

Prostorno - promenta studija Ul. Oranice na dionici Kožinčev put - Ul. I. B. Mažuranić u Zagrebu

Antić, Antonio

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:237:240341>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-10**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Civil Engineering,
University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Antonio Antić

**PROSTORNO-PROMETNA STUDIJA ULICE
ORANICE NA DIONICI KOŽINČEV PUT - ULICA
IVANE BRLIĆ MAŽURANIĆ U ZAGREBU**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2024



Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Antonio Antić

**PROSTORNO-PROMETNA STUDIJA ULICE
ORANICE NA DIONICI KOŽINČEV PUT - ULICA
IVANE BRLIĆ MAŽURANIĆ U ZAGREBU**

DIPLOMSKI RAD

Mentor

Izv. prof. dr. sc. Maja Ahac

Zagreb, 2024



University of Zagreb

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Antonio Antić

**SPATIAL AND TRANSPORT STUDY OF
ORANICE ST. ON SECTION KOŽINČEV PUT - I.
B. MAŽURANIĆ ST. IN ZAGREB**

MASTER THESIS

Supervisor

Assoc. prof. dr. sc. Maja Aha

Zagreb, 2024



OBRAZAC 3

POTVRDA O POZITIVNOJ OCJENI PISANOG DIJELA DIPLOMSKOG RADA

Student/ica :

Antonio Antić	0082062758
(Ime i prezime)	(JMBAG)

zadovoljio/la je na pisanom dijelu diplomskog rada pod naslovom:

Prostorno-prometna studija Ul. Oranice na dionici Kožinčev put - Ul. I. B. Mažuranić u Zagrebu
(Naslov teme diplomskog rada na hrvatskom jeziku)

Spatial and transport study of Oranice St. on section Kožinčev put - I. B. Mažuranić St. in Zagreb
(Naslov teme diplomskog rada na engleskom jeziku)

i predlaže se provođenje daljnjeg postupka u skladu s Pravilnikom o završnom ispitu i diplomskom radu Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta.

Pisani dio diplomskog rada izrađen je u sklopu znanstvenog projekta: (upisati ako je primjenjivo)

-
(Naziv projekta, šifra projekta, voditelj projekta)

Pisani dio diplomskog rada izrađen je u sklopu stručne prakse na Fakultetu: (upisati ako je primjenjivo)

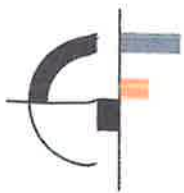
-
(Ime poslodavca, datum početka i kraja stručne prakse)

Datum: 18. rujna 2024.

Mentor: Izv. prof. sr. sc. Maja Ahac

Potpis mentora:

Komentor: -



OBRAZAC 5

IZJAVA O IZVORNOSTI RADA

Ja:

ANTONIO ANTIĆ, 0162 729 6714

(Ime i prezime, JMBAG)

student/ica Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta ovim putem izjavljujem da je moj pisani dio diplomskog rada pod naslovom:

PROSTORNO-PROMETNA STUDIJA VL. OFANICE NA DIONICI KOŽIČEV PUT - VL. I. B. MAŽURANIĆ U ZAGREBU

(Naslov teme diplomskog rada na hrvatskom jeziku)

izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam koristio/la drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

Datum:

18.9.2024.

Potpis:

Antonio Antić



OBRAZAC 6

IZJAVA O ODOBRENJU ZA POHRANU I OBJAVU PISANOG DIJELA DIPLOMSKOG RADA

Ja:

ANTONIO ANTIĆ, 01627296714
(Ime i prezime, OIB)

ovom izjavom potvrđujem da sam autor/ica predanog pisanog dijela diplomskog rada i da sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti odgovara sadržaju dovršenog i obranjenog pisanog dijela diplomskog rada pod naslovom:

PROSTORNO-PROMETNA STUDIJA UL. ORAMICE NA DIONICI KOŽIČEV PUT - UL. I. B. MAŽURANIĆ U ZAGREBU

(Naslov teme diplomskog rada na hrvatskom jeziku)

koji je izrađen na sveučilišnom diplomskom studiju Građevinarstvo Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta pod mentorstvom:

IZV. PROF. SR. SC. MAJA AHAC

(Ime i prezime mentora)

i obranjen dana:

26.9.2024.

(Datum obrane)

Suglasan/suglasna sam da pisani dio diplomskog rada u cijelosti bude javno dostupan, te da se trajno pohrani u digitalnom repozitoriju Građevinskog fakulteta, repozitoriju Sveučilišta u Zagrebu te nacionalnom repozitoriju.

Datum:

18.9.2024.

Potpis:

Antonio Antić

ZAHVALE

Odabrao sam ovu temu jer sam kao mali svaki dan putem do škole morao prelaziti preko ulice Oranice. Od svojih sam roditelja dobio uputu da moram biti vrlo oprezan prilikom prelaska iste. Od mladih dana gledam tu ulicu i razmišljam što je potrebno napraviti kako bi ta ulica bila sigurnija te kako da se poveća protočnost zbog smanjenja velikih uzastopnih kolona vozila koje su nastajale. Ukoliko nisam išao pješke, roditelji bi me vozili. Svaki put prilikom kretanja u školu vodili bi računa da moramo krenuti ranije zato što je u velikom broju slučajeva na ulici Oranice bila velika kolona. Dolazili smo iz smjera Medarske ulice te smo se morali uključiti na Ulicu Oranice. Teško se bilo uključiti na tom nesemaforiziranom raskrižju te je potrebna milost velike količine vozača koji prilaze Ulicom Oranice da te propuste bez obzira što oni prometuju glavnom cestom.

Htio bi se zahvaliti svojoj obitelji i prijateljima koji su mi pomogli u prikupljanju podataka tako što su zajedno sa mnom brojali prolazak vozila kroz raskrižje. To su: Dražen Antić, Filipa Antić, Marica Antić, Ante Hajduk, Ivan Vukosav i Sara Tržan.

Također, htio bi se zahvaliti svojoj mentorici koja mi je bila pristupačna i dostupna za odgovore na sva moja pitanja. Kad god sam trebao pomoć profesorica je bila susretljiva i u najkraćem mogućem roku organizirala sastanak na kojemu bi sve potrebne informacije razjasnili. Hvala Vam, Izv. prof. dr. sc. Maja Ahac.

SAŽETAK

U diplomskom radu izrađena je prostorno-prometna studiju Ul. Oranice na dionici Kožinčev put - Ul. I. B. Mažuranić u Zagrebu. Analiza sadašnjeg stanja prometnih sustava i infrastrukture na dionici te planiranog prostornog i prometnog uređenja pod-dionica i čvorova izrađena je na temelju terenskih mjerenja obilježja prometnih tokova i infrastrukture. Postojeće karakteristike i učinak prijedloga poboljšanja infrastrukture i organizacije prometa iskazane su proračunom razina uslužnosti prema Highway Capacity Manual-u. Nakon analize postojećeg stanja predloženo je šest mjera kojima bi se poboljšala razina usluge raskrižja te propusna moć dionice u cjelini. Simulacijom njihove primjene i ponovnim proračunom njihovog pojedinačnog te, u konačnici, zajedničkog učinka na propusnost dionice, utvrđeno je da se provedbom relativno malih građevinskih i prometno-tehnoloških zahvata na privozima čvorišta može znatno poboljšati propusna moć i razina usluge.

Ključne riječi: dionica ulice; analiza razine usluge; propusna moć; trokraka raskrižja; mjere poboljšanja.

SUMMARY

In the master thesis, a spatial and traffic study of Oranice St. on the section Kožinčev put - I. B. Mažuranić in Zagreb. The analysis of the current state of traffic systems and infrastructure on the section and the planned spatial and traffic arrangement of subsections and nodes was made based on field measurements of the characteristics of traffic flows and infrastructure. The existing characteristics and effects of proposals for improving infrastructure and traffic organization are shown by the calculation of levels of service according to the Highway Capacity Manual. After analyzing the current situation, six measures were proposed to improve the intersections levels of service of and the capacity of the section as a whole. By simulating their application and recalculating their individual and, ultimately, joint effect on the section's capacity, it was determined that implementing relatively small construction and traffic-technological interventions on the node approaches can significantly improve the section's capacity and service level.

Key words: street section; level of service analysis; section capacity; three-leg intersection; improvement measures.

SADRŽAJ

ZAHVALE (NEOBAVEZNO)	i
SAŽETAK	ii
SUMMARY	iii
SADRŽAJ	iv
1 UVOD	1
2 METODOLOGIJA ANALIZE	5
2.1 Semaforizirana raskrižja.....	5
2.2 Nesemaforizirana raskrižja.....	14
3 ULAZNI PODACI I PRETPOSTAVKE PRORAČUNA	24
3.1 Geometrija raskrižja.....	24
3.1.1 Raskrižje A.....	24
3.1.2 Raskrižje B.....	27
3.1.3 Raskrižje C.....	30
3.2 Promet na raskrižju.....	33
3.3 Uvjetna homogenizacija toka.....	37
3.4 Faktor vršnog sata (PHF) i 15-minutni protok (vp)	39
3.5 Plan rada semafora.....	42
3.6 Pretpostavke proračuna.....	44
4 Postojeća prometno – prostorna situacija	45
5 Planirano prometno – prostorna situacija	47
5.1 Mjera 1	47
5.2 Mjera 2	48
5.3 Mjera 3	50
5.4 Mjera 4	53
5.5 Mjera 5	56
5.6 Mjera 6	58
6 ZAKLJUČAK	62
POPIS LITERATURE	67
POPIS SLIKA	68
POPIS TABLICA	70
PRILOZI	71

PRILOG A – Proračun razina usluge postojećeg stanja	72
PRILOG B – Proračun razina usluge nakon provođenja Mjere 1	76
PRILOG C – Proračun razina usluge nakon provođenja Mjere 2.....	80
PRILOG D – Proračun razina usluge nakon provođenja Mjere 3	84
PRILOG E – Proračun razina usluge nakon provođenja Mjere 4.....	88
PRILOG F – Proračun razina usluge nakon provođenja Mjere 5.....	92
PRILOG G – Proračun razina usluge nakon provođenja Mjere 6	96
PRILOG H – Grafički prilozi	100

1 UVOD

Ulica Oranice nalazi se u zapadnom dijelu grada Zagreba. Pruža se u smjeru sjever-jug, istočnim dijelom gradske četvrti Stenjevec, prateći tok potoka Vrapčak koji tvori prirodnu granicu mjesnih odbora Malešnica, Špansko i Vrapče (slika 1). Riječ je o dvotračnoj dvosmjernoj ulici s obostranim pješačkim hodnicima. Povezuje Ulicu Ilicu na sjeveru sa Zagrebačkom cestom tj. Zagrebačkom avenijom na jugu grada uzvodno od rijeke Save, a to su prema prometnom opterećenju jedne od najopterećenijih gradskih ulica.

Dodatno, Ulica Oranice jedna je malobrojnih ulica u ovom dijelu grada koja transverzalno povezuje područja sjeverno i južno od željezničke pruge za međunarodni promet M101 Državna granica – Savski Marof – Zagreb Glavni kolodvor. U širem području promatranja, uz Ulicu Oranice, ulice koje također omogućuju prelazak željezničke pruge M101 su Ulica Velimira Škorpika (prijelaz udaljen 3,8 km od Ulice Oranice prema zapadu), Zagrebačka ulica (prijelaz udaljen 2 km od Ulice Oranice prema istoku) i Selska cesta (prijelaz udaljen 2,7 km od Ulice Oranice prema istoku). Zbog relativno velikih udaljenosti između pružnih prijelaza kao i činjenice da je riječ o glavnim tranzitnim prometnicama, na njima često dolazi do prometnih gužvi i zastoja, pogotovo u vršnim jutarnjim i popodnevnim satima.



Slika 1. Prometna mreža zapadnog dijela Grada Zagreba [1]

Velik prometni značaj Ulice Oranice prepoznat je i u Generalnom urbanističkom planu Grada Zagreba (slika 2). Tako se prema tom dokumentu predviđa proširiti njen profil na 40 metara tj. dograditi ju i izgraditi dvokolničku gradsku aveniju s tramvajskim prometom u razdjelnom pojasu [2].



Slika 2. Stvarno korištenje zemljišta u zoni Ul. Oranice (lijevo) i planirana namjena prema GUP-u Grada Zagreba (desno) [1]

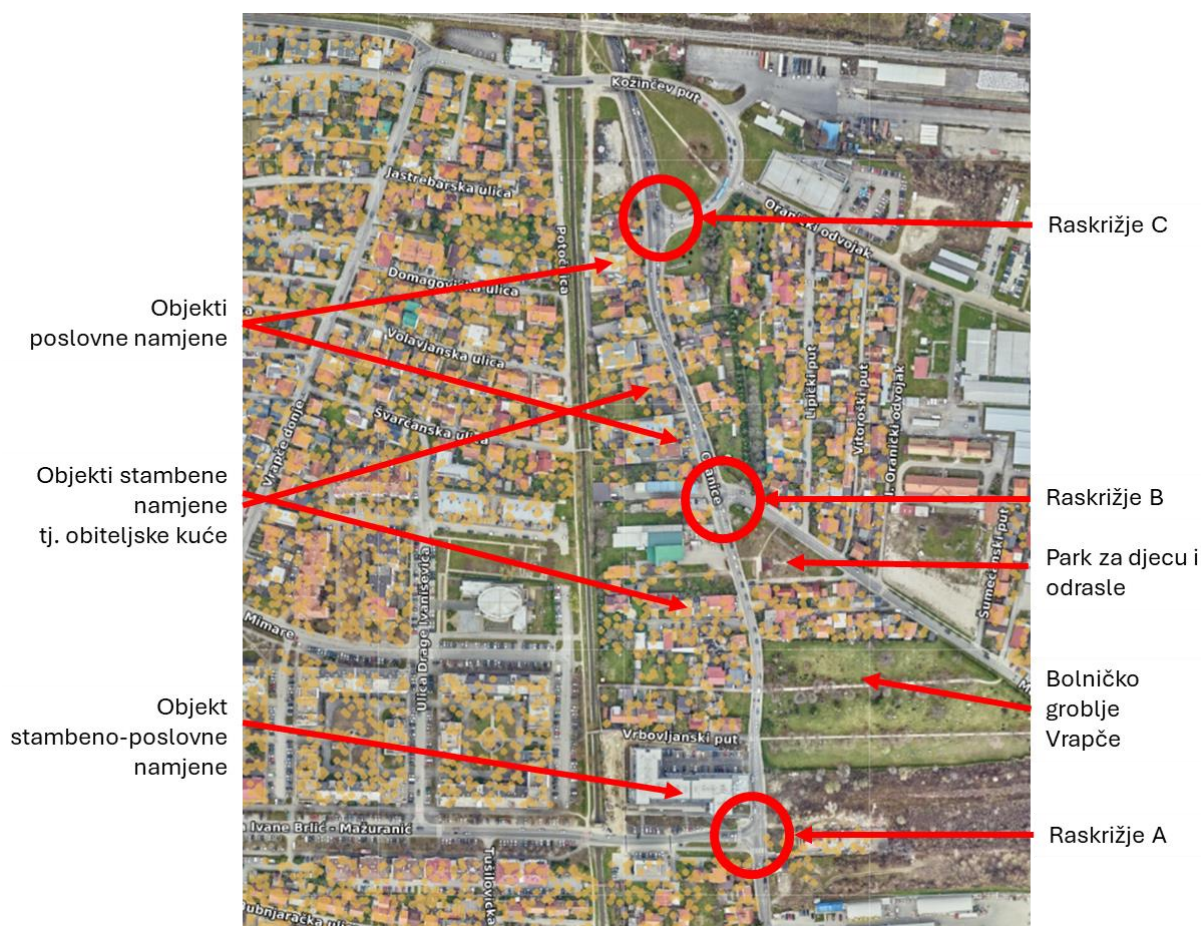
Cilj ovog diplomskog rada je ispitati učinkovitost jednostavnijih prometnih i prostorno manje invazivnih građevinsko-tehničkih mjera kojima bi se u relativno kratkom roku (do 5 godina) i uz manje financijske izdatke moglo utjecati na poboljšanje propusne moći i razinu usluge za motornog prometa na dionici Ulice Oranice od Kožinčevog puta do Ulice Ivane Brlić Mažuranić.

Na promatranoj dionici ukupne duljine 0,55 km nalaze se tri trokraka cestovna raskrižja u razini, na međusobnoj udaljenosti od otprilike 0,25 km, koja će se za potrebe rada nazvati:

- raskrižje A: semaforizirano raskrižje I. B. Mažuranić – Oranice,
- raskrižje B: nesemaforizirano raskrižje Medarska – Oranice i
- raskrižje C: semaforizirano raskrižje Kožinčev put – Oranice.

Na slici 3 prikazan je položaj promatrane dionice, prostorni razmještaj stanovništva i namjena okolnog područja. Sa slike je vidljivo da promatrana dionica graniči s velikom stambeno-poslovnim objektom na raskrižju Ulice Ivane Brlić Mažuranić i Ulicom Oranice. Dalje uz dionicu sa zapadne strane i dijelom istočne strane nalaze se objekti stambene namjene (obiteljske kuće) i objekti poslovne namjene (objekti profesionalnih i specijaliziranih djelatnosti). Također, na zapadnoj strani promatrane dionice uz raskrižje s Medarskom

ulicom nalazi se Bolničko groblje Vrapče. Nešto sjevernije nalazi se zona za rekreaciju tj. uređeni i ograđeni park za djecu koji nudi zabavan sadržaj kao što je stolni tenis, teren za boćanje i slično. Vidljivo je da u neposrednoj blizini sva tri razmatrana raskrižja još uvijek postoji dovoljno neizgrađenog prostora za provedbu manjih građevinskih zahvata u vidu proširenja postojećih i dodavanja novih prometnih traka.



Slika 3. Položaj promatrane dionice, prostorni razmještaj stanovništva i namjena okolnog područja

Rad se sastoji od sljedećih poglavlja.

U poglavlju 2 opisana je primijenjena metodologija analize koja je u potpunosti preuzeta iz američkog priručnika za proračun razna usluge prometnica Highway Capacity Manual Transportation Research Board-a [3]. Zbog malog međusobnog razmaka, analizirat će se propusna sposobnost i razine usluge individualnih raskrižja. Metodologija se razlikuje za semaforizirana i nesemaforizirana raskrižja, ali njena primjena rezultira istom mjerom za opisivanje razine usluge raskrižja - prosječnim vremenskim gubitkom u sekundama po vozilu u toku na privoznoj traci raskrižja. Ukupna propusnost dionice odredit će se agregiranjem prosječnih vremenskih gubitaka osobnih vozila u tokovima duž dionice.

U poglavlju 3 prikazan je način prikupljanja ulaznih podataka analize, dan je pregled prikupljenih ulaznih podataka i pretpostavke proračuna koje je bilo potrebno usvojiti zbog nemogućnosti terenskog mjerenja određenog podatka.

U poglavlju 4 prikazana su analizirana individualna raskrižja u postojećem stanju te zasebno svaki privoz i traka raskrižja s pripadajućom geometrijom. Opisana je provedena uvjetna homogenizacija izmjerenih tokova te je dan grafički prikaz opterećenosti pojedinog smjera kretanja vozila kroz raskrižje u ekvivalentnim auto-jedinicama. Također, dani su faktori vršnog sata svake trake i proračunani 15-minutni protoci mjerodavni za analizu ovakvih raskrižja. Prikazani su rezultati proračuna prosječnih vremenskih gubitaka po vozilu u toku za svaki trak, privoz raskrižju i svako raskrižje koji su ukazali su na potrebu provedbe određenih mjera za poboljšanje postojećih razina usluge.

U poglavlju 5 predloženo je šest mjera kojima bi se poboljšala razina usluge raskrižja te propusna moć dionice u cjelini.

U poglavlju 6, zaključci rada izvedeni su temeljem rezultata simulacija njihove primjene i proračuna njihovog pojedinačnog te, u konačnici, zajedničkog učinka na propusnost dionice.

2 METODOLOGIJA ANALIZE

Na razini Grada Zagreba nije propisana primjena određene metodologije za utvrđivanje razina usluge gradske prometne mreže. Na državnoj razini, za analizu razina usluge vangradskih cestovnih prometnica (autocesta, državnih i županijskih cesta), Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa, NN 110/2001, Ministarstvo pomorstva prometa i veza, 2001. [4] propisuje primjenu američkog Highway Capacity Manuala – HCM 2000, Transportation Research Board, Washington DC, 2000. [3]. Zbog toga je u radu odlučeno primijeniti procedure dane u tom priručniku. U ovom je poglavlju detaljno prikazana primijenjena metodologija proračuna razina usluge semaforiziranih i nesemaforiziranih gradskih raskrižja prema [3].

2.1 Semaforizirana raskrižja

Za provedbu analize razine usluge semaforiziranih raskrižja prema HCM-u 2000 potrebno je poznavati karakteristike geometrije raskrižja, uvjete odvijanja prometa, odnosno karakteristike tokova i karakteristike sustava za regulaciju prometa. Karakteristike geometrije raskrižja koje je potrebno poznavati su: broj i širina prometnih traka privoza i izvoza, uzdužne nagibe privoza, uvjete parkiranja i prisutnost traka namijenjenih isključivo lijevim i/ili desnim skretačima te njihove duljine. Uvjeti odvijanja prometa (karakteristike tokova) važne za provedbu analize su: ukupne satne količine prometa za svaki smjer kretanja izražene u osobnim vozilima [OV], faktor vršnog sata PHF svake prometne trake i privoza za najopterećenijih 15 minuta mjerenja, protoke u najopterećenijih 15 minuta mjerenja izražene u osobnim vozilima po satu po traci [OV/h/trak], udio teških vozila u ukupnom toku prometne trake HV [%], postotak lijevih i desnih skretača u ukupnom toku prometne trake P_{LT} i P_{RT} , količine pješaka i biciklista koji ometaju tokove skretača, te način pristizanja vozila u raskrižje.

Nakon prikupljanja podataka o karakteristikama geometrije raskrižja, uvjetima odvijanja prometa i karakteristikama sustava za regulaciju prometa (faze rada semafora) terenskim mjerenjima, prvi korak u analizi razine usluge je određivanje načina pristizanja vozila u raskrižje. Način pristizanja vozila u raskrižje tj. Arrival Type (AT) određuje se temeljem opisanih uvjeta nastanka određenog načina pristizanja prikazanog u tablici 1.

Tablica 1. Način pristizanja vozila u raskrižje (Arrival Type AT)

Način pristizanja vozila u raskrižje (AT)	Uvjeti nastanka
1	Nastaje pri koordiniranom radu signala, na dvosmjernim cestama na kojima za jedan smjer kretanja nije osigurana dobra progresija. Međusobna udaljenost signala za kontrolu prometa manja je od 500 m.
2	Blaži oblik AT 1. Međusobna udaljenost signala za kontrolu prometa je od 500 do 1000 m.
3	Izolirani signali za kontrolu prometa na međusobnoj udaljenosti većoj od 1000 m (koordinirani i nekoordinirani).
4	Nastaje pri koordiniranom radu signala, najčešće samo na jednom smjeru dvosmjerne ceste. Međusobna udaljenost signala za kontrolu prometa je od 500 do 1000 m.
5	Nastaje pri koordiniranom radu signala. Češće se javlja kada se signali za kontrolu prometa nalaze na međusobnoj udaljenosti manjoj od 500 m.
6	Tipično za jednosmjerne ceste u gustoj prometnoj mreži i CBD. Međusobni razmak signala za kontrolu prometa je obično manji od 250 m.

Potom slijedi obrada rezultata mjerenja i proračun ulaznih parametara, pri čemu se izračunava niz parametara potrebnih za daljnju analizu razine usluge.

Faktor vršnog sata PHF za najopterećenijih 15 minuta mjerenja određuje se kao odnos ukupnog zabilježenog satnog volumena prometa V [ov/h] i četverostrukog najvećeg zabilježenog volumena prometa tijekom uzastopnih 15 minuta mjerenja V_{15} [ov/0,25h]:

$$PHF = \frac{V \text{ [ov/h]}}{4 V_{15, \max} \text{ [ov/0,25h]}}$$

Vršni protok v_p [ov/h/trak] za najopterećenijih 15 minuta mjerenja određuje se kao odnos ukupnog zabilježenog volumena prometa V [ov/h] i PHF-a:

$$v_p = \frac{V \text{ [ov/h]}}{PHF}$$

Postotak teških vozila HV u prometnom toku trake određuje se za svaku prometnu traku na temelju poznatog ukupnog broja vozila određenog tipa u satu (osobna ili teška vozila):

$$HV = \frac{100 N_{HV} \text{ [HV/h/trak]}}{(N_{OV} + N_{HV}) \text{ [voz/h/trak]}} \text{ [%]}$$

Udio lijevih i desnih skretača P_{LT} i P_{RT} određuje se za svaku prometnu traku koji je namijenjen smjeru kretanja ravno kroz raskrižje i smjeru kretanja lijevo i/ili desno. Udio se određuje kao omjer poznatog ukupnog satnog broja vozila koja prolaze promatranom trakom i broja lijevih i/ili desnih skretača u toj traci:

$$P_{LT} = \frac{N_{LT} [\text{LT/h/trak}]}{N [\text{voz/h/trak}]} ; P_{RT} = \frac{N_{RT} [\text{RT/h/trak}]}{N [\text{voz/h/trak}]}$$

Za prometne trake namijenjene isključivo lijevim ili desnim skretačima P_{LT} , odnosno P_{RT} , iznosi 1,000, dok za trake namijenjene isključivo ravnom prolasku vozila kroz raskrižje P_{LT} , odnosno P_{RT} , iznosi 0,000.

Protok zasićenja je protok izražen u [ov/h/trak] koji može proći raskrižjem koristeći promatranu traku uz pretpostavku da je na semaforu konstantno aktivna zelena faza, tj. da je odnos zelen faze i ciklusa semafora $G/C = 1,0$). Proračunava se prema sljedećem izrazu:

$$s = s_0 N f_W f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb} [\text{ov/h/trak}]$$

gdje je s_0 idealni ili bazni protok zasićenja po traci [ov/h/trak]

protok putničkih autojedinica koje bi mogle proći raskrižjem koristeći promatrani traku kada bi faza zelenog svjetla G za tu traku trajala 100% izmjerenog vremena ciklusa semafora C

za brzine na privozu do 50 km/h pretpostavlja se vrijednost $s_0 = 1.800$ ov/h/trak

N broj traka u grupi traka (kada promatramo svaku traku zasebno, $N=1$)

f faktori prilagodbe protoka uslijed utjecaja:

- prometne trake za širinu trake W [m] ($2,4 \text{ m} \leq W \leq 4,8 \text{ m}$):

$$f_W = 1 + \frac{W - 3,6}{9}$$

- teških vozila za postotak teških vozila HV [%] ($E_T=2$):

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + HV[\%](E_T - 1)} = \frac{100}{100 + HV[\%]}$$

- uzdužnog nagiba za nagib G [%] ($-6 \% \leq G \leq 10 \%$):

$$f_g = 1 - \frac{G [\%]}{200}$$

S obzirom na to da se promatrano područje nalazi u gradskoj sredini pretpostavljeno je da uzdužni nagib iznosi 0% te je za faktor prilagodbe protoka uslijed utjecaja uzdužnog nagiba uzeta vrijednost 1,00.

- parkinga (svaki manevar blokira promet u traci uz koji se nalazi u trajanju od 18 s) za broj manevara N_m [manevara/h]:

$$f_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18 N_m}{3600}}{N}$$

Vrijednost ovog faktora je 1,00 kada uz prometnu traku nema parkirališnih mjesta.

- stajanja autobusa na stajalištu (blokiranje prometa u traci u kojoj se nalazi stajalište 14,4 s) za broj autobusa N_B [BUS/h]:

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14,4 N_B}{3600}}{N}$$

Vrijednost ovog faktora je 1,00 kada na promatranoj traci nema autobusnih stajališta.

- tipa područja, iznosi $f_a = 0,900$ za središnja gradska područja.
- korištenja trake (varijacije u protoku trake uslijed promjena geometrije prometnice prije i nakon promatranog poteza):

$$f_{LU} = \frac{v_g [\text{ov/h/grupa}]}{N v_{g\max} [\text{ov/h/trak}]}$$

Za analizu jedne trake uzima se da je $f_{LU} = 1,000$.

- lijevih skretača za udio P_{LT} :

$$f_{LT} = \frac{1}{1 + 0,05 P_{LT}}$$

Ovaj faktor iznosi 0,950 kada postoji zasebna traka za lijeve skretače, a 1,000 kada nema skretača.

- desnih skretača za udio P_{RT} :

$$f_{RT} = 1 - 0,15 P_{RT} \text{ za traku R+D}$$

$$f_{RT} = 1 - 0,135 P_{RT} \text{ za traku R+D+L}$$

Ovaj faktor iznosi 0,950 kada postoji zasebna traka za desne skretače, a 1,000 kada nema skretača.

- pješaka i biciklista na lijeve skretače za udio P_{LT} :

$$f_{Lpb} = 1 - P_{LT}(1 - A_{pbT})(1 - P_{LTA})$$

Faktor f_{Lpb} iznosi 1,000 kada nema pješaka koji ometaju prolazak lijevih skretača.

- pješaka i biciklista na desne skretače za udio P_{RT} :

$$f_{Rpb} = 1 - P_{RT}(1 - A_{pbT})(1 - P_{RTA})$$

Faktor f_{Rpb} iznosi 1,000 kada nema pješaka koji ometaju prolazak desnih skretača.

Određivanje utjecaja pješaka i biciklista na lijeve i desne skretače sastoji se od proračuna:

- prosječne okupiranosti pješačkog ili pješačko-biciklističkog prijelaza OCCpedg, OCCbicg (OCCupancy)
- relevantne okupiranosti pješačkog ili pješačko-biciklističkog prijelaza OCCr (Relevant OCCupancy)
- faktora prilagodbe za skretače kojima je dozvoljeno skretanje istovremeno dok je pješacima i biciklistima zeleno ApbT
- udjela skretača tijekom trajanja zaštićenog dijela zelene faze (dok pješacima i biciklistima traje crvena faza) PLTA i PRTA

Prosječna okupiranost određuje se temeljem izmjerenog volumena pješaka i biciklista v_{ped} [ped/h] i v_{bic} [bic/h]. Izmjerene volumene je najprije potrebno izraziti kao protoke:

$$V_{pedg} = v_{ped} \frac{C}{G_p}; V_{bicg} = v_{bic} \frac{C}{G_p}$$

gdje je v_{ped}	izmjereni volumen pješaka [ped/h]
v_{bic}	izmjereni volumen biciklista [bic/h]
v_{pedg}	prilagođeni protok pješaka [ped/h] ($v_{pedg} \leq 5000$)
v_{bicg}	prilagođeni protok biciklista [bic/h] ($v_{bicg} \leq 1900$)
C	ciklus semafora [s]
G_p	zeleno vrijeme pješaka [s]

Prosječna okupiranost prijelaza pješacima računa se kao:

$$OCC_{pedg} = \frac{V_{pedg}}{2000}; \text{za } V_{pedg} \leq 1000; OCC_{pedg} \leq 0,5$$

$$OCC_{pedg} = 0,4 + \frac{V_{pedg}}{10000}; \text{za } 1000 < V_{pedg} \leq 5000; 0,5 < OCC_{pedg} \leq 0,9$$

Prosječna okupiranost prijelaza biciklistima računa se kao:

$$OCC_{bicg} = 0,02 + \frac{V_{bicg}}{2000}; \text{za } V_{bicg} \leq 1900; OCC_{bicg} \leq 0,72$$

U slučaju jednosmjernih privoza te nepostojanja biciklističkog prometa, relevantna okupiranost prijelaza je:

$$OCC_r = OCC_{pedg}$$

U slučaju postojanja biciklističkog prometa, relevantna okupiranost prijelaza je:

$$OCC_r = OCC_{pedg} + OCC_{bicg} - OCC_{pedg} \cdot OCC_{bicg}$$

Za potrebe proračuna potrebno je odrediti broj prometnih traka privoza namijenjenih skretačima N_{turn} (turning lanes) i broj prometnih traka izvoza N_{rec} (receiving lanes) za promatrani smjer skretanja.

Ako je $N_{turn} = N_{rec}$, skretači neće moći manevrirati oko pješaka i biciklista koji se kreću prijelazom, pa se faktor prilagodbe izražava kao udio vremena u kojoj je zona konflikta skretača, pješaka i biciklista neokupirana:

$$A_{pbT} = 1 - OCC_r; \text{ za } N_{turn} = N_{rec}$$

Ako je broj traka izvoza veći od broja traka skretanja na privozu, skretači će jednostavnije manevrirati između pješaka i biciklista zbog čega će broj konflikata biti manji:

$$A_{pbT} = 1 - 0,6 OCC_r; \text{ za } N_{turn} < N_{rec}$$

Kod razmatranja utjecaja pješačkih i biciklističkih tokova na propusnu moć toka lijevih ili desnih skretača potrebno je razmotriti odnose faza njima namijenjenog zelenog svjetla (G i G_p). U pravilu, faza G (zeleno za skretače) traje duže od faze G_p (zeleno za pješake) istog privoza. Kažemo da se zelena faza motornih skretača sastoji od dva dijela: dozvoljenog (permitted) skretanja G_{perm} i zaštićenog (protected) G_{prot} skretanja:

$$G = G_{perm} + G_{prot}; G_{perm} = G_p$$

$$\Rightarrow G = G_p + G_{prot}$$

$$\Rightarrow G_{prot} = G - G_p$$

Proračun pretpostavlja da je udio skretača koji koriste zaštićeni dio zelene faze P_{LTA} i P_{RTA} razmjerni udjelu vremena trajanja zaštićenog dijela zelene faze G_{prot} :

$$P_{LTA} = \frac{P_{LT}(G - G_p)}{G} \text{ i } P_{RTA} = \frac{P_{RT}(G - G_p)}{G}$$

Nakon proračuna protoka zasićenja svake prometne trake provodi se proračun kapaciteta i stupnja zasićenja traka na privozima raskrižja.

Kapacitet prometne trake (c) definira se kao produkt protoka zasićenja i efektivnog udjela zelene faze na privozu. Određuje se za svaku prometnu traku privoza kao:

$$c_i = s_i \frac{G_i}{C} \text{ [ov/h]}$$

gdje je s_i protok zasićenja i -te trake [ov/h/traka] izračunat za $s_{0,max} = 1.800$ ov/h/traka

G_i duljina zelene faze za motorna vozila u i -toj traci (pretpostavka – jednaka je efektivnom zelenom g) [s]

C ukupna duljina ciklusa semafora na raskrižju [s]

Stupanj zasićenja prometne trake (X) definira se kao odnos protoka (stvarnog ili traženog) i kapaciteta. Određuje se za svaku prometnu traku privoza kao:

$$X_i = \left(\frac{V}{C}\right)_i = \frac{v_i}{s_i \frac{G_i}{C}} = \frac{v_i C}{s_i G_i}$$

- gdje je v_i stvarni ili traženi protok i-te trake [ov/h/trak]
 s_i protok zasićenja i-te trake [ov/h/trak]
 G_i duljina zelene faze za motorna vozila u i-toj traci [s]
 C ukupna duljina ciklusa semafora na raskrižju [s]

Konačno, **prosječni vremenski gubitak po vozilu za promatranu prometnu traku (d)** uzrokovan kontrolom prometa svjetlosnim signalima određen je izrazom:

$$d = d_1 PF + d_2 + d_3 \text{ [s/ov]}$$

- gdje je d_1 ujednačeni (uniformni) vremenski gubitak [s/ov]
 za pretpostavljeno ujednačeno pristizanje vozila u promatranj traci na privozu
 PF faktor prilagodbe progresije sustava zbog neujednačenog pristizanja vozila na privoz
 d_2 dopunski (inkrementalni) vremenski gubitak [s/ov]
 uzima u obzir učinak nasumičnog pristizanja i stvaranja repova vozila zbog prezasićenja trake
 d_3 početni (inicijalni) vremenski gubitak [s/ov]
 uzima u obzir zakašnjenje svih vozila tijekom perioda analize zbog postojanja kolone vozila na privozu na samom početku perioda analize

$$d_{1,i} = \frac{0,5 C \left(1 - \frac{G_i}{C}\right)^2}{1 - X_i \frac{G_i}{C}} \text{ [s/ov]}$$

- gdje je $d_{1,i}$ ujednačeni (uniformni) vremenski gubitak u i-toj traci [s/ov]
 G_i duljina zelene faze za motorna vozila u i-toj traci [s]
 C ukupna duljina ciklusa semafora na raskrižju [s]
 X_i stupanj zasićenja i-te trake

$$PF = \frac{(1-P)f_{PA}}{1 - \left(\frac{G_i}{C}\right)}$$

- gdje je P udio vozila koja pristižu na zeleno, određuje se mjerenjem na terenu ili procjenjuje obzirom na AT i R_p prema tablici 2

Tablica 2. Odnos načina pristizanja vozila AT i stvaranja kolone na privozu R_p

Način pristizanja vozila u raskrižje (AT)	Zadana vrijednost (R_p)	Kvaliteta progresije kroz raskrižje
1	0,333	Vrlo loša
2	0,667	Nepovoljna
3	1,000	Nasumično pristizanje
4	1,333	Povoljna
5	1,667	Vrlo povoljna
6	2,000	Izvrсна

Faktor PF je osim proračunom prema gore navedenoj formuli moguće i očitati iz tablice 3.

Tablica 3. Faktor prilagodbe zbog progresije pri proračunu prosječnog vremenskog gubitka (PF)

Udio zelene faze (G/C)	Način pristizanja vozila u raskrižje (AT)					
	AT 1	AT 2	AT 3	AT 4	AT 5	AT 6
0,20	1,167	1,007	1,000	1,000	0,833	0,750
0,30	1,286	1,063	1,000	0,986	0,714	0,571
0,40	1,445	1,136	1,000	0,895	0,555	0,333
0,50	1,667	1,240	1,000	0,767	0,333	0,000
0,60	2,001	1,395	1,000	0,576	0,000	0,000
0,70	2,556	1,653	1,000	0,256	0,000	0,000
fPA	1,00	0,93	1,00	1,15	1,00	1,00
R_p	0,333	0,667	1,000	1,333	1,667	2,000

$$d_{2,i} = 900 T \left[(X_i - 1) + \sqrt{(X_i - 1)^2 + \frac{8 k l X_i}{c T}} \right] \text{ [s/ov]}$$

gdje je T vrijeme trajanja analize [h]

vrijeme analize za potrebe proračuna $T = 15 \text{ min} = 0,25 \text{ h}$

k faktor korekcije signala pobuđenog prometom koji ovisi o načinu rada semafora

za potrebe proračuna koristi se zadana vrijednost $k=0,4$

l faktor korekcije izdvajanja uz struju

za potrebe proračuna koristi se zadana vrijednost $l=1,0$

$$d_3 = \frac{1800 Q_b (1+u)t}{c T} \text{ [s/ov]}$$

gdje je Q_b broj vozila u koloni na početku perioda analize $T = 15 \text{ min} = 0,25 \text{ h}$ [ov]
procijeni se prilikom mjerenja

c kapacitet trake [ov/h/trak]

t vrijeme stajanja vozila u koloni na početku perioda [h]

u parametar vremenskog gubitka

$$t = \min \left[T, \frac{Q_b}{c(1-X)} \right]$$

$$u = 0 \quad \text{za } t < T$$

$$u = 1 - \frac{cT}{Q_b(1-X)} \quad \text{za } t \geq T$$

Prosječni vremenski gubitak po vozilu duž privoza (d_A) proračunava se na način da se grupiraju vremena zakašnjenja traka u privozu na način da se proračuna težinski prosjek. Spomenuti težinski prosjek određuje se na način da se prosječnom vremenskom gubitku na svakom traku pridoda odnos protoka trake i privoza, prema formuli:

$$d_{A,j} = \frac{\sum d_i v_i}{\sum v_i} \text{ [s/ov]}$$

gdje je $d_{A,j}$ prosječni vremenski gubitak privoza j [s/ov]

d_i prosječni vremenski gubitak trake i privoza j [s/ov]

v_i stvarni ili traženi protok i-te trake [ov/h/trak]

Prosječni vremenski gubitak po vozilu koje prolazi raskrižjem (d_i) proračunava se tako da se grupiranjem vremena zakašnjenja privoza u raskrižju na način da se proračuna težinski prosjek. Taj težinski prosjek određuje se na način da se prosječnom vremenskom gubitku na svakom privozu pridoda odnos protoka (volumena prometa) privoza i čitavog raskrižja, prema izrazu:

$$d_i = \frac{\sum d_{A,j} v_{A,j}}{\sum v_{A,j}} \text{ [s/ov]}$$

gdje je d_i prosječno vrijeme zakašnjenja raskrižja [s/ov]

$d_{A,j}$ prosječno vrijeme zakašnjenja privoza j [s/ov]

$v_{A,j}$ stvarni ili traženi protok j-tog privoza j [ov/h/privoz]

U konačnici, temeljem proračunatih vrijednosti prosječnih vremenskih gubitaka traka privoza i raskrižja (d_i , $d_{A,j}$ i d_i [ov/s]), za svaku od proračunatih vrijednosti se prema tablici 4. računa ostvarena razina usluge.

Tablica 4. Razina usluge za motorna vozila na semaforiziranim raskrižjima

Razina usluge	Prosječni vremenski gubitak po vozilu d [s/ov]
A	≤ 10
B	> 10-20
C	> 20-35
D	> 35-55
E	> 55-80
F	> 80

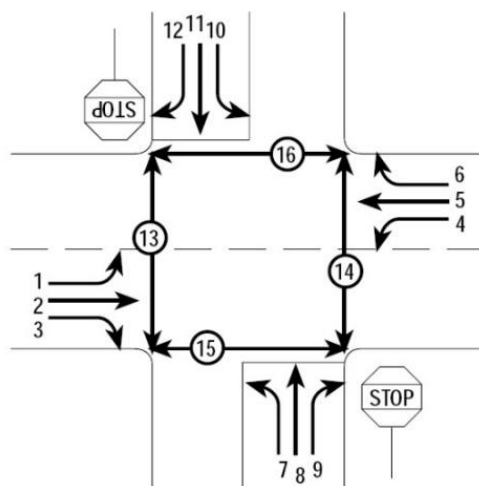
2.2 Nesemaforizirana raskrižja

Raskrižje za koje se provodi analiza je prema HCM-u klasificirano kao TWSC (Two-Way Stop-Controlled) raskrižje. Na njemu je promet reguliran postavljanjem prometnog znaka „STOP“.

Privozi TWSC raskrižja na kojima su postavljeni znakovi nazivaju sporedni privozi. Oni mogu biti javne prometnice ili privatni prolazi za vozila (za pristup privatnim kućama). Privozi na kojima promet nije kontroliran prometnim znakom „STOP“ nazivaju se glavni privozi. Standardnim TWSC raskrižjima smatraju se trokraka (T) raskrižja koja imaju jedan sporedan privoz, dok trokraka raskrižja sa dva sporedna privoza predstavljaju poseban oblik regulacije prometa.

Kod TWSC raskrižja pravo prolaza na suprotstavljenim smjerovima vožnje dodjeljuje se na temelju slijedećeg poretka (slika 4.).

- 1. RANG: svi suprotstavljeni tokovi se pokoravaju pravu prolaska tranzitnog vozila na glavnom privozu ili vozila koje skreće udesno sa glavnog privoza. Kod TWSC raskrižja tranzitni tokovi i desni skretači glavnih privoza predstavljaju tokove najvišeg ranga (tokovi 2, 3, 5, 6, 15 i 16).
- 2. RANG: vozila koja skreću ulijevo sa glavnog privoza na sporedan privoz pokoravaju se samo tranzitnim vozilima i desnim skretačima suprotstavljenog prometnog toka (tokovi 1, 4, 13, 14, 9 i 12). Svi preostali suprotstavljeni prometni tokovi u promatranom TWSC raskrižju pokoravaju se navedenom toku lijevih skretača. Vozila koja skreću udesno sa sporednog na glavni privoz raskrižja pokoravaju se samo tranzitnim vozilima suprotstavljenog prometnog toka na glavnom privozu.
- 3. RANG: tranzitna vozila na sporednom privozu pokoravaju se svim suprotstavljenim tranzitnim vozilima te desnim i lijevim skretačima na glavnom privozu (tok 8 i 11).
- 4. RANG: lijevi skretači sa sporednog privoza pokoravaju se svim suprotstavljenim tranzitnim vozilima te desnim i lijevim skretačima na glavnom privozu, kao i svim suprotstavljenim tranzitnim vozilima te desnim skretačima na sporednom privozu (tok 7 i 10).



Slika 4. Četverokrako TWSC raskrižje - pravo prolaza na suprotstavljenim smjerovima

Kod analize ovakvih raskrižja promatraju se modeli uključivanja vozila sa sporednog privoza u tok na glavnom privozu („gap acceptance models“).

Praznina u nizu vozila („gap“), definirana kao vrijeme (izraženo u sekundama) koje je potrebno da prilikom kretanja vozila u nizu prednji branik drugog vozila u nizu dođe na mjesto prednjeg branika prvog vozila u nizu. „Gap acceptance“ je uključivanje vozila sa sporednog privoza u tok na glavnom privozu, definira se kao proces u kojem vozilo sa sporednog privoza prilikom ulaska u raskrižje koristi prazninu u nizu vozila na glavnom privozu.

Na raskrižjima TWSC tipa ne postoji signal ili indikator koji bi vozaču koji se pokušava sa sporednog privoza uključiti na glavni privoz pokazao kada je sigurno pokrenuti vozilo sa linije zaustavljanja. Vozač navedenog vozila mora samostalno odrediti trenutak u kojem je praznina u nizu vozila glavnog toka („gap“) dovoljno velika za siguran ulazak u glavni privoz te procijeniti trenutak u kojem nastupa njegov red uključivanja (na temelju prava prvenstva suprotstavljenih prometnih smjerova). Navedeni proces donošenja odluka uobličjen je u „Teoriju o uključivanju vozila sa sporednog privoza u tok na glavnom privozu“ („Gap acceptance theory“), koja obuhvaća 3 osnovna elementa: veličinu i raspodjelu (raspoloživost) praznina u nizu vozila u glavnom toku, mogućnost korištenja tih praznina od strane vozača iz sporednog toka te relativno pravo prvenstva različitih prometnih tokova u raskrižju.

Raspoloživost praznina u nizu vozila je prvi element kojeg je potrebno razmotriti prilikom analize modela uključivanja vozila sa sporednog privoza u tok na glavnom privozu TWSC raskrižja jest udio raspoloživih praznina određenih dimenzija u nizu vozila glavnog toka kao i raspored te vrijeme nailaženja vozila. Raspodjela praznina u nizu vozila različitih tokova značajno utječe na učinkovitost raskrižja.

Upotrebljivost praznina u nizu vozila je drugi element kojeg je potrebno razmotriti prilikom analize modela uključivanja vozila sa sporednog privoza u tok na glavnom privozu TWSC raskrižja jest mjera u kojoj vozači pronalaze praznine odgovarajuće veličine (potrebne za njihovo uključenje u prometni tok na raskrižju) u nizu vozila. U teoriji o uključivanju vozila sa sporednog privoza u tok na glavnom privozu pretpostavlja se dosljedno i homogeno ponašanje vozača. U stvarnosti ta pretpostavka nije potpuno točna. Određena ispitivanja su pokazala da različiti vozači imaju različite pragove tolerancije za dimenzije praznina u nizu vozila te da se čak i prag tolerancije jednog vozača mijenja u ovisnosti o situaciji. Kritični razmak (praznina) između vozila i vremenski razmaci između vozila u nizu primjenjivani u ovom Priručniku određeni su na temelju statističkog prosjeka populacije vozača u SAD-u.

Kritični razmak između vozila („critical gap“) tc definira se se kao najkraći vremenski period između uzastopnih vozila u toku glavnog privozaa raskrižja kojeg jedno vozila sa sporednog privoza može iskoristiti za ulazak u raskrižje i manevriranje pri uključivanju u tok na glavnom privozu.

Vremenski razmak između vozila u nizu („follow-up time“) tf definira se kao vrijeme proteklo od trenutka u kojem vozilo koje se uključuje u tok na glavnom privozu napusti sporedni privoz do trenutka u kojem slijedeće vozilo koje se uključuje u tok na glavnom privozu napusti sporedni privoz pri čemu ta vozila koriste istu prazninu u toku na glavnom privozu. To je parametar koji definira protok zasićenja sporednog privoza.

Različiti prometni smjerovi u raskrižju različito su rangirani, odnosno imaju različita mjesta u hijerarhiji kojom se definira pravo prvenstva na raskrižju. Pri uključivanju vozila sa sporednog privoza na glavni privoz, potrebno je procijeniti stupanj prijetnje koju predstavljaju kroz raspored odlazaka vozila iz promatranog toka. Pri procesu analiziranja načina uključivanja vozila sa sporednog privoza na glavni privoz pretpostavlja se da na vozače koje se nalaze na glavnom privozu nimalo ne utječu vozači iz sporednog privoza. Ako to nije slučaj, odnosno ako na vozače u glavnom privozu utječu vozači u sporednom privozu, potrebno je modificirati (prilagoditi) proces uključivanja vozila sa sporednog na glavni privoz.

Na TWSC raskrižjima vozači koji se nalaze na privozima sa kontrolom prometa, odnosno „kontroliranim privozima“ (privozima na kojima se promet regulira pomoću prometnog znaka „STOP“) moraju na temelju vlastite procjene koristiti praznine između vozila u glavnom toku kako bi izvršili manevre prelaženja raskrižja ili skretanja. U slučaju formiranja kolone vozila na sporednom kontroliranim privozu, vozači na tim privozima moraju najprije doći do pozicije na početku kolone te se zatim pripremiti na procjenjivanje praznina u toku na glavnom privozu. Dakle, propusna moć krakova TWSC raskrižja na kojima je promet reguliran prometnim znakom „STOP“ ovisi o tri faktora: raspodijeli (distribuciji) praznina u

toku na glavnoj prometnici, vozačevom procjenjivanju i odabiru praznina u toku vozila na glavnom smjeru kroz koje planira izvršiti željene prometne radnje te vremenskom razmaku između vozila u nizu („follow-up time“) potrebnom svakom vozaču u koloni vozila na sporednoj prometnici.

Mjere koje se primjenjuju u opisivanju učinka TWSC raskrižja su: vremenski gubitak uslijed kontrole prometa (d_i), vremenski gubitak tranzitnih vozila na glavnoj prometnici, duljina kolone vozila te omjer protoka i propusne moći.

Vremenski gubitak uslijed kontrole prometa (d_i) je primarna mjera koja se primjenjuje u određivanju razine uslužnosti. Navedeni parametar moguće je procijeniti za svaki prometni tok na sporednom privozu TWSC raskrižja (reguliranom prometnim znakom „STOP“). Zbrajanjem procijenjenih vrijednosti vremenskih gubitaka d_i svakog prometnog toka na promatranom sporednom privozu, dobiva se procijenjeni ukupni vremenski gubitak uslijed kontrole prometa promatranog privoza raskrižju.

Kod analize nesignaliziranih raskrižja potrebno je primjenjivati osnovne ulazne podatke, navedene u nastavku.

Trakovi za tranzitni promet na glavnim prometnicama – obuhvaćaju trakove po kojima se kreću i tranzitna vozila i skretači. U navedenu grupu prometnih trakova ne pripadaju posebni trakovi za lijeve i desne skretače.

Trakovi za lijeve skretače na glavnim prometnicama – utječu na procijenjeni vremenski gubitak tranzitnih vozila na glavnoj prometnici.

Trakovi na sporednim prometnicama – pri analizi promatranog raskrižja potrebno je odrediti broj i namjenu trakova na sporednim privozima, pri čemu je potrebno posebno definirati trakove koji služe različitim smjerovima kretanja. Navedeni podaci utječu na kapacitet sporednih prometnica.

Kanaliziranje tokova – pri analizi raskrižja potrebo je uzeti u obzir i uzdignute te iscrtane otoke koji razdvajaju suprotstavljene prometne tokove i utječu na otpore u prometnom toku te proračun suprotstavljenih prometnih tokova.

Pristupni nagibi – potrebno je poznavati pristupne nagibe svih privoza raskrižju. Navedeni nagibi izražavaju se u postotcima, pri čemu pozitivne vrijednosti predstavljaju uspone, a negativne padove. Nagib utječe na proračun kritičnih praznina u nizu vozila prometnog toka.

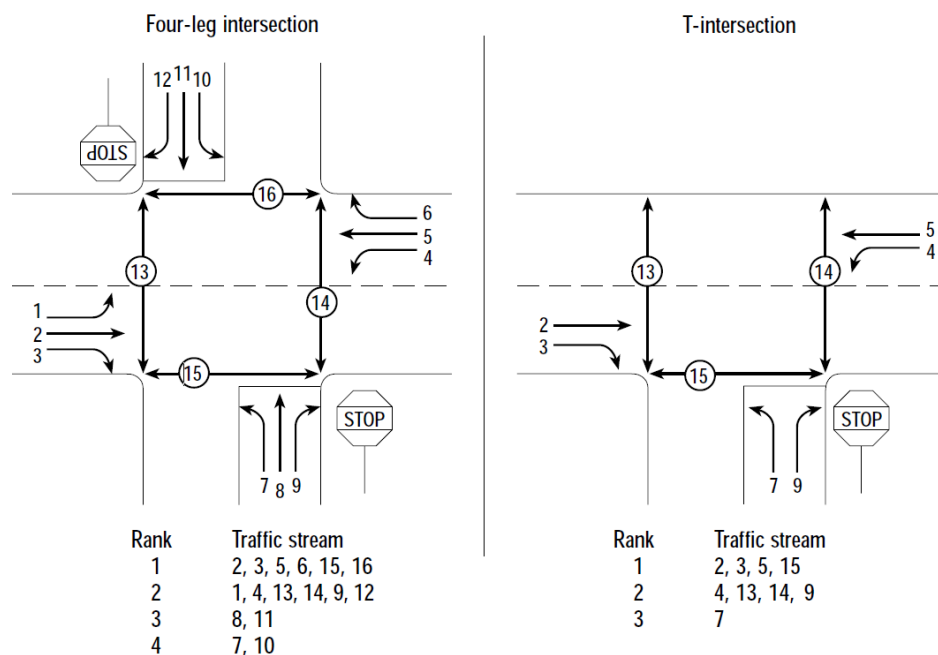
Regulacija prometnih tokova – pri analizi određenog raskrižja potrebno je odrediti koji su tokovi kontrolirani prometnim znakom „STOP“, a koji pravom prvenstva prolaska (ukoliko takvi postoje). Navedeni podaci utječu na proračun suprotstavljenih prometnih tokova.

Količina prometa skretača – pri analizi raskrižja potrebno je poznavati količine prometa vršnog sata skretača na svakom privozu promatranog raskrižja. Pri proračunu postotka teretnih vozila primjenjuje se klasifikacija vozila.

Faktor vršnog sata (PHF) – prije početka analize potrebno je količine prometa vršnog sata podijeliti sa faktorom vršnog sata. Ukoliko se pri analizi raspolaže sa 15-minutnim vršnim protokom, navedene vrijednosti izravno se uvrštavaju u proračun pri čemu je $PHF = 1.00$.

Duljina perioda analize (T) iznosi 15 minuta tj. 0.25 h.

Analiza kapaciteta TWSC raskrižja ovisi o interakciji vozača na sporednim privozima i vozača glavnog prometnog toka, a postupak se temelji na njemačkoj metodi proračuna tj. modeliranja prihvatljivog razmaka između vozila (gap acceptance model). LOS se definira proračunanom ili izmjerenim prosječnim vremenskim gubicima d zasebno za svaki smjer kretanja vozila $x = 1$ do 12 na privozima (Slika 5.).



Slika 5. Smjerovi kretanja vozila na četverokrakom i trokrakom raskrižju

Kritični razmak između vozila („critical gap“) t_c definira se kao najkraći vremenski period između uzastopnih vozila u toku glavnog privoza raskrižja kojeg jedno vozila sa sporednog privoza može iskoristiti za ulazak u raskrižje i manevriranje pri uključivanju u tok na glavnom privozu.

Vremenski razmak između vozila u nizu („follow-up time“) t_f definira se kao vrijeme proteklo od trenutka u kojem vozilo koje se uključuje u tok na glavnom privozu napusti sporedni privoz do trenutka u kojem slijedeće vozilo koje se uključuje u tok na glavnom

privozu napusti sporedni privoz pri čemu ta vozila koriste istu prazninu u toku na glavnom privozu. To je parametar koji definira protok zasićenja sporednog privoza

Bazne ili idealne vrijednosti ovih razmaka za osobne automobile dane su u tablici 5. Te se bazne vrijednosti moraju prilagoditi kako bi se u obzir uzela prisutnost teških vozila u toku, uzdužni nagib privoza, slučaj T-raskrižja i slučaja kada glavna prometnica sadrži razdjelni pojas dovoljne širine da se vozilo koje se uključuje u glavni tok može zadržati u njegovoj zoni tj. uključiti se u dvije faze uz korištenje dva zasebna razmaka u tokovima glavne prometnice suprotnog smjera (two-stage gap).

Tablica 5. Bazne ili idealne vrijednosti razmaka za osobne automobile

Trajektorija kretanja kroz raskrižje	Bazni kritični razmak vozila $t_{c,base}$ (s)		Bazni vremenski razmak vozila $t_{f, base}$ (s)
	Dvotračna glavna	Četverotračna glavna	
Lijevi skretač s glavne ulice	4,1	4,1	2,2
Desni skretač sa sporedne ulice	6,2	6,9	3,3
Prolaz ravno sa sporedne ulice	6,5	6,5	4
Lijevi skretač sa sporedne ulice	7,1	7,5	3,5

Kritični razmak između vozila proračunava se zasebno za svaki smjer kretanja vozila sa sporednog privoza:

$$t_{c,x} = t_{c,base} + t_{c,HV} P_{HV} + t_{c,G} G - t_{c,T} - t_{3,LT}$$

$t_{c,x}$	kritični razmak vozila za smjer x [s]
$t_{c,base}$	kritični razmak vozila za smjer x očitani iz tablice 5 [s]
$t_{c,HV}$	faktor prilagodbe za teška vozila u toku smjera x [s] 1,00 za dvotračnu glavnu ulicu 2,00 za četverotračnu glavnu ulicu
PHV	udio teških vozila u toku smjera x
$t_{c,G}$	faktor prilagodbe za uzdužni nagib [s] 0,1 s za tok x = 9, 12 0,2 s za tok x = 7, 8, 10, 11
G	postotak uzdužnog nagiba podijeljen sa 100 (2% = 0,02)
$t_{c,t}$	faktor prilagodbe za svaku fazu dvo-faznog razmaka vozila [s], u slučaju kada glavna prometnica sadrži razdjelni pojas dovoljne širine da se vozilo koje se uključuje u glavni tok može zadržati u njegovoj zoni tj. uključiti se u dvije faze uz korištenje dva zasebna razmaka u tokovima glavne prometnice suprotnog smjera - 1,0 s za prvu i drugu fazu (inače 0,0 s)
$t_{3,LT}$	faktor prilagodbe za geometriju T-raskrižja

0,7 s ako je x smjer za lijeve skretače sporednog privoza (inače 0,0 s)

Vremenski razmak između vozila u nizu proračunava se zasebno za svaki smjer kretanja vozila sa sporednog privoza:

$$T_{f,x} = t_{f,base} + t_{f,HV} P_{HV}$$

$t_{f,x}$	vremenski razmak vozila za smjer x [s]
$t_{c,base}$	vremenski razmak vozila za smjer x očitani iz Ex 17-5 [s]
$t_{c,HV}$	faktor prilagodbe za teška vozila u toku smjera x [s] 0,900 za dvotračnu glavnu ulicu 1,00 za četverotračnu glavnu ulicu
PHV	udio teških vozila u toku smjera x

Potencijalni kapacitet (potential capacity) $c_{p,x}$

$$c_{p,x} = v_{c,x} \frac{e^{-v_{c,x} t_{c,x} / 3600}}{1 - e^{-v_{c,x} t_{f,x} / 3600}}$$

$c_{p,x}$	potencijalni kapacitet smjera x [ov/h]
$v_{c,x}$	protok koji se suprotstavlja toku smjera x [ov/h] proračunat prema slici 6.
$t_{c,x}$	kritični razmak vozila za smjer x [s]
$t_{f,x}$	vremenski razmak vozila za smjer x [s]

Kapacitet zajedničkog traka (shared-lane capacity) c_{SH} tj. kapacitet toka određenog smjera koji dijeli prometni trak privoza sa tokovima različitog smjera računa se kao:

$$c_{SH} = \frac{\sum_y v_y}{\sum_y \left(\frac{v_y}{c_{m,y}} \right)}$$

c_{SH}	kapacitet zajedničkog traka [ov/h]
v_y	protok pojedinog smjera u zajedničkom traku [ov/h]
$c_{m,y}$	kapacitet pojedinog smjera toka u zajedničkom traku [ov/h]

Kapacitet smjera (movement capacity) $c_{m,x}$ potrebno je računati u jedno, dva ili tri koraka, ovisno o situaciji na raskrižju. Ukoliko na tok smjera x ne utječu dodatne pojave na mreži (nema pješaka, svaki smjer kretanja na privozu ima vlastiti prometni trak smjerove kretanja, signalizacija na raskrižju uz tok ne utječe na način pristizanja vozila na promatrani privoz, itd.) vrijednosti stvarnog kapaciteta smjera (movement capacity) $c_{m,x}$ koji je potreban za proračun vremenskih gubitaka jednaka je potencijalnom kapacitetu:

$$c_{m,x} = c_{p,x}$$

The following footnotes apply to Exhibit 17-4:

[a] If right-turning traffic from the major street is separated by a triangular island and has to comply with a yield or stop sign, v_6 and v_3 need not be considered.


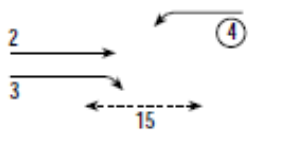
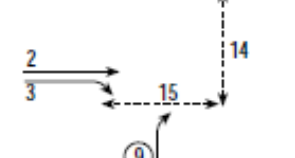
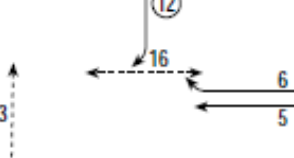
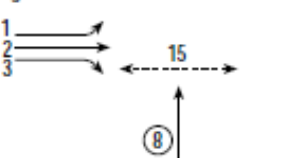
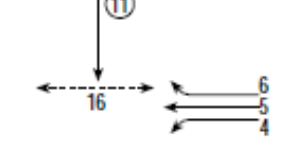
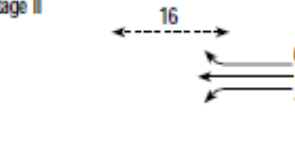
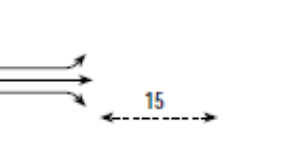
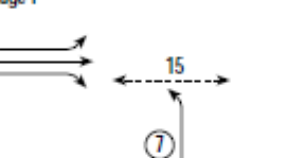
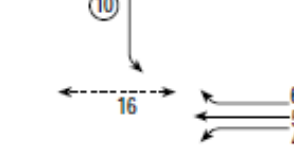
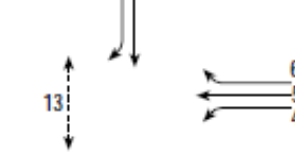
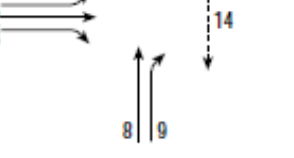
[b] If there is more than one lane on the major street, the flow rates in the right lane are assumed to be v_i/N or v_i^r/N , where N is the number of through lanes. The user can specify a different lane distribution if field data are available.

[c] If there is a right-turn lane on the major street, v_3 or v_6 should not be considered.

[d] Omit the farthest right-turn v_3 for Subject Movement 10 or v_6 for Subject Movement 7 if the major street is multilane.

[e] If right-turning traffic from the minor street is separated by a triangular island and has to comply with a yield or stop sign, v_3 and v_{12} need not be considered.

[f] Omit v_3 and v_{12} for multilane sites, or use one-half their values if the minor approach is flared.

Subject Movement	Subject and Conflicting Movements Conflicting Traffic Flows, $v_{c,x}$	
Major LT (1, 4)	 $v_{c,1} = v_5 + v_6^{[a]} + v_{16}$	 $v_{c,4} = v_2 + v_3^{[a]} + v_{15}$
Minor RT (9, 12)	 $v_{c,9} = \frac{v_2^{[b]}}{N} + 0.5v_3^{[c]} + v_{14} + v_{15}$	 $v_{c,12} = \frac{v_5^{[b]}}{N} + 0.5v_6^{[c]} + v_{13} + v_{16}$
Minor TH (8, 11)	<p>Stage I</p>  $v_{c,8} = 2v_1 + v_2 + 0.5v_3^{[c]} + v_{15}$	 $v_{c,11} = 2v_4 + v_5 + 0.5v_6^{[c]} + v_{16}$
	<p>Stage II</p>  $v_{c,8} = 2v_4 + v_5 + v_6^{[a]} + v_{16}$	 $v_{c,11} = 2v_1 + v_2 + v_3^{[a]} + v_{15}$
Minor LT (7, 10)	<p>Stage I</p>  $v_{c,7} = 2v_1 + v_2 + 0.5v_3^{[c]} + v_{15}$	 $v_{c,10} = 2v_4 + v_5 + 0.5v_6^{[c]} + v_{16}$
	<p>Stage II</p>  $v_{c,7} = 2v_4 + \frac{v_5}{N} + 0.5v_6^{[a]} + 0.5v_{12}^{[c]} + 0.5v_{11} + v_{13}$	 $v_{c,10} = 2v_1 + \frac{v_2}{N} + 0.5v_3^{[a]} + 0.5v_8^{[c]} + 0.5v_9 + v_{14}$

Slika 6. Prikaz konflikata na nesemaforiziranom raskrižju

Ako tok smjera x ometaju pješački tokovi na raskrižju, tada je kapacitet smjera:

$$c_{m,x} = c_{p,x} p_{p,x}$$

$p_{p,x}$ produkt svih faktora otpora pješaka onih smjerova tokova koji ometaju promatrani tok vozila

Ako tok smjera x ometaju vozila koja koriste isti trak privoza za drugi smjer kretanja kroz raskrižje, tada je kapacitet smjera:

$$c_{m,x} = c_{SH}$$

Prosječni vremenski gubitak smjera (average control delay) d je razlika između stvarno ostvarenog vremena putovanja i referentnog vremena putovanja koje bi vozač ostvario pri baznim, idealnim uvjetima, kada na raskrižju ne bi dolazilo do zastoja zbog poremećaja u toku uzrokovanih incidentnim situacijama, sastavom toka, geometrijom raskrižja. Vremenski gubitak uzima u obzir početni vremenski gubitak usporavanja, vožnje smanjenom brzinom u koloni koja se duž privoza primiče zoni raskrižja (queue move-up time), stajanja na privozu te konačnog ubrzanja radi prolaska kroz zonu raskrižja.

$$d = \frac{3600}{c_{m,x}} + 900T \left[\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_{m,x}} \right) \left(\frac{v_x}{c_{m,x}} \right)}{450T}} \right] + 5$$

d prosječni vremenski gubitak prolaska vozila kroz raskrižje [s/voz]

v_x protok vozila u smjeru x [ov/h]

$c_{m,x}$ kapacitet smjera x [ov/h]

T vrijeme analize, 15 [min] = 0,25 [h]

5 vrijeme ubrzanja i usporenja vozila [s/ov]

Ukoliko se ono određuje na terenu, definira se kao ukupno vrijeme koje je proteklo od trenutka kada vozilo stane na začelju kolone duž privoza, do trenutka kada to vozilo prođe stop liniju privoza.

Prosječni vremenski gubitak privoza (average approach control delay) d_A za sva vozila na određenom privozu može se proračunati kao težinski prosjek procijenjenih vremenskih gubitaka svakog smjera kretanja na privozu:

$$d_A = \frac{d_r v_r + d_t v_t + d_l v_l}{v_r + v_t + v_l}$$

d_A prosječni vremenski gubitak privoza [s/voz]

d_r, d_t, d_l proračunani prosječni vremenski gubitak lijevog i desnog skretača i prolaska ravno kroz raskrižje [s/ov]

v_r, v_t, v_l količina vozila ili protok lijevog i desnog skretača i prolaska ravno kroz raskrižje [ov/h]

Prosječni vremenski gubitak raskrižja (average intersection control delay) d_i za sva vozila na određenom nesemaforiziranom raskrižju može se proračunati kao težinski prosjek procijenjenih vremenskih gubitaka svakog privoza:

$$d_i = \frac{d_{A,1}v_{A,1} + d_{A,2}v_{A,2} + d_{A,3}v_{A,3} + d_{A,4}v_{A,4}}{v_{A,1} + v_{A,2} + v_{A,3} + v_{A,4}}$$

d_i prosječni vremenski gubitak raskrižja [s/ov]

$d_{A,x}$ prosječni vremenski gubitak privoza [s/ov]

$v_{A,x}$ količina vozila ili protok na privozu x [ov/h]

U konačnici, temeljem proračunatih vrijednosti prosječnih vremenskih gubitaka traka privoza i raskrižja ($d_i, d_{A,j}$ i d_i [ov/s]), za svaku od proračunatih vrijednosti se prema tablici 6. računa ostvarena razina usluge.

Tablica 6. Prosječni vremenski gubitak d

Razina usluge	Prosječni vremenski gubitak po vozilu d [s/ov]
A	0-10
B	>10-15
C	>15-25
D	>25-35
E	>35-50
F	>50

3 ULAZNI PODACI I PRETPOSTAVKE PRORAČUNA

U ovom je poglavlju prikazan način prikupljanja ulaznih podataka analize, dan je pregled prikupljenih ulaznih podataka i pretpostavke proračuna koje je bilo potrebno usvojiti zbog nemogućnosti terenskog mjerenja određenog podatka.

Na promatranoj dionici Ulice Oranice ukupne duljine 0,55 km nalaze se tri trokraka cestovna raskrižja u razini, na međusobnoj udaljenosti od otprilike 0,25 km, koja su za potrebe rada nazvana:

- raskrižje A: semaforizirano raskrižje I. B. Mažuranić – Oranice,
- raskrižje B: nesemaforizirano raskrižje Medarska – Oranice i
- raskrižje C: semaforizirano raskrižje Kožinčev put – Oranice.

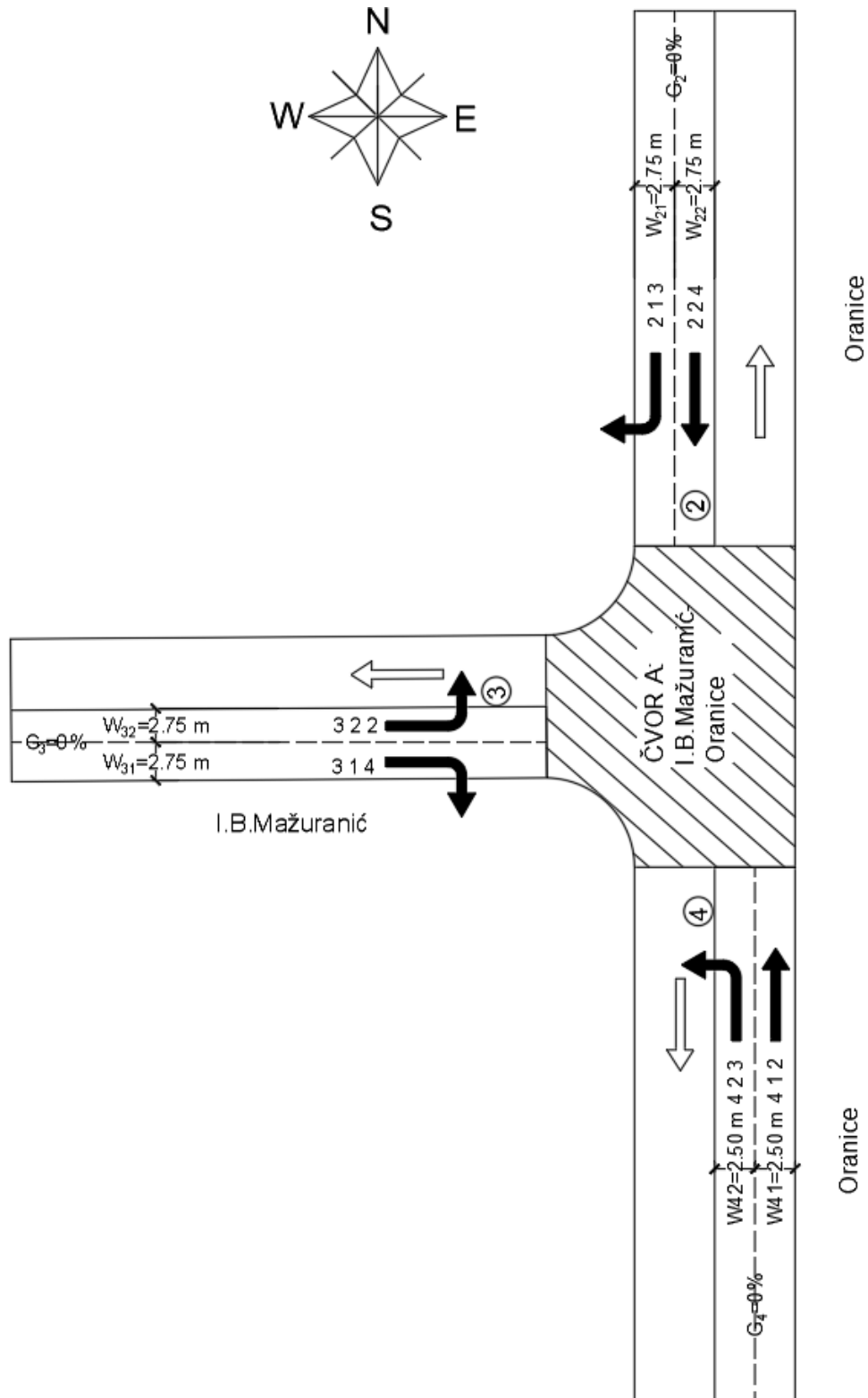
3.1 Geometrija raskrižja

Tlocrtna geometrija raskrižja i koridora, uzdužni nagibi privoza raskrižja i smjerovi kretanja vozila definirani su obilaskom terena i temeljem digitalnih georeferenciranih orto-foto i katastarskih snimki. Za potrebe rada izrađen je situacijski prikaz dionice u postojećem i planiranom stanju s naznačenim rubovima rubnjaka, horizontalnom i vertikalnom signalizacijom, grafički prilog H1 i H2. U grafičkom prilogu H3 prikazani su postojeći i planirani poprečni profili krakova raskrižja.

3.1.1 Raskrižje A

Raskrižje A je trokrako semaforizirano raskrižje ulice Ivane Brlić Mažuranić s ulicom Oranice. Ulica Oranice se pruža u smjeru sjever-jug dok se ulica Ivane Brlić Mažuranić spaja sa zapadne strane. Shema raskrižja A dana je na slici 7. Na shemi su označeni krakovi raskrižja, privozi (označeni s brojevima od 2 do 4 suprotno od smjera kazaljke na satu) i njihovi uzdužni nagibi, trake sa kotiranim širinama te smjerovi kretanja vozila kroz raskrižje sa dodijeljenim troznamenkastim šiframa.

Privozom 2 označena je ulica Oranice iz mjera sjevera prema jugu. Na tom privozu nalaze se dvije prometne trake. Prometna traka oznake 213 je traka kojom se skreće u desno na Ulicu Ivane Brlić Mažuranić, dok prometna traka oznake 224 zadržava smjer kretanja ravno duž Ulice Oranice. I jedna i druga prometna traka imaju istu širinu od 2,75 m, dok je uzdužni nagib jednak 0 %. Prikaz postojećeg stanja privoza 2 dan je na slici 8.



Slika 7. Shema raskrižja A

Privozom 3 označena je ulica Ivane Brlić Mažuranić iz smjera zapada prema istoku. Na tom privozu se također nalaze dvije prometne trake. Prometna traka označena 314 omogućava skretanje u lijevo na ulicu Oranice u smjeru juga dok prometni trak označen 322 skreće u

desno na ulicu Oranice u smjeru sjevera. I jedna i druga prometna traka imaju istu širinu od 2,75 m, dok je uzdužni nagib jednak 0 %. Prikaz postojećeg stanja privoza 3 dan je na slici 9.

Privozom 4 označena je ulica Oranice iz mjera juga prema sjeveru. Na tom privozu nalaze se dvije prometne trake. Prometna traka oznake 412 je traka koja zadržava smjer kretanja prema sjeveru po ulici Oranice, dok prometna traka oznake 423 skreće u lijevo prema zapadu po Ulici Ivane Brlić Mažuranić. I jedna i druga prometna traka imaju istu širinu od 2,50 m, dok je uzdužni nagib jednak 0 %. Prikaz postojećeg stanja privoza 4 dan je na slici 10.



Slika 8. Privoz 2 raskrižja A



Slika 9. Privoz 3 raskrižja A



Slika 10. Privoz 4 raskrižja A

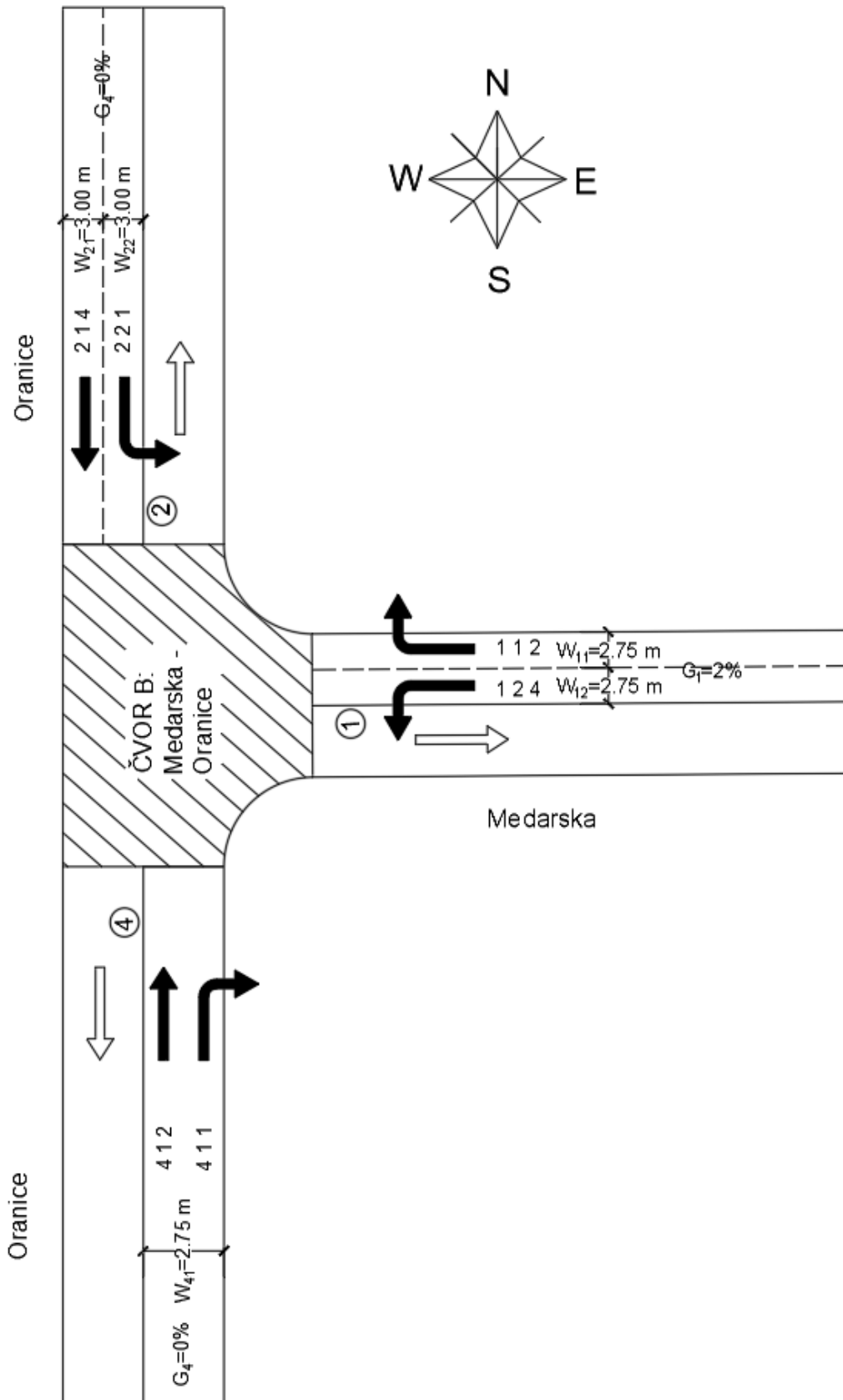
3.1.2 Raskrižje B

Raskrižje B je trokrako nesemaforizirano raskrižje Medarske ulice s ulicom Oranice. Ulica Oranice se pruža smjerom sjever-jug dok se Medarska ulica spaja s istočne strane s ulicom Oranice. Regulacija prometa na raskrižju svedena je na prometne znakove. Shema raskrižja B dana je na slici 11. Na shemi su označeni krakovi raskrižja, privozi označeni s brojevima od 1, 2 i 4 suprotno od smjera kazaljke na satu i njihovi uzdužni nagibi, trake sa kotiranim širinama te smjerovi kretanja vozila kroz raskrižje sa dodijeljenim troznamenkastim šiframa.

Privozom 1 označena je Medarska ulica iz smjera istoka prema zapadu. Na tom privozu se također nalaze dvije prometne trake. Prometna traka označena 112 omogućava skretanje u desno na ulicu Oranice u smjeru sjevera dok prometni trak označen 124 omogućava skretanje u lijevo na ulicu Oranice u smjeru juga. I jedna i druga prometna traka imaju istu širinu od 2,75 m, dok je uzdužni nagib jednak 2 %. Prikaz postojećeg stanja privoza 1 dan je na slici 12.

Privozom 2 označena je ulica Oranice iz smjera sjevera prema jugu. Na tom privozu nalaze se dvije prometne trake. Prometna traka oznake 214 je traka koja zadržava smjer kretanja prema jugu po ulici Oranice, dok prometna traka oznake 221 omogućava skretanje u lijevo prema istoku po Medarskoj ulici. I jedna i druga prometna traka imaju istu širinu od 3,00 m, dok je uzdužni nagib jednak 0 %. Prikaz postojećeg stanja privoza 2 dan je na slici 13.

Privozom 4 označena je ulica Oranice iz mjera juga prema sjeveru. Na tom privozu nalazi se jedna prometna traka namijenjena za skretanje vozila u desno prema istoku u Medarsku ulicu i za zadržavanje smjera kretanja ulicom Oranice prema sjeveru. Oznaka ovog privoza je 41. Prometna traka je širine od 2,75 m, dok je uzdužni nagib jednak 0 %. Prikaz postojećeg stanja privoza 4 dan je na slici 14.



Slika 11. Shema raskrižja B



Slika 12. Privoz 1 raskrižja B



Slika 13. Privoz 2 raskrižja B



Slika 14. Privoz 4 raskrižja B

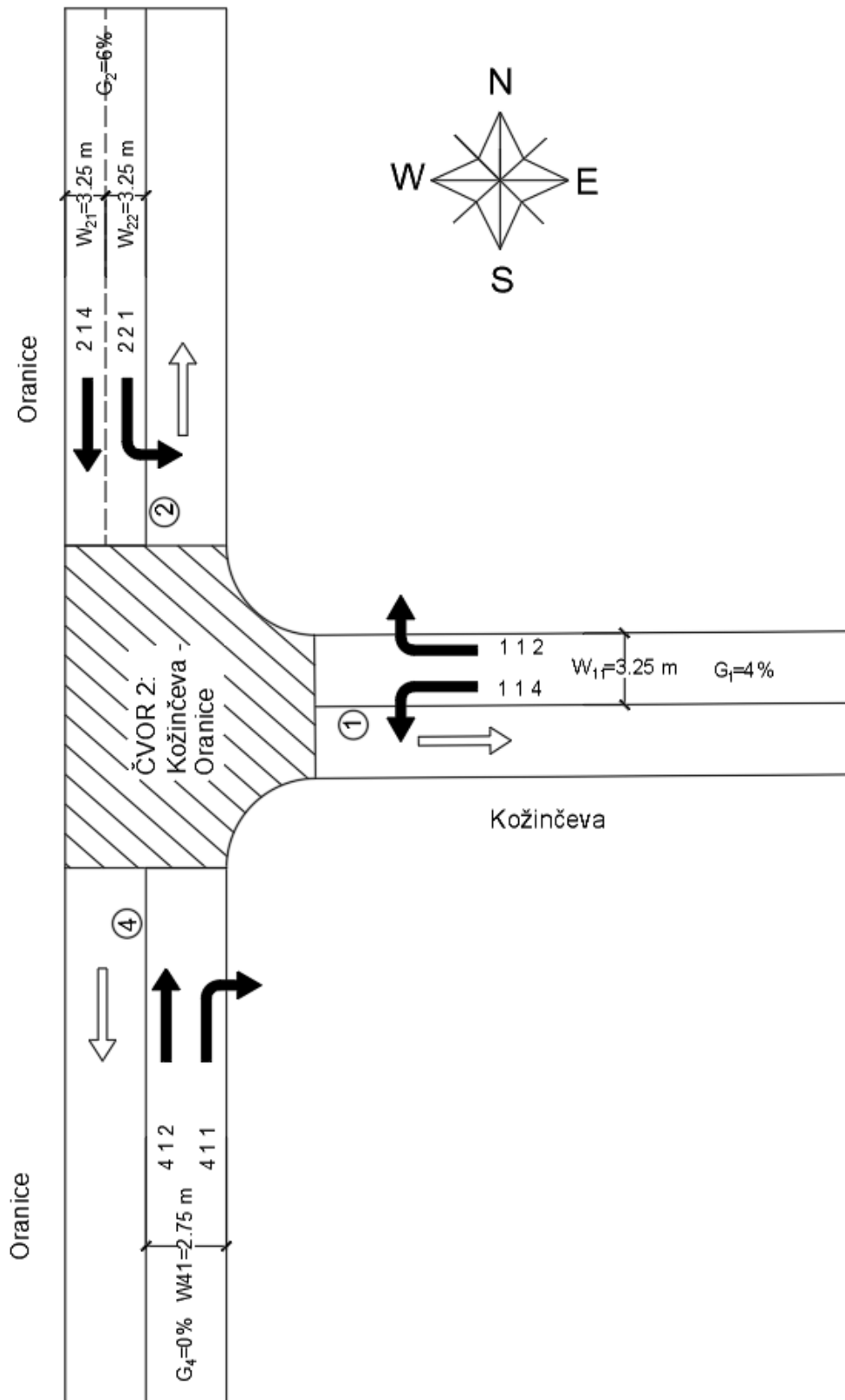
3.1.3 Raskrižje C

Raskrižje C je trokrako semaforizirano raskrižje Kožinčevog puta s Ulicom Oranice. Ulica Oranice se pruža smjerom sjever-jug dok se Kožinčev put spaja s istočne strane. Shema raskrižja C dana je na slici 15. Privozi su označeni s brojevima 1, 2 i 4 suprotno od smjera kazaljke na satu.

Privozom 1 označen je Kožinčev put iz mjera istoka prema zapadu. Na tom privozu nalazi se jedna prometna traka namijenjena za skretanje vozila u desno prema sjeveru u Ulicu Oranice i za skretanja vozila u lijevo u ulicu Oranice prema jugu. Oznaka ovog privoza je 11. Prometna traka je širine od 3,25 m, dok je uzdužni nagib jednak 4%. Prikaz postojećeg stanja privoza 1 dan je na slici 16.

Privozom 2 označena je Ulica Oranice iz mjera sjevera prema jugu. Na tom privozu nalaze se dvije prometne trake. Prometna traka oznake 214 je traka koja zadržava smjer kretanja prema jugu po Ulici Oranice, dok prometna traka oznake 221 omogućava skretanje u lijevo prema istoku po Kožinčevom putu. I jedna i druga prometna traka imaju istu širinu od 3,25 m, dok je uzdužni nagib jednak 6%. Prikaz postojećeg stanja privoza 2 dan je na slici 17.

Privozom 4 označena je Ulica Oranice iz smjera juga prema sjeveru. Na tom privozu nalazi se jedna prometna traka namijenjena za skretanje vozila u desno prema istoku u Kožinčev put i za zadržavanje smjera kretanja Ulicom Oranice prema sjeveru. Oznaka ovog privoza je 41. Prometna traka je širine od 2,75 m, dok je uzdužni nagib jednak 0%. Prikaz postojećeg stanja privoza 4 dan je na slici 18.



Slika 15. Shema raskrižja C



Slika 16. Privoz 1 raskrižja C



Slika 17. Privoz 2 raskrižja C



Slika 18. Privoz 4 raskrižja C

3.2 Promet na raskrižju

Prikupljanje ulaznih podataka nastavljeno je brojanjem prometa na svim privozima (trakama, smjerovima kretanja) raskrižja. Mjerenja i opažanja količine i sastava prometnih tokova provedena su u periodu od 3 dana. Svaki dan je mjereno u jutarnjem terminu od 8:00 do 9:00 sati i u popodnevnom terminu od 15:00 do 16:00 sati.

Prvi dan mjerenja je bio ponedjeljak, 29.4.2024. godine te je u tom danu provedeno mjerenje broja prolaska vozila kroz raskrižje na raskrižju A to jest na raskrižju Ulice Ivane Brlić Mažuranić s Ulicom Oranice.

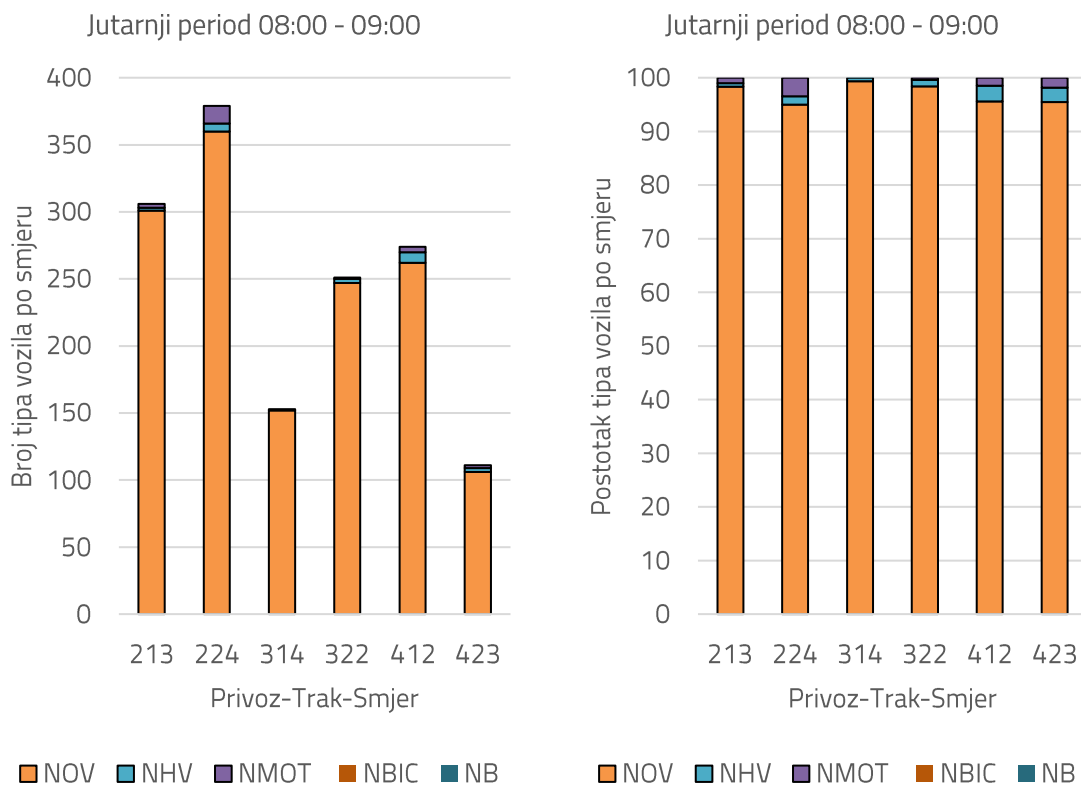
Drugi dan mjerenje je bio utorak, 30.4.2024. godine te je u tom danu provedeno mjerenje broja prolaska vozila kroz raskrižje na raskrižju B to jest na raskrižju Medarske ulice s Ulicom Oranice.

Treći dan mjerenja je bio četvrtak, 2.5.2024. godine te je u tom danu provedeno mjerenje broja prolaska vozila kroz raskrižje na raskrižju C to jest na raskrižju Kožinčevoga puta s Ulicom Oranice.

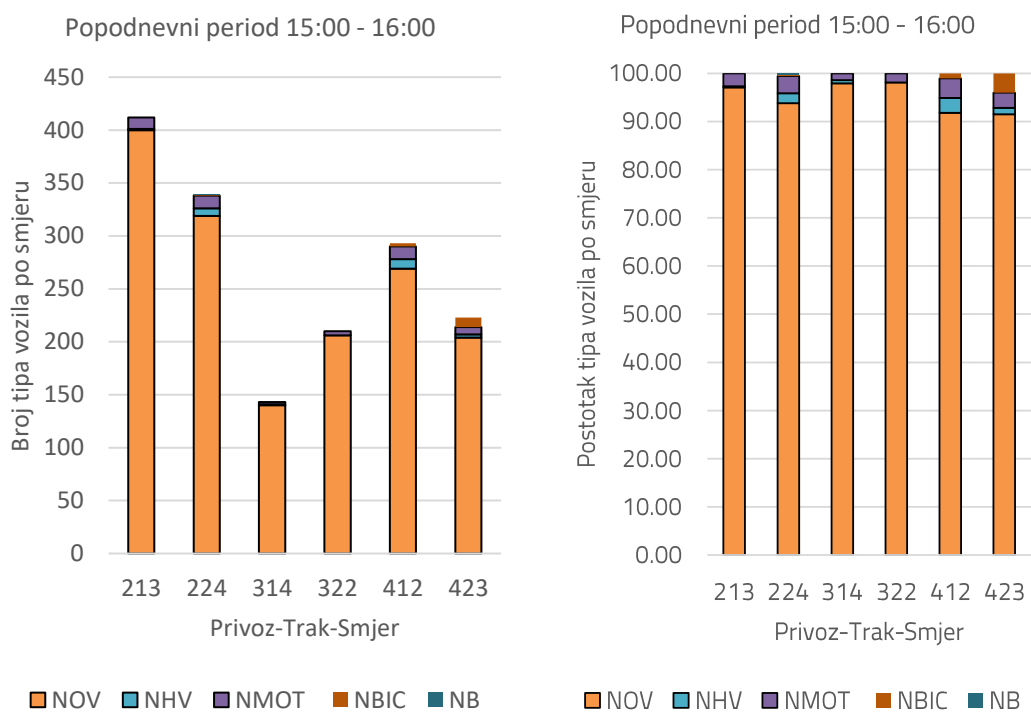
Prilikom mjerenja zasebno su opažana osobna vozila, autobusi i kamioni, motocikli i bicikli. Prilikom brojanja ustanovljeno je da je u oba satna perioda u sva tri dana mjerenja broj pješaka koji su se kretali označenim pješačkim prijelazima raskrižja manji od 10 ped/h. Zbog toga se u daljnjoj analizi razina usluge raskrižja u potpunosti zanemario utjecaj pješaka na tokove motornih vozila na privozima.

Na slikama 19. do 24. prikazani su dijagrami koji prikazuju broj i udio pojedinog tipa vozila u tokovima na analiziranim privozima raskrižja A, B i C, u jutranjem i popodnevnom periodu mjerenja.

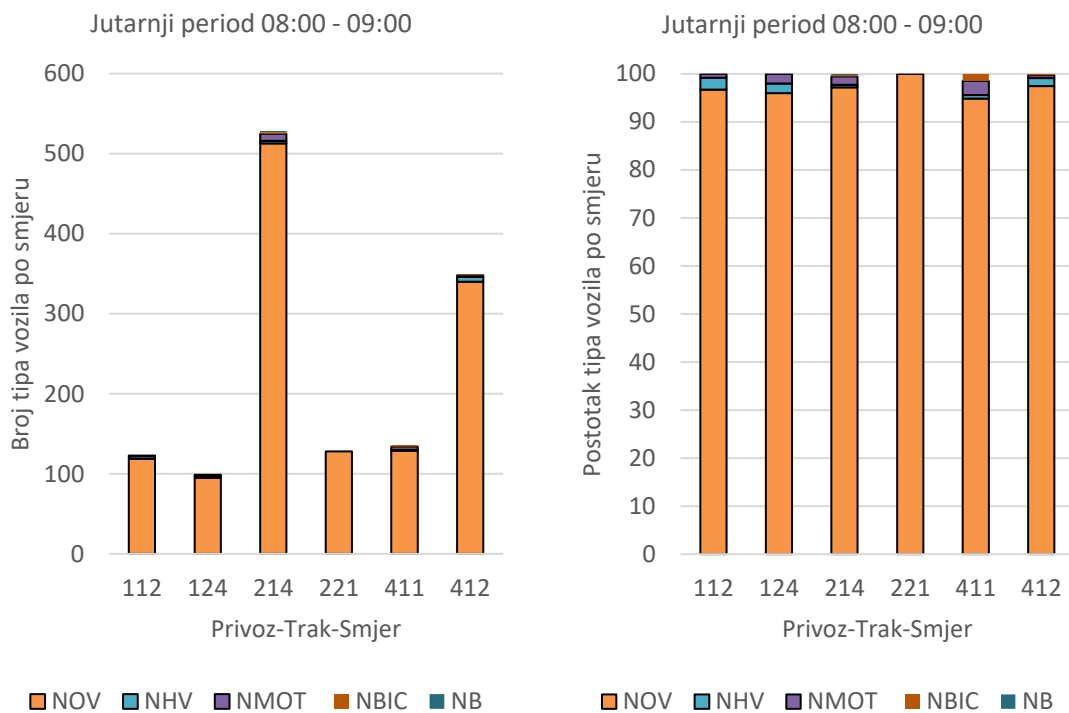
Na slikama se vidi da je na raskrižjima prisutan najveći udio osobnih automobila. Postotak osobnih automobila nije manji od 90 % za svaki smjer kretanja. Na slikama se može uočiti neravnomjernost broja vozila između različitih privoza. Najveća razlika se vidi na mjerenju jutarnjeg perioda na raskrižju C gdje je kroz privoz 412 prošlo nešto više od 600 vozila dok je dok je na privozu 114 prošlo nešto manje od 50 vozila. To pokazuje iznimnu razliku u opterećenosti privoza na raskrižjima.



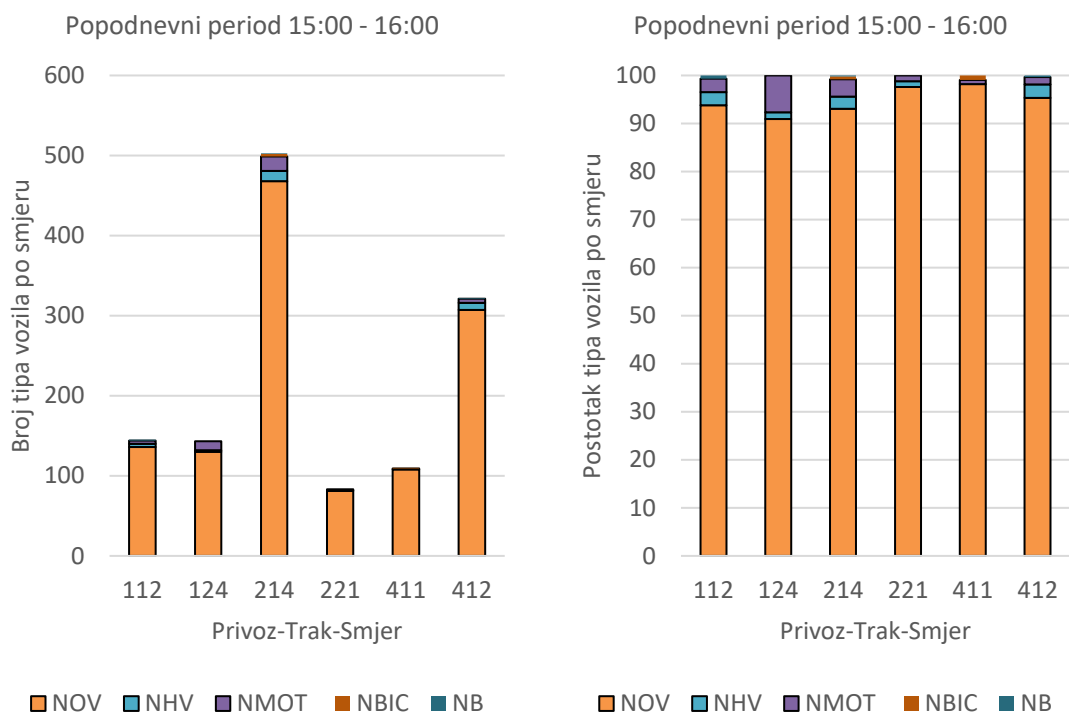
Slika 19. Broj vozila (lijevo) i postotak vozila (desno) na analiziranim privozima raskrižja A u jutarnjem periodu



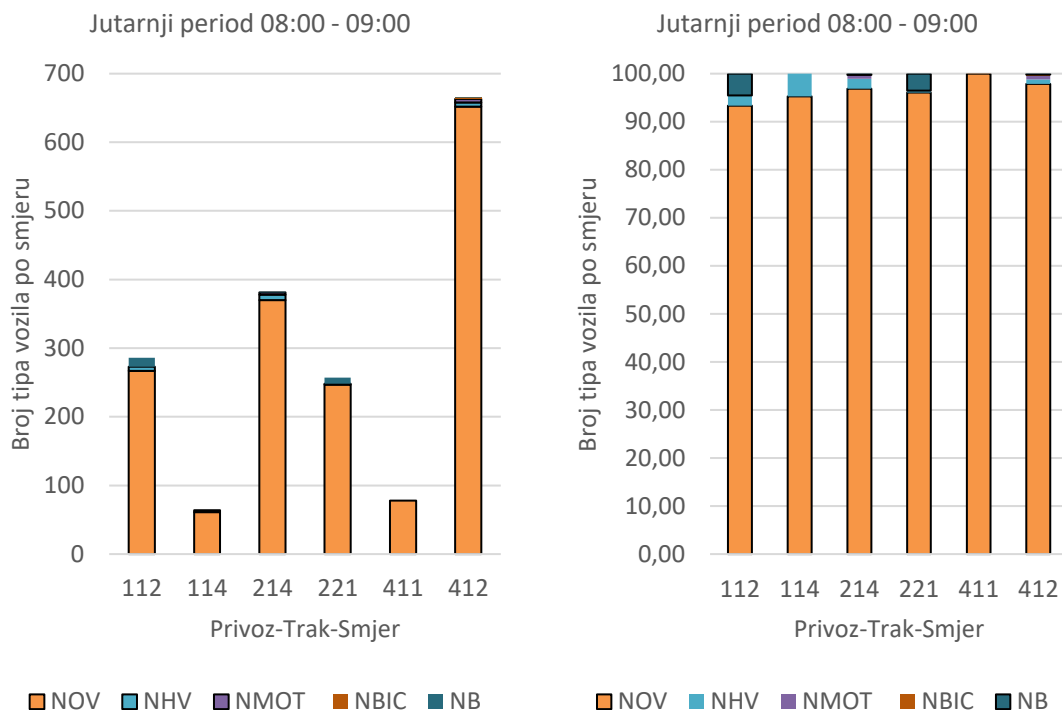
Slika 20. Broj vozila (lijevo) i postotak vozila (desno) na analiziranim privozima raskrižja A u popodnevnom periodu



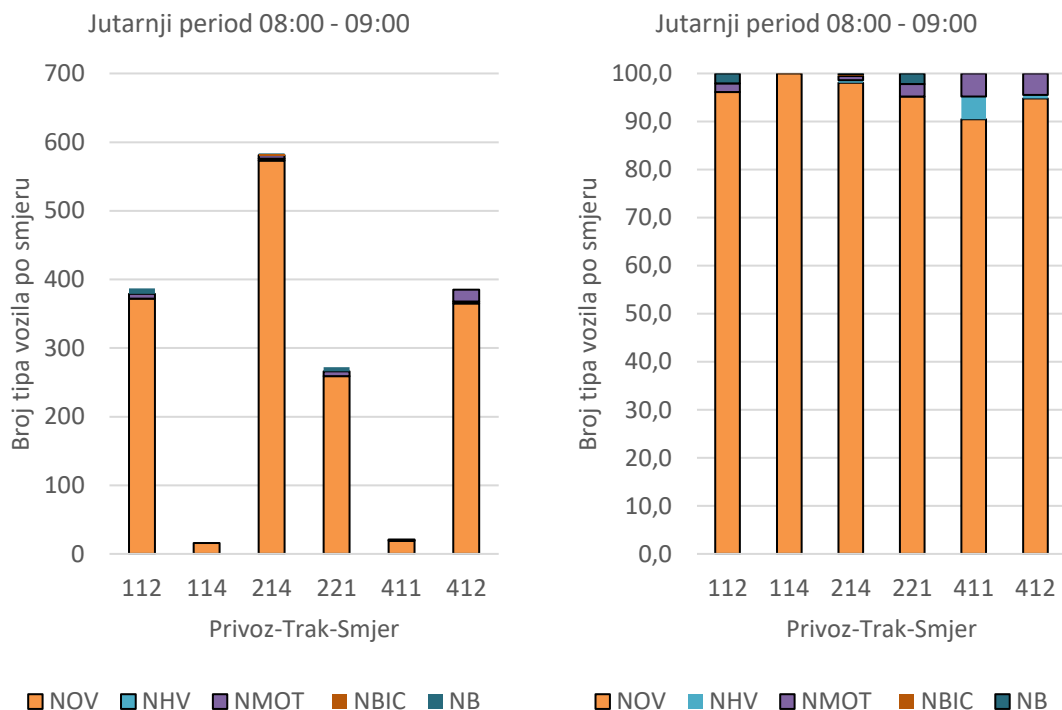
Slika 21. Broj vozila (lijevo) i postotak vozila (desno) na analiziranim privozima raskrižja B u jutarnjem periodu



Slika 22. Broj vozila (lijevo) i postotak vozila (desno) na analiziranim privozima raskrižja B u popodnevnom periodu



Slika 23. Broj vozila (lijevo) i postotak vozila (desno) na analiziranim privozima raskrižja C u jutarnjem periodu



Slika 24. Broj vozila (lijevo) i postotak vozila (desno) na analiziranim privozima raskrižja C u popodnevnom periodu

3.3 Uvjetna homogenizacija toka

Prilikom mjerenja količine prometa mjeren je realan, odnosno nehomogen prometni tok koji je sastavljen od više različitih tipova prometa (motocikli, osobna vozila, laka teretna vozila, autobusi, srednja teretna vozila). Kako je vidljivo sa dijagrama prikazanih na ranijim slikama, promatrani tokovi u velikom svom dijelu su sastavljeni od osobnih automobila. Prethodno proračunu, potrebno je realan prometni tok prilagoditi na način da se pretvori u uvjetno homogen prometni tok.

Uvjetno homogen prometni tok je teorijska aproksimacija koja se koristi za potrebe rješavanja praktičnih zadataka (računska veličina koja ne postoji u stvarnosti), a izražava se u ekvivalentnim jedinicama putničkih automobila EJA. Vrijednost uvjetno homogenog prometnog toka dobiva se množenjem pojedinih vrsta vozila iz opaženog sastava toka s ekvivalentnim vrijednostima. Veličina vrijednosti ekvivalenata je u funkciji vrste vozila, dužine vozila, vožno-dinamičkih karakteristika vozila, karakteristika puta i praktičnog zadatka koji se rješava. Množenjem opaženog sastava prometnog toka s ekvivalentnim vrijednostima dobiven je uvjetno homogen prometni tok izražen u osobnim vozilima [ov].

Korištene veličine ekvivalentnih vrijednosti za proračun uvjetno homogenog prometnog toka dan je u tablici 7.

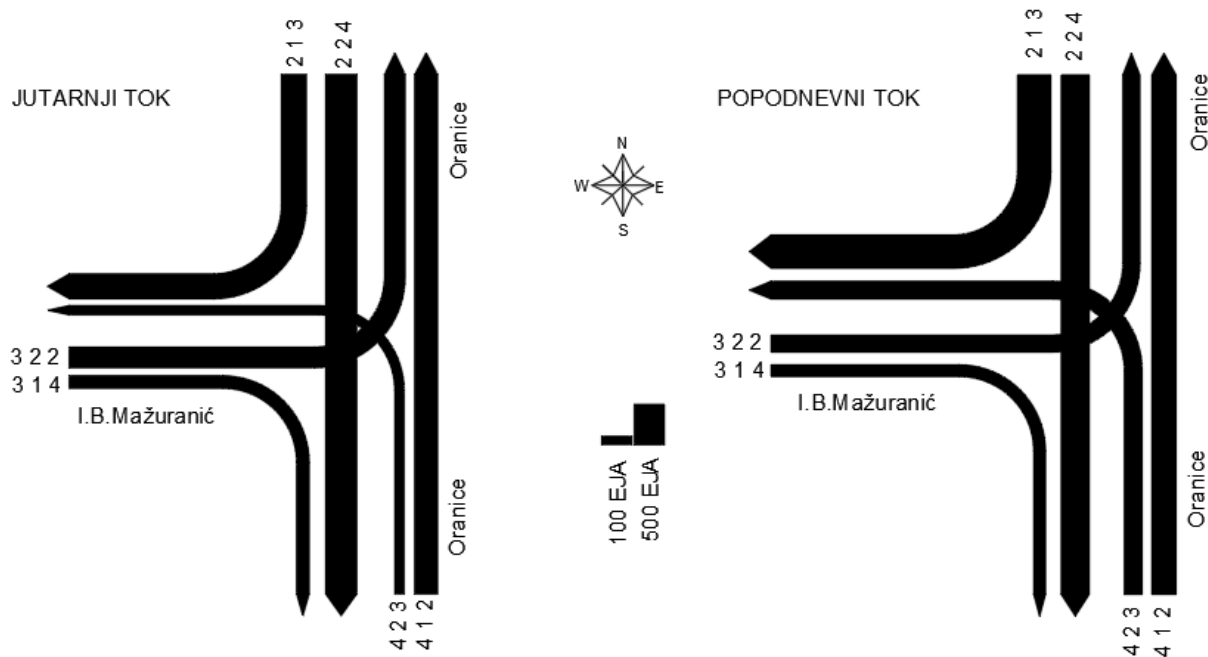
Tablica 7. Veličine ekvivalentnih vrijednosti za pojedini tip vozila

Vrsta vozila	Ekvivalentna vrijednost
Motocikli	0,70
Putnički automobili	1,00
Laka teretna vozila	1,50
Autobusi	2,00
Srednje teška teretna vozila	2,00
Tramvaj	4,00

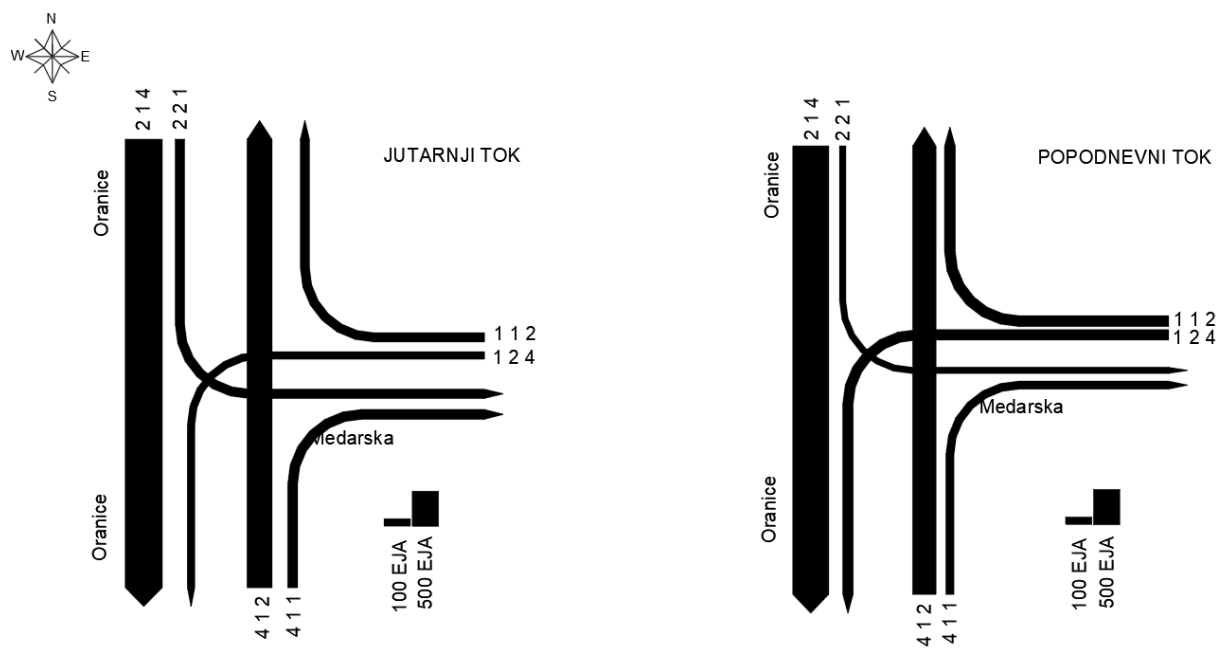
Sumiranjem homogeniziranih količina zabilježenih vozila po smjerovima kretanja određene su uvjetno homogene satne količine prometa izražene u Ekvivalentnim Jedinicama Automobila (EJA) tijekom vršnog jutarnjeg i popodnevnog sata. Grafički prikaz uvjetno homogene satne količine prometa izmjerene tijekom vršnog sata za raskrižje A, B i C dan je na slikama 25.-27.

Na temelju navedenih podataka, kao mjerodavna razdoblja dana za proračun razine usluge odabrani su:

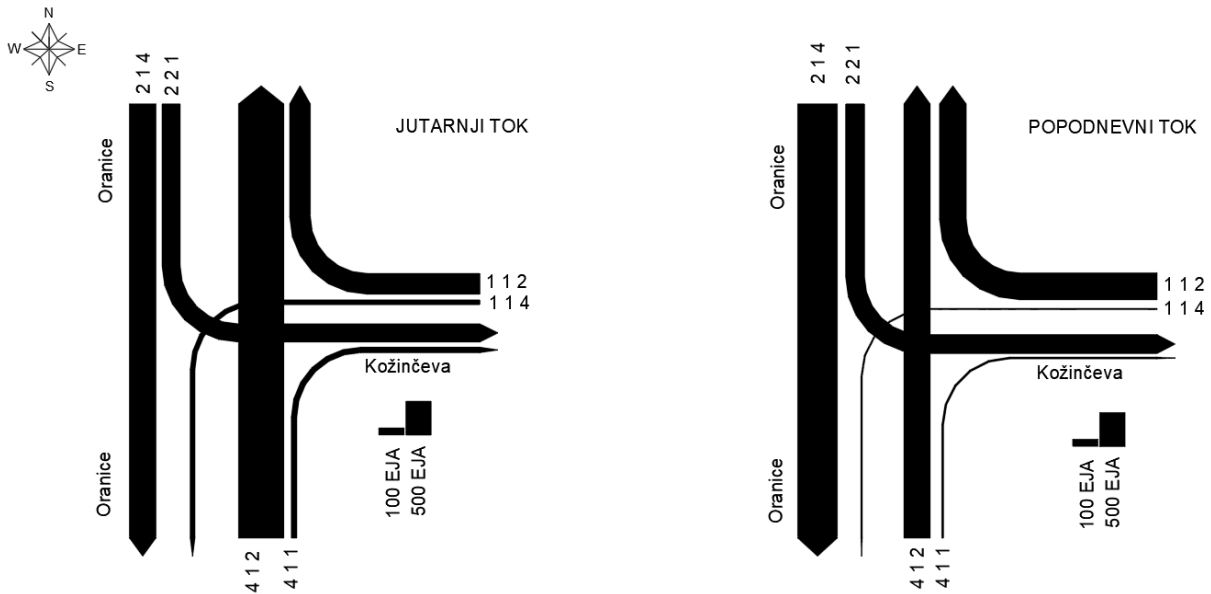
- popodnevni period za raskrižje A te
- jutarnji period za raskrižje B i C.



Slika 25. Grafički prikaz uvjetno homogene satne količine prometa izmjerene tijekom jutarnjeg i popodnevnog vršnog sata na raskrižju A



Slika 26. Grafički prikaz uvjetno homogene satne količine prometa izmjerene tijekom jutarnjeg i popodnevnog vršnog sata na raskrižju B



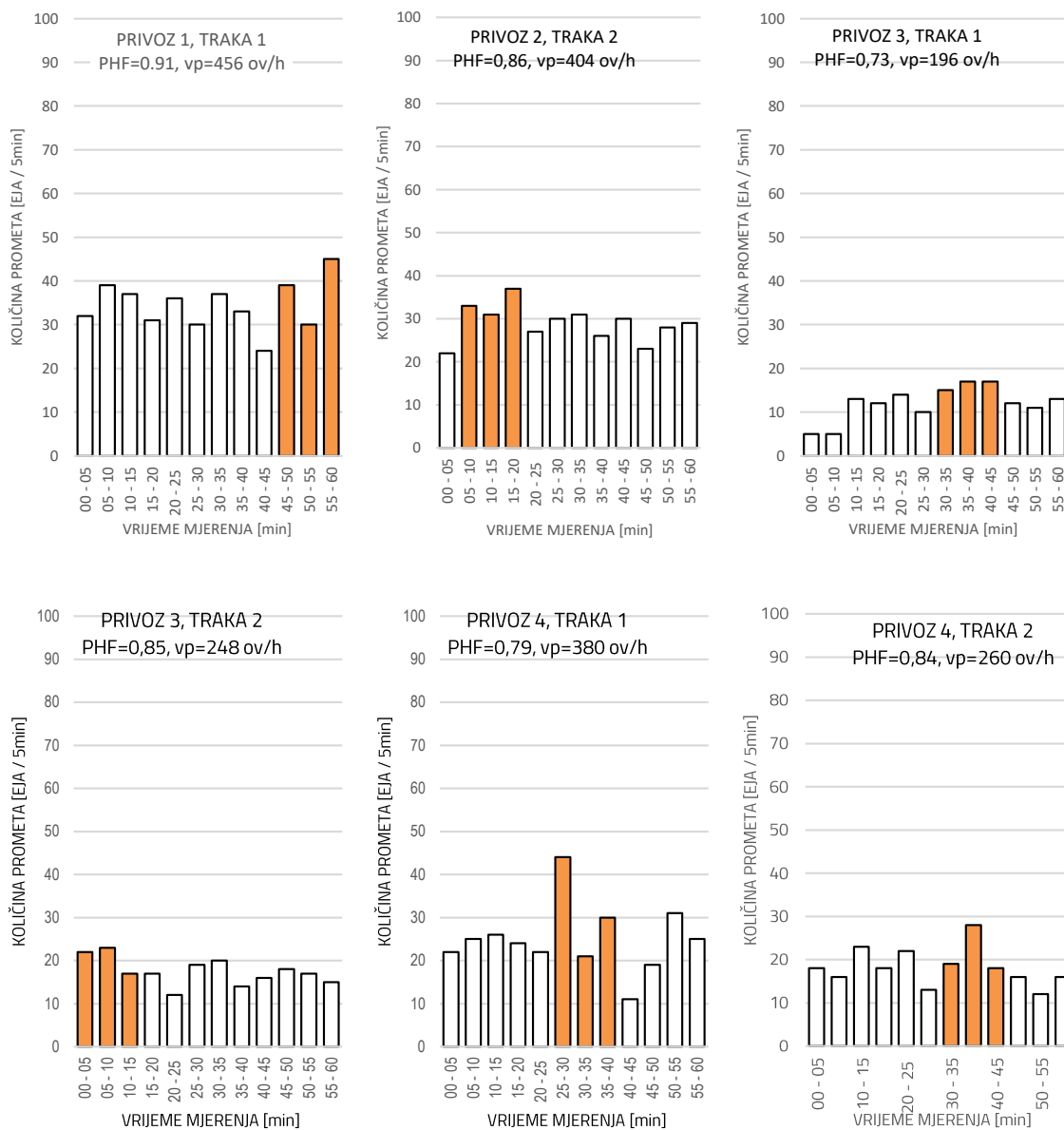
Slika 27. Grafički prikaz uvjetno homogene satne količine prometa izmjerene tijekom jutarnjeg i popodnevnog vršnog sata na raskrižju C

3.4 Faktor vršnog sata (PHF) i 15-minutni protok (vp)

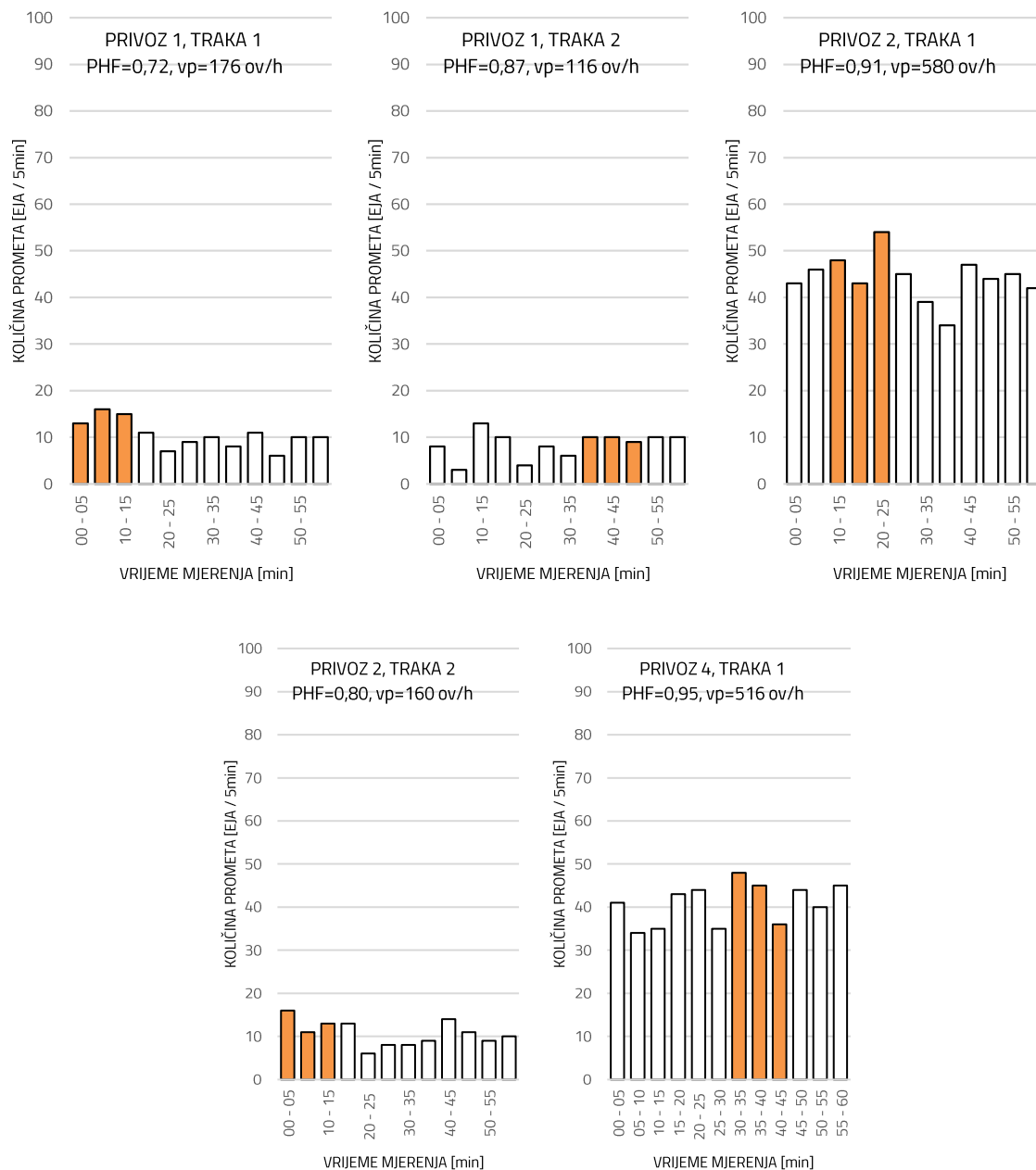
Faktor vršnog sata PHF svake prometne trake za najopterećenijih 15 minuta mjerenja određen je na svakom raskrižju u mjerodavnom periodu analize kao odnos ukupnog zabilježenog homogeniziranog volumena prometa V [ov/h] i četverostrukog najvećeg zabilježenog homogeniziranog volumena prometa tijekom uzastopnih 15 minuta mjerenja v_{15} [ov/0,25h].

Temeljem proračunanog PHF-a i vrijednosti ukupnog zabilježenog volumena prometa V [ov/h] proračunan je uvjetno homogeni vršni satni protok na svakoj traci privoza raskrižja.

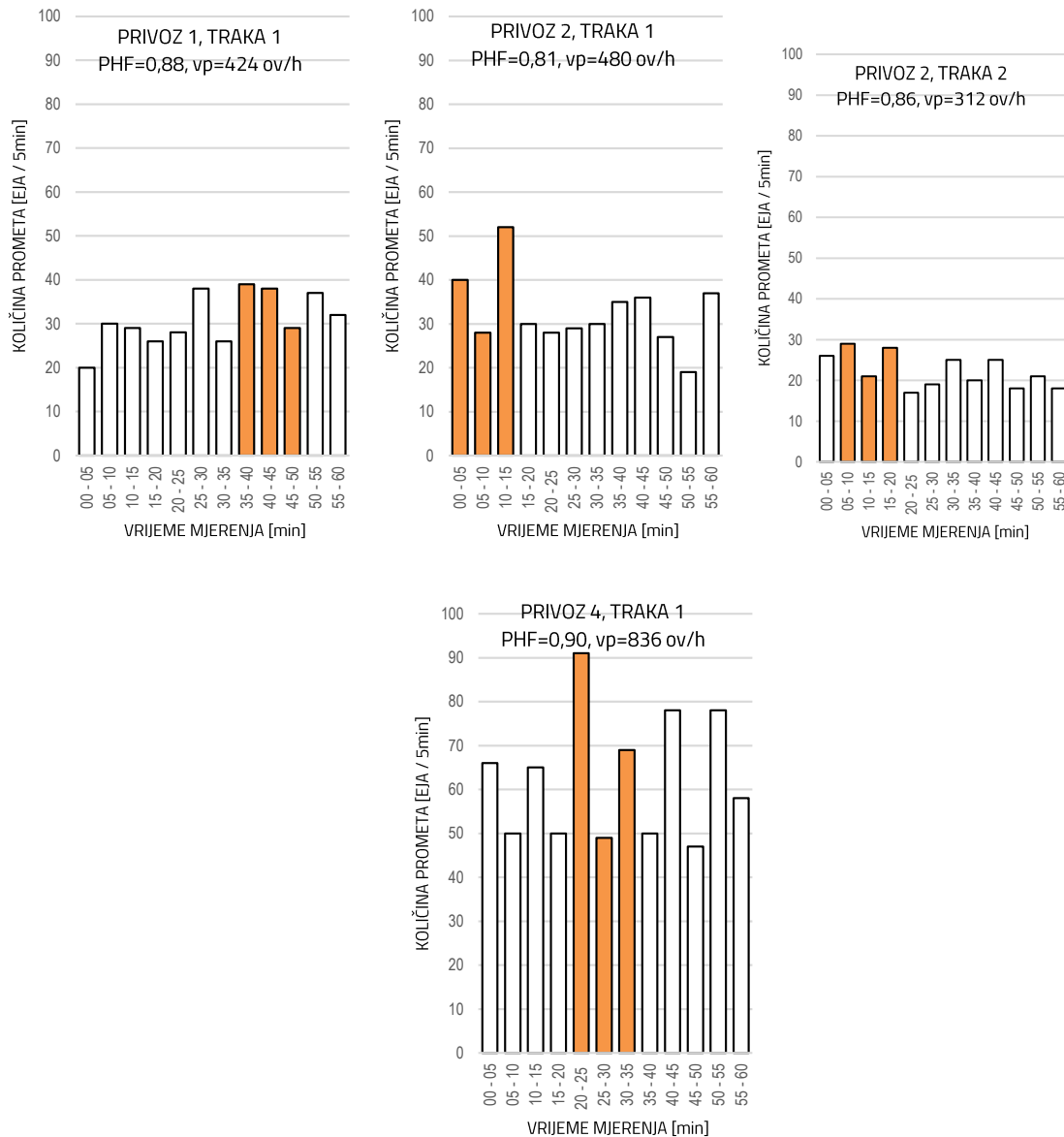
Na slikama 28.-30. dani su faktor vršnog sata i 15-minutni protok za svaku traku privoza raskrižja A, B, C te su posebno naznačeni uzastopni 5-minutni intervali mjerenja u kojima je zabilježena najveća količina toka.



Slika 28. Faktor vršnog sata i 15-minutni protok raskrižja A u popodnevnom periodu



Slika 29. Faktor vršnog sata i 15-minutni protok raskrižja B u jutarnjem periodu



Slika 30. Faktor vršnog sata i 15-minutni protok raskrižja C u jutarnjem periodu

3.5 Plan rada semafora

Na promatranj dionici nalaze se dva semaforizirana raskrižja:

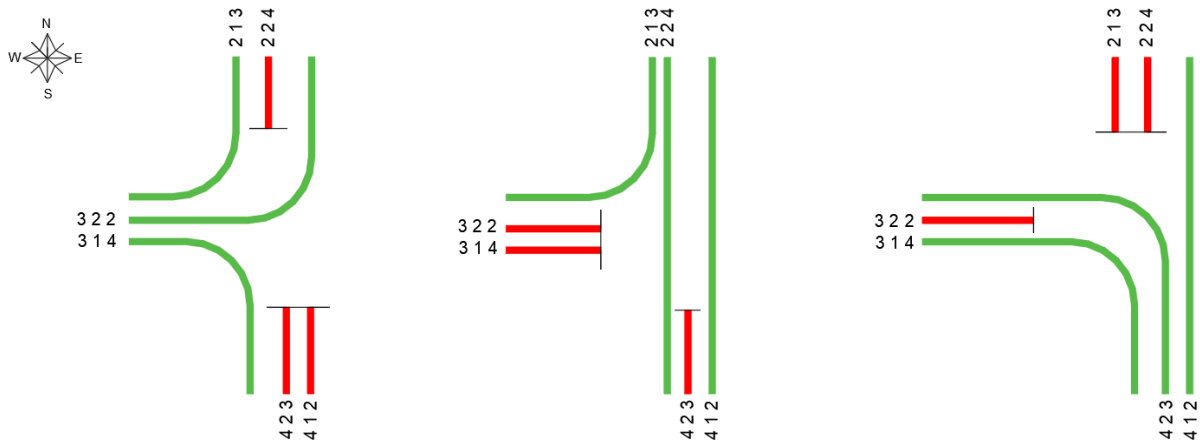
- A (I. B. Mažuranić - Oranice) i
- C (Kožinčev put - Oranice).

Zbog točnosti mjerenja, mjerenje pojedine faze rada semafora provedeno je za 2 ciklusa. Mjereno je vrijeme trajanja pojedine faze za svaki smjer kretanja vozila vodeći računa o preklapanju faza različitih smjerova kretanja i vidova prometa. U tablici 8. i 9. su prikazani

trajanje pojedine faze rada semafora dok je na slikama 31. i 32. prikazan prostorni plan faza rada semafora.

Tablica 8. Faze rada semafora raskrižja A

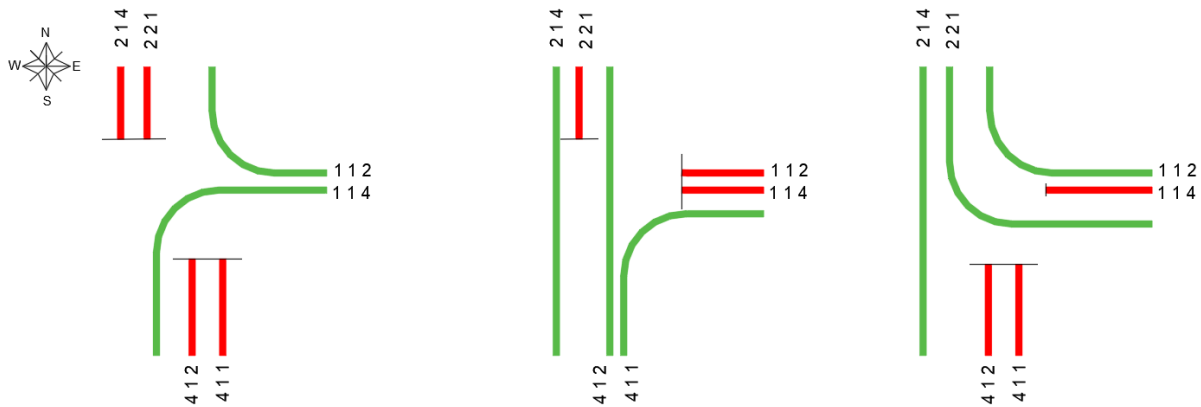
Raskrižje	I.B.Mažuranić-Oranice					
	8:00-9:00, 15:00-16:00					
Vrijeme mjerenja						
Privoz	213	224	314	322	412	423
Faza zeleno G [s]	24	14	39	20	30	30
Faza žuto A [s]	3	3	3	3	3	3
Faza crveno R [s]	33	43	18	37	27	27
Faza crveno+žuto RA [s]	2	2	2	2	2	2
Ciklus C [s]	62	62	62	62	62	62
Zeleno za pješake Gp [s]	0	0	8	8	0	0



Slika 31. Prostorni plan faza rada semafora raskrižja A

Tablica 9. Faze rada semafora raskrižja C

Raskrižje	Kožinčeva-Oranice					
	8:00-9:00, 15:00-16:00					
Vrijeme mjerenja						
Privoz	112	114	214	221	411	412
Faza zeleno G [s]	39	39	49	49	36	36
Faza žuto A [s]	3	3	3	3	3	3
Faza crveno R [s]	44	44	34	34	47	47
Faza crveno+žuto RA [s]	2	2	2	2	2	2
Ciklus C [s]	86	86	86	86	86	86
Zeleno za pješake Gp [s]	0	8	0	18	18	0



Slika 32. Prostorni plan faza rada semafora raskrižja B

3.6 Pretpostavke proračuna

Pojedine veličine i parametre koje nije bilo moguće izmjeriti ili opaziti na terenu zamijenjene su zadanim vrijednostima HCM-a [3]. Također su usvojene i određene pretpostavke proračuna koje su navedene u nastavku:

- Za način pristizanja vozila u raskrižje odabran je iznos AT1 zbog podatka da su raskrižja smještena na udaljenosti manjoj od 500 metara.
- Pri nedostatku ulaznih podataka, za faktor korekcije izdvajanja uz struju primjenjuje se vrijednost 1, koja se odnosi na izolirana raskrižja.
- Osnovni protok zasićenja toka je procijenjen za brzinu toka od 40 km/h i iznosi 1.600 ov/h/trak.
- Manevriranja pri parkiranju na ovoj dionici nema.
- Gradski mini-autobusi na promatranj dionici ima jedno stajalište ali je vozni red vrlo rijedak tako da je taj parametar zanemaren.
- Utjecaj pješaka i biciklista koji se kreću raskrižjima je zanemaren jer je pri mjerenju zabilježeno da je njihov broj manji od 10 ped/h.
- Tip područja je odabran prema lokaciji na kojoj se nalaze promatrana raskrižja (izvan centra grada)
- Broj vozila u koloni na početku perioda mjerenja je procijenjen na 10.
- Broj vozila u koloni na početku perioda mjerenja nakon razdiobe traka na privozu sa zajedničke za na dvije zasebne je procijenjen na 5.

4 Postojeća prometno – prostorna situacija

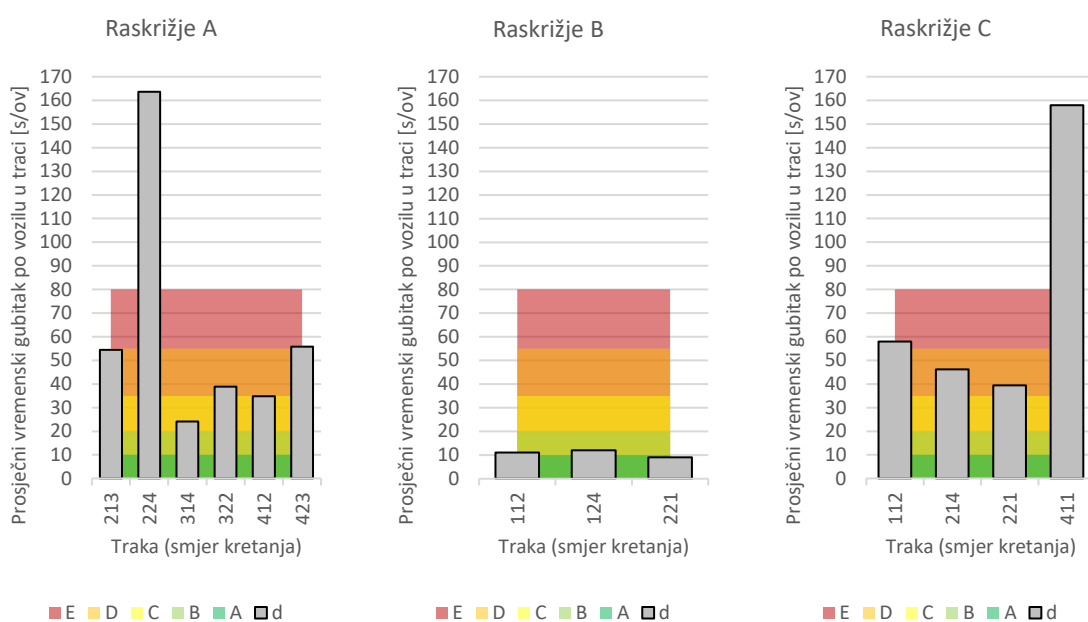
U ovom su poglavlju prikazani rezultati analize postojeće prometno – prostorne situacije duž dionice Ulice Oranice. Izrađen situacijski prikaz dionice i raskrižja u postojećem stanju dan je na grafičkom prilogu H1.

Analiza raskrižja prema [3] rezultirala je proračunanim veličinama vremenskih gubitka vozila

- po smjeru kretanja (za nesemaforizirano raskrižje),
- u traci (za semaforizirana raskrižja),
- na čitavom privozu i
- na čitavom raskrižju.

Ta veličine definiraju razinu usluge koja dalje omogućava rangiranje raskrižja prema kvaliteti njihove propusnosti te omogućava identifikaciju prometnih i građevinskih parametara (karakteristika raskrižja) koji bi mogli utjecati na poboljšanje razine usluge.

Proračun vremenskih gubitaka za svaku traku, privoz i raskrižje u postojećem stanju dionice i raskrižja dan je u prilogu A. Rezultati proračunanog prosječnog vremenskog gubitka d [s/ov] s naznačenim granicama razine usluge za svaku traku odnosno smjer kretanja kroz raskrižje dani su na slici 33.



Slika 33. Rezultati proračunanog prosječnog vremenskog gubitka d [s/ov] s naznačenim granicama razine usluge – postojeće stanje

U nastavku su prikazani rezultati analize razine usluge na temelju kojih su utvrđeni problemi tj. tehnički i građevinski parametri raskrižja duž dionice koji nisu zadovoljavajući.

Na raskrižju A razina usluge čitavog raskrižja je E. Razlog tomu su veliki vremenski gubitci vozila na privozu 2 raskrižju, odnosno najveći vremenski gubitak od čak 164 s/ov koji se stvara u prometnoj traci 22 za smjer 4 koja omogućava prolazak vozila ravno kroz raskrižje Ulicom Oranice iz smjera sjevera prema jugu.

Na raskrižju B razina usluge čitavog raskrižja je A. Najveći vremenski gubitak od svega 12 s/ov stvara se za smjer 124 (privoz Medarske ulice, skretanje u Ulicu Oranice prema jugu).

Na raskrižju C razina usluge čitavog raskrižja je E. Razlog tomu su veliki vremenski gubitci vozila na privozu 4 raskrižju, odnosno najveći vremenski gubitak od čak 133 s/ov koji se stvara u prometnoj traci 41 koja je namijenjena za vozila koja prolaze ravno raskrižjem, Ulicom Oranice iz smjera juga prema sjeveru, te skreću desno u smjeru zapada prema Kožinčevom putu.

Na temelju rezultata analize postojećeg stanja, zaključeno je kako je potrebno određenim mjerama intervenirati u prometnu organizaciju i geometriju raskrižja kako bi se razina usluge u kratkoročnom razdoblju podigla na barem razinu D.

5 Planirano prometno – prostorna situacija

Prometnim i građevinskim mjerama odlučeno je utjecati na sva tri raskrižja kako bi se optimizirao i smanjio vremenski gubitak vozila te kako bi se poboljšala razina usluge pojedinog privoza, a i raskrižja u cjelini. Definirano je ukupno šest mjera. Dvije mjere su isključivo prometnog karaktera i odnose se na uvođenje semafora i pre-regulaciju postojećeg rada semafora u cilju postizanja „zelenog vala“. Treća mjera predstavlja isključivo građevinsko-tehničku mjeru uvođenja dodatnih traka za skretače. Naredne mjere zatim razmatraju kombinaciju prometnih i građevinsko-tehničkih mjera. Njihov koncept i rezultati primjene navedeni su u sljedećim pod-poglavljima.

5.1 Mjera 1

Mjera 1 odnosi se na korekciju rada semafora na raskrižjima. Proračun vremenskih gubitaka za svaku traku, privoz i raskrižje dan je u prilogu B.

Na **raskrižju A** odlučeno je povećati efektivno zeleno svjetlo za pojedine smjerove kretanja vozila kroz raskrižje. Odlučeno je da to bude na ulici Oranice za smjer 213 u smjeru zapada na ulicu I. B. Mažuranić s povećanjem za 4 sekunde, na ulici Oranice za smjer 224 u smjeru juga nastavlja po ulici Oranice s povećanjem za 4 sekunde i na ulici Oranice za smjer 423 u smjeru sjevera nastavlja po ulici Oranice s povećanjem za 3 sekunde. U tablici 10. nalazi se izmjeni rad semafora raskrižja A prema navodima u tekstu.

Tablica 10. Faze rada semafora raskrižja A – Mjera 1

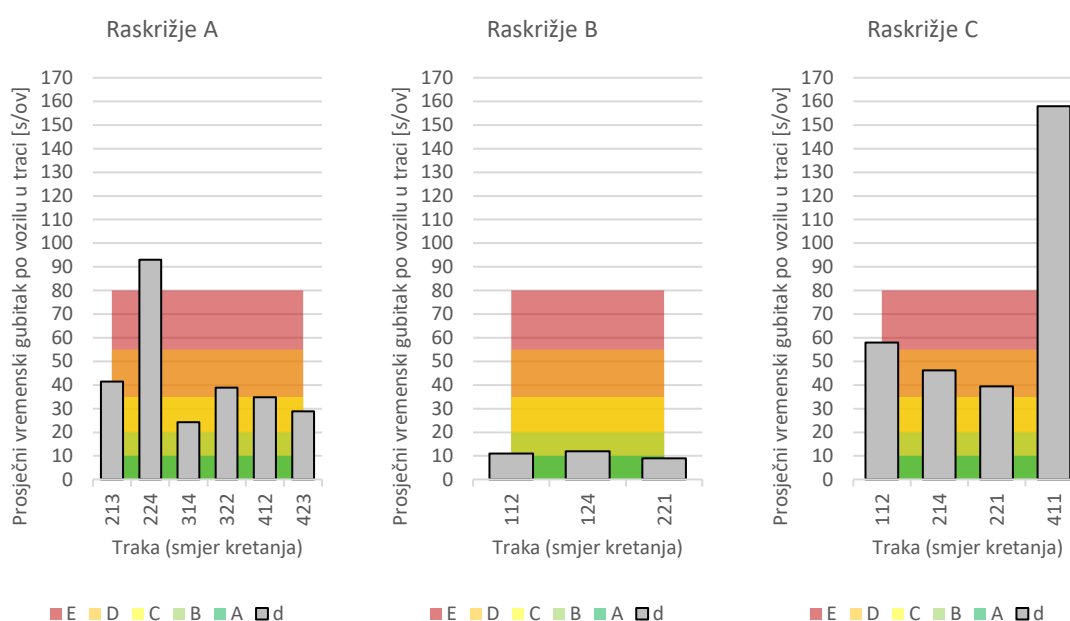
Privoz	213	224	314	322	412	423
Faza zeleno G [s]	28	18	39	20	30	33
Faza žuto A [s]	3	3	3	3	3	3
Faza crveno R [s]	29	39	18	37	27	24
Faza crveno+žuto RA [s]	2	2	2	2	2	2
Ciklus C [s]	62	62	62	62	62	62
Zeleno za pješake Gp [s]	0	0	8	8	0	0

Rezultati su pokazali da je Mjera 1 pozitivno utjecala na ocjenu raskrižja A (sa E na D) smanjujući prosječni vremenski gubitak raskrižja za 21 s/ov. Najveće povećanje ovog gubitka od 21 s/ov ostvareno je na privozu 2 (Ulica Oranice u smjeru juga), a konkretno za smjer kretanja 224 (ravno kroz raskrižje) smanjilo se za čak 71 s/ov.

Raskrižje B u postojećem stanju je nesemaforizirano, a ovom se mjerom predviđa da takvo ostaje.

Kod **raskrižja C** nisu se korigirala vremena rada semafora budući da su desni skretači koji sa Ulice Oranice iz zajedničke trake skreću u Kožinčevu ulicu (a kojih je svega 10% u ukupnom toku ove trake za ravno i desno) ionako podređeni toku vozila koja prolaze ravno raskrižjem. Zaključeno je da bi ova mjera mogla jedino negativno djelovati na ostale smjerove kretanja kroz raskrižje dok na najlošije ocijenjen smjer kretanja ne bi imala značajnog učinka.

Rezultati proračunanog prosječnog vremenskog gubitka d [s/ov] s naznačenim granicama razine usluge nakon provedbe Mjere 1 prikazani su na slici 34.



Slika 34. Rezultati proračunanog prosječnog vremenskog gubitka d [s/ov] s naznačenim granicama razine usluge – nakon provedbe Mjere 1

Rezultati su pokazali da Mjera 1 nije donijela poboljšanja u ocjeni razine usluge raskrižja C, no znatno je poboljšala razinu usluge raskrižja A, pogotovo smjera kretanja ravno kroz raskrižje od sjevera prema jugu.

5.2 Mjera 2

Mjera 2 odnosi se na dodavanje semafora na raskrižje B i povezivanje svih semafora u „zeleni val“. Proračun vremenskih gubitaka za svaku traku, privoz i raskrižje dan je u prilogu C.

Na **raskrižju A** novi plan rada semafora preuzet je od plana rada semafora raskrižja C. Odlučeno je povećati ciklus semafora te povećati efektivno zeleno svjetlo za sve smjerove kretanja vozila kroz raskrižje za 6 sekundi i crveno svjetlo za sve smjerove kretanja vozila kroz raskrižje za 18 sekundi. U tablici 11. nalaze se vrijednosti trajanja ciklusa prema novom režimu rada za raskrižje A.

Tablica 11. Faze rada semafora raskrižja A – Mjera 2

Privoz	213	224	314	322	412	423
Faza zeleno G [s]	34	24	45	26	36	39
Faza žuto A [s]	3	3	3	3	3	3
Faza crveno R [s]	47	57	36	55	45	42
Faza crveno+žuto RA [s]	2	2	2	2	2	2
Ciklus C [s]	86	86	86	86	86	86
Zeleno za pješake Gp [s]	0	0	8	8	0	0

Na **raskrižju B** mjera predviđa postavljanje semafora sa ciklusom jednakim onom semafora raskrižju C.

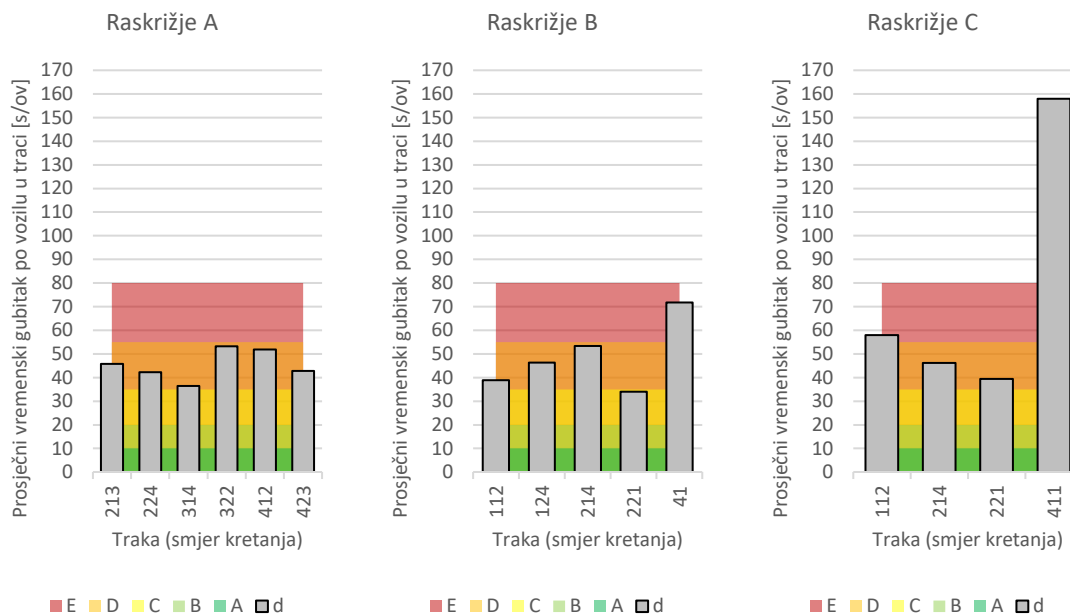
Na **raskrižju C** je zadržan isti plan rada semafora kao u postojećoj prometno – prostornoj situaciji.

U tablici 12. nalaze se vrijednosti trajanja ciklusa prema novom režimu rada za raskrižje B i C.

Tablica 12. Faze rada semafora raskrižja B i C – Mjera 2

Privoz	112	124	214	221	411	412
Faza zeleno G [s]	39	39	49	49	36	36
Faza žuto A [s]	3	3	3	3	3	3
Faza crveno R [s]	44	44	34	34	47	47
Faza crveno+žuto RA [s]	2	2	2	2	2	2
Ciklus C [s]	86	86	86	86	86	86
Zeleno za pješake Gp [s]	0	8	0	18	18	0

Rezultati proračunanog prosječnog vremenskog gubitka d [s/ov] s naznačenim granicama razine usluge nakon provedbe Mjere 2 prikazani su na slici 35.



Slika 35. Rezultati proračunanog prosječnog vremenskog gubitka d [s/ov] s naznačenim granicama razine usluge – nakon provedbe Mjere 2

Rezultati su pokazali da Mjera 2 nije donijela poboljšanja u ocjeni razine usluge raskrižja.

Na raskrižju A, ova mjera ima negativan učinak na privoz 4 i to za smjer kretanja 412 (ravno kroz raskrižje) na kojem se prosječni vremenski gubitak povećao za 17 s/ov. Međutim, ova je mjera pozitivno utjecala na privoz 2 (Ulica Oranice u smjeru juga), a konkretno za smjer kretanja 224 (ravno kroz raskrižje) gdje se prosječni vremenski gubitak smanjio za 122 s/ov.

Budući da na raskrižju B u postojećem stanju nema semafora, postavljanjem semafora postignuti su lošije rezultati na svim privozima.

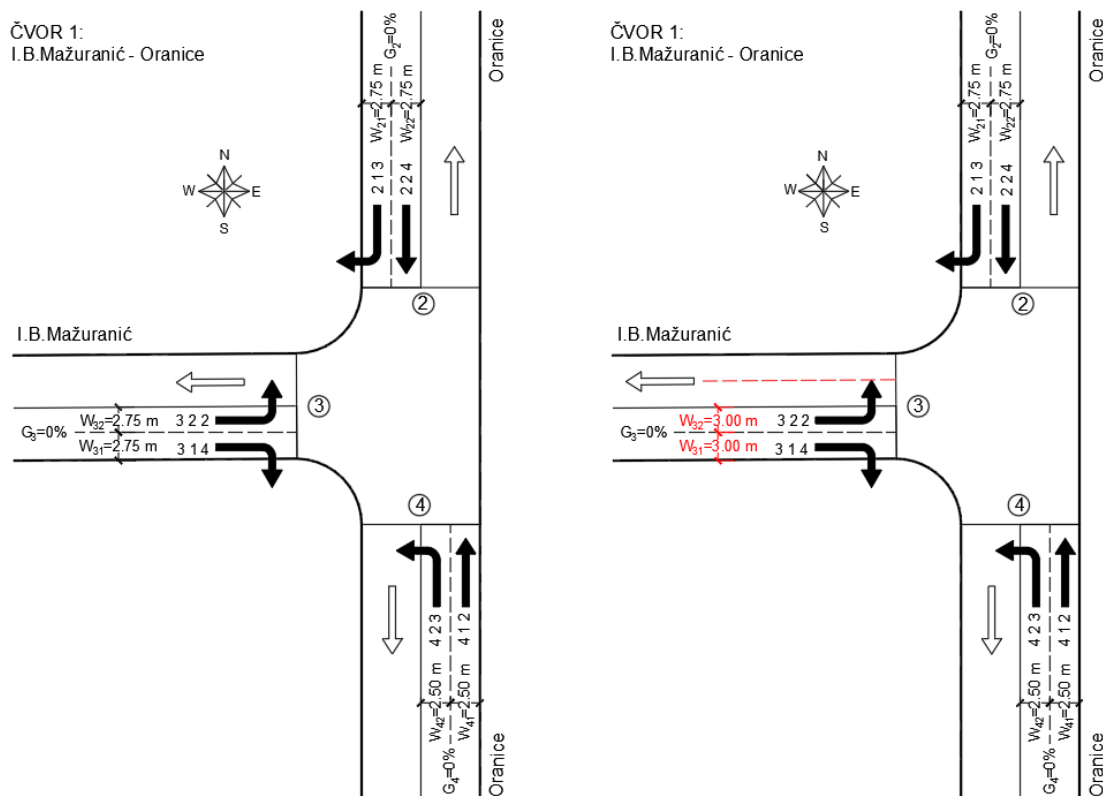
5.3 Mjera 3

Mjera 3 odnosi se na građevinsko-tehničku mjeru proširenja trake i uvođenja dodatnih traka za skretače na sva tri raskrižja. Izrađen situacijski prikaz dionice i raskrižja u postojećem stanju dan je na grafičkom prilogu H2.

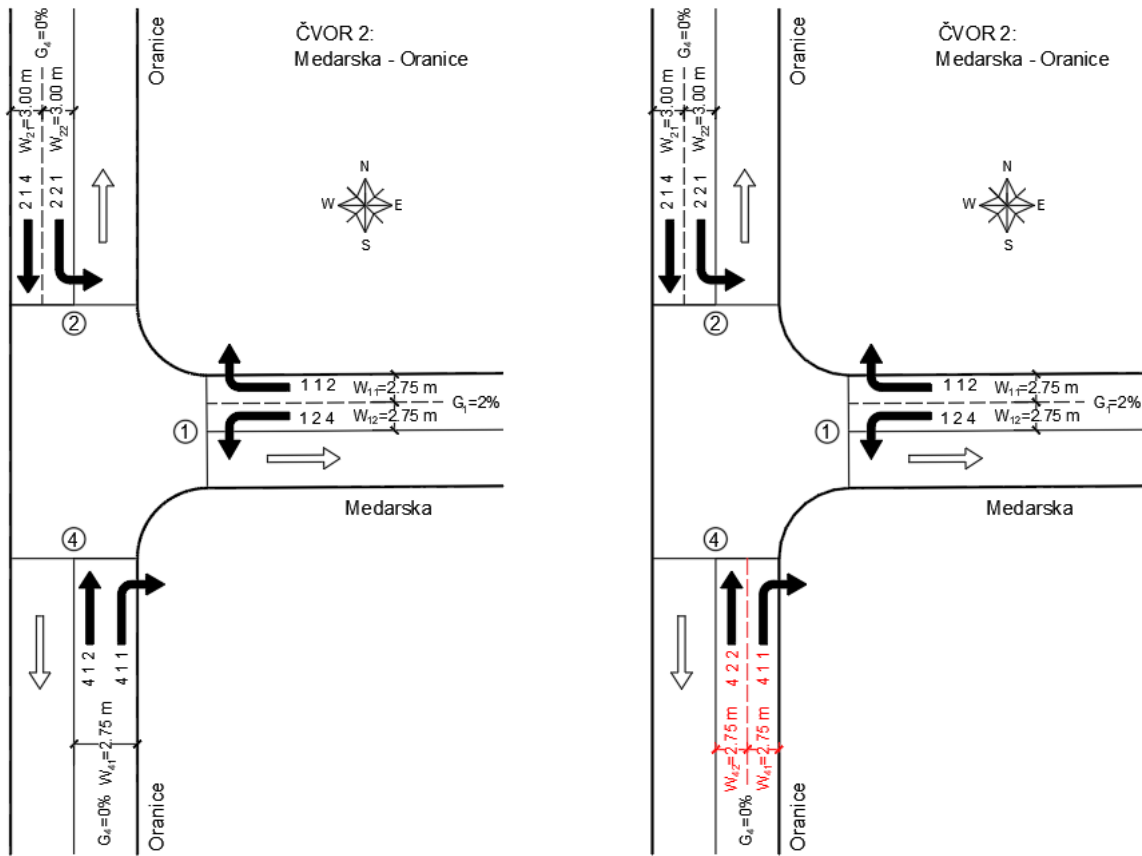
Na **raskrižju A** odlučeno je proširiti postojeće prometne trake sa 2,75 m na 3.00 m kako bi kretanje istima bilo sigurnije. Proširenje je predviđeno na kraku 3 tj. privozu i izvozu Ul. Ivane Brlić Mažuranić. Ovo proširenje predstavlja logičan nastavak profila te ulice koji je danas prisutan u zoni Malešnice. Pored proširenja kolnika, ova bi mjera iziskivala i proširenje postojećeg mosta preko potoka Vrapčak. Na slici 36. crvenom bojom prikazane su predviđene građevinske intervencije na raskrižju A.

Na **raskrižju B** odlučeno je razdvojiti dosadašnju jednu traku za smjer ravno prema sjeveru po ulici Oranice i desno s glavne ulice Oranice prema istoku na Medarsku ulicu na privozu 4 u dvije zasebne prometne trake širine 2,75 m. Ovo iziskuje proširenje kolnika na ovom privozu za u prosjeku 1,5 m. Navedeno proširenje pružalo bi se dijelom i u izvoz Medarske ulice, a odvalo bi se nauštrb prostora na kojem se danas nalazi parkovna površina. Na slici 37. crvenom bojom prikazane su predviđene građevinske intervencije na raskrižju B.

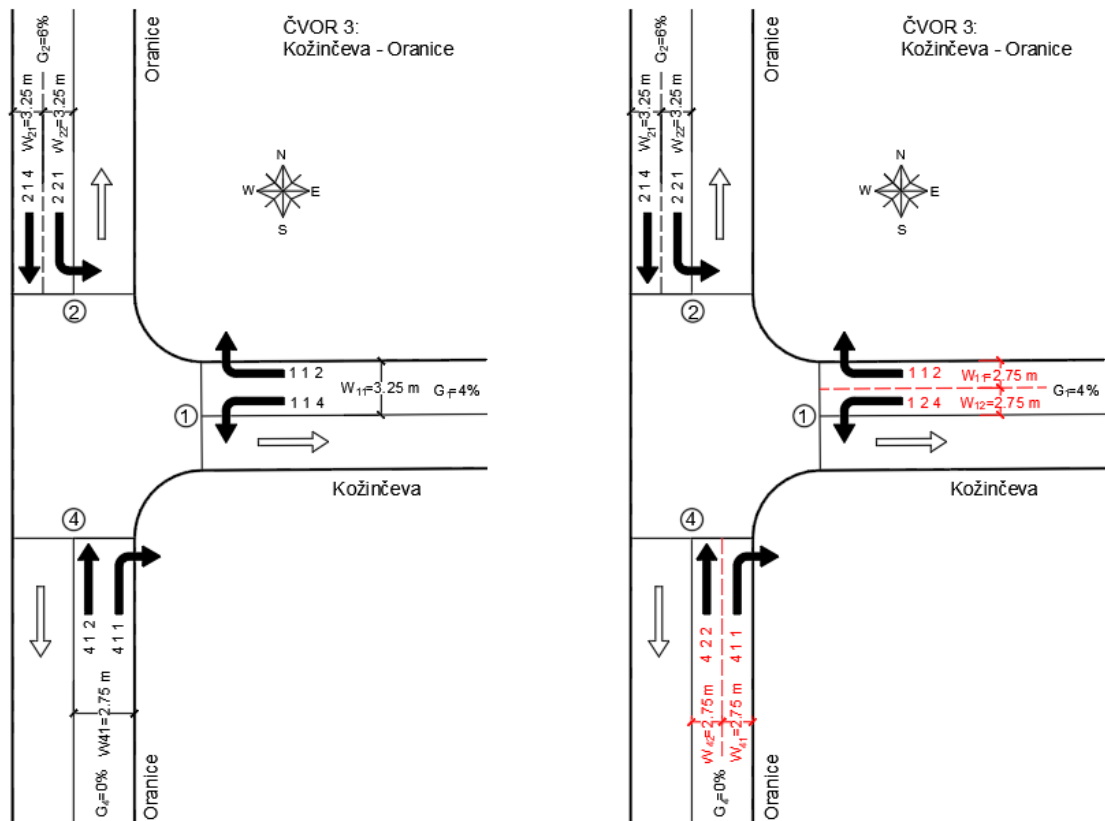
Na **raskrižju C** odlučeno je dodati zasebne trake za skretače na privozima 1 i 4. Kod privoza 1 jedna se traka dijeli u dvije prometne trake širine od 2,75 m na kojima se obavljaju radnje skretanja sa sporedne ulice Kožinčeva puta posebno lijevo u smjeru juga, a posebno desno u smjeru sjevera na glavnu Ulicu Oranice. Ova intervencija iziskuje izgradnju odnosno proširenje rampe na izvozu u Kožinčevu ulicu. Kod privoza 4, postojeća kolnička površina dijeli se iz jedne vozne trake i jednerazdjelne trake u dvije prometne trake širine od 2,75 m kod kojih se obavljaju radnje skretanja s glavne ulice Oranice prema istoku na Kožinčev put i nastavljanja ravno prema sjeveru po ulici Oranice. Na slici 38. crvenom bojom prikazane su predviđene građevinske intervencije na raskrižju C.



Slika 36. Građevinsko-tehnička mjera rekonstrukcije raskrižja A

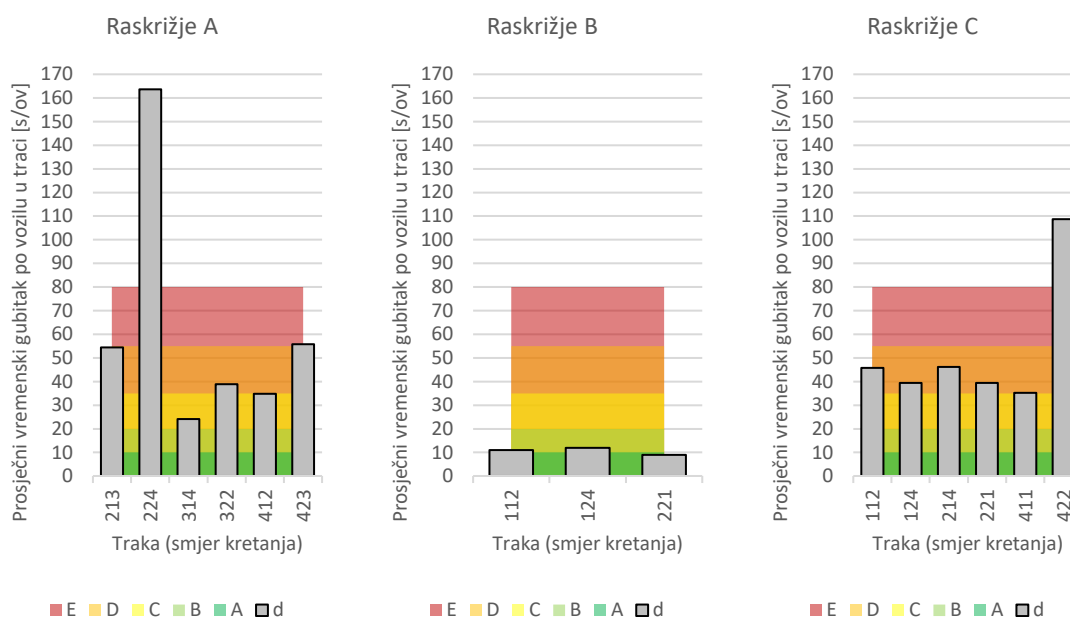


Slika 37. Građevinsko-tehnička mjera rekonstrukcije raskrižja B



Slika 38. Građevinsko-tehnička mjera rekonstrukcije raskrižja C

Proračun vremenskih gubitaka za svaku traku, privoz i raskrižje dan je u prilogu D. Rezultati proračunanog prosječnog vremenskog gubitka d [s/ov] s naznačenim granicama razine usluge nakon provedbe Mjere 3 prikazani su na slici 39.



Slika 39. Rezultati proračunanog prosječnog vremenskog gubitka d [s/ov] s naznačenim granicama razine usluge – nakon provedbe Mjere 3

Rezultati su pokazali da je Mjera 3 i promjena širine prometnih traka ne utječe na promjenu razine usluge privoza ili raskrižja A u cjelini. Mjera 3 ne utječe ni na promjenu razine usluge privoza i raskrižja B u cjelini zato što se privoz nalazi na glavnoj cesti te nema nikoga tko mu se suprotstavlja. Također, Mjera 3 pozitivno je utjecala na ukupnu ocjenu raskrižja C (ocjena-E), smanjen je prosječni vremenski gubitak raskrižja za 26 s/ov. Na ovom je raskrižju mjera iznimno pozitivno utjecala na privoz 4 (Ulica Oranice u smjeru sjevera), gdje se prosječni vremenski gubitak smanjio za čak 57 s/ov.

5.4 Mjera 4

Mjera 4 odnosi se na korekcije rada postojećih semafora u kombinaciji sa prethodno navedenim građevinskim mjerama. Dakle, Mjera 4 predstavlja kombinaciju Mjere 1 i 3. Proračun vremenskih gubitaka za svaku traku, privoz i raskrižje dan je u prilogu E.

Na **raskrižju A** odlučeno je proširiti postojeće prometne trake sa 2,75 m na 3.00 m kako bi kretanje istima bilo sigurnije. Proširenje je predviđeno na kraku 3 tj. privozu i izvozu Ul. Ivane

Brić Mažuranić. Na slici 36. crvenom bojom prikazane su predviđene građevinske intervencije na raskrižju A.

U odnosu na plan rada predviđen u Mjeri 1, odlučeno je dodatno povećati efektivno zeleno svjetlo za pojedine smjerove kretanja vozila kroz raskrižje. Odlučeno je da to bude za 5 sekundi za smjer 412 na privozu Ul. Oranice koji u smjeru sjevera nastavlja ravno kroz raskrižje prema sjeveru. U tablici 13. nalazi se izmjeni rad semafora raskrižja A prema navodima u tekstu.

Tablica 13. Faze rada semafora raskrižja A – Mjera 4

Privoz	213	224	314	322	412	423
Faza zeleno G [s]	24	14	39	20	35	33
Faza žuto A [s]	3	3	3	3	3	3
Faza crveno R [s]	33	43	18	37	22	27
Faza crveno+žuto RA [s]	2	2	2	2	2	2
Ciklus C [s]	62	62	62	62	62	62
Zeleno za pješake Gp [s]	0	0	8	8	0	0

Raskrižje B ostaje u nesemaforiziranom stanju, ali odlučeno je razdvojiti dosadašnju jednu traku za smjer ravno prema sjeveru po ulici Oranice i desno s glavne ulice Oranice prema istoku na Medarsku ulicu na privozu 4 u dvije zasebne prometne trake širine 2,75 m. Ovo iziskuje proširenje kolnika na ovom privozu za u prosjeku 1,5 m. Navedeno proširenje pružalo bi se dijelom i u izvoz Medarske ulice, a odvilo bi se nauštrb prostora na kojem se danas nalazi parkovna površina. Na slici 37. crvenom bojom prikazane su predviđene građevinske intervencije na raskrižju B.

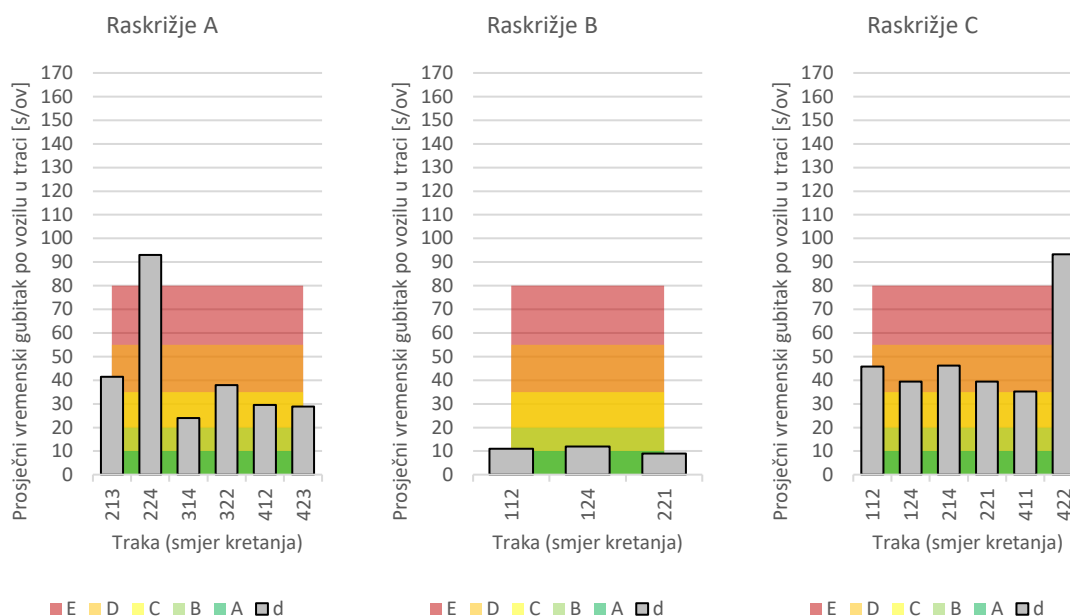
Na **raskrižju C** odlučeno je dodati zasebne trake za skretače na privozima 1 i 4. Kod privoza 1 dijeli se iz jedne u dvije prometne trake širine od 2,75 m kod kojih se obavljaju radnje skretanja sa sporedne ulice Kožinčeva puta posebno lijevo u smjeru juga, a posebno desno u smjeru sjevera na glavnu Ulicu Oranice. Ova intervencija iziskuje izgradnju odnosno proširenje rampe na izvozu u Kožinčevu ulicu. Kod privoza 4, postojeća kolnička površina dijeli se iz jedne trake i razdjelne trake u dvije prometne trake širine od 2,75 m kod kojih se obavljaju radnje skretanja s glavne ulice Oranice prema istoku na Kožinčev put i nastavljanja ravno prema sjeveru po ulici Oranice. Na slici 38. crvenom bojom prikazane su predviđene građevinske intervencije na raskrižju C.

U pogledu izmjena plana rada semafora, odlučeno je povećati efektivno zeleno svjetlo za pojedine smjerove kretanja vozila kroz raskrižje. Odlučeno je da to bude za 5 sekundi na ulici Oranice za smjer 422 u smjeru sjevera zadržavajući smjer Ulicom Oranice. U tablici 14. nalazi se izmjeni rad semafora raskrižja C prema navodima u tekstu.

Tablica 14. Faze rada semafora raskrižja C – Mjera 4

Privoz	112	114	214	221	411	412
Faza zeleno G [s]	39	39	49	49	36	36
Faza žuto A [s]	3	3	3	3	3	3
Faza crveno R [s]	44	44	34	34	47	47
Faza crveno+žuto RA [s]	2	2	2	2	2	2
Ciklus C [s]	86	86	86	86	86	86
Zeleno za pješake Gp [s]	0	8	0	18	18	0

Proračun vremenskih gubitaka za svaku traku, privoz i raskrižje dan je u prilogu E. Rezultati proračunanog prosječnog vremenskog gubitka d [s/ov] s naznačenim granicama razine usluge nakon provedbe Mjere 4 prikazani su na slici 40.



Slika 40. Rezultati proračunanog prosječnog vremenskog gubitka d [s/ov] s naznačenim granicama razine usluge – nakon provedbe Mjere 4

Rezultati su pokazali da Mjera 4 nije utjecala na ukupnu ocjenu raskrižja A (ocjena-D). Najveće smanjenje ostvareno je na privozu 4 (Ulica Oranice u smjeru sjevera), a konkretno za smjer kretanja 412 (ravno kroz raskrižje) gdje se prosječni vremenski gubitak smanjio za 5 s/ov.

Mjera 4 nije utjecala na ukupnu ocjenu raskrižja B (ocjena-A).

Mjera 4 nije utjecala na ukupnu ocjenu raskrižja C (ocjena-E), međutim smanjen je prosječni vremenski gubitak raskrižja za 32 s/ov. Pozitivno je utjecala na privoz 4 (Ulica Oranice u smjeru sjevera), gdje se prosječni vremenski gubitak privoza smanjio za 71 s/ov.

5.5 Mjera 5

Mjera 5 odnosi se na povezivanje semafora u „zeleni val“ u kombinaciji sa prethodno navedenim građevinskim mjerama. Dakle, Mjera 5 predstavlja kombinaciju Mjere 2 i 3. Proračun vremenskih gubitaka za svaku traku, privoz i raskrižje dan je u prilogu C.

Na **raskrižju A** odlučeno je proširiti postojeće prometne trake sa 2,75 m na 3.00 m kako bi kretanje istima bilo sigurnije. Proširenje je predviđeno na kraku 3 tj. privozu i izvozu Ul. Ivane Brlić Mažuranić. Na slici 36. crvenom bojom prikazane su predviđene građevinske intervencije na raskrižju A.

Na ovom je raskrižju odlučeno uskladiti duljinu trajanja ciklusa semafora s onim na raskrižju C. Na taj se način moglo povećati efektivno zeleno svjetlo za pojedine smjerove kretanja vozila kroz raskrižje A. Odlučeno je da to povećanje bude na ulici Oranice za smjer 412 u smjeru sjevera nastavlja po ulici Oranice za 5 sekundi. U tablici 15. nalazi se izmjeni rad semafora raskrižja A prema navodima u tekstu.

Tablica 15. Faze rada semafora raskrižja A – Mjera 5

Privoz	213	224	314	322	412	423
Faza zeleno G [s]	34	24	45	26	41	39
Faza žuto A [s]	3	3	3	3	3	3
Faza crveno R [s]	47	57	36	55	40	42
Faza crveno+žuto RA [s]	2	2	2	2	2	2
Ciklus C [s]	86	86	86	86	86	86
Zeleno za pješake Gp [s]	0	0	8	8	0	0

Na **raskrižju B** odlučeno je razdvojiti dosadašnju jednu traku za smjer ravno prema sjeveru po ulici Oranice i desno s glavne ulice Oranice prema istoku na Medarsku ulicu na privozu 4 u dvije zasebne prometne trake širine 2,75 m. Ovo iziskuje proširenje kolnika na ovom privozu za u prosjeku 1,5 m. Na slici 37. crvenom bojom prikazane su predviđene građevinske intervencije na raskrižju B.

Također je odlučeno povećati efektivno zeleno svjetlo za pojedine smjerove kretanja vozila kroz raskrižje. Odlučeno je da to bude na ulici Oranice za smjer 422 u smjeru sjevera ravno po Ulici Oranice s povećanjem za 5 sekundi. U tablici 16. nalazi se izmjeni rad semafora raskrižja B prema navodima u tekstu.

Tablica 16. Faze rada semafora raskrižja B – Mjera 5

Privoz	112	124	214	221	411	412
Faza zeleno G [s]	39	39	49	49	36	41
Faza žuto A [s]	3	3	3	3	3	3

Faza crveno R [s]	44	44	34	34	47	42
Faza crveno+žuto RA [s]	2	2	2	2	2	2
Ciklus C [s]	86	86	86	86	86	86
Zeleno za pješake Gp [s]	0	8	0	18	18	0

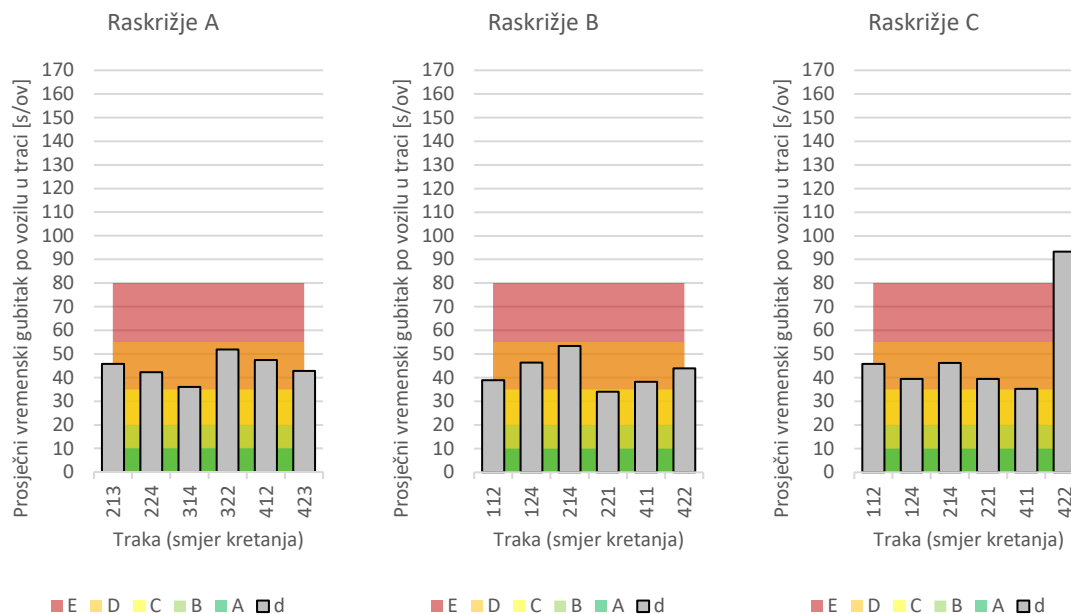
Na **raskrižju C** sve je odlučeno zadržati kao u mjeri 4. Odlučeno je dodati zasebne trake za skretače na privozima 1 i 4. Kod privoza 1 dijeli se iz jedne u dvije prometne trake širine od 2,75 m kod kojih se obavljaju radnje skretanja sa sporedne ulice Kožinčeva puta posebno lijevo u smjeru juga, a posebno desno u smjeru sjevera na glavnu Ulicu Oranice. Ova intervencija iziskuje izgradnju odnosno proširenje rampe na izvozu u Kožinčevu ulicu. Kod privoza 4, postojeća kolnička površina dijeli se iz jedne trake i razdjelne trake u dvije prometne trake širine od 2,75 m kod kojih se obavljaju radnje skretanja s glavne ulice Oranice prema istoku na Kožinčev put i nastavljanja ravno prema sjeveru po ulici Oranice. Na slici 38. crvenom bojom prikazane su predviđene građevinske intervencije na raskrižju C.

U pogledu izmjena plana rada semafora, odlučeno je povećati efektivno zeleno svjetlo za pojedine smjerove kretanja vozila kroz raskrižje. Odlučeno je da to bude za 5 sekundi na ulici Oranice za smjer 422 u smjeru sjevera zadržavajući smjer Ulicom Oranice. U tablici 17. nalazi se izmjeni rad semafora raskrižja C prema navodima u tekstu.

Tablica 17. Faze rada semafora raskrižja C – Mjera 5

Privoz	112	114	214	221	411	412
Faza zeleno G [s]	39	39	49	49	36	36
Faza žuto A [s]	3	3	3	3	3	3
Faza crveno R [s]	44	44	34	34	47	47
Faza crveno+žuto RA [s]	2	2	2	2	2	2
Ciklus C [s]	86	86	86	86	86	86
Zeleno za pješake Gp [s]	0	8	0	18	18	0

Proračun vremenskih gubitaka za svaku traku, privoz i raskrižje dan je u prilogu F. Rezultati proračunanog prosječnog vremenskog gubitka d [s/ov] s naznačenim granicama razine usluge nakon provedbe Mjere 5 prikazani su na slici 41.



Slika 41. Rezultati proračunanog prosječnog vremenskog gubitka d [s/ov] s naznačenim granicama razine usluge – nakon provedbe Mjere 5

Rezultati su pokazali da Mjera 5 nije utjecala na ocjenu raskrižja A (ocjena-D) smanjujući prosječni vremenski gubitak raskrižja za 1 s/ov. Najveće povećanje ovog gubitka od 1 s/ov ostvareno je na privozu 4 (Ulica Oranice u smjeru sjevera), a konkretno za smjer kretanja 412 (ravno kroz raskrižje) povećalo se za 12 s/ov.

Rezultati su pokazali da je Mjera 5 utjecala na ocjenu raskrižja B (ocjena-D) povećavajući prosječni vremenski gubitak raskrižja za 34 s/ov. Najveće povećanje ovog gubitka od 34 s/ov ostvareno je na privozu 1 (Ulica Oranice u smjeru sjevera) povećalo se za 42 s/ov.

Rezultati su pokazali da je Mjera 5 nije utjecala na ocjenu raskrižja C (ocjena-E). Pozitivno je utjecala na privoz 4 (Ulica Oranice u smjeru sjevera), gdje se smanjilo za 71 s/ov.

5.6 Mjera 6

Mjera 6 predložena je na temelju rezultata postignutih primjenom Mjere 4 i 5. Rezultati Mjere 4 pokazuju da nije učinkovito uvoditi semaforizaciju na središnjem raskrižju B dionice. S druge strane, Mjera 5 pokazuje da se povezivanjem semafora u „zeleni val“ (povećanjem duljine ciklusa na raskrižju A) u kombinaciji sa prethodno navedenim građevinskim mjerama ostvaruju najmanji vremenski gubitci na raskrižjima A i C. Dakle, Mjera 6 predstavlja kombinaciju Mjere 4 i 5. Proračun vremenskih gubitaka za svaku traku, privoz i raskrižje dan je u prilogu C.

Na **raskrižju A** odlučeno je proširiti postojeće prometne trake sa 2,75 m na 3.00 m kako bi kretanje istima bilo sigurnije. Proširenje je predviđeno na kraku 3 tj. privozu i izvozu Ul. Ivane Brlić Mažuranić. Na slici 36. crvenom bojom prikazane su predviđene građevinske intervencije na raskrižju A.

Na ovom je raskrižju odlučeno uskladiti duljinu trajanja ciklusa semafora s onim na raskrižju C. Na taj se način moglo povećati efektivno zeleno svjetlo za pojedine smjerove kretanja vozila kroz raskrižje A. Odlučeno je da to povećanje bude na ulici Oranice za smjer 412 u smjeru sjevera nastavlja po ulici Oranice za 5 sekunde. U tablici 18. nalazi se izmjeni rad semafora raskrižja A prema navodima u tekstu.

Tablica 18. Faze rada semafora raskrižja A – Mjera 6

Privoz	213	224	314	322	412	423
Faza zeleno G [s]	34	24	45	26	41	39
Faza žuto A [s]	3	3	3	3	3	3
Faza crveno R [s]	47	57	36	55	40	42
Faza crveno+žuto RA [s]	2	2	2	2	2	2
Ciklus C [s]	86	86	86	86	86	86
Zeleno za pješake Gp [s]	0	0	8	8	0	0

Raskrižje B ostaje u nesemaforiziranom stanju, ali odlučeno je razdvojiti dosadašnju jednu traku za smjer ravno prema sjeveru po ulici Oranice i desno s glavne ulice Oranice prema istoku na Medarsku ulicu na privozu 4 u dvije zasebne prometne trake širine 2,75 m. Ovo iziskuje proširenje kolnika na ovom privozu za u prosjeku 1,5 m. Navedeno proširenje pružalo bi se dijelom i u izvoz Medarske ulice, a odavilo bi se nauštrb prostora na kojem se danas nalazi parkovna površina. Na slici 37. crvenom bojom prikazane su predviđene građevinske intervencije na raskrižju B.

Kod **raskrižju C** sve je odlučeno zadržati kao u Mjeri 4 i 5. Odlučeno je dodati zasebne trake za skretače na privozima 1 i 4. Kod privoza 1 dijeli se iz jedne u dvije prometne trake širine od 2,75 m kod kojih se obavljaju radnje skretanja sa sporedne ulice Kožinčeva puta posebno lijevo u smjeru juga, a posebno desno u smjeru sjevera na glavnu Ulicu Oranice. Ova intervencija iziskuje izgradnju odnosno proširenje rampe na izvozu u Kožinčevu ulicu. Kod privoza 4, postojeća kolnička površina dijeli se iz jedne trake i razdjelne trake u dvije prometne trake širine od 2,75 m kod kojih se obavljaju radnje skretanja s glavne ulice Oranice prema istoku na Kožinčev put i nastavljanja ravno prema sjeveru po ulici Oranice. Na slici 38. crvenom bojom prikazane su predviđene građevinske intervencije na raskrižju C.

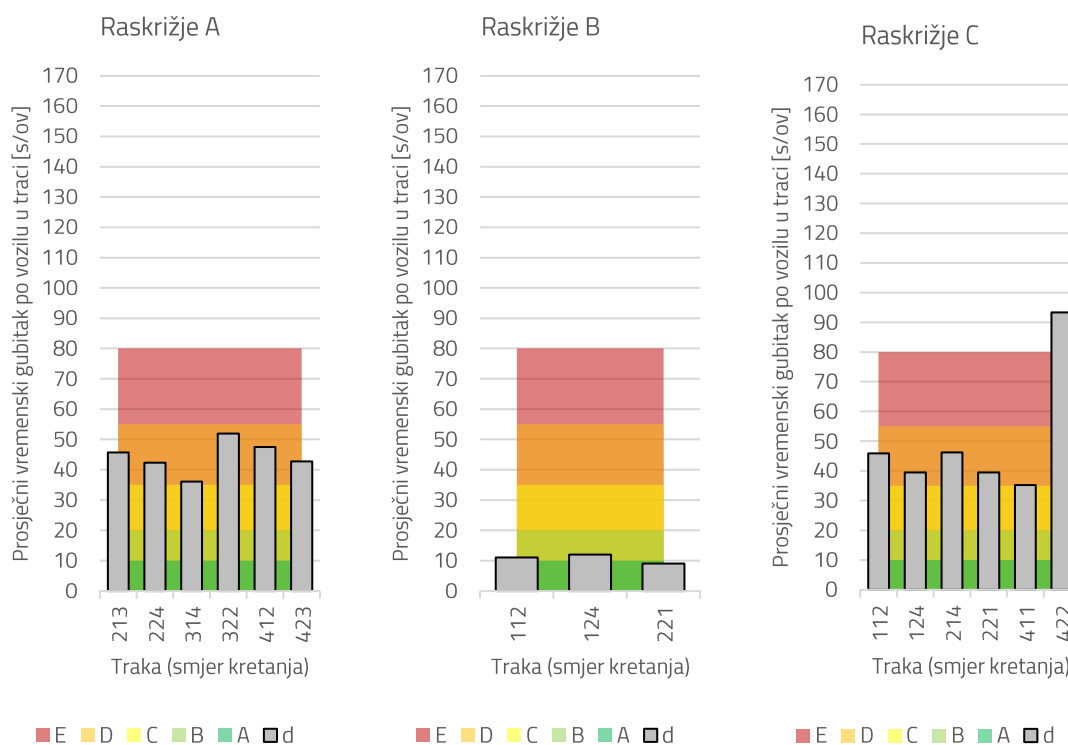
U pogledu izmjena plana rada semafora, odlučeno je povećati efektivno zeleno svjetlo za pojedine smjerove kretanja vozila kroz raskrižje. Odlučeno je da to bude za 5 sekundi na ulici

Oranice za smjer 422 u smjeru sjevera zadržavajući smjer Ulicom Oranice. U tablici 19. nalazi se izmjena rad semafora raskrižja C prema navodima u tekstu.

Tablica 19. Faze rada semafora raskrižja C – Mjera 6

Privoz	112	114	214	221	411	412
Faza zeleno G [s]	39	39	49	49	36	36
Faza žuto A [s]	3	3	3	3	3	3
Faza crveno R [s]	44	44	34	34	47	47
Faza crveno+žuto RA [s]	2	2	2	2	2	2
Ciklus C [s]	86	86	86	86	86	86
Zeleno za pješake Gp [s]	0	8	0	18	18	0

Proračun vremenskih gubitaka za svaku traku, privoz i raskrižje dan je u prilogu F. Rezultati proračunanog prosječnog vremenskog gubitka d [s/ov] s naznačenim granicama razine usluge nakon provedbe Mjere 6 prikazani su na slici 42.



Slika 42. Rezultati proračunanog prosječnog vremenskog gubitka d [s/ov] s naznačenim granicama razine usluge – nakon provedbe Mjere 6

Rezultati su pokazali da Mjera 6 nije utjecala na ocjenu raskrižja A (ocjena-D) smanjujući prosječni vremenski gubitak raskrižja za 1 s/ov. Najveće povećanje ovog gubitka od 1 s/ov ostvareno je na privozu 4 (Ulica Oranice u smjeru sjevera), a konkretno za smjer kretanja 412 (ravno kroz raskrižje) povećalo se za 12 s/ov.

Rezultati su pokazali da Mjera 6 utjecala na ukupnu ocjenu raskrižja B (ocjena-D), međutim smanjen je prosječni vremenski gubitak raskrižja za 26 s/ov. Na ovom je raskrižju mjera iznimno pozitivno utjecala na privoz 4 (Ulica Oranice u smjeru sjevera), gdje se vremenski gubitak smanjio za 57 s/ov.

Rezultati su pokazali da je Mjera 6 nije utjecala na ocjenu raskrižja C (ocjena-E), međutim smanjen je prosječni vremenski gubitak raskrižja za 6 s/ov. Pozitivno je utjecala na privoz 4 (Ulica Oranice u smjeru sjevera), gdje se smanjilo za 14 s/ov.

6 ZAKLJUČAK

U diplomskom je radu izrađena prostorno-prometna studija Ulice Oranice na dionici Kožinčev put – Ulica Ivane Brlić Mažuranić u Zagrebu u kojoj je analiziran utjecaj prometno-tehničkih elemenata dionice na propusnu moć i razinu usluge individualnog motornog prometa. Na promatranoj dionici nalaze se tri trokraka cestovna raskrižja u razini, na međusobnoj udaljenosti od 0,25 km, koja su za potrebe rada nazvana:

- raskrižje A: semaforizirano raskrižje I. B. Mažuranić – Oranice,
- raskrižje B: nesemaforizirano raskrižje Medarska – Oranice i
- raskrižje C: semaforizirano raskrižje Kožinčev put – Oranice.

Iako se prema GUP-u Grada Zagreba predviđa dograditi ovu ulicu i izgraditi dvokolničku gradsku aveniju s tramvajskim prometom u razdjelnom pojasu, u ovom se radu ispitala učinkovitost jednostavnijih prometnih i prostorno manje invazivnih građevinsko-tehničkih mjera kojima bi se u relativno kratkom roku (do 5 godina) i uz manje financijske izdatke moglo utjecati na poboljšanje propusne moći i razinu usluge za motornog prometa.

Metodologija analize u potpunosti je preuzeta iz dokumenta Highway Capacity Manual. Ona se razlikuje se za semaforizirana i nesemaforizirana raskrižja. Zbog malog razmaka, u radu se analizirala propusna sposobnost i razine usluge individualnih raskrižja.

Tlocrtna geometrija raskrižja i koridora, uzdužni nagibi privoza raskrižja i smjerovi kretanja vozila definirani su obilaskom terena i temeljem digitalnih georeferenciranih orto-foto i katastarskih snimki (prilog H1). Mjerenja i opažanja količine i sastava prometnih tokova na svim privozima (trakama, smjerovima kretanja) raskrižja provedena su u jutarnjem i popodnevnom periodu tijekom tri radna dana svibnja 2024. godine. Mjerenje faza rada semafora provedeno vodeći računa o preklapanju faza različitih smjerova kretanja i vidova prometa.

Sumiranjem homogeniziranih zabilježenih vozila po smjerovima kretanja određene su uvjetno homogene satne količine prometa. Kao mjerodavna razdoblja dana za proračun razine usluge odabrani su jutarnji period za raskrižje B i C te popodnevni period za raskrižje A. Za ta razdoblja je proračunan uvjetno homogeni vršni satni protok na svakoj traci privoza raskrižja.

Razine usluge raskrižja utvrdila se proračunom prosječnih vremenskih gubitaka u sekundama po vozilu u toku. Pojedine veličine i parametre koje nije bilo moguće izmjeriti ili opaziti na terenu zamijenjene su zadanim vrijednostima HCM-a. Zatim se agregiranjem

prosječnih vremenskih gubitaka osobnih vozila u tokovima duž dionice utvrdila ukupna propusnost dionice.

Rezultati analize postojećeg stanja (prilog A) pokazali su da se na raskrižju A najveći gubitci stvaraju u prometnoj traci koja omogućava prolazak vozila ravno kroz raskrižje Ulicom Oranice iz smjera sjevera prema jugu. Na raskrižju B razina usluge je u potpunosti zadovoljavajuća. Na raskrižju C najveći gubitci stvaraju se u prometnoj traci koja je namijenjena za vozila koja prolaze ravno raskrižjem, Ulicom Oranice iz smjera juga prema sjeveru, te skreću desno u smjeru zapada prema Kožinčevom putu.

Detaljnom analizom rezultata identificirali su se prometni i građevinski parametri (karakteristike raskrižja) koji bi mogli utjecati na poboljšanje razine usluge a koji obuhvaćaju sljedeće intervencije: modifikacije plana rada semafora, uvođenje zelenog vala duž dionice te osiguranje zasebnih traka za skretače i povećanje širine traka. Pojedinačan i zajednički utjecaj ovih intervencija na razinu usluge i propusnost dionice razmotrio se kroz primjenu 6 mjera:

- Mjera 1 obuhvatila je korekcije rada postojećih semafora na raskrižju A (prilog B).
- Mjera 2 obuhvatila je dodavanje semafora na raskrižje B i povezivanje semafora u „zeleni val“ (prilog C).
- Mjera 3 obuhvatila je građevinsko-tehničku intervenciju uvođenja dodatnih traka za skretače na sva tri raskrižja i proširenje pojedinih traka (prilozi D, H2 i H3).
- Mjera 4 kombinirala je intervencije predložene u Mjeri 1 i 3 tj. obuhvatila je korekcije rada postojećih semafora na raskrižju A u kombinaciji sa prethodno navedenim građevinskim mjerama na sva tri raskrižja (prilog E).
- Mjera 5 kombinirala je intervencije predložene u Mjeri 2 i 3 tj. obuhvatila je dodavanje semafora na raskrižje B i povezivanje semafora u „zeleni val“ u kombinaciji sa prethodno navedenim građevinskim mjerama na sva tri raskrižja (prilog F).
- Mjera 6 predložena je na temelju rezultata postignutih primjenom Mjere 4 i 5, tj. obuhvatila je povezivanje semafora na raskrižjima A i C u „zeleni val“ u kombinaciji sa prethodno navedenim građevinskim mjerama na sva tri raskrižja (prilog G).

U tablici 20. prikazani su proračunani vremenski gubitci svakog raskrižja u postojećem stanju te nakon primjene svake mjere. Radi usporedbe učinka primjene mjera na čitavu dionicu, dane su i njihove sumarne vrijednosti koje opisuju procijenjen vremenski gubitak vozila na dionici.

Tablica 20. Usporedba rezultata proračuna prosječnih vremenskih gubitaka vozila na raskrižjima

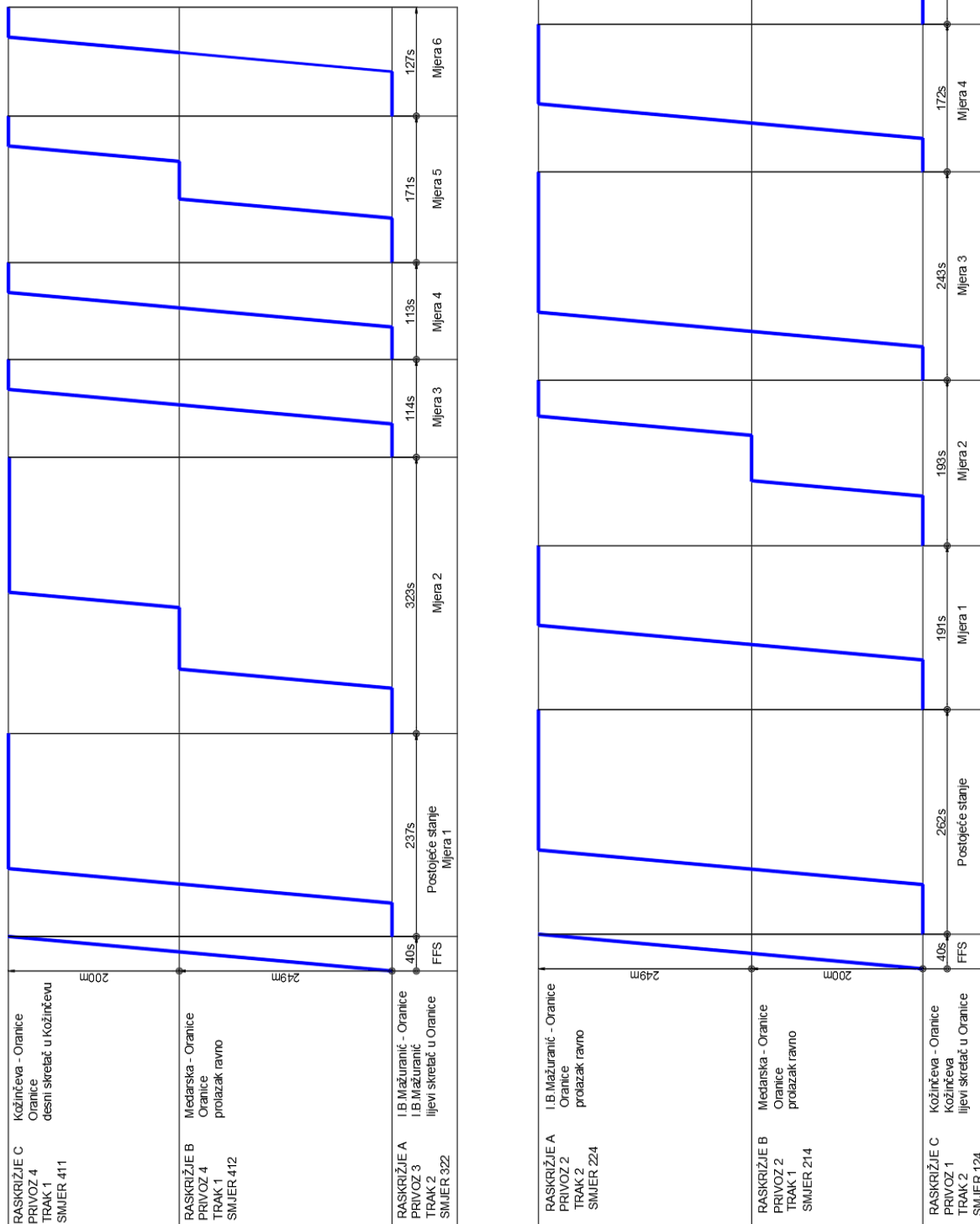
Vremenski gubitak raskrižja [s/ov] (razina usluge)	Postojeće	Mjera 1	Mjera 2	Mjera 3	Mjera 4	Mjera 5	Mjera 6
Raskrižje A	68 (E)	47 (D)	46 (D)	68 (E)	46 (D)	45 (D)	45 (D)
Raskrižje B	11 (B)	11 (B)	55 (D)	11 (B)	11 (B)	45 (D)	11 (B)
Raskrižje C	93 (F)	93 (F)	93 (F)	67 (E)	61 (E)	61 (E)	61 (E)
Ukupni vremenski gubitak na dionici [s/ov]	172	151	194	146	118	151	117

Dodatno su izrađeni dijagrami prostor-vrijeme za dva smjera kretanja prometnih tokova dionicom za koje je na temelju analize postojećeg stanja zaključeno da ostvaruju najmanje razine usluge odnosno generiraju najveće vremenske gubitke pri vožnji dionicom:

- smjer vožnje dionicom od jugozapada prema sjeveroistoku trajektorijom koja započinje na privozu Ul. I. B. Mažuranić, zatim dalje nastavlja Ul. Oranice ravno kroz raskrižje s Medarskom te u konačnici skreće desno prema istoku na Kožinčev put (slika 43. lijevo) i
- smjer vožnje dionicom od sjeveroistoka prema jugozapadu trajektorijom koja započinje na privozu Ul. Kožinčev put, zatim dalje nastavlja Ul. Oranice ravno kroz raskrižja s Medarskom i Ul. I.B.Mažuranić prema jugu (slika 43 desno).

Dijagrami prostor-vrijeme izrađeni su uz pretpostavku da se vozila kolnikom kreću brzinom slobodnog toka od 40 km/h te prikazuju ukupne vremenske gubitke putovanja vozila u toku

- za slučaj ostvarive brzine slobodnog toka od 40 km/h,
- u postojećem stanju kolnika, prometa i regulacije, te
- u stanju kolnika, prometa i regulacije nakon primjene Mjere 1 do 6.



Slika 43. Dijagrami prostor-vrijeme za smjer vožnje dionicom od jugozapada prema sjeveroistoku (lijevo) i za smjer vožnje dionicom od sjeveroistoka prema jugozapadu (desno)

Analizom sumarnih rezultata, zaključeno je da bi mjere 4 i 6 koje obuhvaćaju:

- proširenje prometnih traka na 3.00 m na zapadnom kraku raskrižja Ul. Oranice i Ul. I.B. Mažuranić (u koridoru Ul. I.B.Mažuranić),
- dodavanje zasebne trake za desne skretače na južnom privozu raskrižja Ul. Oranice i Medarske ulice širine 2,75 m (u koridoru Ul. Oranice),
- dodavanje zasebne trake za desne skretače na južnom i istočnom privozu raskrižja Ul. Oranice i Kožinčevog puta širine 2,75 m (u koridoru Ul. Oranice odnosno Kožinčevog puta) i
- povećanje efektivno zelenog svjetla za pojedine smjerove kretanja vozila kroz raskrižje Ul. Oranice i Ul. I.B. Mažuranić ili povećanje ukupnog trajanja ciklusa semafora na ovom raskrižju kako bi se rad semafora uskladio s onim na raskrižju Ul. Oranice i Kožinčevog puta,

omogućile najveće poboljšanje propusnosti dionice, smanjujući ukupno zadržavanja tokova na raskrižjima dionice za 55 s i skraćujući vrijeme putovanja dionicom za više od 2 minute.

Rezultati pokazuju i da uvođenje semafora na raskrižju Ul. Oranice i Medarske ulice nije dobro rješenje za trenutnu (relativno malu) količinu toka na privozu Medarske ulice. U odnosu na tok na glavnom smjeru kretanja duž Ul. Oranice, zabilježene količine vozila su oko tri puta manje. Kao dodatnu mjeru na ovom raskrižju moguće je predložiti uvođenje predprogramiranog semafora na ovom raskrižju, kad promet na sporednom privozu Medarske ulice dosegne količinu glavnog toka na Ul. Oranice. Do tada bi se potencijalno, radi sigurnosti odvijanja motornog i pješackog prometa, moglo razmotriti uvođenje semafora pobuđenog prometom na ovom sporednom privozu.

POPIS LITERATURE

Popis literature treba biti izrađen u skladu s odabranim stilom navođenja prema [1].

- [1] Geoportal zagrebačke infrastrukture prostornih podataka, dostupno na: <https://geoportal.zagreb.hr/Karta>, pristupljeno 21. lipnja 2024.
- [2] Generalni urbanistički plan Grada Zagreba, Zavod za prostorno uređenje Grada Zagreba, 2017.
- [3] Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, Washington DC, 2000.
- [4] Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa, NN 110/2001, Ministarstvo pomorstva prometa i veza, 2001.

POPIS SLIKA

Slika 1.	Prometna mreža zapadnog dijela Grada Zagreba [1].....	1
Slika 2.	Stvarno korištenje zemljišta u zoni Ul. Oranice (lijevo) i planirana namjena prema GUP-u Grada Zagreba (desno) [1].....	2
Slika 3.	Položaj promatrane dionice, prostorni razmještaj stanovništva i namjena okolnog područja.....	3
Slika 4.	Četverokrako TWSC raskrižje - pravo prolaza na suprotstavljenim smjerovima.....	15
Slika 5.	Smjerovi kretanja vozila na četverokrakom i trokrakom raskrižju.....	18
Slika 6.	Prikaz konflikata na nesemaforiziranom raskrižju.....	21
Slika 7.	Shema raskrižja A.....	25
Slika 8.	Privoz 2 raskrižja A.....	26
Slika 9.	Privoz 3 raskrižja A.....	26
Slika 10.	Privoz 4 raskrižja A.....	26
Slika 11.	Shema raskrižja B.....	28
Slika 12.	Privoz 1 raskrižja B.....	29
Slika 13.	Privoz 2 raskrižja B.....	29
Slika 14.	Privoz 4 raskrižja B.....	29
Slika 15.	Shema raskrižja C.....	31
Slika 16.	Privoz 1 raskrižja C.....	32
Slika 17.	Privoz 2 raskrižja C.....	32
Slika 18.	Privoz 4 raskrižja C.....	32
Slika 19.	Broj vozila (lijevo) i postotak vozila (desno) na analiziranim privozima raskrižja A u jutarnjem periodu.....	34
Slika 20.	Broj vozila (lijevo) i postotak vozila (desno) na analiziranim privozima raskrižja A u popodnevnom periodu.....	34
Slika 21.	Broj vozila (lijevo) i postotak vozila (desno) na analiziranim privozima raskrižja B u jutarnjem periodu.....	35
Slika 22.	Broj vozila (lijevo) i postotak vozila (desno) na analiziranim privozima raskrižja B u popodnevnom periodu.....	35
Slika 23.	Broj vozila (lijevo) i postotak vozila (desno) na analiziranim privozima raskrižja C u jutarnjem periodu.....	36
Slika 24.	Broj vozila (lijevo) i postotak vozila (desno) na analiziranim privozima raskrižja C u popodnevnom periodu.....	36
Slika 25.	Grafički prikaz uvjetno homogene satne količine prometa izmjerene tijekom jutarnjeg i popodnevnog vršnog sata na raskrižju A.....	38
Slika 26.	Grafički prikaz uvjetno homogene satne količine prometa izmjerene tijekom jutarnjeg i popodnevnog vršnog sata na raskrižju B.....	38
Slika 27.	Grafički prikaz uvjetno homogene satne količine prometa izmjerene tijekom jutarnjeg i popodnevnog vršnog sata na raskrižju C.....	39
Slika 28.	Faktor vršnog sata i 15-minutni protok raskrižja A u popodnevnom periodu.....	40
Slika 29.	Faktor vršnog sata i 15-minutni protok raskrižja B u jutarnjem periodu.....	41

Slika 30.	Faktor vršnog sata i 15-minutni protok raskrižja C u jutarnjem periodu	42
Slika 31.	Prostorni plan faza rada semafora raskrižja A.....	43
Slika 32.	Prostorni plan faza rada semafora raskrižja B.....	44
Slika 33.	Rezultati proračunanog prosječnog vremenskog gubitka d [s/ov] s naznačenim granicama razine usluge – postojeće stanje	45
Slika 34.	Rezultati proračunanog prosječnog vremenskog gubitka d [s/ov] s naznačenim granicama razine usluge – nakon provedbe Mjere 1.....	48
Slika 35.	Rezultati proračunanog prosječnog vremenskog gubitka d [s/ov] s naznačenim granicama razine usluge – nakon provedbe Mjere 2.....	50
Slika 36.	Građevinsko-tehnička mjera rekonstrukcije raskrižja A	51
Slika 37.	Građevinsko-tehnička mjera rekonstrukcije raskrižja B.....	52
Slika 38.	Građevinsko-tehnička mjera rekonstrukcije raskrižja C.....	52
Slika 39.	Rezultati proračunanog prosječnog vremenskog gubitka d [s/ov] s naznačenim granicama razine usluge – nakon provedbe Mjere 3.....	53
Slika 40.	Rezultati proračunanog prosječnog vremenskog gubitka d [s/ov] s naznačenim granicama razine usluge – nakon provedbe Mjere 4.....	55
Slika 41.	Rezultati proračunanog prosječnog vremenskog gubitka d [s/ov] s naznačenim granicama razine usluge – nakon provedbe Mjere 5.....	58
Slika 42.	Rezultati proračunanog prosječnog vremenskog gubitka d [s/ov] s naznačenim granicama razine usluge – nakon provedbe Mjere 6.....	60
Slika 43.	Dijagrami prostor-vrijeme za smjer vožnje dionicom od jugozapada prema sjeveroistoku (lijevo) i za smjer vožnje dionicom od sjeveroistoka prema jugozapadu (desno).....	65

POPIS TABLICA

Tablica 1.	Način pristizanja vozila u raskrižje (Arrival Type AT).....	6
Tablica 2.	Odnos načina pristizanja vozila AT i stvaranja kolone na privozu R_p	12
Tablica 3.	Faktor prilagodbe zbog progresije pri proračunu prosječnog vremenskog gubitka (PF).....	12
Tablica 4.	Razina usluge za motorna vozila na semaforiziranim raskrižjima.....	13
Tablica 5.	Bazne ili idealne vrijednosti razmaka za osobne automobile.....	19
Tablica 6.	Prosječni vremenski gubitak d	23
Tablica 7.	Veličine ekvivalentnih vrijednosti za pojedini tip vozila.....	37
Tablica 8.	Faze rada semafora raskrižja A.....	43
Tablica 9.	Faze rada semafora raskrižja C.....	43
Tablica 10.	Faze rada semafora raskrižja A – Mjera 1.....	47
Tablica 11.	Faze rada semafora raskrižja A – Mjera 2.....	49
Tablica 12.	Faze rada semafora raskrižja B i C – Mjera 2.....	49
Tablica 13.	Faze rada semafora raskrižja A – Mjera 4.....	54
Tablica 14.	Faze rada semafora raskrižja C – Mjera 4.....	55
Tablica 15.	Faze rada semafora raskrižja A – Mjera 5.....	56
Tablica 16.	Faze rada semafora raskrižja B – Mjera 5.....	56
Tablica 17.	Faze rada semafora raskrižja C – Mjera 5.....	57
Tablica 18.	Faze rada semafora raskrižja A – Mjera 6.....	59
Tablica 19.	Faze rada semafora raskrižja C – Mjera 6.....	60
Tablica 20.	Usporedba rezultata proračuna prosječnih vremenskih gubitaka vozila na raskrižjima.....	64

PRILOZI

PRILOG A – Proračun razina usluge postojećeg stanja

Opći podaci								
Raskrižje	I.B.Mažuranić-Oranice							
Područje grada	Van centra							
Vrijeme mjerenja	29.4.2024. 15:00-16:00							
Privoz raskrižja			2		3		4	
Period analize	T	[h]	0,25		0,25		0,25	
Teren	G	[%]	0,00		0,00		0,00	
Ukupan broj trakova na privozu	N	-	2		2		2	
Zajedničko korištenje traka	SL	-	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Širina traka	W	[m]	2,75	2,75	2,75	2,75	2,50	2,50
Tok	privoz izvoz		213	224	314	322	412	423
Smjer kretanja	desno, ravno, lijevo		desno	ravno	desno	lijevo	ravno	lijevo
Rezultati mjerenja prometa na raskrižju								
Broj osobnih vozila	N _{OV}	[OV/h]	400	319	140	206	269	204
Broj teških vozila	N _{HV}	[HV/h]	2	7	1	0	9	3
Broj motora	N _{MOT}	[MOT/h]	11	12	2	4	12	7
Broj biciklista	N _{BIC}	[BIC/h]	0	1	0	0	3	9
Broj autobusa	N _B	[BUS/h]	0	1	0	0	0	0
Ciklus semafora	C	[s]	62	62	62	62	62	62
Zelena faza motornih vozila	G	[s]	24	14	39	20	30	30
Zelena faza pješaka	G _p	[s]	0	0	8	8	0	0
Način pristizanja vozila u raskrižje	AT	-	1	1	1	1	1	1
Obrada rezultata mjerenja i proračun ulaznih parametara								
Količina uvjetno homogenog toka	V	[ov/h]	413	347	144	210	300	219
Faktor vršnog sata	PHF	-	0,91	0,86	0,73	0,85	0,78	0,84
Uvjetno homogeni vršni satni protok	v _p	[ov/h]	456	404	196	248	384	264
Postotak teških vozila	HV	[%]	0,20	2,40	0,70	0,00	3,10	1,30
Udio lijevih skretača	PLT	-	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00
Udio desnih skretača	PRT	-	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Udio zelene faze	G/C	-	0,39	0,23	0,63	0,32	0,48	0,48
Zelena faza zaštićenog skretanja	G _{prot}	[s]	24	14	39	20	30	30
Broj vozila u koloni na početku perioda analize	Q _b	[ov]	10	10	10	10	10	10
Protok zasićenja prometnog traka								
Idealni ili bazni protok zasićenja	s ₀	[ov/h/trak]	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Faktori prilagodbe idealnog protoka uslijed utjecaja								
širine prometnog traka	f _w	-	0,91	0,91	0,91	0,91	0,88	0,88
teških vozila	f _{HV}	-	1,00	0,98	0,99	1,00	0,97	0,99
uzdužnog nagiba	f _g	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
manevara parkinga	f _p	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
stajanja autobusa na stajalištu	f _{bb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
tipa područja	f _a	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
korištenja traka	f _{LU}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
lijevih skretača	f _{LT}	-	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	0,95
desnih skretača	f _{RT}	-	0,95	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na lijeve skretače	f _{lpb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na desne skretače	f _{rpb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Protok zasićenja	s _i	[ov/h]	1374	1415	1367	1376	1362	1317
Kapacitet i i stupanj zasićenja prometnog traka								
Kapacitet	c	[ov/h]	532	320	860	444	659	637
Stupanj zasićenja	X	-	0,86	1,26	0,23	0,56	0,58	0,41
Prosječni vremenski gubitak po vozilu i razina usluge								
Ujednačeni (uniformni) vremenski gubitak	d ₁	[s/ov]	17,43	26,01	4,98	17,35	11,50	10,33
Udio vozila u koloni	R _p	-	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Udio vozila koja pristižu na zeleno	P	-	0,13	0,08	0,21	0,11	0,16	0,16
Dodatni faktor prilagodbe progresije	f _{PA}	-	1,42	1,20	2,15	1,32	1,63	1,63
Faktor prilagodbe progresije	PF	-	2,02	1,43	4,57	1,74	2,65	2,65
Dopunski (inkrementalni) vremenski gubitak	d ₂	[s/ov]	1,35	13,76	0,05	0,40	0,30	0,16
Vrijeme stajanja vozila u koloni na početku perioda	t	[h]	0,13	0,25	0,02	0,05	0,04	0,25
Parametar vremenskog gubitka	u	-	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Početni (inicijalni) vremenski gubitak	d ₃	[s/ov]	17,87	112,68	1,26	8,27	3,97	28,24
Prosječni vremenski gubitak po vozilu	d	[s/ov]	55	164	24	39	35	56
Razina usluge prometnog traka	LOS	-	D	F	C	D	C	E
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na privozu	dA	[s/ov]	106		32		43	
Razina usluge privoza	LOSA	-	F		C		D	
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na raskrižju	dI	[s/ov]	68					
Razina usluge raskrižja	LOSI	-	E					

Opći podaci							
Datum mjerenja	30.4.2024.						
Raskrižje	Medarska-Oranice						
Područje grada	Van centra						
Teren G [%]	0,0		0,00		2,00		
Privoz raskrižja	4,00		2,00		1,00		
Smjer kretanja shema	412	411	221	214	124	112	
Smjer kretanja x	2	3	4	5	7	9	
Širina traka W [m]	2,75	2,75	3,00	3,00	2,75	2,75	
Broj osobnih vozila [OV/0.25h]	NOV	119	95	513	128	129	340
Broj teških vozila [HV/0.25h]	NHV	340	129	128	513	95	119
Broj motora [MOT/0.25h]	NMOT	6	1	0	3	2	3
Broj biciklista [BIC/0.25h]	NBIC	2	4	0	9	2	1
Broj autobusa [BUS/0.25h]	NB	1	2	0	2	0	0
Broj pješaka [PED/0.25h]	NV	0	0	0	1	0	0
Količina uvjetno homogenog toka [ov/0.25h]	V	354	136	128	530	101	126
Uvjetno homogen satni protok [ov/h]	vp	400	172	160	580	116	176
Kritični razmak između vozila (critical gap) i vremenski razmak između vozila u nizu (follow-up time)							
bazni kritični razmak vozila za smjer x	tc,base	0,00	0,00	4,10	0,00	7,10	6,20
faktor prilagodbe za teška vozila u toku smjera x [s]	tc,HV	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
udio teških vozila u toku smjera x	PHV	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02
faktor prilagodbe za uzdužni nagib [s]	tc,G	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,10
postotak uzdužnog nagiba	G/100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02
faktor prilagodbe za svaku fazu dvo-faznog razmaka vozila [s]	tc,t	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
faktor prilagodbe za geometriju T-raskrižja	t3,LT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00
kritični razmak vozila za smjer x [s]	tc,x	0,02	0,01	4,10	0,01	6,42	6,23
bazni vremenski razmak vozila za smjer x [s]	tf,base	0,00	0,00	2,20	0,00	3,50	3,30
faktor prilagodbe za teška vozila u toku smjera x [s]	tf,HV	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
udio teških vozila u toku smjera x	PHV	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02
vremenski razmak vozila za smjer x [s]	tf,x	0,02	0,01	2,20	0,01	3,52	3,32
Kapacitet smjera							
protok koji se suprotstavlja toku smjera x	vc,x	0	0	572	0	486	486
kritični razmak vozila za smjer x [s]	tc,x	0,02	0,01	4,10	0,01	6,42	6,23
vremenski razmak vozila za smjer x [s]	tf,x	0,02	0,01	2,20	0,01	3,52	3,32
potencijalni kapacitet smjera x [ov/h]	cp,x	#DIV/0!	#DIV/0!	1015	#DIV/0!	543	583
Kapacitet smjera x [ov/h]	cm,x	#DIV/0!	#DIV/0!	1015	#DIV/0!	543	583
protok vozila u smjeru x [ov/h] / kapacitet smjera x [ov/h]	vx/cm,x	#DIV/0!	#DIV/0!	0,16	#DIV/0!	0,21	0,30
prosječni vremenski gubitak prolaska vozila kroz raskrižje [s/voz]	d	0	0	9	0	12	11
Razina usluge traka	LOS	A	A	A	A	B	B
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na privozu	dA	0		9		12	
Razina usluge privoza	LOS	A		A		B	
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na raskrižju	dI			11			
Razina usluge raskrižja	LOS			B			

Opći podaci						
Raskrižje	KOŽINČEVA-ORANICE					
Područje grada	Van centra					
Vrijeme mjerenja	2.5.2024. 8:00-9:00					
Privoz raskrižja			1	2	4	
Period analize	T	[h]	0,25	0,25	0,25	
Teren	G	[%]	4,00	6,00	0,00	
Ukupan broj trakova na privozu	N	-	1	2		1
Zajedničko korištenje traka	SL	-	DA	NE	NE	DA
Širina traka	W	[m]	3,25	3,25	3,25	2,75
Tok	privoz izvoz		112	214	221	411
Smjer kretanja	desno, ravno, lijevo		lijevo i desno	ravno	lijevo	ravno i desno
Rezultati mjerenja prometa na raskrižju						
Broj osobnih vozila	N _{OV}	[OV/h]	328	370	247	730
Broj teških vozila	N _{HV}	[HV/h]	9	8	1	6
Broj motora	N _{MOT}	[MOT/h]	0	3	0	5
Broj biciklista	N _{BIC}	[BIC/h]	0	0	0	2
Broj autobusa	N _B	[BUS/h]	13	1	9	1
Ciklus semafora	C	[s]	86	86	86	86
Zelena faza motornih vozila	G	[s]	39	49	49	36
Zelena faza pješaka	G _p	[s]	0	0	18	18
Način pristizanja vozila u raskrižje	AT	-	1	1	1	1
Obrada rezultata mjerenja i proračun ulaznih parametara						
Količina uvjetno homogenog toka	V	[ov/h]	372	391	267	751
Faktor vršnog sata	PHF	-	0,88	0,81	0,86	0,90
Uvjetno homogeni vršni satni protok	v _p	[ov/h]	423	483	310	834
Postotak teških vozila	HV	[%]	6,29	2,40	3,90	0,94
Udio lijevih skretača	PLT	-	0,18	0,00	1,00	0,00
Udio desnih skretača	PRT	-	0,82	0,00	0,00	0,10
Udio zelene faze	G/C	-	0,45	0,57	0,57	0,42
Zelena faza zaštićenog skretanja	G _{prot}	[s]	39	49	49	36
Broj vozila u koloni na početku perioda analize	Q _b	[ov]	10	10	10	10
Protok zasićenja prometnog traka						
Idealni ili bazni protok zasićenja	s ₀	[ov/h/trak]	1600	1600	1600	1600
Faktori prilagodbe idealnog protoka uslijed utjecaja						
širine prometnog traka	f _w	-	0,96	0,96	0,96	0,91
teških vozila	f _{HV}	-	0,94	0,98	0,96	0,99
uzdužnog nagiba	f _g	-	0,96	0,94	0,94	1,00
manevara parkinga	f _p	-	1,00	1,00	1,00	1,00
stajanja autobusa na stajalištu	f _{bb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00
tipa područja	f _a	-	1,00	1,00	1,00	1,00
korištenja traka	f _{LU}	-	1,00	1,00	1,00	1,00
lijevih skretača	f _{LT}	-	0,99	1,00	0,95	1,00
desnih skretača	f _{RT}	-	0,89	1,00	1,00	0,99
pješaka i biciklista na lijeve skretače	f _{lpb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na desne skretače	f _{rpb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00
Protok zasićenja	s _i	[ov/h]	1227	1417	1326	1415
Kapacitet i i stupanj zasićenja prometnog traka						
Kapacitet	c	[ov/h]	556	807	756	592
Stupanj zasićenja	X	-	0,76	0,60	0,41	1,41
Prosječni vremenski gubitak po vozilu i razina usluge						
Ujednačeni (uniformni) vremenski gubitak	d ₁	[s/ov]	19,60	12,07	10,39	35,42
Udio vozila u koloni	R _p	-	0,33	0,33	0,33	0,33
Udio vozila koja pristižu na zeleno	P	-	0,15	0,19	0,19	0,14
Dodatni faktor prilagodbe progresije	f _{PA}	-	1,56	1,90	1,90	1,49
Faktor prilagodbe progresije	PF	-	2,43	3,58	3,58	2,20
Dopunski (inkrementalni) vremenski gubitak	d ₂	[s/ov]	0,77	0,26	0,13	19,19
Vrijeme stajanja vozila u koloni na početku perioda	t	[h]	0,07	0,03	0,02	0,25
Parametar vremenskog gubitka	u	-	0,00	0,00	0,00	1,00
Početni (inicijalni) vremenski gubitak	d ₃	[s/ov]	9,70	2,75	2,14	60,77
Prosječni vremenski gubitak po vozilu u traci	d	[s/ov]	58	46	39	158
Razina usluge prometnog traka	LOS	-	E	D	D	F
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na privozu	dA	[s/ov]	58	44		158
Razina usluge privoza	LOS	-	E	D		F
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na raskrižju	dI	[s/ov]	93			
Razina usluge raskrižja	LOS	-	F			

PRILOG B – Proračun razina usluge nakon provođenja Mjere 1

Opći podaci								
Raskrižje	I.B.Mažuranić-Oranice							
Područje grada								
Vrijeme mjerenja	29.4.2024. 15:00-16:00							
Privoz raskrižja			2		3		4	
Period analize	T	[h]	0,25		0,25		0,25	
Teren	G	[%]	0,00		0,00		0,00	
Ukupan broj trakova na privozu	N	-	2		2		2	
Zajedničko korištenje traka	SL	-	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Širina traka	W	[m]	2,75		2,75		2,50	
Tok	privoz izvoz		213	224	314	322	412	423
Smjer kretanja	desno, ravno, lijevo		desno	ravno	desno	lijevo	ravno	lijevo
Rezultati mjerenja prometa na raskrižju								
Broj osobnih vozila	N _{OV}	[OV/h]	400	319	140	206	269	204
Broj teških vozila	N _{HV}	[HV/h]	2	7	1	0	9	3
Broj motora	N _{MOT}	[MOT/h]	11	12	2	4	12	7
Broj biciklista	N _{BIC}	[BIC/h]	0	1	0	0	3	9
Broj autobusa	N _B	[BUS/h]	0	1	0	0	0	0
Ciklus semafora	C	[s]	62	62	62	62	62	62
Zelena faza motornih vozila	G	[s]	28	18	39	20	30	33
Zelena faza pješaka	G _p	[s]	0	0	8	8	0	0
Način pristizanja vozila u raskrižje	AT	-	1	1	1	1	1	1
Obrada rezultata mjerenja i proračun ulaznih parametara								
Količina uvjetno homogenog toka	V	[ov/h]	413	347	144	210	300	219
Faktor vršnog sata	PHF	-	0,91	0,86	0,73	0,85	0,78	0,84
Uvjetno homogeni vršni satni protok	v _p	[ov/h]	456	404	196	248	384	264
Postotak teških vozila	HV	[%]	0,20	2,40	0,70	0,00	3,10	1,30
Udio lijevih skretača	PLT	-	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00
Udio desnih skretača	PRT	-	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Udio zelene faze	G/C	-	0,45	0,29	0,63	0,32	0,48	0,53
Zelena faza zaštićenog skretanja	G _{prot}	[s]	28	18	39	20	30	33
Broj vozila u koloni na početku perioda analize	Q _b	[ov]	10	10	10	10	10	10
Protok zasićenja prometnog traka								
Idealni ili bazni protok zasićenja	s ₀	[ov/h/trak]	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Faktori prilagodbe idealnog protoka uslijed utjecaja								
širine prometnog traka	f _w	-	0,91	0,91	0,91	0,91	0,88	0,88
teških vozila	f _{HV}	-	1,00	0,98	0,99	1,00	0,97	0,99
uzdužnog nagiba	f _g	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
manevara parkinga	f _p	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
stajanja autobusa na stajalištu	f _{bb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
tipa područja	f _a	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
korištenja traka	f _{LU}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
lijevih skretača	f _{LT}	-	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	0,95
desnih skretača	f _{RT}	-	0,95	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na lijeve skretače	f _{lpb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na desne skretače	f _{rpb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Protok zasićenja	s _i	[ov/h]	1374	1415	1367	1376	1362	1317
Kapacitet i i stupanj zasićenja prometnog traka								
Kapacitet	c	[ov/h]	620	411	860	444	659	701
Stupanj zasićenja	X	-	0,74	0,98	0,23	0,56	0,58	0,38
Prosječni vremenski gubitak po vozilu i razina usluge								
Ujednačeni (uniformni) vremenski gubitak	d ₁	[s/ov]	13,95	21,85	4,98	17,35	11,50	8,48
Udio vozila u koloni	R _p	-	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Udio vozila koja pristižu na zeleno	P	-	0,15	0,10	0,21	0,11	0,16	0,18
Dodatni faktor prilagodbe progresije	f _{PA}	-	1,56	1,27	2,16	1,32	1,63	1,77
Faktor prilagodbe progresije	PF	-	2,42	1,62	4,61	1,74	2,65	3,12
Dopunski (inkrementalni) vremenski gubitak	d ₂	[s/ov]	0,61	3,58	0,05	0,40	0,30	0,12
Vrijeme stajanja vozila u koloni na početku perioda	t	[h]	0,06	1,47	0,02	0,05	0,04	0,02
Parametar vremenskog gubitka	u	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Početni (inicijalni) vremenski gubitak	d ₃	[s/ov]	7	258	1	8	4	2
Prosječni vremenski gubitak po vozilu	d	[s/ov]	41	93	24	39	35	29
Razina usluge prometnog traka	LOS	-	D	F	C	D	C	C
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na privozu	dA	[s/ov]	66		32		32	
Razina usluge privoza	LOSA	-	E		C		C	
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na raskrižju	dI	[s/ov]	47					
Razina usluge raskrižja	LOSI	-	D					

Opći podaci							
Datum mjerenja	30.4.2024.						
Raskrižje	Medarska-Oranice						
Područje grada	Van centra						
Teren G [%]	0,0		0,00		2,00		
Privoz raskrižja	4,00		2,00		1,00		
Smjer kretanja shema	412	411	221	214	124	112	
Smjer kretanja x	2	3	4	5	7	9	
Širina traka W [m]	2,75	2,75	3,00	3,00	2,75	2,75	
Broj osobnih vozila [OV/0.25h]	NOV	119	95	513	128	129	340
Broj teških vozila [HV/0.25h]	NHV	340	129	128	513	95	119
Broj motora [MOT/0.25h]	NMOT	6	1	0	3	2	3
Broj biciklista [BIC/0.25h]	NBIC	2	4	0	9	2	1
Broj autobusa [BUS/0.25h]	NB	1	2	0	2	0	0
Broj pješaka [PED/0.25h]	NV	0	0	0	1	0	0
Količina uvjetno homogenog toka [ov/0.25h]	V	354	136	128	530	101	126
Uvjetno homogen satni protok [ov/h]	vp	400	172	160	580	116	176
Kritični razmak između vozila (critical gap) i vremenski razmak između vozila u nizu (follow-up time)							
bazni kritični razmak vozila za smjer x	tc,base	0,00	0,00	4,10	0,00	7,10	6,20
faktor prilagodbe za teška vozila u toku smjera x [s]	tc,HV	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
udio teških vozila u toku smjera x	PHV	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02
faktor prilagodbe za uzdužni nagib [s]	tc,G	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,10
postotak uzdužnog nagiba	G/100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02
faktor prilagodbe za svaku fazu dvo-faznog razmaka vozila [s]	tc,t	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
faktor prilagodbe za geometriju T-raskrižja	t3,LT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00
kritični razmak vozila za smjer x [s]	tc,x	0,02	0,01	4,10	0,01	6,42	6,23
bazni vremenski razmak vozila za smjer x [s]	tf,base	0,00	0,00	2,20	0,00	3,50	3,30
faktor prilagodbe za teška vozila u toku smjera x [s]	tf,HV	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
udio teških vozila u toku smjera x	PHV	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02
vremenski razmak vozila za smjer x [s]	tf,x	0,02	0,01	2,20	0,01	3,52	3,32
Kapacitet smjera							
protok koji se suprotstavlja toku smjera x	vc,x	0	0	572	0	486	486
kritični razmak vozila za smjer x [s]	tc,x	0,02	0,01	4,10	0,01	6,42	6,23
vremenski razmak vozila za smjer x [s]	tf,x	0,02	0,01	2,20	0,01	3,52	3,32
potencijalni kapacitet smjera x [ov/h]	cp,x	#DIV/0!	#DIV/0!	1015	#DIV/0!	543	583
Kapacitet smjera x [ov/h]	cm,x	#DIV/0!	#DIV/0!	1015	#DIV/0!	543	583
protok vozila u smjeru x [ov/h] / kapacitet smjera x [ov/h]	vx/cm,x	#DIV/0!	#DIV/0!	0,16	#DIV/0!	0,21	0,30
prosječni vremenski gubitak prolaska vozila kroz raskrižje [s/voz]	d	0	0	9	0	12	11
Razina usluge traka	LOS	A	A	A	A	B	B
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na privozu	dA	0		9		12	
Razina usluge privoza	LOS	A		A		B	
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na raskrižju	dI	11					
Razina usluge raskrižja	LOS	B					

Opći podaci						
Raskrižje	KOŽINČEVA-ORANICE					
Područje grada	Van centra					
Vrijeme mjerenja	2.5.2024. 8:00-9:00					
Privoz raskrižja			1	2	4	
Period analize	T	[h]	0,25	0,25	0,25	
Teren	G	[%]	4,00	6,00	0,00	
Ukupan broj trakova na privozu	N	-	1	2		1
Zajedničko korištenje traka	SL	-	DA	NE	NE	DA
Širina traka	W	[m]	3,25	3,25	3,25	2,75
Tok	privoz izvoz		112	214	221	411
Smjer kretanja	desno, ravno, lijevo		lijevo i desno	ravno	lijevo	ravno i desno
Rezultati mjerenja prometa na raskrižju						
Broj osobnih vozila	N _{OV}	[OV/h]	328	370	247	730
Broj teških vozila	N _{HV}	[HV/h]	9	8	1	6
Broj motora	N _{MOT}	[MOT/h]	0	3	0	5
Broj biciklista	N _{BIC}	[BIC/h]	0	0	0	2
Broj autobusa	N _B	[BUS/h]	13	1	9	1
Ciklus semafora	C	[s]	86	86	86	86
Zelena faza motornih vozila	G	[s]	39	49	49	36
Zelena faza pješaka	G _p	[s]	0	0	18	18
Način pristizanja vozila u raskrižje	AT	-	1	1	1	1
Obrada rezultata mjerenja i proračun ulaznih parametara						
Količina uvjetno homogenog toka	V	[ov/h]	372	391	267	751
Faktor vršnog sata	PHF	-	0,88	0,81	0,86	0,90
Uvjetno homogeni vršni satni protok	v _p	[ov/h]	423	483	310	834
Postotak teških vozila	HV	[%]	6,29	2,40	3,90	0,94
Udio lijevih skretača	PLT	-	0,18	0,00	1,00	0,00
Udio desnih skretača	PRT	-	0,82	0,00	0,00	0,10
Udio zelene faze	G/C	-	0,45	0,57	0,57	0,42
Zelena faza zaštićenog skretanja	G _{prot}	[s]	39	49	49	36
Broj vozila u koloni na početku perioda analize	Q _b	[ov]	10	10	10	10
Protok zasićenja prometnog traka						
Idealni ili bazni protok zasićenja	s ₀	[ov/h/trak]	1600	1600	1600	1600
Faktori prilagodbe idealnog protoka uslijed utjecaja						
širine prometnog traka	f _w	-	0,96	0,96	0,96	0,91
teških vozila	f _{HV}	-	0,94	0,98	0,96	0,99
uzdužnog nagiba	f _g	-	0,96	0,94	0,94	1,00
manevara parkinga	f _p	-	1,00	1,00	1,00	1,00
stajanja autobusa na stajalištu	f _{bb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00
tipa područja	f _a	-	1,00	1,00	1,00	1,00
korištenja traka	f _{LU}	-	1,00	1,00	1,00	1,00
lijevih skretača	f _{LT}	-	0,99	1,00	0,95	1,00
desnih skretača	f _{RT}	-	0,89	1,00	1,00	0,99
pješaka i biciklista na lijeve skretače	f _{lpb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na desne skretače	f _{rpb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00
Protok zasićenja	s _i	[ov/h]	1227	1417	1326	1415
Kapacitet i i stupanj zasićenja prometnog traka						
Kapacitet	c	[ov/h]	556	807	756	592
Stupanj zasićenja	X	-	0,76	0,60	0,41	1,41
Prosječni vremenski gubitak po vozilu i razina usluge						
Ujednačeni (uniformni) vremenski gubitak	d ₁	[s/ov]	19,60	12,07	10,39	35,42
Udio vozila u koloni	R _p	-	0,33	0,33	0,33	0,33
Udio vozila koja pristižu na zeleno	P	-	0,15	0,19	0,19	0,14
Dodatni faktor prilagodbe progresije	f _{PA}	-	1,56	1,90	1,90	1,49
Faktor prilagodbe progresije	PF	-	2,43	3,58	3,58	2,20
Dopunski (inkrementalni) vremenski gubitak	d ₂	[s/ov]	0,77	0,26	0,13	19,19
Vrijeme stajanja vozila u koloni na početku perioda	t	[h]	0,07	0,03	0,02	0,25
Parametar vremenskog gubitka	u	-	0,00	0,00	0,00	1,00
Početni (inicijalni) vremenski gubitak	d ₃	[s/ov]	9,70	2,75	2,14	60,77
Prosječni vremenski gubitak po vozilu u traci	d	[s/ov]	58	46	39	158
Razina usluge prometnog traka	LOS	-	E	D	D	F
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na privozu	dA	[s/ov]	58	44		158
Razina usluge privoza	LOS	-	E	D		F
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na raskrižju	dI	[s/ov]	93			
Razina usluge raskrižja	LOS	-	F			

PRILOG C – Proračun razina usluge nakon provođenja Mjere 2

Opći podaci								
Raskrižje	I.B.Mažuranić-Oranice							
Područje grada								
Vrijeme mjerenja	29.4.2024. 15:00-16:00							
Privoz raskrižja			2		3		4	
Period analize	T	[h]	0,25		0,25		0,25	
Teren	G	[%]	0,00		0,00		0,00	
Ukupan broj trakova na privozu	N	-	2		2		2	
Zajedničko korištenje traka	SL	-	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Širina traka	W	[m]	2,75	2,75	2,75	2,75	2,50	2,50
Tok	privoz izvoz		213	224	314	322	412	423
Smjer kretanja	desno, ravno, lijevo		desno	ravno	desno	lijevo	ravno	lijevo
Rezultati mjerenja prometa na raskrižju								
Broj osobnih vozila	N _{OV}	[OV/h]	400	319	140	206	269	204
Broj teških vozila	N _{HV}	[HV/h]	2	7	1	0	9	3
Broj motora	N _{MOT}	[MOT/h]	11	12	2	4	12	7
Broj biciklista	N _{BIC}	[BIC/h]	0	1	0	0	3	9
Broj autobusa	N _B	[BUS/h]	0	1	0	0	0	0
Ciklus semafora	C	[s]	86	86	86	86	86	86
Zelena faza motornih vozila	G	[s]	49	49	45	26	36	39
Zelena faza pješaka	G _p	[s]	0	0	8	8	0	0
Način pristizanja vozila u raskrižje	AT	-	1	1	1	1	1	1
Obrada rezultata mjerenja i proračun ulaznih parametara								
Količina uvjetno homogenog toka	V	[ov/h]	413	347	144	210	300	219
Faktor vršnog sata	PHF	-	0,91	0,86	0,73	0,85	0,78	0,84
Uvjetno homogeni vršni satni protok	v _p	[ov/h]	456	404	196	248	384	264
Postotak teških vozila	HV	[%]	0,20	2,40	0,70	0,00	3,10	1,30
Udio lijevih skretača	PLT	-	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00
Udio desnih skretača	PRT	-	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Udio zelene faze	G/C	-	0,57	0,57	0,52	0,30	0,42	0,45
Zelena faza zaštićenog skretanja	G _{prot}	[s]	49	49	45	26	36	39
Broj vozila u koloni na početku perioda analize	Q _b	[ov]	10	10	10	10	10	10
Protok zasićenja prometnog traka								
Idealni ili bazni protok zasićenja	s ₀	[ov/h/trak]	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Faktori prilagodbe idealnog protoka uslijed utjecaja								
širine prometnog traka	f _w	-	0,91	0,91	0,91	0,91	0,88	0,88
teških vozila	f _{HV}	-	1,00	0,98	0,99	1,00	0,97	0,99
uzdužnog nagiba	f _g	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
manevara parkinga	f _p	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
stajanja autobusa na stajalištu	f _{bb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
tipa područja	f _a	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
korištenja traka	f _{LU}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
lijevih skretača	f _{LT}	-	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	0,95
desnih skretača	f _{RT}	-	0,95	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na lijeve skretače	f _{lpb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na desne skretače	f _{rpb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Protok zasićenja	s _i	[ov/h]	1374	1415	1367	1376	1362	1317
Kapacitet i i stupanj zasićenja prometnog traka								
Kapacitet	c	[ov/h]	783	806	715	416	570	597
Stupanj zasićenja	X	-	0,58	0,50	0,27	0,60	0,67	0,44
Prosječni vremenski gubitak po vozilu i razina usluge								
Ujednačeni (uniformni) vremenski gubitak	d ₁	[s/ov]	11,91	11,14	11,41	25,53	20,24	16,06
Udio vozila u koloni	R _p	-	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Udio vozila koja pristižu na zeleno	P	-	0,19	0,19	0,17	0,10	0,14	0,15
Dodatni faktor prilagodbe progresije	f _{PA}	-	1,90	1,90	1,74	1,29	1,49	1,56
Faktor prilagodbe progresije	PF	-	3,58	3,58	3,02	1,66	2,20	2,43
Dopunski (inkrementalni) vremenski gubitak	d ₂	[s/ov]	0,25	0,18	0,08	0,50	0,50	0,19
Vrijeme stajanja vozila u koloni na početku perioda	t	[h]	0,03	0,02	0,02	0,06	0,05	0,03
Parametar vremenskog gubitka	u	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Početni (inicijalni) vremenski gubitak	d ₃	[s/ov]	2,82	2,22	1,94	10,29	6,78	3,62
Prosječni vremenski gubitak po vozilu	d	[s/ov]	46	42	36	53	52	43
Razina usluge prometnog traka	LOS	-	D	D	D	D	D	D
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na privozu	dA	[s/ov]	44		46		48	
Razina usluge privoza	LOSA	-	D		D		D	
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na raskrižju	dI	[s/ov]	46					
Razina usluge raskrižja	LOSI	-	D					

Opći podaci							
Raskrižje	MEDARSKA-ORANICE						
Područje grada							
Vrijeme mjerenja	30.4.2024. 8:00-9:00						
Privoz raskrižja			1	2	4		
Period analize	T	[h]	0,25				
Teren	G	[%]	2,00	0,00	0,00		
Ukupan broj trakova na privozu	N	-	2,00	2,00	2,00		
Zajedničko korištenje traka	SL	-	NE	NE	NE	NE	DA
Širina traka	W	[m]	2,75	2,75	3,00	3,00	2,75
Tok	privoz/izvoz		112	124	214	221	41
Smjer kretanja	desno, ravno, lijevo		desno	lijevo	ravno	lijevo	ravno i desno
Rezultati mjerenja prometa na raskrižju							
Broj osobnih vozila	N _{OV}	[OV/h]	119	95	513	128	469
Broj teških vozila	N _{HV}	[HV/h]	3	2	3	0	7
Broj motora	N _{MOT}	[MOT/h]	1	2	9	0	6
Broj biciklista	N _{BIC}	[BIC/h]	0	0	2	0	3
Broj autobusa	N _B	[BUS/h]	0	0	1	0	0
Ciklus semafora	C	[s]	86	86	86	86	86
Zelena faza motornih vozila	G	[s]	39	24	49	49	36
Zelena faza pješaka	G _p	[s]	0	8	0	18	18
Način pristizanja vozila u raskrižje	AT	-	1	1	1	1	1
Obrada rezultata mjerenja i proračun ulaznih parametara							
Količina uvjetno homogenog toka	V	[ov/h]	126	101	530	128	490
Faktor vršnog sata	PHF	-	0,72	0,87	0,91	0,80	0,95
Uvjetno homogeni vršni satni protok	v _p	[ov/h]	176	116	580	160	516
Postotak teških vozila	HV	[%]	2,44	2,02	0,80	0,00	1,40
Udio lijevih skretača	PLT	-	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00
Udio desnih skretača	PRT	-	1,00	0,00	0,00	0,00	0,22
Udio zelene faze	G/C	-	0,45	0,28	0,57	0,57	0,42
Zelena faza zaštitenog skretanja	G _{prot}	[s]	39	24	49	49	36
Broj vozila u koloni na početku perioda analize	Q _b	[ov]	10	10	10	10	10
Protok zasićenja prometnog traka							
Idealni ili bazni protok zasićenja	S ₀	[ov/h/trak]	1600	1600	1600	1600	1600
Faktori prilagodbe idealnog protoka uslijed utjecaja							
širine prometnog traka	f _w	-	0,91	0,91	0,93	0,93	0,91
teških vozila	f _{HV}	-	0,98	0,98	0,99	1,00	0,99
uzdužnog nagiba	f _g	-	0,98	1,00	0,94	0,94	1,00
manevara parkinga	f _p	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
stajanja autobusa na stajalištu	f _{bb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
tipa područja	f _a	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
korištenja traka	f _{LU}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
lijevih skretača	f _{LT}	-	1,00	0,95	1,00	0,95	1,00
desnih skretača	f _{RT}	-	0,95	1,00	1,00	1,00	0,97
pješaka i biciklista na lijeve skretače	f _{LPB}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na desne skretače	f _{RPB}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Protok zasićenja	S _i	[ov/h]	1317	1349	1398	1338	1387
Kapacitet i i stupanj zasićenja prometnog traka							
Kapacitet	c	[ov/h]	597	377	796	763	580
Stupanj zasićenja	X	-	0,295	0,308	0,728	0,210	0,889
Prosječni vremenski gubitak po vozilu i razina usluge							
Ujednačeni (uniformni) vremenski gubitak	d ₁	[s/ov]	14,82	24,45	13,61	9,04	23,15
Udio vozila u koloni	R _p	-	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Udio vozila koja pristižu na zeleno	P	-	0,15	0,09	0,19	0,19	0,14
Dodatni faktor prilagodbe progresije	f _{PA}	-	1,56	1,26	1,90	1,90	1,49
Faktor prilagodbe progresije	PF	-	2,43	1,59	3,58	3,58	2,20
Dopunski (inkrementalni) vremenski gubitak	d ₂	[s/ov]	0,10	0,17	0,47	0,05	1,52
Vrijeme stajanja vozila u koloni na početku perioda	t	[h]	0,02	0,04	0,05	0,02	0,16
Parametar vremenskog gubitka	u	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Početni (inicijalni) vremenski gubitak	d ₃	[s/ov]	2,86	7,34	4,18	1,57	19,24
Prosječni vremenski gubitak po vozilu u traci	d	[s/ov]	39	46	53	34	72
Razina usluge prometnog traka	LOS	-	D	D	D	C	E
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na privozu	dA	[s/ov]	42	49	55		
Razina usluge privoza	LOS	-	D	D	D		
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na raskrižju	dI	[s/ov]		55			
Razina usluge raskrižja	LOS	-		D			

Opći podaci						
Raskrižje	KOŽINČEVA-ORANICE					
Područje grada	Van centra					
Vrijeme mjerenja	2.5.2024. 8:00-9:00					
Privoz raskrižja			1	2	4	
Period analize	T	[h]	0,25	0,25	0,25	
Teren	G	[%]	4,00	6,00	0,00	
Ukupan broj trakova na privozu	N	-	1	2		1
Zajedničko korištenje traka	SL	-	DA	NE	NE	DA
Širina traka	W	[m]	3,25	3,25	3,25	2,75
Tok	privoz izvoz		112	214	221	411
Smjer kretanja	desno, ravno, lijevo		lijevo i desno	ravno	lijevo	ravno i desno
Rezultati mjerenja prometa na raskrižju						
Broj osobnih vozila	N _{OV}	[OV/h]	328	370	247	730
Broj teških vozila	N _{HV}	[HV/h]	9	8	1	6
Broj motora	N _{MOT}	[MOT/h]	0	3	0	5
Broj biciklista	N _{BIC}	[BIC/h]	0	0	0	2
Broj autobusa	N _B	[BUS/h]	13	1	9	1
Ciklus semafora	C	[s]	86	86	86	86
Zelena faza motornih vozila	G	[s]	39	49	49	36
Zelena faza pješaka	G _p	[s]	0	0	18	18
Način pristizanja vozila u raskrižje	AT	-	1	1	1	1
Obrada rezultata mjerenja i proračun ulaznih parametara						
Količina uvjetno homogenog toka	V	[ov/h]	372	391	267	751
Faktor vršnog sata	PHF	-	0,88	0,81	0,86	0,90
Uvjetno homogeni vršni satni protok	v _p	[ov/h]	423	483	310	834
Postotak teških vozila	HV	[%]	6,29	2,40	3,90	0,94
Udio lijevih skretača	PLT	-	0,18	0,00	1,00	0,00
Udio desnih skretača	PRT	-	0,82	0,00	0,00	0,10
Udio zelene faze	G/C	-	0,45	0,57	0,57	0,42
Zelena faza zaštićenog skretanja	G _{prot}	[s]	39	49	49	36
Broj vozila u koloni na početku perioda analize	Q _b	[ov]	10	10	10	10
Protok zasićenja prometnog traka						
Idealni ili bazni protok zasićenja	s ₀	[ov/h/trak]	1600	1600	1600	1600
Faktori prilagodbe idealnog protoka uslijed utjecaja						
širine prometnog traka	f _w	-	0,96	0,96	0,96	0,91
teških vozila	f _{HV}	-	0,94	0,98	0,96	0,99
uzdužnog nagiba	f _g	-	0,96	0,94	0,94	1,00
manevara parkinga	f _p	-	1,00	1,00	1,00	1,00
stajanja autobusa na stajalištu	f _{bb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00
tipa područja	f _a	-	1,00	1,00	1,00	1,00
korištenja traka	f _{LU}	-	1,00	1,00	1,00	1,00
lijevih skretača	f _{LT}	-	0,99	1,00	0,95	1,00
desnih skretača	f _{RT}	-	0,89	1,00	1,00	0,99
pješaka i biciklista na lijeve skretače	f _{lpb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na desne skretače	f _{rpb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00
Protok zasićenja	s _i	[ov/h]	1227	1417	1326	1415
Kapacitet i i stupanj zasićenja prometnog traka						
Kapacitet	c	[ov/h]	556	807	756	592
Stupanj zasićenja	X	-	0,76	0,60	0,41	1,41
Prosječni vremenski gubitak po vozilu i razina usluge						
Ujednačeni (uniformni) vremenski gubitak	d ₁	[s/ov]	19,60	12,07	10,39	35,42
Udio vozila u koloni	R _p	-	0,33	0,33	0,33	0,33
Udio vozila koja pristižu na zeleno	P	-	0,15	0,19	0,19	0,14
Dodatni faktor prilagodbe progresije	f _{PA}	-	1,56	1,90	1,90	1,49
Faktor prilagodbe progresije	PF	-	2,43	3,58	3,58	2,20
Dopunski (inkrementalni) vremenski gubitak	d ₂	[s/ov]	0,77	0,26	0,13	19,19
Vrijeme stajanja vozila u koloni na početku perioda	t	[h]	0,07	0,03	0,02	0,25
Parametar vremenskog gubitka	u	-	0,00	0,00	0,00	1,00
Početni (inicijalni) vremenski gubitak	d ₃	[s/ov]	9,70	2,75	2,14	60,77
Prosječni vremenski gubitak po vozilu u traci	d	[s/ov]	58	46	39	158
Razina usluge prometnog traka	LOS	-	E	D	D	F
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na privozu	dA	[s/ov]	58	44		158
Razina usluge privoza	LOS	-	E	D		F
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na raskrižju	dI	[s/ov]	93			
Razina usluge raskrižja	LOS	-	F			

PRILOG D – Proračun razina usluge nakon provođenja Mjere 3

Opći podaci								
Raskrižje	I.B.Mažuranić-Oranice							
Područje grada	Van centra							
Vrijeme mjerenja	29.4.2024. 15:00-16:00							
Privoz raskrižja			2		3		4	
Period analize	T	[h]	0,25		0,25		0,25	
Teren	G	[%]	0,00		0,00		0,00	
Ukupan broj trakova na privozu	N	-	2		2		2	
Zajedničko korištenje traka	SL	-	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Širina traka	W	[m]	2,75	2,75	2,75	2,75	2,50	2,50
Tok	privoz izvoz		213	224	314	322	412	423
Smjer kretanja	desno, ravno, lijevo		desno	ravno	desno	lijevo	ravno	lijevo
Rezultati mjerenja prometa na raskrižju								
Broj osobnih vozila	N _{OV}	[OV/h]	400	319	140	206	269	204
Broj teških vozila	N _{HV}	[HV/h]	2	7	1	0	9	3
Broj motora	N _{MOT}	[MOT/h]	11	12	2	4	12	7
Broj biciklista	N _{BIC}	[BIC/h]	0	1	0	0	3	9
Broj autobusa	N _B	[BUS/h]	0	1	0	0	0	0
Ciklus semafora	C	[s]	62	62	62	62	62	62
Zelena faza motornih vozila	G	[s]	24	14	39	20	30	30
Zelena faza pješaka	G _p	[s]	0	0	8	8	0	0
Način pristizanja vozila u raskrižje	AT	-	1	1	1	1	1	1
Obrada rezultata mjerenja i proračun ulaznih parametara								
Količina uvjetno homogenog toka	V	[ov/h]	413	347	144	210	300	219
Faktor vršnog sata	PHF	-	0,91	0,86	0,73	0,85	0,78	0,84
Uvjetno homogeni vršni satni protok	v _p	[ov/h]	456	404	196	248	384	264
Postotak teških vozila	HV	[%]	0,20	2,40	0,70	0,00	3,10	1,30
Udio lijevih skretača	PLT	-	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00
Udio desnih skretača	PRT	-	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Udio zelene faze	G/C	-	0,39	0,23	0,63	0,32	0,48	0,48
Zelena faza zaštićenog skretanja	G _{prot}	[s]	24	14	39	20	30	30
Broj vozila u koloni na početku perioda analize	Q _b	[ov]	10	10	10	10	10	10
Protok zasićenja prometnog traka								
Idealni ili bazni protok zasićenja	s ₀	[ov/h/trak]	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Faktori prilagodbe idealnog protoka uslijed utjecaja								
širine prometnog traka	f _w	-	0,91	0,91	0,91	0,91	0,88	0,88
teških vozila	f _{HV}	-	1,00	0,98	0,99	1,00	0,97	0,99
uzdužnog nagiba	f _g	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
manevara parkinga	f _p	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
stajanja autobusa na stajalištu	f _{bb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
tipa područja	f _a	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
korištenja traka	f _{LU}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
lijevih skretača	f _{LT}	-	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	0,95
desnih skretača	f _{RT}	-	0,95	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na lijeve skretače	f _{lpb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na desne skretače	f _{rpb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Protok zasićenja	s _i	[ov/h]	1374	1415	1367	1376	1362	1317
Kapacitet i i stupanj zasićenja prometnog traka								
Kapacitet	c	[ov/h]	532	320	860	444	659	637
Stupanj zasićenja	X	-	0,86	1,26	0,23	0,56	0,58	0,41
Prosječni vremenski gubitak po vozilu i razina usluge								
Ujednačeni (uniformni) vremenski gubitak	d ₁	[s/ov]	17,43	26,01	4,98	17,35	11,50	10,33
Udio vozila u koloni	R _p	-	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Udio vozila koja pristižu na zeleno	P	-	0,13	0,08	0,21	0,11	0,16	0,16
Dodatni faktor prilagodbe progresije	f _{PA}	-	1,42	1,20	2,15	1,32	1,63	1,63
Faktor prilagodbe progresije	PF	-	2,02	1,43	4,57	1,74	2,65	2,65
Dopunski (inkrementalni) vremenski gubitak	d ₂	[s/ov]	1,35	13,76	0,05	0,40	0,30	0,16
Vrijeme stajanja vozila u koloni na početku perioda	t	[h]	0,13	0,25	0,02	0,05	0,04	0,25
Parametar vremenskog gubitka	u	-	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Početni (inicijalni) vremenski gubitak	d ₃	[s/ov]	17,87	112,68	1,26	8,27	3,97	28,24
Prosječni vremenski gubitak po vozilu	d	[s/ov]	55	164	24	39	35	56
Razina usluge prometnog traka	LOS	-	D	F	C	D	C	E
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na privozu	dA	[s/ov]	106		32		43	
Razina usluge privoza	LOSA	-	F		C		D	
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na raskrižju	dI	[s/ov]	68					
Razina usluge raskrižja	LOSI	-	E					

Tablica mjerenja prometa na raskrižju									
Datum mjerenja		30.4.2024.							
Raskrižje		Medarska-Oranice							
Područje grada									
Teren G [%]		0,0		0,00		2,00			
Privoz raskrižja		4		2		1			
Smjer kretanja shema		422	411	221	214	124	112		
Smjer kretanja x		2	3	4	5	7	9		
Širina traka W [m]		2,75	2,75	3,00	3,00	2,75	2,75		
Broj osobnih vozila [OV/0.25h]	NOV	119	95	513	128	129	340		
Broj teških vozila [HV/0.25h]	NHV	340	129	128	513	95	119		
Broj motora [MOT/0.25h]	NMOT	6	1	0	3	2	3		
Broj biciklista [BIC/0.25h]	NBIC	2	4	0	9	2	1		
Broj autobusa [BUS/0.25h]	NB	1	2	0	2	0	0		
Broj pješaka [PED/0.25h]	NV	0	0	0	1	0	0		
Količina uvjetno homogenog toka [ov/0.25h]		V	354	136	128	530	101	126	
Uvjetno homogen satni protok [ov/h]		vp	400	172	160	580	116	176	
Kritični razmak između vozila (critical gap) i vremenski razmak između vozila u nizu (follow-up time)									
bazni kritični razmak vozila za smjer x [s]		tc,base	0,00	0,00	4,10	0,00	7,10	6,20	
faktor prilagodbe za teška vozila u toku smjera x [s]		tc,HV	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
udio teških vozila u toku smjera x		PHV	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	
faktor prilagodbe za uzdužni nagib [s]		tc,G	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,10	
postotak uzdužnog nagiba		G/100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	
faktor prilagodbe za svaku fazu dvo-faznog razmaka vozila [s]		tc,t	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
faktor prilagodbe za geometriju T-raskrižja		t3,LT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00	
kritični razmak vozila za smjer x [s]		tc,x	0,02	0,01	4,10	0,01	6,42	6,23	
bazni vremenski razmak vozila za smjer x očitani iz Ex 17-5 [s]		tf,base	0,00	0,00	2,20	0,00	3,50	3,30	
faktor prilagodbe za teška vozila u toku smjera x [s]		tf,HV	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	
udio teških vozila u toku smjera x		PHV	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	
vremenski razmak vozila za smjer x [s]		tf,x	0,02	0,01	2,20	0,01	3,52	3,32	
Kapacitet smjera									
protok koji se suprotstavlja toku smjera x [ov/h]		vc,x	0	0	572	0	486	486	
kritični razmak vozila za smjer x [s]		tc,x	0,02	0,01	4,10	0,01	6,42	6,23	
vremenski razmak vozila za smjer x [s]		tf,x	0,02	0,01	2,20	0,01	3,52	3,32	
potencijalni kapacitet smjera x [ov/h]		cp,x	#DIV/0!	#DIV/0!	1015	#DIV/0!	543	583	
Kapacitet smjera x [ov/h]		cm,x	#DIV/0!	#DIV/0!	1015	#DIV/0!	543	583	
protok vozila u smjeru x [ov/h] / kapacitet smjera x [ov/h]		vx/cm,x	#DIV/0!	#DIV/0!	0,16	#DIV/0!	0,21	0,30	
prosječni vremenski gubitak prolaska vozila kroz raskrižje [s/voz]		d	0	0	9	0	12	11	
Razina usluge traka		LOS	A	A	A	A	B	B	
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na privozu		dA	0		9		12		
Razina usluge privoza		LOS	A		A		B		
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na raskrižju		dI	11						
Razina usluge raskrižja		LOS	B						

Opći podaci								
Raskrižje	KOŽIŃEVA-ORANICE							
Područje grada								
Vrijeme mjerenja	2.5.2024. 8:00-9:00							
Privoz raskrižja			1		2		4	
Period analize	T	[h]	0,25		0,25		0,25	
Teren	G	[%]	4,00		6,00		0,00	
Ukupan broj trakova na privozu	N	-	2,00		2,00		2,00	
Zajedničko korištenje traka	SL	-	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Širina traka	W	[m]	2,75	2,75	3,25	3,25	2,75	2,75
Tok	privoz izvoz		112	124	214	221	411	422
Smjer kretanja	desno, ravno, lijevo		desno	lijevo	ravno	lijevo	desno	ravno
Rezultati mjerenja prometa na raskrižju								
Broj osobnih vozila	N _{OV}	[OV/h]	267	61	370	247	78	652
Broj teških vozila	N _{HV}	[HV/h]	6	3	8	1	0	6
Broj motora	N _{MOT}	[MOT/h]	0	0	3	0	0	5
Broj biciklista	N _{BIC}	[BIC/h]	0	0	0	0	0	2
Broj autobusa	N _B	[BUS/h]	13	0	1	9	0	1
Ciklus semafora	C	[s]	86	86	86	86	86	86
Zelena faza motornih vozila	G	[s]	39	24	49	49	36	36
Zelena faza pješaka	G _p	[s]	0	0	0	18	18	18
Način pristizanja vozila u raskrižje	AT	-	1	1	1	1	1	1
Obrada rezultata mjerenja i proračun ulaznih parametara								
Količina uvjetno homogenog toka	V	[ov/h]	305	67	391	267	78	671
Faktor vršnog sata	PHF	-	0,85	0,88	0,81	0,86	0,85	0,90
Uvjetno homogeni vršni satni protok	v _p	[ov/h]	359	76	483	310	92	746
Postotak teških vozila	HV	[%]	6,64	4,69	2,40	3,90	0,00	1,05
Udio lijevih skretača	PLT	-	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Udio desnih skretača	PRT	-	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Udio zelene faze	G/C	-	0,45	0,28	0,57	0,57	0,42	0,42
Zelena faza zaštićenog skretanja	G _{prot}	[s]	39	24	49	49	36	36
Broj vozila u koloni na početku perioda analize	Q _b	[ov]	5	5	10	10	5	5
Protok zasićenja prometnog traka								
Idealni ili bazni protok zasićenja	s ₀	[ov/h/trak]	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Faktori prilagodbe idealnog protoka uslijed utjecaja								
širine prometnog traka	f _w	-	0,91	0,91	0,96	0,96	0,91	0,91
teških vozila	f _{HV}	-	0,94	0,96	0,98	0,96	1,00	0,99
uzdužnog nagiba	f _g	-	0,96	1,00	0,94	0,94	0,94	1,00
manevara parkinga	f _p	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
stajanja autobusa na stajalištu	f _{bb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
tipa područja	f _a	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
korištenja traka	f _{LU}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
lijevih skretača	f _{LT}	-	1,00	0,95	1,00	0,95	1,00	1,00
desnih skretača	f _{RT}	-	0,95	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00
pješaka i biciklista na lijeve skretače	f _{LPb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na desne skretače	f _{RPb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Protok zasićenja	s _i	[ov/h]	1241	1315	1417	1326	1299	1434
Kapacitet i i stupanj zasićenja prometnog traka								
Kapacitet	c	[ov/h]	563	367	807	756	544	600
Stupanj zasićenja	X	-	0,64	0,21	0,60	0,41	0,17	1,24
Prosječni vremenski gubitak po vozilu i razina usluge								
Ujednačeni (uniformni) vremenski gubitak	d ₁	[s/ov]	18,07	23,72	12,07	10,39	15,64	30,28
Udio vozila u koloni	R _p	-	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Udio vozila koja pristižu na zeleno	P	-	0,15	0,09	0,19	0,19	0,14	0,14
Dodatni faktor prilagodbe progresije	f _{PA}	-	1,56	1,26	1,90	1,90	1,49	1,49
Faktor prilagodbe progresije	PF	-	2,43	1,59	3,58	3,58	2,20	2,20
Dopunski (inkrementalni) vremenski gubitak	d ₂	[s/ov]	0,44	0,10	0,26	0,13	0,05	12,01
Vrijeme stajanja vozila u koloni na početku perioda	t	[h]	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,25
Parametar vremenskog gubitka	u	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Početni (inicijalni) vremenski gubitak	d ₃	[s/ov]	1,57	1,69	2,75	2,14	0,73	29,99
Prosječni vremenski gubitak po vozilu u traci	d	[s/ov]	46	39	46	39	35	109
Razina usluge prometnog traka	LOS	-	D	D	D	D	C	F
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na privozu	dA	[s/ov]	45		44		101	
Razina usluge privoza	LOS	-	D		D		F	
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na raskrižju	dI	[s/ov]	67					
Razina usluge raskrižja	LOS	-	E					

PRILOG E – Proračun razina usluge nakon provođenja Mjere 4

Opći podaci								
Raskrižje	I.B.Mažuranić-Oranice							
Područje grada								
Vrijeme mjerenja	29.4.2024. 15:00-16:00							
Privoz raskrižja			2		3		4	
Period analize	T	[h]	0,25		0,25		0,25	
Teren	G	[%]	0,00		0,00		0,00	
Ukupan broj trakova na privozu	N	-	2,00		2,00		2,00	
Zajedničko korištenje traka	SL	-	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Širina traka	W	[m]	2,75	2,75	3,00	3,00	2,50	2,50
Tok	privoz izvoz		213	224	314	322	412	423
Smjer kretanja	desno, ravno, lijevo		desno	ravno	desno	lijevo	ravno	lijevo
Rezultati mjerenja prometa na raskrižju								
Broj osobnih vozila	N _{OV}	[OV/h]	400	319	140	206	269	204
Broj teških vozila	N _{HV}	[HV/h]	2	7	1	0	9	3
Broj motora	N _{MOT}	[MOT/h]	11	12	2	4	12	7
Broj biciklista	N _{BIC}	[BIC/h]	0	1	0	0	3	9
Broj autobusa	N _B	[BUS/h]	0	1	0	0	0	0
Ciklus semafora	C	[s]	62	62	62	62	62	62
Zelena faza motornih vozila	G	[s]	28	18	39	20	35	33
Zelena faza pješaka	G _p	[s]	0	0	8	8	0	0
Način pristizanja vozila u raskrižje	AT	-	1	1	1	1	1	1
Obrada rezultata mjerenja i proračun ulaznih parametara								
Količina uvjetno homogenog toka	V	[ov/h]	413	347	144	210	300	219
Faktor vršnog sata	PHF	-	0,91	0,86	0,73	0,85	0,78	0,84
Uvjetno homogeni vršni satni protok	v _p	[ov/h]	456	404	196	248	384	264
Postotak teških vozila	HV	[%]	0,2	2,4	0,7	0	3,1	1,3
Udio lijevih skretača	PLT	-	0	0	0	1	0	1
Udio desnih skretača	PRT	-	1	0	1	0	0	0
Udio zelene faze	G/C	-	0,45	0,29	0,63	0,32	0,56	0,53
Zelena faza zaštićenog skretanja	G _{prot}	[s]	28	18	39	20	35	33
Broj vozila u koloni na početku perioda analize	Q _b	[ov]	10	10	10	10	10	10
Protok zasićenja prometnog traka								
Idealni ili bazni protok zasićenja	s ₀	[ov/h/trak]	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Faktori prilagodbe idealnog protoka uslijed utjecaja								
širine prometnog traka	f _w	-	0,91	0,91	0,93	0,93	0,88	0,88
teških vozila	f _{HV}	-	1,00	0,98	0,99	1,00	0,97	0,99
uzdužnog nagiba	f _g	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
manevara parkinga	f _p	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
stajanja autobusa na stajalištu	f _{bb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
tipa područja	f _a	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
korištenja traka	f _{LU}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
lijevih skretača	f _{LT}	-	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	0,95
desnih skretača	f _{RT}	-	0,95	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na lijeve skretače	f _{lpb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na desne skretače	f _{rpb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Protok zasićenja	s _i	[ov/h]	1374	1415	1409	1419	1362	1317
Kapacitet i i stupanj zasićenja prometnog traka								
Kapacitet	c	[ov/h]	620	411	886	458	769	701
Stupanj zasićenja	X	-	0,74	0,98	0,22	0,54	0,50	0,38
Prosječni vremenski gubitak po vozilu i razina usluge								
Ujednačeni (uniformni) vremenski gubitak	d ₁	[s/ov]	13,95	21,85	4,96	17,24	8,19	8,48
Udio vozila u koloni	R _p	-	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Udio vozila koja pristižu na zeleno	P	-	0,15	0,10	0,21	0,11	0,12	0,18
Dodatni faktor prilagodbe progresije	f _{PA}	-	1,56	1,27	2,16	1,32	1,63	1,77
Faktor prilagodbe progresije	PF	-	2,42	1,62	4,61	1,74	3,29	3,12
Dopunski (inkrementalni) vremenski gubitak	d ₂	[s/ov]	0,61	3,58	0,05	0,37	0,19	0,12
Vrijeme stajanja vozila u koloni na početku perioda	t	[h]	0,06	1,47	0,01	0,05	0,03	0,02
Parametar vremenskog gubitka	u	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Početni (inicijalni) vremenski gubitak	d ₃	[s/ov]	7,06	258,28	1,18	7,51	2,43	2,35
Prosječni vremenski gubitak po vozilu	d	[s/ov]	41	93	24	38	30	29
Razina usluge prometnog traka	LOS	-	D	F	C	D	C	C
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na privozu	dA	[s/ov]	66		32		29	
Razina usluge privoza	LOSA	-	F		C		C	
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na raskrižju	dI	[s/ov]	46					
Razina usluge raskrižja	LOSI	-	D					

Tablica mjerenja prometa na raskrižju							
Datum mjerenja		30.4.2024.					
Raskrižje		Medarska-Oranice					
Područje grada							
Teren G [%]		0,0		0,00		2,00	
Privoz raskrižja		4		2		1	
Smjer kretanja shema		422	411	221	214	124	112
Smjer kretanja x		2	3	4	5	7	9
Širina traka W [m]		2,75	2,75	3,00	3,00	2,75	2,75
Broj osobnih vozila [OV/0.25h]	NOV	119	95	513	128	129	340
Broj teških vozila [HV/0.25h]	NHV	340	129	128	513	95	119
Broj motora [MOT/0.25h]	NMOT	6	1	0	3	2	3
Broj biciklista [BIC/0.25h]	NBIC	2	4	0	9	2	1
Broj autobusa [BUS/0.25h]	NB	1	2	0	2	0	0
Broj pješaka [PED/0.25h]	NV	0	0	0	1	0	0
Količina uvjetno homogenog toka [ov/0.25h]	V	354	136	128	530	101	126
Uvjetno homogen satni protok [ov/h]	vp	400	172	160	580	116	176
Kritični razmak između vozila (critical gap) i vremenski razmak između vozila u nizu (follow-up time)							
bazni kritični razmak vozila za smjer x [s]	tc,base	0,00	0,00	4,10	0,00	7,10	6,20
faktor prilagodbe za teška vozila u toku smjera x [s]	tc,HV	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
udio teških vozila u toku smjera x	PHV	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02
faktor prilagodbe za uzdužni nagib [s]	tc,G	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,10
postotak uzdužnog nagiba	G/100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02
faktor prilagodbe za svaku fazu dvo-faznog razmaka vozila [s]	tc,t	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
faktor prilagodbe za geometriju T-raskrižja	t3,LT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00
kritični razmak vozila za smjer x [s]	tc,x	0,02	0,01	4,10	0,01	6,42	6,23
bazni vremenski razmak vozila za smjer x očitani iz Ex 17-5 [s]	tf,base	0,00	0,00	2,20	0,00	3,50	3,30
faktor prilagodbe za teška vozila u toku smjera x [s]	tf,HV	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
udio teških vozila u toku smjera x	PHV	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02
vremenski razmak vozila za smjer x [s]	tf,x	0,02	0,01	2,20	0,01	3,52	3,32
Kapacitet smjera							
protok koji se suprotstavlja toku smjera x [ov/h]	vc,x	0	0	572	0	486	486
kritični razmak vozila za smjer x [s]	tc,x	0,02	0,01	4,10	0,01	6,42	6,23
vremenski razmak vozila za smjer x [s]	tf,x	0,02	0,01	2,20	0,01	3,52	3,32
potencijalni kapacitet smjera x [ov/h]	cp,x	#DIV/0!	#DIV/0!	1015	#DIV/0!	543	583
Kapacitet smjera x [ov/h]	cm,x	#DIV/0!	#DIV/0!	1015	#DIV/0!	543	583
protok vozila u smjeru x [ov/h] / kapacitet smjera x [ov/h]	vx/cm,x	#DIV/0!	#DIV/0!	0,16	#DIV/0!	0,21	0,30
prosječni vremenski gubitak prolaska vozila kroz raskrižje [s/voz]	d	0	0	9	0	12	11
Razina usluge traka	LOS	A	A	A	A	B	B
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na privozu	dA	0		9		12	
Razina usluge privoza	LOS	A		A		B	
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na raskrižju	dI	11					
Razina usluge raskrižja	LOS	B					

Opći podaci								
Raskrižje	KOŽINČEVA-ORANICE							
Područje grada								
Vrijeme mjerenja	2.5.2024. 8:00-9:00							
Privoz raskrižja			1		2		4	
Period analize	T	[h]	0,25		0,25		0,25	
Teren	G	[%]	4,00		6,00		0,00	
Ukupan broj trakova na privozu	N	-	2,00		2,00		2,00	
Zajedničko korištenje traka	SL	-	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Širina traka	W	[m]	2,75	2,75	3,25	3,25	2,75	2,75
Tok	privoz izvoz		112	124	214	221	411	422
Smjer kretanja	desno, ravno, lijevo		desno	lijevo	ravno	lijevo	desno	ravno
Rezultati mjerenja prometa na raskrižju								
Broj osobnih vozila	N _{OV}	[OV/h]	267	61	370	247	78	652
Broj teških vozila	N _{HV}	[HV/h]	6	3	8	1	0	6
Broj motora	N _{MOT}	[MOT/h]	0	0	3	0	0	5
Broj biciklista	N _{BIC}	[BIC/h]	0	0	0	0	0	2
Broj autobusa	N _B	[BUS/h]	13	0	1	9	0	1
Ciklus semafora	C	[s]	86	86	86	86	86	86
Zelena faza motornih vozila	G	[s]	39	24	49	49	36	41
Zelena faza pješaka	G _p	[s]	0	0	0	18	18	18
Način pristizanja vozila u raskrižje	AT	-	1	1	1	1	1	1
Obrada rezultata mjerenja i proračun ulaznih parametara								
Količina uvjetno homogenog toka	V	[ov/h]	305	67	391	267	78	671
Faktor vršnog sata	PHF	-	0,85	0,88	0,81	0,86	0,85	0,90
Uvjetno homogeni vršni satni protok	v _p	[ov/h]	359	76	483	310	92	746
Postotak teških vozila	HV	[%]	6,64	4,69	2,40	3,90	0,00	1,05
Udio lijevih skretača	PLT	-	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Udio desnih skretača	PRT	-	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Udio zelene faze	G/C	-	0,45	0,28	0,57	0,57	0,42	0,48
Zelena faza zaštićenog skretanja	G _{prot}	[s]	39	24	49	49	36	41
Broj vozila u koloni na početku perioda analize	Q _b	[ov]	5	5	10	10	5	5
Protok zasićenja prometnog traka								
Idealni ili bazni protok zasićenja	s ₀	[ov/h/trak]	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Faktori prilagodbe idealnog protoka uslijed utjecaja								
širine prometnog traka	f _w	-	0,91	0,91	0,96	0,96	0,91	0,91
teških vozila	f _{HV}	-	0,94	0,96	0,98	0,96	1,00	0,99
uzdužnog nagiba	f _g	-	0,96	1,00	0,94	0,94	0,94	1,00
manevara parkinga	f _p	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
stajanja autobusa na stajalištu	f _{bb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
tipa područja	f _a	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
korištenja traka	f _{LU}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
lijevih skretača	f _{LT}	-	1,00	0,95	1,00	0,95	1,00	1,00
desnih skretača	f _{RT}	-	0,95	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00
pješaka i biciklista na lijeve skretače	f _{LPb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na desne skretače	f _{RPb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Protok zasićenja	s _i	[ov/h]	1241	1315	1417	1326	1299	1434
Kapacitet i i stupanj zasićenja prometnog traka								
Kapacitet	c	[ov/h]	563	367	807	756	544	684
Stupanj zasićenja	X	-	0,64	0,21	0,60	0,41	0,17	1,09
Prosječni vremenski gubitak po vozilu i razina usluge								
Ujednačeni (uniformni) vremenski gubitak	d ₁	[s/ov]	18,07	23,72	12,07	10,39	15,64	24,53
Udio vozila u koloni	R _p	-	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Udio vozila koja pristižu na zeleno	P	-	0,15	0,09	0,19	0,19	0,14	0,16
Dodatni faktor prilagodbe progresije	f _{PA}	-	1,56	1,26	1,90	1,90	1,49	1,55
Faktor prilagodbe progresije	PF	-	2,43	1,59	3,58	3,58	2,20	2,49
Dopunski (inkrementalni) vremenski gubitak	d ₂	[s/ov]	0,44	0,10	0,26	0,13	0,05	5,85
Vrijeme stajanja vozila u koloni na početku perioda	t	[h]	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,25
Parametar vremenskog gubitka	u	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Početni (inicijalni) vremenski gubitak	d ₃	[s/ov]	1,57	1,69	2,75	2,14	0,73	26,33
Prosječni vremenski gubitak po vozilu u traci	d	[s/ov]	46	39	46	39	35	93
Razina usluge prometnog traka	LOS	-	D	D	D	D	C	F
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na privozu	dA	[s/ov]	45		44		87	
Razina usluge privoza	LOS	-	D		D		F	
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na raskrižju	dI	[s/ov]	61					
Razina usluge raskrižja	LOS	-	E					

PRILOG F – Proračun razina usluge nakon provođenja Mjere 5

Opći podaci								
Raskrižje	I.B.Mažuranić-Oranice							
Područje grada	Van centra							
Vrijeme mjerenja	29.4.2024. 15:00-16:00							
Privoz raskrižja			2		3		4	
Period analize	T	[h]	0,25		0,25		0,25	
Teren	G	[%]	0,00		0,00		0,00	
Ukupan broj trakova na privozu	N	-	2,00		2,00		2,00	
Zajedničko korištenje traka	SL	-	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Širina traka	W	[m]	2,75	2,75	3,00	3,00	2,50	2,50
Tok	privoz izvoz		213	224	314	322	412	423
Smjer kretanja	desno, ravno, lijevo		desno	ravno	desno	lijevo	ravno	lijevo
Rezultati mjerenja prometa na raskrižju								
Broj osobnih vozila	N _{OV}	[OV/h]	400	319	140	206	269	204
Broj teških vozila	N _{HV}	[HV/h]	2	7	1	0	9	3
Broj motora	N _{MOT}	[MOT/h]	11	12	2	4	12	7
Broj biciklista	N _{BIC}	[BIC/h]	0	1	0	0	3	9
Broj autobusa	N _B	[BUS/h]	0	1	0	0	0	0
Ciklus semafora	C	[s]	86	86	86	86	86	86
Zelena faza motornih vozila	G	[s]	49	49	45	26	41	39
Zelena faza pješaka	G _p	[s]	0	0	8	8	0	0
Način pristizanja vozila u raskrižje	AT	-	1	1	1	1	1	1
Obrada rezultata mjerenja i proračun ulaznih parametara								
Količina uvjetno homogenog toka	V	[ov/h]	413	347	144	210	300	219
Faktor vršnog sata	PHF	-	0,91	0,86	0,73	0,85	0,78	0,84
Uvjetno homogeni vršni satni protok	v _p	[ov/h]	456	404	196	248	384	264
Postotak teških vozila	HV	[%]	0,2	2,4	0,7	0	3,1	1,3
Udio lijevih skretača	PLT	-	0	0	0	1	0	1
Udio desnih skretača	PRT	-	1	0	1	0	0	0
Udio zelene faze	G/C	-	0,57	0,57	0,52	0,30	0,48	0,45
Zelena faza zaštićenog skretanja	G _{prot}	[s]	49	49	45	26	41	39
Broj vozila u koloni na početku perioda analize	Q _b	[ov]	10	10	10	10	10	10
Protok zasićenja prometnog traka								
Idealni ili bazni protok zasićenja	s ₀	[ov/h/trak]	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Faktori prilagodbe idealnog protoka uslijed utjecaja								
širine prometnog traka	f _w	-	0,91	0,91	0,93	0,93	0,88	0,88
teških vozila	f _{HV}	-	1,00	0,98	0,99	1,00	0,97	0,99
uzdužnog nagiba	f _g	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
manevara parkinga	f _p	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
stajanja autobusa na stajalištu	f _{bb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
tipa područja	f _a	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
korištenja traka	f _{LU}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
lijevih skretača	f _{LT}	-	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	0,95
desnih skretača	f _{RT}	-	0,95	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na lijeve skretače	f _{LPB}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na desne skretače	f _{RPB}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Protok zasićenja	s _i	[ov/h]	1374	1415	1409	1419	1362	1317
Kapacitet i i stupanj zasićenja prometnog traka								
Kapacitet	c	[ov/h]	783	806	737	429	649	597
Stupanj zasićenja	X	-	0,58	0,50	0,27	0,58	0,59	0,44
Prosječni vremenski gubitak po vozilu i razina usluge								
Ujednačeni (uniformni) vremenski gubitak	d ₁	[s/ov]	11,91	11,14	11,35	25,36	16,39	16,06
Udio vozila u koloni	R _p	-	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Udio vozila koja pristižu na zeleno	P	-	0,19	0,19	0,17	0,10	0,16	0,15
Dodatni faktor prilagodbe progresije	f _{PA}	-	1,90	1,90	1,74	1,29	1,63	1,56
Faktor prilagodbe progresije	PF	-	3,58	3,58	3,01	1,66	2,62	2,43
Dopunski (inkrementalni) vremenski gubitak	d ₂	[s/ov]	0,25	0,18	0,07	0,45	0,32	0,19
Vrijeme stajanja vozila u koloni na početku perioda	t	[h]	0,03	0,02	0,02	0,06	0,04	0,03
Parametar vremenskog gubitka	u	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Početni (inicijalni) vremenski gubitak	d ₃	[s/ov]	2,82	2,22	1,80	9,28	4,18	3,62
Prosječni vremenski gubitak po vozilu	d	[s/ov]	46	42	36	52	47	43
Razina usluge prometnog traka	LOS	-	D	D	D	D	D	D
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na privozu	dA	[s/ov]	44		45		46	
Razina usluge privoza	LOSA	-	D		D		D	
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na raskrižju	dI	[s/ov]				45		
Razina usluge raskrižja	LOSI	-				D		

Opći podaci								
Raskrižje	MEDARSKA-ORANICE							
Područje grada								
Vrijeme mjerenja	30.4.2024. 8:00-9:00							
Privoz raskrižja			1	2	4			
Period analize	T	[h]	0,25					
Teren	G	[%]	2,00	0,00	0,00			
Ukupan broj trakova na privozu	N	-	2,00	2,00	2,00			
Zajedničko korištenje traka	SL	-	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Širina traka	W	[m]	2,75	2,75	3,00	3,00	2,75	2,75
Tok	privoz izvoz		112	124	214	221	411	422
Smjer kretanja	desno, ravno, lijevo		desno	lijevo	ravno	lijevo	desno	ravno
Rezultati mjerenja prometa na raskrižju								
Broj osobnih vozila	N _{ov}	[OV/h]	119	95	513	128	129	340
Broj teških vozila	N _{HV}	[HV/h]	3	2	3	0	1	6
Broj motora	N _{MOT}	[MOT/h]	1	2	9	0	4	2
Broj biciklista	N _{BIC}	[BIC/h]	0	0	2	0	2	1
Broj autobusa	N _B	[BUS/h]	0	0	1	0	0	0
Ciklus semafora	C	[s]	86	86	86	86	86	86
Zelena faza motornih vozila	G	[s]	39	24	49	49	36	41
Zelena faza pješaka	G _p	[s]	0	8	0	18	18	0
Način pristizanja vozila u raskrižje	AT	-	1	1	1	1	1	1
Obrada rezultata mjerenja i proračun ulaznih parametara								
Količina uvjetno homogenog toka	V	[ov/h]	126	101	530	128	136	354
Faktor vršnog sata	PHF	-	0,72	0,87	0,91	0,80	0,79	0,89
Uvjetno homogeni vršni satni protok	v _p	[ov/h]	176	116	580	160	172	400
Postotak teških vozila	HV	[%]	2,44	2,02	0,80	0,00	0,70	1,7
Udio lijevih skretača	PLT	-	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0
Udio desnih skretača	PRT	-	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0
Udio zelene faze	G/C	-	0,45	0,28	0,57	0,57	0,42	0,48
Zelena faza zaštićenog skretanja	G _{prot}	[s]	39	24	49	49	36	41
Broj vozila u koloni na početku perioda analize	Q _b	[ov]	10	10	10	10	5	5
Protok zasićenja prometnog traka								
Idealni ili bazni protok zasićenja	s ₀	[ov/h/trak]	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Faktori prilagodbe idealnog protoka uslijed utjecaja								
širine prometnog traka	f _w	-	0,91	0,91	0,93	0,93	0,91	0,91
teških vozila	f _{HV}	-	0,98	0,98	0,99	1,00	0,99	0,98
uzdužnog nagiba	f _g	-	0,98	1,00	0,94	0,94	1,00	1,00
manevara parkinga	f _p	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
stajanja autobusa na stajalištu	f _{bb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
tipa područja	f _a	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
korištenja traka	f _{LU}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
lijevih skretača	f _{LT}	-	1,00	0,95	1,00	0,95	1,00	1,00
desnih skretača	f _{RT}	-	0,95	1,00	1,00	1,00	0,87	1,00
pješaka i biciklista na lijeve skretače	f _{lpb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na desne skretače	f _{rpb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Protok zasićenja	s _i	[ov/h]	1317	1349	1398	1338	1245	1425
Kapacitet i i stupanj zasićenja prometnog traka								
Kapacitet	c	[ov/h]	597	377	796	763	521	679
Stupanj zasićenja	X	-	0,29	0,31	0,73	0,21	0,33	0,59
Prosječni vremenski gubitak po vozilu i razina usluge								
Ujednačeni (uniformni) vremenski gubitak	d ₁	[s/ov]	14,82	24,45	13,61	9,04	16,87	16,37
Udio vozila u koloni	R _p	-	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Udio vozila koja pristižu na zeleno	P	-	0,15	0,09	0,19	0,19	0,14	0,16
Dodatni faktor prilagodbe progresije	f _{PA}	-	1,56	1,26	1,90	1,90	1,49	1,62
Faktor prilagodbe progresije	PF	-	2,43	1,59	3,58	3,58	2,20	2,60
Dopunski (inkrementalni) vremenski gubitak	d ₂	[s/ov]	0,10	0,17	0,47	0,05	0,14	0,30
Vrijeme stajanja vozila u koloni na početku perioda	t	[h]	0,02	0,04	0,05	0,02	0,01	0,02
Parametar vremenskog gubitka	u	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Početni (inicijalni) vremenski gubitak	d ₃	[s/ov]	2,86	7,34	4,18	1,57	0,99	0,95
Prosječni vremenski gubitak po vozilu u traci	d	[s/ov]	39	46	53	34	38	44
Razina usluge prometnog traka	LOS	-	D	D	D	C	D	D
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na privozu	dA	[s/ov]	42		49		42	
Razina usluge privoza	LOS	-	D		D		D	
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na raskrižju	dI	[s/ov]	45					
Razina usluge raskrižja	LOS	-	D					

Opći podaci								
Raskrižje	KOŽIŃEVA-ORANICE							
Područje grada								
Vrijeme mjerenja	2.5.2024. 8:00-9:00							
Privoz raskrižja			1		2		4	
Period analize	T	[h]	0,25		0,25		0,25	
Teren	G	[%]	4,00		6,00		0,00	
Ukupan broj trakova na privozu	N	-	2,00		2,00		2,00	
Zajedničko korištenje traka	SL	-	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Širina traka	W	[m]	2,75	2,75	3,25	3,25	2,75	2,75
Tok	privoz izvoz		112	124	214	221	411	422
Smjer kretanja	desno, ravno, lijevo		desno	lijevo	ravno	lijevo	desno	ravno
Rezultati mjerenja prometa na raskrižju								
Broj osobnih vozila	N _{OV}	[OV/h]	267	61	370	247	78	652
Broj teških vozila	N _{HV}	[HV/h]	6	3	8	1	0	6
Broj motora	N _{MOT}	[MOT/h]	0	0	3	0	0	5
Broj biciklista	N _{BIC}	[BIC/h]	0	0	0	0	0	2
Broj autobusa	N _B	[BUS/h]	13	0	1	9	0	1
Ciklus semafora	C	[s]	86	86	86	86	86	86
Zelena faza motornih vozila	G	[s]	39	24	49	49	36	41
Zelena faza pješaka	G _p	[s]	0	0	0	18	18	18
Način pristizanja vozila u raskrižje	AT	-	1	1	1	1	1	1
Obrada rezultata mjerenja i proračun ulaznih parametara								
Količina uvjetno homogenog toka	V	[ov/h]	305	67	391	267	78	671
Faktor vršnog sata	PHF	-	0,85	0,88	0,81	0,86	0,85	0,90
Uvjetno homogeni vršni satni protok	v _p	[ov/h]	359	76	483	310	92	746
Postotak teških vozila	HV	[%]	6,64	4,69	2,40	3,90	0,00	1,05
Udio lijevih skretača	PLT	-	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Udio desnih skretača	PRT	-	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Udio zelene faze	G/C	-	0,45	0,28	0,57	0,57	0,42	0,48
Zelena faza zaštićenog skretanja	G _{prot}	[s]	39	24	49	49	36	41
Broj vozila u koloni na početku perioda analize	Q _b	[ov]	5	5	10	10	5	5
Protok zasićenja prometnog traka								
Idealni ili bazni protok zasićenja	s ₀	[ov/h/trak]	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Faktori prilagodbe idealnog protoka uslijed utjecaja								
širine prometnog traka	f _w	-	0,91	0,91	0,96	0,96	0,91	0,91
teških vozila	f _{HV}	-	0,94	0,96	0,98	0,96	1,00	0,99
uzdužnog nagiba	f _g	-	0,96	1,00	0,94	0,94	0,94	1,00
manevara parkinga	f _p	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
stajanja autobusa na stajalištu	f _{bb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
tipa područja	f _a	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
korištenja traka	f _{LU}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
lijevih skretača	f _{LT}	-	1,00	0,95	1,00	0,95	1,00	1,00
desnih skretača	f _{RT}	-	0,95	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00
pješaka i biciklista na lijeve skretače	f _{LPb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na desne skretače	f _{RPb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Protok zasićenja	s _i	[ov/h]	1241	1315	1417	1326	1299	1434
Kapacitet i i stupanj zasićenja prometnog traka								
Kapacitet	c	[ov/h]	563	367	807	756	544	684
Stupanj zasićenja	X	-	0,64	0,21	0,60	0,41	0,17	1,09
Prosječni vremenski gubitak po vozilu i razina usluge								
Ujednačeni (uniformni) vremenski gubitak	d ₁	[s/ov]	18,07	23,72	12,07	10,39	15,64	24,53
Udio vozila u koloni	R _p	-	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Udio vozila koja pristižu na zeleno	P	-	0,15	0,09	0,19	0,19	0,14	0,16
Dodatni faktor prilagodbe progresije	f _{PA}	-	1,56	1,26	1,90	1,90	1,49	1,55
Faktor prilagodbe progresije	PF	-	2,43	1,59	3,58	3,58	2,20	2,49
Dopunski (inkrementalni) vremenski gubitak	d ₂	[s/ov]	0,44	0,10	0,26	0,13	0,05	5,85
Vrijeme stajanja vozila u koloni na početku perioda	t	[h]	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,25
Parametar vremenskog gubitka	u	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Početni (inicijalni) vremenski gubitak	d ₃	[s/ov]	1,57	1,69	2,75	2,14	0,73	26,33
Prosječni vremenski gubitak po vozilu u traci	d	[s/ov]	46	39	46	39	35	93
Razina usluge prometnog traka	LOS	-	D	D	D	D	C	F
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na privozu	dA	[s/ov]	45		44		87	
Razina usluge privoza	LOS	-	D		D		F	
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na raskrižju	dI	[s/ov]	61					
Razina usluge raskrižja	LOS	-	E					

PRILOG G – Proračun razina usluge nakon provođenja Mjere 6

Opći podaci								
Raskrižje	I.B.Mažuranić-Oranice							
Područje grada	Van centra							
Vrijeme mjerenja	29.4.2024. 15:00-16:00							
Privoz raskrižja			2		3		4	
Period analize	T	[h]	0,25		0,25		0,25	
Teren	G	[%]	0,00		0,00		0,00	
Ukupan broj trakova na privozu	N	-	2,00		2,00		2,00	
Zajedničko korištenje traka	SL	-	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Širina traka	W	[m]	2,75	2,75	3,00	3,00	2,50	2,50
Tok		privoz izvoz	213	224	314	322	412	423
Smjer kretanja		desno, ravno, lijevo	desno	ravno	desno	lijevo	ravno	lijevo
Rezultati mjerenja prometa na raskrižju								
Broj osobnih vozila	N _{OV}	[OV/h]	400	319	140	206	269	204
Broj teških vozila	N _{HV}	[HV/h]	2	7	1	0	9	3
Broj motora	N _{MOT}	[MOT/h]	11	12	2	4	12	7
Broj biciklista	N _{BIC}	[BIC/h]	0	1	0	0	3	9
Broj autobusa	N _B	[BUS/h]	0	1	0	0	0	0
Ciklus semafora	C	[s]	86	86	86	86	86	86
Zelena faza motornih vozila	G	[s]	49	49	45	26	41	39
Zelena faza pješaka	G _p	[s]	0	0	8	8	0	0
Način pristizanja vozila u raskrižje	AT	-	1	1	1	1	1	1
Obrada rezultata mjerenja i proračun ulaznih parametara								
Količina uvjetno homogenog toka	V	[ov/h]	413	347	144	210	300	219
Faktor vršnog sata	PHF	-	0,91	0,86	0,73	0,85	0,78	0,84
Uvjetno homogeni vršni satni protok	v _p	[ov/h]	456	404	196	248	384	264
Postotak teških vozila	HV	[%]	0,2	2,4	0,7	0	3,1	1,3
Udio lijevih skretača	PLT	-	0	0	0	1	0	1
Udio desnih skretača	PRT	-	1	0	1	0	0	0
Udio zelene faze	G/C	-	0,57	0,57	0,52	0,30	0,48	0,45
Zelena faza zaštićenog skretanja	G _{prot}	[s]	49	49	45	26	41	39
Broj vozila u koloni na početku perioda analize	Q _b	[ov]	10	10	10	10	10	10
Protok zasićenja prometnog traka								
Idealni ili bazni protok zasićenja	s ₀	[ov/h/trak]	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Faktori prilagodbe idealnog protoka uslijed utjecaja								
širine prometnog traka	f _w	-	0,91	0,91	0,93	0,93	0,88	0,88
teških vozila	f _{HV}	-	1,00	0,98	0,99	1,00	0,97	0,99
uzdužnog nagiba	f _g	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
manevara parkinga	f _p	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
stajanja autobusa na stajalištu	f _{bb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
tipa područja	f _a	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
korištenja traka	f _{LU}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
lijevih skretača	f _{LT}	-	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	0,95
desnih skretača	f _{RT}	-	0,95	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na lijeve skretače	f _{LPB}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na desne skretače	f _{RPB}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Protok zasićenja	s _i	[ov/h]	1374	1415	1409	1419	1362	1317
Kapacitet i i stupanj zasićenja prometnog traka								
Kapacitet	c	[ov/h]	783	806	737	429	649	597
Stupanj zasićenja	X	-	0,58	0,50	0,27	0,58	0,59	0,44
Prosječni vremenski gubitak po vozilu i razina usluge								
Ujednačeni (uniformni) vremenski gubitak	d ₁	[s/ov]	11,91	11,14	11,35	25,36	16,39	16,06
Udio vozila u koloni	R _p	-	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Udio vozila koja pristižu na zeleno	P	-	0,19	0,19	0,17	0,10	0,16	0,15
Dodatni faktor prilagodbe progresije	f _{PA}	-	1,90	1,90	1,74	1,29	1,63	1,56
Faktor prilagodbe progresije	PF	-	3,58	3,58	3,01	1,66	2,62	2,43
Dopunski (inkrementalni) vremenski gubitak	d ₂	[s/ov]	0,25	0,18	0,07	0,45	0,32	0,19
Vrijeme stajanja vozila u koloni na početku perioda	t	[h]	0,03	0,02	0,02	0,06	0,04	0,03
Parametar vremenskog gubitka	u	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Početni (inicijalni) vremenski gubitak	d ₃	[s/ov]	2,82	2,22	1,80	9,28	4,18	3,62
Prosječni vremenski gubitak po vozilu	d	[s/ov]	46	42	36	52	47	43
Razina usluge prometnog traka	LOS	-	D	D	D	D	D	D
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na privozu	dA	[s/ov]	44		45		46	
Razina usluge privoza	LOSA	-	D		D		D	
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na raskrižju	dI	[s/ov]				45		
Razina usluge raskrižja	LOSI	-				D		

Tablica mjerenja prometa na raskrižju							
Datum mjerenja		30.4.2024.					
Raskrižje		Medarska-Oranice					
Područje grada							
Teren G [%]		0,0		0,00		2,00	
Privoz raskrižja		4		2		1	
Smjer kretanja shema		422	411	221	214	124	112
Smjer kretanja x		2	3	4	5	7	9
Širina traka W [m]		2,75	2,75	3,00	3,00	2,75	2,75
Broj osobnih vozila [OV/0.25h]	NOV	119	95	513	128	129	340
Broj teških vozila [HV/0.25h]	NHV	340	129	128	513	95	119
Broj motora [MOT/0.25h]	NMOT	6	1	0	3	2	3
Broj biciklista [BIC/0.25h]	NBIC	2	4	0	9	2	1
Broj autobusa [BUS/0.25h]	NB	1	2	0	2	0	0
Broj pješaka [PED/0.25h]	NV	0	0	0	1	0	0
Količina uvjetno homogenog toka [ov/0.25h]	V	354	136	128	530	101	126
Uvjetno homogen satni protok [ov/h]	vp	400	172	160	580	116	176
Kritični razmak između vozila (critical gap) i vremenski razmak između vozila u nizu (follow-up time)							
bazni kritični razmak vozila za smjer x [s]	tc,base	0,00	0,00	4,10	0,00	7,10	6,20
faktor prilagodbe za teška vozila u toku smjera x [s]	tc,HV	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
udio teških vozila u toku smjera x	PHV	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02
faktor prilagodbe za uzdužni nagib [s]	tc,G	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,10
postotak uzdužnog nagiba	G/100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02
faktor prilagodbe za svaku fazu dvo-faznog razmaka vozila [s]	tc,t	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
faktor prilagodbe za geometriju T-raskrižja	t3,LT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00
kritični razmak vozila za smjer x [s]	tc,x	0,02	0,01	4,10	0,01	6,42	6,23
bazni vremenski razmak vozila za smjer x očitani iz Ex 17-5 [s]	tf,base	0,00	0,00	2,20	0,00	3,50	3,30
faktor prilagodbe za teška vozila u toku smjera x [s]	tf,HV	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
udio teških vozila u toku smjera x	PHV	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02
vremenski razmak vozila za smjer x [s]	tf,x	0,02	0,01	2,20	0,01	3,52	3,32
Kapacitet smjera							
protok koji se suprotstavlja toku smjera x [ov/h]	vc,x	0	0	572	0	486	486
kritični razmak vozila za smjer x [s]	tc,x	0,02	0,01	4,10	0,01	6,42	6,23
vremenski razmak vozila za smjer x [s]	tf,x	0,02	0,01	2,20	0,01	3,52	3,32
potencijalni kapacitet smjera x [ov/h]	cp,x	#DIV/0!	#DIV/0!	1015	#DIV/0!	543	583
Kapacitet smjera x [ov/h]	cm,x	#DIV/0!	#DIV/0!	1015	#DIV/0!	543	583
protok vozila u smjeru x [ov/h] / kapacitet smjera x [ov/h]	vx/cm,x	#DIV/0!	#DIV/0!	0,16	#DIV/0!	0,21	0,30
prosječni vremenski gubitak prolaska vozila kroz raskrižje [s/voz]	d	0	0	9	0	12	11
Razina usluge traka	LOS	A	A	A	A	B	B
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na privozu	dA	0		9		12	
Razina usluge privoza	LOS	A		A		B	
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na raskrižju	dI	11					
Razina usluge raskrižja	LOS	B					

Opći podaci								
Raskrižje	KOŽIŃEVA-ORANICE							
Područje grada								
Vrijeme mjerenja	2.5.2024. 8:00-9:00							
Privoz raskrižja			1		2		4	
Period analize	T	[h]	0,25		0,25		0,25	
Teren	G	[%]	4,00		6,00		0,00	
Ukupan broj trakova na privozu	N	-	2,00		2,00		2,00	
Zajedničko korištenje traka	SL	-	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Širina traka	W	[m]	2,75	2,75	3,25	3,25	2,75	2,75
Tok	privoz izvoz		112	124	214	221	411	422
Smjer kretanja	desno, ravno, lijevo		desno	lijevo	ravno	lijevo	desno	ravno
Rezultati mjerenja prometa na raskrižju								
Broj osobnih vozila	N _{OV}	[OV/h]	267	61	370	247	78	652
Broj teških vozila	N _{HV}	[HV/h]	6	3	8	1	0	6
Broj motora	N _{MOT}	[MOT/h]	0	0	3	0	0	5
Broj biciklista	N _{BIC}	[BIC/h]	0	0	0	0	0	2
Broj autobusa	N _B	[BUS/h]	13	0	1	9	0	1
Ciklus semafora	C	[s]	86	86	86	86	86	86
Zelena faza motornih vozila	G	[s]	39	24	49	49	36	41
Zelena faza pješaka	G _p	[s]	0	0	0	18	18	18
Način pristizanja vozila u raskrižje	AT	-	1	1	1	1	1	1
Obrada rezultata mjerenja i proračun ulaznih parametara								
Količina uvjetno homogenog toka	V	[ov/h]	305	67	391	267	78	671
Faktor vršnog sata	PHF	-	0,85	0,88	0,81	0,86	0,85	0,90
Uvjetno homogeni vršni satni protok	v _p	[ov/h]	359	76	483	310	92	746
Postotak teških vozila	HV	[%]	6,64	4,69	2,40	3,90	0,00	1,05
Udio lijevih skretača	PLT	-	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Udio desnih skretača	PRT	-	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Udio zelene faze	G/C	-	0,45	0,28	0,57	0,57	0,42	0,48
Zelena faza zaštićenog skretanja	G _{prot}	[s]	39	24	49	49	36	41
Broj vozila u koloni na početku perioda analize	Q _b	[ov]	5	5	10	10	5	5
Protok zasićenja prometnog traka								
Idealni ili bazni protok zasićenja	s ₀	[ov/h/trak]	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Faktori prilagodbe idealnog protoka uslijed utjecaja								
širine prometnog traka	f _w	-	0,91	0,91	0,96	0,96	0,91	0,91
teških vozila	f _{HV}	-	0,94	0,96	0,98	0,96	1,00	0,99
uzdužnog nagiba	f _g	-	0,96	1,00	0,94	0,94	0,94	1,00
manevara parkinga	f _p	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
stajanja autobusa na stajalištu	f _{bb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
tipa područja	f _a	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
korištenja traka	f _{LU}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
lijevih skretača	f _{LT}	-	1,00	0,95	1,00	0,95	1,00	1,00
desnih skretača	f _{RT}	-	0,95	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00
pješaka i biciklista na lijeve skretače	f _{LPb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
pješaka i biciklista na desne skretače	f _{RPb}	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Protok zasićenja	s _i	[ov/h]	1241	1315	1417	1326	1299	1434
Kapacitet i i stupanj zasićenja prometnog traka								
Kapacitet	c	[ov/h]	563	367	807	756	544	684
Stupanj zasićenja	X	-	0,64	0,21	0,60	0,41	0,17	1,09
Prosječni vremenski gubitak po vozilu i razina usluge								
Ujednačeni (uniformni) vremenski gubitak	d ₁	[s/ov]	18,07	23,72	12,07	10,39	15,64	24,53
Udio vozila u koloni	R _p	-	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Udio vozila koja pristižu na zeleno	P	-	0,15	0,09	0,19	0,19	0,14	0,16
Dodatni faktor prilagodbe progresije	f _{PA}	-	1,56	1,26	1,90	1,90	1,49	1,55
Faktor prilagodbe progresije	PF	-	2,43	1,59	3,58	3,58	2,20	2,49
Dopunski (inkrementalni) vremenski gubitak	d ₂	[s/ov]	0,44	0,10	0,26	0,13	0,05	5,85
Vrijeme stajanja vozila u koloni na početku perioda	t	[h]	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,25
Parametar vremenskog gubitka	u	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Početni (inicijalni) vremenski gubitak	d ₃	[s/ov]	1,57	1,69	2,75	2,14	0,73	26,33
Prosječni vremenski gubitak po vozilu u traci	d	[s/ov]	46	39	46	39	35	93
Razina usluge prometnog traka	LOS	-	D	D	D	D	C	F
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na privozu	dA	[s/ov]	45		44		87	
Razina usluge privoza	LOS	-	D		D		F	
Prosječni vremenski gubitak po vozilu na raskrižju	dI	[s/ov]	61					
Razina usluge raskrižja	LOS	-	E					

PRILOG H – Grafički prilozi

- H1 Situacija postojećeg stanja, M1:500
- H2 Situacija planiranog stanja, M1:500
- H3 Poprečni profili krakova raskrižja u postojećem i planiranom stanju, M1:100



GRADJEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU - DIPLOMSKI RAD			
Studij:	DIPLOMSKI	Tema diplomskog rada:	
Smjer:	PROMETNICE	PROSTORNO-PROMETNA STUDIJA ULICE ORANICE NA DIONICI KOŽINČEV PUT - ULICA IVANE BRLIĆ MAŽURANIĆ U ZAGREBU	
Kolegij:	PROMETNI SUSTAVI		
Ak. god.:	2023/2024		
Mentor:	Izv.prof.dr.sc. MAJA AHAC	Kandidat:	ANTONIO ANTIĆ, 0082062758
Naziv priloga:		Situacija postojećeg stanja M 1:500	
Datum izrade:	18. rujna 2024.	Datum obrane:	26. rujna 2024.
		Broj priloga:	H.1



GRADEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU - DIPLOMSKI RAD			
Studij:	DIPLOMSKI	Tema diplomskog rada:	
Smjer:	PROMETNICE	PROSTORNO-PROMETNA STUDIJA ULICE ORANICE NA DIONICI KOŽINČEV PUT - ULICA IVANE BRLIĆ MAŽURANIĆ U ZAGREBU	
Kolegij:	PROMETNI SUSTAVI		
Ak. god.:	2023/2024		
Mentor:	Izv.prof.dr.sc. MAJA AHAC	Kandidat:	ANTONIO ANTIĆ, 0082062758
Naziv priloga:		Situacija planiranog stanja M 1:500	
Datum izrade:	18. rujna 2024.	Datum obrane:	26. rujna 2024.
		Broj priloga:	H.2

POSTOJEĆE STANJE

RASKRIŽJE A

RASKRIŽJE B

RASKRIŽJE C

KRAK 2 - UL. ORANICE

KRAK 3 - UL. I. B. MAŽURANIĆ

KRAK 4 - UL. ORANICE

KRAK 1 - MEDARSKA ULICA

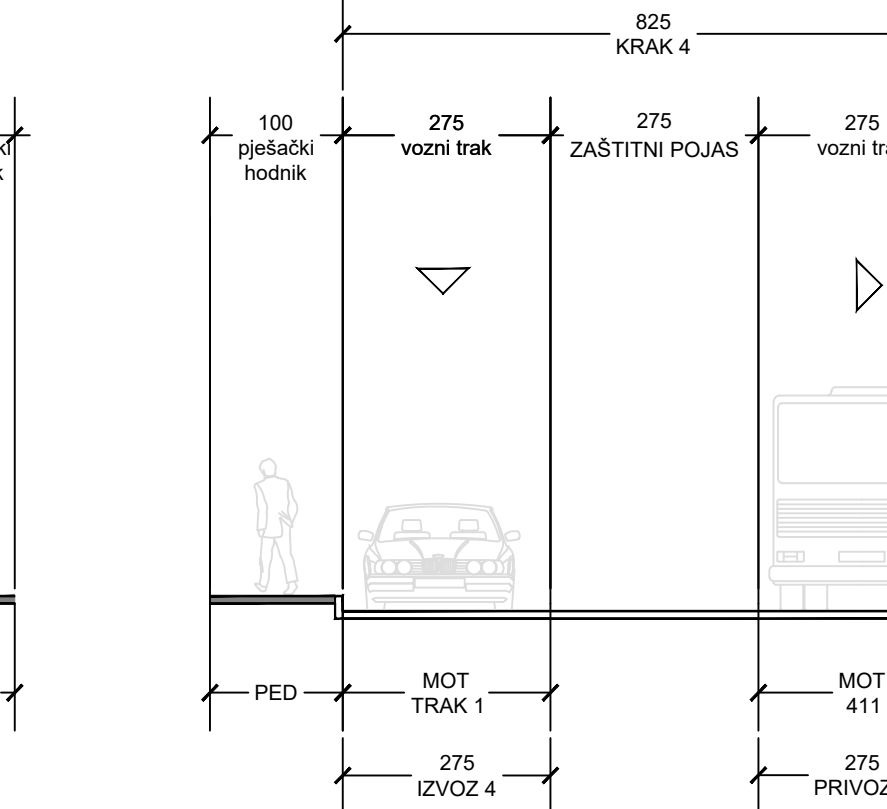
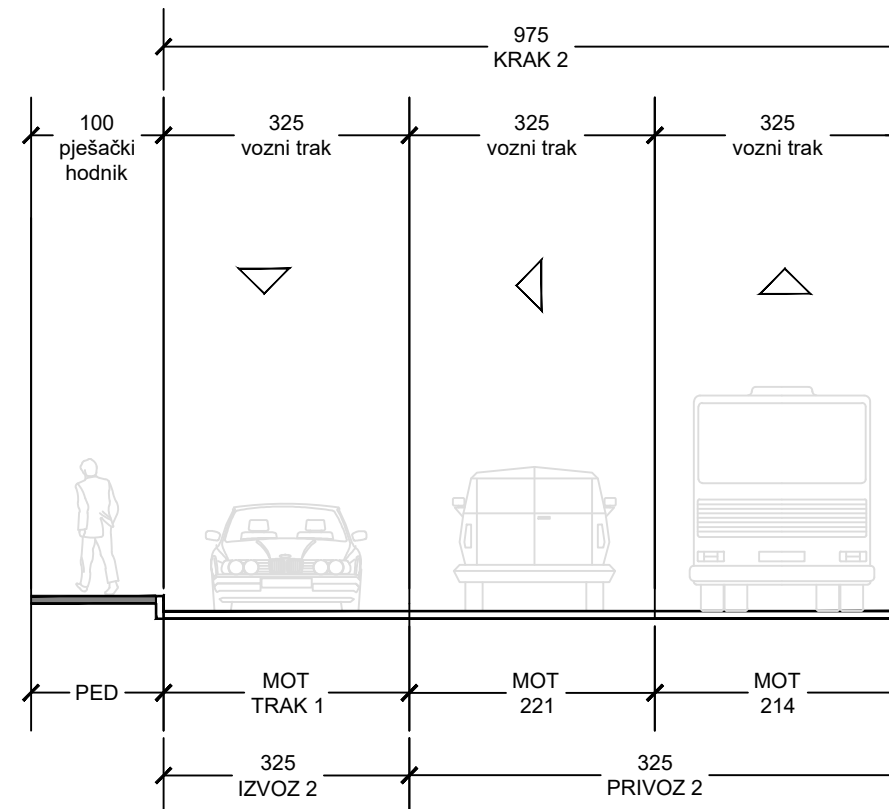
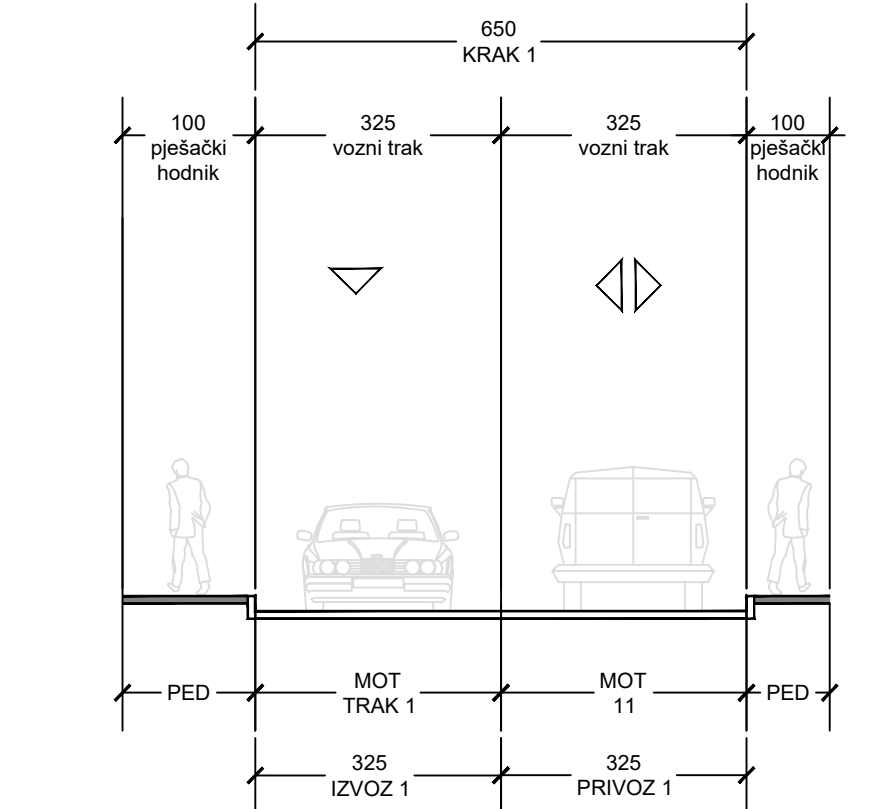
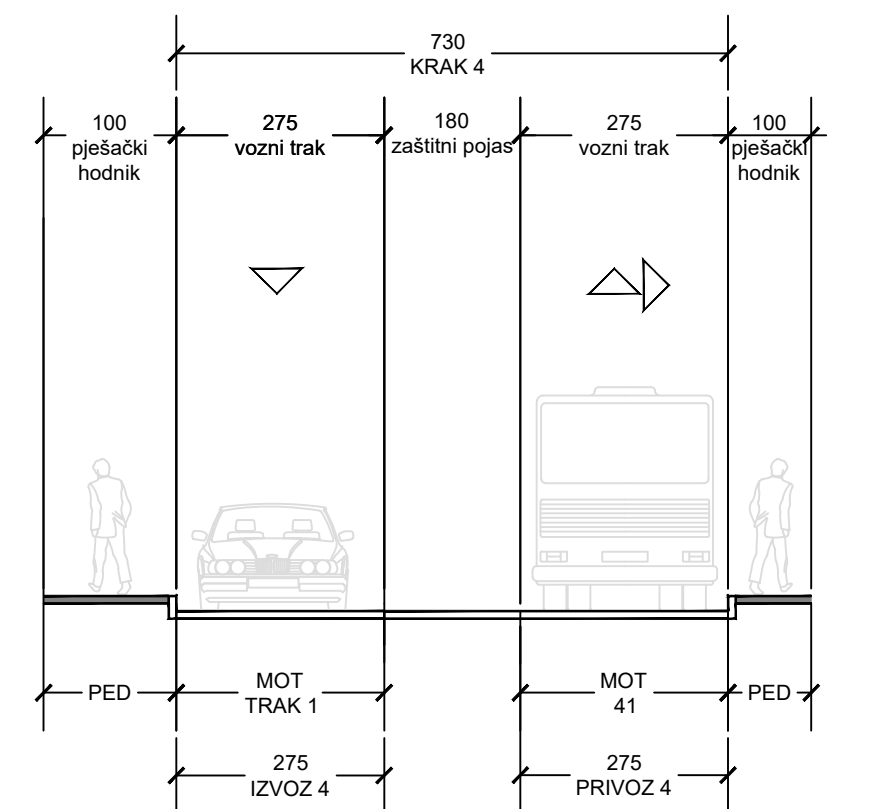
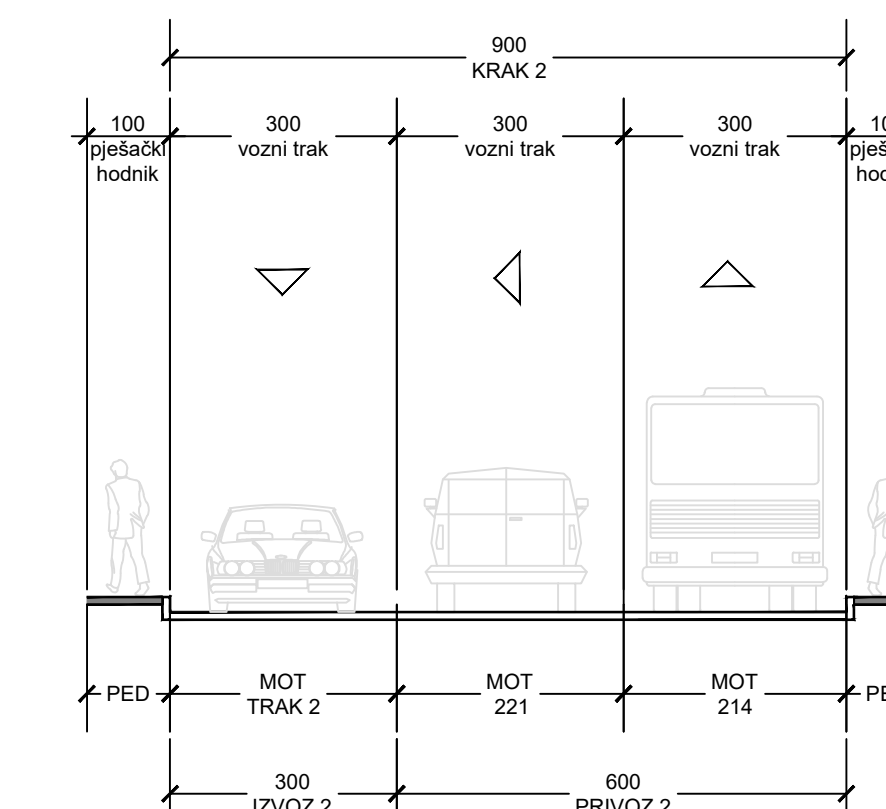
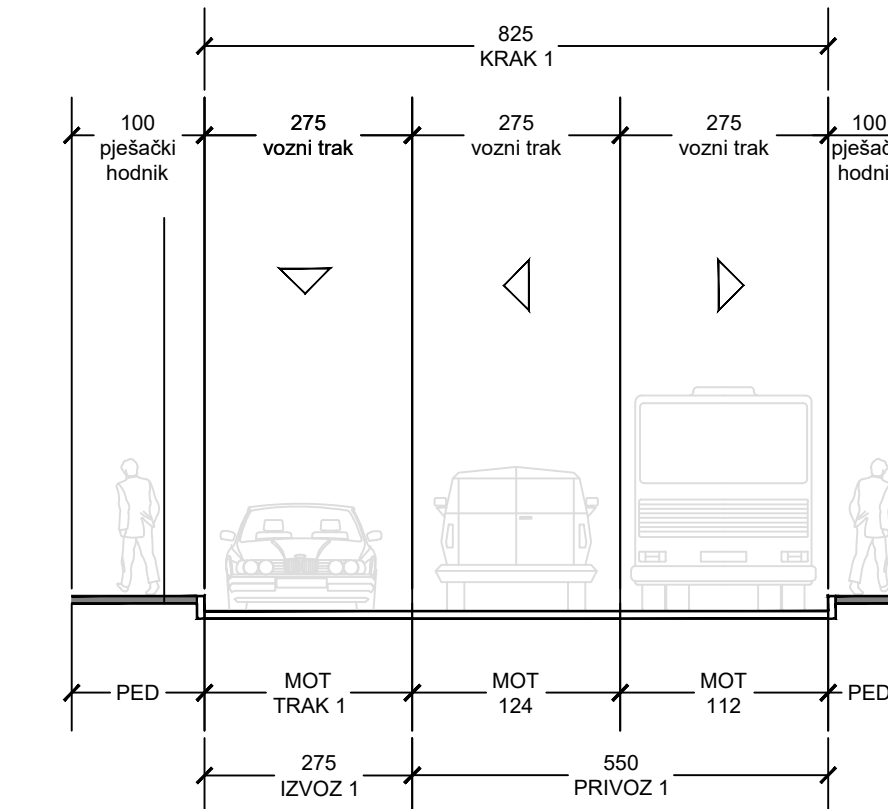
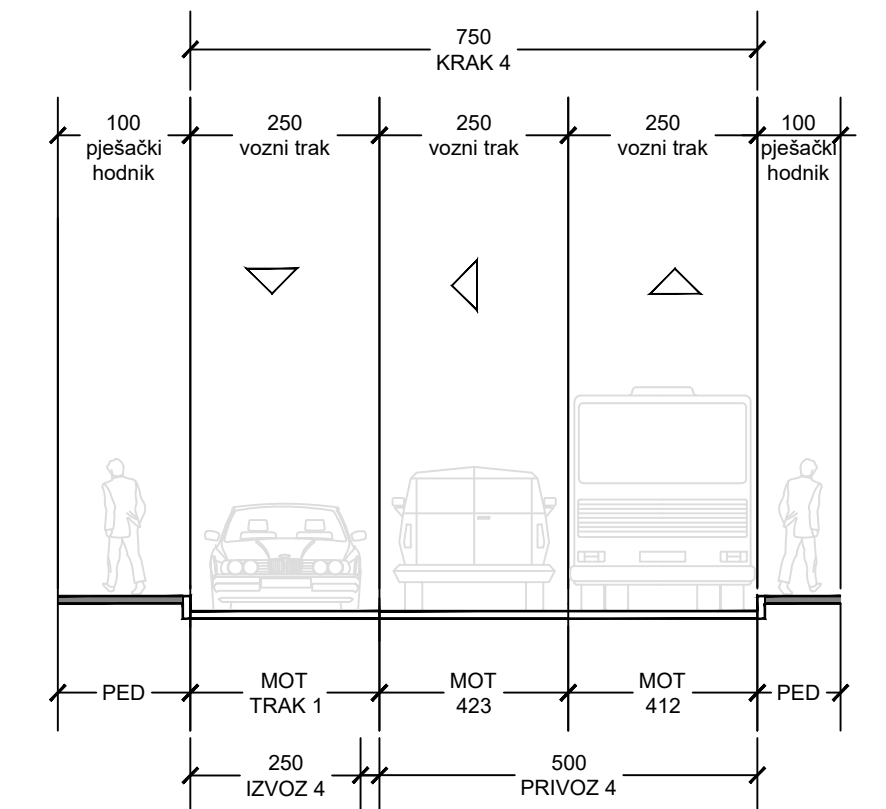
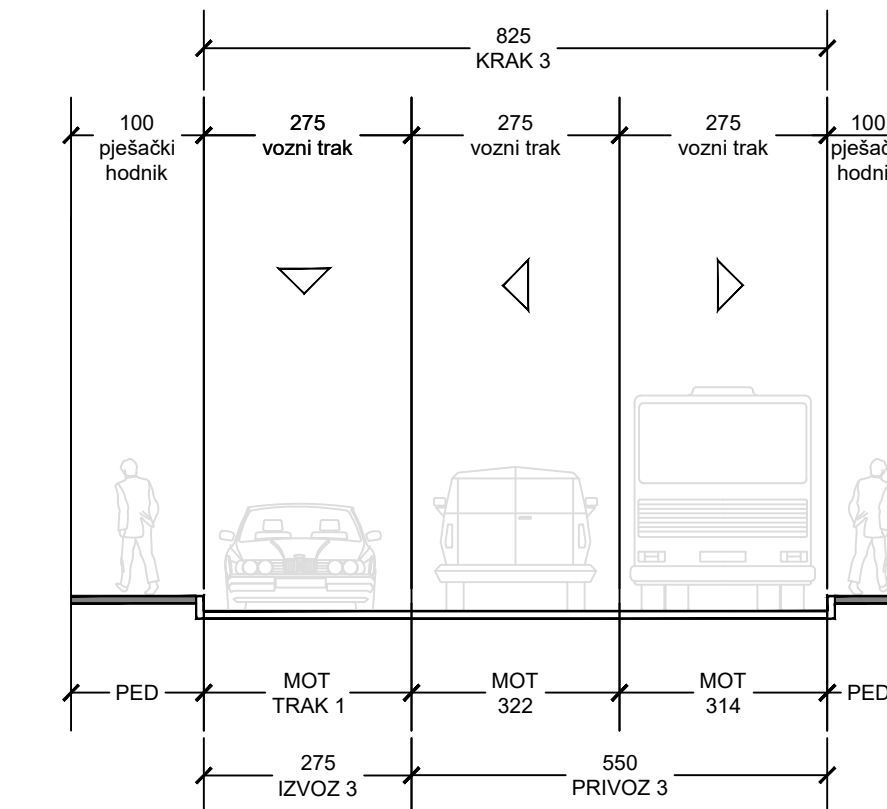
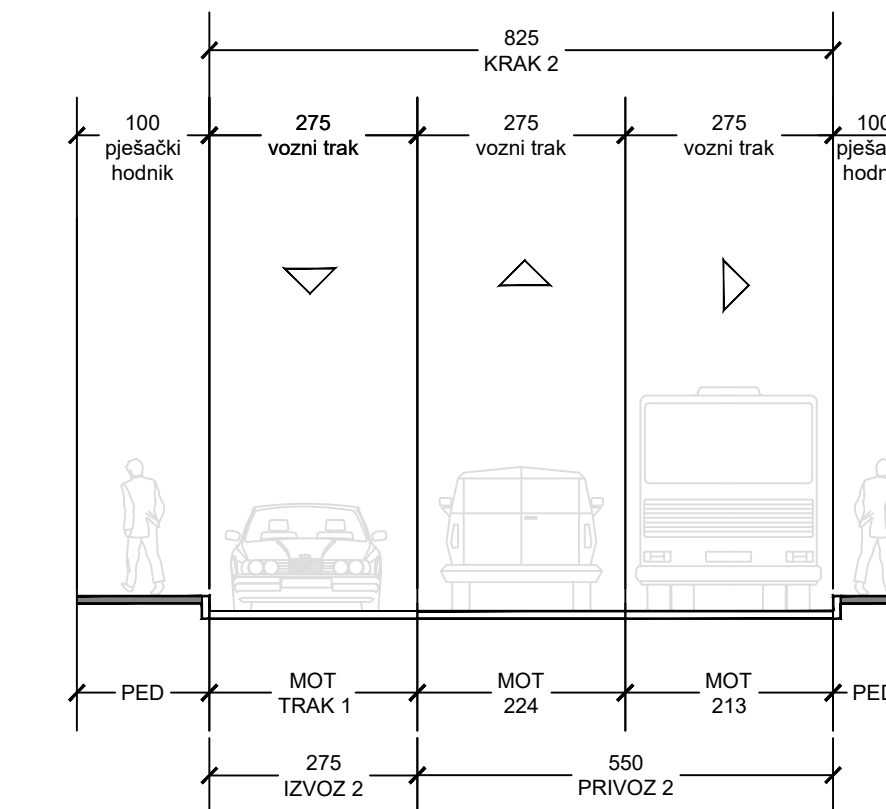
KRAK 2 - ULICA ORANICE

KRAK 4 - ULICA ORANICE

KRAK 1 - KOŽINČEV PUT

KRAK 2 - ULICA ORANICE

KRAK 4 - ULICA ORANICE



PLANIRANO STANJE

KRAK 2 - UL. ORANICE

KRAK 3 - UL. I. B. MAŽURANIĆ

KRAK 4 - UL. ORANICE

KRAK 1 - MEDARSKA ULICA

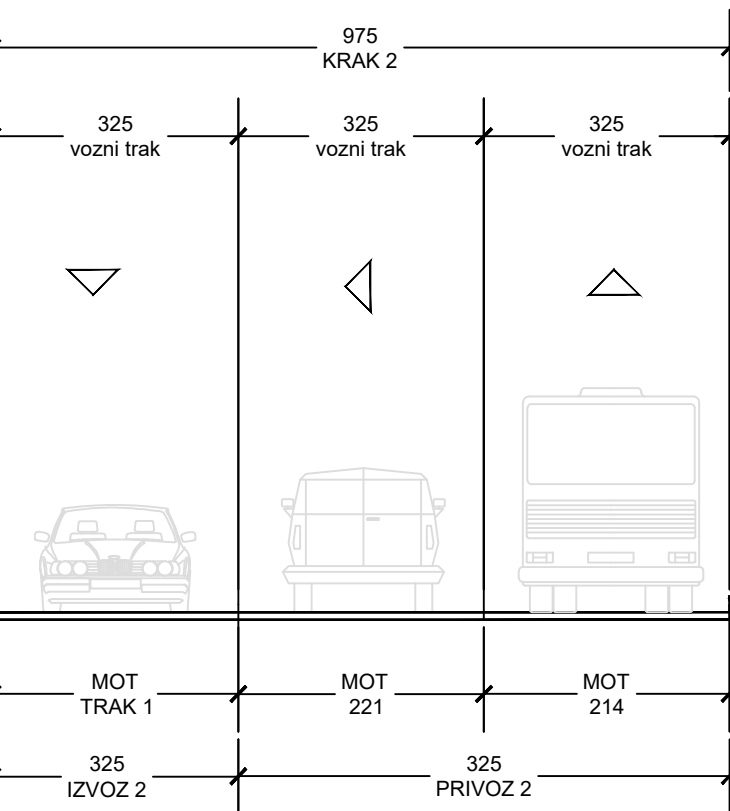
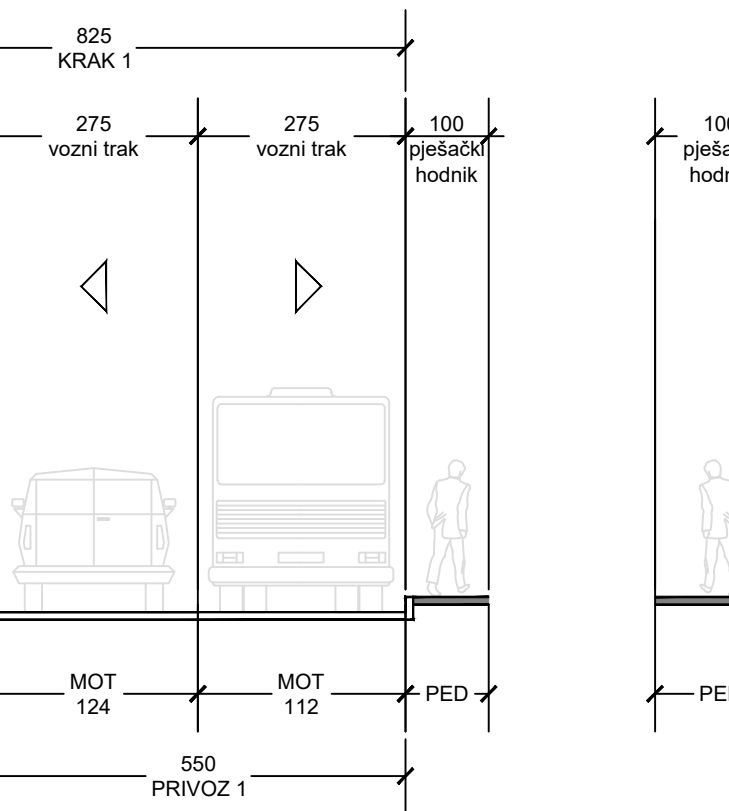
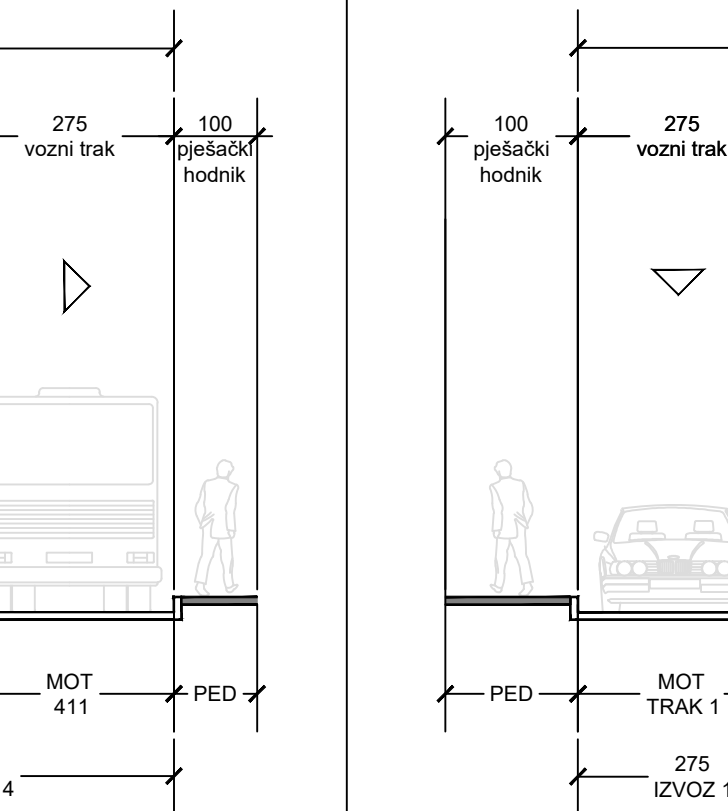
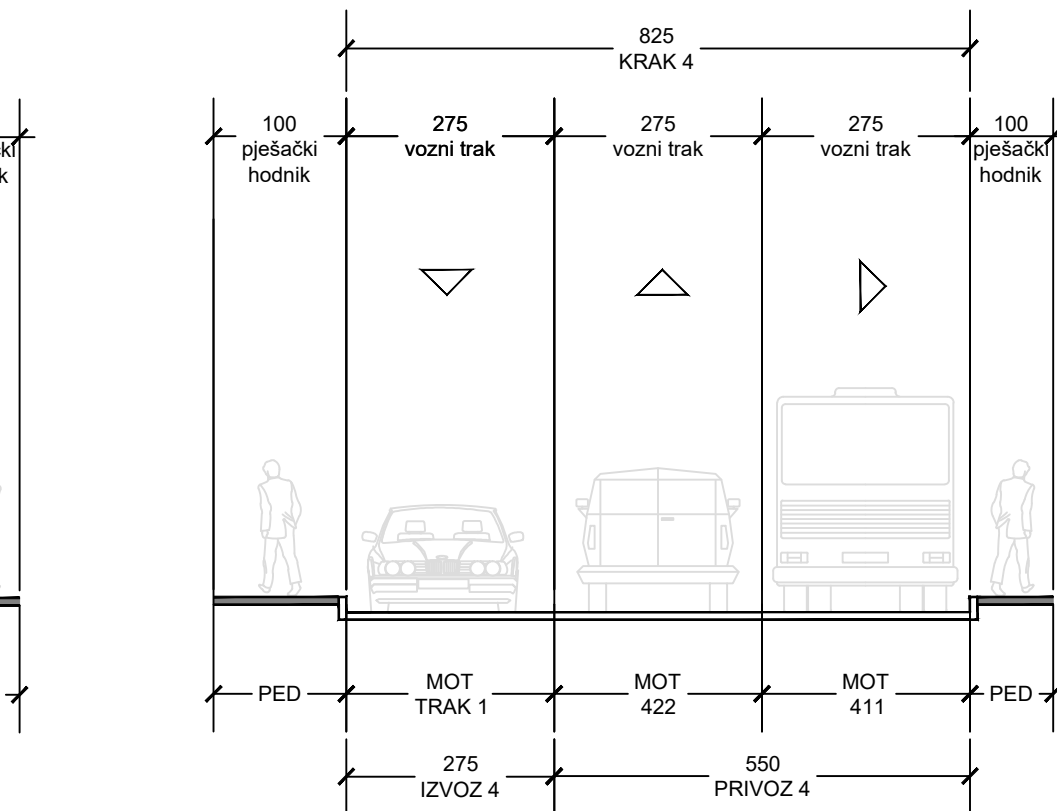
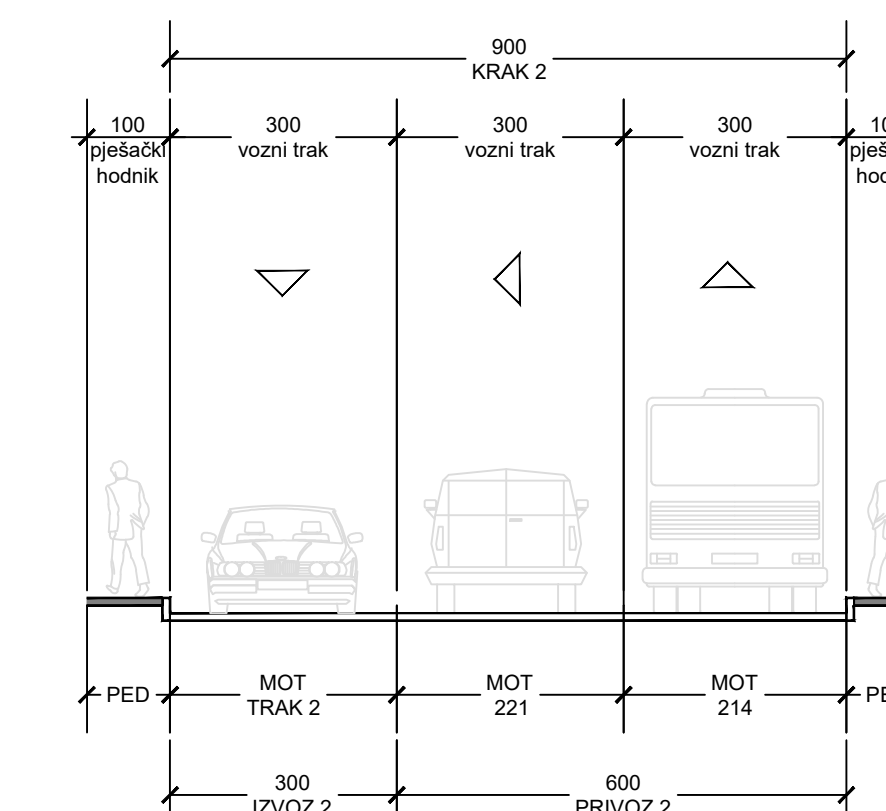
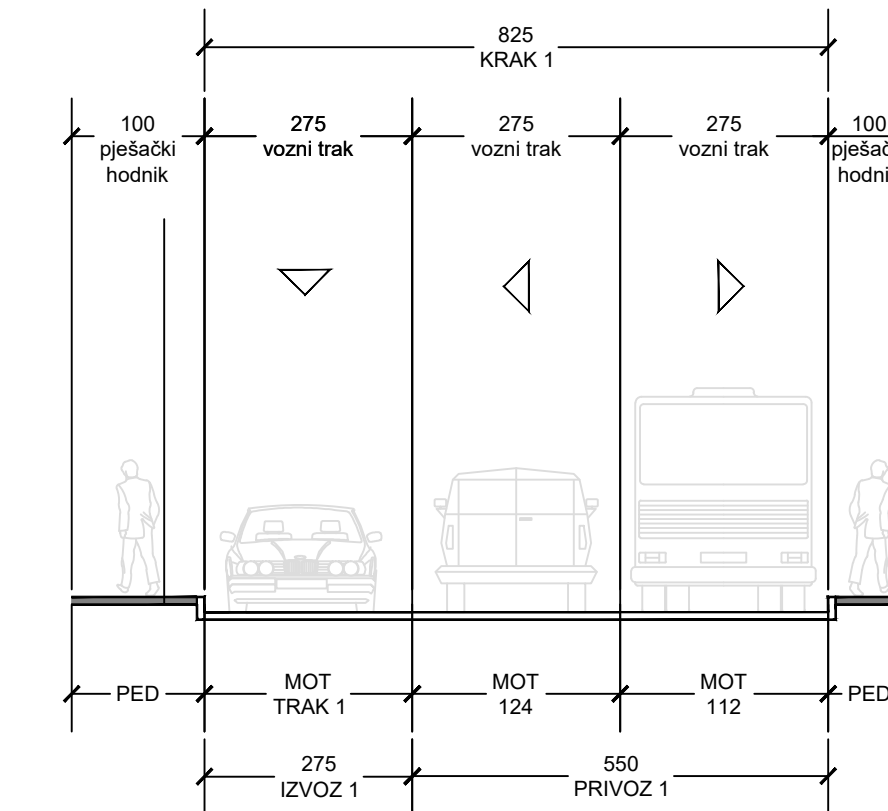
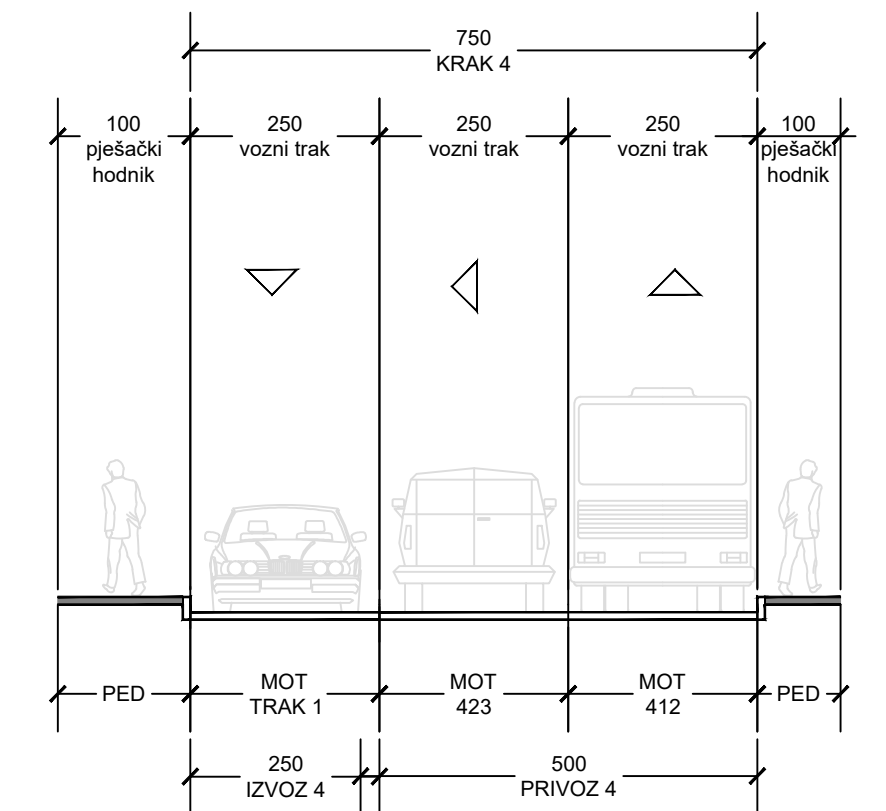
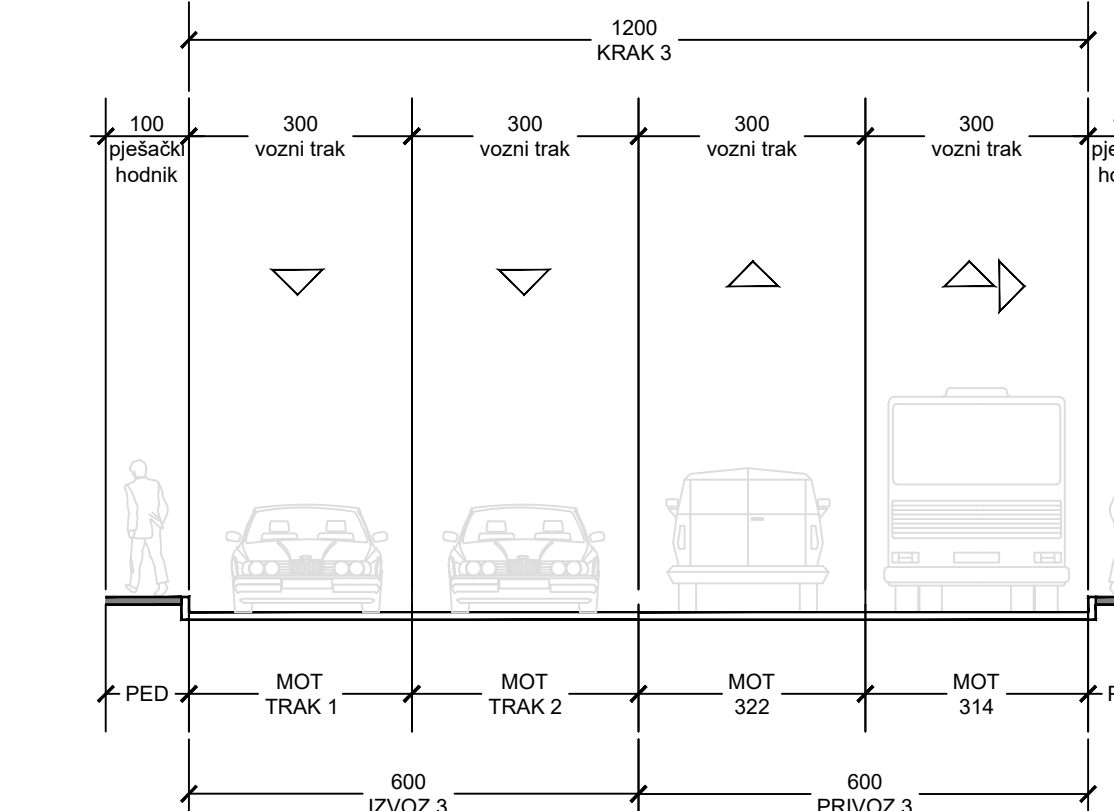
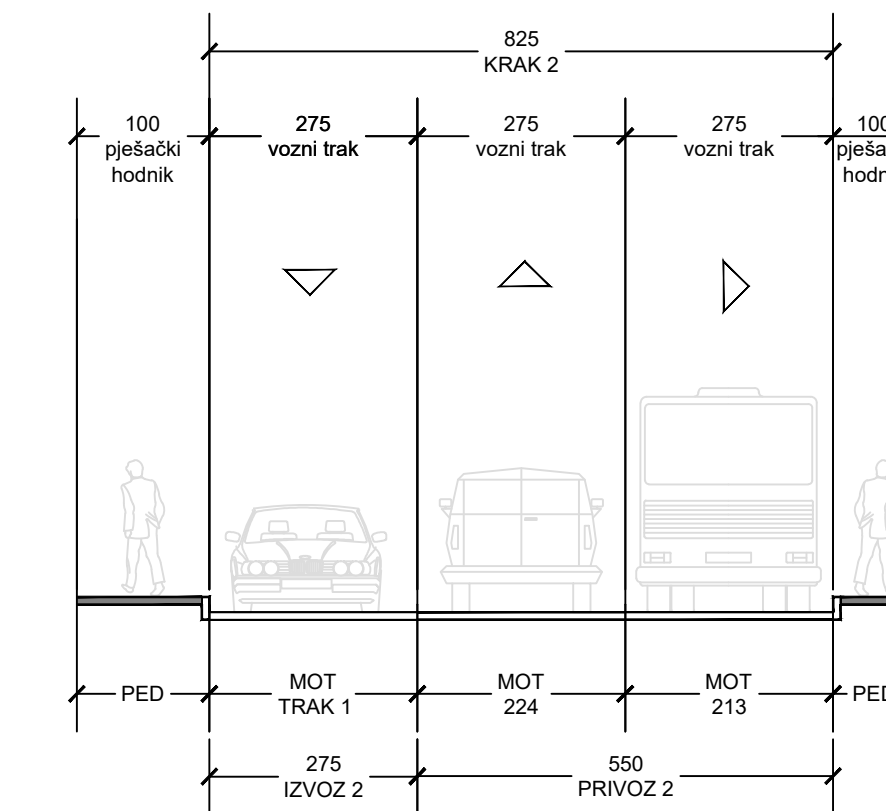
KRAK 2 - ULICA ORANICE

KRAK 4 - ULICA ORANICE

KRAK 1 - KOŽINČEV PUT

KRAK 2 - ULICA ORANICE

KRAK 4 - ULICA ORANICE



<p>GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU - DIPLOMSKI RAD</p>			
<p>Studij: DIPLOMSKI</p>	<p>Tema diplomskog rada:</p>		
<p>Smjer: PROMETNICE</p>	<p>PROSTORNO-PROMETNA STUDIJA ULICE ORANICE NA DIONICI KOŽINČEV PUT - ULICA IVANE BRLIĆ MAŽURANIĆ U ZAGREBU</p>		
<p>Kolegi: PROMETNI SUSTAVI</p>	<p>Kandidat: ANTONIO ANTIĆ, 0082062758</p>		
<p>Ak. god.: 2023/2024</p>	<p>Poprečni profili krakova raskrižja u postojećem i planiranom stanju</p>		
<p>Mentor: Izv.prof.dr.sc. MAJA AHAC</p>	<p>M 1:100</p>		
<p>Naziv priloga:</p>	<p>Datum izrade: 18. rujna 2024. Datum obrane: 26. rujna 2024. Broj priloga: H.3</p>		