

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:

Slak, G., 2015. Rekonstrukcija križišča Zaloške in Zadobrovske ceste. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Lipar, P., somentor Rijavec, R.): 31 str.

Datum arhiviranja: 30-09-2015

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:

Slak, G., 2015. Rekonstrukcija križišča Zaloške in Zadobrovske ceste. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Lipar, P., co-supervisor Rijavec, R.): 31 pp.

Archiving Date: 30-09-2015

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



UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI  
PROGRAM PRVE STOPNJE  
GRADBENIŠTVO

Kandidat:

**GAŠPER SLAK**

**REKONSTRUKCIJA KRIŽIŠČA ZALOŠKE IN  
ZADOBROVŠKE CESTE**

Diplomska naloga št.: 192/B-GR

**RECONSTRUCTION OF ZALOŠKA-ZADOBROVŠKA  
CROSSING**

Graduation thesis No.: 192/B-GR

**Mentor:**

doc. dr. Peter Lipar

**Somentor:**

viš. pred. mag. Robert Rijavec

Ljubljana, 15. 09. 2015

## **STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA**

**Stran z napako**

**Vrstica z napako**

**Namesto**

**Naj bo**

**IZJAVA**

Podpisani Gašper Slak izjavljam, da sem avtor dela z naslovom »Rekonstrukcija Zaloške in Zadobrovske ceste«.

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

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, 3.9.2015

Gašper Slak

## **BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM**

<b>UDK:</b>	<b>625.7/8(497.4)(043.2)</b>
<b>Avtor:</b>	<b>Gašper Slak</b>
<b>Mentor:</b>	<b>doc. dr. Peter Lipar</b>
<b>Somentor:</b>	<b>viš. pred. mag. Robert Rijavec</b>
<b>Naslov:</b>	<b>Rekonstrukcija križišča Zaloške in Zadobrovske ceste</b>
<b>Tip dokumenta:</b>	<b>Diplomska naloga, univerzitetni študij</b>
<b>Obseg in oprema:</b>	<b>31 str., 23 slik, 13 pregl.</b>
<b>Ključne besede:</b>	<b>krožno križišče, štetje prometa, prometna obremenitev, nasičenost, TSC – tehnična specifikacija za javne ceste</b>

### **Izvleček:**

V diplomski nalogi obravnavam rekonstrukcijo križišča Zaloške in Zadobrovske ceste. Opišem problematiko in razloge zaradi katerih je rekonstrukcija potrebna. Preučim vidnejše že izdelane projekte križišča ter opišem pozitivne in negativne vplive tako na motorizirane kot nemotorizirane udeležence. Po analizi predstavim svojo rešitev in z obrazložitvami upravičim izvedbo. S pomočjo standardov in ostalih tehničnih specifikacij določim elemente križišča, ki jih na koncu prikažem še z grafičnimi podlogami.

**BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT**

**UDC:** 625.7/8(497.4)(043.2)  
**Author:** Gašper Slak  
**Supervisor:** Assist. Prof. Peter Lipar, Ph.D.  
**Co-advisor:** Sen. Lect. Robert Rijavec, Ms.C.  
**Title:** Reconstruction of Zaloška - Zadobrovska crossing  
**Document type:** Graduation thesis, university studies  
**Scope and tools:** 31 p., 23 fig., 13 tab.  
**Key words:** roundabout, traffic count, traffic load, saturation, TSC – Technical Specification For Public Roads

**Abstract:**

In the diploma thesis I discuss the reconstruction of the Zaloška and Zadobrovska streets crossroads. I describe the problems and reasons due to which the reconstruction is needed and closely examine the already-existing prominent projects of the crossroads and describe the positive and negative influences for the motorised and non-motorised participants respectively. Following the analysis, I present my solution, justifying it with explanation. With the help of standards and other technical specifications I determine the elements of the crossroads that I later on also illustrate with the graphic representation.

## **ZAHVALA**

Za nasvete in pomoč pri diplomski nalogi bi se zahvalil mentorju doc. dr. Petru Liparju in somentorju viš. pred. mag Robertu Rijavcu. Prav tako se zahvaljujem preostalemu strokovnemu kadru gradbene fakultete za posredovana znanja tekom študija. Zahvala gre tudi moji družini, prijateljem in kolegom gradbenikom, ki so me podpirali skozi leta študija.

Gašper Slak

**KAZALO VSEBINE**

<b>STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA</b> .....	<b>I</b>
<b>IZJAVA</b> .....	<b>II</b>
<b>BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM</b> .....	<b>III</b>
<b>BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT</b> .....	<b>IV</b>
<b>ZAHVALA</b> .....	<b>V</b>
<b>1 UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2 ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA</b> .....	<b>2</b>
2.1 LOKACIJA .....	2
2.2 SPLOŠNE LASTNOSTI.....	2
<b>3 PROBLEMATIKA</b> .....	<b>4</b>
<b>4 ANALIZA PREDLAGANIH REŠITEV</b> .....	<b>5</b>
4.1 ŠTIRIPASOVNA CESTA .....	6
4.1.1 <i>Semaforizirana izvedba</i> .....	7
4.1.2 <i>Krožno križišče</i> .....	8
4.1.3 <i>Analiza prepustnosti</i> .....	10
4.2 TROPASOVNA CESTA .....	11
<b>5 MOJA PROJEKTNNA REŠITEV</b> .....	<b>12</b>
5.1 PREGLED STRATEŠKEGA NAČRTA .....	12
5.2 GLAVNI UKREPI PROJEKTNE REŠITVE .....	13
<b>6 PROMETNI PODATKI</b> .....	<b>14</b>
6.1 ŠTETJE PROMETA.....	14
6.2 STRUKTURA VOZIL .....	14
6.3 PROMETNE OBREMENITVE .....	15
6.4 UGOTOVITVE.....	15
6.5 DOLOČITEV KOREKCIJSKIH FAKTORJEV .....	16
6.5.1 <i>Faktor rasti</i> .....	17
6.5.2 <i>Korekcija obdobja štetja</i> .....	17
<b>7 KROŽNO KRIŽIŠČE</b> .....	<b>18</b>
7.1 DOLOČITEV ELEMENTOV KROŽIŠČA .....	18
7.1.1 <i>Izbira velikosti zunanjšega radija (D) in krožnega pasu (u)</i> .....	18
7.1.2 <i>Projektno-tehnični elementi</i> .....	20
7.1.3 <i>Vodenje cest v krožno križišče</i> .....	20
7.1.4 <i>Širina voznega pasu pred krožnim križiščem (v)</i> .....	20
7.1.5 <i>Širina uvoza v križišče (e) in dolžina razširitve uvoza (l)</i> .....	21
7.1.6 <i>Uvozni in izvozni radij</i> .....	21
7.1.7 <i>Širina izvoza</i> .....	21
7.2 IZRAČUN KAPACITETE .....	22



7.2.1	<i>Osnove izračuna za krožno križišče</i> .....	22
7.2.2	<i>Izračun za obravnavani primer</i> .....	24
7.3	GEOMETRIJSKI ELEMENTI VODENJA OSI .....	25
7.4	VODENJE PEŠČEV IN KOLESARJEV .....	26
7.5	AVTOBUSNA POSTAJALIŠČA .....	27
7.6	PROMETNA SIGNALIZACIJA .....	28
7.7	KARAKTERISTIČNI PREČNI PROFIL .....	28
7.8	PREGLEDNOST .....	29
<b>8</b>	<b>ZAKLJUČEK</b> .....	<b>30</b>
<b>VIRI</b>	.....	<b>31</b>

**KAZALO PREGLEDNIC**

Preglednica 1: Zmanjšanje prometnih nesreč (Lipar, 2015)	9
Preglednica 2: Delež težkih vozil, dopoldanska konica	16
Preglednica 3: Delež težkih vozil, popoldanska konica	16
Preglednica 4: Povprečen letni dnevni promet za obdobje med leti 2007 in 2012 (MOL)	16
Preglednica 5: Delitev po velikosti glede na lokacijo (TSC 03.341, str. 8)	18
Preglednica 6: Elementi prevoznosti za merodajno vozilo sedlasti vlačilec (TSC 03.341, 2011, str.26)	19
Preglednica 7: : Meje in priporočene vrednosti posameznih geometrijskih elementov (TSC 03.341,2011, str.25)	20
Preglednica 8: Geometrijske karakteristike prepustnosti uvoza	24
Preglednica 9: Izračun za posamezne krake v jutranji konici, ob upoštevanju vseh vozil in druga preglednica z izključitvijo težjih tovornih vozil.	24
Preglednica 10: Izračun za posamezne krake v popoldanski konici, ob upoštevanju vseh vozil in druga preglednica z izključitvijo težjih tovornih vozil.	25
Preglednica 11: Elementi vodenja osi	25
Preglednica 12: : Velikosti elementov v odvisnosti od uvozne hitrosti (Pravilnik o avtobusnih postajališčih, str 6)	27
Preglednica 13: Dolžina avtobusnega postajališča in čakališča (Pravilnik o avtobusnih postajališčih, str 6)	27

## KAZALO SLIK

Slika 1: Označena lokacija križišča (Geopedia, 2015)	2
Slika 2: Obravnavano križišče iz ptičje perspektive (Geopedia, 2015)	2
Slika 3: Rušeni objekti (Geopedia, 2015)	3
Slika 4: Nepregledno križišče, pogled proti kraku B (zasebni arhiv, 2015)	4
Slika 5: Predvidena rekonstrukcija ceste (PNZ, priloga 1, 2009)	5
Slika 6: Predvideno klasično semaforizirano križišče, dimenzionirano na leto 2020 (PNZ, 2009)	6
Slika 7: Opcija krožnega križišča. dimenzionirano na leto 2020 (PNZ, 2009)	6
Slika 8: Detajlni prikaz križišča (javna razgrnitev)	7
Slika 9: Projektna podloga dvopasovnega krožnega križišča (PNZ, 2009)	8
Slika 10: Križišče z geometrijskimi podatki (PNZ, 2009)	9
Slika 11: Prepustnost križišč (PNZ, 2009)	10
Slika 12: Tropasovna cesta s krožnim prometom (CIP, 2009)	11
Slika 13: Tropasovna izvedba (PPS, 2015)	11
Slika 14: Strateški načrt predvidenih gradenj cest (MOL, 2015)	12
Slika 15: Nova povezovalna cesta, Agrokombinatska-Hladilniška cesta in Cesta v prod, z rdečo barvo prikazana predvidena cesta (Geopedia, 2015; PNZ)	13
Slika 16: Osnovni elementi krožnega križišča (TSC.04.341, 2011, str. 7)	18
Slika 17: Elementi za prevoznost (TSC 03.341, 2011, str.26)	19
Slika 18: Širina voznega pasu(v), efektivna dolžina razširitve(l), širina uvoza(e), (TSC 02.341; 2011, str. 6)	21
Slika 19: Določitev faktorja geometrije a (TSC 03.341, 2011, str. 21)	23
Slika 20: Določitev središčnega kota (TSC 03.341, 2011, str. 21)	23
Slika 21: Vodenje kolesarjev v krožnem križišču; levo (kolesar ima prednost), desno (kolesar nima prednosti), (Novelacija navodil za projektiranje kolesarskih površin, 2012, str. 36,37)	26
Slika 22: Minimalni horizontalni tehnični elementi avtobusnega postajališča (Pravilnik o avtobusnih postajališčih, str 7)	27
Slika 23: Preglednost v levo (TSC 03.341, 2011, str. 31)	29

**OKRAJŠAVE IN SIMBOLI**

OA	osebni avtomobil
BUS	avtobus
TOV	tovornjak
TP	tovornjak priklopnik
EOV	enota osebnih vozil
FKU	faktor konične ure
PDLP	povprečni dnevni letni promet
PDP	povprečni dnevni promet
GPS	glavna prometna smer
SPS	stranska prometna smer
PGD	projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja
MOL	Mestna občina Ljubljana
CIP	civilna iniciativa Polje

## 1 UVOD

Sama izbira diplomske naloge je temeljila na osebnem zanimanju za prometno smer gradbeništva. Odločil sem se za rekonstrukcijo trikrakega križišča Zaloške in Zadobrovske ceste. Eden od ključnih razlogov za ta izbor je dejstvo, da se križišče nahaja v mojem rojstnem kraju. Tudi večkrat dnevno sem ga, tako prehodil kot prevozil s kolesom in nenazadnje tudi z avtom in preko let spremljal potek prometa in napake, ki bi jih bilo potrebno odpraviti. Križišče je postajalo vsako leto bolj zasičeno s prometom in bilo je jasno, da je rekonstrukcija neizogibna.

V prvem delu naloge se posvetim osnovnemu opisu obstoječega stanja, od lokacije do kategorizacije cest. Opišem ključne problematike križišča in podam razloge za rekonstrukcijo. Te razlogi bodo v nadaljevanju vodilo pri projektiranju.

Za rekonstrukcijo obravnavanega križišča je bilo predlaganih že več projektov. Osredotočil se bom na tri trenutno najbolj aktualne in jih analiziral. Opisal bom pozitivne in negativne vplive vsakega predloga posebej, nato pa podal svoje rešitve.

V poglavju Prometni podatki bom s pomočjo ročnega štetja prometa in pripadajočimi analizami prikazal razloge za prenasičen prometni tok, predvsem ob konicah. Velik poudarek bo na prisotnosti tovornih vozil.

Po analizi problemov bom podal svojo projektno rešitev. Utemeljena bo s predpisanimi kriteriji za izvedbo in bo projektirana v skladu s tehničnimi specifikacijami za ceste, ki velja za področje Slovenije.

Predstavil bom tudi teoretični del in s tem dokazal, da so uporabljeni elementi projektiranja v skladu s predpisi.

Namen diplomske naloge je pokazati oz. najti najboljšo možno situacijo, ki bi izboljšala prometno stanje in zagotovila boljšo pretočnost predvsem pa varnost za naslednjih dvajset let. Cilj je umirjanje prometa in zagotoviti varen promet za nemotorizirane udeležence. Navsezadnje sta pretočnost in varnost križišča temeljna cilja vsakega projektanta.

Moje ugotovitve bodo temeljile na osnovi prvostopenjskega znanja gradbeništva, ki sem ga pridobil v teh letih in pa na podatkih, ki sem jih uspel dobiti.

## 2 ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA

### 2.1 Lokacija

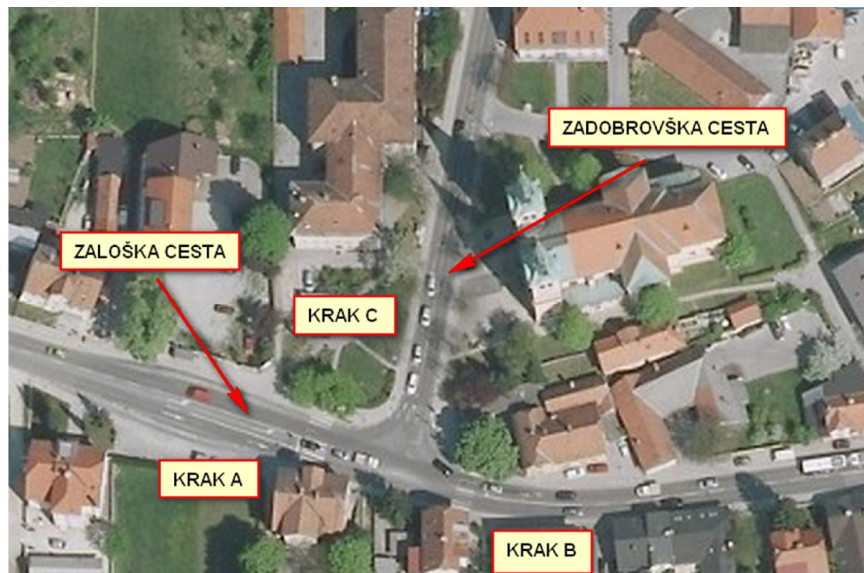
Predmet obravnave je 3-krako križišče, ki se nahaja na vzhodnem delu ljubljanskega vozlišča, v sami bližini odcepa Polje iz vzhodne obvoznice. Predstavlja eno ključnih stičišč cest v četrtini skupnosti Polje, katera pokriva območje v velikosti  $22.102.508m^2$  in šteje 19.648 prebivalcev (1.1.2013-19.346).



Slika 1: Označena lokacija križišča (Geopedia, 2015)

### 2.2 Splošne lastnosti

Gre za semaforizirano klasično križišče s sestavljenim prometnim tokom. Sestoji iz Zaloške ceste, ki poteka v smeri vzhod-zahod in Zadobrovske ceste, ki se priključuje s severa.



Slika 2: Obravnavano križišče iz ptičje perspektive (Geopedia, 2015)

Po kategorizaciji spada Zaloška cesta med lokalne zbirne ceste in predstavlja GPS. Zahodni krak sem za enostavnejšo obravnavo označil kot krak A in vzhodni krak kot krak B. Zadobrovska cesta spada med lokalne zbirne ceste in se priključuje iz severne strani kot SPS, označil sem jo kot krak C. (Slika 2)

Poleg osebnih vozil, križišče uporabljajo tudi tovorna vozila, kar predstavlja nehomogen ali mešan prometni tok.

Križišče je kanalizirano in opremljeno s semaforji, ki so prometno odvisni. Obe cesti sta dvopasovni, širina voznega pasu Zaloške ceste znaša 3,40 m, širina pasu Zadobrovske pa 3,60 m. Hitrost je na vseh krakih omejena na 50 km/h.

Krak A se 60 metrov pred križiščem razdeli še na pas za leve zavijalce in s tem sprosti določen del prometa, ki je usmerjen naprej po Zaloški cesti. Kraka B in C imata po en pas v vsako smer.

Prehodi za pešce so locirani v območju semaforja, kolesarskih stez v samem križišču ni. Kolesarski promet se odvija po vozišču.

Na kraku A sta v obeh smereh avtobusni postajališči. V smeri center za križiščem in v smeri Zalog (krak B) pred križiščem.

V zadnjih letih je bilo v skladu s predvideno rekonstrukcijo v območju križišča že rušenih nekaj objektov (Slika 3). To mi zagotavlja več prostora za izvedbo novega križišča in pripadajočih prometnih objektov.



Slika 3: Rušeni objekti (Geopedia, 2015)

### 3 PROBLEMATIKA

Prometne razmere so se na tem območju v zadnjem desetletju močno poslabšale. Povečanje števila prebivalcev in števila vozil na osebo, povzročata nepretočnost v križišču, ki je opazna predvsem ob jutranjih in popoldanskih konicah.

Glede na to, da so v bližini objekti namenjeni otrokom (šole, knjižnica, glasbena šola,...) in cerkev, je za varnost nemotoriziranega prometa zelo slabo poskrbljeno. Prehodi za pešce so nepregledni in nevarni, kolesarske steze pa sploh ni.

Večji problem predstavlja slaba preglednost voznikov, ki je v zgodovini terjal že kar nekaj nesreč.

Zdaj že porušeni objekti in vegetacija, so zastirali pogled voznikom. Za vozila, ki v zavoju prihajajo iz kraka B, so nepregledni levi zavijalci iz kraka A proti kraku C (Slika 4).

Hitrosti vozil pri prečkanju križišča niso prilagojene situaciji križišča in nemotorizirani udeležbi.

Ob konicah je poleg osebnih avtomobilov prisoten tudi velik delež tovornih vozil. Zaradi industrijskih obratov v okolici Zaloga je križišče preobremenjeno s tovornim in tranzitnim prometom. V jutranji konici je obremenjena smer B-A, v popoldanski pa A-B (Preglednica 2,3).

Posledično zaradi povečane količine težkih vozil nastajajo zamude pri speljevanju in zaviranju. Jakost hrupa moti prebivalce, škodljivi plini in delci pa še dodatno onesnažujejo okolje.

Ob deževju postane dotrajana asfaltna površina spolzka in nevarna. Prav tako nastaja problem pri odvodnjavanju voda, zadrževanje vode ovira promet in škropi pešce.



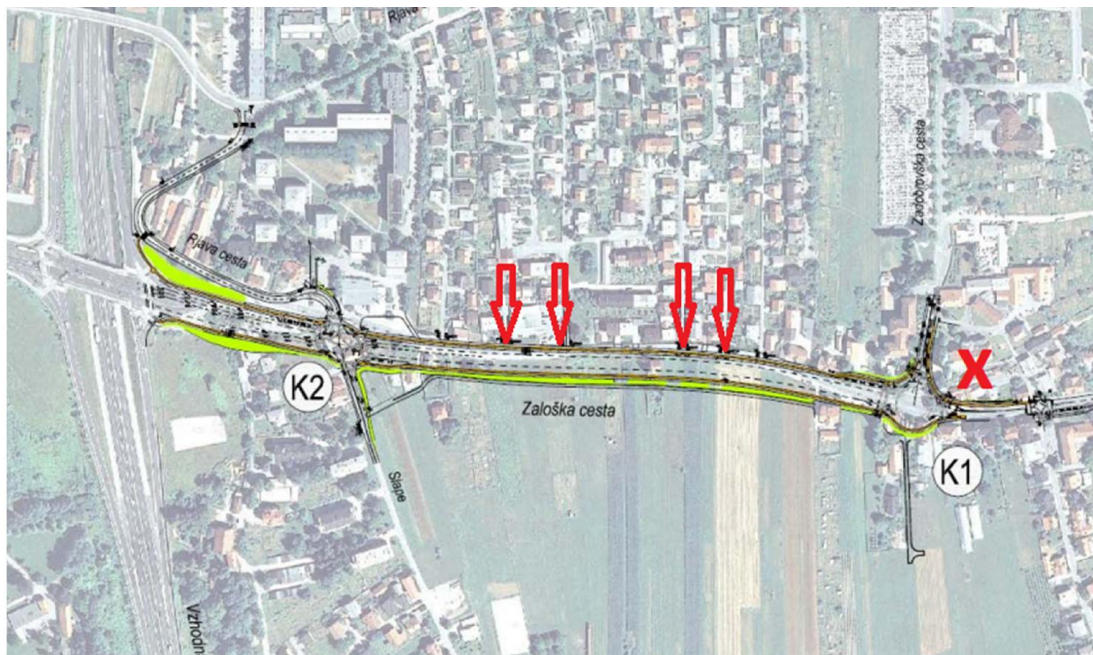
Slika 4: Nepregledno križišče, pogled proti kraku B (zasebni arhiv, 2015)



## 4 ANALIZA PREDLAGANIH REŠITEV

Na temo rekonstrukcije Zaloške ceste je bilo predlaganih že kar nekaj rešitev. Zbral bom primere, ki so trenutno najbolj aktualni in jih analiziral. Cilj je prikazati pozitivne in negativne vplive tako na motoriziran kot nemotoriziran del prometa.

Lokalno se obravnava nanaša na križišče Zaloška-Zadobrovska (Slika 5), da pa bi našel najboljšo možnost križanja bom na problem gledal globalno, torej na celotni trasi 750 m. Ta poteka vse od avtocestnega priključka pa do omenjenega križišča (K1).



Slika 5: Predvidena rekonstrukcija ceste (PNZ, priloga 1, 2009)

Ostaja odprto vprašanje ali je bolj primerna klasična semaforizirana uredba križišča ali novejši način križanja s krožiščem. Za začetek podajam nekaj lastnosti po čemer se krožna križišča razlikujejo od klasičnih križišč:

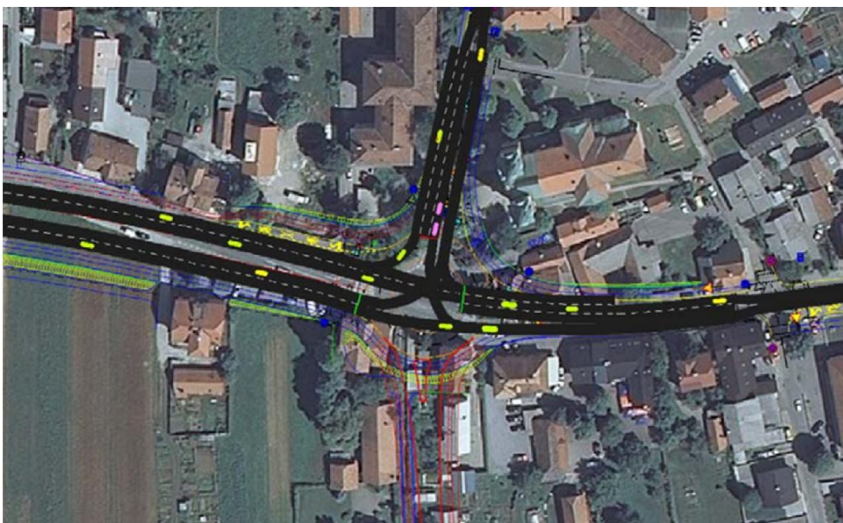
- predstavljajo kombinacijo prekinjenega in neprekinjenega prometnega toka,
- ne velja »pravilo desnega«, torej imajo prednost vozila v krožnem toku pred vozili na uvozi v krožišče,
- v primeru prostega krožnega vozišča, vozilu na uvozu v krožišče ni potrebno ustavljati temveč ga le prevozi z zmanjšano hitrostjo,
- vsa krožna križišča omogočajo le vožnjo z majhnimi hitrostmi in velikim zasučnim kotom prednjih koles,
- pešci in kolesarji se ravnavajo po enakih pravilih kot v klasičnih križiščih,
- prepovedana je vzvratna vožnja,
- v primeru daljšega vozila je dovoljena uporaba tudi neasfaltiranega (tlakovanega) dela krožnega vozišča, ki mu pravimo povozni del sredinskega otoka.

#### 4.1 Štiripasovna cesta

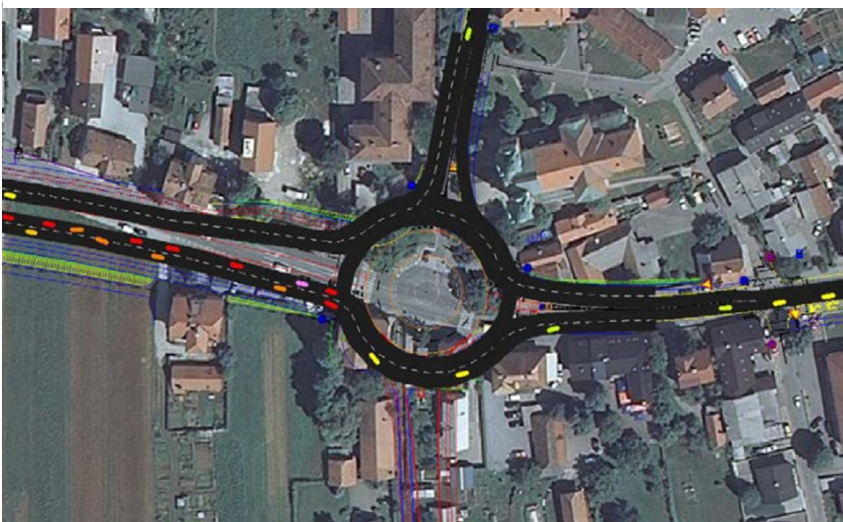
V planu MOL je nova štiripasovna cesta s projektno hitrostjo 60 km/h. Poteka po istem vzorcu kot že precejšnji del že obstoječe Zaloške ceste. Dva pasova v vsako smer, vsak širine 3,25 m, med njimi pa zelenica v širini 3,00 m. Sprva je bil projekt predviden od avtocestnega priključka pa vse do bencinskega servisa oz. petkrakega križišča s Cesto 30. avgusta, po zadnjih navedbah pa se štiripasovna cesta v točki K1 (Slika 5) spremeni v dvopasovno. Križanje poteka v dveh primerih:

- klasično semaforizirano križišče,
- dvopasovno krožišče.

Za začetek podajam grafične podloge obeh izvedb, najprej klasična semaforizirana uredba nato še krožno križišče.



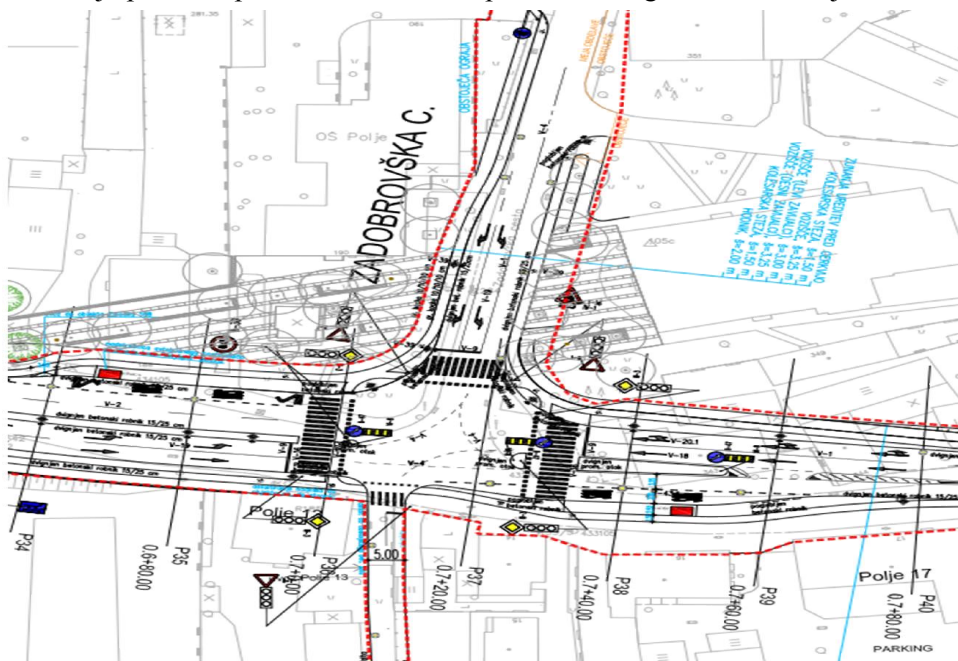
Slika 6: Predvideno klasično semaforizirano križišče, dimenzionirano na leto 2020 (PNZ, 2009)



Slika 7: Opcija krožnega križišča. dimenzionirano na leto 2020 (PNZ, 2009)

#### 4.1.1 Semaforizirana izvedba

3-krako križišče se spremeni v 4-krako. Na južni strani se doda nov krak s cesto (ulico) v širini 5 m. Omogoča stanovalcem južnega dela, da se normalno vključujejo v križišče. Trenutno se dostop do teh hiš nahaja pred vstopom v krak A. Potek prometa se regulira s semaforji.



Slika 8: Detajlni prikaz križišča (javna razgrnitev)

#### SMER A-B:

Krak A v smeri B, je sestavljen iz 2 pasov. Desni pas je namenjen voznikom, ki vozijo naravnost, levi pas pa levim zavijalcem, proti kraku C. V kraku B se 2 pasovni promet preuredi v enopasovnega. Obstoječa avtobusna postaja na kraku A se prestavi na konec križišča v krak B.

#### SMER B-A:

Sestoji iz dveh pasov, desni pas je namenjen tako voznikom, ki vozijo ravno (krak A), kot desnim zavijalcem (krak C). Levi pas je namenjen vožnji naravnost. Na koncu križišča se predvideva avtobusna postaja.

#### KRAK C:

Sestavljen iz 3 pasov. V smeri križišča sta 2 pasova, vsak je namenjen vožnji v svojo smer, eden proti kraku A, drugi proti kraku B.

Na vseh krakih so urejeni prehodi za pešce in kolesarje.

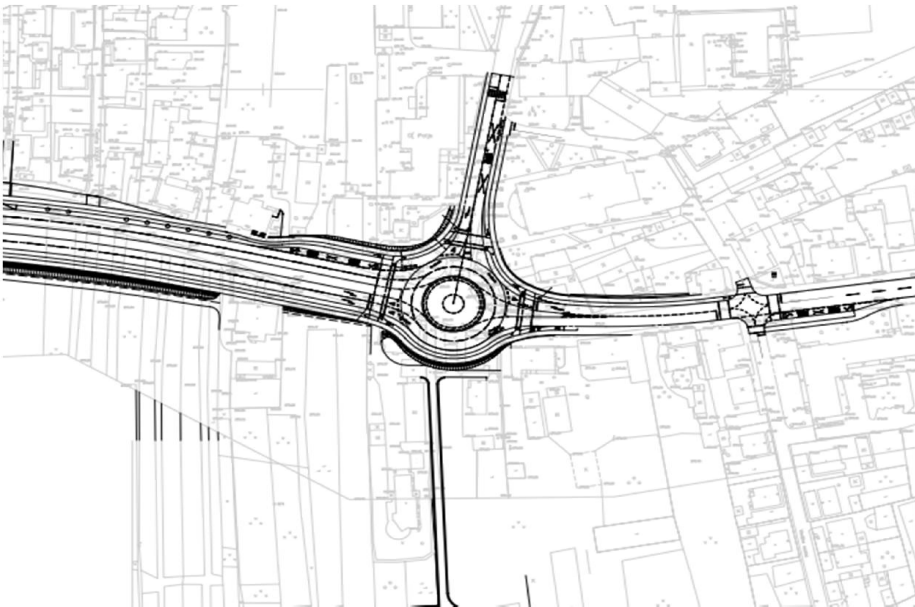
#### PLUS:

- Semaforizirano križišče omogoča varno prečkanje pešcev in kolesarjev, kar je v mojem primeru zaradi neposredne bližine cerkve in šole ključnega pomena. S tem bi bil prehod šolarjev varnejši,
- cenejša izvedba,
- ni potrebe po novih rušenjih, nekaj objektov je sicer že bilo rušenih, kar pa ne spremeni dejstva, da bi bila rušitev teh objektov nujna tako za semaforizirano kot tudi krožno križišče, v primeru štiripasovne ceste,
- zavzame manj prostora.

## MINUS:

- Težka vozila imajo v semaforizirani uredbi zamude pri zaviranju in speljevanju, kar pripelje do zastoja čeprav je križišče prepustno,
- posledično je onesnaževanje večje, saj pri speljevanju vozila spuščajo v zrak več škodljivih plinov,
- čeprav je izvedba cenejša, pa gre za dražje vzdrževanje (semaforji, stroški za elekriko,...),
- za prebivalce, ki stanujejo na severni strani ceste (Slika 5, označeno s puščicami) med avtocestnim priključkom in križiščem, je dostop zaradi vmesne zelenice onemogočen. Potrebno bi bilo polkrožno obračanje na samem križišču, kar pa bi vodilo do novih zastojev,
- projekt predvideva prehod iz štiripasovne ceste v dvopasovno (Slika 5, označeno z X) že v križišču, kar ne kaže na učinkovitost, saj sta ravno kraka A in B v smeri GPS najbolj obremenjena,
- manjša prepustnost v primerjavi s krožiščem,
- klasično križišče ima več konfliktnih točk, 32 (16 križanja, 8 cepljenja, 8 združevanja),
- 4 pasovna ureditev z vmesno zelenico ne omogoča prehoda pešcev in kolesarjev na celotni trasi 750 m, z izjemo križišč.

## 4.1.2 Krožno križišče

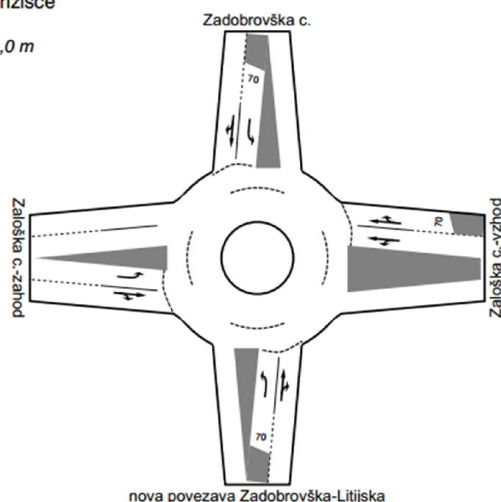


Slika 9: Projektna podloga dvopasovnega krožnega križišča (PNZ, 2009)

Kot drugi obravnavani primer s 4 pasovno cesto je krožno križišče. Krožišče je premera 70 m in je dvopasovno. Vsak pas krožišča je širine 4 m, premer notranjega otoka pa znaša 54 m. Na kraku A je izvoz dvopasoven na krakih B in C pa enopasoven.

V zadnjem desetletju ali dveh je zanimanje za krožna križišča na slovenskem ozemlju v velikem porastu. Sprva so spodbujala dvom o upravičenosti gradnje, skozi leta pa dokazala svojo učinkovitost. Največji učinki se poznajo ravno pri rekonstrukciji prejšnjih klasičnih križišč kot je tudi obravnavano križišče, število nesreč se drastično zmanjša (Preglednica 1).

**Geometrija**  
Krožno križišče  
 $D_c = 54 \text{ m}$   
 $W_c = 2 \times 4,0 \text{ m}$   
 $D_i = 70 \text{ m}$



Preglednica 1: Zmanjšanje prometnih nesreč (Lipar, 2015)

Nesreče s smrtnim izidom	89%
Nesreče s poškodbami	76%
Vse nesreče	39%

Slika 10: Križišče z geometrijskimi podatki (PNZ, 2009)

#### PLUS:

- Raven prometne varnosti je na višji ravni. Manjše število konfliktnih točk, v enopasovnem krožnem jih je 8 (4 cepljenja, 4 združevanja). V dvopasovnem krožišču se število konfliktnih točk sicer poveča za število konfliktnih točk prepletanja, še vedno pa je to število manjše od 32 kot jih ima klasično štirikrako križišče. Je pa dejstvo, da pri krožiščih ne govorimo samo o konfliktnih točkah ampak tudi o konfliktnih odsekih,
- eliminacija konfliktnih točk križanja in prepletanja. Prav tako so hitrosti morebitnih trkov, tako z motoriziranimi kot tudi nemotoriziranimi udeleženci, bistveno manjše kot pri klasičnem križišču,
- omogoča prepuščanje prometnih tokov večjih jakosti, torej za enako prometno obremenitev dopušča boljše pretočnost,
- vožnja je zaradi manjših čakalnih časov bolj kontinuirana,
- bolj ekološka izvedba. Emisija škodljivih plinov in jakost hrupa se zmanjšata, prav zaradi manjših količin zaviranj in pospeševanj. To je v tem primeru sploh koristno, zaradi visokega deleža tovornih vozil,
- število nesreč se zmanjša (Preglednica 1), ni čelnih trkov in trkov pod pravim kotom,
- stroški vzdrževanja so manjši, ker ni potreb po vzdrževanju semaforjev, stroški za elektriko,
- boljša rešitev z vidika umirjanja prometa, sploh zaradi bližine šole in cerkve,
- ob primerni izvedbi daje bolj estetski videz.

#### MINUS:

- v primeru večjega števila pasov, v samem krožišču, se raven prometne varnosti zmanjša,
- zavzema več prostora in povzroča težave pri izvedbi sredinskega otoka,
- krožišče ni prijazno slepim, slabovidnim ter slušno motenim, ker ne omogoča varnega prečkanja ceste brez svetlobnih signalnih naprav,
- v primeru da gre za krožišče večjih dimenzij, v tem primeru s premerom 70 m, ni priporočljiva gradnja pred otroškimi vrtci in šolami, ter na ostalih mestih kjer je prisotna večja količina otrok,
- možen problem s prepustnostjo pri močnem prometnem toku nemotoriziranih udeležencev, ker sekajo enega ali več krakov krožišča,

- potreba po rušenju dodatnih objektov,
- ne zagotavlja varnega prečkanja pešcev in kolesarjev, potrebna bi bila izgradnja podhodov in podvozov.

#### 4.1.3 Analiza prepustnosti

Podatke za prepustnost obeh primerov, tako jutranje kot popoldanske konice, sem pridobil od projektantskega podjetja PNZ. Izdelanih je bilo 8 različnih modelov, za projektno leto 2020 in leto 2030, obravnava klasičnega semaforiziranega križišča in krožnega križišča. Za leto 2030 se na južnem delu križišča predvideva dodaten krak s povezavo Zadobrovska- Litijska cesta.

Glede prepustnosti, spiralno krožno križišče deluje bolje, vendar na drugi strani tudi semaforizirana uredba ustreza predvideni prometni obremenitvi (celotno križišče s pretočnostjo vrednosti B, posamezni manevri C, Slika 11).

Ob upoštevanju varnosti nemotoriziranih udeležencev, ki ga zagotavlja semaforizirano križišče, PNZ predlaga izvedbo klasičnega križišča.

metoda	časovni presek in cestno omrežje	kazalec	križišče K1					
			spiralno krožno k.		semaforizirano k.		križišče K2 ***	
			jutr.k.	pop.k.	jutr.k.	pop.k.	jutr.k.	pop.k.
analitično (aaSidra)	leto 2020/2030*:	raven uslug	A**	B**	B	B	B	B
	projektirano +	zamude [sek/vozilo]	8,5	17,2	14,5	14,6	18,9	15,7
	nova povezava	stopnja zasičenosti (v/c)	0,679	0,979	0,672	0,808	0,778	0,759
	do Litijske +	najdaljša vrsta [m]	52	243	88	133	109	141
	krožno na	število ustavljanj na voz.	0,72	0,84	0,72	0,75	0,86	0,75
	obvoznici	povprečna hitrost [km/h]	47,4	40,5	42,9	42,9	39,5	41,9
		raven uslug (zamude [sek/vozilo])						
mikroskopska simulacija (VISSIM)	leto 2020: projektirano	celo križišče	A (3.4)	A (4.3)	B (13.7)	B (17)	B (13.7)	B (12.1)
		južni krak					D (36.8)	D (35.5)
		vzhodni krak	A (1.7)	A (2.5)	B (17.1)	B (16.2)	A (8.1)	A (7.7)
		sevni krak	A (3.2)	A (6.2)	A (6)	A (8.8)	C (34)	D (35.2)
		zahodni krak	A (4.9)	A (4.2)	B (18.2)	C (21.6)	A (6.7)	A (9)
	leto 2030: projektirano + nova povezava do Litijske + krožno na obvoznici	raven uslug (zamude [sek/vozilo])						
		celo križišče	B (14.6)	B (14.9)	B (14.5)	B (15.6)	B (14.2)	B (13.3)
		južni krak	A (8.3)	B (10.1)	B (14.5)	B (13)	D (35.2)	D (37.3)
		vzhodni krak	A (6.1)	A (8.5)	B (15.5)	B (16.4)	A (10)	A (9.1)
		sevni krak	D (46.9)	D (51.2)	A (9)	B (13.3)	D (37.8)	C (33.5)
		zahodni krak	A (5.8)	A (6.6)	C (20.5)	B (19.3)	A (7)	A (7.6)

\* v križišču K1 (Zadobrovska): leto 2020, razen na novem kraku proti Litijski cesti, kjer so upoštevani podatki za leto 2030,

v križišču K2 (Rjava c.): leto 2020, ker so prometne obremenitve večje kot leta 2030;

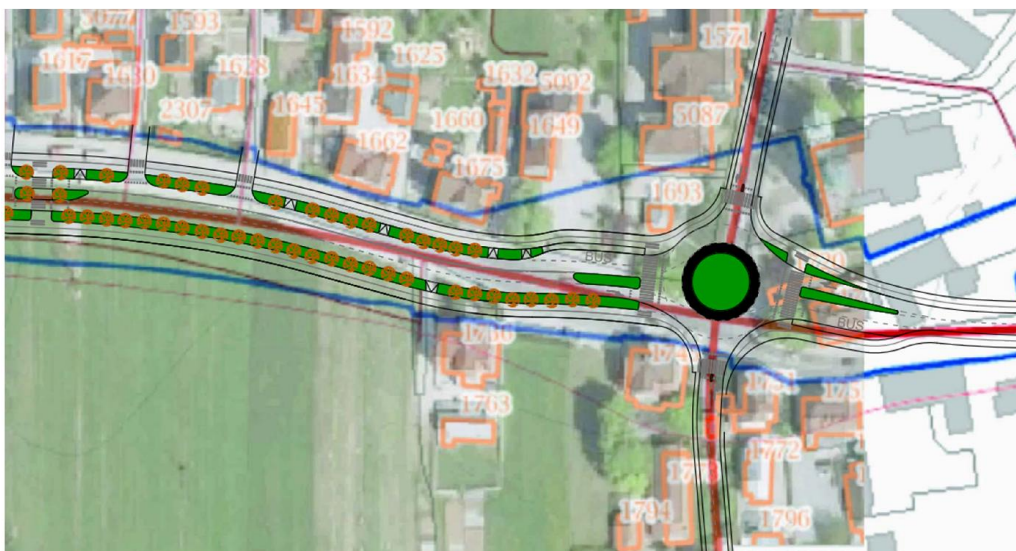
\*\* Sidra 3.2 ne omogoča računanje prepustnosti za spiralna krožna križišča, zato je izračun narejen za običajno dvopasovno krožno križišče, ki je nekoliko manj prepustno (rezultati so na varni strani);

\*\*\* kazalniki veljajo za različico s semaforjem v križišču K1.

Slika 11: Prepustnost križišč (PNZ, 2009)

## 4.2 Tropasovna cesta

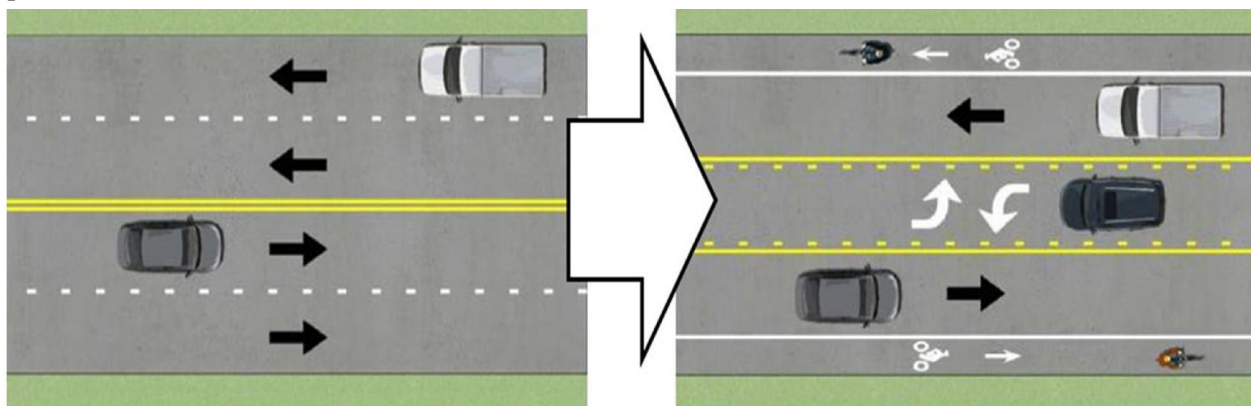
Na drugi strani pa se civilna iniciativa Polje zavzema za primer tropasovne izvedbe ceste, ki se križa s krožnim voziščem. Predlagana je bolj »zelena« rešitev z izvedbo tropasovnice in zmanjšanimi posegi v okolje. V križišču Zaloška-Zadobrovška se zgradi dvopasovno krožno križišče, Zadobrovška cesta ostane enaka brez spreminjanja fizične zasnove in s tem se ohrani trenuten pretok vozil. Kolesarji in pešci so vodeni izven nivojsko in distancirani od vozišča z zelenico.



Slika 12: Tropasovna cesta s krožnim prometom (CIP, 2009)

Kako točno zgleda promet na tropasovnici?

Promet je sestavljen iz treh pasov; po en pas je namenjen vožnji v eno smer, in pa vmesnega pasu. S tem se omogoči levim zavijalcem, da v primeru zavijanja uporabijo notranji pas in razbremenijo naravnost vozeča vozila. Z ukrepom bi rešili problem prebivalcev na severni strani Zaloške ceste, saj bi lahko s pomočjo uporabe srednjega pasu prosto zavijali levo in obračanje v križišču ne bi bilo potrebno.



Slika 13: Tropasovna izvedba (PPS, 2015)

Positivni vplivi tako klasičnega kot krožnega križišča so opisani v prejšnjem poglavju. Navajam še nekaj ključnih lastnosti zaradi katerih se slednji primer loči od preostalih dveh.

**PLUS:**

- Manjši posegi v okolje,
- umirjanje prometa,
- izvedba omogoča prebivalcem na severni strani Zaloške ceste lažji dostop.

**MINUS:**

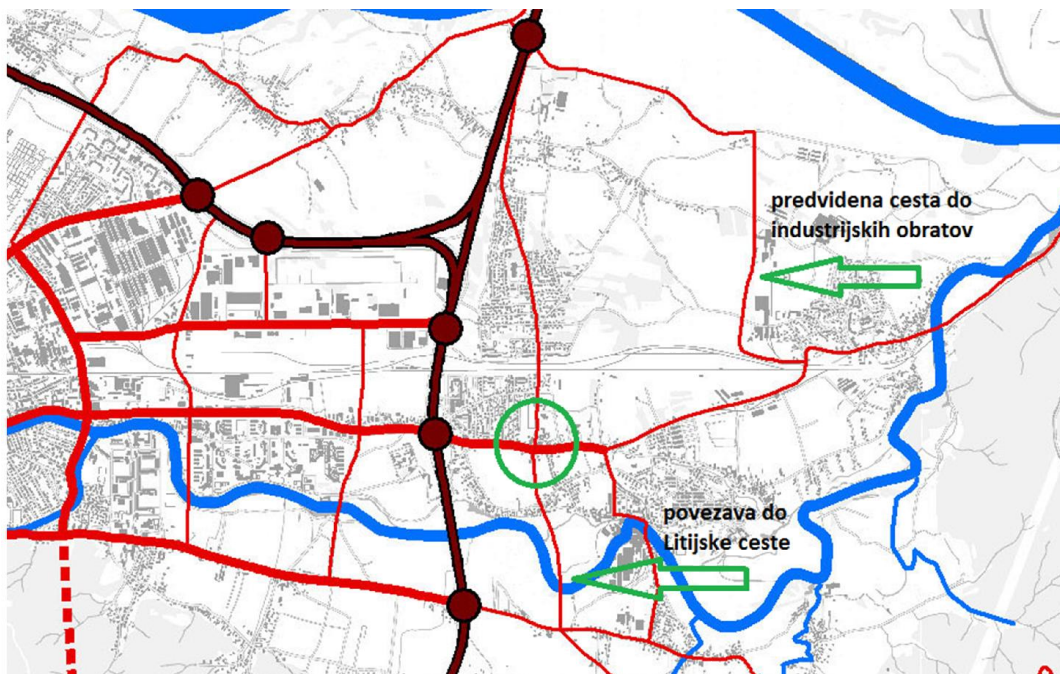
- Težava pri navajanju voznikov na nov sistem uporabe pasov,
- še vedno gre za dvopasovno krožišče, ki ni najbolj prijazno do nemotoriziranih uporabnikov,
- tropasovna cesta ni v skladu z slovenskimi predpisi.

## 5 MOJA PROJEKTNA REŠITEV

### 5.1 Pregled strateškega načrta

Po pregledu vseh projektov in s pomočjo mojega vidika prometne politike, ki bi najbolj ustrezala obravnavanemu križišču, sem se odločil za svojo izvedbo rekonstrukcije. Najprej sem pregledal Strateški načrt MOL, ki prikazuje predvidene rekonstrukcije cest na območju Ljubljane (Slika 14). Na obravnavanem območju gre za dva ključna posega:

- v samem križišču nastane nov krak, ki bo povezoval Zadobrovsko cesto z Litijsko cesto,
- s severne strani bo zgrajena povezava do industrijskih objektov v Zalogu. Preko Ceste v prod je predvidena povezovalna cesta Agrokombinatska-Hladilniška cesta.



Slika 14: Strateški načrt predvidenih gradenj cest (MOL, 2015)



## 5.2 Glavni ukrepi projektne rešitve

- Glede na zgodovino kraja, ki navaja kmetijsko usmerjeno prebivalstvo je glavni cilj projekta zagotavljati umirjenost prometa in omogočiti pešcem ter kolesarjem varno gibanje v območju križišča.
- Promet bo potekal po že obstoječi dvopasovni cesti, za križanje cest pa bom uporabil enopasovno krožno križišče. Hitrost bo omejena na 50 km/h.
- Delež težjih tovornih vozil preusmerim na drugo traso. S pomočjo strateškega plana predvidenih cest, tovorna vozila z nosilnostjo nad 7t preusmerim na cesto, ki pelje približno 3km severno od križišča (Slika 15).

V samem križišču je promet za težja vozila mogoč proti kraku C, proti kraku B pa bodo imela vozila nad 7t popolno zaporo. Dostop do industrijskega območja je omogočen po predvideni cesti. S tem zagotovim boljšo pretočnost tako tovornega prometa, ki je namenjen na območje Zaloga, kot tudi osebnih vozil, ki peljejo skozi križišče. Posledično je možna ureditev kolesarjem, pešcem in prebivalcem bolj prijaznega območja.



Slika 15: Nova povezovalna cesta, Agrokombinatska-Hladilniška cesta in Cesta v prod, z rdečo barvo prikazana predvidena cesta (Geopedia, 2015; PNZ)

- Predviden projekt bo v najmanjši meri posegal v prostor, ni potrebe po novih rušenjih. Cesta bo potekala po že obstoječi.
- Namen je razbremenitev prometa tega območja in ne privabljanje še dodatnega prometa v križišče. Potnike se v sklopu vizije MOL preusmerja v javni transport.
- Na južnem delu krožišča bom dodal nov krak, ki bo omogočal prebivalcem tega dela, da se vključujejo v promet, označim ga kot krak D. Nadaljeval se bo z ulico v širini 5 m. V izračunu bom krak zanemaril, saj je njegov namen le dostop do krožišča okoliškim hišam in zanemarljivo vpliva na pretočnost krožišča. V prihodnosti (predvidena povezava Zadobrovska-Litijska) bo ulica lahko osnova za novo povezovalno cesto.

Pred izvedbo ukrepov je potrebno zagotoviti kriterijem za upravičenost gradnje krožnega križišča. Za zagotovitev upravičenosti rekonstrukcije mora biti odločitev strokovno utemeljena in podkrepljena z argumenti. Izpolnjevati mora določene kriterije:

- Funkcionalni kriterij
- Kriterij prepustnosti
- Prostorski kriterij
- Projektno-tehnični kriterij
- Kriterij prometne varnosti
- Ekonomski kriterij

V nadaljevanju bom opravil prometno študijo in dokazal ali je izvedba dvopasovne ceste z enopasovnim krožnim križiščem ustrezna za obravnavano območje in zagotavlja kriterijem prepustnosti.

## 6 PROMETNI PODATKI

### 6.1 Štetje prometa

Za izračun in prikaz prometnih obremenitev je ključnega pomena štetje prometa. Za globalno analizo sta najbolj pomembna PLDP in PDP.

Za natančnejšo analizo prometnih obremenitev pa moramo pridobiti obremenitve v obdobju ene ure, ko je količina prometa, ki se steka skozi križišče največja. Imenujemo ga promet v konični uri.

Na povprečen oblačen ponedeljkov dan, dne 22.6.2015 sem izvedel ročno štetje prometa. Razdelil sem ga na dopoldansko štetje med 6:00 in 9:00 uro ter na popoldansko med 15:00 in 17.00 uro. S tem sem zajel tako dopoldansko konico, ki je med 6:30 in 7:30 uro, kot tudi popoldansko konico med 15:00 in 16:00 uro. Štetje je bilo ločeno glede na krak križišča in strukturo prometa.

Meritve sem izvajal v 15 minutnih intervalih in za vsak krak in smer vožnje podatke (vozila) vpisoval v preglednice (Priloge A). Pridobljene podatke sem pretvoril na skupno enoto EOV in glede na količino prometa v določenih intervalih določil dopoldansko in popoldansko uro konice.

Pomagal sem si tudi s podatki tehničnega poročila PGD, kjer je zapisano, da je križišče dne 22.11.2006 v 16 urnem obdobju prepeljalo 25.082 vozil.

### 6.2 Struktura vozil

Za strukturo vozil, ki se statistično obravnava in šteje, sem uporabil vzorec iz skripte (Juvanc, Rijavec, 2005b). Definirana je na sledeči način:

- MO - motorna kolesa,
- OA - osebni avtomobili,
- BUS – avtobusi,
- LT - lahki tovornjaki (do 3,5t),
- ST - srednje težki tovornjaki (3,5 – 7t),
- TT - težki tovornjaki (nad 7t),
- TP - tovornjak s priklopnikom, vlačilci,
- TR – traktorji,
- KO – kolesarji,

Glede na podatke, ki me zanimajo in predpostavljen problem težkih vozil sem strukturo vozil razdelil na štiri kategorije:

- OA (OA + MO),
- BUS,
- LAHKI TOV (LT+ST)
- TEŽKI TOV (TT),
- VLAČ (TP),

Slednje sem pretvoril na skupno enoto EOVS, ki se izvede po sledečem obrazcu:

- 1 OS = 1,0 EOVS
- 1 LT, ST, TT, BUS = 2,0 EOVS
- 1 TP = 3,0 EOVS

### 6.3 Prometne obremenitve

Analiza se izvaja glede na prometno obremenitev v konični uri, to je ura v dnevu v kateri je krak križišča najbolj obremenjen, zasičen (Maher, 2006).

Cilj je izračun merodajne prometne obremenitve ( $Q_{mer}$ ) za vsak krak in smer posebej.

$$Q_{mer} = \frac{Q_{dej}}{FKU}$$

$Q_{dej}$  predstavlja dejanski seštevek EOVS v urni konici in ga določamo za vsako smer in krak.

Izračun faktorja konične ure (FKU) dosežem tako, da 15 minutne prometne obremenitve, ki jih označim z  $Q_i^{15}$  seštejem za čas urne konice in to vrednost delim z štirikratno maksimalno vrednostjo  $Q_{i,max}^{15}$  obremenitve v tej uri.

$$FKU = \frac{\sum_{i=1}^4 Q_i^{15}}{4 * Q_{i,max}^{15}}$$

Faktor konične ure: »Razmerje med prometno obremenitvijo v konični uri (tj. vsoto prometnih obremenitev v vseh nominalnih časovnih intervalih) ter maksimalno prometno obremenitvijo, v nominalnem časovnem intervalu« (Maher, 2006, str. 10).

### 6.4 Ugotovitve

JUTRANJA KONICA:

Kot sem že predpostavil predstavlja smer B-A glavno prometno smer, kar se izkaže tudi pri številu in izračunih. Največ prometa se steka proti kraku A, smer center. Krak C predstavljajo v večji meri osebna vozila, zaradi bližine stanovanjskih objektov. Smer A-B je preobremenjena s tovornim prometom (Preglednica 2), (Priloga A.1).

POPOLDANSKA KONICA:

V popoldanskem času je najbolj zasičena smer A-B torej proti Zalogu in smer A-C. Ponovno je količina tovornih vozil prevelika (Priloga A.2). Če količina težkih vozil presega 10% merodajnega pretoka lahko rečem, da gre za previsok delež. Zaradi že prej omenjenih industrijskih obratov in ostalih gospodarskih dejavnosti na območju Zaloga, je obremenjenost s težkimi vozili v križišču

močno opazna (Preglednica 2,3). Že pri fizičnem opazovanju križišča se vidijo zastoji težjih vozil in razlike pri zaviranju in speljevanju.

Delež težkih vozil sem po TSC 03.200 izrazil kot delež vseh tovornjakov in avtobusov, količine sem pretvoril na EOVS in izračunal delež tudi za skupno enoto.

Preglednica 2: Delež težkih vozil, dopoldanska konica

DELEŽ TEŽKIH VOZIL, JK				
SMER	ŠT.VOZIL	TEŽ.VOZ.	[%]	EOVS[%]
A-B	386	63	16,3	29,3
A-C	114	8	7	13,1
B-A	619	68	11	20,6
B-C	66	9	13,6	24
C-A	198	19	9,6	17,5
C-B	102	10	9,8	18,6

Preglednica 3: Delež težkih vozil, popoldanska konica

DELEŽ TEŽKIH VOZIL, PK				
SMER	ŠT.VOZIL	TEŽ.VOZ.	[%]	EOVS[%]
A-B	594	68	11,4	21,8
A-C	219	14	6,4	12
B-A	510	62	12,2	23,4
B-C	66	7	10,6	19,2
C-A	185	18	9,7	17,7
C-B	144	14	9,7	17,7

## 6.5 Določitev korekcijskih faktorjev

S pomočjo avtomatskih števecov na preseku vzhodnega kraka Zaloške ceste (vir. MOL), sem pridobil podatke za povprečni letni dnevni promet. Prikazujejo nihanje prometa v sklopu 6 let na dnevni ravni. Podatki so pridobljeni v obdobju 01-31.10, z izjemo leta 2011, ko so pridobljeni 01-30.09.

Preglednica 4: Povprečen letni dnevni promet za obdobje med leti 2007 in 2012 (MOL)

Leto	PLDP	Motorji	Osebn vozila	Avtobusi	Lahka tov. ≤ 3t	Sr. tov. 3-5t	Tež.tov. ≥ 7t	Tov.s prikolico	Vlačilci
2007	12555	21	10694	186	831	287	307	40	189
2008	12469	28	10646	140	857	258	277	37	225
2009	13054	36	11116	169	871	241	325	44	252
2010	12356	26	10466	159	889	232	298	45	243
2011	13910	102	11806	167	1011	214	299	47	264
2012	11797	35	9987	154	860	190	292	47	231

UGOTOVITVE: Izračun povprečnega PLDP za 6 let znaša 12690 vozil, za leto 2012 beležim 7% upad prometa od povprečja. Upad prometa pripisujem predvsem krizi in slabi gospodarski situaciji v državi. Kljub zmanjšanju prometa sem se odločil, da glede na trenutno 2,6% gospodarsko rast in po dogovoru z mentorjem, pri projektiranju vseeno uporabim 1,5% prirastek letnega prometa.

### 6.5.1 Faktor rasti

Glede na to da gre za rekonstrukcijo semaforiziranega križišča v krožno križišče, kar predstavlja spremembe, ki bodo v veliki meri spremenile potek prometnega odvijanja in da zagotovim rezultate na varni strani, predvidim da gre za novogradnjo. V tem primeru uporabim 20 letno plansko dobo, torej projektiram na leto 2035.

$$f_{rasti} = (1 + PLSR)^n$$

$PLSR$  – povprečna letna stopnja rasti

$n$  – število let, v tem primeru 20 let

Izračun:  $f_{rasti} = (1 + 0,015)^{20} = 1,347$

### 6.5.2 Korekcija obdobja štetja

Poleg faktorja rasti je potrebno upoštevati še korekcijo obdobja štetja. Pridobljene rezultate korigiram glede na dan v tednu in mesec v letu. Uporabim podatke najbližjega števnege mesta 380, Sneberje, (Priloga A.6). Upoštevam  $PDP_{ponedeljek}$ ,  $PDP_{junij}$  s  $PLDP_{2013}$  in zajamem dva faktorja korigiranja. Korigira se na povprečni dnevni promet obdobja, ki znaša 9230 vozil.

$$PDP_{ponedeljek} = 10.527; f_{kor,mes} = \frac{9230}{10527} = 0.877$$

$$PDP_{junij} = 9334; f_{kor,dan} = \frac{9230}{9334} = 0,989$$

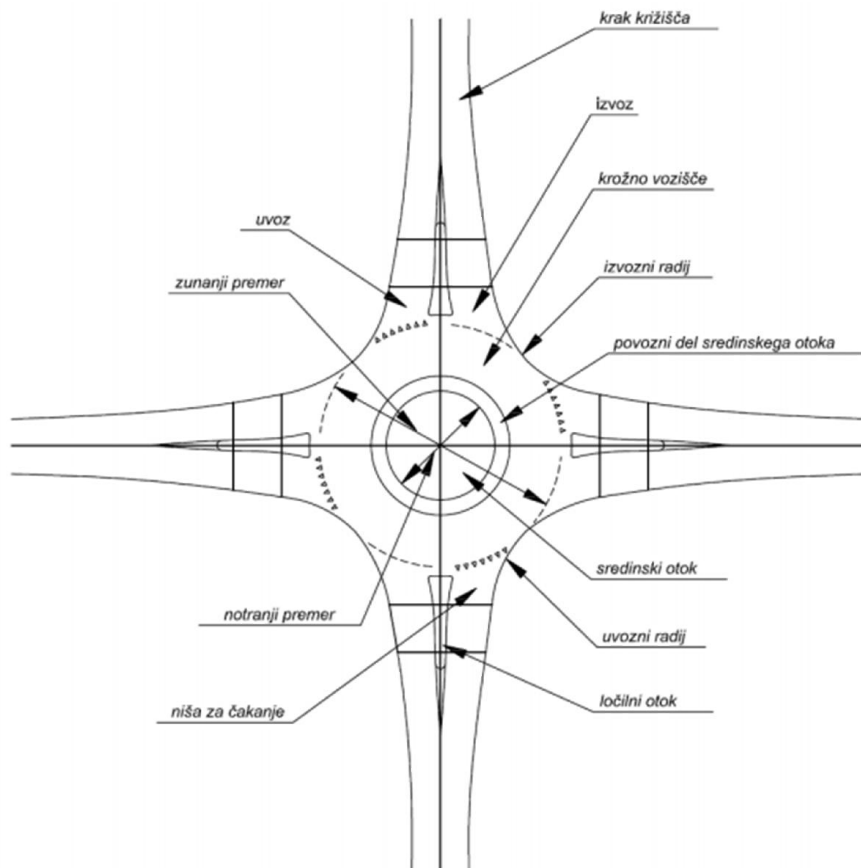
$$f_{kor} = f_{kor,mes} * f_{kor,dan} = 0,877 * 0,989 = 0,867$$

Izračunan merodajni promet  $Q_{mer}$  množim s faktorjem rasti  $f_{rasti}$  in faktorjem korekcije  $f_{kor}$ .

Rezultat je merodajni promet za leto 2035 na katerega projektiram  $Q_{mer,2035}$ . Podatki se uporabijo v poglavju Izračun kapacitete krožnega križišča.

## 7 KROŽNO KRIŽIŠČE

### 7.1 Določitev elementov krožišča



Slika 16: Osnovni elementi krožnega križišča (TSC.04.341, 2011, str. 7)

#### 7.1.1 Izbira velikosti zunanega radija ( $D$ ) in krožnega pasu ( $u$ )

Na izbiro velikosti krožišča, torej velikosti zunanega radija  $D_i$ , vpliva lokacija in kapaciteta prometa.

Preglednica 5: Delitev po velikosti glede na lokacijo (TSC 03.341, str. 8)

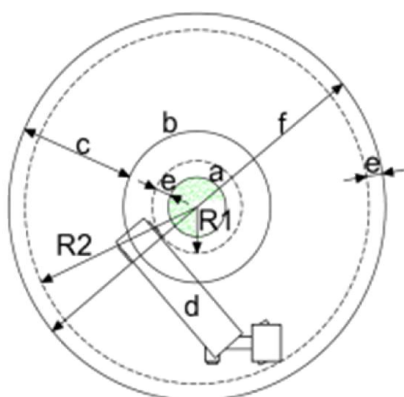
tip krožnega križišča	zunanji premer [m]	okvirna kapaciteta [voz./dan]
majhno urbano	22-35	15.000
srednje veliko urbano	30-40	20.000
srednje veliko izvenurbano	35-45	22.000

V skladu s TSC 03.341 in 16 urno obremenitvijo križišča ki znaša 25.082 voz/16h, sem določil, da bo premer krožišča znašal 40 m. Umestim ga med srednje velika urbana krožišča.

Širina krožnega voznega pasu  $u$  se določi glede na polmer zavoja sedlastega vlačilca ( $R_z = 14 - 18m$ ) in je v medsebojni povezavi z zunanjim radijem.

Preglednica 6: Elementi prevoznosti za merodajno vozilo sedlasti vlačilec (TSC 03.341, 2011, str.26)

premer sredinskega otoka [m]	R1 [m]	R2 [m]	minimalni zunanji premer krožnega križišča [m]
6.0	4.0	13.4	28.8
8.0	5.0	13.9	29.8
10.0	5.0	14.4	30.8
12.0	7.0	15.0	32.0
14.0	8.0	15.6	33.2
16.0	9.0	16.3	34.6
18.0	10.0	17.0	36.0



- a – sredinski otok
- b – sredinski otok + povozni del sredinskega otoka
- d – merodajno vozilo
- e – varovalna razdalja, znotraj katere ne sme biti fizičnih ovir; 1,0 m
- f – zunanji premer krožnega križišča

Slika 17: Elementi za prevoznost (TSC 03.341, 2011, str.26)

Izbrani elementi:

- premer sredinskega otoka: **22m**
- širina povoznega pasu: **3m**
- širina krožnega voznega pasu: **6m**

Posebna pozornost je na vodenju pešcev in kolesarjev, ki so nivojsko ločeni od vozišča. Poleg tega pa jih na uvozu in izvozu iz krožišča varuje zadosten prostor, ki ga omogočajo ločilni otoki. Več v nadaljevanju.

### 7.1.2 Projektno-tehnični elementi

Projektno-tehnične elemente srednje velikega krožnega križišča je potrebno izbrati tako, da hitrosti ne presegajo 40 km/h. Ker gre pri vsakem križišču za unikaten primer izvedbe, morajo biti izbrani elementi v priporočenih mejah. Vse pa je odvisno od prometnih in prostorskih razmer.

Preglednica 7: : Meje in priporočene vrednosti posameznih geometrijskih elementov (TSC 03.341,2011, str.25)

element	simbol	enota	mejne dimenzije	priporočene dimenzije
širina uvoza	e	m	3.6-16.5	4.0-15.0
širina voznega pasu	v	m	2.75-12.5	3.0-7.3
dolžina razširitve	l	m	12-100	30-50
premer	D	m	27-172	27-100
vpadni kot	$\Phi$	°	0-77	10-60
uvozni radij	R	m	6-100	8.0-45
širina krožnega pasu	u	m	4.5-25	5.4-16.2
ostrina razširitve	S	/	0-2.9	0-2.9

Vrednosti (Preglednica 7) veljajo za enopasovna krožišča in so dobljena izkustveno. Kakršna koli odstopanja od mejnih dimenzij je potrebno dobro pretehtati, saj lahko v večji meri vplivajo na varnost krožišča.

### 7.1.3 Vodenje cest v krožno križišče

Cilj projektiranja krožnega križišča je, da sta nasprotna kraka v optimalni legi. Razlog je v prevelikih hitrostih vozil, težkem vključevanju v križišče in naletu od zadaj pri vstopu v križišče. Ker pa je pogoj prostorska umestitev to ponavadi težko dosežemo. Dopustna meja, ki dovoljuje odstopanje krakov je 10°, kar se doseže s pravilno izbiro vhodnega radija, širine uvoza in dolžine razširitve uvoza.

Maksimalno uporabljeno odstopanje v projektu znaša 3°.

### 7.1.4 Širina voznega pasu pred krožnim križiščem (v)

Element, ki vpliva na prepustnost uvoza. Minimalna širina za Slovenijo je 2,75 m. V primeru, da gre za rekonstrukcijo je širina predvidenega pasu enaka širini že obstoječih pasov.

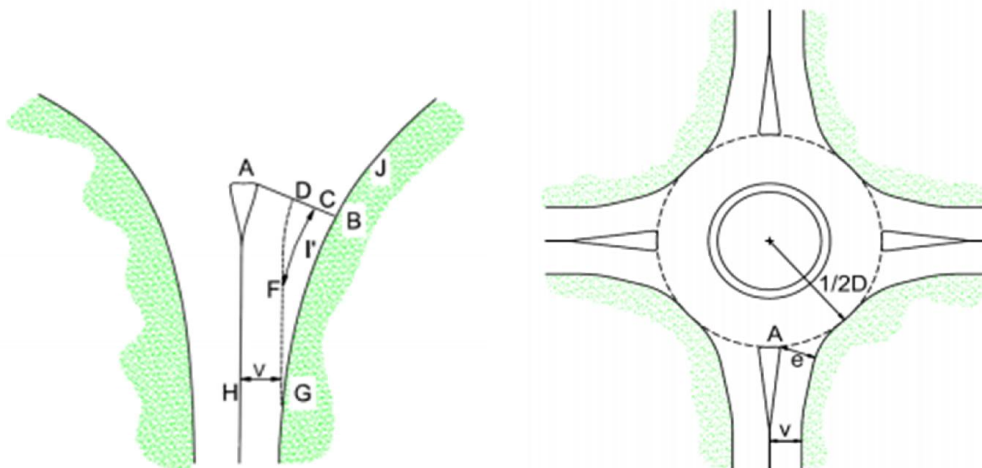
Izbrana širina prometnih pasov znaša 3,50 m in je na vseh krakih enaka.



### 7.1.5 Širina uvoza v križišče ( $e$ ) in dolžina razširitve uvoza ( $l$ )

Najbolj kritičen del vožnje skozi krožišče je ravno vstop v krožni tok. Elementa, ki vplivata na kvaliteto vožnje pri vstopu sta širina uvoza in dolžina razširitve uvoza.

Vstopna širina ima poleg števila pasov v krožišču največji vpliv na kapaciteto. Z večanjem širine se večja tudi kapaciteta, vendar se zmanjša prometna varnost. Da se približamo najboljši možni izvedbi, izberemo širino uvoza, ki še ustreza predvideni kapaciteti in tako zagotovimo največjo varnost.



Slika 18: Širina voznega pasu ( $v$ ), efektivna dolžina razširitve ( $l$ ), širina uvoza ( $e$ ), (TSC 02.341; 2011, str. 6)

Dolžina razširitve je definirana kot: »Dolžina srednice med krivuljo normalno širokega uvoza in krivuljo razširitve« (TSC 03.341, str 5).

Širina uvoza v križišču: »Širina lijakastega uvoza, meri se pravokotno od uvoznega radija do presečišča podaljška desnega roba otoka za pešce in talne signalizacije, ki označuje zunanji rob krožnega vozišča« (TSC 03.341, str 5).

Izbrane širine uvoza mojega projekta se gibljejo med 2,75 m in 4,71 m (Priloga C.2).

### 7.1.6 Uvozni in izvozni radij

Uvozni radij nima večjega vpliva na prepustnost, medtem ko je izvozni radij eden ključnih elementov za določitev zadostnega pretoka vozil. Določamo ju glede na velikost krožnega križišča, števila voznih pasov in oblike sredinskega otoka. Oba radija sta ključna pri kontroliranju hitrosti vozil na uvozu/izvozu in tako vplivata na varnost. Izvozni radij je enak ali večji od uvoznega, nikoli pa manjši.

Za uvozni radij sem na krakih A, B in C uporabil velikost 14 m, na kraku D minimalnega 6 m. Za izvozni radij sem v kraku A in C uporabil 16 m, v kraku B 22 m, kraku D pa 6m (Priloga C.2).

### 7.1.7 Širina izvoza

Za zagotovitev hitrega pretoka vozil in nemotenega izvoza iz krožišča, moramo izbrati primerno širino izvoza. Določi se jo v mejah podanih v Preglednici 7.

Izbrane širine izvoza variirajo med 2,89 m in 4,97 m, glede na količino prometa skozi določen krak (Priloga C.2).

## 7.2 Izračun kapacitete

### 7.2.1 Osnove izračuna za krožno križišče

Kapaciteta krožnega križišča, označena s  $C$ , pove koliko vozil prevozi krožno križišče v določeni časovni enoti. Dobimo jo tako, da seštejemo prepustnosti vseh uvozov  $Q_{ei}$  v krožno križišče.

$$C = \sum_{i=1}^n Q_{ei}$$

$n$  – število uvozov

Za izračune kapacitete oz. prepustnosti v različnih uvozih krožišča je na voljo več različnih načinov. Uporabil bom nam študentom najbolj znano metodo: »*Zmogljivost uvoza po kalibrirani avstrijski (švicarski) metodi*«.

Prepustnost uvoza  $Q_e$  določa, koliko vozil uvozi v krožno križišče skozi en uvoz v časovni enoti (Maher, 2006). Izračuna se jo po enačbi:

$$Q_e = \frac{1500 - \frac{8}{9} * Q_b}{\gamma}$$

$$Q_b = \beta * Q_c + \alpha * Q_a$$

$Q_e$  – prometna prepustnost uvoza [EOV/h]

$Q_b$  – moč prometa oviranih prometnih tokov [EOV/h]

$Q_c$  – moč prometa na krožnem voznem pasu [EOV/h]

$Q_a$  – moč prometa na izvozu nad obravnavanim uvozom [EOV/h]

$\alpha$  – koeficient za upoštevanje izvoznega prometa

$\beta$  – koeficient redukcije, glede na število voznih pasov v krožnem križišču

$\gamma$  – koeficient redukcije, glede na število uvozov v krožno križišče

Vrednosti koeficientov  $\alpha$  in  $\beta$ , glede na število pasov na uvozu v krožno križišče:

- enopasovno  $\beta = 0,9-1,0$
- dvopasovno  $\beta = 0,6-0,8$
- tropasovno  $\beta = 0,5-0,6$

izbrani  $\beta$ : **0,95**

Vrednost redukcije  $\gamma$  glede na število pasov v križišču:

- enopasovni uvoz  $\gamma = 1,0$
- dvopasovni uvoz  $\gamma = 0,6-0,7$
- tropasovni uvoz  $\gamma = 0,5$

izbrani  $\gamma$ : **1,0**

Faktor geometrije  $\alpha$  se določa v odvisnosti od razdalje  $B$  med konfliktnima točkama  $x$  in  $y$ .



Slika 19: Določitev faktorja geometrije  $\alpha$  (TSC 03.341, 2011, str. 21)

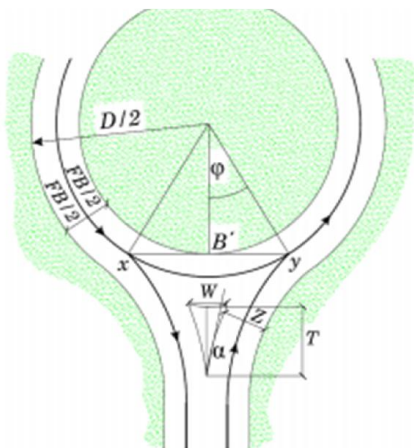
$$B = \frac{(D - FB) * \pi * \varphi}{180}$$

$D$  = zunanji premer krožišča [m]

$FB$  = širina krožnega vozišča [m]

$\varphi$  = polovični središčni kot med konfliktnima točkama, odčitam iz geometrije [°]

V primeru, da sta točki  $x$  in  $y$  oddaljeni za več kot 28 m, promet na izvozu ne vpliva več na prepustnost uvoza.



Slika 20: Določitev središčnega kota (TSC 03.341, 2011, str. 21)

Cilj izračuna kapacitete je stopnja nasičenosti oz. obremenjenosti. Ta določa mero dosežene računske kapacitete uvozov glede na predvidene prometne obremenitve.

$$X_i^t = \frac{Q_{mer,i}^t}{Q_{e,i}^t} \leq 0,85(0,90)$$

Stopnja nasičenosti ne sme presegati 85% vrednosti maksimalne urne obremenitve.

Bolj podrobne obrazložitve postopka so podane v TSC 03.341 (2011) in v skripti *Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov* (Maher, 2006).

## 7.2.2 Izračun za obravnavani primer

Podatke za velikost krožišča in širino voznih pasov sem določil že v poglavju 7.1.1., izbrana vrednost koeficienta  $\beta$  in redukcije  $\gamma$  pa je podana v preglednici 8. Velikost središčnih kotov odčitam neposredno iz geometrije križišča in so podani v Preglednici 8.

Preglednica 8: Geometrijske karakteristike prepustnosti uvoza

D	40	[m]
FB	6	[m]
$\beta$	0,9	/
$\gamma$	1	/

KRAK	$2\varphi[^\circ]$	$\varphi[^\circ]$	B[m]	$\alpha$
A	72	36	21,4	0,08
B	76	38	22,5	0,08
C	74	37	22,0	0,08
D	/	/	/	/

Za izračun merodajne obremenitve sem upošteval tudi korekcijske faktorje v poglavju Določitev korekcijskih faktorjev in upošteval 20 letno plansko dobo. Izvedel sem izračuna za dva različna primera. V prvem sem upošteval celoten promet, v drugem pa prepoved prometa tovornih vozil z nosilnostjo nad 7t v krak B in jih tako izločil iz izračuna. V prvih dveh tabelah so vrednosti za jutranjo konico, v preostalih pa vrednosti popoldanske konice.

Preglednica 9: Izračun za posamezne krake v jutranji konici, ob upoštevanju vseh vozil in druga preglednica z izključitvijo težjih tovornih vozil.

KRAK	$Q_{mer}$ [EOV/h]	$Q_a$ [EOV/h]	$Q_c$ [EOV/h]	$Q_b$ [EOV/h]	$Q_e$ [EOV/h]	X
A	743	1136	155	231	1295	0,57
B	945	314	159	203	1320	0,72
C	445	258	846	783	804	0,55

KRAK	$Q_{mer,tov}$ [EOV/h]	$Q_a$ [EOV/h]	$Q_c$ [EOV/h]	$Q_b$ [EOV/h]	$Q_e$ [EOV/h]	X
A	669	1071	141	213	1311	0,51
B	870	651	159	196	1326	0,66
C	431	248	781	723	858	0,5

Preglednica 10: Izračun za posamezne krake v popoldanski konici, ob upoštevanju vseh vozil in druga preglednica z izključitvijo težjih tovornih vozil.

KRAK	Qmer [EOV/h]	Qa [EOV/h]	Qc [EOV/h]	Qb [EOV/h]	Qe [EOV/h]	X
A	1122	1006	201	262	1268	0,88
B	838	1028	295	348	1191	0,7
C	468	394	739	697	881	0,53

KRAK	Qmer,tov [EOV/h]	Qa [EOV/h]	Qc [EOV/h]	Qb [EOV/h]	Qe [EOV/h]	X
A	1038	1038	192	256	1273	0,82
B	860	935	295	341	1197	0,72
C	459	384	771	725	856	0,54

Cilj je, da kapaciteta ne preseže 85% vrednosti zasičenosti. V primeru izračuna z vključenim celotnim prometom je krožno križišče preobremenjeno, krak A ima vrednost 0,88. Z izločitvijo težkih vozil pa je maksimalna vrednost kapacitete 0,82, kar je še v določenih mejah. S tem sem dokazal, da je predpostavljena rešitev dvopasovne ceste z enopasovnim krožnim prometom mogoča in v skladu z normativi.

### 7.3 Geometrijski elementi vodenja osi

Geometrijske elemente vodenja osi ceste se določi v odvisnosti od projektne hitrosti vozil. Sestavljeni so iz preme, krožnega loka in prehodnice. Prehodnica je trasirni element, ki omogoča da se krožni loki povezujejo med seboj. Glede na predvideno hitrost, ki znaša 50 km/h lahko določim minimalni krožni lok.

Preglednica 11: Elementi vodenja osi

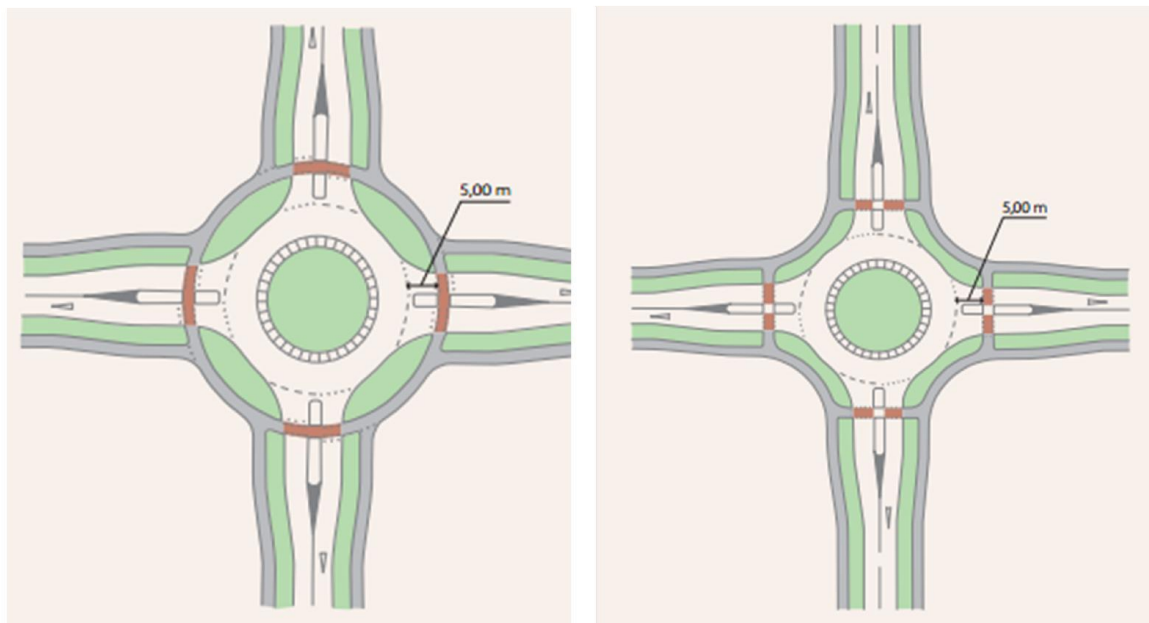
Zaloška cesta	
Vproj	50 km/h
min dovoljeni	75m
izbrani	100m

Zadobrovska cesta	
Vproj	50 km/h
min dovoljeni	75m
izbrani	prema

## 7.4 Vodenje pešcev in kolesarjev

Varnost se zagotavlja s pravilno izvedbo vertikalne in horizontalne signalizacije, ločilnih otokov ter uporabljenega načina vodenja v križišču. V Sloveniji poznamo dva različna načina vodenja kolesarjev v območju krožnega križišča:

- mešano vodenje kolesarskega in motornega prometa in
- samostojno vodenje (vzporedno z robniki ali v obliki koncentričnega kroga).



Slika 21: Vodenje kolesarjev v krožnem križišču; levo (kolesar ima prednost), desno (kolesar nima prednosti), (Novelacija navodil za projektiranje kolesarskih površin, 2012, str. 36,37)

Kolesarska steza se ponavadi izvaja cca 5 metrov od zunanjega roba krožišča. Na voljo sta dve različici vodenja (Slika 21). Prva daje prednost kolesarjem, kar zagotavlja bolj tekočo vožnjo brez ostrih zavijanj, druga pa kolesarjem odvzema prednost.

Glede na majhno količino kolesarjev na obravnavanem križišču in z zagotavljanjem boljše prepustnosti krožnega križišča, sem se odločil za drugo varianto. Križanja motoriziranega in nemotoriziranega prometa potekajo pod pravim kotom, kar omogoča najboljšo možno preglednost križanja in s tem najvišjo zagotovljeno varnost. Edine konfliktne točke so na mestih prehodov preko krakov križišča, pa še na teh mestih so postavljeni otoki, s katerimi se zavaruje pešce in kolesarje. Na zahodnem delu Zaloške ceste, pred prihodom v krak A, sem kolesarje in pešce vodil po severni strani ceste, predvsem zato ker južna stran ni poseljena. Steza za nemotorizirane udeležence je nivojsko ločena od vozišča, vmes pa je predvidena zelenica v širini 1,5 m. Kolesarska steza v širini 2 m, omogoča kolesarjem vožnjo v obe smeri. Steza za pešce je poleg kolesarjev in meri 2 m, prav tako namenjena gibanju v obe smeri. Na kraku A zaradi obremenjenosti prometa ni prehoda za pešce in kolesarje.

Krak C je poleg kraka D najmanj prometno obremenjen in je v sami bližini šole, zato tu pozicioniram glavni prehod. Prehod kolesarjev je dvosmeren, v širini 2 m in je od krožišča distanciran 5,8 m. Prehod pešcev je v širini 4 m in je zaščiten z ločilnim otokom 2,7 m. Naprej po Zadobrovski cesti

poteka promet enosmerno. V vsako smer je kolesarska steza širine 1,5 m in steza za pešce širine 1 m. Smer vožnje je enaka smeri motoriziranih udeležencev.

V kraku B je na razdalji 7 m, 1,5 m prehod za kolesarje in 4 m prehod za pešce. Zaščiteni so z otokom širine 2 m. Promet naprej po Zaloški cesti poteka v enakem vzorcu kot po Zadobrovski cesti.

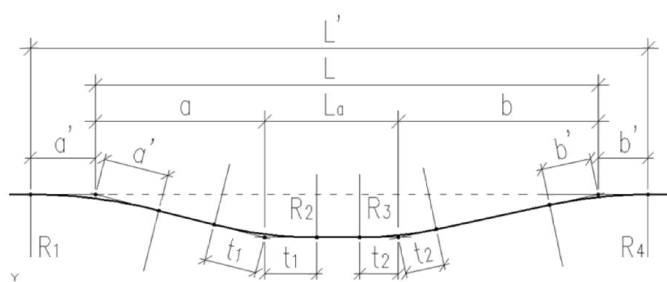
Na novem južnem kraku je prehod za pešce, ki je namenjen dostopu dveh hišam južnega dela kraka A.

V območju avtobusnih postajališč so tako kolesarske steze kot steze za pešce vodene za postajami in tako ne ogrožajo ljudi. V samem krožišču so kolesarji od vozišča oddaljeni z zelenico širine 1 m.

Za dodatno varnost, se kolesarske površine na mestu križanj obarvajo rdeče.

Podrobnosti so zrisane na koncu v prilogah C.

### 7.5 Avtobusna postajališča



Lokacijo avtobusnih postajališč pogojujejo potrebe javnega prevoza. Načeloma se postajališča načrtujejo za krožnim križiščem. Uvozni pas se lahko izvede neposredno po prehodu za pešce in ga obravnavamo kot sestavni del izvoza iz krožnega križišča.

Slika 22: Minimalni horizontalni tehnični elementi avtobusnega postajališča (Pravilnik o avtobusnih postajališčih, str 7)

Preglednica 12: : Velikosti elementov v odvisnosti od uvozne hitrosti (Pravilnik o avtobusnih postajališčih, str 6)

Uvozna hitrost (km/h)	a (m)	b (m)	a' (m)	b' (m)	l (m)	R1 (m)	R2 (m)	R3 (m)	R4 (m)
30	16,00	15,00	3,80	4,00	3,10	40,00	30,00	20,00	40,00
40	17,00	15,00	5,30	4,00	3,10	60,00	40,00	20,00	40,00
60	25,00	15,00	4,80	4,00	3,60	80,00	60,00	20,00	40,00

Na obravnavani cesti so dovoljene najvišje hitrosti 50 km/h, kar določa da lahko avtobus pripelje na uvozni pas postajališča s hitrostjo 30 km/h (Preglednica 13).

Preglednica 13: Dolžina avtobusnega postajališča in čakališča (Pravilnik o avtobusnih postajališčih, str 6)

Uvozna hitrost (km/h)	30, 40, 50, 60	30		40		60	
Dolžina (m)	La	L	L'	L	L'	L	L'
1 avtobus	13,00	44,00	51,80	45,00	54,30	53,00	61,80
2 avtobusa	26,00 *	57,00	64,80	58,00	67,30	66,00	74,80
zglobni avtobus	20,00	51,00	58,80	52,00	61,30	60,00	68,80

Glede na podatke štetja prometa (Priloga A.1, A.2) ocenim, da ni velike nasičenosti z avtobusnim prometom, zato dolžino postajališča prilagajam enemu avtobusu. Da bo na varni strani, vzamem dolžino merodajno za zglobni avtobus. Širina avtobusnega postajališča znaša na obeh postajah 3,1 m. Mesto za potnike je v širini 2 m in na obeh postajališčih so urejene nadstrešnice za potnike.

Avtobusna črta je označena z V - 43.2.

## 7.6 Prometna signalizacija

Signalizacija v krožišču se deli na vertikalno in horizontalno signalizacijo. Križišče je projektirano v skladu z pravilnikoma:

- Označbe na vozišču, oblika in mere (horizontalna signalizacija)
- Pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi na cestah (vertikalna signalizacija)

Prometni znaki so postavljeni ob desnem robu vozišča, tako da ne ovirajo voznikov ali pešcev. Locirani so na razdalji minimalno 0,3 m od roba vozišča, minimalna višina znaka, od tal pa do spodnjega roba znaka mora znašati vsaj 2,25 m.

Uporabljene označbe in signalizacija so podani v Prilogah B, za bolj nazoren pregled pa na grafični projektni rešitvi v Prilogi C.3.

## 7.7 Karakteristični prečni profil

Pomemben del pri oblikovanju je tudi višinsko vodenje ali prečni nagib krožnega vozišča, predvsem zaradi vozne dinamike in učinkovitega odvodnjavanja. Uporablja se lahko prečni nagib navzven (negativen) ali pa prečni nagib navznoter (pozitiven).

V samem krožišču bom zaradi enostavne izvedbe odvodnjavanja uporabil prečni nagib navzven in sicer v velikosti 2,0%. Povožni del je v nagibu 5%. Karakteristični profil bo sestavljen iz sledečih materialov (od zgoraj navzdol):

- Asfaltbeton (3cm),
- bitumenski drobljenec (8cm),
- tamponski drobljenec (30cm),
- kamnita posteljica iz zmrzlinško odpornega materiala (30cm).

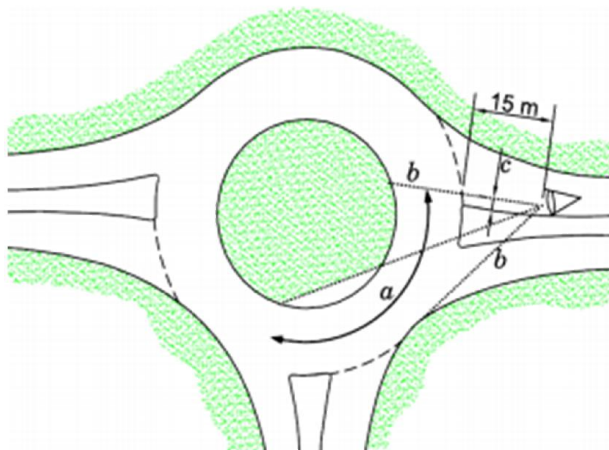
Enake sestave bosta tudi priključni cesti Zaloška in Zadobrovska in v naklonu 2,5%. Za kolesarske steze in pločnik sem izbral minimalen dovoljen nagib 2,5%. Prečni profil in prečni nagibi so natančneje prikazani v Prilogah C.5, C.6, C.7.



## 7.8 Preglednost

V krožnih križiščih, ki so projektirana v urbanem okolju je ključno, da je vozniku omogočen pregled na nasprotni izhod iz krožišča. Za čim boljši prikaz zagovitve ustrezne preglednosti, bom na koncu podal grafične priloge s krožiščem in izrisom preglednosti.

Minimalna zaustavitvena pregledna razdalja pri  $V_r = 40\text{km/h}$  znaša 40m. Pri preglednosti v levo, se razdalja meri iz sredine voznega pasu, 15 m pred krožiščem (Slika 23). Za velikost krožišča 40 m je priporočljiv pregled razdalje 50 m. Velikost spremenljivke  $b$  znaša 40 m, dolžina loka  $a$  pa 50 m.



Slika 23: Preglednost v levo (TSC 03.341, 2011, str. 31)

Pri čelni preglednosti na uvozu mora voznik videti celotno širino krožnega križišča.

Preglednost do prehodov za pešce mora biti takšna, da je voznikom omogočena varna zaustavitev. Pri tej velikosti krožišča mora biti voznikom iz prihajajočega kraka vidna celotna širina prehoda za pešce na sosednjem kraku.

Kritična pregledna točka je pogled na levo iz novo nastalega kraka D in ne ustreza zahtevam. Problem predstavlja objekt, ki ovira pogled vozniku pri vključevanju v krožišče. Pod pogojem, da gre za majhno ulico s štirimi stanovanjskimi hišami, kjer so hitrosti zelo majhne, ne bom predvidel rušitve bližnjega objekta. Pri vključevanju v krožišče bo potrebna dodatna pazljivost. V bodoče ko bo projektirana nova povezava, z višjimi hitrostmi, bo rušitev objekta nujna. Pregled na prehode za pešce je na vseh treh prehodih ustrezen. Več v Prilogi C.4.

## 8 ZAKLJUČEK

V začetku diplomske naloge sem podal razloge, ki zahtevajo obnovitev križišča. Naslednja faza je bila preučitev ostalih že obstoječih projektov, pri katerih sem se osredotočil na pozitivne in negativne vplive, ki jih vršijo na obravnavano območje. Na podlagi pregledanih rešitev in dejstva, da kot domačin križišče in območje dobro poznam, pa sem predstavil svojo rešitev.

Predpostavil sem enopasovno krožno križišče in tudi dokazal upravičenost gradnje tako s strani prometnih obremenitev, kot prostorske ureditve. Glede na predvideno stopnjo rasti prometa v naslednjih 20 letih, rešitve ustrezajo pogojem o zasičenosti prometa.

S pomočjo ročnega štetja prometa sem ugotovil, da je eden ključnih problemov količina tovornega prometa. Zato je moj glavni ukrep, ki sem ga uvedel, preusmeritev težjih tovornih vozil. S tem se kmečko usmerjeno območje razbremeni tranzitnega prometa in postaja bolj umirjeno in prijazno prebivalcem in ostalim udeležencem v prometu.

Večji del diplomske naloge sem posvetil vodenju pešcev in kolesarjev. Iskal sem najboljšo možno kombinacijo med neoviranim, tekočim prometom vozil in hkratnemu varnemu gibanju nemotoriziranega prometa. Steze so zato speljane po severnem delu križišča in se križajo z vozili na najmanj obremenjenem kraku. S tem zagotovim varno in pregledno križanje na krožnem križišču.

Predvidevam, da gre, gledano s finančne perspektive, za racionalno izvedbo, prav tako so predvideni posegi v prostor minimalni in ohranjajo večji del obstoječega stanja. Cilj diplomske naloge je bil najti kompromis med tekočim, neoviranim potekom prometa in varnostjo v prometu.

V nadaljevanju so podane tudi priloge in grafični prikaz ureditve krožišča.

## VIRI

Geopedia - interaktivni atlas in zemljevid Slovenije.

[http://www.geopedia.si/#T105\\_x468108.25\\_y101178.25\\_s18\\_b2](http://www.geopedia.si/#T105_x468108.25_y101178.25_s18_b2) (Pridobljeno 23. 7. 2015.)

PPS - Project for public spaces. <http://www.pps.org/reference/rightsizing/before-and-after-typical/>  
(Pridobljeno 15. 8. 2015.)

Občinski prostorski načrt mestne občine Ljubljana. MOL.

[https://urbanizem.ljubljana.si/index3/files/OPN\\_MOL\\_SD\\_08\\_ceste.jpg](https://urbanizem.ljubljana.si/index3/files/OPN_MOL_SD_08_ceste.jpg) (Pridobljeno, 15. 08. 2015.)

Četrtna skupnost Polje. <http://www.ljubljana.si/si/cs-polje/> (Pridobljeno 21. 05. 2015.)

Juvanc, A. Rijavec, R. 2005b. Temeljni pogoji za določanje cestnih elementov. V odvisnosti od vozno dinamičnih pogojev, psihofizičnih lastnosti voznikov, okoljskih pogojev, prometne obremenitve, prometne varnosti ter ekonomičnosti in racionalnosti. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo; Prometnotehniški inštitut: 52 str.

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

Lipar, P. 2012. Novelacija navodil za projektiranje kolesarskih površin. Ljubljana, Ministrstvo za infrastrukturo in prostor, Direkcija Republike Slovenija za ceste, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Prometnotehniški inštitut: 64 str.

Tehnične specifikacije za javne ceste, TSC 03.341 Krožna križišča, 2011. Ljubljana, Republika Slovenija, Ministrstvo za promet: 40 str.

Tehnične specifikacije za javne ceste, TSC 03.401 Označbe na vozišču. Oblike in mere, 2012. Ljubljana, Republika Slovenija, Ministrstvo za promet: 64 str.

Pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah. Uradni list RS št. 46-2131/2000: 6371.

Pravilnik o projektiranju cest. Uradni list RS št. 91-3896/2005:9303.

Pregled dnevnih obremenitev za obdobje od 01.01.2013 do 31.12.2013. Števno mesto: 380 Sneberje. 2013. Ljubljana, Direkcija RS za ceste.

Pravilnik o avtobusnih postajališčih. Uradni list RS št. 109/10.

MOL. Javna razgrnitev dopoljenega osnutka Odloka o spremembah in dopolnitvah Odloka o lokacijskem načrtu za Zaloško cesto med vzhodno avtocesto in Zadobrovsko cesto ter za povezavo Rjave ceste z Zaloško cesto – MT8/1. <http://www.ljubljana.si/si/mol/mestna-uprava/oddelki/urejanje-prostora/javne-razgrnitve/88350/detail.html> (Pridobljeno 27. 5. 2015.)

Rekonstrukcija Zaloške ceste med vzhodno avtocestno obvoznico in Zadobrovsko cesto v Polju. Julij 2009. MOL, PNZ

Zaloška cesta med vzhodno avtocesto in Zadobrovsko cesto. Vodilna mapa. 2009, dopolnitev 2013. MOL, LUZ



## **SEZNAM PRILOG**

### **PRILOGA A Prometne obremenitve**

- A.1 Štetje prometa - dopoldanska konica
- A.2 Štetje prometa - popoldanska konica
- A.3 Faktor urne konice
- A.4 Izračun uvozov in izvozov - jutranja konica
- A.5 Izračun uvozov in izvozov - popoldanska konica
- A.6 Dnevni pregled obremenitev

### **PRILOGA B Signalizacija**

- B.1 Horizontalna signalizacija na vozišču
- B.2 Vertikalna signalizacija na vozišču

Priloge so priložene v mapi diplomske naloge. Načrti so vpeti na koncu sklopa Priloge.

## PRILOGA A: Prometne obremenitve

### Priloga A.1: Štetje prometa - dopoldanska konica

KRAK A								
SMER	LEVO							
	OA	LT	TT	TP	BUS			
6:30	28	2	0	0	1			
6:45	23	1	0	0	1			
7:00	32	0	0	0	0			
7:15	23	1	1	0	1			
Σ	106	4	1	0	3	114	št.vozil	
EOV	106	8	2	0	6	122	Qdej	
						122	Qdej,tov	

SMER	NARAVNOST						
	OA	LT	TT	TP	BUS		
6:30	82	8	3	3	2		
6:45	75	9	4	0	2		
7:00	85	10	5	2	2		
7:15	81	7	2	3	1		
Σ	323	34	14	8	7	386	št.vozil
EOV	323	68	28	24	14	457	Qdej
						405	Qdej,tov

KRAK B								
SMER	DESNO							
	OA	LT	TT	TP	BUS			
6:30	14	1	1	0	0			
6:45	14	2	0	0	0			
7:00	13	2	1	0	1			
7:15	16	1	0	0	0			
Σ	57	6	2	0	1	66	št.vozil	
EOV	57	12	4	0	2	75	Qdej	
						71	Qdej,tov	

SMER	NARAVNOST						
	OA	LT	TT	TP	BUS		
6:30	145	9	4	2	2		
6:45	142	9	5	1	2		
7:00	134	8	2	3	1		
7:15	130	9	7	1	3		
Σ	551	35	18	7	8	619	št.vozil
EOV	551	70	36	21	16	694	Qdej
						637	Qdej,tov

KRAK C							
SMER	LEVO						
	OA	LT	TT	TP	BUS		
6:30	20	2	0	0	0		
6:45	24	2	0	1	1		
7:00	26	0	0	0	0		
7:15	22	2	1	0	1		
$\Sigma$	92	6	1	1	2	102	št.vozil
EOV	92	12	2	3	4	113	Qdej
						108	Qdej,tov
SMER	DESNO						
	OA	LT	TT	TP	BUS		
6:30	34	2	0	0	2		
6:45	50	1	1	0	1		
7:00	47	5	0	0	0		
7:15	48	5	1	0	1		
$\Sigma$	179	13	2	0	4	198	št.vozil
EOV	179	26	4	0	8	217	Qdej
						217	Qdej,tov

Priloga A.2: Štetje prometa - popoldanska konica

KRAK A								
SMER	LEVO							
	OA	LT	TT	TP	BUS			
15:00	57	2	1	0	0			
15:15	49	1	1	0	1			
15:30	48	2	1	0	1			
15:45	51	2	2	0	0			
$\Sigma$	205	7	5	0	2	219	št.vozil	
EOV	205	14	10	0	4	233	Qdej	
						233	Qdej,tov	

SMER	NARAVNOST						
	OA	LT	TT	TP	BUS		
15:00	125	10	7	2	1		
15:15	136	9	3	2	1		
15:30	139	9	3	4	1		
15:45	126	7	5	3	1		
$\Sigma$	526	35	18	11	4	594	št.vozil
EOV	526	70	36	33	8	673	Qdej
						604	Qdej,tov

KRAK B								
SMER	DESNO							
	OA	LT	TT	TP	BUS			
15:00	12	1	1	0	0			
15:15	16	1	0	0	0			
15:30	17	1	1	0	0			
15:45	14	0	1	0	1			
$\Sigma$	59	3	3	0	1	66	št.vozil	
EOV	59	6	6	0	2	73	Qdej	
						67	Qdej,tov	

SMER	NARAVNOST						
	OA	LT	TT	TP	BUS		
15:00	125	7	3	3	2		
15:15	111	8	4	3	1		
15:30	109	7	1	4	1		
15:45	103	9	5	3	1		
$\Sigma$	448	31	13	13	5	510	št.vozil
EOV	448	62	26	39	10	585	Qdej
						520	Qdej,tov



KRAK C								
SMER	LEVO							
	OA	LT	TT	TP	BUS			
15:00	33	2	1	0	1			
15:15	37	2	1	0	0			
15:30	29	1	1	0	1			
15:45	31	2	2	0	0			
$\Sigma$	130	7	5	0	2	144	št.vozil	
EOV	130	14	10	0	4	158	Qdej	
						148	Qdej,tov	
SMER	DESNO							
	OA	LT	TT	TP	BUS			
15:00	34	2	1	0	1			
15:15	50	1	0	0	0			
15:30	40	5	1	0	0			
15:45	43	5	1	0	1			
$\Sigma$	167	13	3	0	2	185	št.vozil	
EOV	167	26	6	0	4	203	Qdej	
						203	Qdej,tov	

Priloga A.3: Faktor urne konice

DOPOLDANSKA KONICA			
KRAK	SMER	FKU	FKU <sub>tov</sub>
A	LEVO	0,89	0,89
A	NARAVNOST	0,91	0,93
B	DESNO	0,89	0,93
B	NARAVNOST	0,96	0,95
C	LEVO	0,86	0,9
C	DESNO	0,87	0,87

POPOLDANSKA KONICA			
KRAK	SMER	FKU	FKU <sub>tov</sub>
A	LEVO	0,92	0,92
A	NARAVNOST	0,95	0,95
B	DESNO	0,87	0,88
B	NARAVNOST	0,93	0,91
C	LEVO	0,92	0,9
C	DESNO	0,89	0,89

Priloga A.4: Izračun uvozov in izvozov - jutranja konica

Qmer,JK [EOV/h]					
KRAK	levo	desno	naravnost	uvoz	izvoz
A	290	/	846	1136	743
B	/	155	584	739	945
C	99	159	/	258	445

Qmer,JK,tov [EOV/h]					
KRAK	levo	desno	naravnost	uvoz	izvoz
A	290	/	781	1071	669
B	/	141	510	651	870
C	89	159	/	248	431

Priloga A.5: Izračun uvozov in izvozov - popoldanska konica

Qmer,PK [EOV/h]					
KRAK	levo	desno	naravnost	uvoz	izvoz
A	267	/	739	1006	1122
B	/	201	827	1028	838
C	99	295	/	394	468

Qmer,PK,tov [EOV/h]					
KRAK	levo	desno	naravnost	uvoz	izvoz
A	267	/	771	1038	1038
B	/	192	743	935	860
C	89	295	/	384	459

Priloga A.6: Dnevni pregled obremenitev

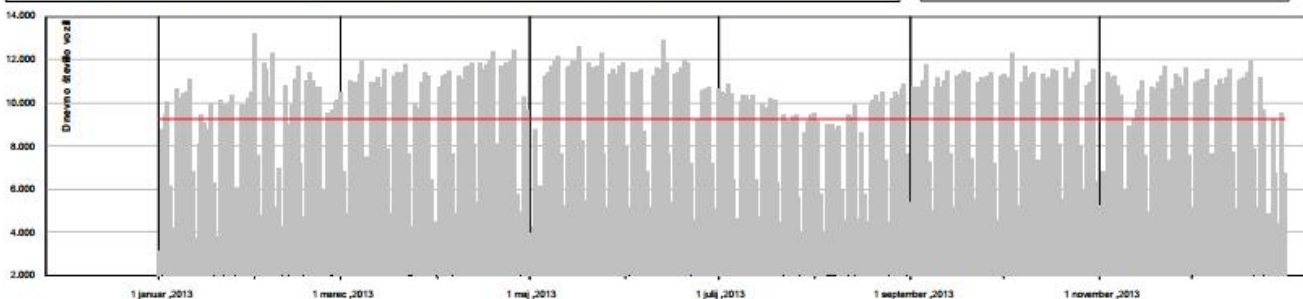
PREGLED DNEVNIH OBREMENITEV ZA OBDOBJE OD 01.01.2013 DO 31.12.2013

Število mesto: 380 SNEBERJE

vsa vozila, obe smeri, leto 2013

Dan	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December
1	3.157	13.273	10.539	4.457	3.965	7.962	10.639	9.512	5.391	11.336	5.229	5.124
2	8.757	7.580	6.821	10.785	4.251	5.133	10.510	9.113	10.709	11.201	6.815	11.023
3	9.454	4.827	4.872	11.261	8.790	11.382	10.431	5.760	10.781	11.181	4.325	11.035
4	10.024	11.835	11.952	11.349	6.134	11.167	10.862	4.089	10.741	12.333	11.396	11.091
5	6.147	11.539	11.023	11.476	4.481	11.377	10.442	8.947	11.030	7.774	11.164	11.127
6	4.201	10.244	10.953	7.589	11.286	11.559	6.454	8.952	11.771	5.275	11.265	11.541
7	10.669	12.339	11.344	4.859	11.471	8.692	4.606	8.946	7.267	10.969	10.837	7.671
8	10.185	5.190	11.934	11.264	11.729	6.850	10.050	8.768	5.031	11.754	10.379	5.134
9	10.424	6.980	7.484	11.134	11.957	5.200	10.398	8.918	10.709	11.200	5.968	10.844
10	10.505	4.254	4.603	11.660	12.156	11.277	10.395	5.972	11.166	11.350	3.891	11.088
11	11.119	10.836	10.937	11.733	7.629	11.660	10.168	4.596	10.763	11.432	8.936	10.910
12	6.814	8.991	10.921	11.910	5.270	11.590	10.382	9.445	11.042	7.313	9.254	11.139
13	3.748	9.910	11.199	8.141	11.615	12.894	6.430	9.385	11.510	5.437	9.711	11.576
14	8.088	11.102	10.728	5.440	11.733	11.879	4.753	9.857	7.662	11.334	10.616	7.715
15	9.465	11.713	11.575	11.829	11.930	7.864	9.986	4.627	5.172	11.104	11.047	5.105
16	9.054	7.227	7.892	11.559	11.960	5.444	9.770	8.614	11.300	11.163	7.577	11.056
17	8.805	4.705	4.830	11.768	12.642	11.337	9.816	5.756	11.332	11.558	4.982	11.088
18	9.984	11.060	11.274	11.999	8.258	11.388	10.191	4.540	11.495	11.504	10.695	11.226
19	6.273	11.430	11.413	12.396	5.453	11.632	10.152	9.866	11.296	8.117	10.659	11.377
20	3.824	11.069	11.175	8.111	11.832	12.031	6.295	10.147	11.369	5.528	10.949	11.936
21	10.137	10.734	11.425	5.275	11.640	11.915	4.492	10.374	7.429	11.601	11.275	7.842
22	9.864	10.739	11.767	11.704	11.679	7.142	9.418	10.097	5.553	11.122	11.723	5.212
23	9.935	6.920	7.639	11.847	11.711	4.588	9.133	10.532	10.962	11.230	7.361	11.246
24	10.103	2.678	4.209	11.904	12.346	9.269	9.165	7.324	11.247	11.434	4.861	9.642
25	10.394	9.526	10.006	12.025	7.643	4.770	9.359	4.465	11.203	12.033	10.650	3.631
26	6.033	9.619	9.742	12.440	5.183	10.578	9.474	10.215	11.301	7.987	11.358	4.833
27	3.974	10.110	10.984	5.743	11.343	10.637	5.969	10.530	11.455	5.948	11.208	9.230
28	9.910	10.151	11.454	4.919	11.552	10.759	3.977	10.377	7.212	10.812	10.823	6.799
29	9.903	11.279	10.287	11.312	7.213	8.622	10.679	4.560	10.971	11.673	4.388	
30	10.217		6.424	9.682	11.741	5.070	9.152	10.862	11.266	11.578	7.962	9.538
31	10.555		3.715		11.898		9.451	7.632		6.389		6.767
Skupaj	261.722	255.581	291.223	296.546	302.590	280.019	270.512	258.897	289.725	309.968	274.189	277.934
Povpr.	8.443	9.128	9.394	9.885	9.761	9.334	8.726	8.352	9.658	9.999	9.140	8.966

Povprečni dnevni promet obdobja				
Obdobja:	9.230	Ponedeljek:	10.509	
Umic:	384	Torek:	10.349	
Poletni:	8.727	Sreda:	10.495	
Izven sez.:	9.402	Četrtek:	10.527	
Po do Pe:	10.549	Petek:	10.867	
So in Ne:	5.921	Sobota:	7.087	
Prazniki:	4.612	Nedelja:	4.754	
Porazdelitev 24 urnega prometa na posamezne dele dneva				
	24 /	Od 6 do	Od 18 do	Od 22 do
	6h-22h	18 ure	22 ure	6 ure
Vsi dnevi:	1,073664	0,7738732	0,1575173	0,0686095
Po do Pe:	1,067753	0,7891903	0,1473563	0,0634534
Sobota:	1,100259	0,7135473	0,1953298	0,0911230
Nedelja:	1,101894	0,6932157	0,2143129	0,0924714
Maksimalni promet obdobja				
Po do Pe:	13.273	Dne:	01.02.2013	
So in Ne:	8.258	Dne:	18.05.2013	
Umic:	1.355	Dne:	24.06.2013	Ura: 15



## PRILOGA B Signalizacija

### Priloga B.1: Horizontalna signalizacija na vozišču

OZNAKA	OPIS	DIMENZIJE	RASTER
V-1	ločilna neprekinjena črta	širina = 15cm	/
V-1.1	robna črta	širina = 20cm	/
V-1.1	robna črta kolesarske steze	širina = 10cm	/
V-2	ločilna črta kolesarske steze	širina = 10cm	1-1-1
V-2.1	ločilna prekinjena črta na vozišču	širina = 15cm	3-3-3
V-5.1.1	ločevanje avtobusne	širina = 30cm	1-1-1
V-5.2	razmejitev pasov v križišču	širina = 30cm	1-1-1
V-16	prehod za pešce	širina = 400cm širina oznake = 50cm oddaljenost = 50cm	/
V-17	prehod za kolesarje	širina = 150cm; 200cm	/
V-25	puščica za označevanje smeri vožnje na kolesarski površini	širina oznake = 40cm dolžina = 160cm	/
V-30	zaporna ploskev med pasovoma		
V-39.2	opozorilni trikotnik	širina = 100cm dolžina = 200cm	
V-43	označbe mesta kjer ustavlja avtobus		

Priloga B.2: Vertikalna signalizacija na vozišču

<b>OZNAKA</b>	<b>OPIS</b>	<b>DIMENZIJE</b>
<b>II-1</b>	križišče s prednostno cesto	90x90x90
<b>II-45.1</b>	obvezna smer	Ø60
<b>II-47</b>	obvezna vožnja mimo po desni strani	Ø60
<b>II-48</b>	krožni promet	Ø60
<b>III-5</b>	prehod za kolesarje	60x60
<b>III-6</b>	prehod za pešce	60x60

## **VPETE PRILOGE**

### **PRILOGA C Projektna rešitev**

- |     |                            |
|-----|----------------------------|
| C.1 | Pregledna situacija        |
| C.2 | Tloris krožnega križišča   |
| C.3 | Prometna signalizacija     |
| C.4 | Preglednost krožišča       |
| C.5 | Prečni prerez kraka A      |
| C.6 | Prečni prerez kraka B in C |
| C.7 | Prečni prerez krožišča     |