

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Zelko, A., 2016. Kapacitetna preveritev dveh križišč v Ivančni Gorici. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Maher, T., somentorica Strnad, I.): 56 str.

Datum arhiviranja: 07-06-2016

University
of Ljubljana

Faculty of
*Civil and Geodetic
Engineering*



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Zelko, A., 2016. Kapacitetna preveritev dveh križišč v Ivančni Gorici. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Maher, T., co-supervisor Strnad, I.): 56 pp.

Archiving Date: 07-06-2016

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

**VISOKOŠOLSKI STROKOVNI
ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE
STOPNJE OPERATIVNO
GRADBENIŠTVO**

Kandidatka:

ANJA ZELKO

**KAPACITETNA PREVERITEV DVEH KRIŽIŠČ V
IVANČNI GORICI**

Diplomska naloga št.: 120/OG-MO

**CAPACITY ANALYSIS OF TWO INTERSECTIONS IN
IVANČNA GORICA**

Graduation thesis No.: 120/OG-MO

Mentor:

doc. dr. Tomaž Maher

Somentorica:

asist. Irena Strnad

Ljubljana, 02. 06. 2016

ERRATA

Stran z napako	Vrstica z napako	Namesto	Naj bo
-----------------------	-------------------------	----------------	---------------

Ta stran je namenoma prazna.

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana ANJA ZELKO izjavljam, da sem avtorica diplomske naloge z naslovom: »KAPACITETNA PREVERITEV DVEH KRIŽIŠČ V IVANČNI GORICI«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Spodnja Draga, 5.5 2016

Podpis kandidatke:

Ta stran je namenoma prazna.

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	625.739:656.1(497.4)(043.2)
Avtor:	Anja Zelko
Mentor:	doc. dr. Tomaž Maher
Somentorica:	asist. Irena Strnad
Naslov:	Kapacitetna preveritev dveh križišč v Ivančni Gorici
Tip dokumenta:	diplomska naloga – visokošolski strokovni študij
Obseg in oprema:	56 str., 17 pregl., 45 sl., 4 pril.
Ključne besede:	Kapacitetna analiza, mikrosimulacija, nivo uslug, Ivančna Gorica, železniški prehod

Izvleček:

V diplomski nalogi sem obravnavala dve križišči v Ivančni Gorici, kjer nastajajo največji zastoji v času konične ure. Kapacitetno analizo križišč sem izdelala z mikrosimulacijskim orodjem, ki omogoča analizo medsebojnega vpliva obeh križišč in nivojskega železniškega prehoda. Za obravnavani križišči so prikazane prometne obremenitve, nivoji uslug, dolžine kolon in zamude na posameznih krakih v obstoječem stanju ter v več variantah preureditve križišč. Za obstoječe stanje in najustreznejše rešitve sem naredila tudi mikrosimulacijo prometa čez dvajset let, ter s tem preverila ustreznost variant v planski dobi. Najbolj optimalna rešitev je preureditev obeh križišč v krožni križišči.

Največja težava je bližina železniškega prehoda, zato ima občina v načrtu dokončanje zahodne obvoznice z izvennivojskim železniškim prehodom. S tem bi delno razbremenili središče Ivančne Gorice, kjer sta tudi obravnavani križišči. V načrtu je tudi preureditev prvega izmed obravnavanih križišč v krožno križišče, vendar sem z razpoložljivimi podatki pokazala, da zgolj z rekonstrukcijo enega križišča ne moremo zagotoviti ustrezne pretočnosti na celotnem območju v planski dobi.

Ta stran je namenoma prazna.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 625.739:656.1(497.4)(043.2)
Author: Anja Zelko
Supervisor: Assist. Prof. Tomaž Maher, Ph.D.
Cosupervisor: Irena Strnad, B.Sc.
Title: Capacity analysis of two intersections in Ivančna Gorica
Document type: Graduation Thesis – Higher professional studies
Scope and tools: 56 p., 17 tab., 45 fig., 4 ann.
Key words: Capacity analysis, micro-simulation, level of service, Ivančna Gorica, railway crossing

Abstract:

In my graduation thesis I analysed two intersections in Ivančna Gorica, with the greatest congestions during the peak hour. I carried out a capacity analysis with a micro-simulation tool that allows analysis between two intersections and a level railway crossing. There's a presentation of traffic load, level of service, length of queues and delays for every lane in existing condition for selected intersections and several different rearrangements of the intersections. For the existing condition and the appropriate variants I prepared micro-simulation of traffic after twenty years and thus verified the relevance of variants in the planned period. The most optimal solution is to rearrange both intersections into a roundabout.

The major trouble is the proximity of the railway crossing, so the municipality has planned to complete the western bypass with a split-level railway crossing. This would partly relieve the centre of Ivančna Gorica, where the selected intersections are set. The rearrangement of the first intersection into roundabout is planned, but with the available data I have shown that just the reconstruction of one intersection wouldn't suffice to provide appropriate flow capacity for the area during the plan period.

Ta stran je namenoma prazna.

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem prof. dr. Tomažu Maherju za prevzem mentorstva in somentorici Ireni Strnad za vse strokovne nasvete, usmeritve, pomoč in dostopnost pri izdelavi moje diplomske naloge. Hvala Ireni za pomoč pri uporabi računalniških programov in odgovore na številna vprašanja.

Zahvalila bi se tudi družini, ki me je med časom študija podpirala in mi stala ob strani. Posebej bi se zahvalila možu Tomažu, ki je med mojim študijem z mano doživel vse vzpone in padce, ter mi stal ob strani. Zahvalila bi se tudi sinovoma Timu in Tomu, da sta pridno spala, da sem lahko dokončala študij in diplomsko nalogo.

Hvala Ani za pomoč pri angleščini in Sandri za spodbudo.

Zahvalila bi se tudi vsem sošolcem, s katerimi smo premagovali raznovrstne ovire in si pomagali z znanjem.

Študij je trajal dlje, kot sem predvidevala, vendar sem vmes veliko pridobila, zato hvala vsem, ki so verjeli vame, me spodbujali in pomagali na različne načine, da sem dokončala študij.

X

Zelko, A. 2016. Kapacitetna preveritev dveh križišč v Ivančni Gorici.
Dipl. nal. Ljubljana, UL FGG, Visokošolski strokovni študijski program Operativno gradbeništvo.

Ta stran je namenoma prazna.

KAZALO VSEBINE

IZJAVA O AVTORSTVU	III
BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	V
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	VII
ZAHVALA	IX
1 UVOD	1
2 TEORETIČNE OSNOVE	2
2.1 Osnovni pojmi	2
2.2 Križišče	3
2.3 Križišče s stransko cesto	5
2.4 Semaforizirano križišče	5
2.5 Krožno križišče	6
2.6 Razširjen priključek na stranski cesti	6
2.7 Potrebni podatki za izračun kapacitete križišča	6
2.8 Ocena dolžine kolone	8
2.9 Zamuda zaradi urejanja prometa	9
2.10 Nivo uslug	10
2.11 Časovno nihanje prometnih tokov	13
2.11.1 Časovno nihanje pretoka vozil glede na ciklično pojavljanje potreb po prevozu ljudi in materialnih dobrin	13
2.12 Tehnični predpisi za projektiranje	15
2.13 Mikroskopska simulacija obravnavanih križišč	15
3 OBSTOJEČE STANJE	16
3.1 Opis križišč	16
3.2 Pridobitev podatkov	17
3.3 Simulacija obstoječega stanja	18
4 REZULTATI	19
4.1 Osnovne informacije simulacij	19
4.2 Varianta 0: Obstoječe stanje	19
4.3 Varianta 1 : Semaforizacija križišč	22
4.4 Varianta 2 : Krožni križišči	25
4.5 Varianta 3: Krožno krožišče in prepovedano levo zavijanje	27
4.6 Varianta 4 :Krožno križišče in obvezna smer desno	29
4.7 Varianta 5 : Spremenjena prometna signalizacija	32
4.8 Varianta 6: Spremenjena prometna signalizacija in razširjeni pas za leve zavijalce	35

4.9	Varianta 7: Krožno križišče v križišču 1	37
4.10	Varianta 0 čez dvajset let	39
4.11	Varianta 2 čez dvajset let	44
4.12	Varianta 5 čez dvajset let	47
4.13	Varianta 1 čez dvajset let	49
5	ZAKLJUČKI IN UGOTOVITVE	53
VIRI	55

SEZNAM SLIK

Slika 1: metodologija izračuna kapacitete križišča s stransko cesto (Vir: HCM 2000, 17-2.)... 4	4
Slika 2: Prioriteta prometnih tokov pri prečkanju tipičnega križišča s prednostno cesto (Vir: HCM 2000, 17-4)	7
Slika 3: 95. percentil dolžine kolone (Vir: HCM2000, 17-23).....	9
Slika 4: Odvisnost med potovalnimi hitrostmi in izkoriščenostjo kapacitete za različne nivoje uslug (Vir: Verfahren für die Berechnung der Leistungsfähigkeit und Qualität des Verkehrsablaufes auf Straßen, Ruhr – Universität Bochumlehrstuhl für Verkehrswesen 1993, str. 16.)	12
Slika 5: Urno nihanje prometnih tokov preko enega dneva (Vir: Prometnice(skripta) 2006, str. 45.)	14
Slika 6: Širša slika Ivančne Gorice (Vir: GoogleMaps)	16
Slika 7: Podrobnejši prikaz lege obravnavanih križišč (Vir: GoogleMaps).....	17
Slika 8: Prometne obremenitve	18
Slika 9: Zamude – Varianta 0	20
Slika 10: Dolžina kolone v križišču 1- Varianta 0	21
Slika 11: Dolžina kolone v križišču 2- Varianta 0	21
Slika 12: Zamude – Varianta 1	23
Slika 13: Dolžina kolone na križišču 1 – Varianta 1	23
Slika 14: Dolžina kolone v križišču 2 – Varianta 1	24
Slika 15: Zamude – Varianta 2	25
Slika 16: Dolžina kolone na križišču 1 – Varianta 2	26
Slika 17: Dolžina kolone na križišču 2 – Varianta 2	26
Slika 18: Zamude – Varianta 3.....	28
Slika 19: Dolžina kolone v križišču 1– Varianta 3	28
Slika 20: Dolžina kolone v križišču 2 - Varianta 3	29
Slika 21: Zamude – Varianta 4.....	30
Slika 22: Dolžina kolone v križišču 1 – Varianta 4	31
Slika 23: Dolžina kolone v križišču 2 - Varianta 4	32
Slika 24: Zamude – Varianta 5.....	33
Slika 25: Dolžina kolone v križišču 1 – Varianta 5	34
Slika 26: Dolžina kolone v križišču 2 - Varianta 5	34
Slika 27: Zamude - Varianta 6.....	36
Slika 28: Dolžina kolone v križišču 1 - Varianta 6	36
Slika 29: Dolžina kolone v križišču 2 - Varianta 6	37
Slika 30: Nivo uslug - Varianta 7	38
Slika 31: Zamude - Varianta 7.....	38
Slika 32: Dolžina kolone - Varianta 7	39
Slika 33: Prometne obremenitve v križišču 1 čez dvajset let	41
Slika 34: Prometne obremenitve v križišču 2 čez dvajset let	42
Slika 35: Zamude - Varianta 0 čez dvajset let	43
Slika 36: Dolžina kolone – Varianta 0 čez dvajset let	44
Slika 37: Zamude – Varianta 2 čez dvajset let.....	45
Slika 38: Dolžina kolone v križišču 1 – Varianta 2 čez dvajset let.....	46
Slika 39: Dolžina kolone v križišču 2 – Varianta 2 čez dvajset let.....	46
Slika 40: Zamude – Varianta 5 čez dvajset let.....	48

Slika 41: Dolžina kolone v križišču 1 – Varianta 5 čez dvajset let	48
Slika 42: Dolžina kolone v križišču 1 – Varianta 5 čez dvajset let	49
Slika 43: Zamude - Varianta 1 čez dvajset let	50
Slika 44: Dolžina kolone - Varianta 1 čez dvajset let	51
Slika 45: Dolžina kolone - Varianta 1 čez dvajset let	51

SEZNAM PREGLEDNIC

Preglednica 1: Nivo uslug križišča s stransko cesto (Vir: HCM2000, 17-2).....	10
Preglednica 2: Nivo uslug na semaforiziranem križišču (Vir: HCM 2000, 16 – 2)	12
Preglednica 3: Nivo uslug na koncu planskega obdobja (Vir: Uradni list RS)	15
Preglednica 4: Nivo uslug – Varianta 0	20
Preglednica 5: Nivo uslug – Varianta 1	22
Preglednica 6: Nivo uslug – Varianta 2	25
Preglednica 7: Nivo uslug – Varianta 3	27
Preglednica 8: Nivo uslug – Varianta 4	30
Preglednica 9: Nivo uslug – Varianta 5	33
Preglednica 10: Nivo uslug - Varianta 6	35
Preglednica 11: Prometne obremenitve za števno mesto 289 Ivančna Gorica	40
Preglednica 12: Prometne obremenitve za števno mesto 387 Mrzlo Polje	40
Preglednica 13: Prometne obremenitve za števno mesto 436 Zgornja Draga	41
Preglednica 14: Nivo uslug - Varianto 0 čez dvajset let.....	42
Preglednica 15: Nivo uslug – Varianta 2 čez dvajset let.....	45
Preglednica 16: Nivo uslug – varianta 5 čez dvajset let.....	47
Preglednica 17: Nivo uslug - Varianta 1 čez dvajset let.....	49

Ta stran je namenoma prazna.

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A: 15 MINUTNE OBREMENITVE

PRILOGA B: IZRAČUN FAKTORJA URNE KONICE

PRILOGA C: ANALIZA ZAVIJALCEV PO STRUKTURI PROMETA

PRILOGA D: IZRAČUNANI PARAMETRI KAPACITETNE ANALIZE

Priloga D. 1: Izračunani parametri simulacije s programom Synchro – Varianta 0

Priloga D. 2: Izračunani parametri simulacije s programom Synchro – Varianta 1

Priloga D. 3: Izračunani parametri simulacije s programom Synchro – Varianta 2

Priloga D. 4: Izračunani parametri simulacije s programom Synchro – Varianta 3

Priloga D. 5: Izračunani parametri simulacije s programom Synchro – Varianta 4

Priloga D. 6: Izračunani parametri simulacije s programom Synchro – Varianta 5

Priloga D. 7: Izračunani parametri simulacije s programom Synchro – Varianta 6

Priloga D. 8: Izračunani parametri simulacije s programom Synchro – Varianta 7

Priloga D. 9: Izračunani parametri simulacije s programom Synchro – Varianta 0 čez dvajset let

Priloga D. 10: Izračunani parametri simulacije s programom Synchro – Varianta 2 čez dvajset let

Priloga D. 11: Izračunani parametri simulacije s programom Synchro Varianta 5 čez dvajset let

Priloga D. 12: Izračunani parametri simulacije s programom Synchro Varianta 1 čez dvajset let

Ta stran je namenoma prazna.

1 UVOD

V današnjem času je mobilnost zelo pomembna, zato je veliko cestnih povezav med kraji in mesti. Skoraj na vsakem koraku pa naletimo na kakšno križišče. Križišče ovira prometni tok, zato se tam promet upočasni ali ustavi. Kako pretočno je križišče je odvisno od več dejavnikov, tako cestne infrastrukture, količine vozil, pešcev in kolesarjev, ter tipa križišča (nesemaforizirano, semaforizirano ali krožno križišče). Glavna naloga križišč je, da omogočajo varno, hitro ter čim bolj ekonomično in tekoče križanje prometnih tokov. Pri stalni rasti prometne obremenitve tudi obremenitve križišč naraščajo, zato mnoga med njimi niso več ustrezna oziroma ne zagotavljajo več ustrezne pretočnosti, s tem pa se zmanjšuje prometna varnost. Glavni pokazatelj neustreznosti križišča so predvsem zastoji in kolone v času prometne konice.

Namen diplomske naloge je analizirati pretočnost dveh glavnih križišč v Ivančni Gorici v času konične ure, ter ugotoviti, ali sta križišči še vedno primerni za prevzem obstoječih prometnih obremenitev. V primeru neustreznosti bodo prikazane tudi možne rešitve za bolj tekoč prometni tok v času konične ure.

2 TEORETIČNE OSNOVE

2.1 Osnovni pojmi

PLDP je povprečni letni dnevni promet.

»Faktor konične ure oziroma PHF je razmerje med urnim pretokom in pretokom v koničnem času.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

»Pretok je urni ekvivalent števila vozil, ki prevozi določen cestni profil v časovni enoti manjši od ene ure (petnajst ali pet minutna perioda). Pretok vozil nam torej predstavlja tisto število vozil, ki je prevozilo določen cestni profil v časovni enoti krajši od ene ure, ki pa je izraženo za čas ene ure. V splošnem se vse teoretične vrednosti pretoka nanašajo na pretok na odseku v eni smeri in v enem nizu (voznem pasu), v križišču pa posebej za levo, naravnost in desno. Enota je (vozil / h).« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

»Volumen predstavlja celotno število vozil, ki prevozijo določen cestni profil v danem časovnem intervalu. Enota je (vozil / h).« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

»Kapaciteta (C) je maksimalno število vozil, ki lahko v določenem časovnem intervalu, pri prevladujočih cestnih in prometnih pogojih prevozijo izbrani profil ceste. Kapaciteta je torej enaka maksimalnemu pretoku, ki ga je mogoče doseči na določenem cestnem profilu. Izkoriščenost kapacitete predstavlja razmerje q/C , ki pove kolikšen del kapacitete dosega trenutni prometni tok.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

»Enostaven prometni tok predstavlja en niz vozil, ki se giblje v isti smeri. Najmanjše število vozil, ki sestavlja enostaven tok, sta dve vozili.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

»Sestavljen prometni tok se sestoji iz dveh ali več nizov prometnih tokov. Glede na njihov medsebojni položaj ločimo:

- Sestavljeni prometni tok dveh ali več vzporednih, v isti smeri potujočih tokov (večpasovna cesta, ena smer vožnje)
- Sestavljen prometni tok iz dveh ali več enostavnih tokov, ki se med seboj prepletajo (pred križišči, na območjih prepletanja, ...)
- Sestavljen prometni tok iz dveh ali več osnovnih prometnih tokov, ki se med seboj križajo (v križiščih)

Realni prometni tokovi so najpogosteje sestavljeni.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

»Prometno obremenitev ceste predstavlja število vozil, ki v določenem časovnem intervalu pelje skozi določen povprečni presek ceste.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

»Kritični razmak (t_c) predstavlja minimalen časovni interval med sprednjima deloma dveh zaporednih vozil na prednostni cesti, med katera se lahko vključi vozilo iz stranske ceste. Za posameznega voznika je sprejemljiv razmak, ki je večji ali enak kritičnemu razmaku.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

Sprejemljiv razmak predstavlja tisti razmak, ki dopušča možnost vključevanja ali prečkanja vozila iz posamezne podrejene smeri vožnje.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

Čas sledenja (t_f) predstavlja razmak med dvema voziloma s stranske ceste, ko se dve ali več zaporednih vozil vključi v vrzel na prednostni cesti.

2.2 Križišče

V Uradnem listu je križišče opredeljeno kot prometna površina, ki nastane s križanjem ali združitvijo dveh ali več cest v isti ravnini.

Poznamo različne tipe križišč:

- semaforizirano križišče,
- krožno križišče,
- križišče enakovrednih cest,
- križišče s stransko cesto.

Kapaciteta na cestnem odseku se določi glede na geometrijske značilnosti in sestavo prometnega toka. Križišče prekine prometni tok, zato se regulira s prometno signalizacijo oziroma s prometnimi znaki ali s pomočjo semaforjev.

»Stanje prometa v križiščih pa pogojujejo:

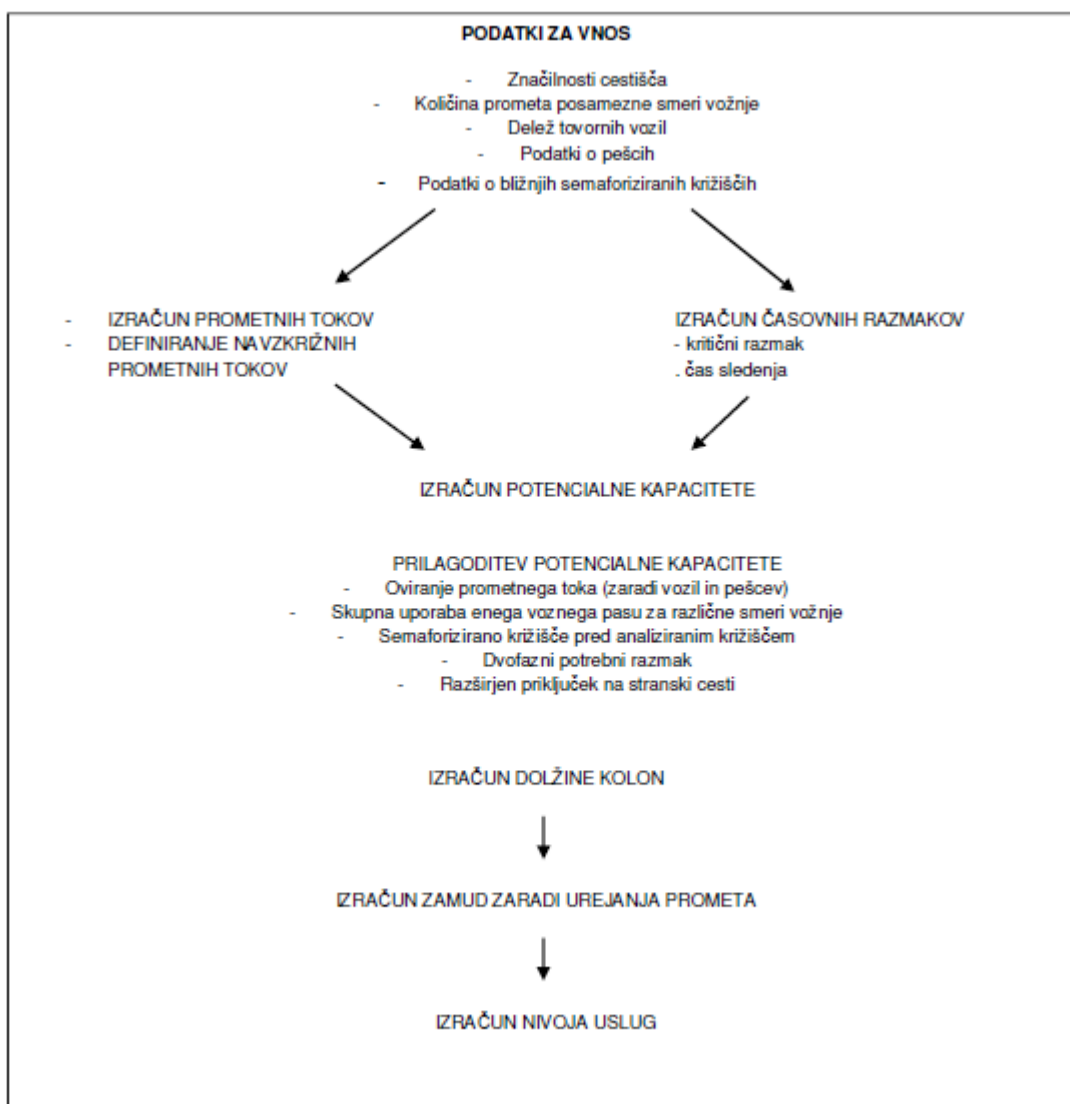
- stopnja pretoka in količina prometa;
- nasičen prometni tok in razmaki pri odhodu vozil;
- vrsta krmiljenja prometa (znaki ali semaforji);
- razpoložljiva vrzel pri navzkrižnem prometu in
- zamude.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

Na nesemaforiziranih križiščih so stranske ceste opremljene z znakom 2102 (ustavi) ali 2101 (križišče/cestni priključek s prednostno cesto), kjer mora voznik pri vključevanju na prednostno cesto oceniti situacijo, ter sprejeti neko odločitev, da izkoristi praznino v glavnem toku in izvede zeleni manever. Kapaciteta pri nesemaforiziranih križiščih je odvisna od razporeditve razpoložljivih praznin v glavnem prometnem toku in velikosti praznin, ki so sprejemljive za voznike na stranski cesti. Sprejemljive praznine so odvisne od vrste manevra

(levo zavijanje, vožnja naravnost ali desno zavijanje), preglednosti križišča in karakteristik voznika (vid, reakcijski čas, starost, ...)

Ker križišče prekine prometni tok, je dejanska pretočnost določenega odseka odvisna od pretočnosti križišča. Pri neprekinjenem prometnem toku se kapaciteta in nivo uslug povezujeta, v križišču pa jih računamo ločeno, vendar upoštevamo oba parametra.

»Metodologija izračuna kapacitete križišča s stransko cesto izhaja iz modela sprejemljivega razmaka za prečkanje križišča, razvitega v Nemčiji (slika 1).« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)



Slika 1: metodologija izračuna kapacitete križišča s stransko cesto (Vir: HCM 2000, 17-2.)

2.3 Križišče s stransko cesto

Križišče je na stranski cesti regulirano s prometnima znakoma 2102 (ustavi) ali 2101 (križišče/cestni priključek s prednostno cesto). Vozniki, ki želijo prečkati križišče s stranske ceste ali s prednostne ceste zavijajo levo morajo upoštevati potreben razmak med vozili, ki imajo prednost pri prečkanju križišča.

»Analiza kapacitete križišča s prednostno cesto izhaja iz opisa in razumevanja interakcij med vozniki stranske ceste in vozniki prednostne ceste.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

Sprejemljiv razmak (*ang. gap acceptance*) predstavlja tisti razmak, ki dopušča možnost vključevanja ali prečkanja vozila iz posamezne podrejene smeri vožnje.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

Kapaciteta stranske ceste je predvsem odvisna od velikosti in distribucije razmakov na glavni cesti. Distribucija možnih razmakov na glavni cesti je odvisna od količine prometa ter porazdelitve po smereh, števila voznih pasov ter stopnje in vrste kolone v prometnem toku.

2.4 Semaforizirano križišče

Najbolj značilen sistem urejanja je semaforizirano križišče, ki krmili prekinitve prometnega toka. Semaforji ciklično (periodično) ustavljajo promet v posamezni smeri ali skupni smeri vožnje. Efektivni zeleni čas je delež celotnega časa ciklusa, ko je možna vožnja v določeni smeri.

»Semaforji so v križišču postavljeni z nekim določenim razlogom, predvsem pa:

- zmanjšujejo zamude pri prečkanju križišča iz stranskih ceste oziroma skupne zamude vozil v posameznem križišču,
- zmanjšujejo zamude pri prečkanju zaporednih križišč, s prepuščanjem prometa v zaželenem ciklusu in
- povečujejo varnost in zmanjšujejo nesreče pešcev in nesreče v nepreglednih križiščih.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

Pri semaforiziranih križiščih uporabljamo določene termine za opis delovanja:

Ciklus je čas, ki preteče od ene kombinacije signalnih znakov do ponovnega začetka iste kombinacije,

Faza predstavlja čas trajanja prostega časa za posamezne ali skupine voznih pasov vozil oziroma prečkanja pešcev,

Interval predstavlja čas trajanja posameznih svetlobnih znakov. Pri semaforiziranih križiščih je najbolj kritična izbira primernega faznega plana. (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

2.5 Krožno križišče

»Krožno križišče je kanalizirano križišče krožne oblike z nepovoznim, delno povoznim ali prevoznim sredinskim otokom ter krožnim voziščem v katerega se steka več cest in po katerem poteka vožnja nasprotno od smeri gibanja urinega kazalca.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

2.6 Razširjen priključek na stranski cesti

V primerjavi s skupnim priključkom v vse smeri vožnje se kapaciteta približuje idealnemu stanju (vsaka smer prečkanja križišča ima ločen vozni pas) z vsakim dodanim mestom za določeno smer vožnje, ki ne ovirajo druge smeri vožnje pred črto za ustavljanje.

»Za analizo kapacitete je potrebno izračunati povprečne zamude vsake smeri zavijanja z upoštevanjem ločenih voznih pasov in dejanskega prostora, ki je na voljo pri razširjenem priključku.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

2.7 Potrebni podatki za izračun kapacitete križišča

Za izračun kapacitete križišča s stransko cesto potrebujemo podatke o značilnostih cestišča, vrsti urejanja oziroma regulacije in količini prometa v križišču.

»Značilnosti cestišča predstavljajo:

- število in uporaba voznih pasov in usmerjevanje pri prečkanju križišča,
- dvokratni vozni pas za levo zavijanje ali pobarvan oz. dvignjen sredinski ločilni pas,
- naklon priključka in
- razširjen priključek na stranski cesti.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

Ključni faktor za izračun kapacitete križišča je število in uporaba prometnih pasov.

Pretočnost križišča lahko povečujemo z uporabo pasa za leve zavijalce, z razširitvijo stranske ceste, prav tako pa če je priključek stranske ceste spuščajoč ali v ravnini. Prav tako na pretočnost križišča vplivajo semaforizirana križišča v oddaljenosti manj kot 0,4 kilometra

na prednostni cesti, saj ustvarjajo neenakomerne prometne tokove. Zato moramo za izračun kapacitete definirati merodajno prometno obremenitev in delež tovornih vozil za vsako smer vožnje, upoštevajoč 15 minutni konični čas.

»Za izračun kapacitete moramo določiti prioritete posameznih smeri prečkanja križišča. Prioriteta prometnega toka pri prečkanju križišča se lahko razvrsti v štiri range:

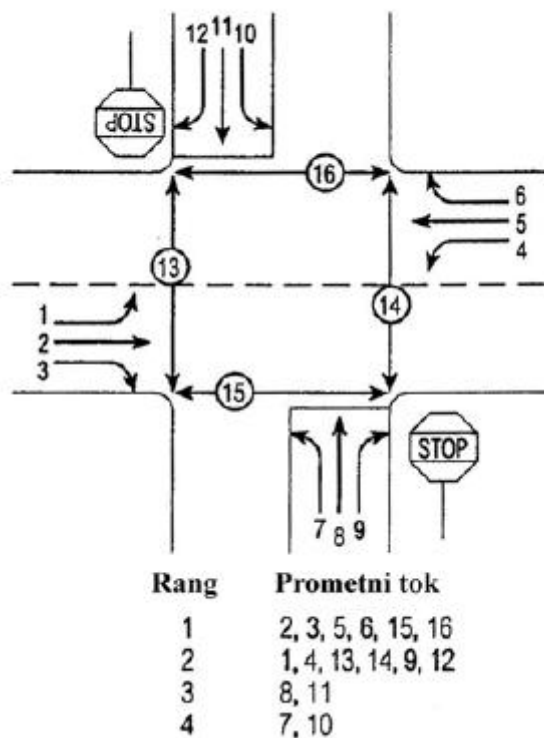
rang 1: vožnja naravnost po prednostni cesti in zavijanje desno iz prednostne ceste na stransko cesto,

rang 2: zavijanje levo iz prednostne ceste na stransko cesto in zavijanje desno iz stranske ceste na prednostno cesto,

rang 3: vožnja naravnost iz stranske na stransko cesto,

rang 4: zavijanje levo iz stranske na prednostno cesto.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

4 krako križišče



Slika 2: Prioriteta prometnih tokov pri prečkanju tipičnega križišča s prednostno cesto (Vir: HCM 2000, 17-4)

Rangi so razdeljeni glede na zahtevnost pri prečkanju križišča. Pri prečkanju križišča naletimo na navzkrižni prometni tok. Navzkrižni promet predstavlja tudi prečkanje pešcev.

Na kapaciteto posamezne smeri vožnje oziroma dejansko kapaciteto ($c_{m,x}$) pa vplivajo še dodatni dejavniki:

- oviranje prometnega toka (zaradi vozil in pešcev),
- skupna uporaba enega voznega pasu za različne smeri vožnje,
- semaforizirano križišče pred analiziranim križiščem,
- dvofazni potrebni razmak,
- razširjen priključek na stranski cesti.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

»Oviranje prometnega toka nastane zaradi oviranja vozil v času prometnih zastojev in ovirah zaradi prečkanja pešcev.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

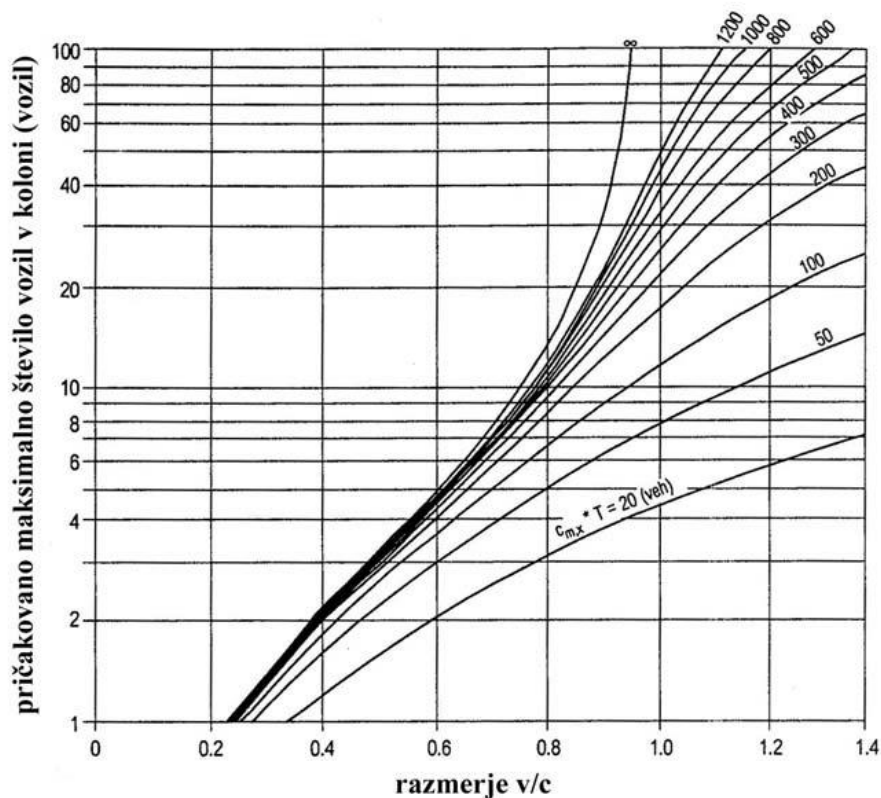
V času prometnih zastojev se zmanjšuje potencialna kapaciteta križišča, saj se zmanjšajo razmaki med vozili na vrednost, ki je manjša od kritičnega razmaka, kar onemogoča vključevanje vozil s podrejenih prometnih tokov. Vozila na stranskih cestah ovirajo tudi pešci, ki prečkajo križišče.

Kapaciteta križišča se zmanjša, če uporabljamo za vse smeri vožnje en vozni pas. Na stranski cesti se zmanjša kapaciteta za vsako smer vožnje, na prednostni cesti pa se pri skupnem pasu za vse smeri vožnje pojavljajo zamude pri vožnji naravnosti, zaradi čakanja vozil, ki zavijajo levo.

2.8 Ocena dolžine kolone

»Ocenjevanje dolžine kolone predstavlja pomemben dejavnik pri nesemaforiziranih križišč. Raziskave (teoretične študije in empirična opazovanja) so pokazale, da je distribucija verjetnosti dolžine kolon za vsako smer vožnje pri prečkanju nesemaforiziranega križišča odvisna od kapacitete posamezne smeri vožnje in celotnega prometa, ki je prečkalo križišče. Slika 3: 95. percentil dolžine kolone predstavlja oceno 95. percentila dolžine kolone za vsako smer vožnje nesemaforiziranega križišča za obdobje 15 minutnega koničnega časa.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

Povprečna dolžina kolone je produkt med povprečno zamudo na vozilo in količino prometa v posamezni smeri vožnje. Skupne urne zamude in povprečna kolona so številsko enake, saj je pričakovana povprečna zamuda enaka pričakovanemu številu vozil v povprečni koloni.



Slika 3: 95. percentil dolžine kolone (Vir: HCM2000, 17-23)

2.9 Zamuda zaradi urejanja prometa

»Zamuda se pojavlja zaradi več dejavnikov, ki so povezani z urejanjem, značilnostmi cestišča, prometom in nesrečami. Skupna zamuda predstavlja razliko med dejanskim časom potovanja do cilja in časom, ko pri potovanju ne bi bilo zamud zaradi nesreč, urejanja, prometa in značilnosti cestišča.

Zamude ki jih povzročajo križišča (zamuda zaradi zmanjševanja hitrosti, gibanja v koloni, ustavljanja in pospeševanja) imenujemo zamuda zaradi urejanja prometa, predstavlja pa čas, med zaustavitvijo vozila na koncu kolone pa vse do zapustitve črte za zaustavljanje pred križiščem.

Glavna mera uspešnosti za oceno nivoja uslug je povprečna zamuda zaradi zaustavitve za semaforizirano križišče, pri nesemaforiziranih pa neizkoriščena kapaciteta (razlika med kapaciteto nesemaforiziranega križišča in prometno obremenitvijo).

Čas posameznega vozila v koloni, ki čaka na prevoz križišča imenujemo zamuda zaradi zaustavitve, povprečna zamuda zaradi zastavitve pa je razmerje med zamudo in vseh vozil v koloni (v določenem časovnem intervalu) in številom vozil, ki so v istem časovnem intervalu prevozila križišče.

2.10 Nivo uslug

Nivo uslug za križišče s prednostno cesto določimo posebej za vsako smer vožnje. Za celotno križišče ne določamo nivoja uslug. V preglednici 1 so prikazani nivoji uslug za križišče s stransko cesto.

NIVO USLUG	POVPREČNA ZAMUDA (s/vozil)
A	0 – 10
B	> 10 – 15
C	> 15 – 25
D	> 25 – 35
E	> 35 – 50
F	> 50

Preglednica 1: Nivo uslug križišča s stransko cesto (Vir: HCM2000, 17-2)

Pri semaforiziranem križišču voznik pričakuje večjo prepustnost vozil, kar posledično predstavlja večje zamude, kot pri nesemaforiziranem križišču, zato se nivo uslug križišča s stransko cesto razlikuje od nivoja uslug semaforiziranega križišča. Dejavnik celotnega delovanja križišča pri križišču s stransko cesto je lahko kritična smer vožnje, po navadi je to levo zavijanje s stranske ceste. V razmerah, ko ne obstajajo zadostni razmaki med vozili, za varno prečkanje vozil s podrejene smeri se pojavi nivo uslug F. To je značilno predvsem pri izjemno dolgih zamudah zaradi urejanja na stranski cesti in ob kolonah pri nadrejenih smereh vožnje.

»Spodnja meja nivoja uslug F predstavlja 50 sekund na vozilo. Nivo uslug F se pojavi, ko se kapaciteta posamezne smeri vožnje spusti pod 85 vozil/h.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

»Nivo uslug lahko asociiramo z različnimi obratovalnimi pogoji, ki se pojavljajo na cesti, glede na število vozil v prometnem toku. Gre za kvalitativno oceno razmer na cesti, ki so posledica vplivov na voznikovo zaznavanje prometnega toka. Nivo usluge je odvisen od:

- hitrosti in porabe časa za vožnjo,
- svobode manevriranja z vozilom,
- prometnih zastojev,
- udobnosti vožnje,
- varnosti vožnje in stroškov uporabe vozila.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

Nivo uslug se ocenjuje različno za neoviran in oviran prometni tok. Pri neoviranem prometnem toku se nivo uslug oceni s primerjavo izračunane gostote prometnega toka z idealno gostoto za posamezen nivo usluge. Pri oviranem prometnem toku je merilo za določitev nivoja uslug potovalna hitrost, v križiščih pa je kot merilo ključnega pomena stopnja obremenitve.

»Drugo merilo za oceno nivoja uslug je razmerje med maksimalnim pretokom (q) in

kapaciteto (C). Maksimalni pretok pri določenem nivoju uslug se uporablja, če je za določen odsek že znan nivo usluge. Vsak odsek ima torej pet maksimalnih pretokov, po enega za vsak nivo uslug od A do E (pri nivoju F je tok nestabilen, zato se maksimalni pretok ne določa). Maksimalni pretok pri nivoju E je enak kapaciteti. (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

Prometni tok se po metodi HCM lahko odvija na šestih nivojih uslug in sicer:

Nivo »A«, kjer obstaja svobodni prometni tok z velikimi hitrostmi, majhno gostoto prometa in popolno svobodo manevriranja z vozili. Vozniki lahko ohranjajo željeno hitrost z malo ali pa nič zamudami.

Nivo »B«, kjer obstaja svobodni prometni tok s hitrostmi, katere so samo delno omejene z gostoto prometa. Vozniki imajo še vedno neko sprejemljivo svobodo izbire vozne hitrosti, zmanjšanje hitrosti ni pretirano, z majhno verjetnostjo omejitve prometnega toka.

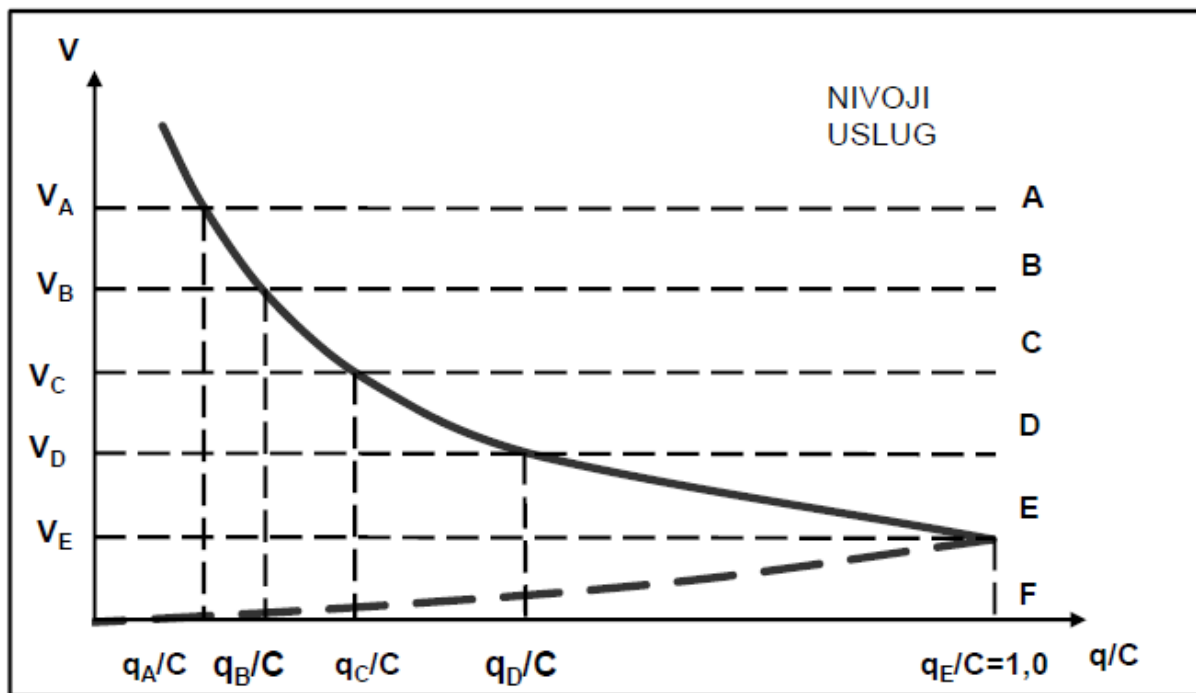
Nivo »C«, kjer obstaja stabilni prometni tok, vendar sta tako hitrost in možnost manevriranja omejena s povečanim številom vozil. Velika večina voznikov je omejena pri izbiri hitrosti vožnje in možnosti menjave pasov. Dosežena vozna hitrost je še zadovoljiva, posebno za mestne arterije.

Nivo »D«, kjer se stanje prometnega toka približuje nestabilnemu toku z bistveno omejenimi hitrostmi in z majhnimi možnostmi manevriranja. Nihanje volumna in občasne omejitve pretoka lahko povzročijo znaten padec hitrosti. Ti pogoji so lahko sprejemljivi le za kratek čas.

Nivo »E«, kjer je stanje prometnega toka nestabilno zaradi vožnje v koloni, kjer je velika gostota prometa in kjer je pretok vozil enak prepustnosti, zaradi česar so možničasni zastoji. Maksimalni pretok pri nivoju E je enak kapaciteti.

Nivo »F«, kjer je prometni tok omejen s hitrostmi, ki so manjše ob kritičnih, pretok vozil se giblje od nič do vrednosti, ki je manjša od prepustnosti. V ekstremnih primerih lahko tako hitrost kakor tudi pretok dosežeta vrednost nič. Realna prepustnost se lahko realizira v praksi na nivoju uslužnosti »E«. Za ostale nivoje uslug se realna prepustnost dobi po določeni formuli z dodatnimi korekcijskimi faktorji, ki upoštevajo vpliv hitrosti na svobodni tok, preglednost ceste za varno prehitevanje, neenakomernost prometnega toka ter medsebojni odnos pretoka in kapacitete.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

Na sliki 5 so prikazane odvisnosti med potovalnimi hitrostmi in izkoriščenostjo kapacitete za različne nivoje uslug.



Slika 4: Odvisnost med potovalnimi hitrostmi in izkoriščenostjo kapacitete za različne nivoje uslug (Vir: Verfahren für die Berechnung der Leistungsfähigkeit und Qualität des Verkehrsablaufes auf Straßen, Ruhr – Universität Bochumlehrstuhl für Verkehrswesen 1993, str. 16.)

Za semaforizirana križišča se nivo uslug določa po drugačnih kriterijih, kot nivo uslug na ne semaforiziranih križiščih. Nivo uslug semaforiziranega križišča je zasnovan na osnovi zamud krmiljenja oziroma kontrole. Nivo uslug je izražen s pomočjo povprečne zamude vozila za obdobje 15 minutnega koničnega časa v posamezni smeri vožnje v križišču.

»Velikost razmerja g/C je lahko prikazovalec zastojev. Obstajajo tudi drugi parametri, ki so v še večji povezavi z zastoji, kakor so kvaliteta progresije, dolžina zelene faze, dolžina kolone, dolžina ciklusa, razmerje med v/c za posamezno skupino vozniških pasov.« (Maher, Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov (skripta), 2006)

NIVO USLUG	POVPREČNA ZAMUDA NA VOZILO (s/vozilo)
A	≤ 10
B	$< 10 - 20$
C	$< 20 - 35$
D	$< 35 - 55$
E	$< 55 - 80$
F	< 80

Preglednica 2: Nivo uslug na semaforiziranem križišču (Vir: HCM 2000, 16 – 2)

2.11 Časovno nihanje prometnih tokov

Med opazovanjem prometnega toka v realnih pogojih opazimo, da je pretok časovno odvisna spremenljivka. Pri določanju projektnih elementov ceste, določanju strategije in načina vodenja prometnih tokov ima velik vpliv časovno nihanje prometnega toka na opazovani mrežni. Pri ugotavljanju zakonitosti nihanja prometnih tokov teoretično izhajamo iz dveh izhodišč:

- da se išče zakonitost časovnega nihanja pretoka vozil v določenih časovnih intervalih, ki so posledica potreb po prevozih dobrin in ljudi
- da se najde ustrezen matematični model na osnovi verjetnostne porazdelitve naključnih spremenljivk.

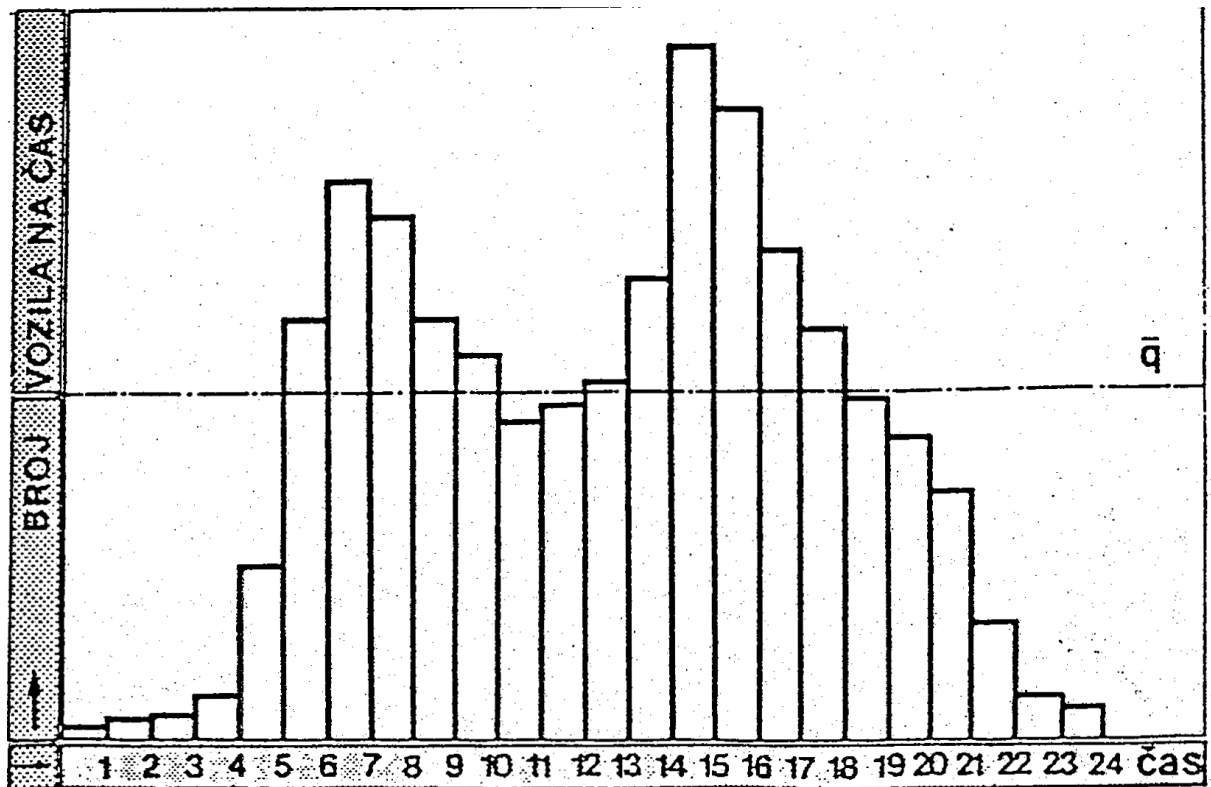
2.11.1 Časovno nihanje pretoka vozil glede na ciklično pojavljanje potreb po prevozu ljudi in materialnih dobrin

Ločimo:

- Urno nihanje v obdobju enega dneva (24ur)
- Urno nihanje v obdobju enega leta (8760 ur)
- Dnevno nihanje v obdobju enega tedna (7dni)
- Dnevno nihanje v obdobju enega meseca
- Dnevno nihanje v obdobju celega leta
- Mesečno nihanje v obdobju enega leta
- Nihanje pretoka vozil v manjših časovnih intervalih od ene ure v okviru konične ure

V nadaljevanju so na kratko predstavljena nihanja pretoka vozil:

- Urno nihanje v obdobju enega dneva
»Predstavlja variiranje pretoka v različnih urah dneva. To nihanje izrazimo kot razmerje med pretokom v posameznih urah q_i in srednjo urno vrednostjo celodnevne pretoka.« (Maher, Prometnice (skripta), 2006)



Slika 5: Urno nihanje prometnih tokov preko enega dneva (Vir: Prometnice (skripta) 2006, str. 45.)

- b) Urno nihanje v obdobju enega leta
V tem primeru gledamo urno nihanje vseh 8760 ur. Iz tega urnega nihanja izhajajo prvi kriteriji za dimenzioniranje prečnih profilov cest.
- c) Dnevno nihanje pretoka vozil v obdobju tedna (7dni)
Dnevno nihanje pretoka v obdobju enega tedna je prikazan z razmerjem med pretokom vozil v posameznem dnevu tedna in srednjega dnevnega pretoka določenega v opazovanem tednu.
- d) Dnevno nihanje prometa v enem mesecu
»To nihanje predstavlja spreminjanje pretoka vozil v posameznih dnevih meseca.« (Maher, Prometnice (skripta), 2006)
- e) Dnevno nihanje pretoka v obdobju enega leta
»Predstavlja spreminjanje dnevnega prometnega pretoka preko celega opazovanega leta.« (Maher, Prometnice (skripta), 2006)
- f) Mesečno nihanje prometa v obdobju enega leta
Mesečno nihanje v obdobju enega leta je izraženo z razmerjem med povprečnim dnevnim prometom v določenem mesecu in povprečnim letnim dnevnim prometom (PLDP).
- g) Nihanje prometa po manjših časovnih enotah kot je ura
Poznavanje nihanja prometa po manjših časovnih enotah kot je ura je predvsem pomembno v koničnih urah ter pri določanju pogojev za planiranje in projektiranje cest ter vodenju prometnih tokov.

2.12 Tehnični predpisi za projektiranje

Povzeti so člani Uradnega lista, ki določajo smernice za projektiranje.

10. člen

(planska doba)

(1) Za projektiranje nove ceste, križišča ali priključka se upošteva prometna obremenitev, ki je napovedana za dvajsetletno obdobje po zaključku gradnje. (Uradni list Republike Slovenije 91/2005)

12. člen

(prepustnost ceste)

(4) Novo križišče ali rekonstrukcija obstoječega križišča se projektira z elementi, ki zagotavljajo na koncu planskega obdobja za vse manevre naslednje nivoje uslug (Uradni list Republike Slovenije 91/2005):

Funkcija ceste	Nivo uslug
Daljinska cesta	D
Povezovalna cesta	E
Zbirna cesta	E
Dostopna cesta	E

Preglednica 3: Nivo uslug na koncu planskega obdobja (Vir: Uradni list RS)

2.13 Mikroskopska simulacija obravnavanih križišč

V diplomski nalogi sem uporabila programa Synchro 7 in SimTraffic 7.

Program Synchro 7 je namenjen modeliranju izbranega območja in modeliranju različnih oblik križišč. V modelu lahko upoštevamo tudi različne tipe križišč (signalizirano ali nesignalizirano krmiljenje križišč, uvedba krožnih križišč, ...). Program računa nivoje uslug s pomočjo metodologije HCM (Highway Capacity Manual).

Program SimTraffic izvaja mikroskopsko simulacijo prometnega toka. Program omogoča izpis rezultatov v poročilu in grafično prikazovanje rezultatov (zamude vozil, najdaljše kolone vozil, povprečne kolone vozil, ...).

Programa Synchro in SimTraffic sta medsebojno povezana; tako lahko na osnovi podatkov, ki jih vnesemo v Synchro, izdelamo mikroskopske simulacije v programu SimTraffic.

Na podlagi izhodnih rezultatov lahko analiziramo posamezne variante in jih medsebojno primerjamo.

3 OBSTOJEČE STANJE

3.1 Opis križišč

Križišči sta v centru Ivančne Gorice na regionalni cesti R3 – 646.

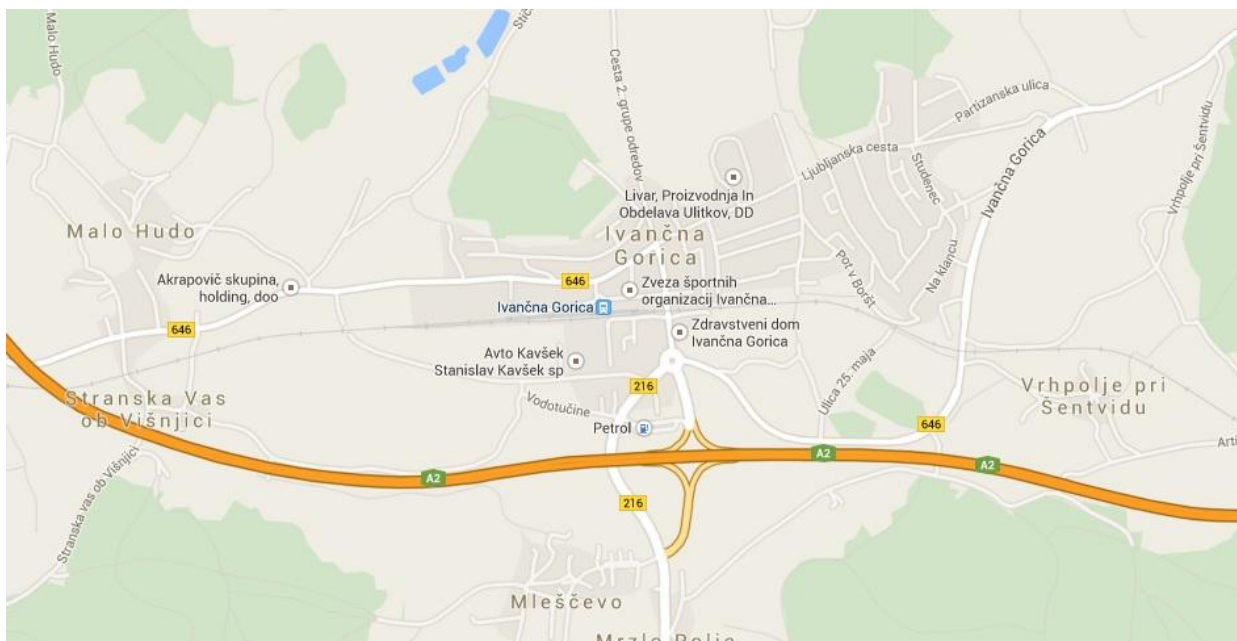
Križišče 1 je štirikrako križišče s prednostno cesto Ljubljanska cesta, ki poteka iz smeri Višnje Gore proti Šentvidu pri Stični. En stranski krak prihaja iz centra Ivančne Gorice s smeri križišča 2, drugi pa iz Stične in šolskega centra, kjer je tudi vrtec in športna dvorana. Stranska kraka sta na Cesti 2. grupe odredov. Na prednostni cesti je prometni znak 2101 (križišče/cestni priključek s prednostno cesto), stranska kraka sta opremljena s prometnim znakom 2102 (ustavi). Označen prehod za pešce je na vseh krakih. Križišče ne vsebuje pasov za leve zavijalce.

Križišče 2 je štirikrako križišče, s prednostno cesto v smeri jug – sever oziroma iz smeri Krke v smeri proti Stični. Prednostna cesta poteka po Cesti 2. grupe odredov. Stranska kraka sta priključka s parkirišča trgovskega centra, banke, lekarne in blokov (Ploščad osvobodilne fronte), ter z ulice z lokali in občino (Sokolska ulica). S stranske poti je znak 2102 (ustavi). Križišče na nobenem kraku nima pasu za leve zavijalce, vsak krak pa ima prehod za pešce.

Medsebojna razdalja med obema križiščema je majhna (130 m), zato je pričakovati medsebojni vpliv obeh križišč.

Križišči sta v naselju, z omejitvijo hitrosti 50 km/h in sta urejeni s prometno signalizacijo. V neposredni bližini križišč je tudi prehod čez železniško progo, ki je urejen s svetlobnim in zvočnim signalom, ter z zapornicama.

Na naslednjih slikah sta prikazani križišči in ožja prometna ureditev.



Slika 6: Širša slika Ivančne Gorice (Vir: GoogleMaps)



Slika 7: Podrobnejši prikaz lege obravnavanih križišč (Vir: GoogleMaps)

3.2 Pridobitev podatkov

Za križišči nisem imela vseh potrebnih podatkov, zato sem jih pridobila s štetjem. Glede na izkušnje sem sklepala, da je največja obremenitev križišč okoli 15:00 ure, za potrditev pa sem potrebovala še konkretne podatke. Najprej sem pridobila podatke iz avtomatskih števnih mest: Mrzlo Polje, Ivančna Gorica in Zgornja Draga. Analizirala sem podatke meseca marca 2013, kjer sem ugotovila, da je najmanj nihanje prometa v tednu v torek in četrtek, zato sem za iskanje urne konice analizirala ta dva dneva v tednu. Podatki avtomatskih števnih mest kažejo, da je bila jutranja konica med 6:00 in 7:00, ter popoldanska konica med 15:00 in 16:00. Števni mesti Mrzlo Polje in Ivančna Gorica zabeležita vozila, ki se vključujejo na avtocesto in vozila, ki pot nadaljujejo proti centru Ivančne Gorice. Ker se veliko vozil predvsem v jutranji konici vključuje na avtocesto, jutranje konice nisem obravnavala kot kritične urne konice v obravnavanih križiščih. Podatki iz avtomatskega števnege mesta Zgornja Draga so težko uporabni, saj veliko vozil zapusti cesto pred Ivančno Gorico, pri podjetju Akrapovič. Točnih podatkov o konični uri nisem dobila, zato sem opravila štetje v četrtek, 19. 3. 2015, med 14:00 in 16:00 uro, saj so števci iz avtomatskih števnih mest pokazali največji prometni tok ob 15:00.

Na naslednji sliki so prikazane dobljene prometne obremenitve v času konične ure. Obremenitve so prikazane za vsak krak in različne smeri vožnje.



Slika 8: Prometne obremenitve

3.3 Simulacija obstoječega stanja

Model sem naredila v programu Synchro 7.0, nato sem v programu SimTraffic izdelala mikroskopske simulacije. Osnovni podatki in rezultati so podrobno predstavljeni v poglavju 4 REZULTATI.

4 REZULTATI

4.1 Osnovne informacije simulacij

Obravnavano območje sem modelirala v programu Synchro 7. Za mikroskopske simulacije sem uporabila program SimTraffic. Uporabila sem ortofoto podlogo Ivančne Gorice (pridobila sem jo na Geopediji), na katero sem narisala obstoječo cesto mrežo. Za obravnavani križišči sem vnesla podatke o konični uri, ki je bila med 15:00 in 16:00. Prometne obremenitve krožnega križišča sem ocenila s pomočjo podatkov iz avtomatskih števnih mest.

Na obravnavanem območju je prehod čez železniško progo. Med konično uro je potekal železniški promet, zato je bila glavna cesta med križiščem 2 in krožnim križiščem dvakrat zaprta z zapornicami, kar je ustavilo promet v obe smeri. V simulaciji je železniški prehod upoštevan s pomočjo semaforiziranega križišča, saj program nima vgrajene možnosti prehoda čez železniško progo z zapornicama. Med konično uro sem merila čas, ko so bile zapornice spuščene, in na osnovi tega določila dolžino rdeče in zelene luči za železniški prehod. Program Synchro imajo omejeno zgornjo dolžino cikla na 900 sekund, zato sem split prilagodila tako, da je simulacija najboljši približek dejanskega stanja. Tako sem določila, da je dolžina rdeče luči 80 sekund in zelene 820 sekund.

Naredila sem več simulacij, saj vsaka simulacija predstavlja drugačno razporeditev vozil oziroma voznikov glede na zavijanje levo, desno ali naravnost, zato se prometna situacija v vsaki simulaciji odvija drugače. V simulaciji so upoštevani tudi različni tipi voznikov, saj se vozniki delimo tudi po psihofizičnih sposobnostih.

Rezultati v nadaljevanju predstavljajo povprečje vseh simulacij.

Pred snemanjem simulacije je potrebno obravnavano prometno mrežo napolniti, zato je potrebno 15 – minutno sejanje. Po obdobju sejanja se začne 30 – minutno snemanje simulacije, na podlagi katerega dobimo rezultate simulacij prometnih tokov.

Poleg prešteti prometnih obremenitev sem v simulaciji prometnih tokov upoštevala tudi izračunane faktorje konične ure (PHF).

Na osnovi rezultatov simulacije sem določila nivo uslug za obstoječe stanje in obravnavane variante. Nivo uslug sem določila na podlagi povprečne zamude na vozilo, pri tem pa sem upoštevala tip križišča; nesemaforizirano, semaforizirano in krožno križišče; podrobnejše informacije pa so podane v poglavju 2.102.10. Nivo uslug je podan za vsako smer na kraku.

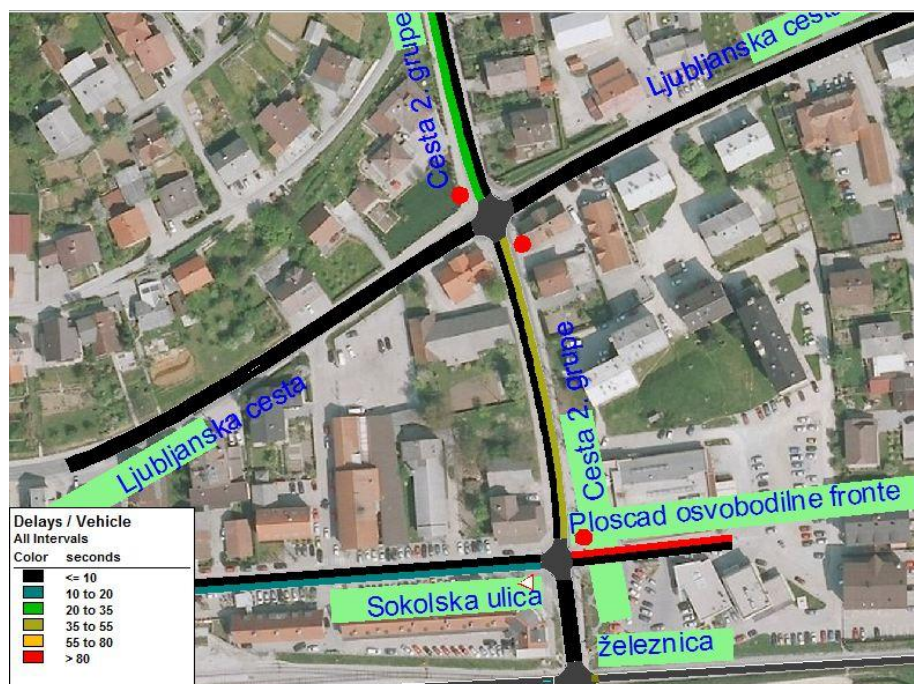
4.2 Varianta 0: Obstoječe stanje

V preglednici je prikazan nivo uslug na obstoječem stanju. Nivo uslug križišča je razdeljen na posamezne smeri določenega kraka križišča.

NIVO USLUG - OBSTOJEČE STANJE												
križišče 1												
	↑	→	↓	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←
smer	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
povprečna zamuda (s/vozil)	4	3,2	2,1	5,4	2,8	2	35,9	33,7	31,1	32,3	35,3	28,2
NIVO USLUG	A	A	A	A	A	A	E	D	D	D	E	D
križišče 2												
	↑	→	↓	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←
smer	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
povprečna zamuda (s/vozil)	30,5	51,7	21	80,1	79,6	61,9	10,5	7,6	7,4	11,7	7,6	5,4
NIVO USLUG	D	F	C	F	F	F	B	A	A	B	A	A

Preglednica 4: Nivo uslug – Varianta 0

Na križišču 1 je na krakih prednostne ceste nivo uslug A, na stranskih krakih so nivoji uslug ustrezni. Na križišču 2 imata kraka glavne prometne smeri v smeri zelo zadovoljiv nivo uslug, na stranski cesti s Sokolske ulice pa je nivo uslug v smeri naravnost nezadovoljiv. Krak s Ploščadi osvobodilne fronte ima v vseh smereh nivo uslug nezadovoljiv.



Slika 9: Zamude – Varianta 0

Slika 7 prikazuje povprečno zamudo na vozilo, da prečka križišče. Iz slike je razvidno, da so najbolj problematični stranski kraki, predvsem krak s Ploščadi osvobodilne fronte. Rezultat s kraka Ploščadi osvobodilne fronte ni najboljši približek obstoječemu stanju, ker v simulaciji vozila čakajo na potrebne razmake med vozili na glavni smeri za vključevanje ali prečkanje križišča, kar vodi v daljše zamude in kolone. V praksi se tako dolge kolone ne pojavljajo, ker vozila pogosto izsiljujejo prednost in s tem ogrožajo prometno varnost. Sicer pa je krak zelo obremenjen predvsem z levimi zavijalci, ki potrebujejo več časa pri prečkanju križišča. V križišču 1 na prednostni cesti ni zamud, na stranskih krakih pa se pojavljajo večje zamude. Zamude se pojavljajo na Cesti 2. grupe odredov, saj je le-ta v križišču 2 prednostna cesta, na križišču 1 pa je stranska cesta.



Slika 10: Dolžina kolone v križišču 1- Varianta 0



Slika 11: Dolžina kolone v križišču 2- Varianta 0

Iz slik vidimo povprečne, 95-percentilne in maksimalne kolone za določen krak. Kolone na glavnih smereh se pojavijo v času spuščenenih zapornic na železniškem prehodu. Zapora glavne smeri zaradi železniškega prometa skoraj popolnoma ohromi križišče 2. Med

železniškim prometom je delno ohromljeno tudi križišče 1, zaradi onemogočenega vključevanja vozil na Cesti 2. grupe odredov, saj kolona vozil sega vse do križišča 1. Najdaljša kolona se pojavlja na Cesti 2. grupe odredov, ki vodi do križišča 1, kjer kot stranska cesta prečka Ljubljansko cesto. Kolona vozil na Cesti 2. grupe odredov v križišču 1, se pojavlja zaradi velikega števila vozil, ki prečkajo križišče. Dolga kolona se pojavi tudi na Cesti 2. grupe odredov iz smeri križišča 1, kar je posledica zastojev ob železniškem prometu.

Železniški promet ohromi tudi promet v bližnjem krožnem križišču, saj kolona vozil zapolni Cesto 2. grupe odredov, ter tako onemogoči izvoz iz krožnega križišča.

4.3 Varianta 1: Semaforizacija križišč

Kot eno izmed možnih rešitev sem izvedla simulacijo s semaforizacijo obeh križišč. Program omogoča optimizacijo cikla ter optimizacijo dolžine posameznih faz.

Na križišču 1 je optimalna dolžina cikla 40 sekund. Na vseh krakih faza rdeče luči in faza zelene luči, traja 20 sekund.

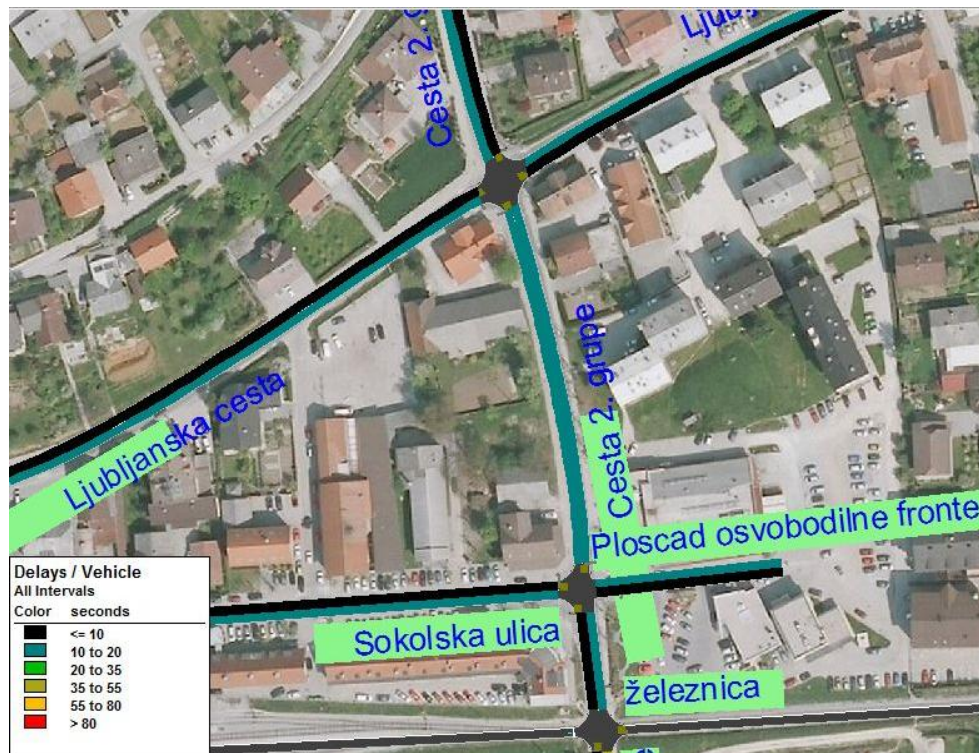
Na križišču 2 je optimalna dolžina cikla 60 sekund. Pri tem faza zelene luči na Cesti 2. grupe odredov traja 40 sekund, faza rdeče luči pa 20 sekund. Na stranskih krakih je faza zelene luči dolga 20 sekund.

V preglednici so prikazani izračunani nivoji uslug.

NIVO USLUG - VARIANTA 1												
križišče 1												
	↑	→	↓	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←
smer	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
povprečna zamuda (s/vozil)	16,7	16,9	12,2	21,9	18,4	14,8	26,3	19,1	15,4	25	21,2	17,3
NIVO USLUG	B	B	B	C	B	B	C	B	B	C	C	B
križišče 2												
	↑	→	↓	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←
smer	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
povprečna zamuda (s/vozil)	23,8	17,9	9,4	23,3	23,5	12,4	29,2	40,2	33	21,7	16,4	11,8
NIVO USLUG	C	B	A	C	C	B	C	D	C	B	B	B

Preglednica 5: Nivo uslug – Varianta 1

Na križišču 1 se nivo uslug na prednostnih cestah poslabša, na stranskih krakih pa izboljša, povsod pa je nivo uslug zadovoljiv. Na križišču 2 se na kraku iz Ploščadi osvobodilne fronte in na kraku s Sokolske ulice stanje bistveno izboljša in nivo uslug postane zadovoljiv. Na Cesti 2. grupe odredov se nivo uslug poslabša, vendar ostaja zadovoljiv.



Slika 12: Zamude – Varianta 1

Na sliki vidimo, da se zamude povečajo na Ljubljanski cesti, ter na Cesti 2. grupe odredov iz smeri križišča 1 proti križišču 2. Na vseh stranskih krakih v križišču 1 in križišču 2 se zamude zmanjšajo.



Slika 13: Dolžina kolone na križišču 1 – Varianta 1

Glede na obstoječe stanje se v križišču 1 dolžina kolone poveča na Ljubljanski cesti, na Cesti 2. grupe odredov pa se kolona zmanjša skoraj za polovico. Na Cesti 2. grupe odredov se kolona zmanjša zaradi zelene faze, ko vozila nemoteno prečkajo križišče. Na Ljubljanski cesti se dolžina kolone poveča, saj v obstoječem stanju ni treba čakati na zeleno fazo cikla, za prečkanje križišča.



Slika 14: Dolžina kolone v križišču 2 – Varianta 1

V križišču 2 se dolžina kolone glede na obstoječe stanje na Cesti 2. grupe odredov ne spremeni bistveno, pravzaprav se malenkost poveča zaradi ustavitve prometnega toka ob rdeči fazi semaforja, na stranskih krakih pa se dolžina kolone nekoliko zmanjša. Dolžina kolone iz Ploščadi osvobodilne fronte se zmanjša, saj imajo ob zeleni fazi vozila prosto pot za vključevanje, v obstoječem stanju pa predvsem veliko število levih zavijalcev čaka ustrezen kritični razmak za vključevanje v prometni tok.

Križišče je še vedno ohromljeno pri železniškem prehodu, ki onemogoča prečkanje križišča in nadaljevanje poti. Dolžina kolone na Cesti 2. grupe odredov iz smeri križišča 1 je še vedno predvsem posledica onemogočenega prečkanja križišča v času železniškega prometa.

Rešitev je glede na obstoječe stanje mogoča, vendar se stanje zamud, kolon in nivoja uslug ne izboljša na vseh krakih. Stanje se izboljša predvsem na stranskih krakih, ker imajo ob zeleni fazi prosto pot za vključevanje, na glavnih smereh pa se stanje poslabša zaradi rdeče faze. Z uvedbo semaforiziranega križišča bi izboljšali varnost pešcev pri prečkanju križišča ter tudi prometno varnost v križišču 1, kjer je slabša preglednost, povečali pa bi zamude na obstoječih glavnih smereh.

4.4 Varianta 2: Krožni križišči

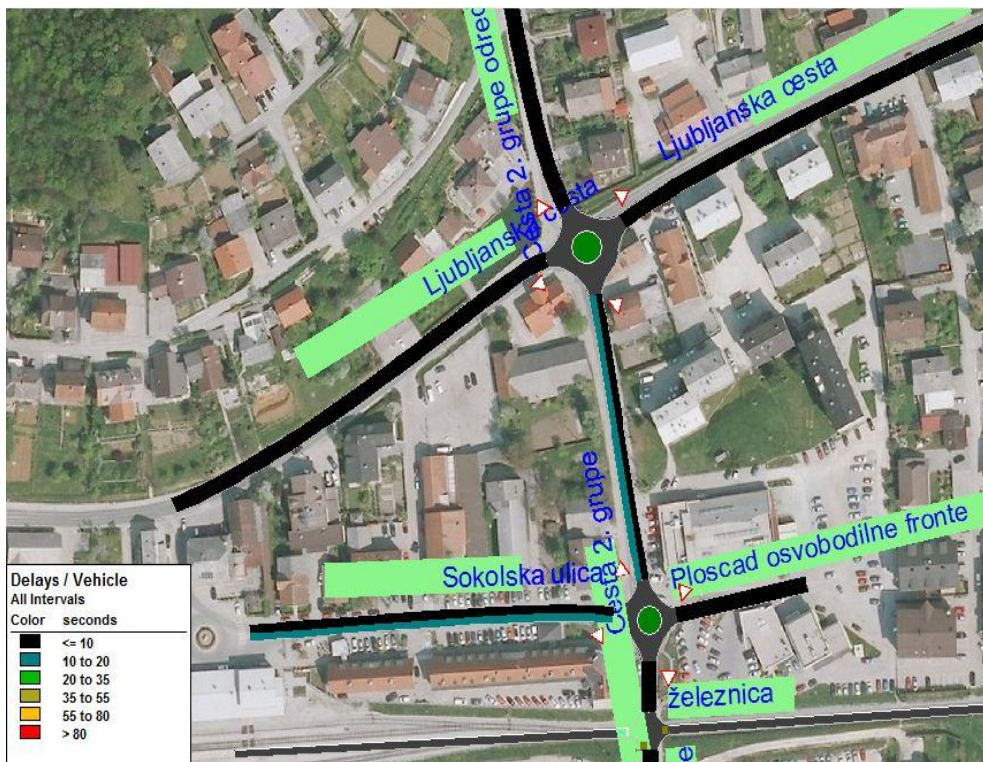
Pri iskanju rešitev sem obravnavala rešitev, kjer sta obe križišči preurejeni v enopasovni krožni križišči.

Izračunani nivoji uslug so podani v preglednici.

NIVO USLUG - VARIANTA 2												
križišče 1												
smer	↑	→	↓	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
povprečna zamuda (s/vozil)	7,5	8,8	7,6	5,4	6,1	5,7	4,9	5,4	4,9	5,8	7,8	6,2
NIVO USLUG	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
križišče 2												
smer	↑	→	↓	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
povprečna zamuda (s/vozil)	4,7	6,3	9,1	3,8	3,8	3,4	4,3	6,3	5,8	12	13	10,6
NIVO USLUG	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B

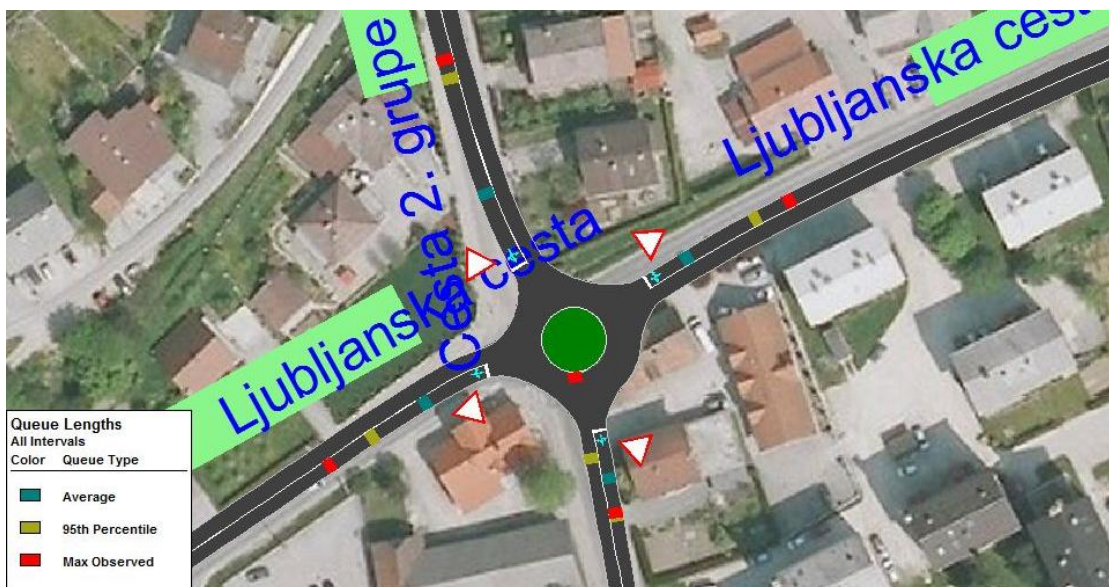
Preglednica 6: Nivo uslug – Varianta 2

Glede na obstoječe stanje se nivo uslug izboljša na obeh križiščih. Največja sprememba je na kraku s Ploščadi osvobodilne fronte, kjer se nivo uslug iz F glede na obstoječe stanje izboljša na nivo uslug A, prav tako so velike spremembe na kraku s Sokolske ulice. Na obeh križiščih je v predstavljeni varianti nivo uslug zadovoljiv.



Slika 15: Zamude – Varianta 2

Iz slike 14 vidimo, da se zamude glede na obstoječe stanje na Sokolski ulici ne spremenijo, na Cesti 2. grupe odredov iz smeri križišča 1 proti križišču 2 pa se zamude nekoliko povečajo. Zamude so posledica železniškega prehoda, ko je onemogočen izvoz iz krožnega križišča v križišču 2. Stanje se izboljša na Cesti 2. grupe odredov iz smeri Stične proti križišču 1, ter iz smeri križišča 2 proti križišču 1. Glede na obstoječe stanje se zamude zelo zmanjšajo na Ploščadi osvobodilne fronte. Zamude se zmanjšajo zaradi bolj tekočega prometnega toka skozi obe krožni križišči.



Slika 16: Dolžina kolone na križišču 1 – Varianta 2

V primeru krožnega križišča na križišču 1 se dolžina kolone na Ljubljanski cesti glede na obstoječe stanje ne poveča. Na Cesti 2. grupe odredov se dolžina kolone zelo zmanjša, saj je v primerjavi z obstoječim stanjem minimalna.



Slika 17: Dolžina kolone na križišču 2 – Varianta 2

Slika 17 prikazuje dolžino kolon v primeru krožnega križišča na križišču 2. Dolžina kolone se zmanjša na kraku iz Ploščadi osvobodilne fronte, drugje maksimalna dolžina kolone ostaja enaka ali malenkost daljša, kar je posledica železniškega prehoda, saj je takrat onemogočen izvoz na Cesto 2. grupe odredov v smeri železniškega prehoda, to pa zmanjša oziroma onemogoči pretočnost krožnega križišča. Povprečna kolona je na vseh krakih majhna.

Varianta 2 v obstoječi prostorski ureditvi ni mogoča zaradi prostorskih omejitev. Na križišču 1 je za izvedbo krožnega križišča potrebno več prostora, kot ga ima obstoječe križišče, dodatni prostor pa bi lahko zagotovili samo z rušenjem zgradbe ob križišču. Na križišču 2 bi za izgradnjo krožnega križišča posegali v prostor z zelenim pasom, ter parkirnimi prostori. Z izgradnjo bi zagotovili boljšo pretočnost skozi celotno obravnavano območje in večjo prometno varnost predvsem na križišču 1, kjer je preglednost slabša.

4.5 Varianta 3: Krožno križišče in prepovedano levo zavijanje

V varianti 3 je predstavljeno krožno križišče na križišču 1, v križišču 2 pa je na cesti Ploščad osvobodilne fronte prepovedano levo zavijanje. Levi zavijalci na kraku so preusmerjeni desno, kjer v krožnem križišču naredijo U – obrat in nadaljujejo pot po Cesti 2. grupe odredov. S tem malo obremenimo krožno križišče 1, ter križišče 2 v smeri naravnost na Cesti 2. grupe odredov iz smeri križišča 1.

V preglednici so predstavljeni nivoji uslug za predstavljeno varianto.

NIVO USLUG - VARIANTA 3													
križišče 1													
	↑	→	↓	↓	←	↑	↻	←	↑	→	→	↓	←
smer	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBU	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
povprečna zamuda (s/vozil)	8,7	9,5	8,6	5,4	6,1	5,7	6,2	6,5	6,7	6,6	6,9	7,4	6,3
NIVO USLUG	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
križišče 2													
	↑	→	↓	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←	
smer	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	
povprečna zamuda (s/vozil)	37,5	53,9	22,3		47,2	25,7	9,1	6	4,5	13,9	9	6,8	
NIVO USLUG	E	F	C		E	D	A	A	A	B	A	A	

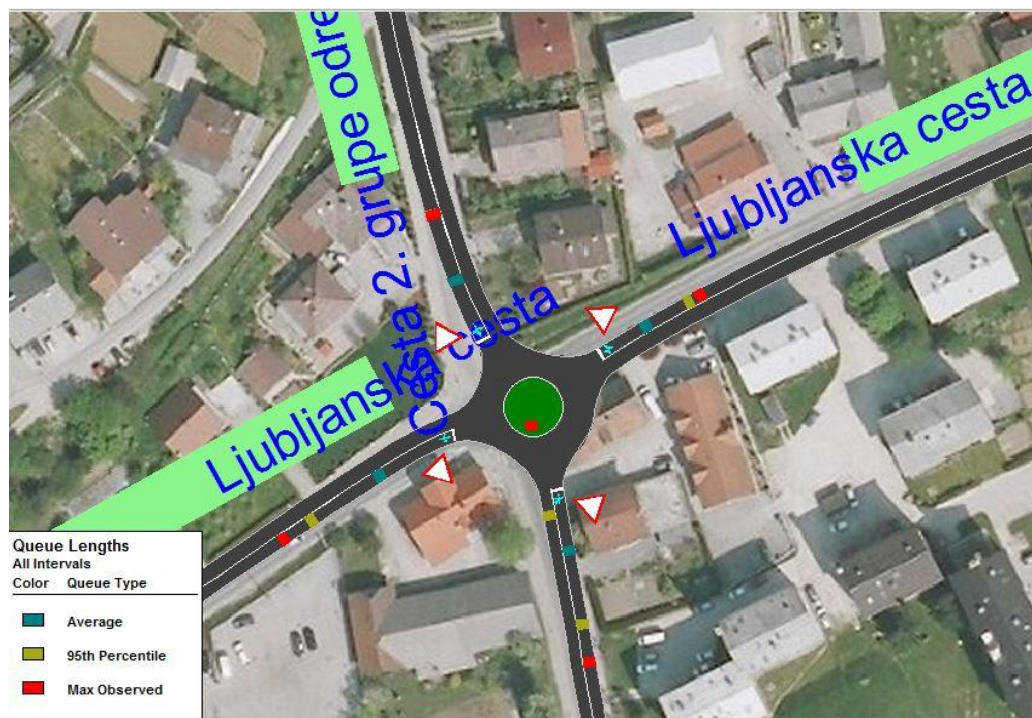
Preglednica 7: Nivo uslug – Varianta 3

V varianti 4 je v križišču 1 skozi celotno križišče nivo uslug A. V križišču 2 se na kraku s Ploščadi osvobodilne fronte stanje izboljša, pojavljajo pa se večje zamude v smeri naravnost. Na kraku s Sokolske ulice se nivo uslug glede na obstoječe stanje poslabša in je v smeri naravnost nezadovoljiv.



Slika 18: Zamude – Varianta 3

Zamude niso opazne na križišču 1, ker s krožnim križiščem zagotovimo boljšo pretočnost prometnega toka skozi križišče. Z varianto 3 povečamo zamude na Sokolski ulici, saj povečamo število vozil iz križišča 1 v smeri naravnost (na Cesti 2. grupe odredov), s tem pa je manj kritičnih razmakov za vključevanje vozil v prometni tok. S prepovedanim levim zavijanjem zmanjšamo zamude na kraku s Ploščadi osvobodilne fronte.



Slika 19: Dolžina kolone v križišču 1– Varianta 3

V primerjavi z obstoječim stanjem je vidno zmanjšanje povprečne kolone na križišču 1, predvsem na Cesti 2. grupe odredov, kjer je sedaj minimalna.



Slika 20: Dolžina kolone v križišču 2 - Varianta 3

V primerjavi z obstoječim stanjem se v križišču 2 kolona poveča na kraku s Sokolske ulice, na kraku s Ploščadi osvobodilne fronte pa se kolona vozil nekoliko zmanjša. Kolona na Cesti 2. grupe odredov iz smeri križišča 1 proti križišču 2 nastaja zaradi onemogočenega prečkanja železniškega prehoda v času železniškega prometa.

Varianta 3 izboljša pretočnost prometa v križišču 1, predvsem na Cesti 2. grupe odredov, ki je v obstoječem stanju podrejena smer. Na križišču 2 zmanjšamo zamude na kraku s Ploščadi osvobodilne fronte, vendar povečamo zamude na kraku s Sokolske ulice, saj s predstavljenimi variantami dobimo manj kritičnih razmakov za varno vključevanje v prometni tok. Mislim, da bi vključevanje s Sokolske ulice lahko postalo bolj konfliktno, ker vozniki ne bi želeli dolgo čakati na ustrezni kritični razmak, zato bi izkoriščali minimalne vrzeli in s tem povečali možnosti za prometne nesreče. Na obstoječem stanju za izvedbo variante 3 v križišču 1 nimamo potrebnega prostora za postavitve krožnega križišča. Rešitev se mi ne zdi smiselna, saj imajo druge variante boljše rezultate.

4.6 Varianta 4: Krožno križišče in obvezna smer desno

Rešitev s krožnim križiščem in prepovedanim levim zavijanjem ni prinesla bistvenih sprememb glede na obstoječe stanje v križišču 2, zato sem preverila še varianto s krožnim križiščem v križišču 1 in obvezno smerjo desno na kraku s Ploščadi osvobodilne fronte.

Vozniki, ki želijo na kraku s Ploščadi osvobodilne fronte zaviti levo ali naravnost, morajo sedaj zaviti desno, na krožnem križišču 1 narediti U – obrat, potem nadaljujejo pot po Cesti 2. grupe odredov do križišča 2, kjer zavijejo desno ali prečkajo križišče. S tako prometno ureditvijo obremenimo krožno križišče, posledično tudi križišče 2, saj se število vozil na prednosti cesti poveča in tako zmanjšuje možnost prečkanja križišča s kraka Sokolske ulice.

Izračunani nivoji uslug so podani v preglednici 5.

NIVO USLUG - VARIANTA 4													
križišče 1													
	↑	→	↓	↓	←	↑	↻	←	↑	→	→	↓	←
smernost	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBU	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
povprečna zamuda (s/vozil)	10,6	10,5	9,3	5,7	6,8	6,1	7	7,8	7,1	6,1	9,4	10,8	8,5
NIVO USLUG	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A

križišče 2													
	↑	→	↓	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←	
smernost	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	
povprečna zamuda (s/vozil)	43,7	46,9	19			7,1	10,7	7,4	5,9	14,7	10,7	9,2	
NIVO USLUG	E	E	C			A	B	A	A	B	B	A	

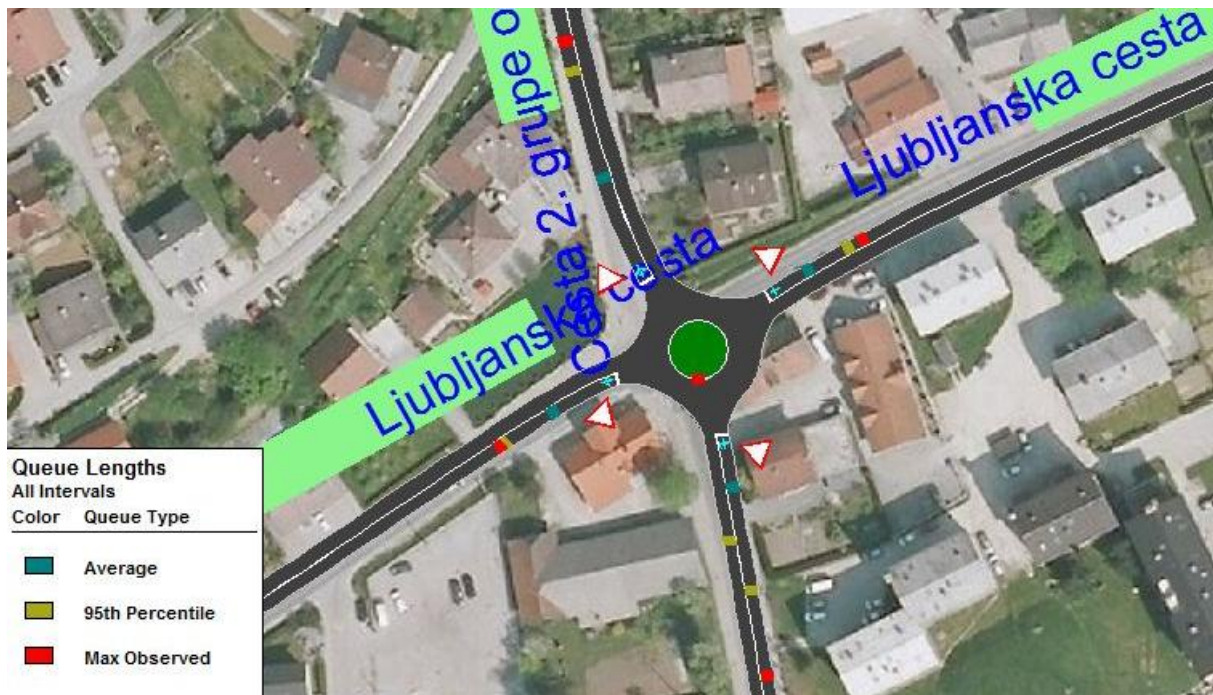
Preglednica 8: Nivo uslug – Varianta 4

S to varianto bolj obremenimo križišče 1 kot z varianto 3, saj se nivo uslug na nekaterih smereh poslabša, vendar nivo uslug ostaja zadovoljiv. Na Cesti 2. grupe odredov v križišču 2 je nivo uslug zadovoljiv. Nivo uslug je zadovoljiv tudi na kraku s Sokolske ulice, vendar v smeri naravnost in levo na meji zadovoljivosti. Najbolj opazna sprememba je na kraku s Ploščadi osvobodilne fronte, kjer se nivo uslug s F izboljša na nivo uslug A.



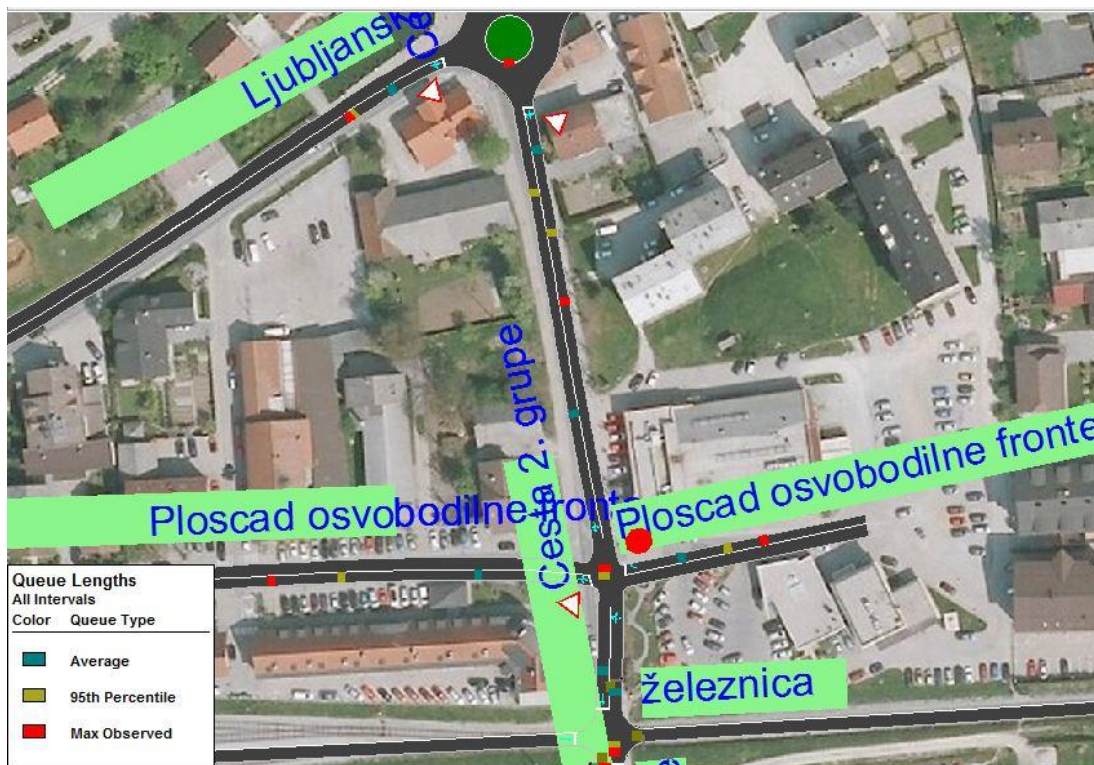
Slika 21: Zamude – Varianta 4

Zamude pri obravnavani varianti se glede na obstoječe stanje zmanjšajo na vseh krakih, razen na kraku s Sokolske ulice, kjer se zamude povečajo. V primerjavi z varianto 3 se zamude s kraka Sokolske ulice zmanjšajo, na kraku s Ploščadi osvobodilne fronte pa zamude postanejo minimalne.



Slika 22: Dolžina kolone v križišču 1 – Varianta 4

Na križišču 1 se dolžina kolone v primerjavi z obstoječim stanjem zmanjša na Cesti 2. grupe odredov, na Ljubljanski cesti pa ostaja nespremenjena. Glede na varianto 3 se kolona na Cesti 2. grupe odredov malo poveča, na Ljubljanski cesti ostaja nespremenjena.



Slika 23: Dolžina kolone v križišču 2 - Varianta 4

Na križišču 2 se dolžina kolone na Sokolski ulici v primerjavi z obstoječim stanjem poveča, v primerjavi z varianto 3 pa se zmanjša. Dolžina kolone s kraka Ploščadi osvobodilne fronte se zmanjša glede na obstoječe stanje in varianto 3, na Cesti 2. grupe odredov pa dolžina ostaja nespremenjena.

V primerjavi z varianto 3 se nivo uslug izboljša, skrajša dolžina kolone in skrajša čas zamud. Glede na obstoječe stane izboljšamo pretok skozi križišče 1 in zmanjšamo čas zamud na kraku s Ploščadi osvobodilne fronte, saj se vozniki zaradi obvezne smeri desno bolj tekoče vključujejo v prometni tok. Ker povečamo število vozil, ki prečkajo križišče 2, imajo vozniki s kraka Sokolske ulice manj kritičnih razmakov za vključitev v prometni tok, s tem pa se podaljša dolžina kolone in čas zamud. Ob železniškem prehodu so še vedno daljše kolone na Cesti 2. grupe odredov. Za izvedbo variante 4 bi na obstoječem stanju potrebovali večji prostorski poseg za izgradnjo krožnega križišča v križišču 1.

4.7 Varianta 5: Spremenjena prometna signalizacija

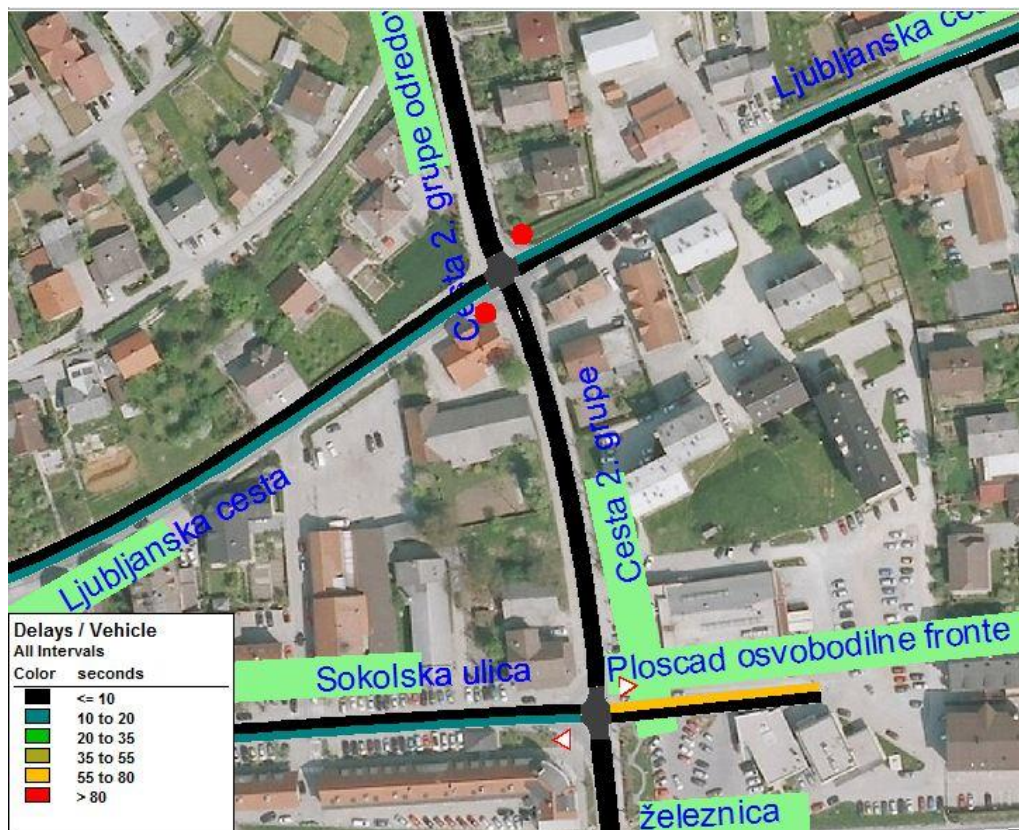
Ker so rešitve s krožnim križiščem v križišču 1 zaradi prostorskih razmer neizvedljive, sem želela najti rešitev, ki bi bila izvedljiva, zato sem na križišču 1 spremenila prometno signalizacijo. V obravnavani rešitvi je Cesta 2. grupe odredov prednostna cesta na obeh križiščih, stranski krak pa je postala Ljubljanska cesta. Križišče 1 je v tej rešitvi na obeh krakih Ljubljanske ceste opremljen s prometnim znakom 2102 (ustavi). Za prometni znak 2102 (ustavi) sem se odločila, ker je v križišču slaba preglednost in je potrebna previdnost pri prečkanju križišča. Križišče 2 je v predlagani rešitvi na kraku s Ploščadi osvobodilne fronte in

na kraku s Sokolske ulice opremljen s prometnim znakom 2101 (križišče/cestni priključek s prednostno cesto).

NIVO USLUG - VARIANTA 5												
križišče 1												
	↑	→	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←	
smer	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
povprečna zamuda (s/vozil)	25,6	28,9	23,6	21	21,3	15,8	4,4	2,1	1,7	4,4	2,4	1,5
NIVO USLUG	D	D	C	C	C	C	A	A	A	A	A	A
križišče 2												
	↑	→	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←	
smer	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
povprečna zamuda (s/vozil)	26,5	38,3	17,1	44,1	42,7	28	6,5	5,2	5	7,1	6,2	3,7
NIVO USLUG	D	E	C	E	E	D	A	A	A	A	A	A

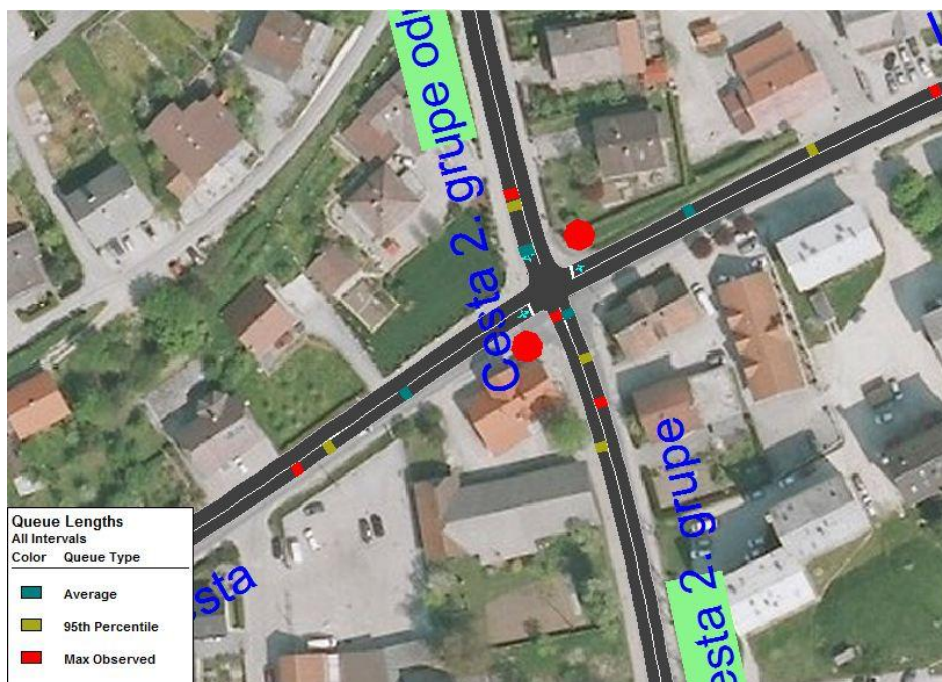
Preglednica 9: Nivo uslug – Varianta 5

Nivo uslug se na Ljubljanski cesti glede na obstoječe stanje poslabša, na Cesti 2. grupe odredov pa izboljša. V križišču 2 se nivo uslug izboljša na vseh krakih, vendar je na stranskih krakih na meji sprejemljivosti.



Slika 24: Zamude – Varianta 5

V križišču 1 se zamude povečajo na Ljubljanski cesti, saj je v prikazani varianti stranski krak, v obstoječem stanju pa je prednostna cesta in ima minimalne zamude. Minimalne zamude nastajajo na Cesti 2. grupe odredov, ki je v predstavljeni rešitvi prednostna cesta na obeh križiščih. V križišču 2 se zamude zmanjšajo s Ploščadi Osvobodilne fronte, na Sokolski ulici pa ostajajo enake.



Slika 25: Dolžina kolone v križišču 1 – Varianta 5

V primerjavi z obstoječim stanjem je dolžina kolone na Cesti 2. grupe odredov zelo majhna, na Ljubljanski cesti pa se dolžina kolone poveča, zaradi vključevanja na prednostno cesto.



Slika 26: Dolžina kolone v križišču 2 - Varianta 5

Dolžina kolone se glede na obstoječe stanje na nobenem kraku ne spremeni bistveno. Dolžina kolone v križišču 2 na Cesti 2. grupe odredov je še vedno v veliki meri odvisna od

železniškega prometa, saj v času, ko ni železniškega prometa promet čez križišče teče tekoče.

Predstavljena rešitev je izvedljiva, vendar glede na obstoječe stanje izboljšamo samo križišče 1. V križišču 2 se stanje bistveno ne spremeni. Predlagana rešitev izboljšuje preglednost v križišču 1, saj bi vozniki na neprednostni Ljubljanski cesti imeli boljšo preglednost za vključevanje na križišču, kot jo imajo na obstoječem stanju vozniki na neprednostnem kraku na Cesti 2. grupe odredov. Rešitev za križišče 2 nima pomembne vloge, zato sem iskala drugo možno rešitev.

4.8 Varianta 6: Spremenjena prometna signalizacija in razširjeni pas za leve zavijalce

Ker rešitev s spremenjeno prometno signalizacijo ni bistveno izboljšala obstoječega stanja na križišču 2, sem naredila še rešitev, kjer sem na krak iz Ploščadi Osvobodilne fronte dodala razširjen pas za leve zavijalce. Za razširjen pas sem se odločila, saj so levi zavijalci razlog za dolge zamude in kolone na omenjenem kraku. Razširitveni pas je dolg 15 metrov, konusna dolžina pasu pa je 7,5 metra.

V preglednici so podani nivoji uslug za varianto 6.

NIVO USLUG - VARIANTA 6												
	križišče 1											
	↑	→	↓	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←
<i>smer</i>	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
<i>povprečna zamuda (s/vozil)</i>	34,3	34,1	30,1	22	23,4	16,7	4,5	2,3	1,8	4,7	2,5	1,5
<i>NIVO USLUG</i>	D	D	D	C	C	C	A	A	A	A	A	A
	križišče 2											
	↑	→	↓	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←
<i>smer</i>	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
<i>povprečna zamuda (s/vozil)</i>	30,6	36,9	16	44,8	26,3	8,4	6,8	5,3	4,8	8	6,7	3,5
<i>NIVO USLUG</i>	D	E	C	E	D	A	A	A	A	A	A	A

Preglednica 10: Nivo uslug - Varianta 6

Na križišču 1 se nivo uslug glede na varianto 5 ne spremeni in je na vseh krakih zadovoljiv. Glede na varianto 5 se nivo uslug v križišču 2 na Cesti 2. grupe odredov in na kraku s Sokolske ulice ne spremeni. Na kraku s Ploščadi osvobodilne fronte se nivo uslug zelo izboljša v smeri naravnost in desno, v smeri levo pa je nivo uslug na meji zadovoljivosti.



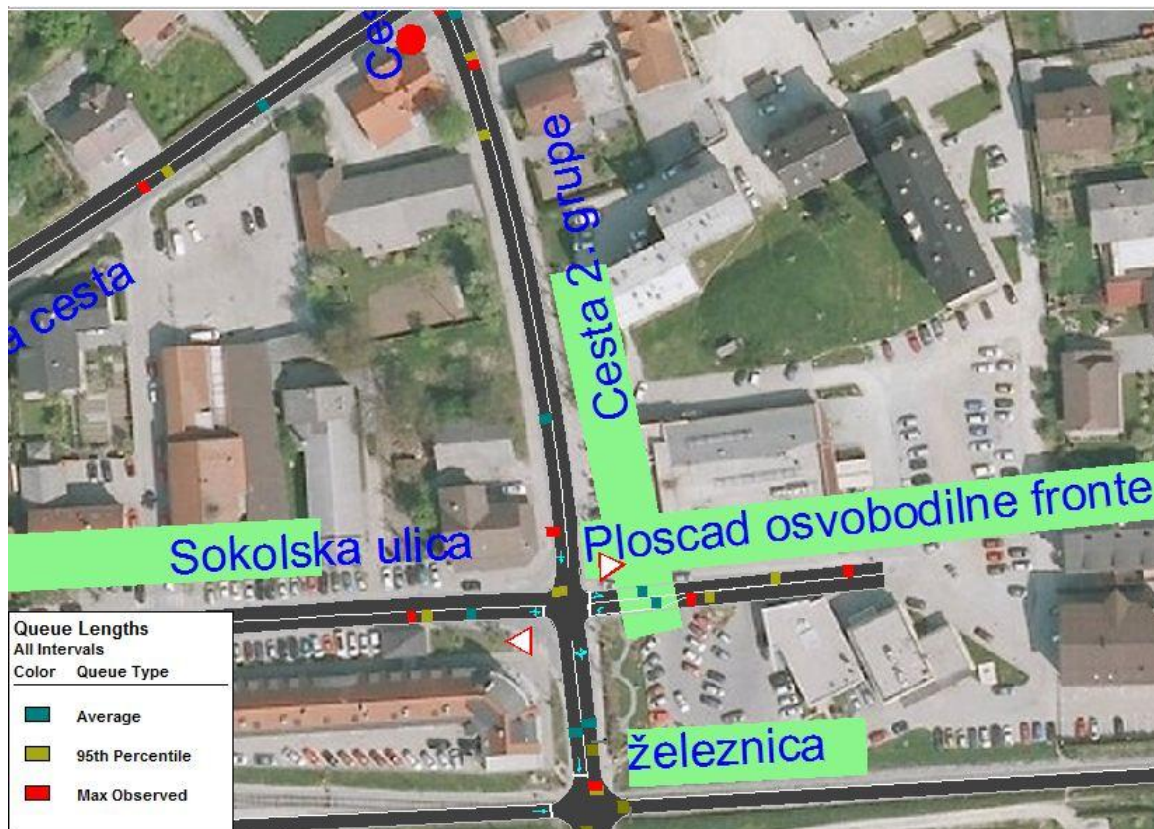
Slika 27: Zamude - Varianta 6

V primerjavi z varianto 5 se zamude zmanjšajo predvsem na kraku s Ploščadi osvobodilne fronte, povečajo pa se na Ljubljanski cesti s smeri Višnje Gore.



Slika 28: Dolžina kolone v križišču 1 - Varianta 6

V primerjavi z varianto 5 se dolžina kolone malenkost podaljša na Ljubljanski cesti, na Cesti 2. grupe odredov se malenkost zmanjša.



Slika 29: Dolžina kolone v križišču 2 - Varianta 6

Glede na varianto 5 se dolžina kolone zmanjša na Sokolski ulici ter na kraku s Ploščadi Osvobodilne fronte. Na Cesti 2. grupe odredov se dolžina kolone ne spremeni.

Rešitev je izvedljiva, vendar bi bil potreben poseg v urbano ureditev na križišču 2. Varianta 6 je dopolnitev variante 5, s katero izboljšamo nivo uslug, skrajšamo dolžino kolone in zamude na kraku s Ploščadi osvobodilne fronte, saj omogočimo hitrejše vključevanje desnih zavijalcev v prometni tok. Ob železniškem prometu še vedno prihaja do daljših kolon in zamud. Mislim, da varianta 6 ni med boljšimi rešitvami.

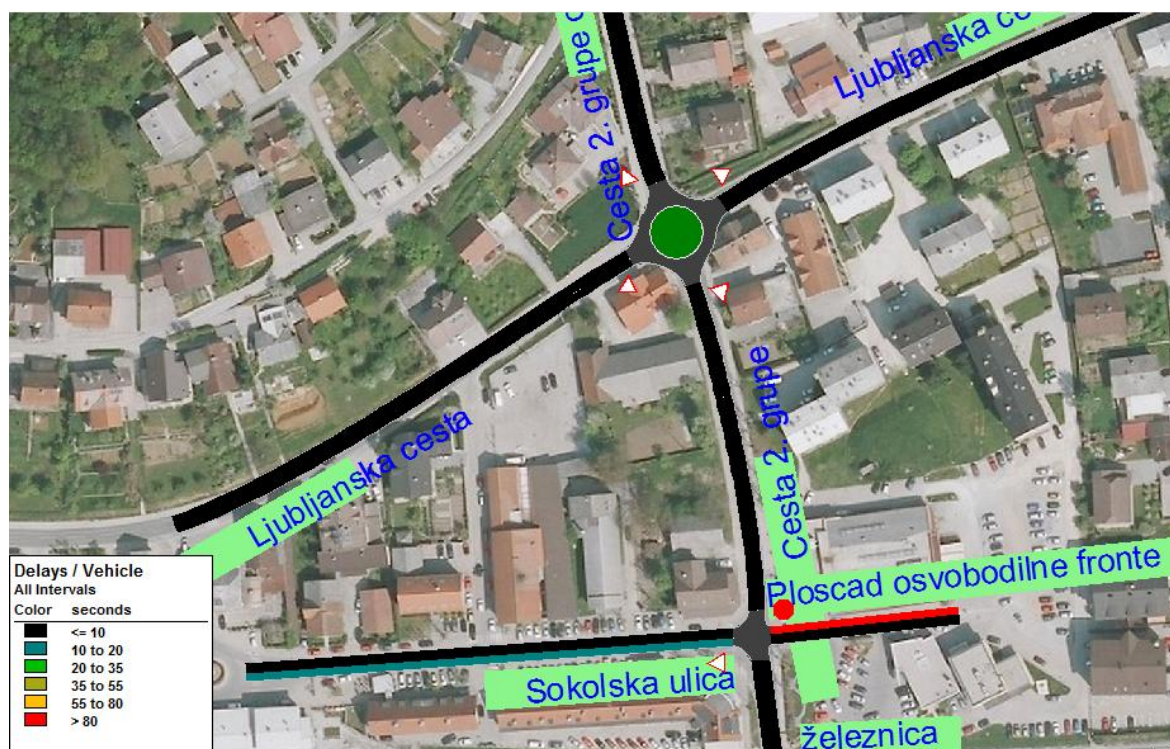
4.9 Varianta 7: Krožno križišče v križišču 1

Ker je v OPPN Ivančne Gorice predvidena izgradnja krožnega križišča na križišču 1, sem naredila tudi simulacijo, ko imamo v križišču 1 krožno križišče, križišče 2 pa ostaja nespremenjeno. V preglednici so predstavljeni nivoji uslug za varianto 7.

NIVO USLUG - VARIANTA 7												
križišče 1												
	↑	→	↓	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←
smer	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
povprečna zamuda (s/vozil)	6,1	7,1	6,6	5,6	5,8	5	4,6	5,6	5	5,4	6,5	5,2
NIVO USLUG	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
križišče 2												
	↑	→	↓	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←
smer	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
povprečna zamuda (s/vozil)	27,3	33,1	15,9	79	62,9	56,3	7	5,2	5	9,4	7,3	5,6
NIVO USLUG	D	D	C	F	F	F	A	A	A	A	A	A

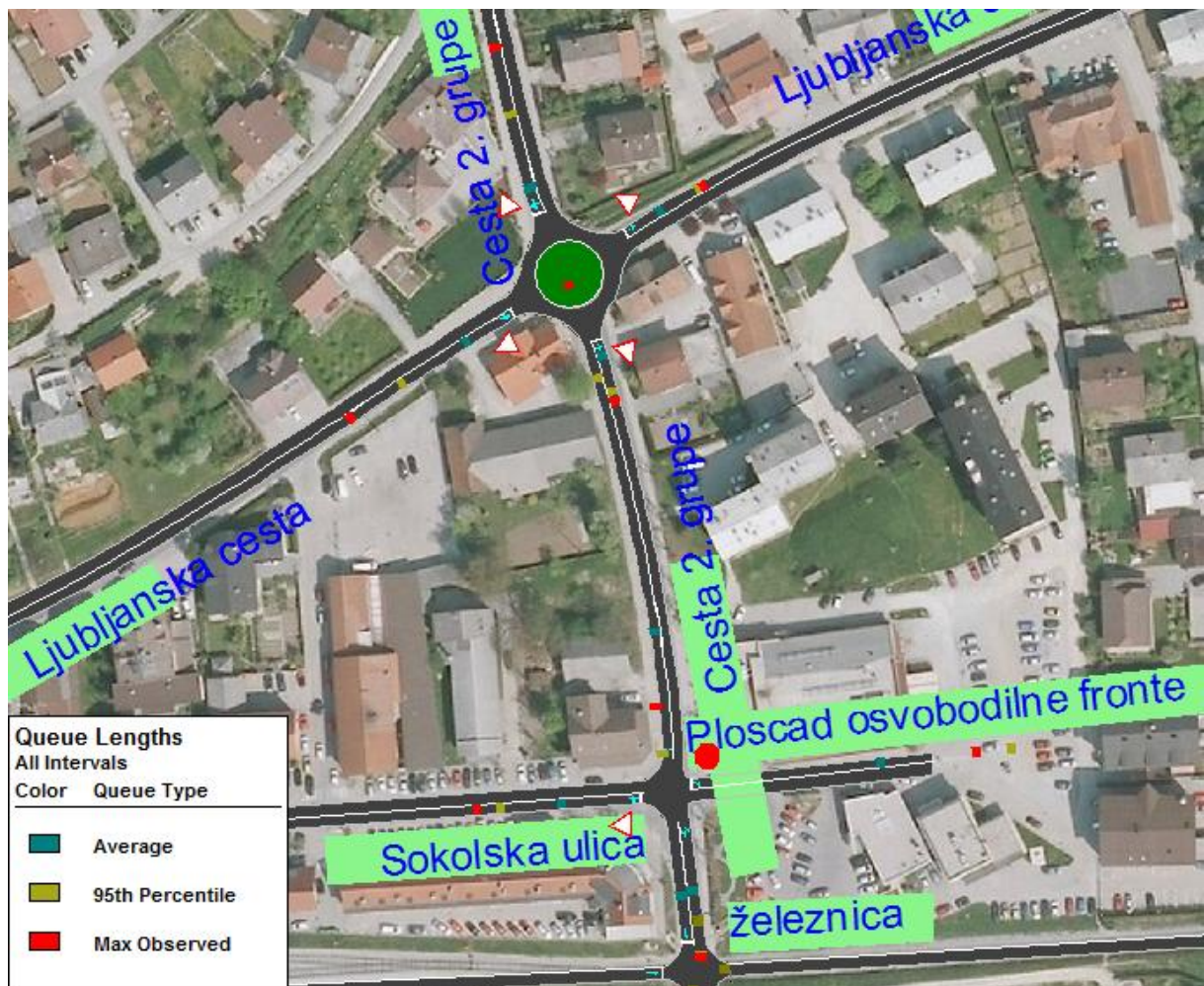
Slika 30: Nivo uslug - Varianta 7

V križišču 1 so nivoji uslug na vseh krakih zelo zadovoljivi. V križišču 2 so na prednostni cesti nivoji uslug zadovoljivi na stranski cesti s Ploščadi osvobodilne fronte pa so nezadovoljivi.



Slika 31: Zamude - Varianta 7

Iz slike vidimo, da se zamude pojavljajo na Sokolski ulici in na kraku s Ploščadi osvobodilne fronte, kjer so zamude neustrezne.



Slika 32: Dolžina kolone - Varianta 7

Dolžina kolone v križišču 1 je na vseh krakih minimalna, v križišču 2 pa se kolone pojavljajo predvsem na stranskih cestah. Kolona na Cesti 2. grupe odredov v smeri železniškega prehoda, je posledica zaustavitve prometnega toka ob železniškem prehodu.

V varianti 7 vidimo, da je rešitev s križnim križiščem v križišču 1 primerna in z njo poleg večje pretočnosti zagotovimo še boljšo prometno varnost, zaradi zmanjšanja hitrosti. Vendar pa je varianta v križišču 2 neustrezna, saj se na stranskih cestah pojavljajo daljše kolone in zamude, predvsem na kraku s Ploščadi osvobodilne fronte. Menim, da bi bilo potrebno preurediti tudi križišče 2, da bi dobili ustrezne nivoje uslug s stranskih cest, dve možnosti sta prikazani v varianti 3 in 4.

4.10 Varianta 0 čez dvajset let

Podatki o prometnih obremenitvah so objavljeni na straneh Ministrstva za promet, Direkcije RS za infrastrukturo. V bližini obravnavanih križišč so 3 avtomatska števna mesta: Mrzlo Polje, Ivančna Gorica in Zgornja Draga. V naslednjih preglednicah so podane prometne obremenitve za omenjena števna mesta in letna rast prometa.

LETO	Tip števca	Vsa vozila (PLDP)	Letna rast prometa (%)
2004	QLTC10	9.506	
2005	QLTC10	9.864	3,8
2006	QLTC10	10.288	4,3
2007	QLTC10	10.300	0,1
2008	QLTC10	6.500	-36,9
2009	QLTC10	6.640	2,2
2010	QLTC10	6.743	1,6
2011	QLTC10	6.729	-0,2
2012	QLTC10	6.499	-3,4
2013	QLTC10	6.477	-0,3
POVPREČNA RAST PROMETA (2009 – 2013)			-0,50

Preglednica 11: Prometne obremenitve za števno mesto 289 Ivančna Gorica

LETO	Tip števca	Vsa vozila (PLDP)	Letna rast prometa (%)
2004	QLD6	6.341	
2005	QLD6	6.688	5,47
2006	QLD6	6.665	-0,34
2007	QLD6	7.018	5,30
2008	QLD6	6.993	-0,36
2009	QLD6	6.887	-1,52
2010	QLD6	6.899	0,17
2011	QLD6	6.709	-2,75
2012	QLD6	6.695	-0,21
2013	QLD6	6.668	-0,40
POVPREČNA RAST PROMETA (2009 – 2013)			-0,64

Preglednica 12: Prometne obremenitve za števno mesto 387 Mrzlo Polje

LETO	Tip števca	Vsa vozila (PLDP)	Letna rast prometa (%)
2004	ŠTEVNO MESTO OD LETA 2005		
2005	QLD5	1.802	
2006	QLD5	1.803	0,06
2007	QLD5	1.903	5,55
2008	QLD5	1.999	5,04
2009	QLD5	1.967	-1,60
2010	QLD5	1.917	-2,54
2011	QLD5	1.962	2,35
2012	QLD5	1.886	-3,87
2013	QLD5	1.891	0,27
POVPREČNA RAST PROMETA (2009 – 2013)			-0,78

Preglednica 13: Prometne obremenitve za števno mesto 436 Zgornja Draga

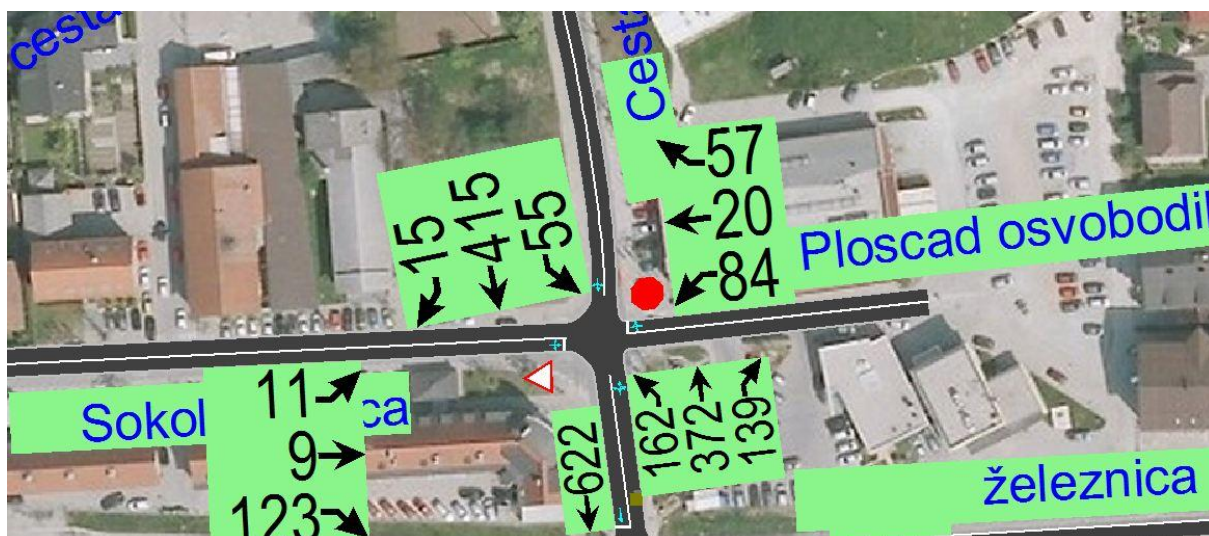
Na števnom mestu Ivančna Gorica opazimo velik upad prometa leta 2008, kar je posledica gospodarske krize, zato sem obravnavala podatke od leta 2009 naprej. Na vseh števnihih mestih je opazno nihanje prometa, v zadnjih letih rast celo nekoliko vpada. V povprečju promet minimalno pada, kar je posledica trenutne gospodarske situacije, zato sem s predvidevanjem, da bo pričakovana letna prometna rast 1 %, na varni strani.

V simulacijah sem to upoštevala tako, da sem v program vnesla faktor rasti (1.22). Program je sedanje prometne obremenitve na vseh krakih v vseh smereh povečal za faktor rasti. Faktor sem izračunala po formuli za izračun faktorja rasti ($f_{rasti} = (1 + p)^n = (1 + 0,01)^{20} = 1,22$).

Dobljene prometne obremenitve so prikazane na naslednjih slikah.



Slika 33: Prometne obremenitve v križišču 1 čez dvajset let



Slika 34: Prometne obremenitve v križišču 2 čez dvajset let

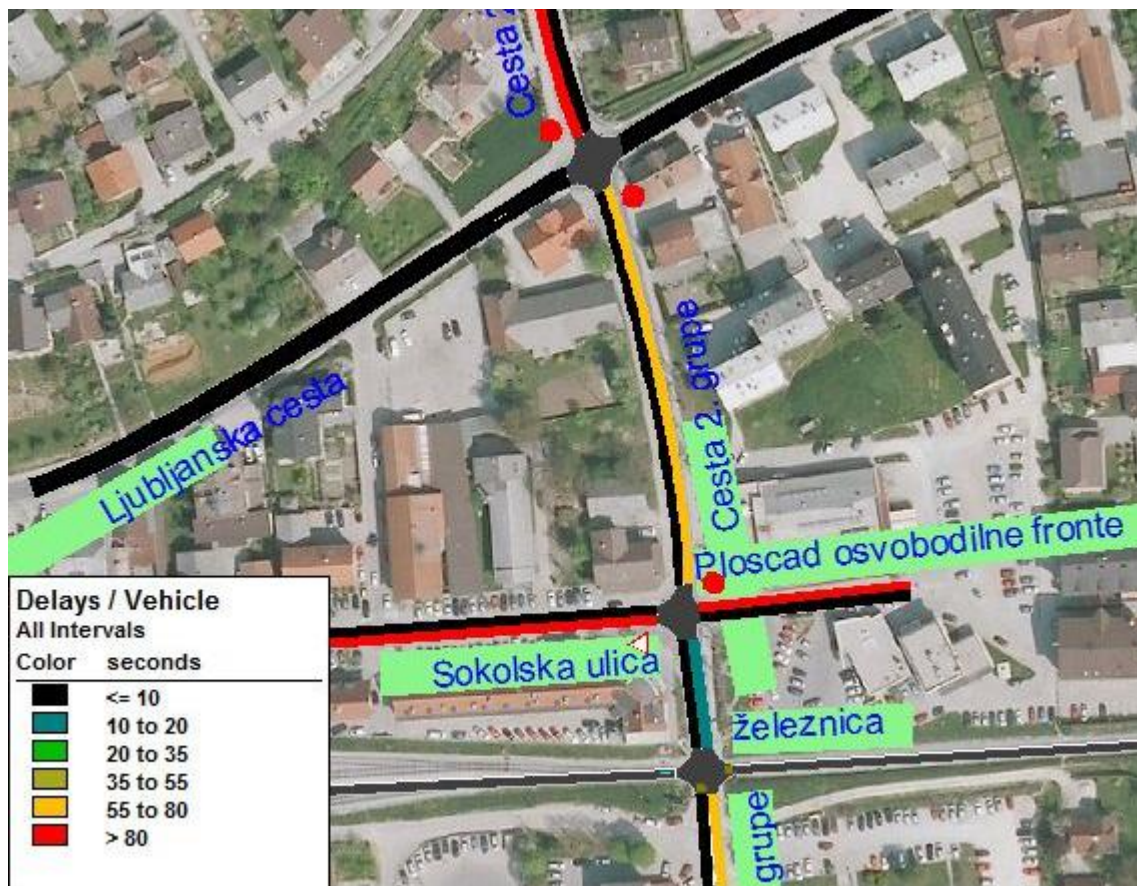
V simulaciji nisem spremenila zamud zaradi železniškega prometa, saj nimam ustreznih podatkov, koliko bi se le ta povečal oziroma zmanjšal.

Dobljeni nivoji uslug so prikazani v naslednji preglednici.

NIVO USLUG - OBSTOJEČA UREDITEV													
križišče 1													
	↑	→	↓	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←	
smer	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	VSE
povprečna zamuda (s/vozil)	4,9	3,7	2,5	6,4	3,3	2,6	102,9	90,0	94,3	3331,3	288,9	309,8	94,8
NIVO USLUG	A	A	A	A	A	A	F	F	F	F	F	F	F
križišče 2													
	↑	→	↓	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←	
smer	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	VSE
povprečna zamuda (s/vozil)	77,3	89,6	52,1	446,7	496,1	374,1	55,8	55,4	68,6	15,5	8,8	5,6	72,9
NIVO USLUG	F	F	F	F	F	F	F	F	F	C	A	A	F

Preglednica 14: Nivo uslug - Varianto 0 čez dvajset let

Na križišču 1 se v planski dobi stanje na glavni prometni smeri ne spremeni bistveno, promet poteka tekoče. Stanje se bistveno poslabša na stranskih cestah, kjer je nivo uslug v vseh smereh F, z zelo velikimi zamudami. Preureditev križišča bo zato nujna, saj bo križišče sicer povsem neprimerno. Stanje se bo poslabšalo tudi na križišču 2, ki bo neprimerno na praktično vseh krakih, razen na Cesti 2. grupe odredov iz smeri križišča 1. Tudi križišče 1 bo brez sprememb neprimerno.



Slika 35: Zamude - Varianta 0 čez dvajset let

Na križišču 1 se predvidene zamude zelo povečajo na stranskih krakih, na glavni smeri pa se stanje ne spremeni. Na križišču 2 se predvidene zamude poslabšajo na kraku s smeri Sokolske ulice, ter tudi na kraku Ceste 2. grupe odredov s smeri železniškega prehoda. Povečanje zamud na kraku Ceste 2. grupe odredov je predvsem posledica povečanja zamud v križišču 1, kar posledično hromi tudi križišče 2.



Slika 36: Dolžina kolone – Varianta 0 čez dvajset let

V planski dobi bo v varianti 0 (obstoječa ureditev) dolžina kolone povečana predvsem na stranskih krakih križišč, ki postanejo preobremenjeni.

4.11 Varianta 2 čez dvajset let

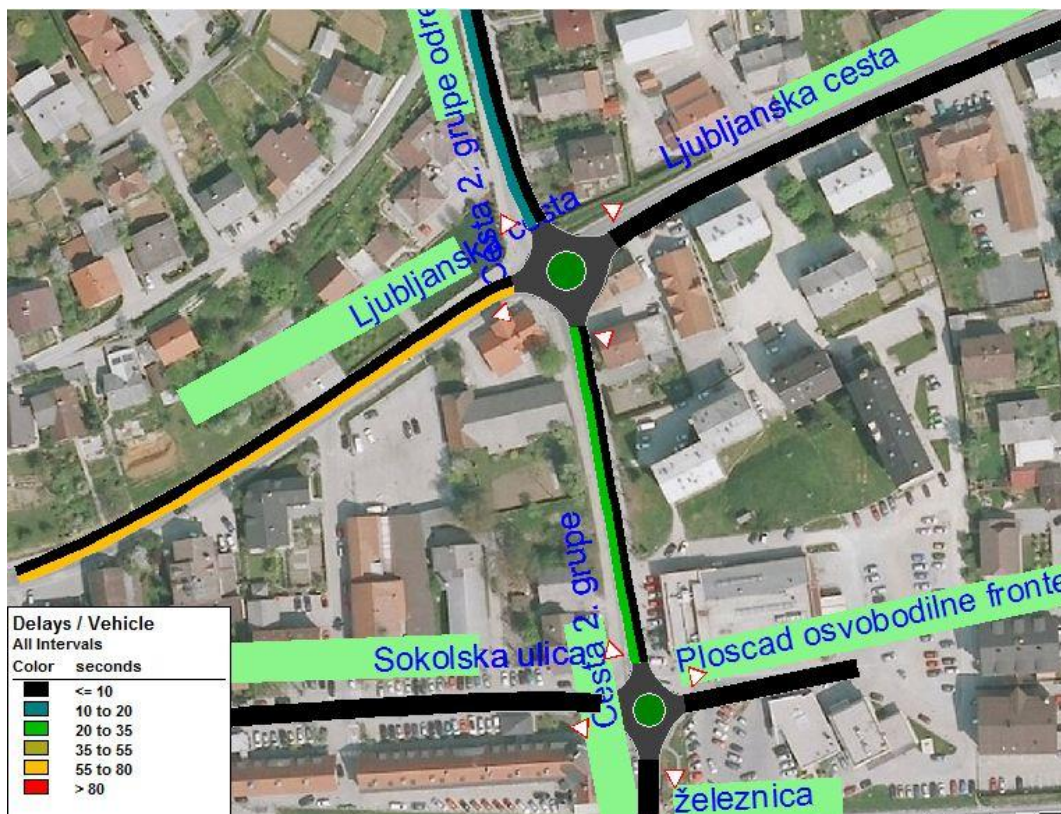
Med predstavljenimi rešitvami ima krožno križišče najboljše rezultate, zato me je zanimalo ali bi bila taka ureditev primerna tudi čez 20 let.

V preglednici so podani nivoji uslug za varianto 2 (krožni križišči).

NIVO USLUG - VARIANTA 2												
križišče 1												
	↑	→	↓	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←
smer	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
povprečna zamuda (s/vozil)	28,7	26,7	26,3	7,1	8,3	7,9	6,3	6,5	6,3	16,8	16,1	15,8
NIVO USLUG	D	D	D	A	A	A	A	A	A	C	C	C
križišče 2												
	↑	→	↓	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←
smer	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
povprečna zamuda (s/vozil)	6,9	9,8	10,5	6,6	4,8	5,9	17,3	16	15,3	29,8	27	23,2
NIVO USLUG	A	A	B	A	A	A	C	C	C	D	D	C

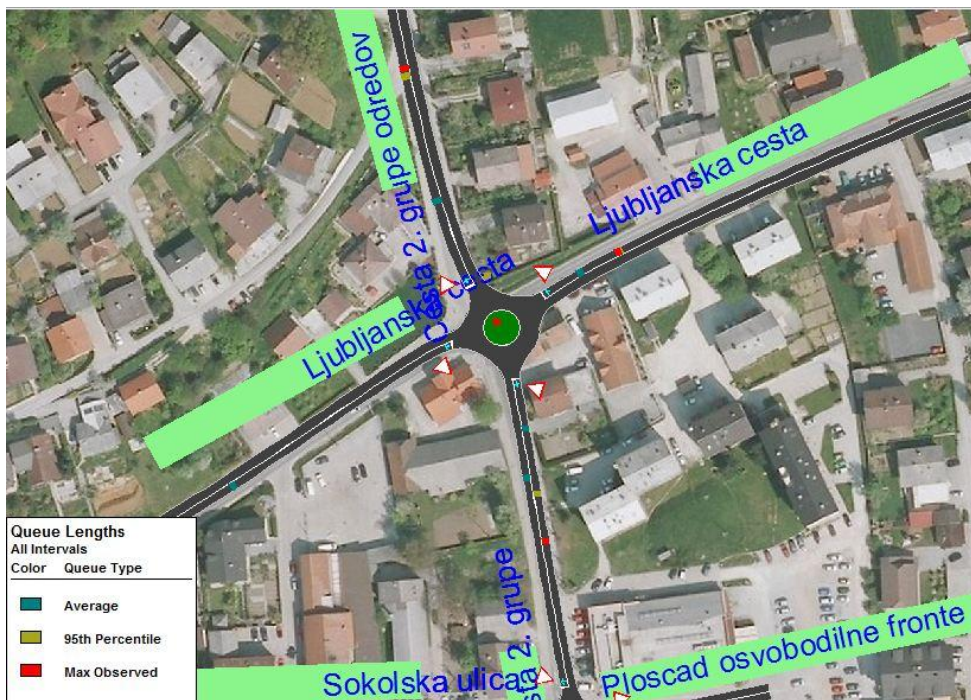
Preglednica 15: Nivo uslug – Varianta 2 čez dvajset let

Na križišču 1 se nivo uslug poslabša predvsem na kraku Ljubljanske ulice iz smeri Višnje Gore, ter na kraku Ceste 2. grupe odredov iz smeri Stične, ker vključevanje v krožno križišče ni več tako tekoče. Na križišču 2 se nivo uslug poslabša na Cesti 2. grupe odredov v obe smeri. Obstoječa prometna ureditev je čez 20 let neprimerna, prikazana rešitev pa še vedno zagotavlja ustrezno pretočnost prometa.



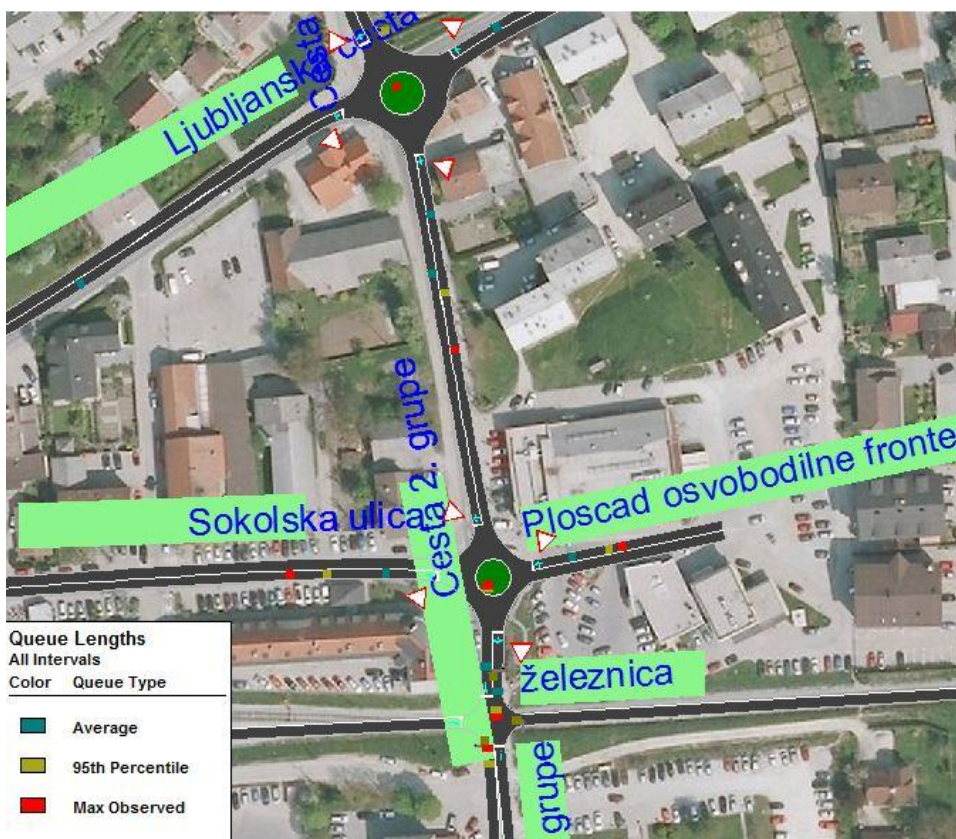
Slika 37: Zamude – Varianta 2 čez dvajset let

Zamude bi se predvidoma povečale na Cesti 2. grupe odredov iz smeri križišča 1 proti križišču 2. Zamude na Cesti 2. grupe odredov in Ljubljanski cesti proti križišču 1 so predvsem posledica večjih prometnih obremenitev, saj se pri obstoječih prometnih obremenitvah zamude ne pojavljajo. Na drugih krakih ni predvidenih večjih zamud.



Slika 38: Dolžina kolone v križišču 1 – Varianta 2 čez dvajset let

Dolžina kolone bi se predvidoma povečala na vseh krakih v križišču 1.



Slika 39: Dolžina kolone v križišču 2 – Varianta 2 čez dvajset let

Večjih sprememb glede na dolžine kolone v baznem letu v križišču 2 ni, razen na Cesti 2. grupe odredov iz smeri križišča 1.

Tudi čez dvajset let ima varianta 2 ustrezne rezultate, zato se mi zdi primerna, kljub večjim posegom v prostor.

4.12 Varianta 5 čez dvajset let

Ker varianta 2 zahteva večje gradbene posege, sem naredila še simulacijo prometa čez dvajset let za varianto 5 (spremenjena prometna signalizacija), kjer ni posegov v prostor, vendar samo sprememba urejanja prometa v križišču 1.

Dobljeni nivoji uslug so podani v naslednji preglednici.

		križišče 1											
		↑	→	↓	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←
<i>smer</i>		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
<i>povprečna zamuda (s/vozil)</i>		214,0	208,5	202,8	44,2	42,6	35,9	5,6	3,3	2,4	5,6	3,4	2,9
<i>NIVO USLUG</i>		F	F	F	E	E	E	A	A	A	A	A	A
		križišče 2											
		↑	→	↓	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←
<i>smer</i>		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
<i>povprečna zamuda (s/vozil)</i>		218,6	353,2	181,6	832,3	1183,5	689,5	22,8	18,7	15,7	20,1	10,6	12
<i>NIVO USLUG</i>		F	F	F	F	F	F	C	C	C	C	B	B

Preglednica 16: Nivo uslug – varianta 5 čez dvajset let

Nivo uslug na vseh stranskih krakih je F oziroma E, zato je varianta 5 čez dvajset let neprimerna. Na Cesti 2. grupe odredov bi bili nivoji uslug primerni.



Slika 40: Zamude – Varianta 5 čez dvajset let

Zamude bi bile na vseh stranskih krakih zelo velike in neprimerne za normalno vključevanje voznikov v prometni tok. Zamuda na kraku Ceste 2. grupe odredov, ki vodi od križišča 1 do križišča 2 je predvsem posledica železniškega prehoda.



Slika 41: Dolžina kolone v križišču 1 – Varianta 5 čez dvajset let

Na križišču 1 bi bile kolone na Ljubljanski cesti zelo velike, zato bi otežile vključevanje vozil v prometni tok tudi s stranskih ulic. Večje kolone na Cesti 2. grupe odredov niso predvidene.



Slika 42: Dolžina kolone v križišču 1 – Varianta 5 čez dvajset let

V križišču 2 se kolona na Sokolski ulici v primerjavi z obstoječim stanjem zelo poveča, na Ploščadi osvobodilne fronte je povečanje manjše. Na Cesti 2. grupe odredov se kolone ne pojavljajo, razen v času železniškega prehoda.

Če se bo promet povečeval, rešitev brez posegov v prostor ni mogoča. Imamo neustrezne zamude na križišču 1 in križišču 2.

4.13 Varianta 1 čez dvajset let

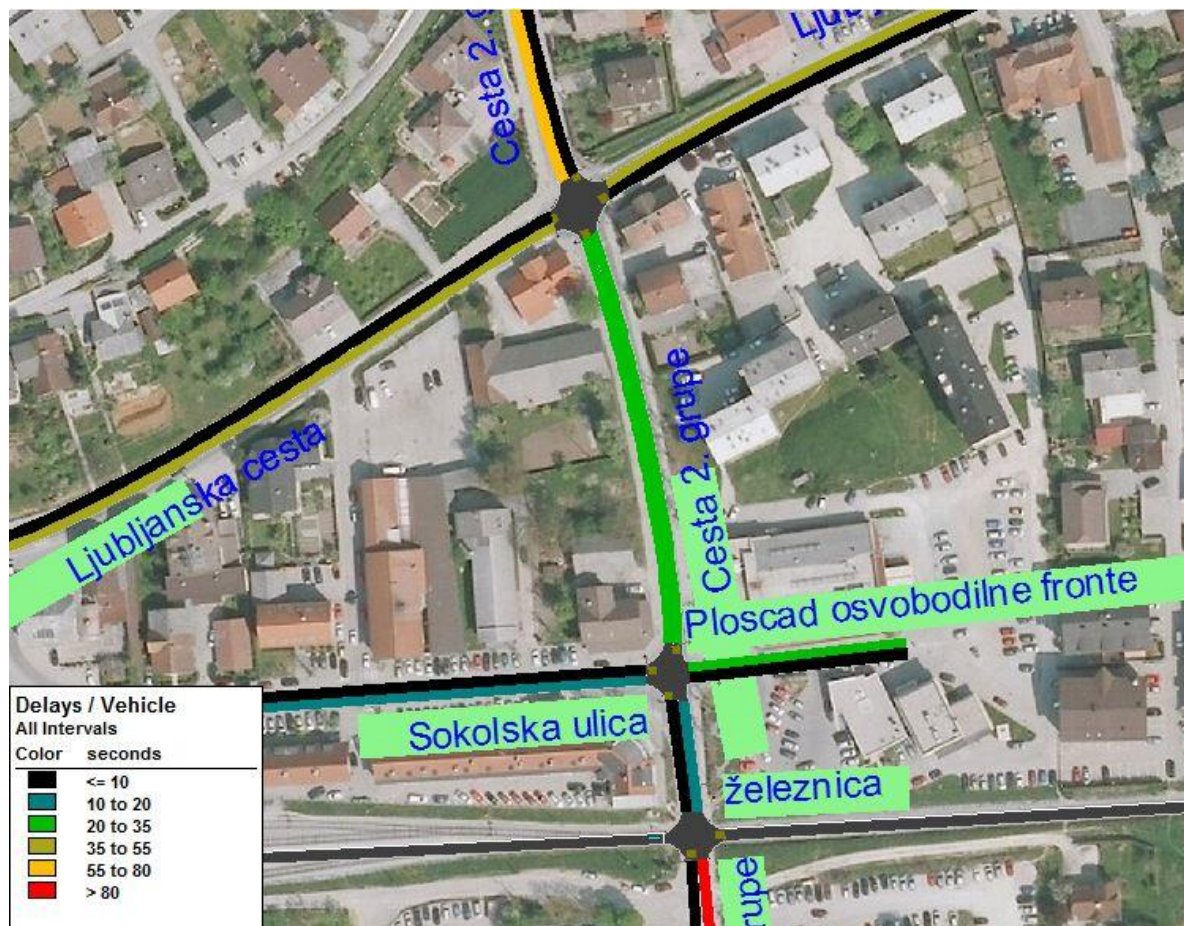
Varianta 2 potrebuje za realizacijo večje prostorske spremembe, varianta 5 pa je čez dvajset let neprimerna, zato sem naredila še simulacijo za varianto 1, da preverim ali bi bila primerna.

Nivo uslug je podan v naslednji preglednici.

		križišče 1											
		↑	→	↓	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←
smer		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
povprečna zamuda (s/vozil)		46,2	44,8	40,4	39,4	39,1	31,1	25,2	19,1	15,5	69,5	58,7	56,3
NIVO USLUG		D	D	D	D	D	D	C	B	B	E	E	E
		križišče 2											
		↑	→	↓	↓	←	↑	←	↑	→	→	↓	←
smer		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
povprečna zamuda (s/vozil)		19,6	23,9	10,9	31,8	23,8	19	127,3	114,2	129,3	32,8	24,2	23,3
NIVO USLUG		B	C	B	C	C	B	F	F	F	C	C	C

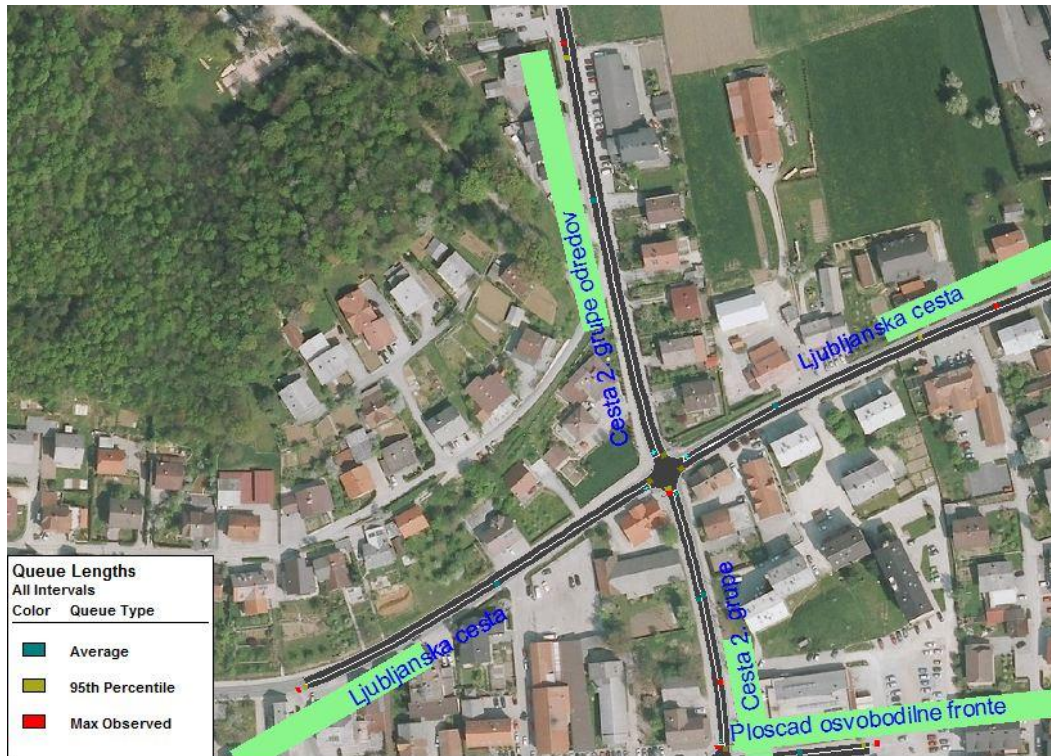
Preglednica 17: Nivo uslug - Varianta 1 čez dvajset let

Nivo uslug se poslabša skoraj na vseh krakih glede na bazno leto. Nivo uslug je v križišču 1 zadovoljiv. V križišču 2 je nivo uslug neprimeren na Cesti 2. grupe odredov v smeri križišča 1, kar je posledica bližine železniškega prehoda, na vseh ostalih krakih je stanje zadovoljivo.



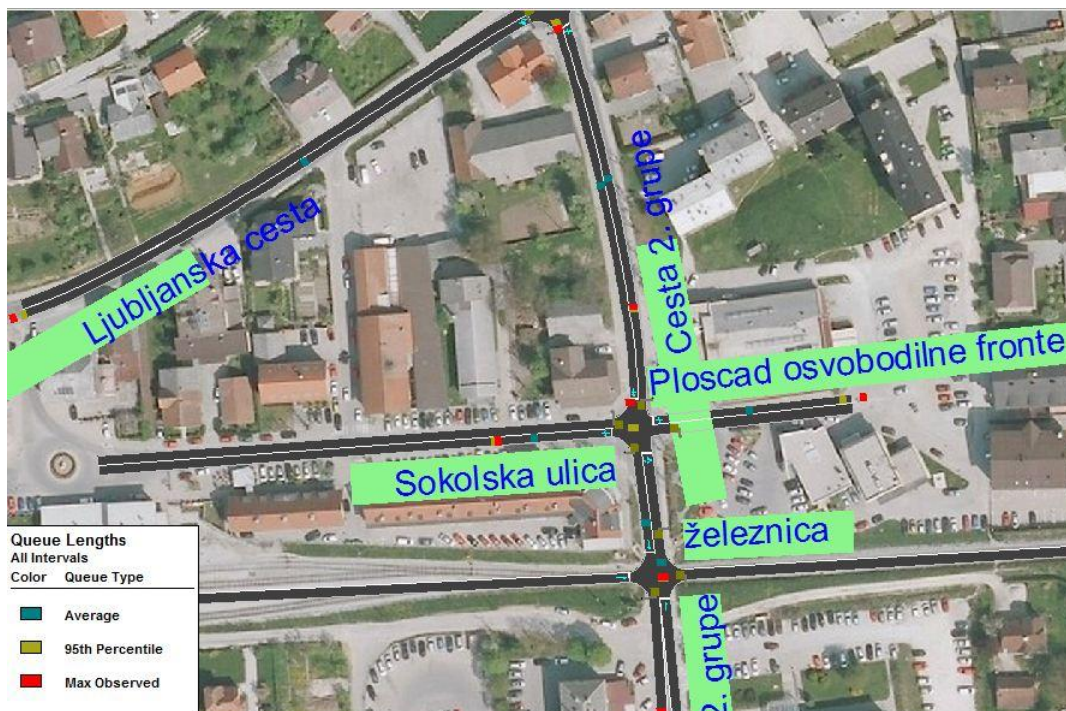
Slika 43: Zamude - Varianta 1 čez dvajset let

Zamude so prisotne na vseh krakih, predvsem zaradi cikličnega reguliranja prometa. Zamude v križišču 2 niso velike, razen iz smeri železniškega prehoda, kjer so neprimerne. V križišču 1 so zamude na Cesti 2. grupe odredov s smeri Stične na meji sprejemljivosti.



Slika 44: Dolžina kolone - Varianta 1 čez dvajset let

Pri semaforizaciji obeh križišč bi v planski dobi nastajale dolge kolone, predvsem v križišču 1. Kolona vozil na Cesti 2. grupe odredov s smeri Stične je daljša kot pri varianti 5 in varianti 2.



Slika 45: Dolžina kolone - Varianta 1 čez dvajset let

Dolžina kolone je glede na obstoječe stanje čez dvajset let krajša na stranskih krakih, daljša pa na Cesti 2. grupe odredov s smeri križišča 1.

Varianta 1 je v križišču 1 primerna, vendar so zamude na kraku Ceste 2. grupe odredov že zelo velike. V križišču 2 bi bila rešitev primerna, vendar bi se večje zamude pojavljale na cesti pred železniškim prehodom. Vozila, ki bodo čakala na sprostitev prometnega toka zaradi železniškega prometa, bi povzročala večje zamude in kolone na vseh krakih. Varianta se mi ne zdi primerna, saj bi morali nove možnosti reguliranja iskali prej kot v dvajsetih letih, kolikor je predvidena planska doba.

5 ZAKLJUČKI IN UGOTOVITVE

Trenutna prometna ureditev je za čas konične ure neprimerna. Predvsem s stranskih krakov pogosto prihaja do izsiljevanja voznikov, ker ne želijo čakati tako dolgo na prosto pot. Vozniki s stranskih krakov izkoriščajo tudi vrzeli, ki nastanejo, ko vozniki na prednostni cesti ustavijo pešcem ali kolesarjem za varno prečkanje križišča. Vozniki, ki so navajeni kolon v obravnavanih križiščih občasno zaustavijo prometni tok, ter tako omogočijo voznikom s stranskih cest, da se vključijo v prometni tok in s tem zmanjšajo zamude na stranskih cestah. Dolžina kolone se na stranskih krakih poveča, ko voznik na stranski cesti ne izkoristi minimalnega razmaka za vključitev v prometni tok, ter tako poveča nezadovoljstvo ostalih čakajočih voznikov. Dlje časa, kot vozniki čakajo za vključitev v prometni tok, večja je možnost, da naredijo prometni prekršek.

Na obravnavanih križiščih bodo v prihodnjih letih potrebne rekonstrukcije, saj že zdajšnja prometna ureditev ne omogoča ustrezne pretočnosti, s povečevanjem prometa pa bo prometni tok še bolj nestabilen. Velik vpliv ima prehod čez železniško progo, ki je v neposredni bližini križišča 2, vendar je zelo težko urediti izven nivojsko križanje zaradi prostorskih omejitev. V primeru povečevanja prometa v naslednjih letih bodo zamude in kolone na obeh križiščih še daljše, središče Ivančne Gorice pa bo tako ohromljeno.

Po mojem mnenju je pomemben dejavnik pri pretočnosti križišča tudi razporeditev prometa. S spremenjeno prometno signalizacijo povečamo pretočnost prometa v križišču 1 (križata se Ljubljanska cesta in Cesta 2. grupe odredov), vendar pa je varianta 5 čez dvajset let neprimerna, predvsem zaradi povečanje količine prometa. Čez dvajset let je tudi varianta 1 neprimerna, čeprav je na sedanjo količino prometa ustrezna. Za najboljšo rešitev v križišču 1, se je izkazala varianta 2, s katero bi zagotovili večjo pretočnost prometa, zmanjšali kolone in zamude sedaj in tudi čez dvajset let. S krožnim križiščem bi dobili večjo preglednost v križišču, zmanjšali bi hitrosti na Ljubljanski cesti in s tem zagotovili večjo prometno varnost. Krožno križišče potrebuje več prostora kot obstoječe križišče, zato bi bil potreben večji prostorski poseg, ki je težje izvedljiv, saj se križišče nahaja v središču Ivančne Gorice. Krožno križišče bi moralo biti tudi ustrezno projektirano, saj bi skozi potekal tudi tovorni promet, ker je v bližini betonarna in livarna. Kot začasen ukrep bi bila primerna sprememba poteka prednostne ceste, tako da bi bila prednostna cesta Cesta 2. grupe odredov, vendar bi kmalu potrebovali bolj trajno rešitev.

Križišče 2, kjer Cesto 2. grupe odredov križata Sokolska ulica in Ploščad osvobodilne fronte, leži le nekaj metrov stran od železniškega prehoda, ki ima velik vpliv na križišče. Največje zamude in najdaljše kolone se pojavljajo ob zapori ceste zaradi železniškega prometa, po sprostitvi prometa pa se kolone počasi manjšajo. Najboljša rešitev za obdobje dvajsetih let v križišču 2 je varianta 2, ko je križišče preurejeno v krožno križišče. Za izgradnjo krožnega križišča ni prostora, zato sem iskala drugo ustrezno rešitev. Največje zamude so se pojavljale na kraku s Ploščadi osvobodilne fronte, zato sem iskala rešitve predvsem, kako razbremeniti ta krak. Izkazalo se je, da poleg variante 2, zamude zmanjšamo, če na kraku dovolimo samo desno zavijanje. Varianta 4 ima dobre rezultate na kraku s Ploščadi osvobodilne fronte, vendar povečamo število vozil na Cesti 2. grupe odredov s smeri križišča 1, zato je oteženo vključevanje v promet s kraka Sokolske ulice in je zato varianta neustrezna. Za križišče 2 je za obstoječe prometne obremenitve primerna varianta 1, saj so

zamude sprejemljive, vendar čez dvajset let varianta zaradi zamud na Cesti 2. grupe odredov ni primerna. V križišču 2 se veliko voznikov vključi v promet tudi takrat, ko vozniki na glavni smeri ustavijo pešcem za varno prečkanje ceste, ter s tem zmanjšajo število zamud, kar v simulacijah ni upoštevano. Varianta 2 se mi zdi za križišče 2 najbolj primerna, saj druge variante nimajo ustreznih rezultatov.

Na obeh križiščih pogosto prihaja do kršenja prometnih predpisov, saj vozniki za vključitev v promet niso pripravljene čakati nekaj minut. Na srečo je veliko voznikov pozornih na vožnjo in ne prihaja do pogostih prometnih nesreč. Ko se bo promet povečeval bo veliko manj ustreznih vrzeli in zato več možnosti za prometne nesreče in kršenje prometnih pravil.

Pri iskanju rešitev za dobo dvajsetih let se je izkazalo, da poleg variante 2 ni drugih ustreznih variant, varianta 2 pa na sedanjih prostorskih razpoložljivostih ni mogoča. Občina ima v planu dokončanje zahodne obvoznice z izvennivojskim preходом čez železniško progo, s tem pa bi zelo razbremenili celotno območje. Za preverjanje variante, ko bo končana zahodna obvoznica bi potrebovala izračun spremenjene distribucije potovanj, predvsem ob prihodu vlaka, to pa presega okvir moje diplomske naloge.

V občinskem podrobnem prostorskem načrtu ima občina predstavljeno preureditev križišča 1 v krožno križišče. V varianti 7 je prikazana tudi ta možnost, vendar je križišče 2 pri taki ureditvi še vedno neustrezno. Zahodna obvoznica bo prevzela določene prometne obremenitve, vendar menim, da bi za tekoč prometni tok skozi Ivančno Gorico morali preurediti tudi križišče 2.

Mislím, da je za zagotovitev ustrezne pretočnosti prometa skozi Ivančno Gorico dokončanje zahodne obvoznice z izvennivojskim križanjem nujna, vendar bodo potrebne tudi spremembe na obravnavanih križiščih, predvsem zaradi potovanj v smeri Stične. Razvija se tudi Ivančna Gorica, kamor se v zadnjem času preseljuje veliko mladih družin z majhnimi otroki, zato je pričakovati večjo obremenjenost prometne povezave s šolskim centrom in vrtcem, posledično tudi večjo obremenjenost obravnavanih križišč. Križišči v obstoječem stanju nista sposobni prevzeti prometnih obremenitev in zagotoviti primerne nivoja uslug, pri povečanju prometa pa je pričakovati še večje zastoje in poslabšanje prometne varnosti, zato mislim, da je potrebno ustrezne rešitve iskati že sedaj.

VIRI

Uporabljeni viri:

Direkcija RS za ceste. 2009. Prometne obremenitve
http://www.di.gov.si/fileadmin/di.gov.si/pageuploads/Stran_navodila_in_vzorci/Stetje_prometa/2009_Prometne_obremenitve_2009.pdf (Pridobljeno 20. 2. 2015.)

Direkcija RS za ceste. 2010. Prometne obremenitve
http://www.di.gov.si/fileadmin/di.gov.si/pageuploads/Stran_navodila_in_vzorci/Stetje_prometa/2010_Prometne_obremenitve_2010_NOO.pdf (Pridobljeno 20. 2. 2015.)

Direkcija RS za ceste. 2011. Prometne obremenitve
http://www.di.gov.si/fileadmin/di.gov.si/pageuploads/Stran_navodila_in_vzorci/Stetje_prometa/2011_Prometne_obremenitve_2011.pdf (Pridobljeno 20. 2. 2015.)

Direkcija RS za ceste. 2012. Prometne obremenitve
http://www.di.gov.si/fileadmin/di.gov.si/pageuploads/Stran_navodila_in_vzorci/Stetje_prometa/2012_Prometne_obremenitve_2012.pdf (Pridobljeno 20. 2. 2015.)

Direkcija RS za ceste. 2013. Prometne obremenitve
http://www.di.gov.si/fileadmin/di.gov.si/pageuploads/Prometni_podatki/Prometne_obremenitve_2013_NOO.pdf (Pridobljeno 20. 2. 2015.)

Maher, T. 2006. Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih obremenitev.
Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 105 str.

Maher, T. 2006. Prometnice. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 275 str.

Občina Ivančna Gorica. 2011. Lokalni razvojni program
http://www.ivancna-gorica.si/data/aktualno/seje_svetov_odborov/2011/11.seja/LRP_Ivancna_Gorica.pdf
(Pridobljeno 20. 2. 2016.)

Občina Ivančna Gorica. 2011. Predstavitev in opredelitev OS do posameznih večjih posegov v sklopu priprave občinskega prostorskega načrta (v nadaljevanju: OPN)
http://www.ivancna-gorica.si/data/seje-in-drugo/obcinski-svet/6.seja/3_Predstavitev_in_opredelitev_obcinskega_sveta_do_posameznih_vecjih_posegov_v_sklopu_priprave_Obcinskega_prostorskega_nacrta.pdf (Pridobljeno 20. 2. 2016.)

Odlok o Občinskem podrobnem prostorskem načrtu 13 SC Ivančna Gorica – center. Uradni list RS, št. 95/2012.

Pravilnik o projektiranju cest. Uradni list RS št. 91/2005.

Pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi na cestah. Uradni list RS, št. 99/2015.

Ta stran je namenoma prazna.