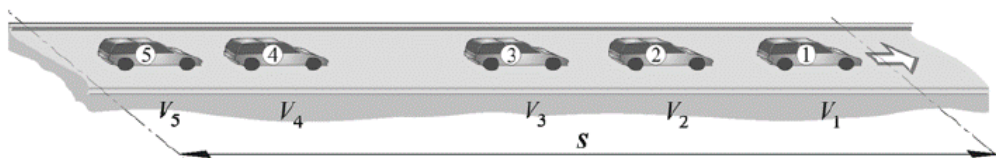
Srednja prostorna brzina prometnog toka predstavlja aritmetičku sredinu trenutnih brzina svih vozila u prometnom toku na promatranom odsjeku puta. Ova brzina se u stručnoj literaturi naziva i *srednja trenutna brzina*.

Ova brzina sa gledišta prostornog promatranja predstavlja brzinu na dionici ceste, a sa gledišta vremenskog promatranja predstavlja trenutnu brzinu prometnog toka.

Mjerenje srednje prostorne brzine često se naziva i trenutno promatranje na odsjeku ceste.

$$\bar{v}_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i \quad (31)$$

Slika 5. Srednja prostorna brzina



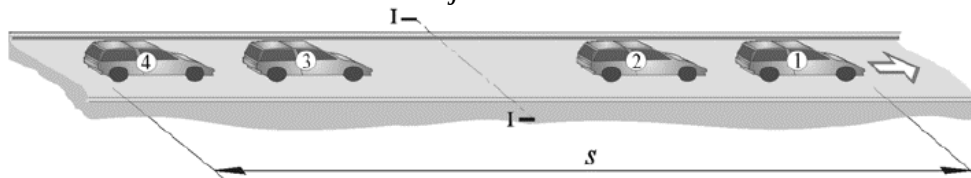
Izvor: Dadić I., Kos G., Ševrović M.: *Teorija prometnih tokova*, FPZ, Zagreb, 2014, str. 24

Srednja vremenska brzina prometnog toka predstavlja aritmetičku sredinu brzina svih vozila u prometnom toku koja prolaze kroz promatrani presjek puta, u određenom vremenskom periodu.

Mjerenje brzine vozila na promatranom presjeku puta, kao i na toj osnovi utvrđivanja srednje vremenske brzine prometnog toka, u stručnoj literaturi se naziva i lokalno mjerenje ili promatranje.

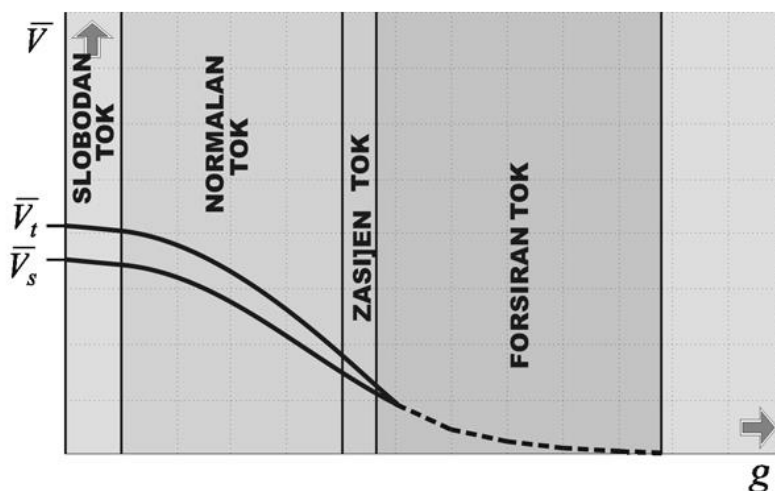
$$\bar{v}_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i \quad (32)$$

Slika 6. Srednja vremenska brzina



Izvor: Dadić I., Kos G., Ševrović M.: *Teorija prometnih tokova*, FPZ, Zagreb, 2014, str. 25

Slika 7. Prikaz srednje prostorne brzine i vremenske brzine u različitim uvjetima odvijanja prometnih tokova



Izvor: Dadić I., Kos G., Ševrović M.: *Teorija prometnih tokova*, FPZ, Zagreb, 2014, str. 27

2.3.4. Vrijeme putovanja vozila u prometnom toku

Vrijeme putovanja vozila u prometnom toku, kao parametar prometnog toka predstavlja srednju vrijednost vremena putovanja svih vozila promatranom prometnog toka, preko promatranog odsjeka puta i izračunava se na slijedeći način:

$$\bar{t} = \frac{1}{q} \sum_{i=1}^1 t_i = \frac{1}{q} (t_1 + t_2 + \dots + t_n) \text{ [min]} \quad (33)$$

t_i – vrijeme putovanja pojedinih vozila u određenom prometnom toku

Osnovna jedinica za iskazivanje vremena putovanja u prometnom toku je minuta (*min*), a također se koristi i sekunda (*s*) i sat (*h*).

2.3.5. Jedinično vrijeme putovanja vozila u toku

Jedinično vrijeme putovanja vozila u toku predstavlja srednju vrijednost vremena svih vozila promatranog prometnog toka, potrebnog da se prijeđe jedinica razmaka tj. jedan kilometar promatranog odsjeka puta, i izračunava se na slijedeći način:

$$\overline{t_m} = \frac{1}{q} \sum_{i=1}^q t_{mi} = \frac{\bar{t}}{s} \left[\frac{\text{min}}{\text{km}} \right] \quad (34)$$

t_{mi} – jedinično vrijeme putovanja pojedinih vozila u određenom prometnom toku

Osnovna jedinica za iskazivanje vremena putovanja prometnog toka je minuta kilometar (*min/km*), a može se koristiti i sekunda metar (*s/m*).

2.3.6. Vremenski interval slijeđenja vozila u toku

Interval slijeđenja vozila u prometnom toku predstavlja vrijeme između prolaska dva uzastopna vozila kroz zamišljeni presjek promatranog odsjeka ceste (čeonni prolazak vozila).

Sa stajališta realnih prometnih tokova, ovisno o načinu promatranja toka u odnosu na prostor i vrijeme razlikuju se:

- Interval praćenja pojedinačno za N vozila koja u periodu vremena T prođu promatrani presjek (odsjeka ili dionica) ceste.
- Srednju vrijednost intervala praćenja na promatranom presjeku ceste za N vozila u vremenu T .
- Interval slijeđenja na dionici puta, kao aritmetički prosjek srednjih vrijednosti intervala praćenja na m promatranih presjeka puta u vremenu T .

Interval praćenja vozila na presjeku puta predstavlja vrijeme prolaska prednjeg kraja (čeonog) uzastopnih vozila preko promatranog presjeka puta, odnosno ceste.

Interval praćenja na odsjeku ili dionici puta predstavlja aritmetičku sredinu intervala praćenja na n – presjeka odsjeka ili dionice za promatrani prometni tok. Osnovna jedinica za iskazivanja intervala praćenja vozila je sekunda (s), a simbol je t_h .

Interval praćenja vozila ima veliki značaj za opisivanje uvjeta odvijanja prometa na cestama, ne samo kao osnovni pokazatelj za teorijska uopćavanja međuovisnosti u prometnom toku, već i u inženjerskoj praksi kao osnovni indikator kvalitete prometnog toka.

2.3.7. Razmak u slijeđenju vozila u toku

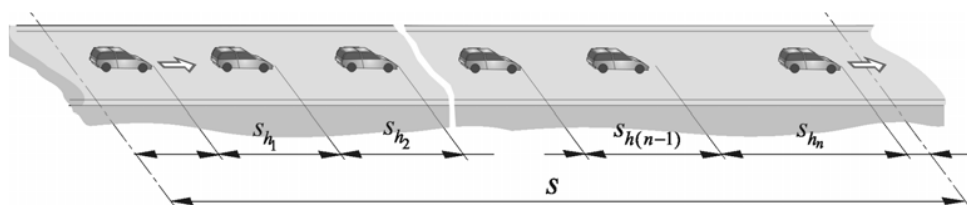
Razmak slijeđenja vozila u toku predstavlja prostorni razmak između dva uzastopna vozila u prometnom toku i označava se simbolom S_h , a izražava se u metrima (m).

Sa stajališta realnih prometnih tokova na odsjeku puta, razmak u praćenju predstavlja srednju vrijednost svih razmaka praćenja između uzastopnih vozila u određenom toku na promatranom odsjeku ili dionici puta.

Razlikujemo:

- Udaljenost između pojedinih vozila u prometnom toku koja su se našla u određenom trenutku na promatranom odsjeku ili dionici puta (S_{hi} , gdje je $i = 1, 2, 3, \dots, n$).
- Srednju vrijednost trenutnih razmaka između svih vozila u prometnom toku koja su se našla u određenom trenutku na promatranom odsjeku ili dionici puta.
- Aritmetički prosjek m – srednjih trenutnih razmaka utvrđenih na promatranom odsjeku u periodu vremena T .

Slika 8. Razmaci u slijeđenju vozila



Izvor: Dadić I., Kos G., Ševrović M.: *Teorija prometnih tokova*, FPZ, Zagreb, 2014, str. 28

S obzirom na činjenice da je za mjerenje ovog parametra neophodna skupocjena oprema, razmak slijeđenja se izračunava na slijedeće načine:

$$S_h = \frac{1000}{g} [m] \quad (35)$$

$$S_h = v_s \cdot t_h [m] \quad (36)$$

$$S_h = 100 \frac{v_s}{q} [m] \quad (37)$$

2.4. KAPACITET PROMETNICA

Pod propusnom moći prometne dionice ceste podrazumijeva se maksimalan protok vozila kojega dionica ceste na odsjeku sa najnepovoljnijim tehničko – eksploatacijskim uvjetima i karakteristikama, te realnim karakteristikama prometnog toka u povoljnim atmosferskim uvjetima može propustiti u jedinici vremena (h) u jednom smjeru, odnosno za dvotračne i više tračne ceste za dvosmjerni promet u oba smjera.

U struci se umjesto termina kapacitet, često, kao sinonim koristi termin propusna moć ili propusna sposobnost. Za označavanje pojma propusne moći prometne trake koristi se simbol C_0 , a za pojam brzine pri osnovnoj propusnoj moći VC_0 i za pojam gustoće pri osnovnom kapacitetu g_{c0} .

Vrijednost osnovne propusne moći prometne trake C_0 predstavlja veličinu prema kojoj su, na današnjoj razini spoznaje o teoriji prometnog toka, utvrđeni svi utjecaji konkretnih karakteristika prometne trake i prometnog toka na propusnu moć prometne trake u realnim uvjetima. Ova vrijednost ugrađena je u sve svjetski poznate obrasce pomoću kojih se izračunava praktična propusna moć prometne dionice, odnosno odsjeka ceste.

Za razliku od autocesta i jednosmjernih cesta, kod kojih se prometni tokovi jednog smjera realiziraju isključivo u na kolniku odgovarajućeg smjera, kod dvotračnih cesta za dvosmjerni promet, uslijed pretjecanja, prometni tokovi jednog smjera povremeno koriste i prometnu traku namijenjenu suprotnom smjeru. Kako su kod dvotračnih cesta za dvosmjerni promet trake za oba smjera vožnje na jednom kolniku, to su tehničko-eksploatacijske karakteristike traka za oba smjera u principu identične. Međutim, promatrano sa gledišta uvjeta prometa na potezima u uzdužnom nagibu, uvjeti kretanja su različiti po smjerovima vožnje. Nasuprot dvotračnim cestama, kada su u pitanju dionice autocesta, njihove tehničko-eksploatacijske karakteristike kolnika po smjerovima mogu se međusobno bitnije razlikovati čak i u pogledu duljine. Kada je riječ o praktičnoj propusnoj moći dvotračnih cesta za dvosmjerni promet, posebno je značajno i pitanje neravnomjernosti prometa po smjerovima pri mjerodavnom vršnom satnom protoku. Naime, obzirom na nastajanje zahtjeva za prijevozom ljudi i dobara, pri mjerodavnom vršnom satnom protoku, nije ravnomjerno raspoređeno po smjerovima to se, u slučaju dvotračnih cesta za dvosmjerni promet, zasićeni tok u principu nikad ne javlja istovremeno na oba smjera. Realno gledano, na dionici dvotračne ceste za dvosmjerni promet, praktična propusna moć je dostignuta onda kada sa pojavi zasićeni tok bar u jednom smjeru vožnje. Prema rezultatima brojnih istraživanja karakteristika neravnomjernosti zahtjeva za protokom po smjerovima, pri mjerodavnom vršnom satnom protoku, poznato je da su odnosi opterećenijeg prema ne opterećenijem smjeru najčešće u relacijama između 100:30 i 100:50. iz ovoga proizlazi da samo karakteristika neravnomjernosti prometnog toka po smjerovima vožnje pri mjerodavnom vršnom satnom protoku, uvjetuje da veličina praktične propusne moći dionice dvotračne ceste za dvosmjerni promet, pri idealnim tehničko-eksploatacijskim karakteristikama, dostiže maksimalno 65 do 75% vrijednosti praktične propusne moći koju bi imala ta ista dionica puta kada bi služila za jednosmjerni promet. U ekstremnom slučaju neravnomjernosti protoka po smjerovima od 100:0, pri dostizanju zasićenja jednog smjera, praktična propusna moć dvotračne ceste dostiže oko 50% praktične propusne moći jednosmjerne ceste sa dvije prometne trake približno idealnih karakteristika. Isto tako, u slučaju ravnomjernog toka 50:50 po

smjerovima, pri zasićenom toku, praktična propusna moć dvotračne ceste za dvosmjerni promet bi bila bliska vrijednosti praktične propusne moći takve dionice autoceste.

Iz navedenih razloga, kod dvotračnih cesta za dvosmjerni promet, praktična propusna moć dionica izražava se za oba smjera. Iz svega ranije izloženog proizašla je potreba da se pod pojmom praktične propusne moći dionica dvotračnih cesta za dvosmjerni promet podrazumijeva najveći protok koji dionica, odnosno odsjek sa najnepovoljnijim elementima, može propustiti u jedinici vremena (jedan sat) u oba smjera pri vladajućim tehničko-eksploatacijskim i prometnim uvjetima i u idealnim atmosferskim uvjetima. Naposljetku, kad je riječ o dvotračnim cestama za dvosmjerni promet, nameće se potreba za isticanje i specifičnosti koja je u vezi srednje prostorne brzine ukupnog toka pri praktičnoj propusnoj moći. Naime, srednja prostorna brzina toka pri maksimalnom protoku može varirati u granicama od 58 do 65 [km/h].

Tablica 1. vrijednost faktora $F_q(a/b)$ kojim se izražava utjecaj neravnomjernosti mjerodavnog toka po smjerovima na brzinu toka pri praktičnoj propusnoj moći

Relativni odnos susretnog toka s obzirom na tok iz smjera zasićenja toka u (%)	$F_q(a/b)$
0	1,00
10	1,052
20	1,086
30	1,103
40	1,121
50	1,138
60	1,138
70	1,121
80	1,086
90	1,052
100	1,00

Faktor kojim se iskazuje kvantitativni utjecaj širine prometne trake na brzinu toka pri praktičnoj propusnoj moći i na praktičnu propusnu moć dionice ceste označavamo simbolom $F(\check{S})$, te su njegove vrijednosti dane u slijedećoj tablici 2.

Tablica 2. Vrijednost faktora $F(\check{S})$

Tipične širine prometne trake $\check{S}$ (m)	Vrijednost faktora $F(\check{S})$	
	Za NU „A“ do „D“	Za NU „E“
3,75	1,00	1,00
3,50	0,98	1,00
3,25	0,93	0,95
3,00	0,87	0,90
2,75	0,75	0,80
2,50	0,70	0,75
2,25	0,65	0,70

Faktor kojim se iskazuje kvantitativni utjecaj udaljenosti nepokretnih bočnih smetnji na brzinu toka pri praktičnoj propusnoj moći i na praktičnu propusnu moć dionice ceste označava se simbolom $F(BS)$, a njegovi podaci dani su u slijedećoj tablici 3.

Tablica 3. Vrijednosti faktora $F(BS)$

Udaljenost nepokretne bočne smetnje od ruba kolnika BS (m)	Smetnje sa jedne strane		Smetnje sa oba dvije strane	
	Za NU „A“ do „D“	Za NU „E“	Za NU „A“ do „D“	Za NU „E“
1,75	1,00	1,00	1,00	1,00
1,50	0,98	0,99	0,96	0,98
1,25	0,96	0,98	0,92	0,96
1,00	0,94	0,97	0,88	0,94
0,75	0,92	0,96	0,83	0,92
0,50	0,90	0,95	0,78	0,90
0,25	0,88	0,94	0,74	0,88
0,00	0,86	0,93	0,70	0,86

$F(PS)$ predstavlja faktor kojim se iskazuje kvantitativni utjecaj udaljenosti pokretnih bočnih smetnji na brzinu toka pri praktičnoj propusnoj moći i na praktičnu propusnu moć dionice ceste.

Tablica 4. Vrijednosti faktora $F(PS)$

Vrste pokretne bočne smetnje	Vrijednosti faktora pokretne bočne smetnje $F(PS)$
Istosmjerna sa jedne strane	0,98
Istosmjerna sa obje strane	0,97
Suprotno smjerna sa jedne strane	0,96
Suprotno smjerna sa obje strane	0,95

$F(KV)$ predstavlja faktor kojim se izražava kvantitativni utjecaj heterogenosti prometnog toka, izražen postotnim učešćem tzv. komercijalnih vozila u toku, na gustoću toka pri praktičnoj propusnoj moći i na praktičnu propusnu moć dionice dvotračne ceste.

Tablica 5. Vrijednosti faktora $F(KV)$

Udio komercijalnih vozila (autobusi i teretna vozila) u prometnom toku	Vrijednost faktora $F(KV)$ [voz/PA]
0	1,000
2	0,995
4	0,990
6	0,985
8	0,980
10	0,975
12	0,970
14	0,965
16	0,960
18	0,955

20	0,950
24	0,940
28	0,930
32	0,920
36	0,910
40	0,900
50	0,895
60	0,870
70	0,845
80	0,820
90	0,795
100	0,770

$F_g(a/b)$ predstavlja faktor kojim se izražava utjecaj neravnomjernosti zahtjeva za protokom po smjerovima, pri mjerodavnom vršnom satnom protoku na gustoću toka pri praktičnoj propusnoj moći kada je u jednom smjeru dostignut zasićeni tok.

Tablica 6. Vrijednosti faktora $F_g(a/b)$

Relativni odnos susretnog toka s obzirom na tok iz smjera zasićenja toka u (%)	$F_g(a/b)$
0	0,500
10	0,554
20	0,575
30	0,649
40	0,703
50	0,757
60	0,797
70	0,851
80	0,905
90	0,946
100	1,000

$$C = g_c \cdot V_c \quad (38)$$

$$g_c = g_{c0} \cdot N \cdot F(KV) \cdot F_g(a/b) \quad (39)$$

$$V_c = V_{c0} \cdot F(\check{S}) \cdot F(BS) \cdot F(PS) \cdot F_q(a/b) \quad (40)$$

Kako je $g_{c0} = 37$ [voz./km] i $V_{c0} = 60$ [km/h] i $C_0 = g_{c0} \cdot V_{c0} = 2200$ [voz./h za jednu traku], to se obrazac za proračun praktične propusne moći dvotračne ceste za dvosmjerni promet može napisati u slijedećem obliku:

$$C = 2200 \cdot N \cdot F(\check{S}) \cdot F(BS) \cdot F(PS) \cdot F(KV) \cdot F_g(a/b) \cdot F_q(a/b) \quad (41)$$

$$C = 2200 \cdot N \cdot F(\check{S}) \cdot F(BS) \cdot F(PS) \cdot F(KV) \cdot 0,65 \quad (42)$$

$$C = 2860 \cdot F(\check{S}) \cdot F(BS) \cdot F(PS) \cdot F(KV) \quad (43)$$

Propusnu moć prometnice možemo računati i na slijedeći način:

$$C = \frac{1000 \cdot V}{a} \left[\frac{\text{voz}}{h} \right] \quad (44)$$

C – propusna moć prometnice (voz/h)

V – brzina prometnog toka (km/h)

a – sigurnosni razmak između vozila (m)

Ako za jedan smjer vožnje postoji veći broj prometnih trakova, onda će propusna moć biti veća, ali ne razmjerno povećanju broja prometnih trakova, nego umanjena za redukcijski koeficijent prema slijedećoj jednadžbi.

$$C_n = \gamma \cdot n \cdot C \left[\frac{\text{voz}}{h} \right] \quad (45)$$

C_n – propusna moć više prometnih trakova (voz/h)

n – broj prometnih traka

γ – redukcijski koeficijent

Tablica 7. Vrijednosti koeficijenta γ

Broj prometnih traka	1	2	3	4
Koeficijent γ	1	0,9	0,75-0,78	0,6-0,65

Za više tračne ceste s razdvojenim kolnicima vrijednost idealnog kapaciteta jednog traka iznosi od 2200 do 2400 voz/h ovisno o vrsti ceste, odnosno razredu ceste, te brzini slobodnog toka. Za dvotračne dvosmjerne ceste idealni kapacitet je 3200 voz/h u oba smjera.

Za prilaze semaforiziranim raskrižjima idealni kapacitet iznosi 1900 osobnih vozila u jednom traku po satu zelenog svjetla.

Bitno je napomenuti da je za kapacitet prometnice bitna i kvantitativna mjera *RAZINA USLUGE* odnosno *NIVO USLUGE* koji se sastoji od puno elemenata kao što su:

- Brzina vožnje
- Vrijeme putovanja
- Udobnost vožnje
- Sigurnost vožnje
- Prekidi u prometu
- Sloboda manevriranja

Imamo 6 razina usluge: A, B, C, D, E, F.

A razina označava slobodan prometni tok, gdje se postižu velike brzine, gdje je mala gustoća i puna sloboda manevriranja, a F razina označava prisilan tok, gdje je brzina manja od kritičnih, a protok je od 0 do veličine koja je manja od propusne moći promatrane prometnice.

2.5. PROJEKTIRANJE RASKRIŽJA

Raskrižja predstavljaju mjesta gdje se dva ili više putnih pravaca križaju. Sa stanovišta kapacitivnih sposobnosti i sigurnosni karakteristika, predstavljaju kritična mjesta na cestovnoj i uličnoj mreži. Osnovna funkcija raskrižja je raspodjela korisnika po pravcima kretanja.

Prilikom projektiranja raskrižja vrlo je važno obratiti pažnju na slijedeće stvari:

- Razmak između raskrižja
- Uvjeti lokacije
- Preglednost raskrižja
- Projektni i funkcionalni elementi (otoci i odvojene trake za skretanje)

Ne semaforizirana raskrižja predstavljaju najučestaliji element cjelokupnog cestovnog sustava, te njihovo funkcioniranje značajno utječe na kvalitetu odvijanja prometa na gradskom i vangradskom sustava prometne mreže.

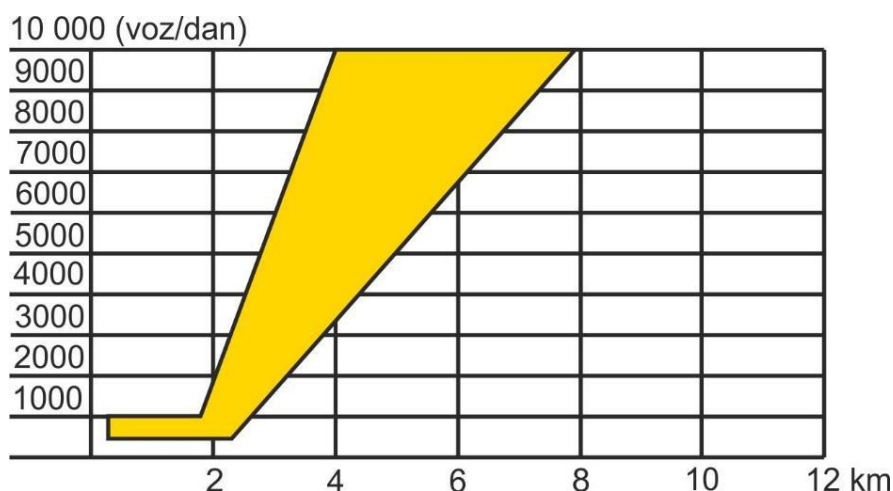
2.5.1. Razmak između raskrižja

Učestalo ponavljanje raskrižja smanjuje kvalitetu odvijanja prometnih tokova na glavnom pravcu kretanja. S druge strane, preveliki razmak dovodi do neravnomjernog opterećenja cestovne mreže te do onemogućavanja disperzije kolone vozila.

Tablica 9. Preporučeni razmak između raskrižja u gradskom prometu

Brzina kretanja vozila (km/h)	50	60	70	80	90	100
Udaljenost između raskrižja (m)	140	170	205	235	270	300

Grafički prikaz 5.. Preporučeni razmak raskrižja na vangradskim prometnicama



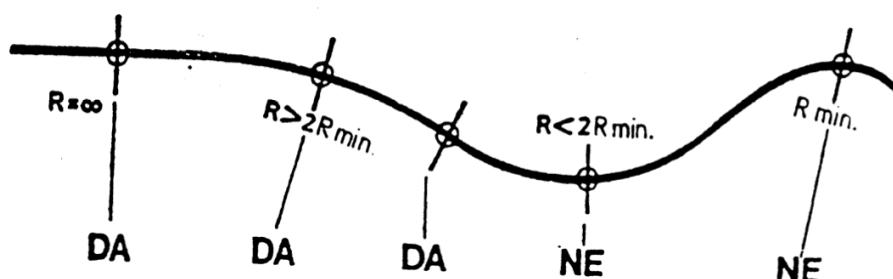
2.5.2. Uvjeti lokacije

Postupak projektiranja raskrižja u razini počinje izborom lokacije pri čemu moraju biti zadovoljeni slijedeći uvjeti.

U ODNOSU NA HORIZONTALNI TOK TRASE

- Najpovoljnija mjesta za postavljanje raskrižja su u pravcu ili u području točke infleksije S krivine.
- Postavljanje raskrižja na nedovoljno preglednim odsječcima glavnog pravca kao što su horizontalne krivine radijusa $R < 2R_{min}$ nije dozvoljeno.

Slika 8. radijusi pri horizontalnim krivinama

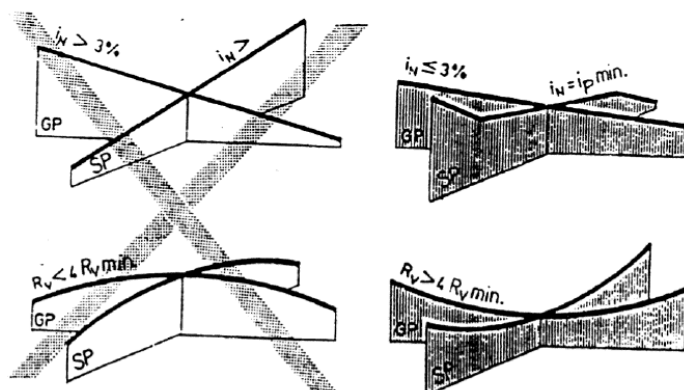


Izvor: I. A. Miletić: *Cestovna raskrižja kao element sigurnosti cestovnog prometa*, Diplomski rad, FPZ, 2016, str. 9.

U ODNOSU NA VERTIKALNI TOK TRASE

- Najpovoljnije mjesto na glavnom pravcu za raskrižje s obzirom na preglednost i uvjete kočenja je u jednolikoj niveleti uzdužnog nagiba $i_{gp} < 4\%$ ili u tjemenu konkavne vertikalne krivine.
- Postavljanje raskrižja na potezu vertikalne krivine, konveksne krivine radijusa $R_v < 4R_{min}$ nije dozvoljeno.

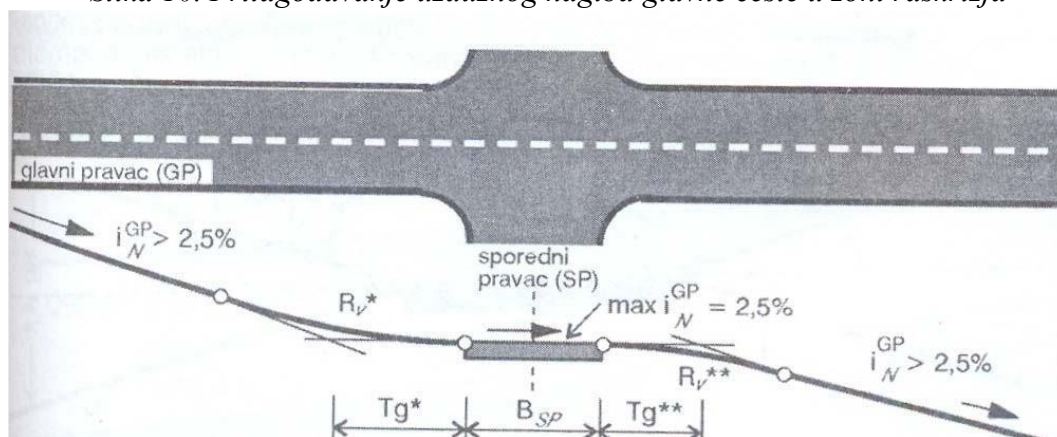
Slika 9. Postavljanje raskrižja na potezu vertikalne konveksne krivine



Izvor: D. Cvitanić: *Sustav sigurnosti cestovnog prometa*, bilješke sa predavanja, FPZ, str. 15.

Kada govorimo o prilagođavanju uzdužnog nagiba glavne ceste u zoni raskrižja poznato je da je položaj prijeloma nivelete uvjetovan zahtjevom da tangente vertikalnih krivina moraju završavati na rubu ili izvan ruba osnovnog kolnika.

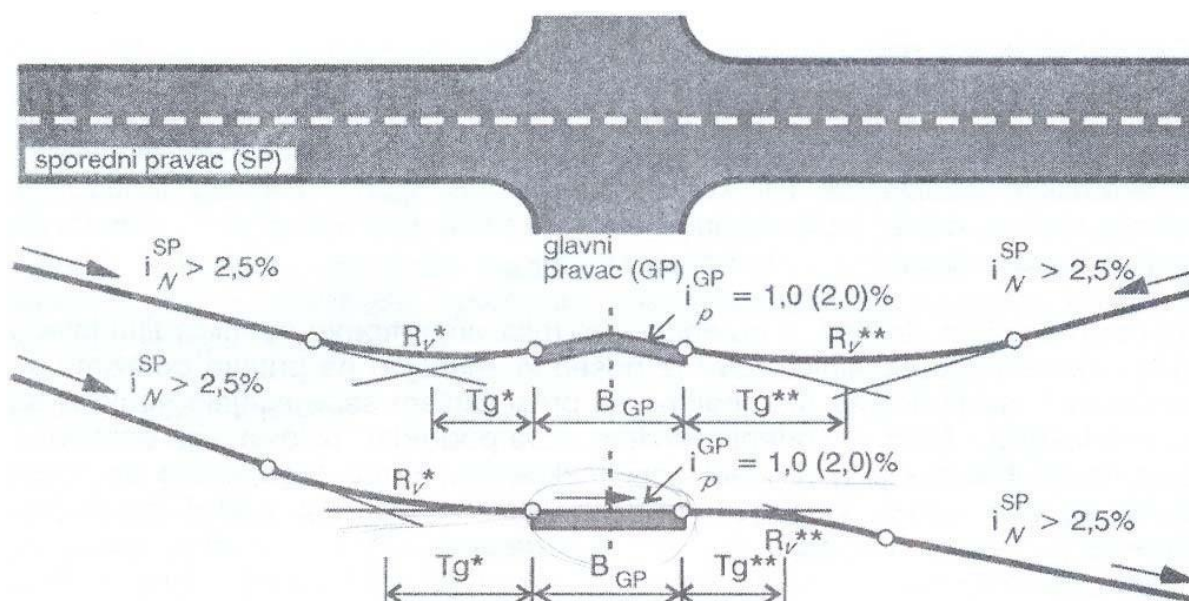
Slika 10. Prilagođavanje uzdužnog nagiba glavne ceste u zoni raskrižja



Izvor: D. Cvitanić.:Sustav sigurnosti cestovnog prometa, bilješke sa predavanja, FPZ, str. 15.

Kada je riječ o prilagođavanju uzdužnog nagiba sporednom pravcu u zoni raskrižja, također je poznato da je poprečni nagib glavnom pravcu mjerodavan za utvrđivanje uzdužnog nagiba sporednog pravca u zoni raskrižja, te da ako se u području raskrižja glavna cesta nalazi u krivini, uzdužni nagib sporednog pravca u području raskrižja ne smije biti veći od 4%.

Slika 11. Prilagođavanje uzdužnog nagiba sporednom pravcu u zoni raskrižja

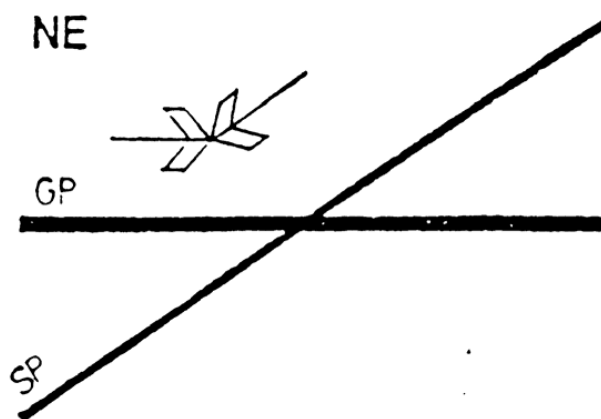


Izvor: D. Cvitanić.:Sustav sigurnosti cestovnog prometa, bilješke sa predavanja, FPZ, str. 16.

Prilikom vođenja linije sporednog pravca u zoni raskrižja, bitno je slijedeće:

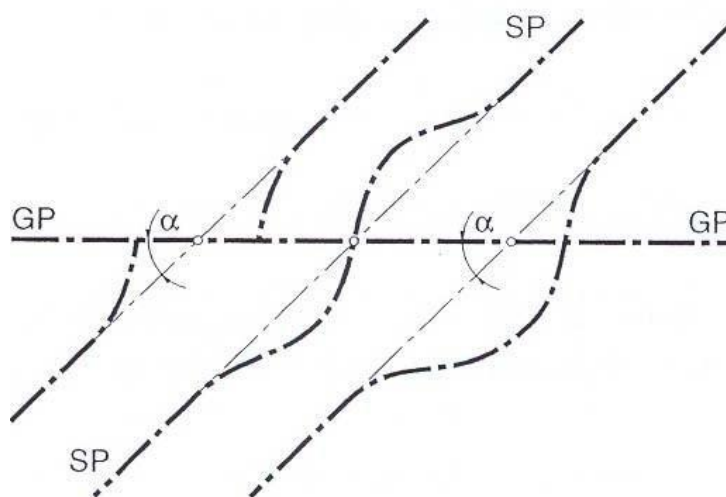
- Priključak sporedne ceste na glavnu treba nastojati izvesti kao okomiti spoj radi bolje preglednosti te mogućnosti postavljanja odgovarajućih radijusa skretanja i smanjenja konfliktna zone raskrižja.
- Devijacije sporednog pravca mogu se izvesti na prilazu glavnoj cesti pri čemu se korekcija osi izvodi sa radijusom $R > 150 \text{ m}$, a izuzetno je dozvoljeno korištenje radijusa $R > 50 \text{ m}$ uz obavezno korištenje proširenju kolnika u krivini.

Slika 12. Ne pravilno postavljanje raskrižja pod kutom



Izvor: D. Cvitanić.:Sustav sigurnosti cestovnog prometa, bilješke sa predavanja, FPZ, str. 16.

Slika 13. Pravilno postavljanje raskrižja pod kutom



Izvor: D. Cvitanić.:Sustav sigurnosti cestovnog prometa, bilješke sa predavanja, FPZ, str. 16.

2.5.3. Preglednost raskrižja

Zbog sigurnosti raskrižja moraju imati osiguranu površinsku preglednost koja je oslobođena svih vizualnih prepreka. Najpovoljniji uvjeti za raskrižja su niski nasipi, a nije preporučljivo da se postavljaju u usjecima ili neposrednoj blizini mostova i tunela.

Kod klasičnih četverokrakih raskrižja kao i kod ostalih tipova raskrižja za određivanje granice zone preglednosti mjerodavna su dva načina regulacije prometa:



Na svim gradskim prometnim raskrižjima bila ona semaforizirana ili ne semaforizirana, obavezno je postavljanje znakova glavne i sporedne ceste, odnosno znaka STOP.

Također na svim raskrižjima sa prvenstvom prolaza mora biti označen glavni pravac kretanja. Ako se radi o raskrižju ulica jednakog ranga prednost se daje ulici sa većim prometnim opterećenjem. Već sam spomenuo potreban razmak između dva raskrižja (tablica 9.) koje je vrlo bitan i za samu preglednost i sigurnost raskrižja. Ukoliko se ne mogu poštovati i postići minimalne udaljenosti između raskrižja onda je potrebno osigurati dovoljne duljine trakova za lijevo skretanje između dva raskrižja.

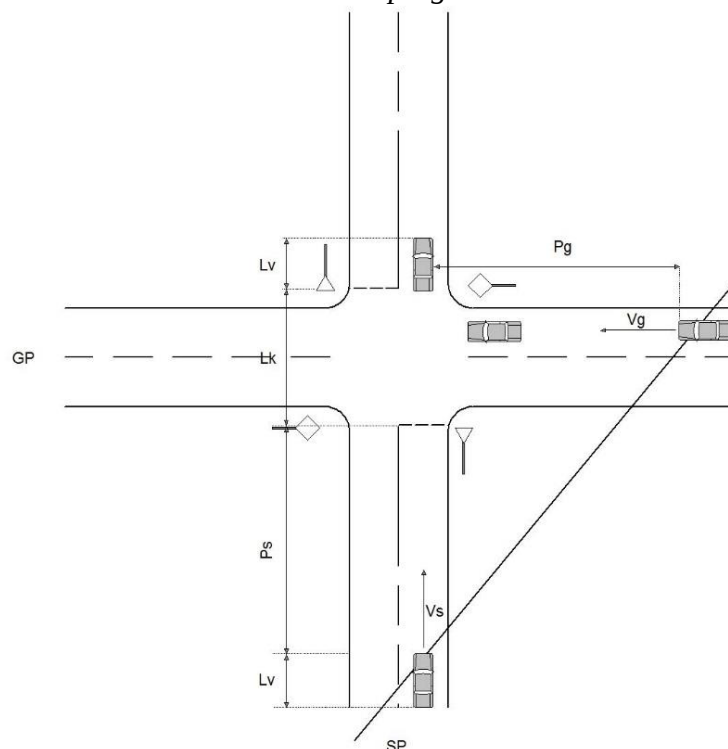
Kada je varijanta regulacije prometa na raskrižju sa znakom sporedne ceste izračun potrebne duljine preglednosti na glavnom i sporednom pravcu iznosi:

$$P_S = \frac{v_s \cdot t_r}{3,6} + \frac{v_s^2}{254 \cdot (f_t + \frac{i}{100})} [m] \quad (46)$$

$$P_g > \frac{v_s \cdot v_g \cdot t_r}{v_s \cdot 3,6} + \frac{v_s^2}{254 \cdot (f_t + \frac{i}{100})} + L_K + L_V [m] \quad (47)$$

P_g – potrebna duljina preglednosti na glavnom pravcu
 P_s – potrebna duljina preglednosti na sporednom pravcu
 v_g – projektna brzina na glavnom pravcu
 v_s – projektna brzina na sporednom pravcu
 t_s – vrijeme prolaska raskrižjem na sporednom pravcu
 t_r – vrijeme reagiranja vozača

Slika 14. Trokut preglednosti



Izvor: D. Cvitanić.: *Sustav sigurnosti cestovnog prometa, bilješke sa predavanja, FPZ, str. 17.*

Duljina preglednosti vozila na sporednoj cesti za različite brzine i za vrijeme reagiranja (t_r) koje iznosi 1,5 s prikazana je u slijedećoj tablici 10.

Tablica 10. Duljina preglednosti vozila na sporednoj cesti

V_s	30	40	50	60	70	80	90
f_t	0,354	0,314	0,280	0,246	0,218	0,196	0,170
P_s	22	37	56	83	118	162	225

Definiranjem duljine preglednosti na sporednoj i glavnoj cesti određena je površinska preglednost, odnosno polje preglednosti, koju je potrebno osigurati pojedinačno za svako raskrižje u razini.

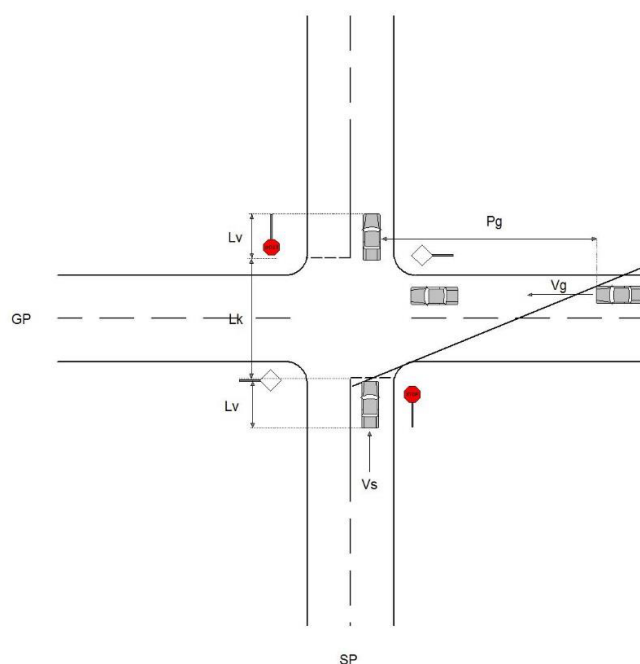
Ukoliko se regulacija prometa na raskrižju vrši pomoću znaka STOP, potrebna duljina preglednosti na glavnom pravcu iznosi:

$$P_g = v_g \cdot v_s = v_g \left(t_r + \sqrt{\frac{2D}{a_s}} \right) = v_g \left(t_r + \sqrt{\frac{2(L_K + L_V)}{a_s}} \right) [m] \quad (48)$$

Uspoređujući formulu sa formulom preglednosti gdje je raskrižje regulirano prometnim znakom „trokut“ uočavamo da imamo nepoznanicu.

a_s – predstavlja akceleraciju (ubrzanje) vozila koje se uzima kao konstanta u iznosu od $1,5 \text{ m/s}^2$ za osobna vozila, te $1,0 \text{ m/s}^2$ za teretna vozila.

Slika 15. Preglednost na raskrižju reguliranim prometnim znakom STOP



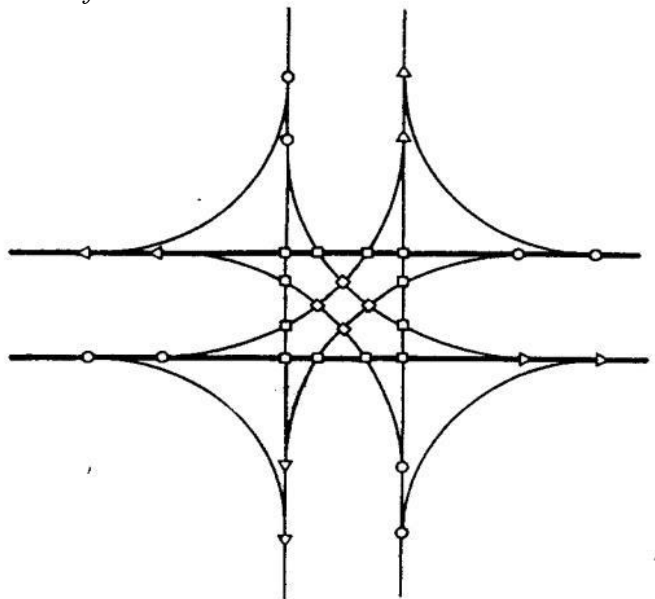
Izvor: D. Cvitanić.: *Sustav sigurnosti cestovnog prometa, bilješke sa predavanja, FPZ, str. 18.*

Hrvatske norme daju preglednost samo za prolazak raskrižjem, a uopće se ne razmatra slučaj lijevih i desnih skretača.

Kada je riječ o preglednosti raskrižja, uz trokut preglednosti treba napomenuti još par činjenica, stavki i uvjeta koji su jako bitni:

- Na svakom raskrižju postoji određeni broj potencijalnih konfliktnih točaka, odnosno mogućnosti za sudar vozila. Mogućnosti sudara moguće je smanjiti omogućavanjem potrebne preglednosti i prikladnom regulacijom prometa. Smanjenje vjerojatnosti sudara i učinkovitost raskrižja ovisi o svakom pojedinom vozaču, ali i o izvedbi raskrižja. Osiguranjem zaustavnog puta na svim mjestima duž ceste, uključujući pristup raskrižju je nužni, ali ne i dovoljan preduvjet za sigurno funkcioniranje raskrižja.
- Zaustavna preglednost koju je obavezno osigurati na svim djelovima ceste, osigurava vozilu koje se kreće brzinom koja je ista ili manja od projektne brzine da se može zaustaviti prije mjesta gdje se nalazi određena prepreka.
- Preglednost ovisi i o visini oka vozača iznad površine kolnika, visini objekta iznad površine kolnika te uvjetima na cesti.
- Na raskrižjima je zbog kompleksnosti situacije i mnogih konfliktnih radnji radi sigurnog odvijanja prometa, potrebno je osigurati veću duljinu preglednosti od zaustavne.

Slika 16. Konfliktne točke na klasičnom četverokrakom raskrižju



Izvor: D. Cvitanić.:Sustav sigurnosti cestovnog prometa, bilješke sa predavanja, FPZ, str. 3.

2.5.4. Projektni i funkcionalni elementi

Kada je riječ o projektnim i funkcionalnim elementima ili dijelovima ceste treba spomenuti sljedeće:

- Prometni trakovi za kretanje ravno
- Dodatni trakovi za skretanje lijevo
- Dodatni trakovi za skretanje desno
- Razdjelni prometni otoci

Hrvatske norme kažu da širina trakova za NOVA RASKRIŽJA iznosi 3 do 3,5 m.

• PROMETNI TRAKOVI ZA KRETANJE RAVNO

Kod prometnih trakova za kretanje ravno nema se posebno što spomenuti jer su jednake širine kao i trakovi na ostalom djelu ceste. Bitno je znati i da broj trakova za ravno na privozu raskrižja mora biti jednak broju trakova za ravno na izvozu raskrižja.

• DODATNI TRAKOVI ZA SKRETANJE LIJEVO

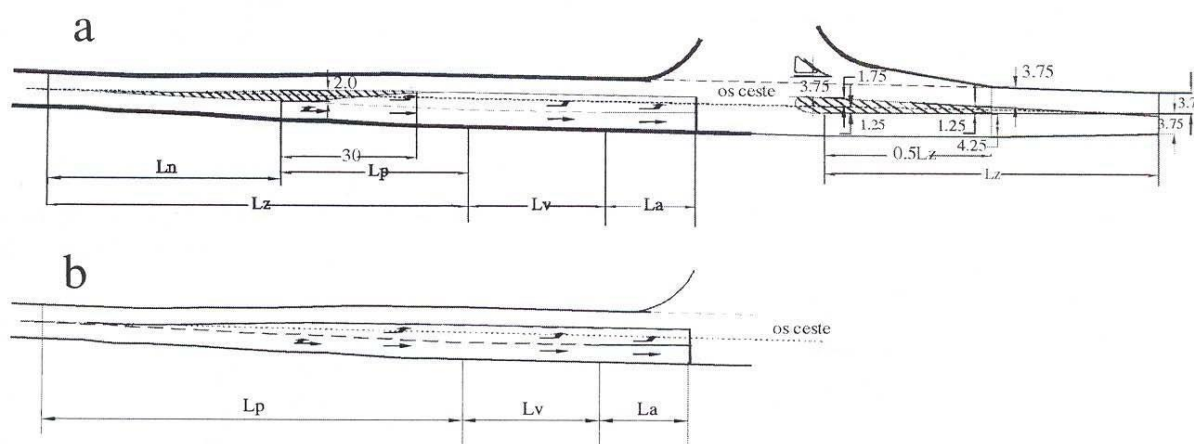
Prometne trakove za skretanje lijevo preporučljivo je izvesti na gotovo svim raskrižjima u razini, a obavezno ih je izvesti na semaforiziranim križanjima četvero tračnih cesta.

Kod dodavanja lijevog traka na postojeće raskrižje može se dopustiti manja širina trake od 2,75 m.

Traka za skretanje lijevo konstruira se od slijedećih dijelova:

- Djela za akumuliranje vozila i pripremu za skretanje (L_a) koji se određuje na temelju 95% duljine kolone. U gradu općenito iznosi oko 20 m, a minimalno iznosi 10 m za 2 vozila
- Djela za smanjenje brzine (L_v)
- Djela za promjenu traka (L_p)

Slika 17. Prikaz konstrukcije prometnih trakova za skretanje lijevo



Izvor: V. Uremović.: *Projektiranje klasičnih raskrižja*, seminarski rad, EUB, 2015, str. 17.

Na slici 17. pod stavkom a je prikazan primjer konstrukcije trake za skretanje lijevo koja je konstruirana za brzine veće ili jednake 70 km/h, a pod stavkom b za brzine manje od 70 km/h.

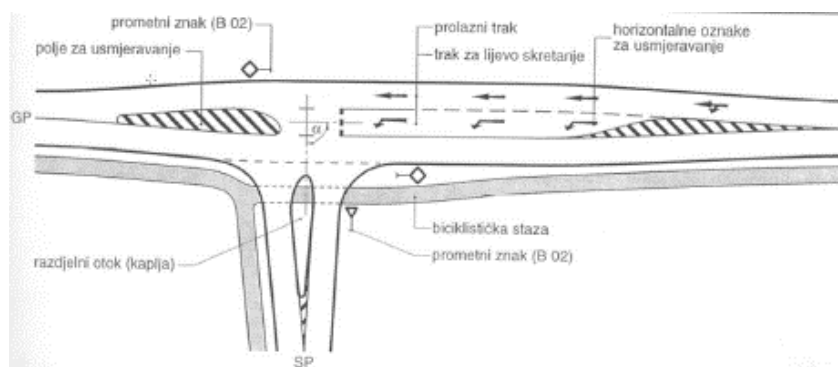
Duljina L_z potrebna je za izmicanje traka za kretanje ravno u glavnom smjeru do dostizanja pune širine traka za lijevo skretanje iznosi:

$$L_z = v_p \cdot \sqrt{\frac{\check{s}_t}{3}} \quad [m] \quad (49)$$

v_p – projektna brzina

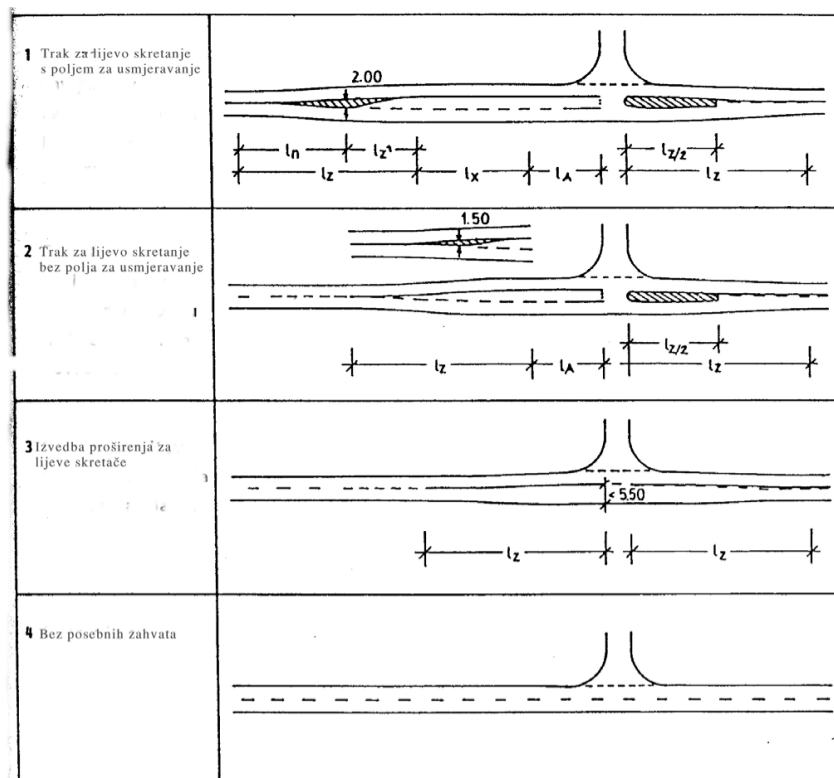
$\check{s}_t$ – širina prometne trake

Slika 18. Primjer raskrižja sa prometnom trakom za skretanje lijevo



Izvor: V. Uremović.: *Projektiranje klasičnih raskrižja*, seminarski rad, EUB, 2015, str. 18.

Slika 19. Primjeri izvedbi prometnih trakova za skretanje lijevo



Izvor: V. Uremović.: Projektiranje klasičnih raskrižja, seminarski rad, EUB, 2015, str. 18.

Kod konstrukcije traka za brzine veće od 70 km/h na mjestu proširenja ceste radi umetanja traka, kolnik se obilježava poljem za usmjeravanje prometa od čijeg se trbuha nastavlja prvo isprekidana pa na kraju puna linija na dijelu za akumuliranje (L_a).

Pri razdvajanju suprotnih trakova na mjestu gdje polje za usmjeravanje prometa postiže širinu od 2 metra počinje dio za prestrojavanje (L_p).

Od tog djela je predviđeno suženje polja za usmjeravanje prometa koje se izvodi na duljini od 30 metara. Suženje polja se izvodi u pravcu, a početak i kraj suženja se zaobljuju radijusima u ovisnosti o brzini (za $v=50$ km/h $R_1=80$ m, a $R_2=50$ m).

Za projektne brzine manje od 70 km/h može se izostaviti polje za usmjeravanje prometa pri čemu se vanjski dio traka za lijevo skretanje obilježava punom linijom.

Tablica 11. Minimalne duljine trakova za skretanje lijevo

Opterećenje glavne ceste na kojoj se vrši skretanje	Broj vozila koja skreću lijevo/desno	$L_x(m)$			$L_p(m)$	
		$I \leq -4\%$	$I = 0\% (-4 \text{ do } 4\%)$	$I \geq 4\%$	skretanja za dvotračne ceste	skretanja za četverotračne ceste
		$V_{50}(km/h)$	$V_{50}(km/h)$	$V_{50}(km/h)$	$V_{50}(km/h)$	$V_{50}(km/h)$
(voz/h)	(voz/h)	50 : 60 : 70 : 80 : 90 : 100	50 : 60 : 70 : 80 : 90 : 100	50 : 60 : 70 : 80 : 90 : 100	<70 : 70-100	<70 : 70-100
<50	proizvoljno	0 : 5 : 10 : 20 : 30 : 40	5 : 10 : 15 : 20 : 30 : 40	5 : 10 : 15 : 20 : 30 : 40	30 : 35	30 : 40
50-150	proizvoljno	5 : 10 : 20 : 35 : 50 : 65	5 : 10 : 15 : 20 : 30 : 40	5 : 10 : 15 : 20 : 30 : 40	30 : 35	30 : 50
150-250	<40	5 : 10 : 20 : 35 : 50 : 65	5 : 10 : 15 : 20 : 30 : 40	5 : 10 : 15 : 20 : 30 : 40	30 : 35	30 : 50
	>40	15 : 25 : 40 : 60 : 80 : 105	10 : 20 : 30 : 40 : 55 : 75	10 : 15 : 20 : 30 : 40 : 55	35 : 50	50 : 75
250-300	<20	5 : 10 : 20 : 35 : 50 : 65	5 : 10 : 15 : 20 : 30 : 40	5 : 10 : 15 : 20 : 30 : 40	30 : 35	30 : 50
	>20	15 : 25 : 40 : 60 : 80 : 105	10 : 20 : 30 : 40 : 55 : 75	10 : 15 : 20 : 30 : 40 : 55	35 : 50	50 : 75
>300	proizvoljno	15 : 25 : 40 : 60 : 80 : 105	10 : 20 : 30 : 40 : 55 : 75	10 : 15 : 20 : 30 : 40 : 55	35 : 50	50 : 75

Na temelju podataka iz tablice mogu se odrediti minimalne duljine traka za lijevo skretanje. Pri tome zbroj duljina L_a i L_v ne smije biti manji od 30 metara. Pri velikim prometnim opterećenjima sa znatnim udjelom teretnih vozila dio za pripremu vozila na skretanje povećava se na minimalno 40 metara.

- DODATNI TRAKOVI ZA SKRETANJE DESNO

Trakovi za desna skretanja na glavnoj cesti projektiraju se uvijek s vanjske strane prolaznih trakova.

Posebne trakove za desna skretanja potrebno je predvidjeti u sljedećim slučajevima:

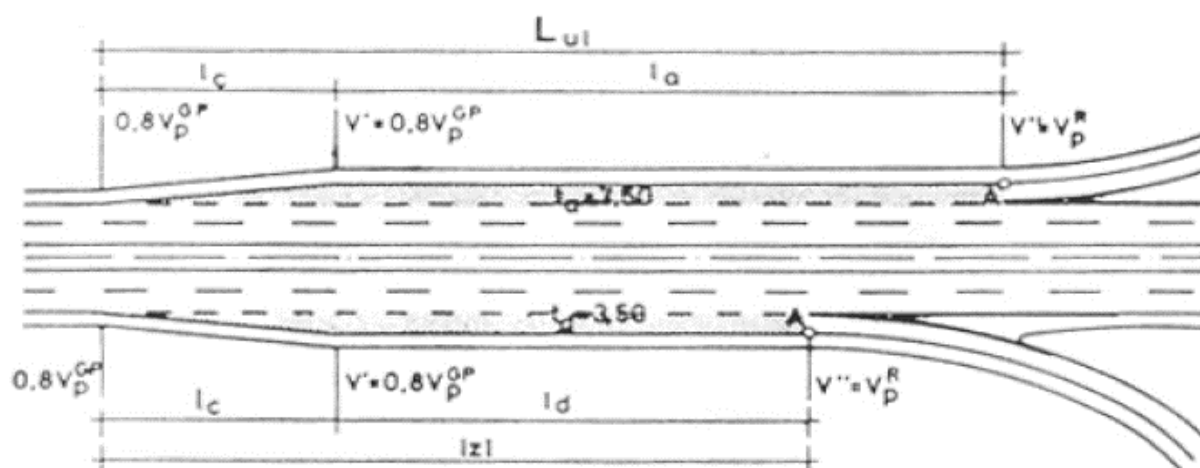
- Ako je projektna brzina v_p veća od 100 km/h, a poželjno je već i pri brzinama većim od 70 km/h
- Ako je raskrižje semaforizirano i ima puno desnih skretača
- Na raskrižjima sa četiri ili više prometnih traka
- Ako je desno skretanje otežano zbog velikog broja pješaka

Ukupna duljina traka za desna skretanja sastoji se od duljine potrebne za promjenu traka L_p i duljinu za smanjenje brzine L_v .

U slučaju semaforiziranih raskrižja potrebno je predvidjeti potrebnu duljinu L_a za akumuliranje vozila i, odnosno pripremu za skretanje. Duljina L_a ovisi jednako kao i kod traka za lijevo skretanje o intenzitetu prometnih tokova vozila i pješaka.

Za određivanje duljine L_v i L_p koristi se tablica kao i kod trakova za lijevo skretanje.

Slika 20. Elementi projektiranja desnog traka



Izvor: V. Uremović.: *Projektiranje klasičnih raskrižja*, seminarski rad, EUB, 2015, str. 20.

$$L_{izl} = \frac{t \cdot V_1}{3,6} + \frac{V_1^2 - V_2^2}{26 \cdot a_s} [m] \quad (50)$$

$V_1 - 0,8 V_{gp}$ (projektne brzine), V_2 – brzina skretanja, t – vrijeme prelaska u drugu traku, a_s – vrijednosti usporenja vozila, preporučuje se 1,2 do 1,5 m/s

• RAZDJELNI PROMETNI OTOCI

U pravilu se razdjelni prometni otoci predviđaju za odjeljivanje prometnih tokova na raskrižjima van naselja, ali se sve češće koriste i u samim naseljima.

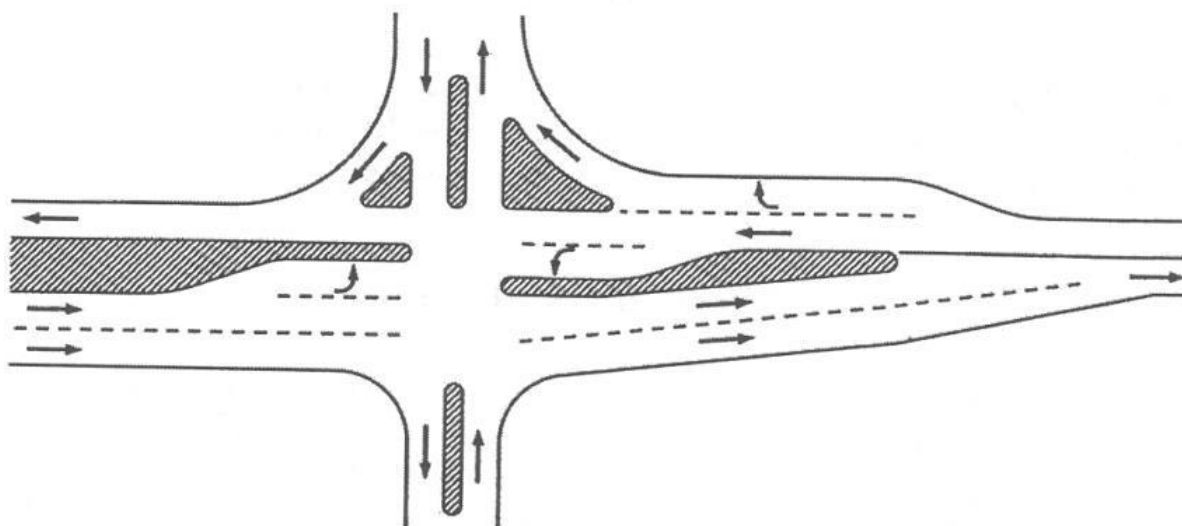
Razdjelni prometni otoci predstavljaju definiranu površinu između prometnih trakova koja služi za kanaliziranje prometnih tokova.

Prometni otoci imaju 3 osnovne funkcije:

- Kanaliziranje manevara kretanja u zoni raskrižja
- Razdvajanje prometnih tokova po smjerovima
- Zaštitnu funkciju za prelazak pješaka preko ceste u dvije faze

Većina prometnih otoka istovremeno služi za dvije funkcije.

Slika 21. Primjer prometnog otoka



Izvor: V. Uremović.: *Projektiranje klasičnih raskrižja, seminarski rad, EUB, 2015, str. 22.*

Kanalizirana raskrižja sa izdignutim otocima obavezno moraju biti dobro osvijetljena i iscrtana.

Uzdužni prometni otoci koriste se za kanaliziranje tokova, ali i za zaustavljanje pješaka. Minimalna širina uzdužnog prometnog otoka iznosi 1,5 m, iznimno 1,2 metara. Ako je predviđeno i zaustavljanje pješaka na uzdužnom prometnom otoku onda treba predvidjeti minimalnu širinu od 2 do 2,5 metara. Uzdužni prometni otok ne smije biti prekratak, preporuča se najmanje 8 metara.

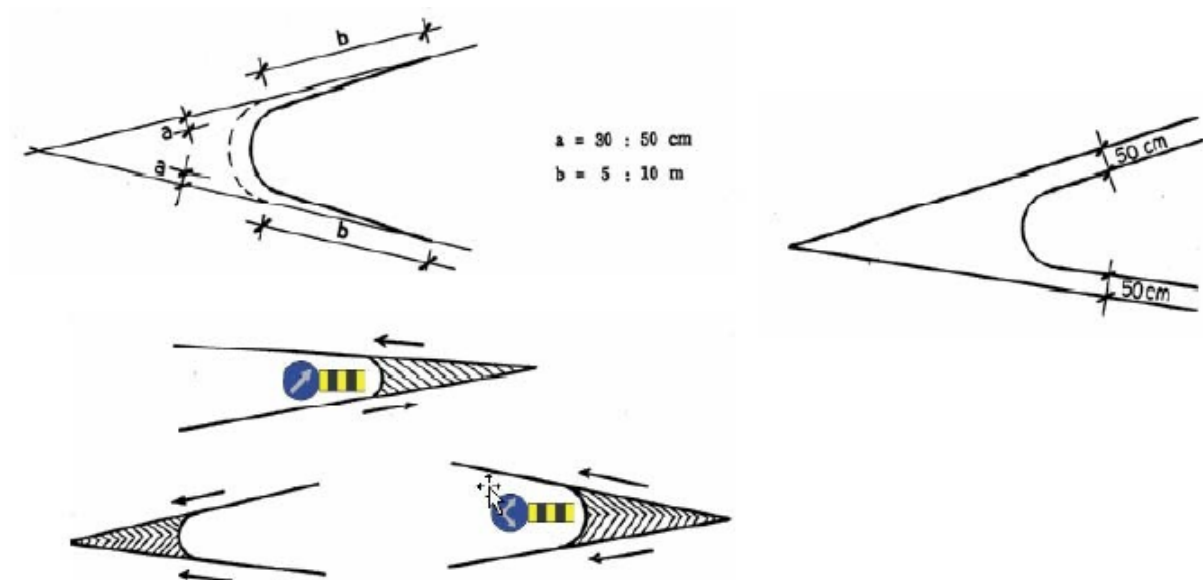
Kod većih duljina prijelaza obično se ne vrši prekid uzdužnog otoka već se on u zoni pješačkog prijelaza izvodi s upuštenim rubnjacima.

Minimalna širina pješačkog prijelaza iznosi 4 metra u iznimnim slučajevima 3 metra. Položaj pješačkog prijelaza na ulicama koje se križaju treba izvesti na način da se kod manevara desnog skretanja omogući zaustavljanje jednog vozila između dva prijelaza kako je prikazano na slici 22.

Za omogućavanje kretanja teških teretnih vozila na sporednoj cesti poželjno je predvidjeti minimalnu izvoznog traka od 4,5 metara, a uvoznog od 3,5 metara te polumjere skretanja koji bi trebali biti najmanje 12 metara.

Radi sprječavanja naleta na vrhove otoka oni se mogu izvesti na jedan od slijedećih načina.

Slika 25. Obilježavanje otoka u zoni raskrižja



Izvor: V. Uremović.: Projektiranje klasičnih raskrižja, seminarski rad, EUB, 2015, str. 24.

2.6. SVJETLOSNA SIGNALIZACIJA

Svjetlosna signalizacija podrazumijeva upravljanje promet pomoću prometnih svjetala, odnosno semafora. Pomoću svjetlosne signalizacije povećavamo sigurnost samog raskrižja, kao i popusnu moć i brzinu prometnog toka.

Najbitnija stavka prilikom projektiranja same svjetlosne signalizacije u raskrižju je postupak proračuna zasićenog toka. Postupak proračuna zasićenog toka sastoji se od tri (3) koraka.

PRVI KORAK predstavlja utvrđivanje veličine operativnog toka po vrsti prometne trake ili grupi traka (dvije ili više trake za ravno, dvije trake lijevo i sl.), te po tipu signalnog plana (faze ili stanja).

DRUGI KORAK proračuna predstavlja korekciju veličine operativnog prometnog toka zbog utjecaja pješaka (prometne trake za skretanje ili mješovite trake), konflikata prometnih tokova u lijevom skretanju sa suprotnom prometnom trakom i strukture prometnog toka (udio komercijalnih vozila).

TREĆI KORAK prilagođavanja veličine operativnog toka je korekcija uzrokovana veličinom grada. U grupu velikih gradova ubrajaju se gradovi sa više od 300 tisuća stanovnika, srednje

veliki gradovi imaju od 40 tisuća do 300 tisuća, a mali gradovi imaju manje od 40 tisuća stanovnika.

Model zasićenog prometnog toka u skraćenom obliku glasi:

$$S_i = S_{op} \cdot N \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \left[\frac{voz}{h} \right] \quad (51)$$

S_{op} – operativni prometni tok (tablica 12, 13, 14.)

N – broj prometnih traka iste namjene

f_1 – utjecaj pješaka (tablica 15.)

f_2 – utjecaj konfliktnog toka (tablica 16.)

f_3 – utjecaj strukture prometnog toka (tablica 17.)

f_4 – utjecaj veličine grada (tablica 18.)

Tablica 12. Operativni tok za prometnu traku ravno

	Tip signalnog plana		
	A	B	C
S_{op} (voz/h)	1600	1900	2120

- A – lijeva skretanja iz suprotnog smjera se opslužuju istovremeno, odnosno u istoj fazi sa prioritetnim prometnim tokom ravno, ometaju ga i doprinose znatnom umanjenju vrijednosti zasićenog prometnog toka. Ovo je najčešći slučaj kod dvofaznog signalnog plana.
- B – različiti tretman lijevih skretanja u odnosu na konfliktni prometni tok. U jednom stanju prometni tokovi ravno se odvijaju zajedno sa konfliktnim lijevim skretačima, a u drugom stanju su konfliktni lijevi skretači zaustavljeni, a prometni tok ravno neometan.
- C- tijekom cijelog ciklusa nema konflikata između prometnog toka ravno i lijevih skretača iz suprotnog smjera. Slučaj više faznog signalnog plana sa zaštićenim lijevim skretačima.

Tablica 13. Operativni tok za posebne trake za skretanje

	Traka za lijevo ili desno skretanje
S_{op} (voz/h)	Max: 1750 – 1800 preporučeno: 1500

Tablica 14. Operativni tok za mješovite prometne trake (ravno desno ili ravno lijevo)

	Postotak vozila u skretanju										
	<5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	>50
S_{op}	1550	1538	1490	1450	1430	1400	1370	1360	1350	1330	*

Ukoliko je u mješovitoj prometnoj traci postotak vozila u skretanju veći od 50%, treba otvoriti posebnu traku skretanja ili ispitati neophodnost postojanja smjera ravno u sustavu prometnog raskrižja.

Kada se radi o mješovitoj traci za prometne smjerove desno i lijevo operativni prometni tok iznosi 1470 voz/h, a ukoliko se radi o mješovitoj prometnoj traci za sve smjerove (ravno, lijevo i desno), operativni prometni tok iznosi 1250 voz/h.

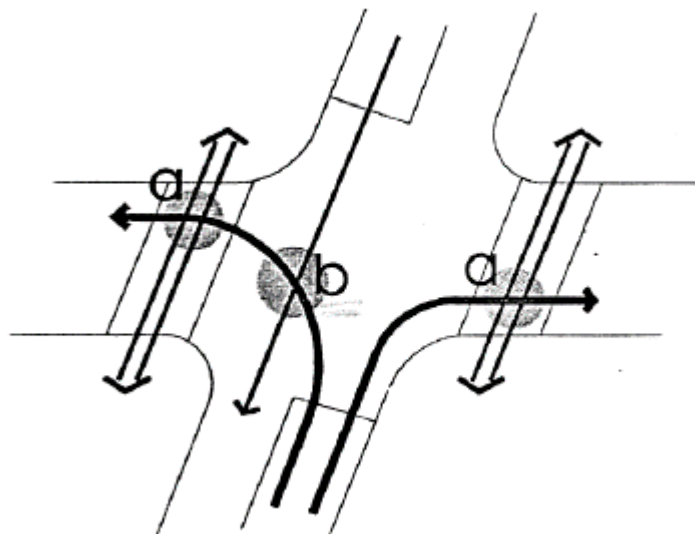
Tablica 15. Utjecaj pješaka na vozila u skretanju

	Intenzitet pješačkog toka (pješaka/h)										
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
f₁	0,97	0,95	0,92	0,87	0,82	0,76	0,69	0,62	0,57	0,53	0,50

Tablica 16. Utjecaj konfliktnog toka u istoj fazi

	Intenzitet konfliktnog toka (voz/h)										
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	>500
f₂	0,97	0,94	0,90	0,83	0,75	0,67	0,60	0,56	0,53	0,51	0,51

Slika 26. Prikaz konflikta sa pješacima (a), te konflikt sa suprotnim prometnim tokom (b)



Izvor: M. Dobrić, Svjetlosna signalizacija, skripta sa predavanja, EUB, 2016. str. 11.

Tablica 17. Utjecaj strukture prometnog toka

	Postotak komercijalnih vozila u prometnom toku							
	5	7	10	12	15	17	20	25
f₃	0,97	0,95	0,92	0,90	0,87	0,85	0,83	0,79

Tablica 18. Utjecaj veličine grada

br. st.	<40 000	40 000 do 300 000	>300 000
f₄	0,85	0,90	1,0

Prema HCM modelu zasićeni prometni tok i kapacitet signalnog raskrižja izračunava se:

$$S = S_0 \cdot N \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot F_g \cdot f_p \cdot f_{bb} \cdot f_a \cdot f_{RT} \cdot f_{LT} \left[\frac{v_{oz}}{h} \right] \quad (52)$$

S_0 – idealna vrijednost zasićenog prometnog toka

N – broj prometnih traka

f_w – faktor širine prometne trake

f_{HV} – faktor utjecaja teških vozila u strukturi prometnog toka

f_g – faktor utjecaja uzdužnog nagiba ceste

f_p – faktor utjecaja manevara pri parkiranju u zoni prilaza

f_{bb} – faktor utjecaja zaustavljanja autobusa na stajalištima

f_a – faktor utjecaja karaktera zone u kojoj je raskrižje

f_{RT} – faktor utjecaja desnih skretača

f_{LT} – faktor utjecaja lijevih skretača

Kada govorimo o proračunu signalnog plana spomenuti ću proračun prema *Webster* metodi. Polazna točka Webster metode proračuna signalnog plana je izraz za vremenske gubitke vozila na prilazu signaliziranog raskrižja. Kao kriterij proračuna trajanja ciklusa rada signala uzimaju se prosječni vremenski gubici vozila na svim prilazima raskrižja i izračunavaju upravljačke promjenjive koje će osigurati minimalnu vrijednost ovog kriterija.

$$C = \frac{1,5 \cdot L + 5}{1 - Y} [s] \quad (53)$$

L predstavlja izgubljeno, odnosno neiskorišteno vrijeme tijekom ciklusa. To je dio ciklusa kada nijedna faza ne koristi svoje efektivno zeleno vrijeme. Izračunava se korištenjem izraza:

$$L = n \cdot d + \sum_{i=1}^n \Delta t_{i-j} [s] \quad (54)$$

n – broj faza signalnog plana

d – vremenski gubici tijekom zelene faze (intervala zeleno + žuto)

Δt_{i-j} – zaštitno vrijeme između faze „i“ i naredne faze.

Veličina Y predstavlja koeficijent iskorištenja kapaciteta raskrižja.

$$Y = y_1 + y_2 \quad (55)$$

$$y_1 = \max\left(\frac{Q_1}{S_1}; \frac{Q_3}{S_3}\right) \quad (56)$$

$$y_2 = \max\left(\frac{Q_2}{S_2}; \frac{Q_4}{S_4}\right) \quad (57)$$

Q – protok vozila

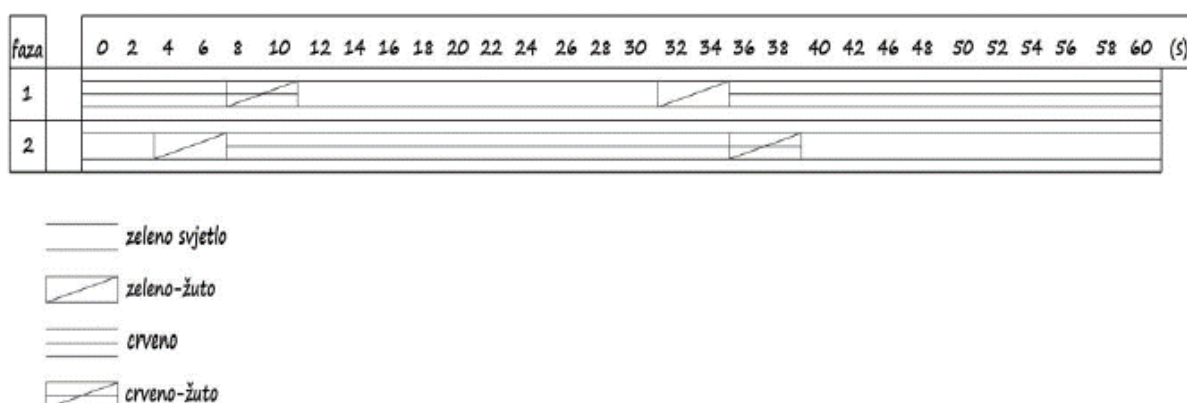
S – zasićeni tok

Kada je riječ o preraspodjeli zelenih faznih vremena, odnosno preraspodjeli raspoloživog efektivnog zelenog vremena ciklusa, treba spomenuti da se pomoću toga obavlja iskorištavanje idealnog kapaciteta mjerodavnih prometnih traka svake od faze signalnog plana.

$$Z_1 = \frac{y_1}{Y} \cdot (C - L) [s] \quad (58)$$

Nakon svih izračuna potrebno je prikazati plan faza signalnog plana kroz sliku ili grafikon.

Slika 27. Plan faza signalnog plana



III. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U ovom dijelu magistarskog rada prikazani su rezultati istraživanja prilikom brojanja prometa, te izračuni koordinacije svjetlosnih signala na glavnim raskrižjima u gradu Osijeku. Također su ponuđena idejna rješenja za glavna raskrižja, kao i rješenja i izračune novih signalnih planova.

3.1. BROJANJE PROMETA

Brojanje prometa izvedeno je statičkim putem uz pomoć brojitelja prometa. Brojanje prometa se vršilo u jutarnjem vršnom opterećenju od 6.30 do 7.30 sati.

Ekvivalentna jedinica pretvorbe vozila je putnička auto jedinica (PAJ), koja se računala na slijedeći način:

Tablica 19. Izračun ekvivalentne jedinice PAJ

	Motocikl / moped	Osobno vozilo	Autobus	TERETNA VOZILA		
				Laka	Srednja	Teška
jedinica	1	1	1	1	1	1
PAJ	0,5	1	2	2	2	2

Slika 27. Tablica brojanja prometa

		Raskrižje:			
		Dan:		Vremenska prilika:	
		Datum:			
		Smena:		Mjerenje izvrši:	

		TERETNA VOZILA					
		LAKA	SREDNJA	TEŠKA	JAVNI RIEVOZ	TRAKTOR	
VOZILA	1.1						
	1.2						
	1.3						
	2.1						
	2.2						
	2.3						
	3.1						
	3.2						
	3.3						
	4.1						
	4.2						
	4.3						

		TERETNA VOZILA				
		LAKA	SREDNJA	TEŠKA	JAVNI RIEVOZ	TRAKTOR
PUTNIČKA AUTO JEDINICA	1.1					
	1.2					
	1.3					
	2.1					
	2.2					
	2.3					
	3.1					
	3.2					
	3.3					
	4.1					
	4.2					
	4.3					

SATNI REZULTATI U VOZILIMA I U PAJ			
ukupno (vozila)	ukupno iz prijava (vozila)	ukupno u prijav (vozila)	ukupno na prijavu (vozila)

SATNI REZULTATI U VOZILIMA I U PAJ			
ukupno (PAJ)	ukupno iz prijava (PAJ)	ukupno u prijav (PAJ)	ukupno na prijavu (PAJ)

Tablicu pregledao: _____

Tablica se sastoji od 3 dijela. U prvom dijelu se upisuju osnovni podaci:

- Naziv raskrižja
- Dan u tjednu
- Datum
- Vrijeme brojanja prometa
- Vremenske prilike
- Izvršitelj mjerenja

U drugom dijelu se upisuju podaci brojanja prometa po smjerovima. Slijedeća vozila se upisuju u tablicu:

- Motor (moped ili motocikl)
- Osobno vozilo
- Autobus
- Lako teško teretno vozilo (do 7,5 tona)
- Srednje teško teretno vozilo (od 7,5 tona do 12 tona)
- Teško teretno vozilo (preko 12 tona)
- Vozilo javnog prijevoza
- Traktor i zaprežno vozilo

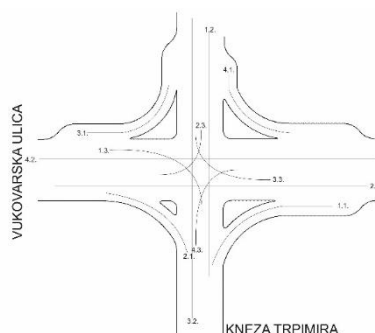
U trećem dijelu upisuju podaci preračunati u jedinici putničkih auto jedinica (PAJ). Na kraju tablice se potpisuje osoba koja je pregledala tablicu, te stoji iza podataka koji su upisani.

Kompletni obrasci i podaci brojanja prometa nalaze se u prilogima B.

3.1.1. Raskrižje ulice kneza Trpimira i Vukovarske ulice

Raskrižje ulice kneza Trpimira i Vukovarske ulice je najznačajnije raskrižje u potpunom gradu. Ovdje se presijecaju glavni pravac sjever – jug i istok – zapad. Vršno opterećenje bude u jutarnjim satima između 6.30 i 7.30 te u popodnevnim satima od 14.30 do 15.30, odnosno u vrijeme odlaska i dolaska stanovnika na posao. Treba napomenuti da desni skretači nisu regulirani svjetlosnim signalima.

Slika 28. Raskrižje ulice kneza Trpimira i Vukovarske ulice sa prikazanim prometnim tokovima



Tablica 20. Brojanje prometa na raskrižju ulice kneza Trpimira i Vukovarske ulice

Prilog
B/1

Raskrižje: Ulica kneza Trpimira i Vukovarska ulica

Dan: Utorak

Datum: 09.05.2017.god.

Satnica: 06:30 - 07:30

Vremenske prilike: sunčano

Mjerenje izvršio: Vladimir Uremović

SATNIREZULTATI U
VOZILIMA I U PAJ

		Motor	Putnički automobil	Bus	TERETNA VOZILA		
VOZILA					LAKA	SREDNJA	TEŠKA
1.1.	↗	4	85	5	3	0	5
1.2.	↗	8	331	2	6	9	11
1.3.	↗	6	345	0	0	4	14
2.1.	↗	2	68	1	0	0	0
2.2.	↗	0	277	12	1	6	10
2.3.	↗	2	130	5	1	3	1
3.1.	↗	0	103	2	1	0	0
3.2.	↗	2	104	0	0	0	4
3.3.	↗	0	54	3	1	0	0
4.1.	↗	2	15	1	1	0	0
4.2.	↗	0	271	17	3	1	9
4.3.	↗	2	78	1	0	0	0

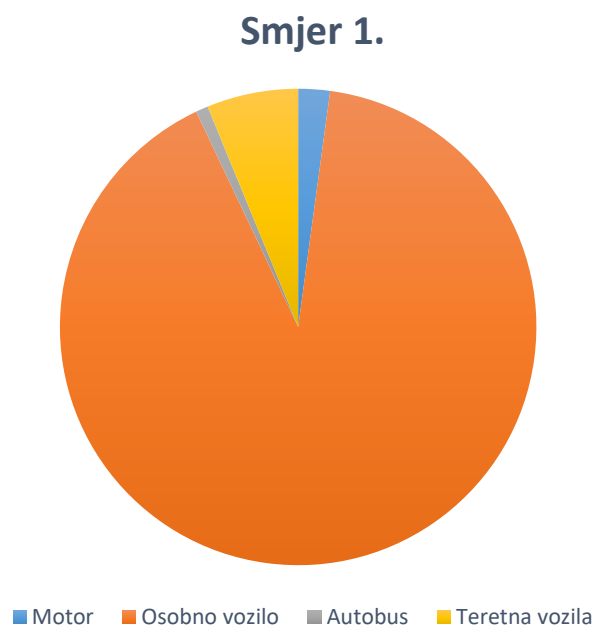
ukupno (vozila)	ukupno iz prilaza (vozila)	ukupno u prilaz (vozila)	ukupno na prilazu (vozila)
102			
367	838	262	1100
369			
71			
306	519	776	1295
142			
106			
110	274	528	802
58			
19			
301	401	466	867
81			

		Motor	Putnički automobil	Bus	TERETNA VOZILA		
PUTNIČKA AUTO JEDINICA					LAKA	SREDNJA	TEŠKA
1.1.	↗	2	85	10	6	0	10
1.2.	↗	4	331	4	12	18	22
1.3.	↗	3	345	0	0	8	28
2.1.	↗	1	68	2	0	0	0
2.2.	↗	0	277	24	2	12	20
2.3.	↗	1	130	10	2	6	2
3.1.	↗	0	103	4	2	0	0
3.2.	↗	1	104	0	0	0	8
3.3.	↗	0	54	6	2	0	0
4.1.	↗	1	15	2	2	0	0
4.2.	↗	0	271	34	6	2	18
4.3.	↗	1	78	2	0	0	0

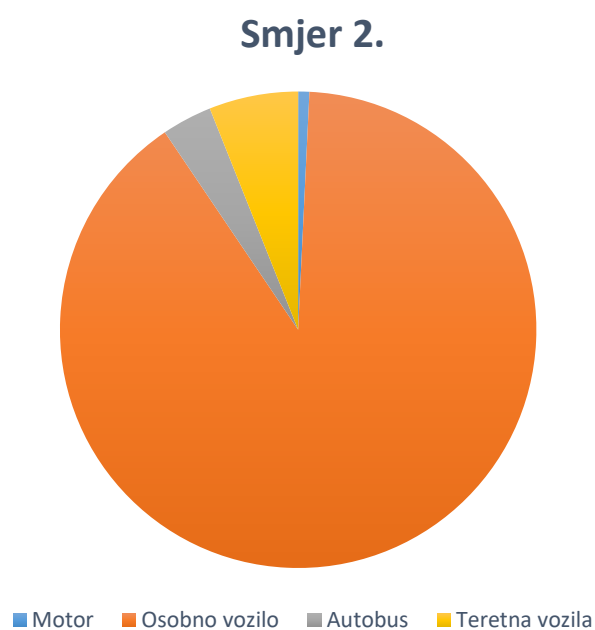
ukupno (PAJ)	ukupno iz prilaza (PAJ)	ukupno u prilaz (PAJ)	ukupno na prilazu (PAJ)
113			
391	888	265	1153
384			
71			
335	557	824	1381
151			
109			
113	284	562	846
62			
20			
331	432	293	725
81			

Brojanjem su utvrđeni podaci za sve smjerove na spomenutom raskrižju. Kod smjera 1 broj vozila iz privoza iznosi 838, odnosno iznos PAJ iznosi 888, kod smjera 2 iznos PAJ je 557, kod smjera 3 PAJ iznosi 284, a kod smjera 4 PAJ iznosi 432. Svi ovi podaci koristiti će kasnije prilikom koordinacije prometnih svjetala, te kod izračuna signalnog plana.

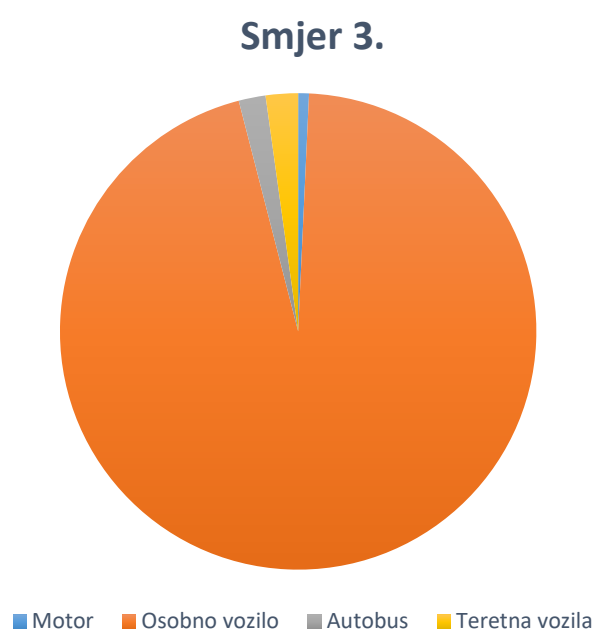
Grafički prikaz 6. Podjela vozila iz privoza smjera 1. prema strukturi



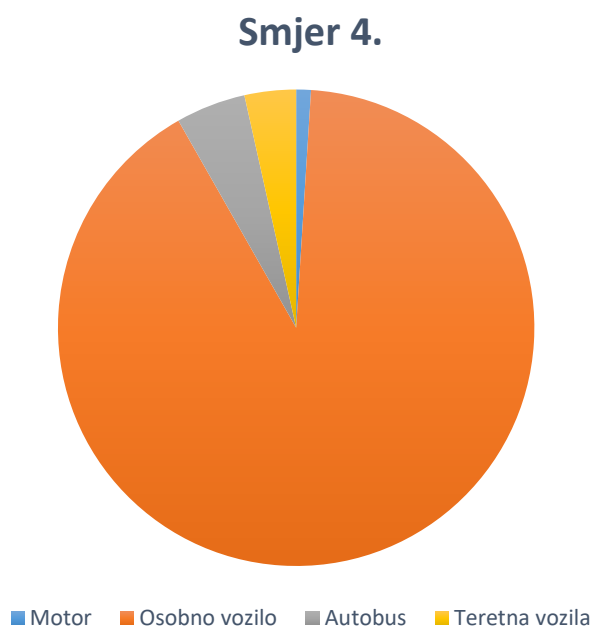
Grafički prikaz 7. Podjela vozila iz privoza smjera 2. prema strukturi



Grafički prikaz 8. Podjela vozila iz privoza smjera 3. prema strukturi

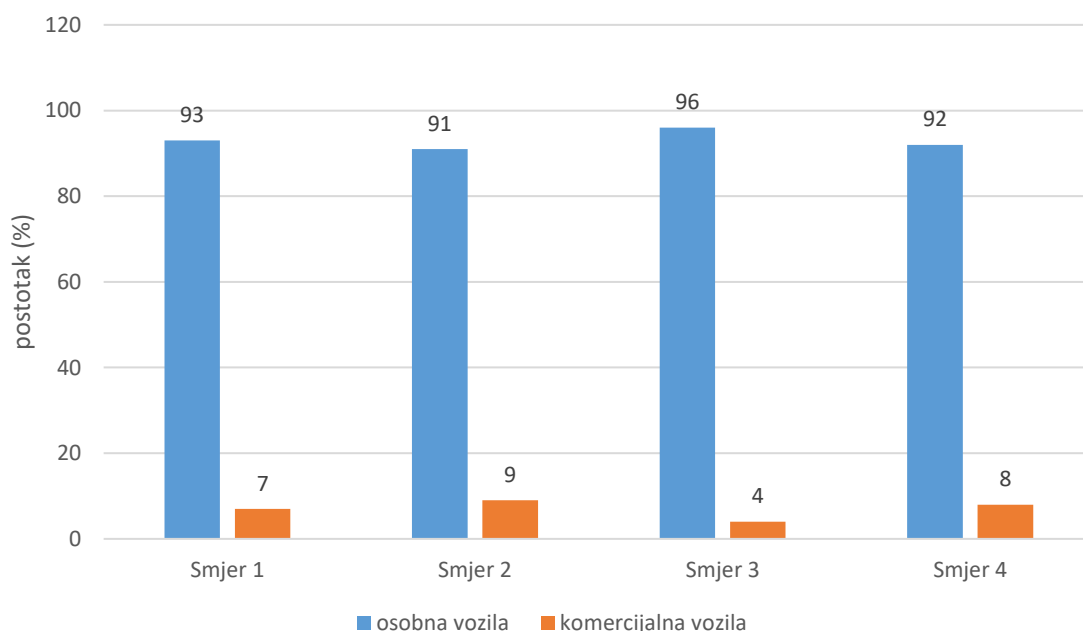


Grafički prikaz 9. Podjela vozila iz privoza smjera 4. prema strukturi



Grafički prikaz 10. Struktura vozila po smjerovima u %

Na slijedećem grafikonu je vidljiv detaljniji udio komercijalnih vozila na svim smjerovima iz privoza.

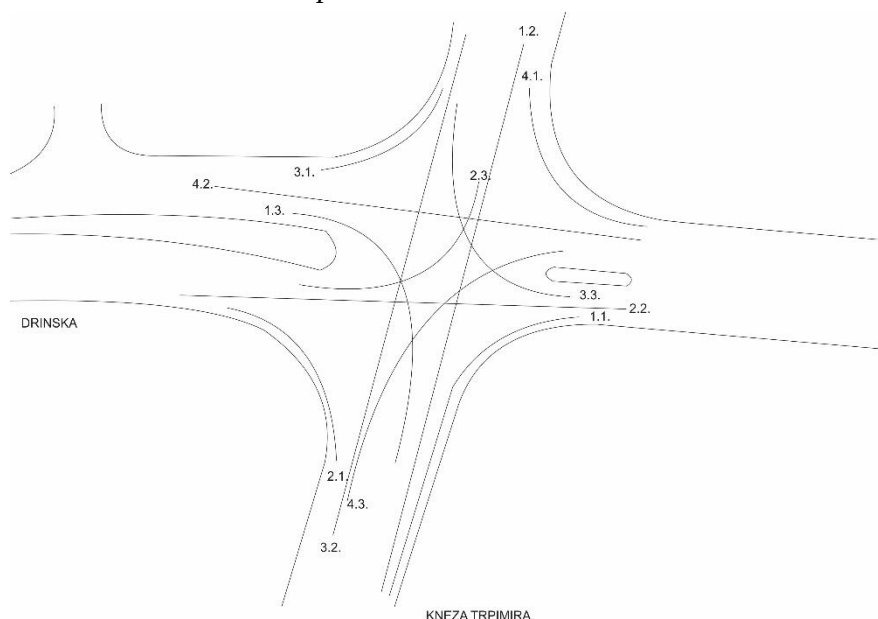


Iz grafičkog prikaza 10 je vidljivo da je udio komercijalnih vozila po svim smjerovima iz privoza manji od 10 %.

3.1.2. Raskrižje ulice kneza Trpimira, Drinske ulice te Sjenjak ulice

Gledajući u smjeru sjevera, raskrižje ulice kneza Trpimira, Drinske i ulice Sjenjak je raskrižje koje prethodi raskrižju ulice kneza Trpimira i Vukovarske ulice. Radi se o klasičnom četverokrakom raskrižju regulirano prometnim svjetlima.

Slika 29. Raskrižje ulice kneza Trpimira, Drinske ulice i ulice Sjenjak sa prikazanim prometnim tokovima



Tablica 21. Brojanje prometa na raskrižju ulice kneza Trpimira, Drinske ulice i ulice Sjenjak

Prilog
B/2

Raskrižje:ulica kneza Trpimira i Drinska ulica

Dan:Utorak

Datum:09.05.2017.god.

Satnica:06:30 - 07:30

Vremenske prilike:sunčano

Mjerenje izvršila: Ivana Uremović

SATNI REZULTATI U
VOZILIMA I U PAJ

VOZILA		Motorn	Putnički automobil	Bus	TERETNA VOZILA			
					LAKA	SREDNJA	TEŠKA	
	1.1.	↗	0	29	0	0	0	
	1.2.	↖	4	509	3	0	2	3
	1.3.	↘	2	214	2	10	0	3
	2.1.	↗	0	102	4	10	0	1
	2.2.	↖	0	133	0	0	0	0
	2.3.	↘	4	170	2	1	0	0
	3.1.	↗	0	74	0	2	0	0
	3.2.	↖	2	228	2	21	3	20
	3.3.	↘	2	34	0	1	0	0
	4.1.	↗	2	131	1	1	0	0
	4.2.	↖	0	113	2	1	0	0
	4.3.	↘	2	63	2	0	0	0

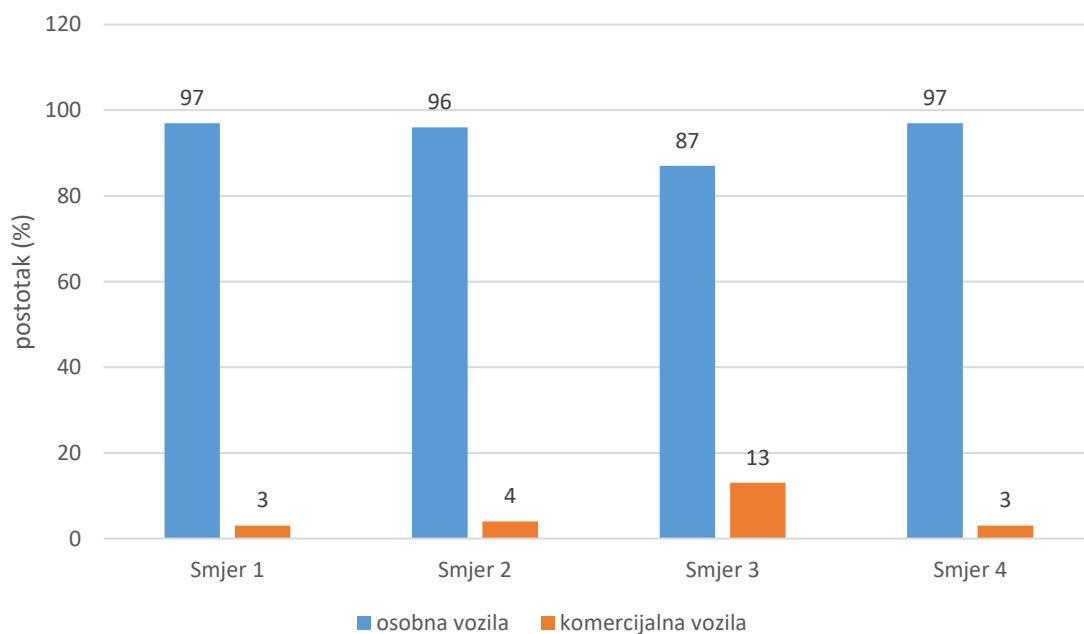
ukupno (vozila)	ukupno iz prilaza (vozila)	ukupno u prilaz (vozila)	ukupno na prilazu (vozila)
30			
549	810	295	1105
231			
117			
133	427	428	855
177			
81			
111	262	838	1100
70			
135			
116	318	233	551
67			

Brojanjem prometa utvrđeno je da je iznos vozila iz prilaza smjera 1 810 vozila, iz prilaza smjera 2 427 vozila, iz prilaza smjera 3 262 vozila, te iz prilaza smjera 4 318 vozila. U slijedećim grafikonima prikazane je struktura vozila po smjerovima.

Grafički prikaz 11. Podjela vozila iz prilaza po smjerovima



Grafički prikaz 12. Struktura vozila po smjerovima u %



Tablica 22. Brojanje prometa na raskrižju ulice kneza Trpimira, Divaltove ulice i Gacke ulice

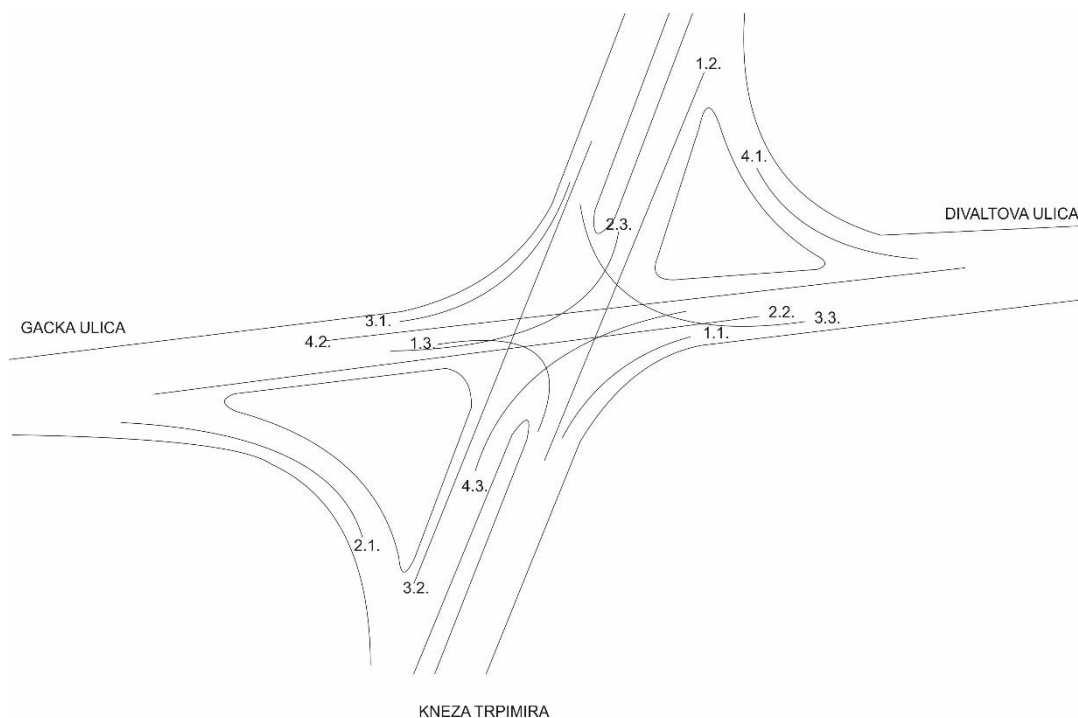
Prilog B/3	Raskorije: ulica kneza Trpimira i Divalčova ulica		
	Dan: Utorak	Vremenske prilike: sušano	
	Datum: 09.05.2017.god.		
	Satnica: 06:30 - 07:30	Mjerenje izvršila: Ivica Butjević	

SATNIREZULTATI U VOZILIMA I U PAJ

VOZILA		Mesto	Putnički automobil	Bus	TERETNA VOZILA			
					LAKA	SREDNJA	TEŠKA	
	1.1.	↗	0	91	2	1	1	0
	1.2.	↗	6	525	3	7	3	6
	1.3.	↗	0	54	0	8	0	10
	2.1.	↗	0	24	0	6	0	0
	2.2.	↗	0	46	0	3	3	0
	2.3.	↗	0	53	0	1	0	0
	3.1.	↗	2	21	0	1	0	3
	3.2.	↗	0	188	4	20	1	18
	3.3.	↗	2	185	4	10	2	0
	4.1.	↗	0	174	2	2	0	0
	4.2.	↗	0	69	0	8	0	0
	4.3.	↗	0	97	0	0	0	0

ukupno (vozila)	ukupno iz prilaza (vozila)	ukupno u prilaz (vozila)	ukupno na prilazu (vozila)
95			
550	717	358	1075
72			
30			
52	136	176	312
54			
27			
231	459	752	1211
201			
148			
77	322	348	670
97			

Slika 30. Raskrižje ulice kneza Trpimira, Divaltove ulice i Gacke ulice sa prikazanim prometnim tokovima



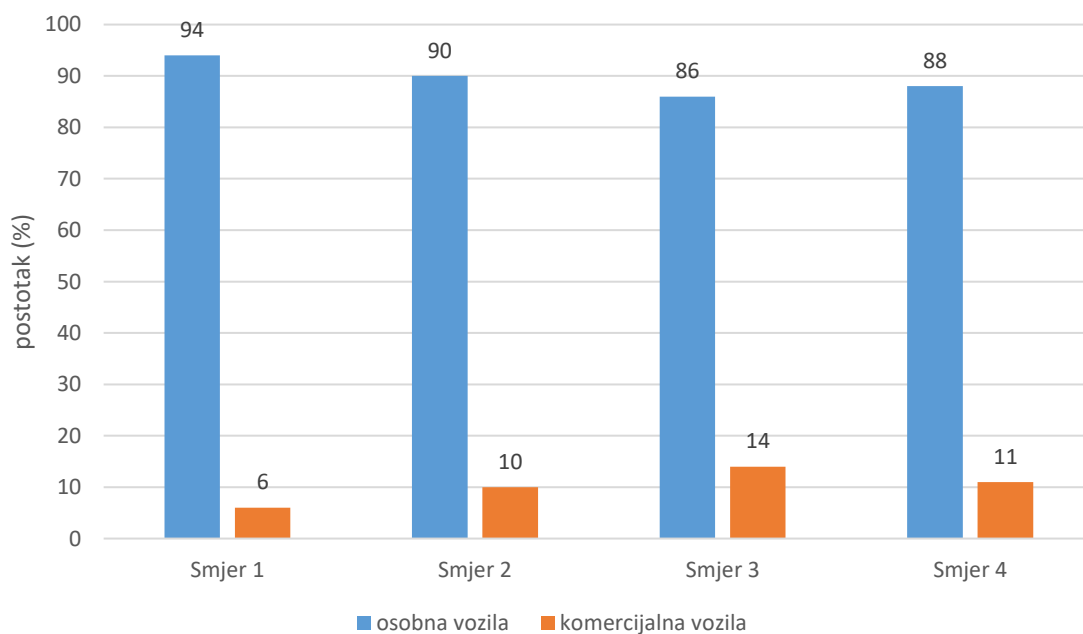
Na ovom raskrižju treba napomenuti da su desni skretači regulirani prometni znakom „trokut“, odnosno nailazak na ulicu sa prednošću prolaska, dok se smjerovi ravno i lijevo reguliraju pomoću prometnih svjetala.

Spomenuto raskrižje trenutačno stupa u rekonstrukciju, te će se preinačiti u raskrižje sa kružnim tokom prometa.

Grafički prikaz 13. Podjela vozila iz prilaza po smjerovima

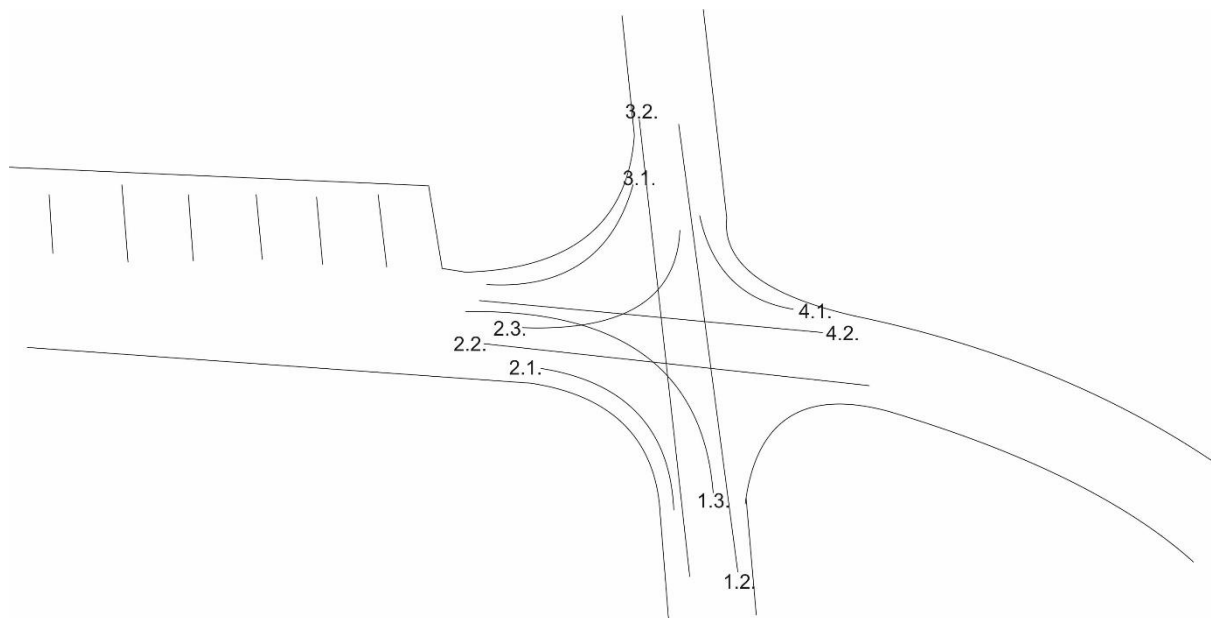


Grafički prikaz 14. Struktura vozila po smjerovima u %



3.1.4. Raskrižje Vukovarske ulice, ulice Stjepana Radića i Hrvatske republike

Slika 31. Raskrižje Vukovarske ulice, ulice Stjepana Radića i ulice Hrvatske Republike sa prikazanim prometnim tokovima



Tablica 23. Brojanje prometa na raskrižju Vukovarske ulice, ulice Stjepana Radića i ulice Hrvatske Republike

Prilog
B/4

Raskrižje: Vukovarska ulica, ulica Stjepana Radića i ulica Hrvatske Republike

Dan: Utorak

Vremenske prilike: sunčano

Datum: 09.05.2017.god.

Satnica: 06:30 - 07:30

Mjerenje izvršila: Jelena Radanović

SATNI REZULTATI U VOZILIMA I U PAJ

ukupno (vozila)	ukupno iz prilaza (vozila)	ukupno u prilazu (vozila)	ukupno na prilazu (vozila)
-	-	-	-
104	130	67	197
26	-	-	-
13	-	-	-
98	124	244	368
13	-	-	-
74	-	-	-
54	128	174	302
-	-	-	-
57	-	-	-
144	201	98	299
-	-	-	-

VOZILA		Motor	Putnički automobil	Bus	TERETNA VOZILA			TRAMVAJ
					LAKA	SREDNJA	TEŠKA	
1.1.	↗	-	-	-	-	-	-	-
1.2.	↑	0	98	0	3	3	0	5
1.3.	↖	0	25	0	1	0	0	0
2.1.	↘	0	0	13	0	0	0	0
2.2.	↑	0	79	16	3	0	0	0
2.3.	↖	0	13	0	0	0	0	0
3.1.	↗	0	73	1	0	0	0	0
3.2.	↑	0	49	5	0	0	0	0
3.3.	↖	-	-	-	-	-	-	-
4.1.	↘	0	55	0	0	2	0	0
4.2.	↑	0	124	19	1	0	0	0
4.3.	↗	-	-	-	-	-	-	-

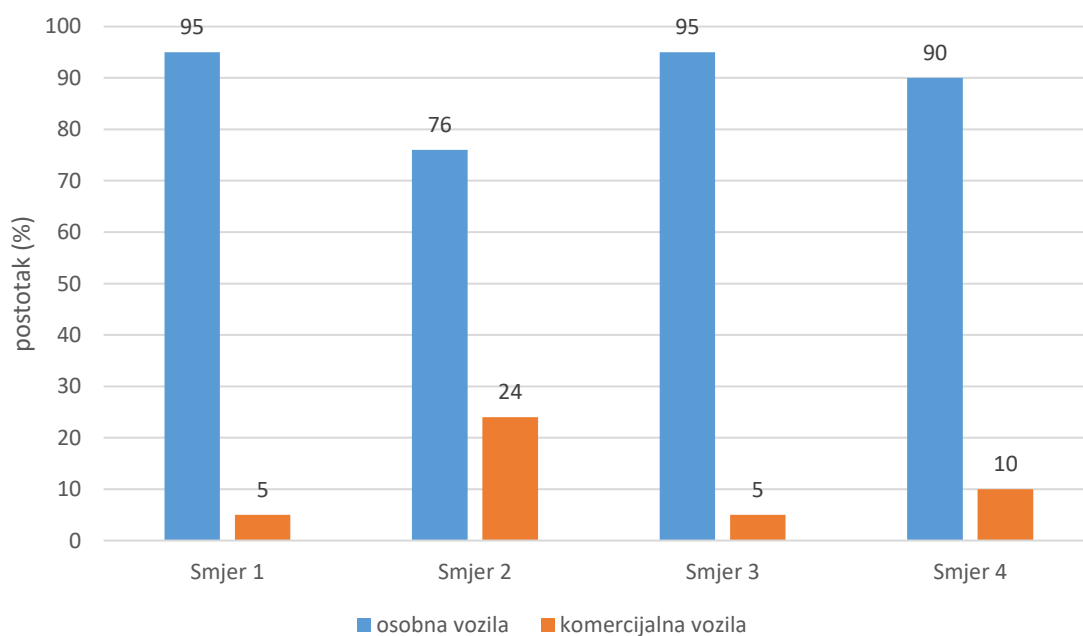
Spomenuto raskrižje je regulirano prometnim svjetlima, gdje imamo i prisustvo šinskog vozila, odnosno tramvaja, s tim da se šinsko vozilo uklapa u signalni plan ciklusa sa ostalim vozilima. Također je zabranjeno skretanje desno iz smjera 1, te lijevo iz smjerova 3 i 4.

Ovo raskrižje će biti krajnja točka proračuna i proučavanja nove koordinacije svjetlosnog, odnosno signalnog plana za Vukovarsku ulicu.

Grafički prikaz 15. Podjela vozila iz prilaza po smjerovima

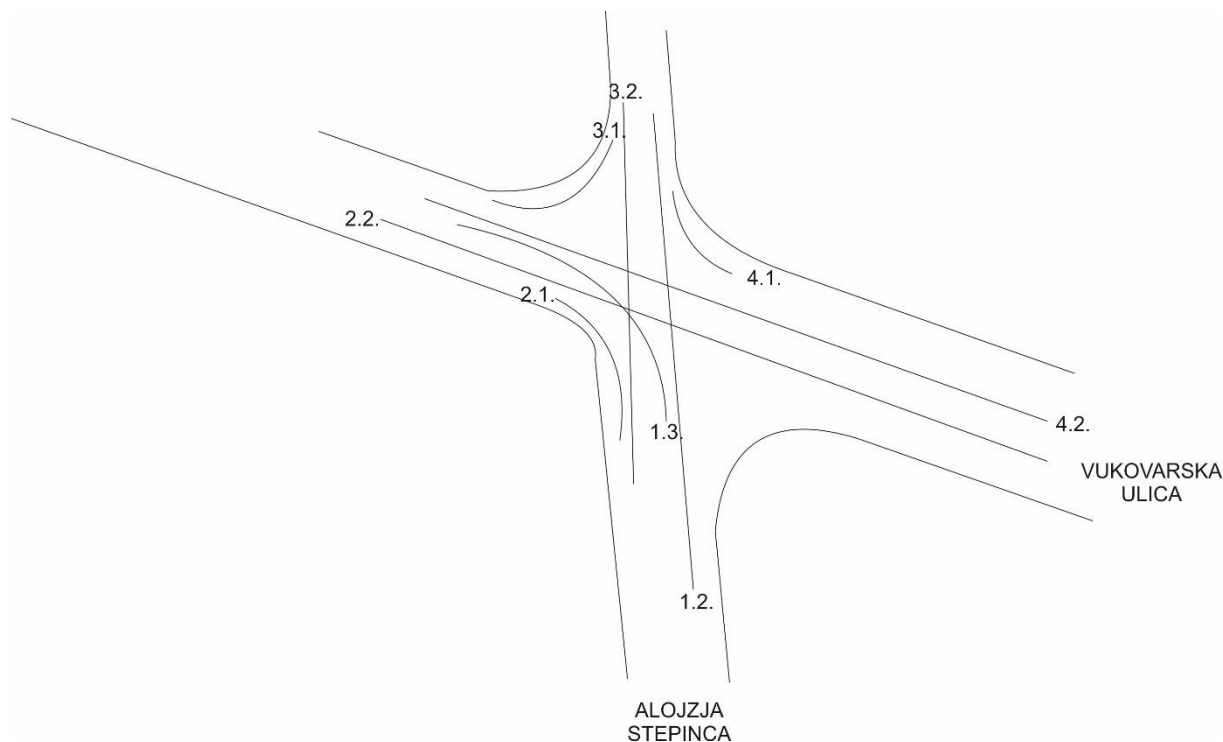


Grafički prikaz 16. Struktura vozila po smjerovima u %



3.1.5. Raskrižje Vukovarske ulice i ulice Alojzija Stepinca

Slika 32. Raskrižje Vukovarske ulice i ulice Alojzija Stepinca sa prikazanim prometnim tokovima



Tablica 24. Brojanje prometa na raskrižju Vukovarske ulice i ulice Alojzija Stepinca

Prilog
B/5

Raskrižje: Vukovarska ulica i ulica Alojzija Stepinca

Dan: UtorakVremenske prilike: sunčano

Datum: 09.05.2017.god.

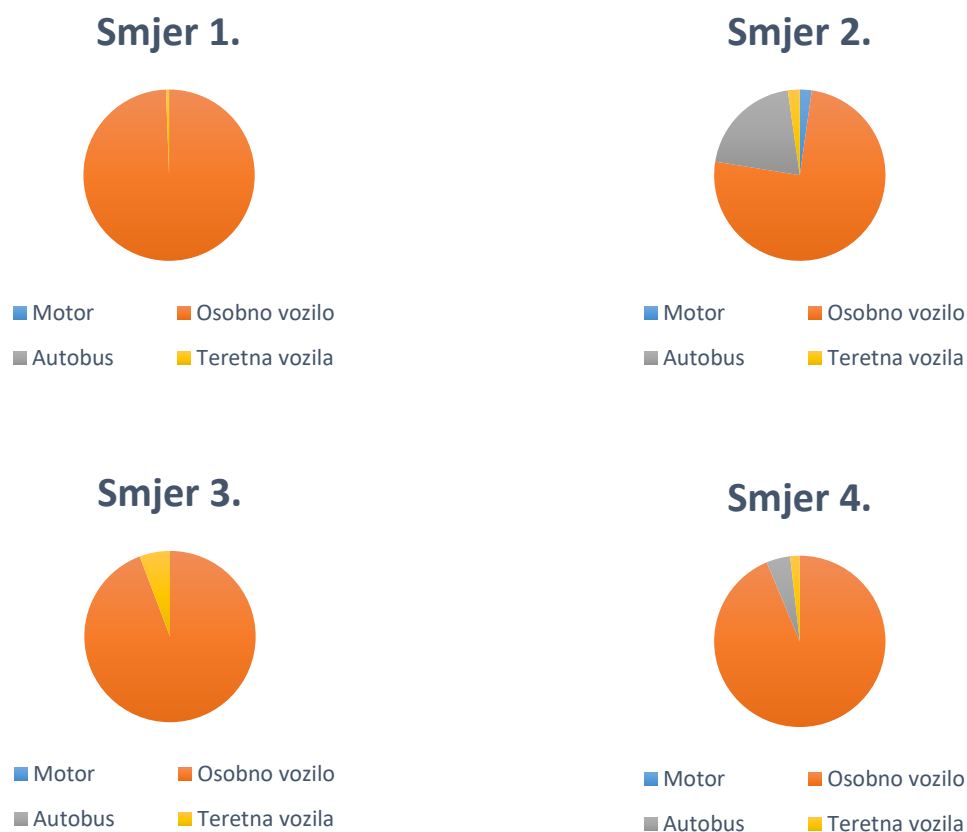
Satnica: 06:30 - 07:30Mjerenje izvršio: Miroslav Uremović

		Motocikl	Putnički automobil	Bus	TERETNA VOZILA		
					LAKA	SREDNJA	TEŠKA
VOZILA	-	-	-	-	-	-	-
	1.2.	0	131	0	1	0	0
	1.3.	0	40	0	0	0	0
	-	-	-	-	-	-	-
	2.2.	2	67	18	0	2	0
	-	-	-	-	-	-	-
	3.1.	0	21	0	1	0	0
	3.2.	0	61	0	0	4	0
	-	-	-	-	-	-	-
	4.1.	0	80	0	1	0	0
4.2.	0	231	15	5	0	0	
-	-	-	-	-	-	-	

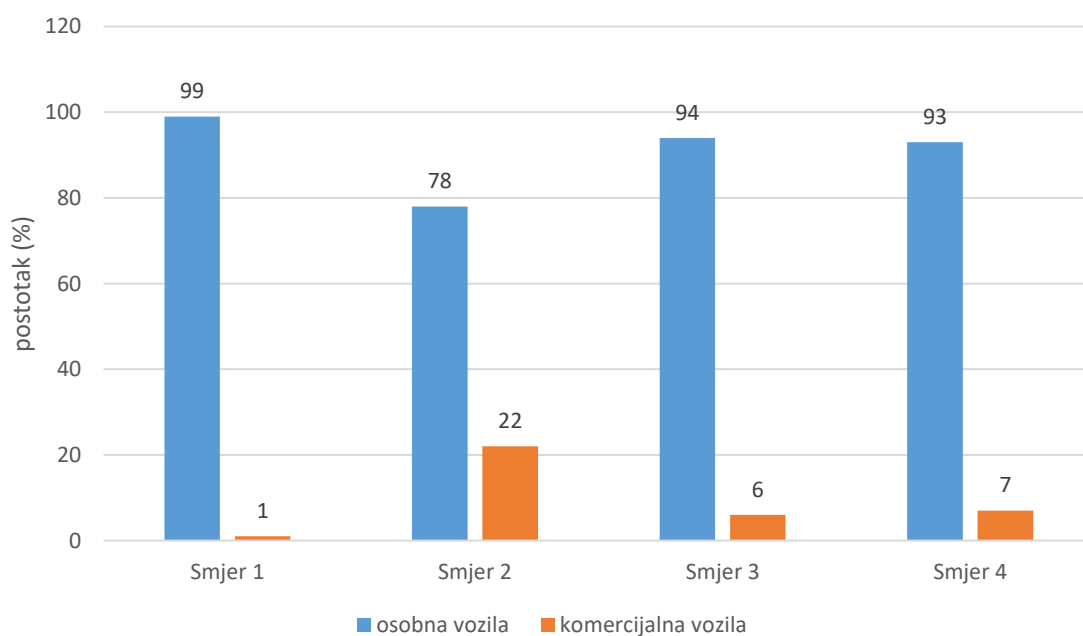
ukupno (vozila)	ukupno iz prilaza (vozila)	ukupno u prilaz (vozila)	ukupno na prilazu (vozila)
-	-	-	-
132	172	65	237
40	-	-	-
89	89	313	402
22	-	-	-
65	87	213	300
-	-	-	-
81	-	-	-
251	332	89	421
-	-	-	-

Raskrižje Vukovarske ulice i ulice Alojzija Stepinca je regulirano pomoću prometnih svjetala na svim prometnim tokovima. Postoji zabrana skretanja desno za smjer 1, obavezan smjer ravno za smjer 2, zabrana skretanja lijevo za smjer 3, te zabrana skretanja lijevo za smjer 4.

Grafički prikaz 17. Podjela vozila iz prilaza po smjerovima



Grafički prikaz 18. Struktura vozila po smjerovima u %



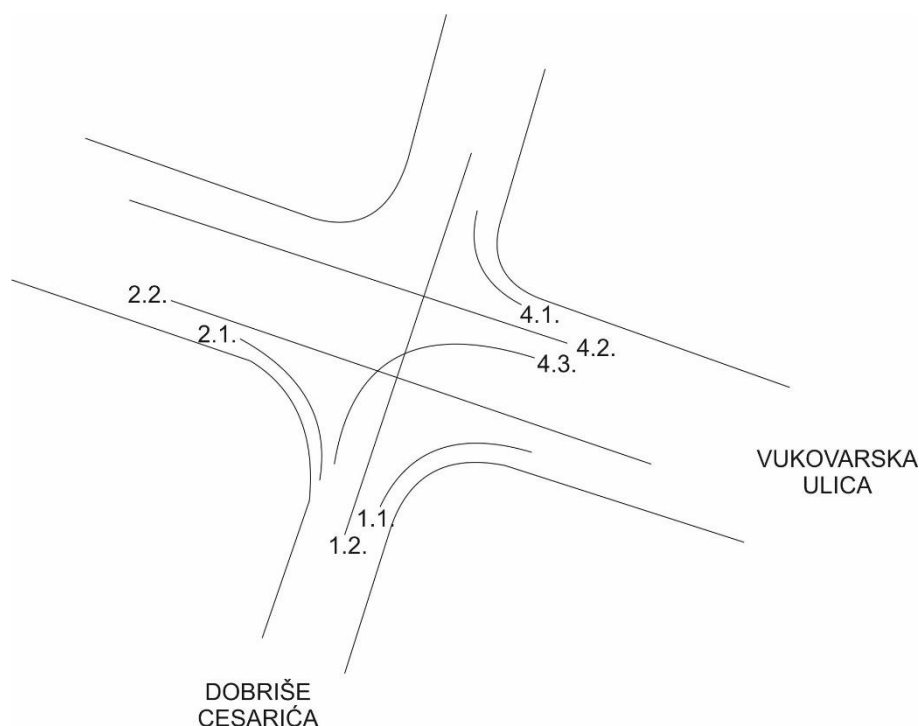
3.1.6. Raskrižje Vukovarske ulice i ulice Dobriše Cesarića

Raskrižje je regulirano prometnim svjetlima sa slijedećim zabranama kretanja:

- Zabrana lijevo za smjer 1
- Zabrana lijevo za smjer 2

Treba spomenuti da je smjer 3 jednosmjerna ulica, odnosno nema vozila iz prilaza smjera 3.

Slika 33. Raskrižje Vukovarske ulice i ulice Dobriše Cesarića sa prikazanim prometnim tokovima



Tablica 25. Brojanje prometa na raskrižju Vukovarske ulice i ulice Dobriše Cesarića

Prilog
B/6

Raskrižje: Vukovarska ulica i ulica Dobriše Cesarića

Dan: Utorak

Vremenske prilike: sunčano

Datum: 09.05.2017.god.

Satnica: 06:30 - 07:30

Mjerenje izvršio: Boris Anić

VOZILA

		Moton	Putnički automobil	Bus	TERETNA VOZILA		
					LAKA	SREDNJA	TEŠKA
1.1.	↗	0	98	11	5	2	0
1.2.	↑	0	38	1	0	0	0
-	-	-	-	-	-	-	-
2.1.	↖	0	4	0	0	0	0
2.2.	↑	2	323	12	10	2	0
-	-	-	-	-	-	-	-
3. JEDNO SMJERNA ULICA							
4.1.	↘	0	32	0	0	0	0
4.2.	↑	0	613	18	10	0	6
4.3.	↙	0	219	8	5	0	0

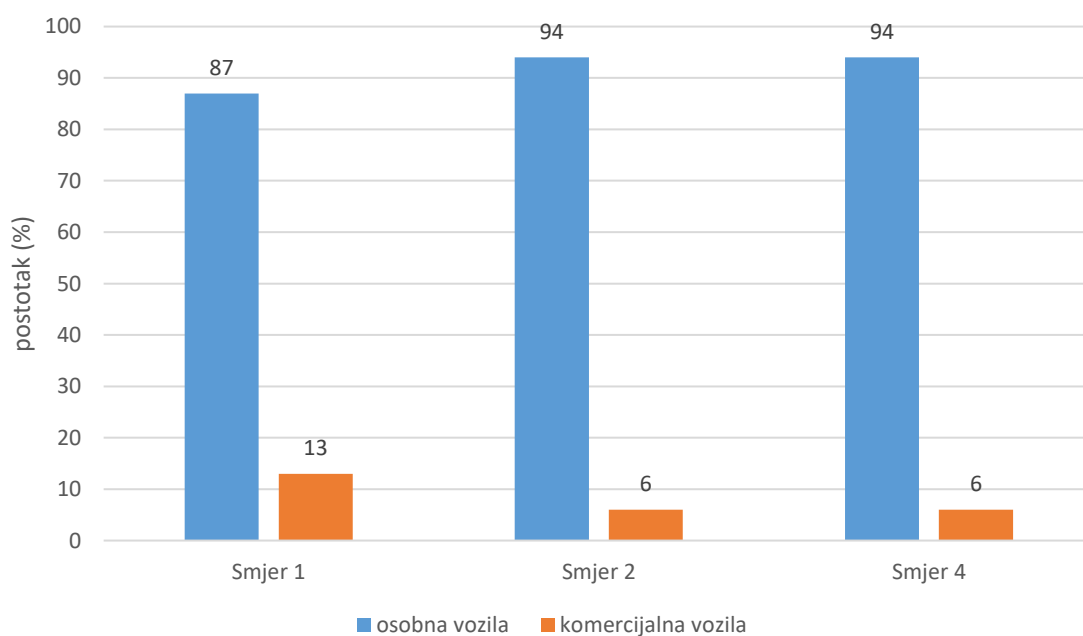
SATNI REZULTATI U VOZILIMA I U PAJ

ukupno (vozila)	ukupno iz prilaza (vozila)	ukupno u prilaz (vozila)	ukupno na prilazu (vozila)
106			
39	145	236	381
-			
4			
349	353	641	994
-			
-		71	71
32			
641	905	455	1360
232			

Grafički prikaz 19. Podjela vozila iz prilaza po smjerovima



Grafički prikaz 20. Struktura vozila po smjerovima u %



3.2. IZRAČUN SIGNALNOG PLANA

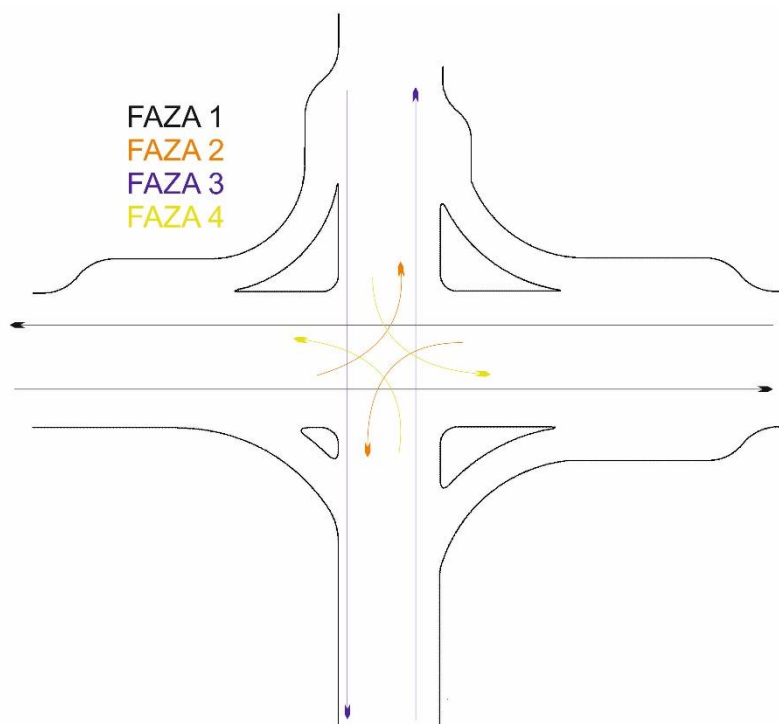
U ovom dijelu pokazani su izračuni signalnog plana na raskrižjima, jer su trenutačni signalni planovi na raskrižjima u potpunom planu neadekvatni za trenutno opterećenje prometnica, te samim time dolazi do prometnih zastoja.

Korištena je Webster metoda izračuna signalnog plana.

3.2.1. Raskrižje Vukovarske ulice i ulice kneza Trpimira

Kao što sam već spomenuo ovo je jedno od najprometnijih i najznačajnijih raskrižja u gradu Osijeku. Signalni plan je izveden u 5 faza, od kojih je jedna faza samo za pješake, s toga grafički nije crtano, nego je samo uračunato.

Slika 34. Prikaz faza signalnog plana na raskrižju Vukovarske ulice i ulice kneza Trpimira



Kao što je vidljivo na slici prva faza obuhvaća smjerove 2.2. i 4.2., odnosno smjerove sa Vukovarske ulice koji zadržavaju smjer i idu ravno. Druga faza su smjerovi 2.3. i 4.3. odnosno lijevi skretači sa Vukovarske ulice. Treća faza su vozila koja zadržavaju smjer kretanja na ulici kneza Trpimira, odnosno smjerovi 1.2. i 3.2. Četvrta faza su lijevi skretači sa ulice kneza Trpimira, odnosno 1.3. i 3.3. Peta faza su pješaci u svim smjerovima.

U ovim izračunima korištena je poznata formula broj 51 pomoću koje je izračunat zasićeni prometni tok, odnosno kapacitet signalnog raskrižja. Nakon izračunatog zasićenog prometnog toka, korištena je Webster metoda za izračun ciklusa signalnog plana (formula 53.)

Kada govorimo o **FAZI 1** potrebni su nam slijedeći podaci za izračun zasićenog prometnog toka.

- Operativni prometni tok (S_{op}) –tijekom istraživanja uzeo sam TIP C operativnog prometnog toka u iznosu od 2120 voz/h, iako se preporučuje da se na raskrižjima kojima se upravlja uz pomoć signalnog plana uzima iznos od 1900 voz/h.
- Utjecaj pješaka na vozila u skretanju (f_1) – ovdje nemamo utjecaj pješaka stoga ova stavka iznosi 1.
- Utjecaj konfliktnog prometnog toka (f_2) – također nemamo utjecaj konfliktnog toka jer se tijekom faze 1 prometni tokovi ne presijecaju.
- Postotak komercijalnih vozila u prometnom toku (f_3) – ovdje je utjecaj različit od smjerova koji se izračunavaju s toga ću za svaki smjer predstaviti postotak komercijalnih vozila.
- Utjecaj veličine grada (f_4) – Kako grad Osijek broji nešto malo manje od 100 000 stanovnika, ovaj podatak je konstanta i on iznosi 0,90 (40 000 do 300 000 stanovnika).

Tablica 26. Udio komercijalnih vozila u fazi 1.

SMJER	Ukupan broj vozila	Broj komercijalnih vozila	Udio komercijalnih vozila (%)
2.2.	306	29	9,47
4.2.	301	30	9,96

$$S_i = S_{op} \cdot N \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \left[\frac{voz}{h} \right]$$

$$S_{i4.2.} = S_{op} \cdot N \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 = 2120 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,92 \cdot 0,9 = 1755 \frac{voz}{h} \quad (59)$$

Kada računamo zasićeni prometni tok za smjer 2.2. treba uzeti u obzir da u spomenutom smjeru imamo dvije prometne trake za zadržavanje smjera kretanja. Slijedom toga treba izračunati propusnu moć, odnosno operativni tok za više prometnih traka. Formulu za izračunavanje imamo (formula 45), također imamo i vrijednosti koeficijenta γ koji za dvije prometne trake iznosi 0,9. Kada imamo sve potrebne podatke možemo izračunati da S_{op} za smjer 2.2. iznosi:

$$S_{op} = C_n = \gamma \cdot n \cdot C \left[\frac{voz}{h} \right]$$

$$S_{op} = C = 0,9 \cdot 2 \cdot 2120 = 3816 \left[\frac{voz}{h} \right] \quad (60)$$

Slijedom toga, zasićeni prometni tok za smjer 2.2. iznosi:

$$S_{i2.2.} = S_{op} \cdot N \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 = 3816 \cdot 1 \cdot 0,92 \cdot 0,9 = 3159 \frac{voz}{h} \quad (61)$$

FAZA 2 predstavlja lijeve skretače na Vukovarskoj ulici, bez ometanja prometnog toka iz ravnog smjera, odnosno bez konfliktnog utjecaja prometnog toka, kao i bez utjecaja pješaka.

Prema tablici preporučeni S_{op} prometne trake za skretanje iznosi 1500 voz/h.

Iznos komercijalnih vozila u prometnim toku smjerova 2.3. i 4.3. vidljiv je iz slijedeće tablice.

Tablica 27. Udio komercijalnih vozila u fazi 2.

SMJER	Ukupan broj vozila	Broj komercijalnih vozila	Udio komercijalnih vozila (%)
2.3.	142	10	7,04
4.3.	81	1	1,23

$$S_{i2.3.} = S_{op} \cdot N \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 = 1500 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,9 = 1282 \frac{voz}{h} \quad (62)$$

$$S_{i4.3.} = S_{op} \cdot N \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 = 1500 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,99 \cdot 0,9 = 1336 \frac{voz}{h} \quad (63)$$

FAZA 3 obuhvaća vozila koja se kreću ulicom kneza Trpimira i zadržavaju smjer kretanja ravno, bez konfliktnog utjecaja i bez utjecaja pješaka.

Udio komercijalnih vozila u smjerovima 1.2. i 3.2. iznosi:

Tablica 28. Udio komercijalnih vozila u fazi 3.

SMJER	Ukupan broj vozila	Broj komercijalnih vozila	Udio komercijalnih vozila (%)
1.2.	367	28	7,62
3.2.	110	4	3,63

$$S_{i1.2.} = S_{op} \cdot N \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 = 2120 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,9 = 1812 \frac{voz}{h} \quad (64)$$

$$S_{i3.2.} = S_{op} \cdot N \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 = 2120 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 0,9 = 1869 \frac{voz}{h} \quad (65)$$

FAZA 4 predstavlja lijeve skretače na ulici kneza Trpimira (smjer 1.3. i 3.3.). Također kao i sve faze nema utjecaja konfliktnog prometnog toka, kao ni utjecaja pješaka na prometni tok. Udio komercijalnih vozila iznosi:

Tablica 29. Udio komercijalnih vozila u fazi 4.

SMJER	Ukupan broj vozila	Broj komercijalnih vozila	Udio komercijalnih vozila (%)
1.3.	369	18	4,87
3.3.	58	4	6,89

$$S_{i1.3.} = S_{op} \cdot N \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 = 2120 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,97 \cdot 0,9 = 1850 \frac{voz}{h} \quad (66)$$

$$S_{i3.3.} = S_{op} \cdot N \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 = 2120 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,9 = 1812 \frac{voz}{h} \quad (67)$$

Pješaci se kreću prema fazama, tako da ne ometaju prometne tokove tijekom faza.

Slijedom svega navedenog možemo izračunati koeficijent iskorištenja kapaciteta raskrižja (γ) prema prije spomenutim formulama 55, 56 i 57.

Tablica 30. Koeficijent iskorištenja kapaciteta raskrižja

	FAZA 1		FAZA 2		FAZA 3		FAZA 4	
smjer	2.2.	4.2.	2.3.	4.3.	1.2.	3.2.	1.3.	3.3.
Qj	306	301	142	81	367	110	369	58
Sj	3159	1755	1282	1336	1812	1869	1850	1812
yj	0,096	0,171	0,110	0,060	0,202	0,058	0,199	0,032
Yi max	0,096		0,110		0,202		0,199	
Y	0.607							

Kada imamo izračunat koeficijent iskorištenja kapaciteta raskrižja, možemo izračunati i izgubljeno, odnosno neiskorišteno vrijeme tijelom ciklusa (L) prema spomenutoj formuli 54.

$$L = n \cdot d + \sum_{i=1}^n \Delta t_{i-j} = 5 \cdot 2 + (2 + 2) = 14 \text{ s} \quad (68)$$

Slijedi proračun duljine ciklusa signalnog plana.

$$C = \frac{1,5 \cdot L + 5}{1 - Y} + F_p = \frac{1,5 \cdot 14 + 5}{1 - 0,607} + 10 = \frac{26}{0,393} = 66,15 + 10 = 76,15 = 77 \text{ s} \quad (69)$$

Preraspodjela zelenog svjetla po fazama iznosi:

$$Z_1 = \frac{Y_1}{Y} \cdot (C - L) = \frac{0,096}{0,607} \cdot (77 - 14) = 0,15 \cdot 63 = 9,45 = 10 \text{ s} \quad (70)$$

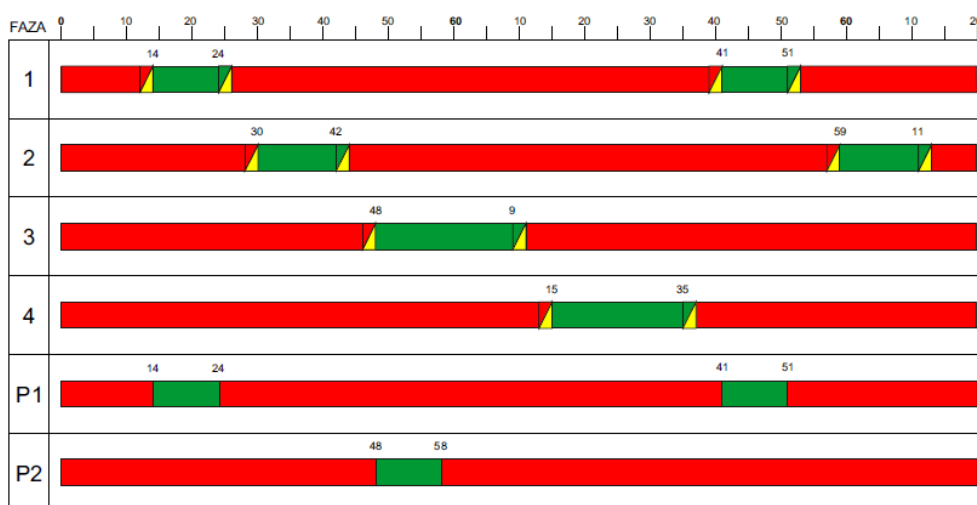
$$Z_2 = \frac{Y_2}{Y} \cdot (C - L) = \frac{0,110}{0,607} \cdot (77 - 14) = 0,18 \cdot 63 = 11,34 = 12 \text{ s} \quad (71)$$

$$Z_3 = \frac{Y_3}{Y} \cdot (C - L) = \frac{0,202}{0,607} \cdot (77 - 14) = 0,33 \cdot 63 = 20,79 = 21 \text{ s} \quad (72)$$

$$Z_4 = \frac{Y_4}{Y} \cdot (C - L) = \frac{0,199}{0,607} \cdot (77 - 14) = 0,32 \cdot 63 = 20,16 = 20 \text{ s} \quad (73)$$

$$Z_{PJEŠACI} = 10 \text{ s} \quad (74)$$

Slika 35. Grafički prikaz signalnog plana raskrižja



3.2.3. Raskrižje ulice kneza Trpimira, Drinske ulice i ulice Sjenjak

Slika 36. Prikaz raskrižja ulice kneza Trpimira i Drinske ulice sa iskazanim smjerovima prometnih tokova



Ovo raskrižje je regulirano svjetlosnim signalima u 3 faze.

FAZA 1 (smjer 1.1., 3.1. i pješaci koji prelaze Drinsku ulicu)

FAZA 2 (smjer 2.1., 2.2., 4.1., 4.2. i pješaci koji prelaze ulicu kneza Trpimira)

FAZA 3 (smjer 1.2. i 3.2.)

Kod proračuna signalnog plana na ovo raskrižju potrebni su nam slijedeći podaci:

Tablica 31. Podaci koeficijenata i zasićenog prometnog toka na raskrižju ulice kneza Trpimira i Drinske ulice

	FAZA 1		FAZA 2				FAZA 3	
	1.1.	3.1.	2.1.	2.2.	4.1.	4.2.	1.2.	3.2.
$S_{op(1)}$	1538	1400	1500	1300	1250	1500	1500	1500
$S_{op(3)}$	5,4	29,3	-	75	85	-	-	-
f_1	0,97	0,95	0,87	0,92	0,92	0,87	-	-
f_3	0,98	0,97	0,98	0,95	0,97	0,98	0,97	0,98
S_i	1275	1197	1151	1022	983	1151	1309	1323

Iz tablice je vidljivo da u fazi 2, na smjerovima 2.2. i 4.1. imamo jako veliki postotak skretača u mješovitoj traci, stoga je preporučljivo otvoriti posebnu traku za skretače lijevo ili desno, što sam i predložio u idejnom rješenju.

Tablica 32. Koeficijent iskorištenja kapaciteta raskrižja

	FAZA 1		FAZA 2				FAZA 3	
	1.1.	3.1.	2.1.	2.2.	4.1.	4.2.	1.2.	3.2
Q _i	579	357	250	177	251	67	231	70
S _i	1275	1197	1151	1022	983	1151	1309	1323
y _i	0,454	0,298	0,217	0,173	0,257	0,058	0,176	0,052
Y _{i max}	0,454		0,257				0,176	
Y	0,887							

$$L = n \cdot d + \sum_{i=1}^n \Delta t_{i-j} = 3 \cdot 2 + (2 + 2) = 10 \text{ s} \quad (75)$$

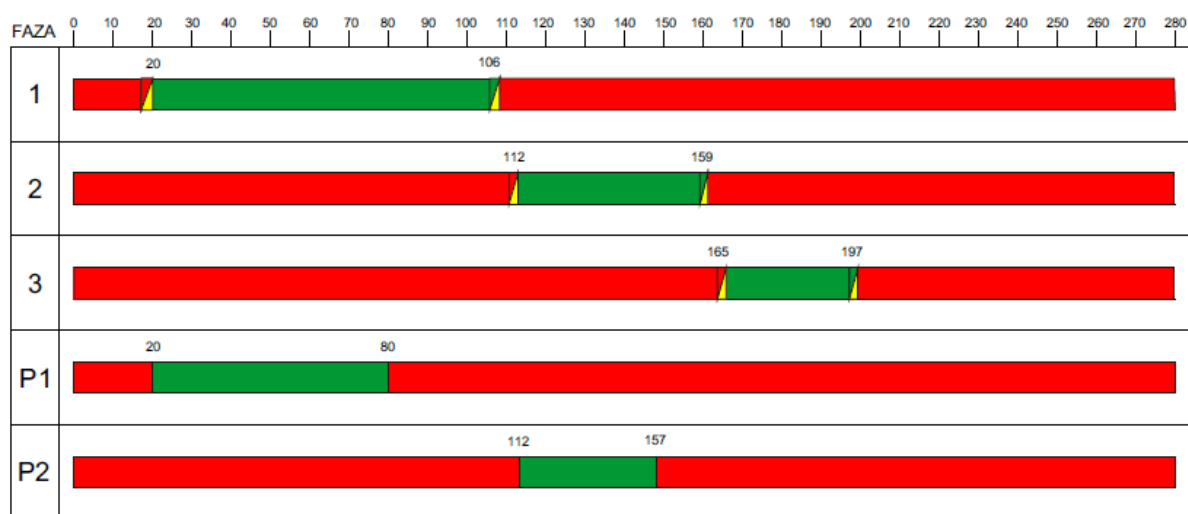
$$C = \frac{1,5 \cdot L + 5}{1 - Y} = \frac{1,5 \cdot 10 + 5}{1 - 0,887} = \frac{20}{0,113} = 176,99 = 177 \text{ s} \quad (76)$$

$$Z_1 = \frac{Y_1}{Y} \cdot (C - L) = \frac{0,454}{0,887} \cdot (177 - 10) = 0,51 \cdot 167 = 85,17 = 86 \text{ s} \quad (77)$$

$$Z_2 = \frac{Y_1}{Y} \cdot (C - L) = \frac{0,257}{0,887} \cdot (177 - 10) = 0,28 \cdot 167 = 46,76 = 47 \text{ s} \quad (78)$$

$$Z_3 = \frac{Y_1}{Y} \cdot (C - L) = \frac{0,176}{0,887} \cdot (177 - 10) = 0,19 \cdot 167 = 31,73 = 32 \text{ s} \quad (79)$$

Slika 37. Grafički prikaz signalnog plana raskrižja



Iz svega je vidljivo da su faze jako dugačke, kao i sami ciklus signalnog plana koji iznosi 177 s, odnosno skoro 3 minute. Stoga je neizbježna rekonstrukcija potpunog signalnog plana kao i otvaranja trake za desne skretače.

Također bi trebalo za pješake otvoriti posebnu fazu, ali nakon rekonstrukcije samog raskrižja, jer je u ovom stadiju i ovako predugačak ciklus signalnog plana.

3.2.4. Raskrižje ulice kneza Trpimira, Divaltove ulice i Gacke ulice

Ovo raskrižje je također vrlo zanimljivo jer se svjetlosni znakovi gasu nakon 22:00 sata, što je izuzetno nepovoljno sa sigurnosnog aspekta. Ovo raskrižje u 10 mjesecu ove godine ide u kompletnu rekonstrukciju, te se pretvara u raskrižje sa kružnim tokom prometa, u verziji tzv. turbo kružnog toka, sa fizički odvojenim prometnim trakama.

Iako će se raskrižje rekonstruirati, ja sam ponudio svoju verziju idejnog rješenja (u prilogu), te sam izračunao koje bi bilo idealno sadašnje stanje signalnog plana.

Slika 38. Prikaz raskrižja Divaltove ulice i ulice kneza Trpimira sa iskazanim smjerovima prometnih tokova



Raskrižje je regulirano svjetlosnim signalima u 3 faze.

FAZA 1 (smjer 1.1. i 1.2.)

FAZA 2 (smjer 3.1. i 3.2.)

FAZA 3 (smjer 2.1., 2.2., 4.1. i 4.2.)

Tablica 33. Podaci koeficijenata i zasićenog prometnog toka na raskrižju ulice kneza Trpimira i Divaltove ulice

	FAZA 1		FAZA 2		FAZA 3			
	1.1.	1.2.	3.1.	3.2.	2.1.	2.2.	4.1.	4.2.
$S_{op(1)}$	1380	1430	1530	1600	1600	1500	1600	1500
$S_{op(3)}$	34	26	11	-	-	-	-	-
f_1	0,97	1	0,97	1	1	0,97	1	0,97
f_2	1	1	1	1	0,94	0,95	0,97	0,97
f_3	0,98	0,98	0,84	0,94	0,92	0,92	0,92	1
S_i	1180	1261	1121	1353	1245	1144	1285	1270
Q_i	370	347	258	201	52	54	77	97
y_i	0,313	0,275	0,230	0,148	0,041	0,047	0,059	0,076
$Y_{i\max}$	0,313		0,230		0,059			
Y	0.602							

$$L = n \cdot d + \sum_{i=1}^n \Delta t_{i-j} = 3 \cdot 2 + (2 + 2) = 10 \text{ s} \quad (80)$$

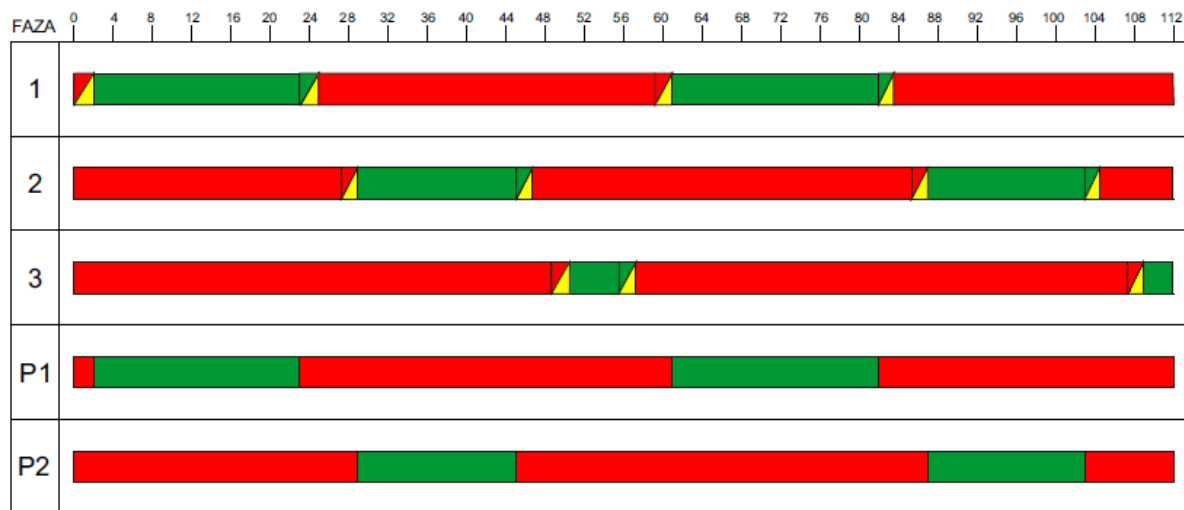
$$C = \frac{1,5 \cdot L + 5}{1 - Y} = \frac{1,5 \cdot 10 + 5}{1 - 0,602} = \frac{20}{0,398} = 50,25 = 51 \text{ s} \quad (81)$$

$$Z_1 = \frac{Y_1}{Y} \cdot (C - L) = \frac{0,313}{0,602} \cdot (51 - 10) = 0,52 \cdot 41 = 21,32 = 21 \text{ s} \quad (82)$$

$$Z_2 = \frac{Y_1}{Y} \cdot (C - L) = \frac{0,230}{0,602} \cdot (51 - 10) = 0,38 \cdot 41 = 15,58 = 16 \text{ s} \quad (83)$$

$$Z_3 = \frac{Y_1}{Y} \cdot (C - L) = \frac{0,059}{0,602} \cdot (51 - 10) = 0,1 \cdot 41 = 4,1 = 4 \text{ s} \quad (84)$$

Slika 39. Grafički prikaz signalnog plana raskrižja



IV. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Kroz izradu ovog magistarskog rada, potvrđena je glavna hipoteza: „Kvalitetnim upravljanjem raskrižja i prometnica povećava se propusna moć“. Prometnice u gradu Osijeku fizički ne mogu podnijeti broj vozila koji trenutačno vozi po gradu. Sve je veći postotak komercijalnih vozila, iako se broj stanovnika u gradu smanjuje, odnosno opada. Jedan od većih problema je što Osijek postaje tranzitni grad. Ulice kneza Trpimira i Vukovarska ulice su jedne od najprometnijih ulica u gradu. Uz ove prometnice možemo i spomenuti Strossmayerovu ulicu koja također bilježi veliki broj vozila.

Od većih rekonstrukcija raskrižja spominje se samo raskrižje ulice kneza Trpimira i Divaltove ulice. Ovo raskrižje će se prenamijeniti u raskrižje sa kružnim tokom prometa. Mišljenja sam da bi se trebalo rekonstruirati kompletna raskrižja na cijeloj dionici ulice kneza Trpimira te Vukovarske ulice.

Izračuni signalnih planova nisu usklađeni sa veličinama prometnih tokova, te dolazi do neizbježnih prometnih zastoja. Otvaranjem novih prometnih traka, te preraspodjele prometnih tokova dobio bi se odličan rezultat. Raskrižje Vukovarske ulice i ulice kneza Trpimira trpi velika opterećenja zbog odvojenih desnih skretača. Idejnim rješenjem ponuđenim u ovom radu je otvaranje posebne trake za desne skretače, te bi samim time trebalo realizirati novi signalni plan raskrižja.

Koordinacija prometnih svjetala nije usklađena ni između dva raskrižja, a kamoli tijekom cijele dionice pojedine ulice. Potrebno je koordinirati kompletnu Vukovarsku ulicu, od početka dijela grada Zeleno polje, do raskrižja sa ulicom Stjepana Radića. Također treba koordinirati signalni plan za ulicu kneza Trpimira, od raskrižja sa ulicom Martina Divalta, do raskrižja sa ulicom Europske avenije.

U naprijed navedenom sadržaju magistarskog rada nije iznesena problematika prometnih nesreća, a koje su i čimbenik ne funkcioniranja pravilnog organiziranja upravljanja prometom. Zato citiram tekst Vijeća EU-a o toj problematici.

Vijeće EU-a postavilo je 2010. godine cilj da se do 2020. godine prepolovi broj smrtno stradalih osoba na europskim cestama. Prema statističkim podacima nikakvog napretka nema. Svaki dan u prosjeku pogine 50 osoba, a na godinu 26 000 osoba. U 2016 godini na cestama u prometu ozlijeđeno je 135 000 osoba. U RH je u 2016. godini bio prosjek 73 smrtna slučaja na milijun stanovnika, a to je 12% manje nego u 2015. godini, no i dalje je na dnu EU-a.

U Valletti (glavni grad Malte) održan je sastanak svih važnih institucija u prometu EU. U ministrovjoj izjavi zaključeno je kako treba raditi na preventivi, represiji te razvoju infrastrukture i korištenju novih tehnologija.

V. KORIŠTENA LITARATURA I IZVORI PODATAKA

1. Banister D.: *Transport planning*, Taylor & Francis, London and New York, 2002.
2. Bauer Z.: *Razvoj i planiranje prometa u gradovima*, Informator, Zagreb, 1989.
3. Bendeković J.: *Definicija prometa*, Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet, Zagreb, 2012.
4. Božičević J.: *Ceste 1*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1993.
5. Brčić D., Ševrović M.: *Logistika prijevoza putnika*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012.
6. Brčić D., Ševrović M.: *Parkiranje i garaže*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012.
7. Brozović I.: *Prometno i prostorno planiranje II*, Veleučilište u Rijeci, Rijeka, 2009.
8. Cerovac V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Sveučilište u Zgrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
9. Cvitanić D.: *Prometna tehnika*, Sveučilište u Splitu, Građevinsko – arhitektonski fakultet, Split, 2008.
10. Dadić I., Kos G., Ševrović M.: *Teorija prometnih tokova*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014.
11. Dadić I., suradnici.: *Teorija i organizacija prometnih tokova*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014.
12. Dadić I., Kos G.: *Prometno i prostorno planiranje*, Veleučilište u Gospiću, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2007.
13. Đajić M. G.: *Razvoj programskog sistema za analizu raspoložive preglednosti*, Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Beograd,
14. Filipović I.: *Motori i motorna vozila*, Univerzitet u Tuzli, Mašinski fakultet, Tuzla 2006.
15. Glamuzina I.: *Upravljanje gustoćom prometa kontrolom razmaka između vozila*, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.
16. Horvat B.: *Inteligentni sustavi upravljanja prometom*, Veleučilište u Rijeci, Rijeka, 2010.
17. Husanović S.: *Tehnologija drumskog transporta*, Univerzitet u Travniku, Travnik 2014.
18. Jovanović N.: *Planiranje saobraćaja*, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1990.
19. Jurinić B.: *Upravljanje prometom na raskrižju*, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2009.
20. Kavar K.: *Smjernice za projektiranje, građenje i održavanje parkirališta*, Institut građevinarstva Hrvatske, Zagreb, 2013.
21. Kenjić Z.: *Kružne raskrsnice – rotori*, Priručnik za planiranje i projektovanje, Sarajevo, 2009.
22. Kolarić V. N.: *Menadžment u saobraćaju*, Viša turistička škola Beograd, Beograd, 2007.

23. Korte J. V.: *Osnovi projektovanja gradskog i međugradskog saobraćaja*, Građevinska knjiga Beograd, Beograd, 1968.
24. Kos G.: *Inteligentni transportni sustavi*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.
25. Krasnić D., Ščukanec A.: *Planiranje transportnih koridora*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2007.
26. Kulović S.: *Brzina i protok kao osnovni parametri saobraćajnog toka*, završni rad, Internacionalni univerzitet u Travniku, Saobraćajni fakultet, Travnik, 2014.
27. Kuzović LJ.: *Teorija saobraćajnog toka*, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1990.
28. Legac I.: *Raskrižja javnih cesta*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.
29. Lipovac K.: *Bezbednost saobraćaja*, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2008.
30. Luburić G.: *Sigurnost cestovnog i gradskog prometa 1*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012.
31. Meyer D., Miller E. J.: *Urban transportation planning, A Decision Oriented Approach*, McGraw – Hill, New York, 2001.
32. Miletić I. A.: *Cestovna raskrižja kao element sigurnosti cestovnog prometa*, završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.
33. Morlok E. K.: *Introduction to transportation engineering and planning*, McGraw – Hill, New York, 1978.
34. Ortuzar J. D., Willumsen L. G.: *Modelling transport*, John Wiley & Sons, Chichester, 1994.
35. Osmin N.: *Upravljanje pomoću svjetlosnih znakova*, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, 2013.
36. Padjen J.: *Osnove prometnog planiranja*, Informator, Zagreb, 1986.
37. Perotić V.: *Prometna tehnika*, Škola za cestovni promet Zagreb, Zagreb, 1995.
38. Rajsman M.: *Osnove tehnologije prometa – gradski promet*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012.
39. Regodić D.: *Logistika*, Univerzitet Singidunum Beograd, Beograd, 2010.
40. Rodrigue J.: *The geography of transport systems*, New York, 2006.
41. Rudolf E.: *Kritični parametri projektiranja garaža*, Građevinar Zagreb, Zagreb, 2013.
42. Stančerić I.: *Cestovna čvorišta*, Građevinski fakultet Zagreb, Zagreb, 2013.
43. Ščukanec A., Babić D.: *Mjerenja, ispitivanja i monitoring na prometnicama*, Dani prometnica 2012, Zagreb, 2013.
44. Šimunić I.: *Prometnice*, Sveučilište Josipa Jurja Štrossmayera u Osijeku, Građevinski fakultet, Osijek, 2004.
45. Toš I.: *Analiza trajnosti retrorefleksije oznaka na kolniku*, 9. internacionalna konferencija Bezbednost saobraćaja u lokalnoj zajednici, Zaječar.
46. Vadjon V., Horvat G.: *Stručni račun za tehniku motornih vozila*, Zagreb, 2006.
47. Zdravković P. S., Stanić B., Milosavljević S.: *Elementi saobraćajnog projektovanja: vertikalna signalizacija*, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2003.
48. Institut prometa i veza Zagreb, *Studija razvoja prometa na području grada Osijeka*.

KRATKI ŽIVOTOPIS

Rođen sam 26.01.1989. godine u Osijeku. Od rođenja živim na adresi Opatijska 1a, naselje Jug II. Pohađao sam Osnovnu školu *Tin Ujević* u razdoblju od 1995 godine do 2003 godine. Nakon Osnovne škole upisujem *Elektrotehničku i prometnu školu Osijeku*, smjer Tehničar za cestovni promet te 2008. godine stječem zvanje Tehničar cestovnog prometa. 2012. godine upisujem *Evropski univerzitet Brčko Distrikt*, Prometni fakultet. Na spomenut fakultetu sam diplomirao 2016. godine, obranivši diplomski rad pod nazivom *Projektiranje gradskih obilaznica sa osvrtom na grad Osijek*. Nakon toga te iste godine na *Evropskom univerzitetu Kallos* u Tuzli upisujem poslijediplomski Prometni studij. Odslušao sam i položio sve ispite, te pristupio izradi ovog magistarskog rada pod naslovom *Upravljanje glavnim prometnim pravcima grada Osijeka*.

SHORT BIOGRAPHY

I was born on 26.01.1989. In Osijek. From birth I live at Opatijska 1a, settlement Jug II. I attended Elementary School Tin Ujevic from 1995 to 2003. After elementary school I enroll the Electrical Engineering and Traffic School in Osijek, the direction of Technician for road traffic. In 2008 I earned the title Technician of road traffic. In 2012, I enroll the European University of Brcko District, Faculty of Traffic. I graduated in the mentioned faculty in 2016, defending a graduate thesis entitled *Designing City Bypasses with a look at the city of Osijek*. After that this year I enrolled in Postgraduate Traffic Studies at the European University of Kallos in Tuzla. I have resigned and passed all the exams, and I started making this master's thesis under the title of *Managing the main traffic directions of the city of Osijek*.

PRIVITCI

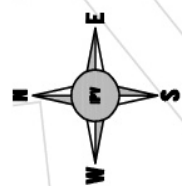
U ovom dijelu magistarskog rada su priloženi radovi, tablice i grafikoni koji su izrađeni dobivanje rezultata istraživanja. Imamo tri dijela pritaka.

- PRIVITAK A
- PRIVITAK B
- PRIVITAK C

PRIVITAK A

U ovom privitku se nalaze nacrti postojećih stanja određenih raskrižja, te moja idejna rješenja poboljšanja raskrižja.

1. Postojeće stanje raskrižja ulice kneza Trpimira i Drinske ulice
2. Idejno rješenje raskrižja ulice kneza Trpimira i Drinske ulice
3. Postojeće stanje raskrižja ulice kneza Trpimira i Vukovarske ulice
4. Idejno rješenje raskrižja ulice kneza Trpimira i Vukovarske ulice
5. Postojeće stanje raskrižja ulice kneza Trpimira i ulice Europske avenije
6. Idejno rješenje raskrižja ulice kneza Trpimira i ulice Europske avenije
7. Proučavana dionica ulice kneza Trpimira, od raskrižja sa ulicom Martina Divalta do raskrižja sa Vukovarskom ulicom, sa idejnim rješenjima
8. Proučavana dionica Vukovarske ulice, od raskrižja sa ulicom Stjepana Radića do raskrižja sa ulicom kneza Trpimira, sa idejnim rješenjima



Kneza Trpimira

Kneza Trpimira

Drinska

Crtež je izrađen u svrhu Magistarskog rada
i ne može se koristiti u druge svrhe

Mjesto izrade:
Osijek

Datum:
02.06.2017.

Postojeće stanje raskrižja ulice kneza Trpimira i Drinske ulice



Evropski univerzitet Kallos
Trg maršala Tita 2A, 75000 Tuzla

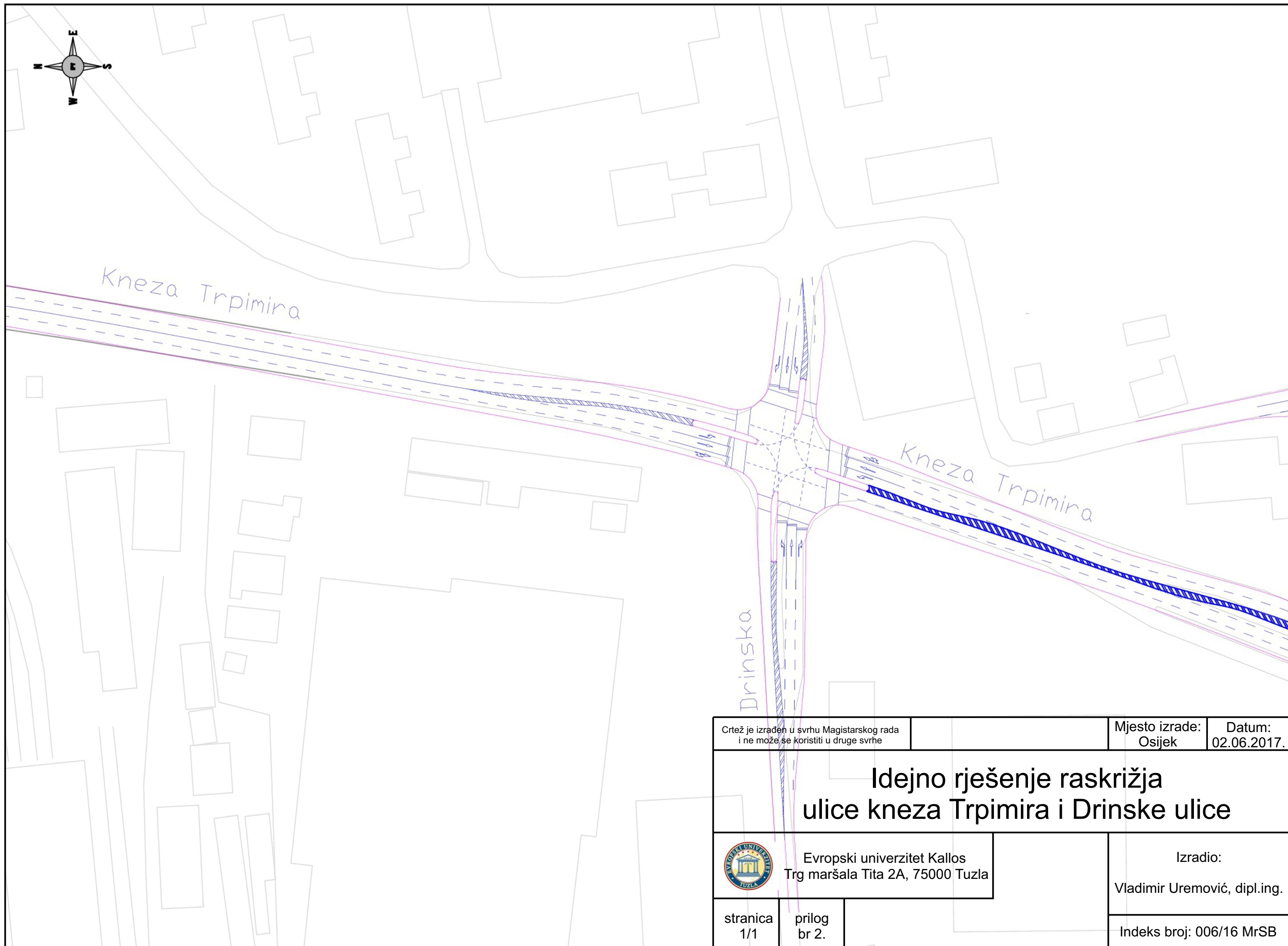
Izradio:

Vladimir Uremović, dipl.ing.

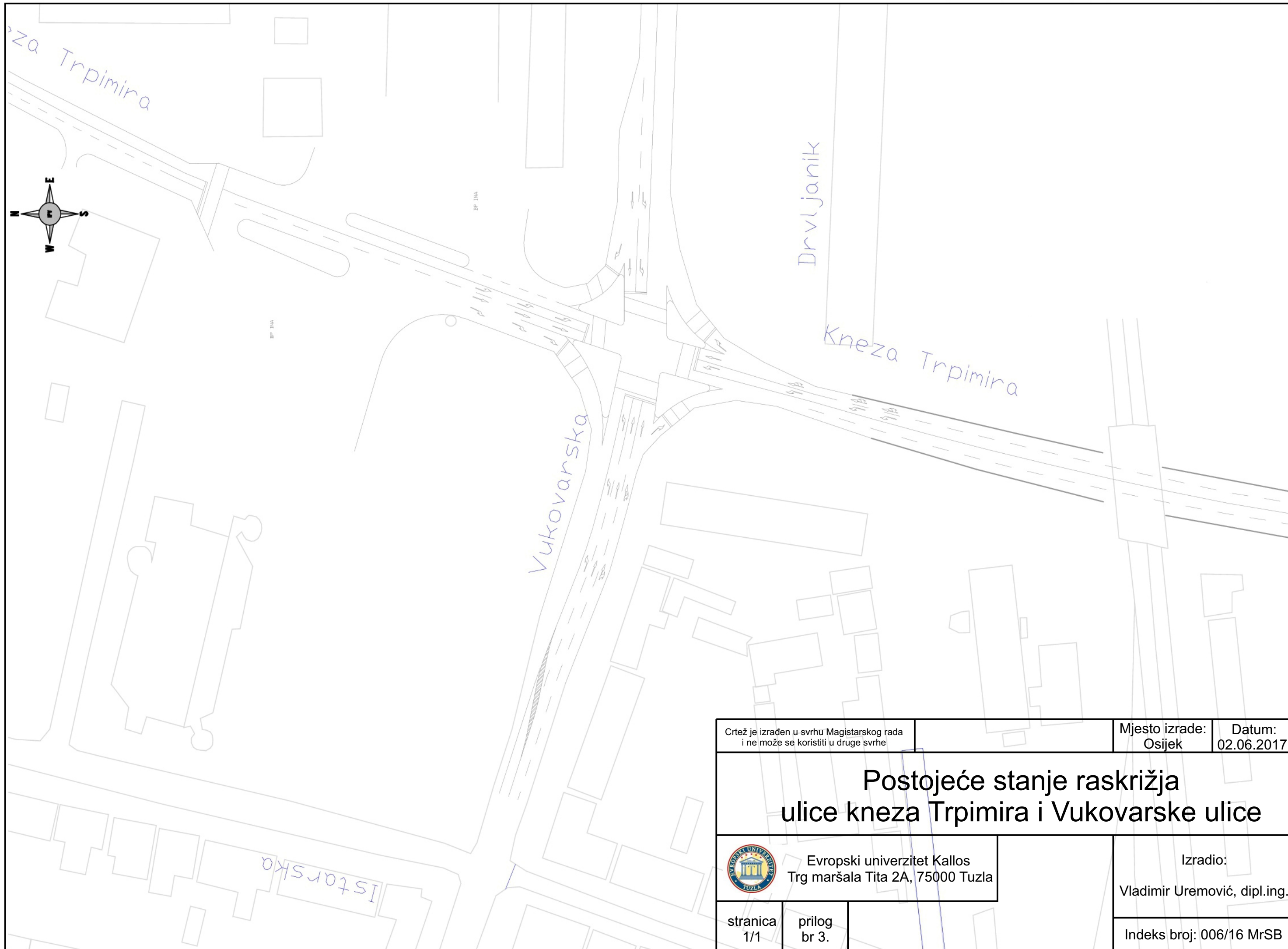
stranica
1/1

prilog
br 1.

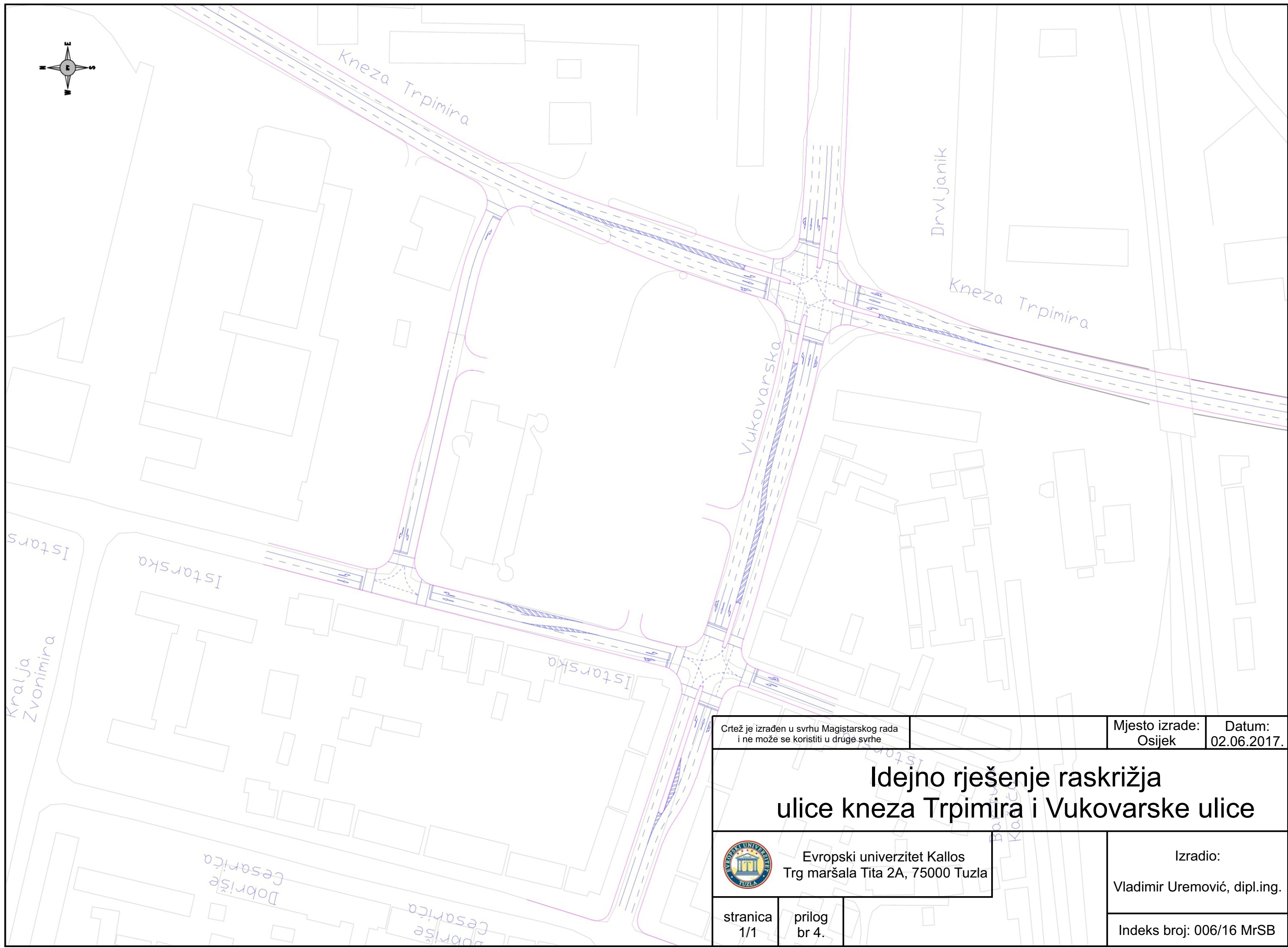
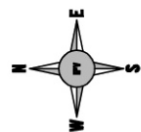
Indeks broj: 006/16 MrSB



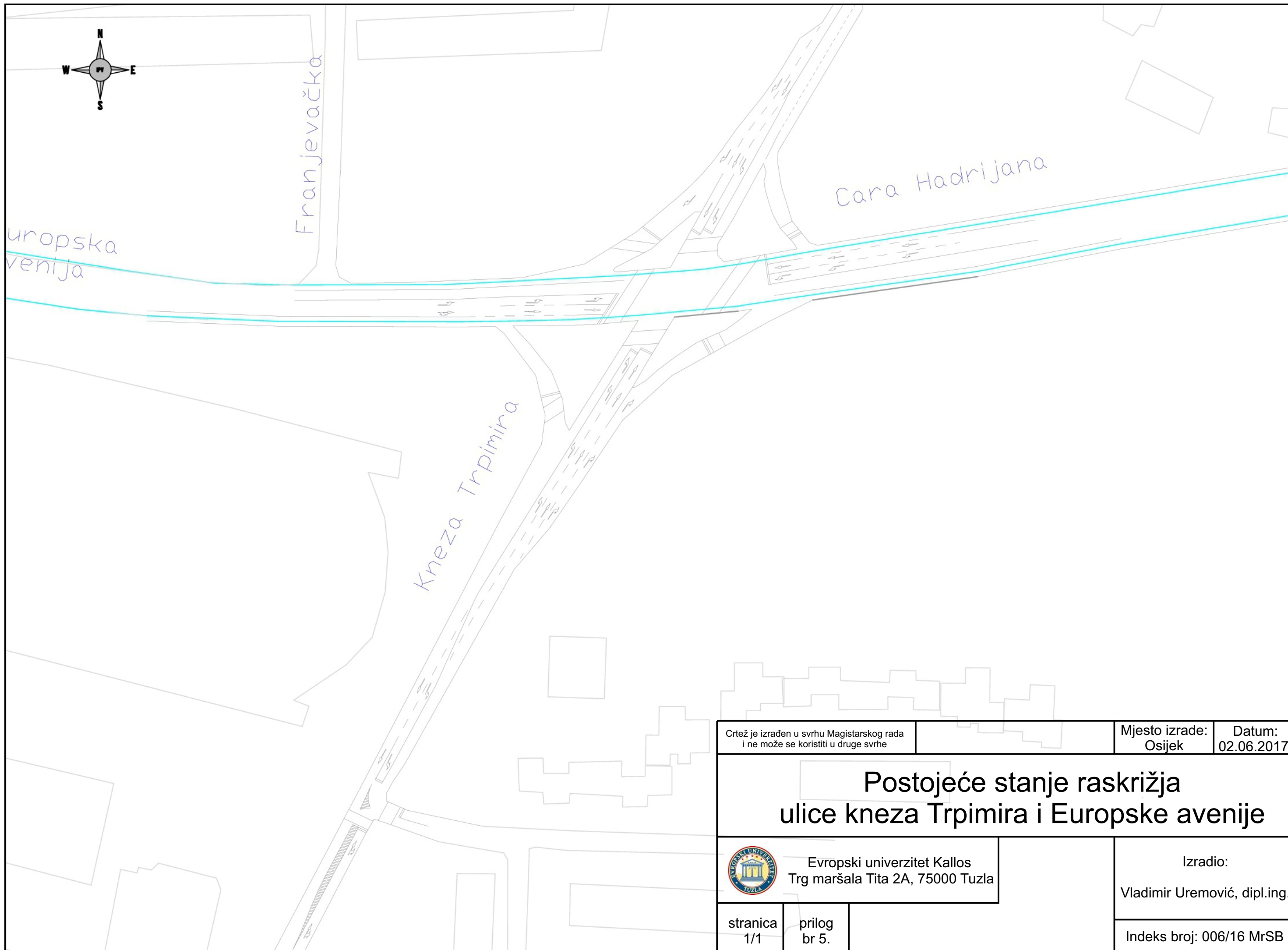
Crtež je izrađen u svrhu Magistarskog rada i ne može se koristiti u druge svrhe		Mjesto izrade: Osijek	Datum: 02.06.2017.
Idejno rješenje raskrižja ulice kneza Trpimira i Drinske ulice			
 Evropski univerzitet Kallos Trg maršala Tita 2A, 75000 Tuzla		Izradio: Vladimir Uremović, dipl.ing.	
stranica 1/1	prilog br 2.	Indeks broj: 006/16 MrSB	



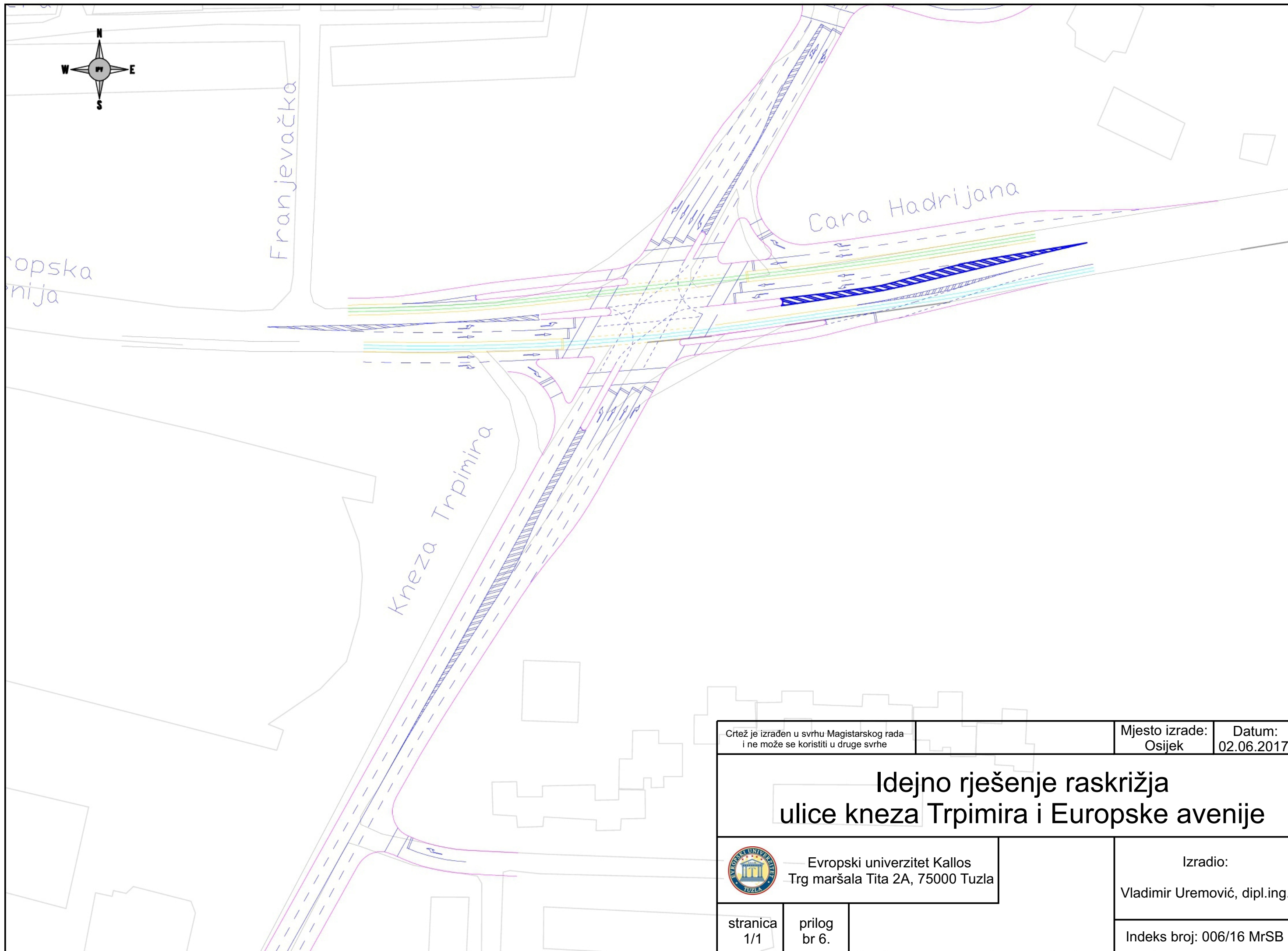
Crtež je izrađen u svrhu Magistarskog rada i ne može se koristiti u druge svrhe		Mjesto izrade: Osijek	Datum: 02.06.2017.
Postojeće stanje raskrižja ulice kneza Trpimira i Vukovarske ulice			
 Evropski univerzitet Kallos Trg maršala Tita 2A, 75000 Tuzla		Izradio: Vladimir Uremović, dipl.ing.	
stranica 1/1	prilog br 3.	Indeks broj: 006/16 MrSB	



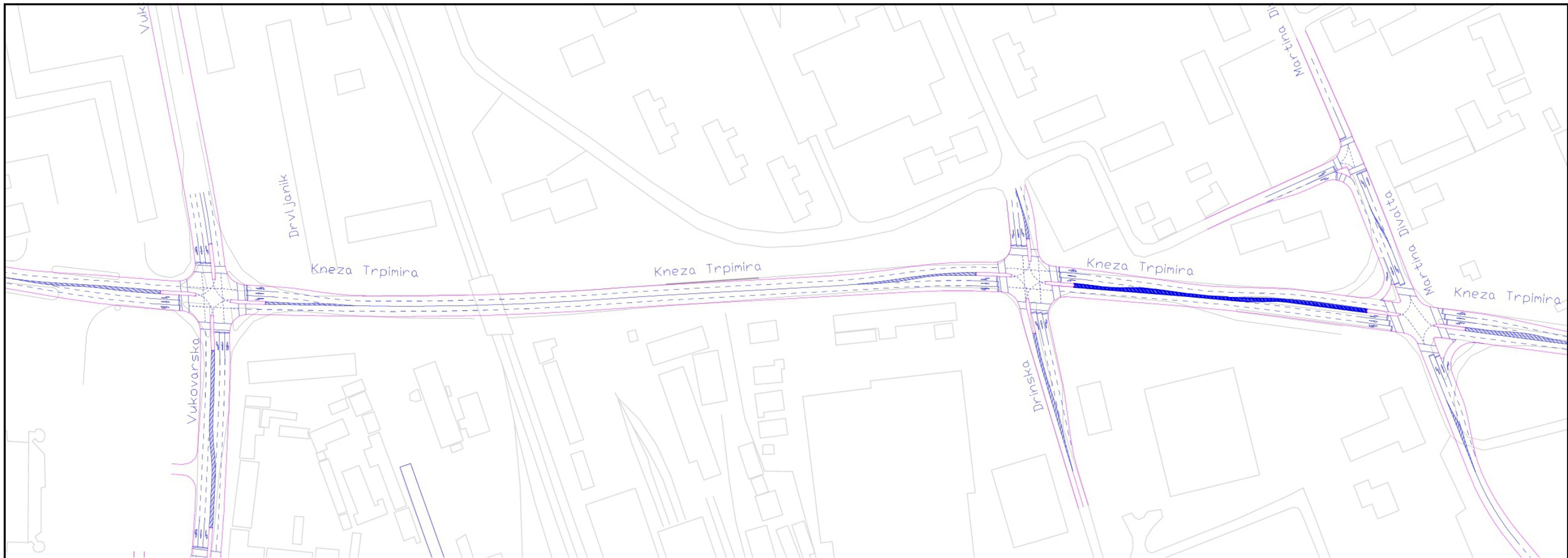
Crtež je izrađen u svrhu Magistarskog rada i ne može se koristiti u druge svrhe		Mjesto izrade: Osijek	Datum: 02.06.2017.
Idejno rješenje raskrižja ulice kneza Trpimira i Vukovarske ulice			
 Evropski univerzitet Kallos Trg maršala Tita 2A, 75000 Tuzla		Izradio: Vladimir Uremović, dipl.ing.	
stranica 1/1	prilog br 4.	Indeks broj: 006/16 MrSB	



Crtež je izrađen u svrhu Magistarskog rada i ne može se koristiti u druge svrhe		Mjesto izrade: Osijek	Datum: 02.06.2017.
Postojeće stanje raskrižja ulice kneza Trpimira i Europske avenije			
 Evropski univerzitet Kallos Trg maršala Tita 2A, 75000 Tuzla		Izradio: Vladimir Uremović, dipl.ing.	
stranica 1/1	prilog br 5.	Indeks broj: 006/16 MrSB	



Crtež je izrađen u svrhu Magistarskog rada i ne može se koristiti u druge svrhe		Mjesto izrade: Osijek	Datum: 02.06.2017.
Idejno rješenje raskrižja ulice kneza Trpimira i Europske avenije			
 Evropski univerzitet Kallos Trg maršala Tita 2A, 75000 Tuzla		Izradio: Vladimir Uremović, dipl.ing.	
stranica 1/1	prilog br 6.	Indeks broj: 006/16 MrSB	



Crtež je izrađen u svrhu Magistarskog rada
i ne može se koristiti u druge svrhe

Mjesto izrade:
Osijek

Datum:
03.06.2017.

Proučavana dionica ulice kneza Trpimira sa idejnim rješenjima



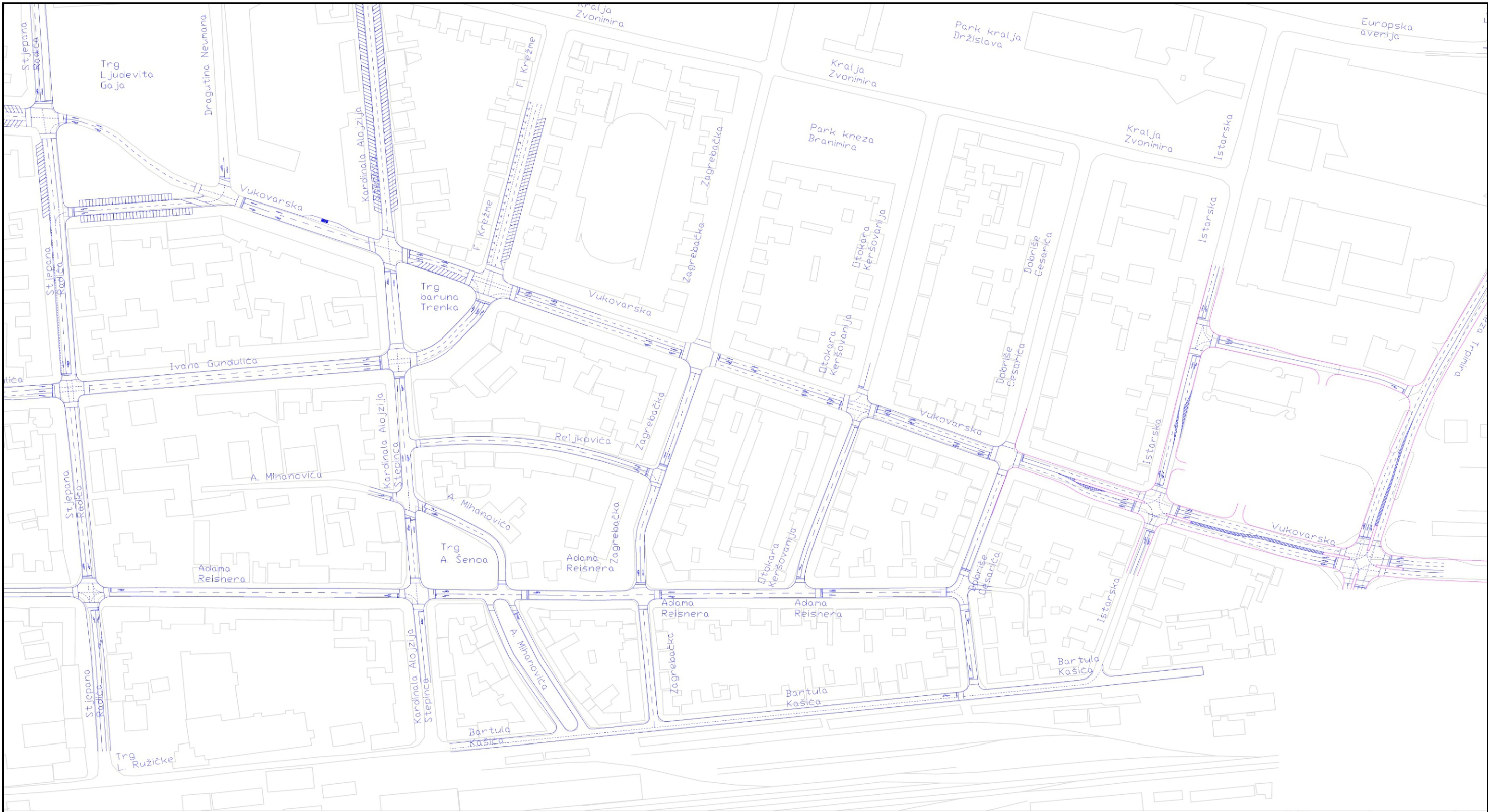
Evropski univerzitet Kallos
Trg maršala Tita 2A, 75000 Tuzla

Izradio:
Vladimir Uremović, dipl.ing.

stranica
1/1

prilog
br 7.

Indeks broj: 006/16 MrSB



Crtež je izrađen u svrhu Magistarskog rada i ne može se koristiti u druge svrhe		Mjesto izrade: Osijek	Datum: 03.06.2017.
Proučavana dionica Vukovarske ulice sa idejnim rješenjima			
 Evropski univerzitet Kallos Trg maršala Tita 2A, 75000 Tuzla		Izradio: Vladimir Uremović, dipl.ing.	
stranica 1/1	prilog br 8.		

PRIVITAK B

U ovom privitku se nalaze podaci brojanja prometa na promatranim raskrižjima.

1. Tablica brojanja prometa na raskrižju ulice kneza Trpimira i Vukovarske ulice
2. Tablica brojanja prometa na raskrižju ulice kneza Trpimira i Drinske ulice
3. Tablica brojanja prometa na raskrižju ulice kneza Trpimira i ulice Martina Divalta
4. Tablica brojanja prometa na raskrižju Vukovarske ulice i ulice Stjepana Radića
5. Tablica brojanja prometa na raskrižju Vukovarske ulice i ulice Alojzija Stepinca
6. Tablica brojanja prometa na raskrižju Vukovarske ulice i ulice Dobriše Cesarića

**Prilog
B/1**

Raskrižje:	Ulica kneza Trpimira i Vukovarska ulica		
Dan:	Utorak	Vremenske prilike:	sunčano
Datum:	09.05.2017.god.		
Satnica:	06:30 - 07:30		Mjerenje izvršio: Vladimir Uremović

			Motor	Putnički automobil	Bus	TERETNA VOZILA		
						LAKA	SREDNJA	TEŠKA
VOZILA	1.1.	↗	4	85	5	3	0	5
	1.2.	↑	8	331	2	6	9	11
	1.3.	↖	6	345	0	0	4	14
	2.1.	↗	2	68	1	0	0	0
	2.2.	↑	0	277	12	1	6	10
	2.3.	↖	2	130	5	1	3	1
	3.1.	↗	0	103	2	1	0	0
	3.2.	↑	2	104	0	0	0	4
	3.3.	↖	0	54	3	1	0	0
	4.1.	↗	2	15	1	1	0	0
	4.2.	↑	0	271	17	3	1	9
	4.3.	↖	2	78	1	0	0	0

			Motor	Putnički automobil	Bus	TERETNA VOZILA		
						LAKA	SREDNJA	TEŠKA
PUTNIČKA AUTO JEDINICA	1.1.	↗	2	85	10	6	0	10
	1.2.	↑	4	331	4	12	18	22
	1.3.	↖	3	345	0	0	8	28
	2.1.	↗	1	68	2	0	0	0
	2.2.	↑	0	277	24	2	12	20
	2.3.	↖	1	130	10	2	6	2
	3.1.	↗	0	103	4	2	0	0
	3.2.	↑	1	104	0	0	0	8
	3.3.	↖	0	54	6	2	0	0
	4.1.	↗	1	15	2	2	0	0
	4.2.	↑	0	271	34	6	2	18
	4.3.	↖	1	78	2	0	0	0

**SATNI REZULTATI U
VOZILIMA I U PAJ**

ukupno (vozila)	ukupno iz prilaza (vozila)	ukupno u prilaz (vozila)	ukupno na prilazu (vozila)
102	838	262	1100
367			
369			
71	519	776	1295
306			
142			
106	274	528	802
110			
58			
19	401	466	867
301			
81			

ukupno (PAJ)	ukupno iz prilaza (PAJ)	ukupno u prilaz (PAJ)	ukupno na prilazu (PAJ)
113	888	265	1153
391			
384			
71	557	824	1381
335			
151			
109	284	562	846
113			
62			
20	432	293	725
331			
81			

Tablicu pregledao: _____

**Prilog
B/2**

Raskrižje:	ulica kneza Trpimira i Drinska ulica		
Dan:	Utorak	Vremenske prilike:	sunčano
Datum:	09.05.2017.god.		
Satnica:	06:30 - 07:30	Mjerenje izvršila: Ivana Uremović	

			Motor	Putnički automobil	Bus	TERETNA VOZILA		
						LAKA	SREDNJA	TEŠKA
VOZILA	1.1.	↗	0	29	0	0	1	0
	1.2.	↑	4	509	3	0	2	3
	1.3.	↖	2	214	2	10	0	3
	2.1.	↗	0	102	4	10	0	1
	2.2.	↑	0	133	0	0	0	0
	2.3.	↖	4	170	2	1	0	0
	3.1.	↗	0	74	0	2	0	0
	3.2.	↑	2	228	2	21	3	20
	3.3.	↖	2	34	0	1	0	0
	4.1.	↗	2	131	1	1	0	0
	4.2.	↑	0	113	2	1	0	0
	4.3.	↖	2	63	2	0	0	0

			Motor	Putnički automobil	Bus	TERETNA VOZILA		
						LAKA	SREDNJA	TEŠKA
PUTNIČKA AUTO JEDINICA	1.1.	↗	0	29	0	0	2	0
	1.2.	↑	2	509	6	0	4	6
	1.3.	↖	1	214	4	20	0	6
	2.1.	↗	0	102	8	20	0	2
	2.2.	↑	0	133	0	0	0	0
	2.3.	↖	2	170	4	2	0	0
	3.1.	↗	0	74	0	4	0	0
	3.2.	↑	1	228	4	42	6	40
	3.3.	↖	1	34	0	2	0	0
	4.1.	↗	1	131	2	2	0	0
	4.2.	↑	0	113	4	2	0	0
	4.3.	↖	1	63	4	0	0	0

**SATNI REZULTATI U
VOZILIMA I U PAJ**

ukupno (vozila)	ukupno iz prilaza (vozila)	ukupno u prilaz (vozila)	ukupno na prilazu (vozila)
30	782	459	1105
549			
231			
117	427	428	855
133			
177			
81	427	838	1100
276			
70			
135	318	233	551
116			
67			

ukupno (PAJ)	ukupno iz prilaza (PAJ)	ukupno u prilaz (PAJ)	ukupno na prilazu (PAJ)
31	803	521	1324
527			
245			
132	443	442	885
133			
178			
78	456	841	1297
321			
57			
136	323	221	544
119			
68			

Tablicu pregledao: _____

**Prilog
B/3**

Raskrižje:	ulica kneza Trpimira i Divaltova ulica		
Dan:	Utorak	Vremenske prilike:	sunčano
Datum:	09.05.2017.god.		
Satnica:	06:30 - 07:30	Mjerenje izvršio: Ivica Buljević	

			Motor	Putnički automobil	Bus	TERETNA VOZILA		
						LAKA	SREDNJA	TEŠKA
VOZILA	1.1.	↗	0	91	2	1	1	0
	1.2.	↑	6	525	3	7	3	6
	1.3.	↖	0	54	0	8	0	10
	2.1.	↗	0	24	0	6	0	0
	2.2.	↑	0	46	0	3	3	0
	2.3.	↖	0	53	0	1	0	0
	3.1.	↗	2	21	0	1	0	3
	3.2.	↑	0	188	4	20	1	18
	3.3.	↖	2	185	4	10	2	0
	4.1.	↗	0	174	2	2	0	0
	4.2.	↑	0	69	0	8	0	0
	4.3.	↖	0	97	0	0	0	0

			Motor	Putnički automobil	Bus	TERETNA VOZILA		
						LAKA	SREDNJA	TEŠKA
PUTNIČKA AUTO JEDINICA	1.1.	↗	0	91	4	2	2	0
	1.2.	↑	3	525	6	14	6	12
	1.3.	↖	0	54	0	16	0	20
	2.1.	↗	0	24	0	12	0	0
	2.2.	↑	0	46	0	6	6	0
	2.3.	↖	0	53	0	2	0	0
	3.1.	↗	1	21	0	2	0	6
	3.2.	↑	0	188	8	40	2	36
	3.3.	↖	1	185	8	20	4	0
	4.1.	↗	0	174	4	4	0	0
	4.2.	↑	0	69	0	16	0	0
	4.3.	↖	0	97	0	0	0	0

**SATNI REZULTATI U
VOZILIMA I U PAJ**

ukupno (vozila)	ukupno iz prilaza (vozila)	ukupno u prilaz (vozila)	ukupno na prilazu (vozila)
95	717	358	1075
550			
72			
30	136	176	312
52			
54			
27	459	752	1211
231			
201			
148	322	348	670
77			
97			

ukupno (PAJ)	ukupno iz prilaza (PAJ)	ukupno u prilaz (PAJ)	ukupno na prilazu (PAJ)
99	755	407	1162
566			
90			
36	149	205	354
58			
55			
30	522	803	1325
274			
218			
182	364	375	739
85			
97			

Tablicu pregledao: _____

**Prilog
B/4**

Raskrižje:	Vukovarska ulica, ulica Stjepana Radića i ulica Hrvatske Republike		
Dan:	Utorak	Vremenske prilike:	sunčano
Datum:	09.05.2017.god.		
Satnica:	06:30 - 07:30	Mjerenje izvršila: Jelena Radanović	

			Motor	Putnički automobil	Bus	TERETNA VOZILA			TRAMVAJ
						LAKA	SREDNJA	TEŠKA	
VOZILA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.2.	↑	0	98	0	3	3	0	5
	1.3.	↖	0	25	0	1	0	0	0
	2.1.	↗	0	0	13	0	0	0	0
	2.2.	↑	0	79	16	3	0	0	0
	2.3.	↖	0	13	0	0	0	0	0
	3.1.	↗	0	73	1	0	0	0	0
	3.2.	↑	0	49	5	0	0	0	0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.1.	↗	0	55	0	0	2	0	0
4.2.	↑	0	124	19	1	0	0	0	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	

			Motor	Putnički automobil	Bus	TERETNA VOZILA			TRAMVAJ
						LAKA	SREDNJA	TEŠKA	
PUTNIČKA AUTO JEDINICA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.2.	↑	0	98	0	6	6	0	10
	1.3.	↖	0	25	0	2	0	0	0
	2.1.	↗	0	0	26	0	0	0	0
	2.2.	↑	0	79	32	6	0	0	0
	2.3.	↖	0	13	0	0	0	0	0
	3.1.	↗	0	73	2	0	0	0	0
	3.2.	↑	0	49	10	0	0	0	0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.1.	↗	0	55	0	0	4	0	0
	4.2.	↑	0	124	38	2	0	0	0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**SATNI REZULTATI U
VOZILIMA I U PAJ**

ukupno (vozila)	ukupno iz prilaza (vozila)	ukupno u prilaz (vozila)	ukupno na prilazu (vozila)
-	130	67	197
104			
26			
13	124	244	368
98			
13			
74	128	174	302
54			
-			
57	201	98	299
144			
-			

ukupno (PAJ)	ukupno iz prilaza (PAJ)	ukupno u prilaz (PAJ)	ukupno na prilazu (PAJ)
-	147	85	232
120			
27			
26	156	266	422
117			
13			
75	134	188	322
59			
-			
55	219	117	336
164			
-			

Tablicu pregledao: _____

**Prilog
B/5**

Raskrižje:	Vukovarska ulica i ulica Alojzija Stepinca		
Dan:	Utorak	Vremenske prilike:	sunčano
Datum:	09.05.2017.god.		
Satnica:	06:30 - 07:30		Mjerenje izvršio: Miroslav Uremović

			Motor	Putnički automobil	Bus	TERETNA VOZILA		
						LAKA	SREDNJA	TEŠKA
VOZILA	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.2.	↑	0	131	0	1	0	0
	1.3.	↖	0	40	0	0	0	0
	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.2.	↑	2	67	18	0	2	0
	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.1.	↗	0	21	0	1	0	0
	3.2.	↑	0	61	0	0	4	0
	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.1.	↗	0	80	0	1	0	0
	4.2.	↑	0	231	15	5	0	0
	-	-	-	-	-	-	-	-

			Motor	Putnički automobil	Bus	TERETNA VOZILA		
						LAKA	SREDNJA	TEŠKA
PUTNIČKA AUTO JEDINICA	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.2.	↑	0	131	0	2	0	0
	1.3.	↖	0	40	0	0	0	0
	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.2.	↑	1	67	36	0	4	0
	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.1.	↗	0	21	0	2	0	0
	3.2.	↑	0	61	0	0	8	0
	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.1.	↗	0	80	0	2	0	0
	4.2.	↑	0	231	30	10	0	0
	-	-	-	-	-	-	-	-

**SATNI REZULTATI U
VOZILIMA I U PAJ**

ukupno (vozila)	ukupno iz prilaza (vozila)	ukupno u prilaz (vozila)	ukupno na prilazu (vozila)
-	172	65	237
132			
40			
-	89	313	402
89			
-			
22	87	213	300
65			
-			
81	332	89	421
251			
-			

ukupno (PAJ)	ukupno iz prilaza (PAJ)	ukupno u prilaz (PAJ)	ukupno na prilazu (PAJ)
-	173	61	234
133			
40			
-	104	334	439
104			
-			
23	84	215	299
61			
-			
82	353	104	457
271			
-			

Tablicu pregledao: _____

**Prilog
B/6**

Raskrižje:	Vukovarska ulica i ulica Dobriše Cesarića		
Dan:	Utorak	Vremenske prilike:	sunčano
Datum:	09.05.2017.god.		
Satnica:	06:30 - 07:30	Mjerenje izvršio: Boris Anić	

		Motor	Putnički automobil	Bus	TERETNA VOZILA			
					LAKA	SREDNJA	TEŠKA	
VOZILA	1.1.	↗	0	98	11	5	2	0
	1.2.	↑	0	38	1	0	0	0
	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.1.	↗	0	4	0	0	0	0
	2.2.	↑	2	323	12	10	2	0
	-	-	-	-	-	-	-	-
	3. JEDNOSMJERNA ULICA							
	4.1.	↗	0	32	0	0	0	0
	4.2.	↑	0	613	18	10	0	6
	4.3.	↘	0	219	8	5	0	0

		Motor	Putnički automobil	Bus	TERETNA VOZILA			
					LAKA	SREDNJA	TEŠKA	
PUTNIČKA AUTO JEDINICA	1.1.	↗	0	98	22	10	4	0
	1.2.	↑	0	38	2	0	0	0
	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.1.	↗	0	4	0	0	0	0
	2.2.	↑	1	323	24	20	4	0
	-	-	-	-	-	-	-	-
	3. JEDNOSMJERNA ULICA							
	4.1.	↗	0	32	0	0	0	0
	4.2.	↑	0	613	36	20	0	12
	4.3.	↘	0	219	16	10	0	0

**SATNI REZULTATI U
VOZILIMA I U PAJ**

ukupno (vozila)	ukupno iz prilaza (vozila)	ukupno u prilaz (vozila)	ukupno na prilazu (vozila)
106	145	236	381
39			
-			
4	353	641	994
349			
-			
-	71	71	71
-			
-			
32	905	455	1360
641			
232			

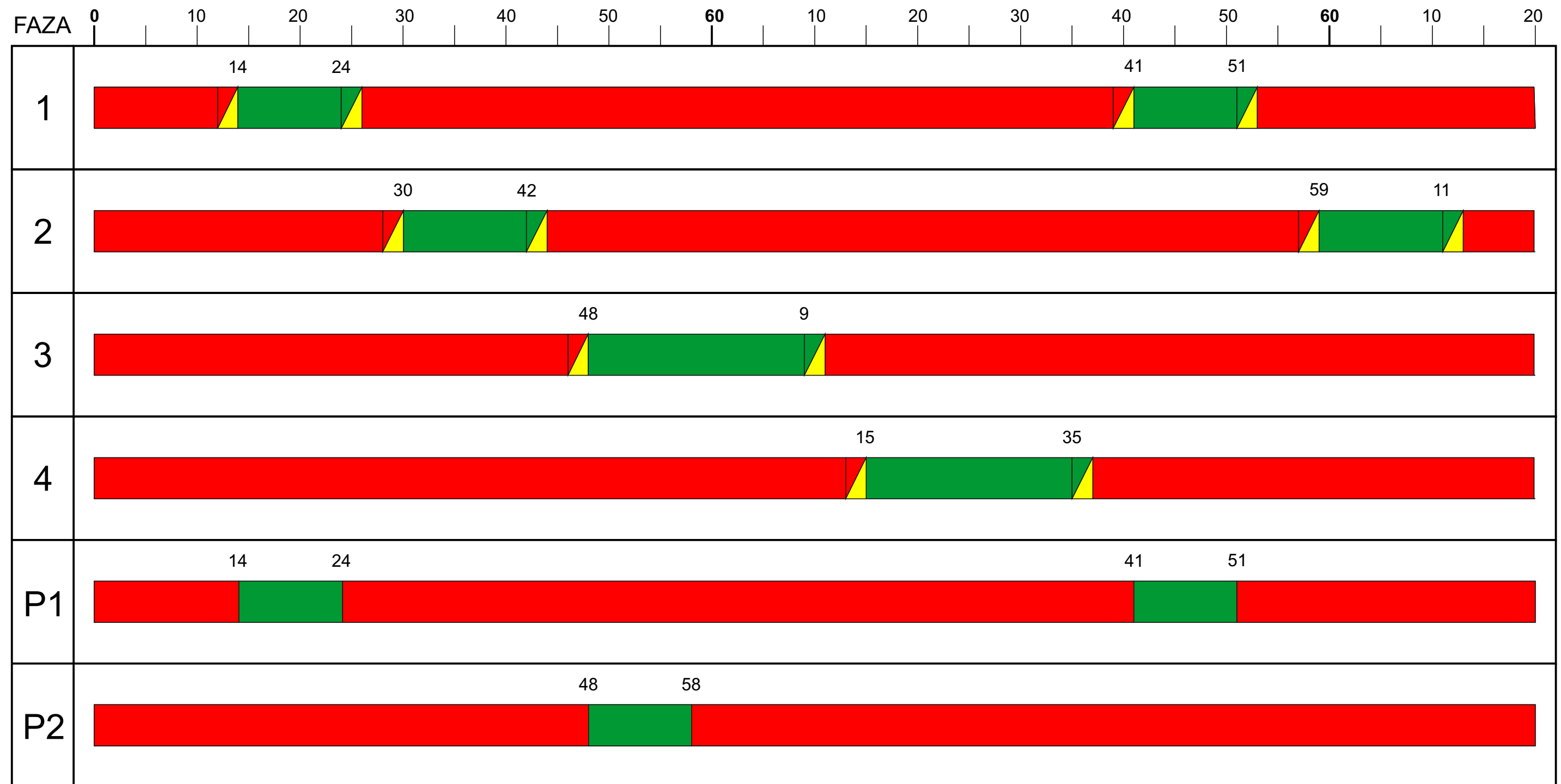
ukupno (PAJ)	ukupno iz prilaza (PAJ)	ukupno u prilaz (PAJ)	ukupno na prilazu (PAJ)
134	174	249	423
40			
-			
4	372	681	1053
372			
-			
-	72	72	72
-			
-			
32	958	506	1464
681			
245			

Tablicu pregledao: _____

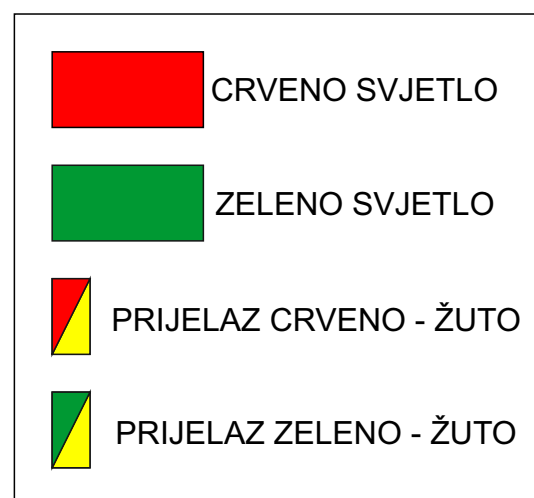
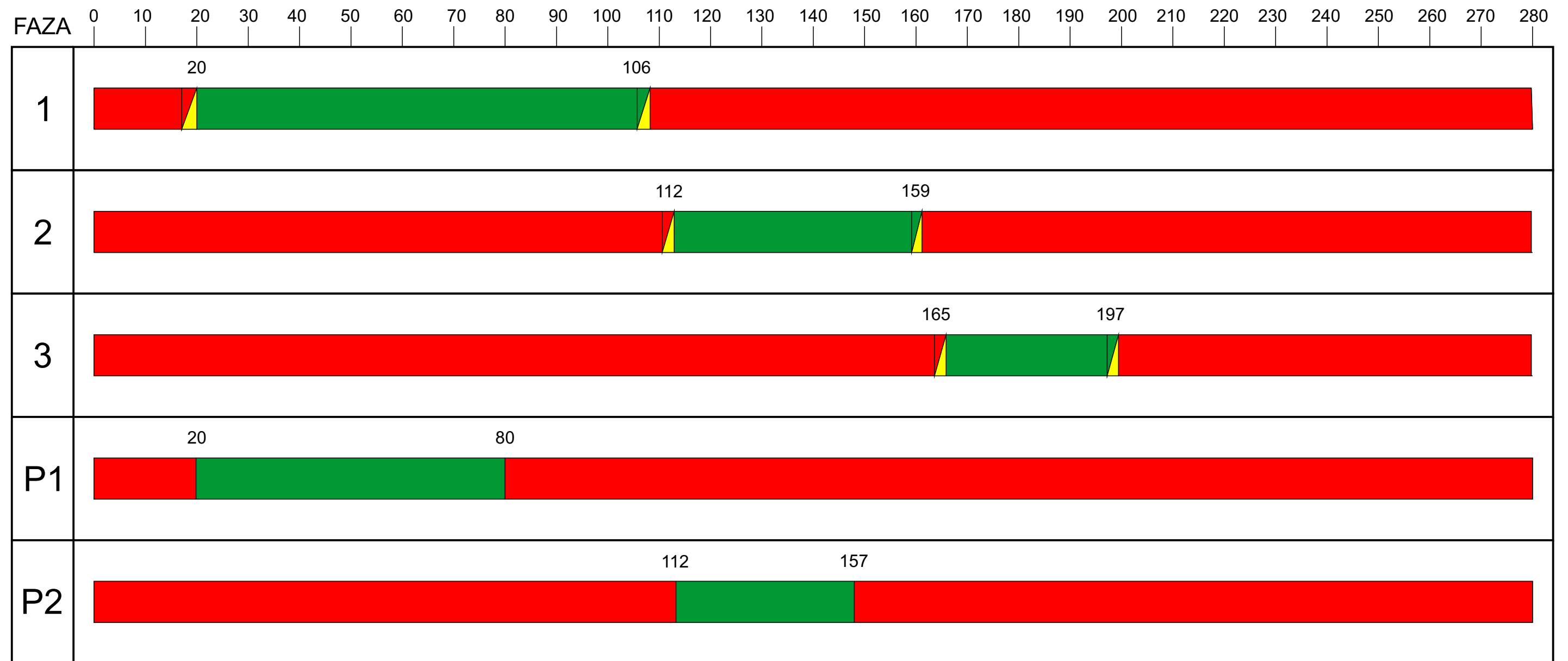
PRIVITAK C

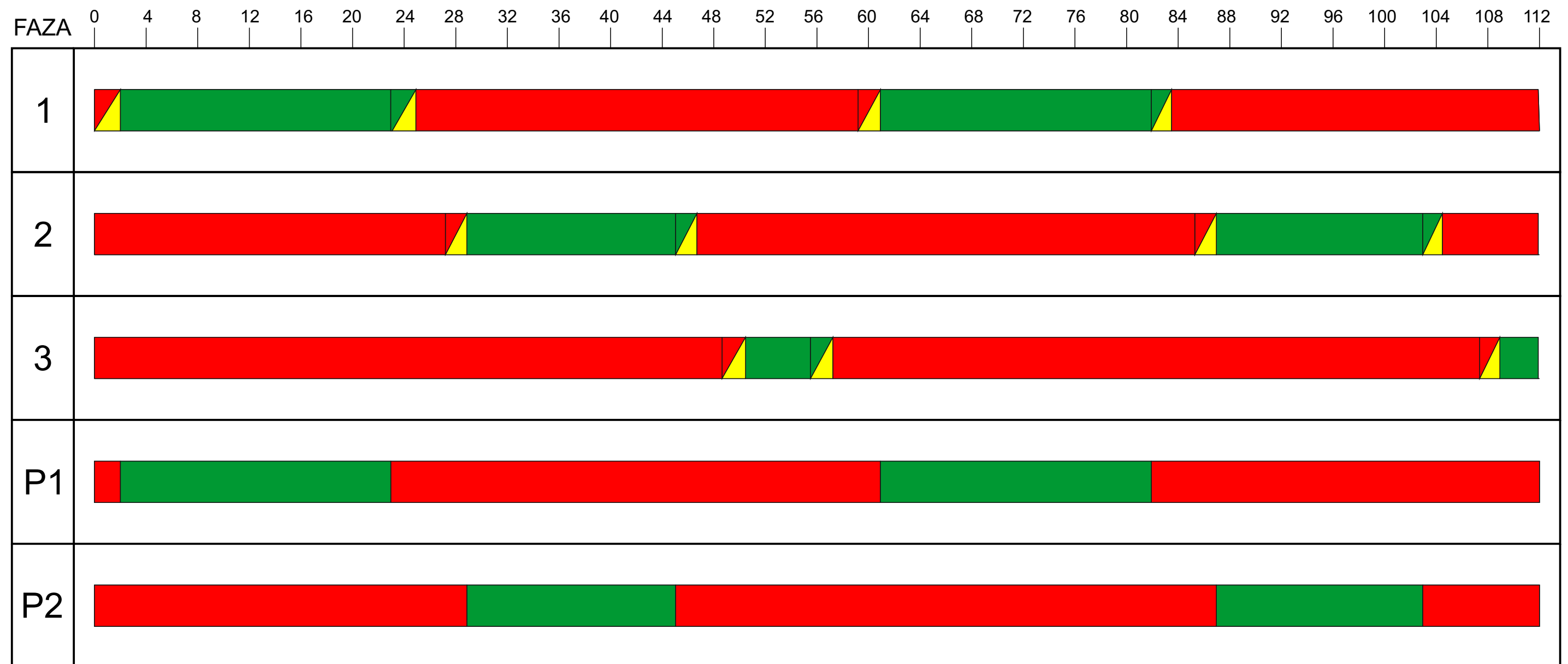
U ovom privitku se nalaze grafički prikazi signalnih planova na proučavanim raskrižjima.

1. Grafički prikaz signalnog plana raskrižja ulice kneza Trpimira i Vukovarske ulice
2. Grafički prikaz signalnog plana raskrižja ulice kneza Trpimira i Drinske ulice
3. Grafički prikaz signalnog plana raskrižja ulice kneza Trpimira i ulice Martina Divalta



Crtež je izrađen u svrhu Magistarskog rada i ne može se koristiti u druge svrhe		Mjesto izrade: Osijek	Datum: 06.06.2017.
Grafički prikaz faza raskrižja Vukovarske ulice i ulice kneza Trpimira			
Evropski univerzitet Kallos Trg maršala Tita 2A, 75000 Tuzla		Izradio: Vladimir Uremović, dipl.ing.	
stranica 1/1	prilog C1	Indeks broj: 006/16 MrSB	





Crtež je izrađen u svrhu Magistarskog rada i ne može se koristiti u druge svrhe		Mjesto izrade: Osijek	Datum: 06.06.2017.
Grafički prikaz faza raskrižja ulice kneza Trpimira i Divaltove ulice			
 Evropski univerzitet Kallos Trg maršala Tita 2A, 75000 Tuzla		Izradio: Vladimir Uremović, dipl.ing.	
stranica 1/1	prilog C3	Indeks broj: 006/16 MrSB	