

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:

Blaž, M., 2015. Idejna zasnova ureditve križišč na območju vzhodnega dela Masarykove ceste. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Maher, T.): 28 str.

Datum arhiviranja: 29-09-2015

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:

Blaž, M., 2015. Idejna zasnova ureditve križišč na območju vzhodnega dela Masarykove ceste. B.Sc Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Maher, T.): 28 pp.

Archiving Date: 29-09-2015

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:

**MIHAEL BLAŽ**

**IDEJNA ZASNOVA UREDITVE KRIŽIŠČ NA OBMOČJU  
VZHODNEGA DELA MASARYKOVE CESTE**

Diplomska naloga št.: 186/B-GR

**CONCEPTUAL DESIGN OF INTERSECTIONS IN THE  
EASTERN AREA OF MASARYKOVA ROAD**

Graduation thesis No.: 186/B-GR

**Mentor:**

doc. dr. Tomaž Maher

Ljubljana, 01. 09. 2015

**STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA**

**Stran z napako**

**Vrstica z napako**

**Namesto**

**Naj bo**

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Podpisani Mihael Blaž izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom  
**»IDEJNA ZASNOVA UREDITVE KRIŽIŠČ NA OBMOČJU VZODNEGA DELA  
MASARYKOVE CESTE«.**

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

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, 29.06.2015

Mihael Blaž

## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

**UDK:** 625.739(043.2)  
**Avtor:** Mihael Blaž  
**Mentor:** doc. dr. Tomaž Maher  
**Naslov:** Idejna zasnova ureditve križišč na območju vzhodnega dela Masarykove ceste  
**Tip dokumenta:** Dipl. nal.-UNI  
**Obseg in oprema:** 28 str., 34 preg., 20 sl., 1 pril.  
**Ključne besede:** kapacitetna analiza križišč, mikrosimulacija prometa, rekonstrukcija križišč

### **Izvleček**

V diplomski nalogi je obravnavana skupina križišč na vzhodnem delu Masarykove ceste in njenega podaljška proti Topniški ulici. Preverjeno je obstoječe stanje z uporabo programa za mikrosimulacijo prometa, ter predvideno stanje v letu 2025. Podrobno so predstavljeni problematični deli mreže.

V nadaljevanju je predlaganih več variant, ki bi lahko izboljšale obstoječe stanje. Vsaka rešitev je preverjena v simuliranem okolju in ovrednotena na podlagi rezultatov. Izbrana je najustreznejša rešitev, ki je predstavljena na nivoju idejne zasnove.

**BIBLIOGRAPHIC– DOKUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT**

**UDK:** 625.739(043.2)  
**Author:** Mihael Blaž  
**Supervisor:** Assoc. Prof. Tomaž Maher, Ph.D.  
**Title:** Conceptual design of intersections in the eastern area of Masarykova road  
**Document type:** Graduation Thesis – University studies  
**Scope and tools:** 28 p., 34 tab., 20 fig., 1 ann.  
**Key words:** intersection capacity analysis, traffic microsimulation, reconstruction of intersections

**Abstract**

In graduation thesis I evaluate a group of intersections located in the eastern part of Masarykova road that continues towards Topniška street. Current state as well as conditions in 2025 are analysed with traffic microsimulation software. Problematic parts of the network are thoroughly presented.

In the second part solutions that could improve the current state are presented. Each one is analysed within a simulation environment and evaluated based on results. Most viable solution is presented as a conceptual plan.

## **ZAHVALA**

Za nasvete in pomoč pri izdelavi diplomske naloge se zahvaljujem doc. dr. Tomažu Maherju, kakor tudi vsem profesorjem, ki so prispevali k moji izobrazbi.

Zahvaljujem se tudi družini in prijateljem, ki so me podpirali tekom študija.

**KAZALO VSEBINE**

Izjave	II
Bibliografsko-dokumentacijska stran in izvleček	III
Bibliographic-documentalistic information and abstract	IV
Zahvala	V
1 UVOD.....	1
2 METODA ANALIZE PROMETA.....	2
2.1 Simulacijska orodja .....	2
2.2 Podatki za izdelavo modela .....	2
2.3 Interpretacija rezultatov .....	3
3 ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA.....	4
3.1 Predstavitev trenutnih razmer .....	4
3.2 Simulacija obstoječega stanja.....	7
3.3 Ocena rezultatov .....	9
4 STANJE V LETU 2025 OB NEUKREPANJU.....	10
4.1 Vhodni podatki .....	10
4.2 Rezultati.....	10
5 VARIANTA 1 .....	13
5.1 Predstavitev variante .....	13
5.2 Vhodni podatki .....	14
5.3 Rezultati.....	15
6 VARIANTA 2 .....	17
6.1 Predstavitev variante .....	17
5.2 Vhodni podatki .....	18
5.3 Rezultati.....	19
7 VARIANTA 3 .....	21
7.1 Predstavitev variante .....	21
7.2 Vhodni podatki .....	23
7.3 Rezultati.....	23
8 PRIMERJAVA VARIANT .....	25
9 ZAKLJUČEK .....	27
VIRI.....	28



## KAZALO PREGLEDNIC

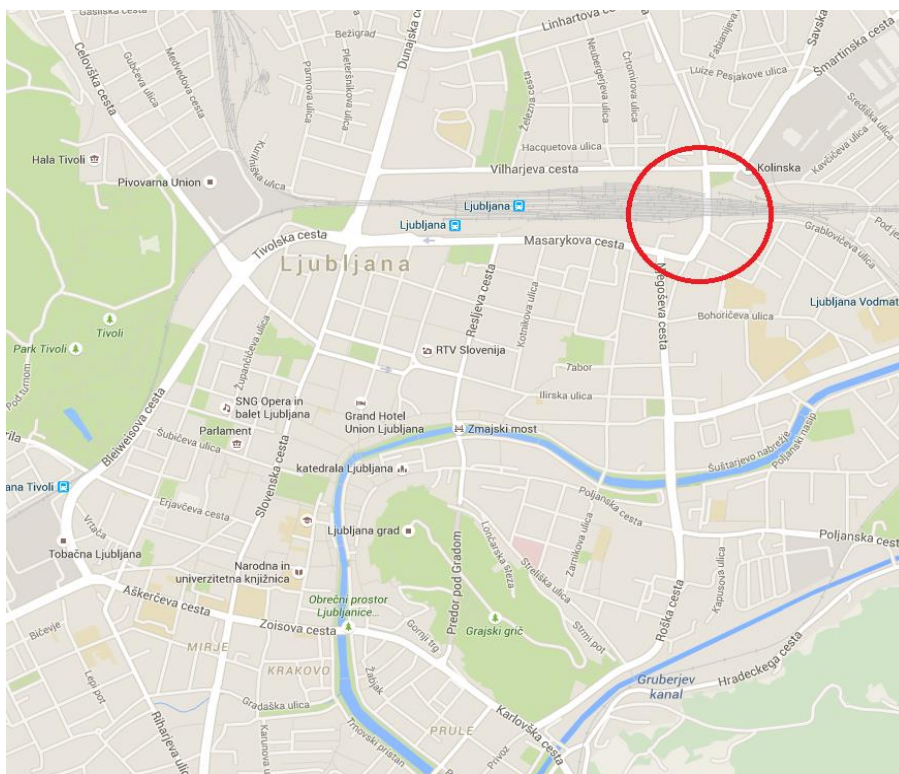
Preglednica 1: Kategorizacija nivoja uslug na podlagi povprečne zamude vozila	3
Preglednica 2: Križišče 2	8
Preglednica 3: Križišče 3	8
Preglednica 4: Križišče 3	9
Preglednica 5: Križišče 4	9
Preglednica 6: Križišče 5	9
Preglednica 7: Zmogljivost celotnega omrežja	9
Preglednica 8: Križišče 1	10
Preglednica 9: Križišče 2	10
Preglednica 10: Križišče 3	10
Preglednica 11: Križišče 4	10
Preglednica 12: Križišče 5	11
Preglednica 13: Zmogljivost celotnega omrežja	11
Preglednica 14: Križišče 1	15
Preglednica 15: Križišče 2	15
Preglednica 16: Križišče 3	15
Preglednica 17: Križišče 4	16
Preglednica 18: Križišče 5	16
Preglednica 19: Zmogljivost celotnega omrežja	16
Preglednica 20: Križišče 1	19
Preglednica 21: Križišče 2	19
Preglednica 22: Križišče 3	19
Preglednica 23: Križišče 4	19
Preglednica 24: Križišče 5	19
Preglednica 25: Križišče 6	20
Preglednica 26: Križišče 7	20
Preglednica 27: Križišče 8	20
Preglednica 28: Zmogljivost celotnega omrežja	20
Preglednica 29: Križišče 1	23
Preglednica 30: Križišče 2	23
Preglednica 31: Križišče 3	23
Preglednica 32: Križišče 4	23
Preglednica 33: Križišče 5	24
Preglednica 34: Zmogljivost celotnega omrežja	24

**KAZALO SLIK**

Slika 1: Načrt obravnavanega območja	1
Slika 2: Problematične točke	4
Slika 3: Zastoj v točki 2	5
Slika 4: Zastoj v točki 3	6
Slika 5: Zastoj v točki 5	7
Slika 6: Prometne obremenitve v jutranji konici	8
Slika 7: Prometne obremenitve v popoldanski konici	8
Slika 8: Posnetek simulacije v popoldanski konici leta 2025	11
Slika 9: Varianta 1	14
Slika 10 : Obremenitve v jutranji konici 2025	14
Slika 11: Obremenitve v popoldanski konici 2025	15
Slika 12: Varianta 2	18
Slika 13: Obremenitve v jutranji konici 2025	18
Slika 14: Obremenitve v popoldanski konici 2025	19
Slika 15: Varianta 3	22
Slika 16: Obremenitve v jutranji konici 2025	22
Slika 17: Obremenitve v popoldanski konici 2025	23
Slika 18: Skupne zamude na vozilo	25
Slika 19: Skupni čas potovanja	25
Slika 20 : Povprečna hitrost	26

## 1 UVOD

V Ljubljani se je pred tremi leti z otvoritvijo Fabianijevega mostu dokončno sklenil notranji mestni obroč, ki je ključen za izvedbo politike zmanjševanja motornega prometa v mestnem središču. Hkrati se je v zadnjem desetletju z razvojem nakupovalnega središča BTC in izgradnjo športnega parka Stožice močno povečal pritisk na SV del mestnega obroča. Vse to zahteva izboljšanje pretočnosti mestnega obroča ter njegovih povezav z mestnimi vpadnicami.



Slika 1: Lokacija obravnavanega območja

Med temi navezavami je ena najbolj problematičnih na SV delu, kjer se na obroč priključujeta Šmartinska cesta in Topniška ulica. V območju vozlišča se nahaja tudi več železniških tirov, ki s svojim podvozom predstavljajo ozko grlo celotnega odseka. Večina stavb južno od proge je postavljenih skoraj ob rob ceste, zato bi kakršenkoli večji poseg terjal rušitev objektov. To je verjetno tudi razlog za dosedanje neukrepanje, saj bi odkup samih zemljišč privedel do zelo visokih stroškov.

V prihodnjih letih se bo povpraševanje na tem območju samo še povečevalo, saj je v bližini Šmartinske ceste predvidenih več večjih projektov (Ikea, Logistični center, Partnerstvo Šmartinska), ki bodo generirali nove prometne tokove. Ureditev tega vozlišča je torej nujna in neizogibna. Vprašanje je samo, kako bo z zagotovitvijo finančnih sredstev in s pripravljenostjo okoliških prebivalcev na morebitne spremembe.

Vse to me je spodbudilo k temu, da dobro preučim obstoječe stanje in poizkusim najti ustrezno rešitev, ki bi izboljšala razmere z vidika prometne pretočnosti vozil, kakor tudi varnosti ostalih udeležencev v prometu.

## 2 METODA ANALIZE PROMETA

### 2.1 Simulacijska orodja

Za analizo trenutnega stanja, kakor tudi različnih variant, je potrebno ustvariti ustrezen prometni model, ki čim boljše posnema realno dogajanje. Odločil sem se, da za to uporabim mikro-makro simulacijski program Trafficware Synchro 9. Ta omogoča simuliranje prometa na nivoju posameznega križišča in celotne mreže hkrati. Simulacijo program opravi na podlagi računalniškega modela, kateremu določimo ustrezno geometrijo cest, ureditev križišč in signalizacije, prepletanj, hitrostnih omejitev, itd. V model lahko nato vnesemo poljubne prometne obremenitve in tipe vozil ter spremljamo odziv samega sistema.

Program za simulacijo uporablja različne algoritme in modele obnašanja s katerimi poskuša čim boljše opisati gibanje posameznega vozila v mreži. Natančno so algoritmi opisani v študiji Traffic simulation comparison study (University transportation center Alabama, 2004). Vsakemu vozilu je ob vstopu določen njegov tip (osebno vozilo, avtobus, tovorno vozilo) in vozne lastnosti (pospešek, pojemek, zavijalni radij, hitrost). Naključno program vozilu določi tudi način vožnje, ki ima deset stopenj od previdnega do agresivnega načina. Ko vozilo potuje po mreži, je njegovo gibanje določeno s tremi algoritmi: sledenje vozilom, menjava pasov, prostor za vključitev. Položaj vozil je v simulaciji posodobljen vsako sekundo glede na okoliške parametre, kar omogoča natančno simulacijo vozil v celotni mreži.

### 2.2 Podatki za izdelavo modela

Geometrijo modela sem izdelal glede na topografske podatke lokacije. Podatke o prometnih obremenitvah in strukturi prometa sem pridobil iz Prometne študije variant Šmartinskega podvoza (City studio d.o.o. 2009), deloma pa tudi na podlagi lastnega štetja prometa v jutranji in popoldanski konici.

Številne podatke je bilo potrebno obdelati v skladu s priročnikom Highway Capacity Manual, ki je povzet v skripti Osnove teorije prometnega toka (doc. dr. Tomaž Maher, 2006). Na podlagi tega sem podatke o urnih obremenitvah delil s faktorjem urne konice (PHF), ki upošteva neenakomernost prometne obremenitve v konični uri. PHF je definiran kot razmerje med prometno obremenitvijo v konični uri in štirikratnikom maksimalne 15 minutne obremenitve znotraj konične ure. Te vrednosti sem nato uporabil v samem prometnem modelu.

Za izdelavo modela sem zbral podatke o prometni ureditvi, katere sem dobil na samem terenu. Za potrebe simulacije sem izmeril tudi vse faze na semaforiziranih križiščih. Z vsemi pridobljenimi parametri sem tako pripravil računalniški model, na katerem sem nato lahko preizkušal različne scenarije.

### 2.3 Interpretacija rezultatov

Program opravi analizo kapacitete in nivoja uslug posameznih križišč, ki je v skladu s priročnikom Highway Capacity Manual, ki sem ga navedel že v prejšnji točki. Po tej metodologiji je uspešnost delovanja križišča določena glede na povprečno zamudo posameznega vozila.

Preglednica 1: Kategorizacija nivoja uslug na podlagi povprečne zamude vozila

Nivo uslug	Povprečne zamude vozila $d$ (s)	
	Križišča z odvzemom prednosti	Semaforizirana in krožna križišča
A sprejemljivo	$d \leq 10$	$d \leq 10$
B sprejemljivo	$10 < d \leq 15$	$10 < d \leq 20$
C sprejemljivo	$15 < d \leq 25$	$20 < d \leq 35$
D sprejemljivo	$25 < d \leq 35$	$35 < d \leq 55$
E dopustno	$35 < d \leq 50$	$55 < d \leq 80$
F nedopustno	$50 < d$	$80 < d$

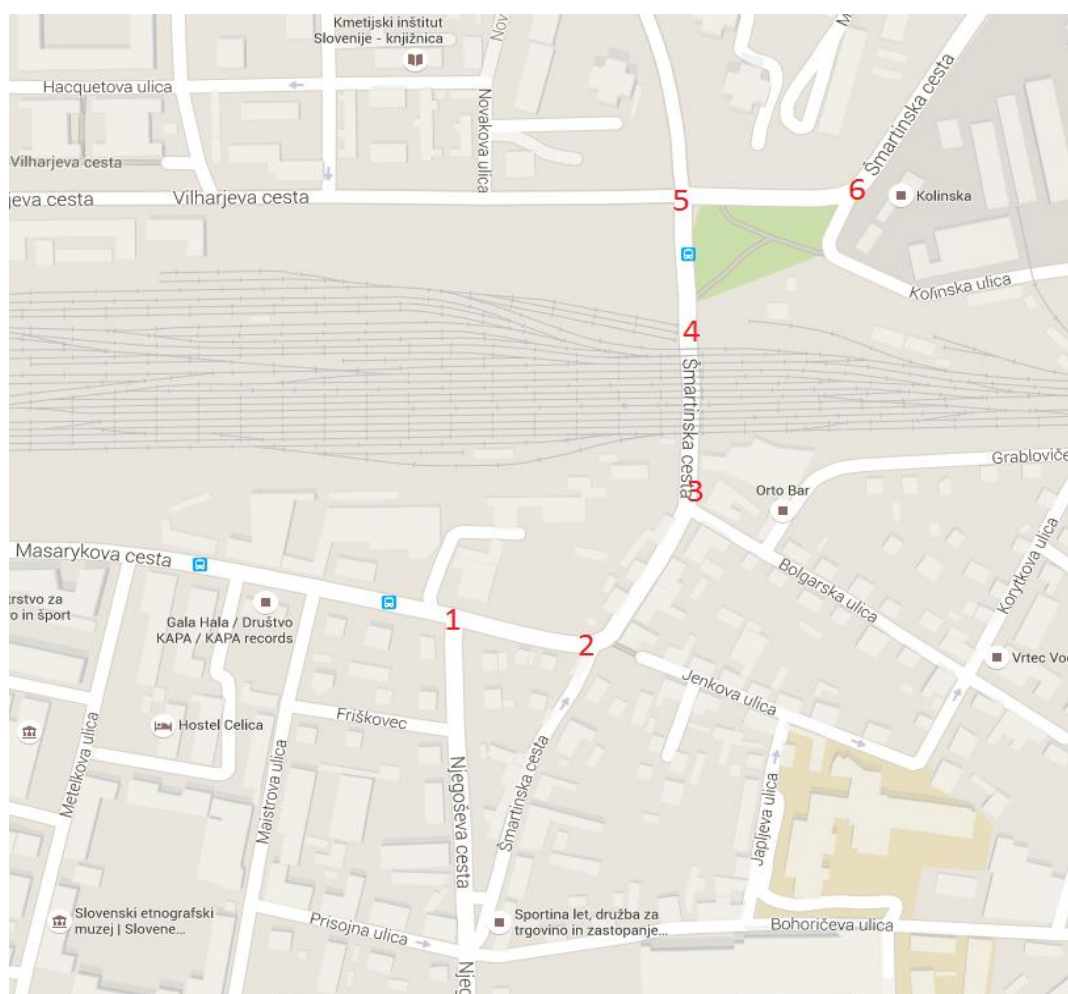
Program po izvedeni simulaciji poda nivo uslug za vsako smer zavijanja v križišču in za celotno križišče skupaj. V nobenem primeru ne želimo, da bi nivo uslug na kateremkoli delu padel pod E. Na podlagi teh kriterijev lahko ocenimo tudi ustreznost celotnega sistema, saj program pri določanju nivoja uslug upošteva medsebojni vpliv posameznih križišč.

Uporabnik si nadaljnje rezultate interpretira sam, saj mora ugotoviti, kako določeni parametri vplivajo na delovanje križišča. Načrtovalec mora sam optimizirati posamezne faze signalizacije in dolžino celotnega cikla, kakor tudi število razvrstilnih pasov. Pomembno je, da ne pozabi tudi na medsebojni vpliv križišč in parametrov, ki na to vplivajo. Ključna pri tem je usklajenost semaforiziranih križišč oziroma njihovih ciklov, ki določajo progresivnost vozil (kako tekoč je promet skozi skupino semaforjev) na nekem odseku.

### 3 ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA

#### 3.1 Predstavitev trenutnih razmer

Na obravnavanem odseku je več problematičnih točk, zaradi katerih prihaja do večjih zastojev v jutranji in popoldanski konici. Te sem določil z opazovanjem na samem terenu, pri čemer sem bil s problematiko že prej dokaj dobro seznanjen, saj sem pogosto tudi sam udeleženec v prometu na tem območju. Problematične točke so označene na naslednji sliki in v nadaljevanju podrobno opisane ter obravnavane.



Slika 2: Problematične točke

#### Točka 1:

Levi zavijalci iz smeri Šmartinske ceste se težko vključujejo na Njegoševo cesto, saj je v nasprotni smeri prevelik prometni tok, ki ne omogoča zadostnih časovnih razmakov za izvedbo manevra. Posledično je potrebna podaljšana rumena luč za leve zavijalce, kar povzroča daljše cikle in čakalne čase.

#### Točka 2:

Na tej točki se prične razvrstilni pas za vozila, ki potujejo iz smeri Šmartinske ceste proti Njegoševi cesti. Ker je teh vozil veliko, se razvrstilni pas hitro zapolni, kar preprečuje vožnjo mimo tistim vozilom,

ki potujejo proti glavni postaji. Dodatno ovirajo promet v tej smeri mestni avtobusi, saj zaradi majhnega radija krivine, le te niso zmožni prevoziti na svojem pasu. Promet po prednostni cesti v nasprotni smeri ovirajo tudi vozila, ki se vključujejo s stranske neprednostne ceste v smeri proti podvozu. Ta se namreč zaradi počasnega odvijanja prometa vključujejo kar po sistemu zadrge.



Slika 3: Zastoj v točki 2

### Točka 3:

Vozila iz Grablovičeve ulice se v nesemaforiziranem križišču zaradi močnih prometnih tokov po prednostni cesti težko vključujejo na Šmartinsko cesto. Enako velja za vozila, ki želijo zaviti levo na Grablovičevo ulico. Levi zavijalci v konici pogosto blokirajo promet, ki želi nadaljevati naravnost, saj je razvrstilni pas prekratek. Težave povzročata tudi zoženje pločnika v območju železniškega podvoza in Orto bara, kjer pešci in kolesarji zaradi pomanjkanja prostora pogosto sestopajo s pločnika na vozišče.



Slika 4: Zastoj v točki 3

#### Točka 4:

V smeri proti jugu pride pred podhodom do zmanjšanja števila pasov iz dveh na enega, zaradi česar prihaja do zastojev. Hkrati je na tem delu postavljeno avtobusno postajališče na katerem imajo pri vključevanju avtobusi pa pravilniku prednost pred ostalim prometom. To še dodatno ovira prometne tokove.

#### Točka 5:

V križišču se sekata Šmartinska cesta in Topniška ulica, ki imata obe močan prometni tok. Večina vozil iz obeh cest potuje proti podvozu, kjer pride do zožitve. Posledično prihaja do daljše kolone, ki ob konicah prične segati v samo križišče, saj vozniki pogosto ne upoštevajo predpisov in vozijo v neizpraznjeno križišče. Takrat pride do blokade prometa v vseh smereh. Do daljših zastojev prihaja tudi zaradi dolgega cikla, ki je potreben zaradi velikega števila levih zavijalcev iz Šmartinske ceste. Neustrezne so tudi dolžine razvrstilnih pasov za podvozom, kjer se na zelo kratki razdalji en vozni pas razdeli na 4 razvrstilne in avtobusno postajališče.





Slika 5: Zastoj v točki 5

#### Točka 6:

Do zastojev prihaja v smeri proti točki 5, saj se tu začne dodatni razvrstilni pas za leve zavijalce. Ta se zaradi dolgega cikla semaforja v konicah napolni in preprečuje vožnjo mimo tistim vozilom, ki želijo v križišču nadaljevati pot naravnost. V tej točki je dovoljeno tudi levo zavijanje na Kolinsko ulico, kar je lahko nevarno, saj imamo nasproti dva zelo prometna pasova, ki v primeru kolone nista dobro vidna.

### 3.2 Simulacija obstoječega stanja

Za izdelavo točnega modela sem uporabil orto foto posnetke lokacije. Posnetke sem uvozil v program Trafficware Synchro in po njih trasiral ceste ter uredil križišča glede na realno stanje. Simuliral sem stanje v jutranji in popoldanski konici.

Večino podatkov o prometnih obremenitvah sem dobil iz Prometne študije variant Šmartinskega podvoza (City studio d.o.o., 2009), ki so bili podani za leto 2020, manjkajoče pa z lastnim štetjem. Preštel sem tudi nekatere dele, za katere so v Študiji variant Šmartinskega podvoza že podatki ter tako dobil razmerje obremenitev v letu 2015 in 2020, ki znaša 0,78. Tako sem na podlagi razmerja lahko določil prometne obremenitve za celotno obravnavano mrežo v letu 2015.

Promet poteka v simulaciji podobno kot v realnosti, kar mi je bila dodatna zagotovitev, da bom lahko s programom dobro ocenil alternativne ureditve odseka. Na spodnjih slikah so prikazane prometne obremenitve posameznih križišč v jutranji in popoldanski konici za leto 2015.



Slika 6: Prometne obremenitve v jutranji konici



Slika 7: Prometne obremenitve v popoldanski konici

Za vsako križišče lahko program po izvedeni simulaciji izpiše parametre, ki nam predstavijo razmere na nivoju posameznega vozlišča, kakor tudi celotne mreže. Ti parametri so: zamude vozil, število zaustavitvev, prepotovana razdalja, povprečna hitrost, čas potovanja, poraba goriva, emisije, število vozil, ki so prevozila mrežo, dolžina zastojev itd. V spodnjih tabelah sem zaradi preglednosti vključil samo parameter povprečne zamude vozila in pripadajoče nivoje uslug. Ta parameter je ključen za oceno primernosti izbranih križišč.

Smeri potovanja so označene s kombinacijo naslednjih kratic v angleškem jeziku:

N, S, E, W – smer v katero so orientirana vozila (sever, jug, vzhod, zahod)

L, R, T – smer v katero vozila zavijajo (levo, desno, skozi)

Preglednica 2: Križišče 2

smer		ET	ER	WL	WT	WR	NL	NT	NR	SL	ST	SR
JK	zamude (s)	27,1	35,7	26,4	12,7	5	37,9	74,7	41,1	57,4	57,4	57,4
	nivo uslug	C	D	C	B	A	D	E	D	E	E	E
PK	zamude (s)	68,9	30,1	24,7	10	10	52,2	32,9	32,9	0,8	0,8	0,8
	nivo uslug	E	C	C	A	A	D	C	C	B	B	B

Preglednica 3: Križišče 3

smer		EL	NT	SR
JK	zamude (s)	3	16,4	12,3
	nivo uslug	A	B	B
PK	zamude (s)	15,3	67,1	3,4
	nivo uslug	B	E	A

Preglednica 4: Križišče 3

smer		WR	NT	NR	SL	ST
JK	zamude (s)	9,9	3,2	3,2	12,4	8,5
	nivo uslug	A	A	A	B	A
PK	zamude (s)	265,2	17,1	17,1	180,5	11,1
	nivo uslug	F	B	B	F	B

Preglednica 5: Križišče 4

smer		EL	ET	ET	ER	WL	WL	WT	WR
JK	zamude (s)	52,9	33,2	33,2	25,4	28,5	28,5	25,5	13,1
	nivo uslug	D	C	C	C	C	C	C	B
PK	zamude (s)	35,8	54,9	83,8	32,5	125,7	92,3	21,9	21,9
	nivo uslug	C	D	F	C	F	F	C	C
NL	NT	NT	NR	SL	ST	ST	SR		
144,3	26,8	26,8	32,6	52,4	58,4	58,4	52,4		
F	C	C	C	D	E	E	D		
110,7	54,9	41,2	36,6	94,7	299,1	432,9	432,9		
F	D	D	D	F	F	F	F		

Preglednica 6: Križišče 5

smer		EL	ELR	NR	SWRL	SWR
JK	zamude (s)	1,8	4,9	2,4	6,8	5
		A	A	A	A	A
PK	zamude (s)	2,2	3,4	6,4	44,6	27,7
	nivo uslug	A	A	A	D	C

Preglednica 7: Zmogljivost celotnega omrežja

	skupne zamude na vozilo(s)	Skupni čas potovanja (h)	Povprečna hitrost (km/h)
JK	54,3	22,6	14
PK	126,6	54,1	6

### 3.3 Ocena rezultatov

V križišču 3 je stanje z vidika nivoja uslug povsem neustrezno, saj zavijalci levo v obeh smereh čakajo več minut. Križišči 1 in 5 sta še sprejemljivi, medtem ko so čakalni časi v križiščih 2 in 4 predolgi. Pri takšnih pogojih, kjer so skupine križišč na meji zmogljivosti, je možna odpoved celotnega sistema, saj so razdalje med križišči zelo kratke. Iz tabele 7 je razvidno, da je stanje v popoldanski konici dosti bolj neugodno kot v jutranji konici. Povprečne hitrosti so izredno nizke (6 km/h), zamude pa več kot dvakrat daljše od jutranje konice.

## 4 STANJE V LETU 2025 OB NEUKREPANJU

### 4.1 Vhodni podatki

Za plansko dobo 10 let sem upošteval 1% letno rast, kar pomeni, da se vse obremenitve v letu 2025 povečajo za 11%. Pri napovedi rasti se je potrebno zavedati, da lahko vrednosti na daljši rok močno odstopajo zaradi različnih nepredvidljivih dejavnikov. Na eni strani so predvideni različni projekti (Partnerstvo Šmartinska, Ikea, Logistični center), ki so generatorji rasti, na drugi strani pa imamo prometno politiko, ki teži k zmanjševanju motornega prometa v mestu. Zaradi tega ekstrapolacija dosedanje rasti ni zanesljiva. Izbrana rast služi bolj za primerjavo odziva različnih variant pod večjimi obremenitvami, kakor za točno napoved razmer v letu 2025.

### 4.2 Rezultati

V spodnjih tabelah so prikazani rezultati za leto 2025 ob upoštevanju 1% letne rasti.

Preglednica 8: Križišče 1

smer		ET	ER	WL	WT	WR	NL	NT	NR	SL	ST	SR
JK	zamude (s)	45,7	40,9	35,6	13,4	14,6	63,1	47,3	46	0	0	0
	nivo uslug	D	D	D	B	B	E	D	D	A	A	A
PK	zamude (s)	70,6	30,3	29,9	10,1	10,1	69,6	41,9	41,9	25,1	25,1	25,1
	nivo uslug	E	C	C	B	B	E	D	D	C	C	C

Preglednica 9: Križišče 2

smer		EL	NT	SR
JK	zamude (s)	4,1	18,8	16,1
	nivo uslug	A	B	B
PK	zamude (s)	14,2	92,5	6,4
	nivo uslug	B	F	A

Preglednica 10: Križišče 3

smer		WR	NT	NR	SL	ST
JK	zamude (s)	23,7	8	5,1	24,9	13,1
	nivo uslug	C	A	A	C	B
PK	zamude (s)	213,2	17,9	17,9	117,8	4,3
	nivo uslug	F	B	B	F	A

Preglednica 11: Križišče 4

smer		EL	ET	ET	ER	WL	WL	WT	WR
JK	zamude (s)	107,6	38,1	38,1	48,2	43,7	43,7	24	15,2
	nivo uslug	F	D	D	D	D	D	C	B
PK	zamude (s)	186,3	81,8	98,5	77,5	120,1	95,7	34,4	34,4
	nivo uslug	F	F	F	E	F	F	C	C
NL	NT	NT	NR	SL	ST	ST	SR		
152,4	25,9	25,9	34,9	35,8	92,6	92,6	21,1		
F	C	C	C	D	F	F	C		
88,2	62,1	47,6	36,1	9	169,8	140,9	140,9		
F	E	D	D	A	F	F	F		

Preglednica 12: Križišče 5

smer	EL	ELR	NR	SWRL	SWR	
JK	zamude (s)	0	3,6	12,7	15,8	10,5
		A	A	B	B	B
PK	zamude (s)	2,2	3,7	2,8	25,2	15,5
		A	A	A	C	B

Preglednica 13: Zmogljivost celotnega omrežja v 2025

	skupne zamude na vozilo(s)	Skupni čas potovanja (h)	Povprečna hitrost (km/h)
JK	74,2	34,3	11
PK	129,8	63,8	6

Rezultati kažejo na popolno odpoved sistema, saj so v večini križišč zamude predolge. V taki situaciji bi vozniki verjetno začeli izbirati alternative poti, kar bi privedlo do povečanega pritiska na okoliške ceste. Skupni čas potovanja se je v jutranji konici podaljšal kar za 50%, čeprav je bilo povečanje obremenitev zgolj 10%. Iz tega lahko sklepam, da je zdajšnja ureditev križišč na meji svojih zmogljivosti, saj že manjše spremembe v obremenitvah privedejo do veliko daljših zastojev. Zaradi vsega tega je stanje ob neukrepanju v letu 2025 popolnoma nesprejemljivo.



Slika 8: Posnetek simulacije v popoldanski konici leta 2025

Na zgornji sliki je prikazana simulacija v popoldanski konici iz katere je dobro razviden obseg zastojev. V območju podvoza se promet zaradi zoženja popolnoma ustavi, zato bi bila razširitev na tem delu nujna. Zaradi dolge kolone, ki jo povzroči zožanje, vozila blokirajo križišče. Posledično prihaja do daljših kolon tudi na krakih Topniške ulice in Šmartinske ceste.

## 5 VARIANTA 1

### 5.1 Predstavitev variante

Pri tej varianti sem se odločil izvesti preureditev križišč ob pogoju, da potek trase ostane večinoma nespremenjen. Na vseh odsekih je cesta sedaj vsaj dvopasovna, kar preprečuje nastanek zastojev zaradi zožitev. Posledično rešitev zahteva rušitev objektov, ki se nahajajo na zahodni strani Šmartinske ceste, ter deloma tistih v območju križišča 2. Na celotnem sistemu so cikli semaforjev skrajšani iz 120 sekund na 75 sekund in medsebojno usklajeni tako, da omogočajo dobro progresivnost v najbolj obremenjeni smeri.

Spremembe po posameznih križiščih:

Križišče 1: Njegoševa ulica je spremenjena v enosmerno cesto s smerjo vožnje proti jugu. Vozila ki potujejo v nasprotno smer so preusmerjena na staro Šmartinsko cesto že v območju Kliničnega centra. Križišče se tako spremeni v trokrako, zato ima lahko daljšo fazo za leve zavijalce, ki so prej imeli težave pri vključevanju. Vozila ki potujejo naravnost iz vzhodnega kraka imajo sedaj dva pasova, s čimer se poveča kapaciteta tega kraka v križišču.

Križišče 2: Križišče postane semaforizirano, saj so nanj preusmerjena vozila iz Njegoševe ulice, katerih je preveč za nesemaforizirano ureditev. S tem so odpravljene tudi težave vključevanja vozil s stranske ceste, ki so prisotne v obstoječem stanju.

Križišče 3: Križišče postane semaforizirano, kar zmanjša zastoje zaradi zavijanje levo iz Šmartinske ceste. V tem primeru je omogočeno tudi zavijanje levo iz Grablovičeve ulice. Zaradi sprememb v številu voznih pasov je potrebna rušitev objekta Orto bar, saj ta že sedaj ovira potek trase. Tako je omogočen tudi raven potek Grablovičeve ulice v križišče.

Križišče 4: Dodan je pas za naravnost iz vzhodnega kraka.

Križišče 5: Križišče postane semaforizirano, kar omogoča zavijanje levo iz južnega kraka. Tako je varnejše tudi zavijanje levo iz Šmartinske ceste, kjer je uveden dodatni razvrstilni pas.

Na spodnji sliki je prikazana predlagana ureditev.



Slika 9: Varianta 1

## 5.2 Vhodni podatki

Podatki o prometnih obremenitvah so za smeri, ki so enake obstoječem stanju, nespremenjeni. Dodani so le podatki za smeri, ki v osnovni varianti niso bile možne. Sem spadata zavijanje levo v križišču 3 iz Grablovičeve ulice in zavijanje levo v križišču 5 iz smeri Kolinske ceste. Podatke za novi smeri sem



dobil iz Prometne študije variant Šmartinskega podvoza (City studio d.o.o., 2009), v kateri je podana ocena povpraševanja po novih smereh na podlagi prometnega modela.

Na spodnjih dveh slikah so prikazane prometne obremenitve za leto 2025 v jutranji in popoldanski konici.



Slika 10 : Obremenitve v jutranji konici 2025



Slika 11: Obremenitve v popoldanski konici 2025

### 5.3 Rezultati

V spodnjih tabelah so prikazani rezultati za leto 2025 ob upoštevanju 1% letne rasti.

Preglednica 14: Križišče 1

smer		ET	ER	WL	WL	WR	ST	SR
JK	zamude (s)	6,4	7,1	14,9	14,9	3,2	48,2	
	nivo uslug	A	A	B	B	A	D	
PK	zamude (s)	11,9	9,5	19,2	1,6	0,8	28,8	24,5
	nivo uslug	B	A	B	A	A	C	C

Preglednica 15: Križišče 2

smer		EL	EL	NL	NT	SR	SR	SR
JK	zamude (s)	29,8	29,8	21,6	5,1	26,3	26,3	26,3
	nivo uslug	C	C	C	A	C	C	C
PK	zamude (s)	14,5	14,5	16	22,2	13,7	13,7	13,7
	nivo uslug	B	B	B	C	B	B	B

Preglednica 16: Križišče 3

smer		WL	WR	WR	NT	NT	NR	SL	SL	ST	ST
JK	zamude (s)	18,8	31,3	31,3	32,4	32,4	12,6	24,8	24,8	17,3	17,3
	nivo uslug	B	C	C	C	C	B	C	C	B	B
PK	zamude (s)	29,8	37,5	37,5	40,4	40,4	28,1	31,2	31,2	8,1	8,1
	nivo uslug	C	D	D	D	D	C	C	C	A	A

Preglednica 17: Križišče 4

smer		EL	ET	ETR	WL	WL	WT	WR
JK	zamude (s)	53,3	27,3	40,6	18,7	18,7	11,4	16
	nivo uslug	D	C	D	B	B	B	B
PK	zamude (s)	41,8	49,4	30,1	47,4	47,4	24,6	18,4
	nivo uslug	D	D	C	D	D	C	B
NL	NT	NT	NR	SL	ST	STR		
35,1	22,6	22,6	24,8	38,7	33,9	25,8		
D	C	C	C	D	C	C		
39,9	39,3	39,3	50,6	28,7	21,3	24,6		
D	D	D	D	C	C	C		

Preglednica 18: Križišče 5

smer		EL	EL	ER	NL	NT	ST	SR	SR
JK	zamude (s)	10,5	10,5	3,4	19	20,1	74,3	54,4	54,4
	nivo uslug	B	B	A	B	C	E	D	D
PK	zamude (s)	5,1	5,1	3,9	31	42,7	65,8	37,1	25,5
	nivo uslug	A	A	A	C	D	E	D	C

Preglednica 19: Zmogljivost celotnega omrežja v varianti 1

	skupne zamude na vozilo(s)	Skupni čas potovanja (h)	Povprečna hitrost (km/h)
JK	58,6	45,3	11
PK	65,8	36,7	13

Varianta se je pokazala za ustrezno. Stanje v popoldanski konici se je občutno izboljšalo, saj so se skupne zamude na vozilo v celotne omrežju zmanjšale kar za 50 %, hkrati se je povprečna hitrost vozil podvojila. V jutranji konici se je čas potovanja nekoliko povečal, vendar so se zmanjšale skupne zamude na vozilo. Iz tega lahko sklepam, da je prišlo do bolj enakomerne razporeditve zamud med različnimi smermi. Nivo uslug je dober, saj je povsod boljši ali enak D. Izjema je le smer potovanja ST v križišču 5 z nivojem uslug E, kar je še vedno zadovoljivo stanje.

## 6 VARIANTA 2

### 6.1 Predstavitev variante

V tej varianti sem se odločil za krožen semaforiziran sistem. Mreža je sestavljena iz dveh krogov, ki imata na vsakem kraku semaforizirano križišče. Vožnja po krogu poteka samo v eni smeri. To je tudi glavna prednost takega sistema, saj imajo v tem primeru vsa križišča zgolj dve fazi. V obravnavanem primeru temu povsod ni tako, ker so na nekaterih mestih priključki na krog preveč skupaj in potrebujejo tri faze. Pri tej ureditvi je pomembno dovolj hitro izmenjavanje zelene luči na različnih smereh, saj lahko drugače pride do blokade celotnega kroga.

Uporabljena je tudi rešitev z dvema enosmernima cestama iz prejšnje variante. Izvedba variante zahteva prestavitev Masarykove ceste bližje železniški postaji in rušitev večjega števila objektov na območju, ki je južno od železnice. Ureditev je torej zahtevna s finančnega in gradbenega vidika. Krožna izvedba ustvari na obeh straneh proge nekakšno zaprto območje, saj je na vseh cesta večpasovna. Zato bi pri takšni izvedbi verjetno potrebovali več podhodov in nadhodov za pešce in kolesarje.

Na spodnji sliki je predstavljena predlagana varianta.



Slika 12: Varianta 2

## 5.2 Vhodni podatki

Podatki o obremenitvah so enaki prejšnji varianti. Razlika je v razporeditvi teh obremenitev, saj morajo nekatera vozila zaradi krožne ureditve opravljati daljšo pot skozi več križišč. Tako je na nekaterih presekih lahko več kot 2000 EO/h.

Pri prestavljanju smernih obremenitev po križiščih se je za uporabno izkazalo orodje simulacijskega programa volume balancing, ki na vseh presekih preverja medsebojno ujemanje podatkov o obremenitvah. Pri bolj zapletenih ureditvah križišč lahko namreč pride do napak pri ročnem seštevanju obremenitev iz različnih smeri.



Slika 13: Obremenitve v jutranji konici 2025



Slika 14: Obremenitve v popoldanski konici 2025

### 5.3 Rezultati

V spodnjih tabelah so prikazani rezultati za leto 2025 ob upoštevanju 1% letne rasti.

Preglednica 20: Križišče 1

smer		ER	ER	WL	WL	WT	WT
JK	zamude (s)	12,9	6,8	3,6	7,1	2,4	1,3
	nivo uslug	B	A	A	A	A	A
PK	zamude (s)	121,3	75,8	23	25,4	14,3	2,3
	nivo uslug	F	E	C	C	B	A

Preglednica 21: Križišče 2

smer		SL	SL	ST	ST
JK	zamude (s)	0,8	1,9	2,5	0,8
	nivo uslug	A	A	A	A
PK	zamude (s)	14,3	19	26,8	11,7
	nivo uslug	B	B	C	B

Preglednica 22: Križišče 3

smer		EL	EL	NT	NT
JK	zamude (s)	10,2	17	12,7	20
	nivo uslug	B	B	B	B
PK	zamude (s)	29,3	32,6	39,3	43,6
	nivo uslug	C	C	D	D

Preglednica 23: Križišče 4

smer		WT	WR	WR	NL	NL	NT	NT	NR	SR	SR	SR
JK	zamude (s)	53,7	106,7	61,7	40,1	52,3	19,6	19,3	1,7	8,9	11,9	14,7
	nivo uslug	D	F	E	D	D	B	B	A	A	B	B
PK	zamude (s)	45,6	90,3	46,6	29,5	41,6	35,7	33,1	2,2	13	16	16,5
	nivo uslug	D	F	D	C	D	D	C	A	B	B	B

Preglednica 24: Križišče 5

smer		NR	NR	NR	SL	SL	ST	ST
------	--	----	----	----	----	----	----	----

JK	zamude (s)	52,9	73,2	32,6	58,8	89,1	3,8	1,3
	nivo uslug	D	E	C	E	F	A	A
PK	zamude (s)	42,8	49,3	40,1	47,6	70	2,7	1
	nivo uslug	D	D	D	D	E	A	A

Preglednica 25: Križišče 6

smer		ER	ER	WL	WL	WT	WR	ST	ST	SR
JK	zamude (s)	62,8	20,3	77,3	64,3	12,5	3	112	79,4	162,3
	nivo uslug	E	C	E	E	B	A	F	E	F
PK	zamude (s)	41,8	23,3	82,6	60,5	9	2,7	84,6	100,3	123,5
	nivo uslug	D	C	E	E	A	A	E	F	F

Preglednica 26: Križišče 7

smer		NL	NL	NR	NR	SWR	SWR	SWR
JK	zamude (s)	29,1	25,9	7,6	1,3	43,5	61,9	46,2
	nivo uslug	C	C	A	A	D	E	D
PK	zamude (s)	86,2	35,8	2,3	1,4	33,2	41,3	34,9
	nivo uslug	F	C	A	A	C	D	C

Preglednica 27: Križišče 8

smer		EL	EL	ET	WR	WR
JK	zamude (s)	45,2	40,8	78,5	36,7	25,8
	nivo uslug	D	D	E	D	C
PK	zamude (s)	51,1	31,8	35,7	29,5	12,3
	nivo uslug	D	C	D	C	B

Preglednica 28: Zmogljivost celotnega omrežja v varianti 2

	skupne zamude na vozilo(s)	Skupni čas potovanja (h)	Povprečna hitrost (km/h)
JK	83	51	10
PK	103,8	49,3	9

Varianta 2 se ni pokazala kot ustrezna rešitev. Težave se pojavljajo zaradi kratkih odsekov med križišči. Na njih je premalo časa za varno prepletanje med vozili, zato prihaja do blokad izvoznih pasov. Najbolj so problematična križišča 4,5 in 6, kjer prihaja do zastojev zaradi trofazne ureditve semaforjev in prekratkih odsekov. Posamezne faze so tu zaradi kratkega cikla, ki je potreben pri krožnem sistemu, prekratke da bi izpraznile nastalo kolono vozil. Razmere so se zaradi tega v jutranji konici celo poslabšale glede na obstoječe stanje, vendar se je potrebno zavedati, da varianta zagotavlja nekatere smeri vožnje, ki prej niso bile dovoljene.

## 7 VARIANTA 3

### 7.1 Predstavitev variante

Predlagana rešitev je izpeljana iz prve variante. Odsek, ki se nahaja južno od proge, je namreč popolnoma enak. Severni del pa je spremenjen tako, da omogoča čim bolj direktno povezavo Šmartinske ceste z mestnim obročem. Sprememba križišč severno od proge ni toliko problematična z vidika odkupa zemljišč, saj je park, ki ga oklepajo obstoječe ceste v lasti občine. Ceste so na vseh odsekih štiri ali več pasovne, kar omogoča lažje razvrščanje vozil in zmanjšuje dolžine kolon pred križišči. Cikli semaforjev so povsod dolgi 90 sekund in medsebojno usklajeni.

Predstavitev ukrepov po posameznih križiščih:

Križišče 1 in 2:

Vpeljan je enak sistem enosmernih cest kot pri varianti 1.

Križišče 3:

Priključek Grablovičeve ceste je zaradi spremembe vpadnega kota Šmartinske ceste speljan v krivini. S stranske ceste je omogočeno tudi zavijanje levo.

Križišče 4:

V tem križišču se na Šmartinsko cesto priključi združen prometni tok iz Topniške ulice in Vilharjeve ceste. Z druge strani se priključi Kolinska cesta na kateri je sedaj možno zavijanje levo. Na tem kraku je za desne zavijalce urejen neprednostni potek, zaradi česar se skrajšajo čakalni časi za leve zavijalce iz zahodne smeri.

Križišče 5:

Topniška ulica in Vilharjeva cesta se križata na enakem mestu kot pri obstoječem stanju. Križišče je sedaj trokrako, zaradi česar je pričakovano zmanjšanje zamud.

Na spodnji sliki je predstavljena predlagana ureditev.



Slika 15: Varianta 3

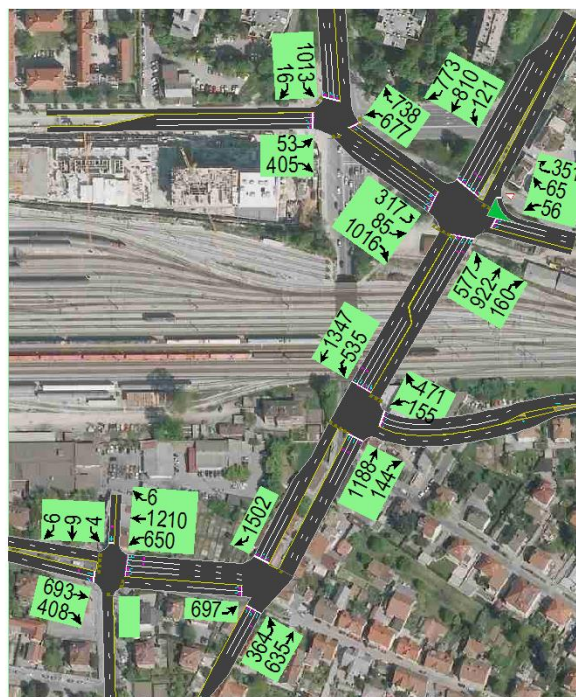


## 7.2 Vhodni podatki

Podatki o prometnih obremenitvah so enaki kot v varianti 1. Razlikujejo se le v razporeditvi obremenitev, kar je posledica spremembe postavitve križišč.



Slika 16: Obremenitve v jutranji konici 2025



Slika 17: Obremenitve v popoldanski konici 2025

## 7.3 Rezultati

Preglednica 29: Križišče 1

smer		ET	ER	WL	WT	WR	ST	SR
JK	zamude (s)	6,4	9	9,5	1,9	0,7	60	28,8
	nivo uslug	A	A	A	A	A	E	C
PK	zamude (s)	24,2	14,3	27,9	6,3	49,2	0	16,4
	nivo uslug	C	B	C	A	D	A	B

Preglednica 30: Križišče 2

smer		EL	NL	NT	SR
JK	zamude (s)	10,9	50,2	23,3	5,8
	nivo uslug	B	D	C	A
PK	zamude (s)	11,9	44,2	14,7	4,6
	nivo uslug	B	D	B	A

Preglednica 31: Križišče 3

smer		WL	ER	NT	NR	SL	ST
JK	zamude (s)	36,5	39,4	20,8	11,3	18,1	15,3
	nivo uslug	D	D	C	B	B	B
PK	zamude (s)	33,2	22,3	33,1	22,9	30,3	12,9
	nivo uslug	C	C	C	C	C	B

Preglednica 32: Križišče 4

smer		WL	WR	WR2	NL	NT	NR	SL	ST	SR	SEL2	SEL	SER
JK	zamude (s)	20,5	73	2,7	44,6	19,6	25,1	24,3	59,3	46,3	46,5	47,9	16,2
	nivo uslug	C	E	A	D	B	C	C	E	D	D	D	B
PK	zamude (s)	30,8	68,5	2,1	43	30,4	34,4	20,1	33,6	33,2	40	56,1	17,3
	nivo uslug	C	E	A	D	C	C	C	C	C	D	E	B

Preglednica 33: Križišče 5

smer		EL	ER	SL	SR	NWL	NWR
JK	zamude (s)	16,3	12,2	40,7	35,9	17,7	6
	nivo uslug	B	B	D	D	B	A
PK	zamude (s)	32,5	11,5	45,3	14,2	0,6	4,4
	nivo uslug	C	B	D	B	A	A

Preglednica 34: Zmogljivost celotnega omrežja v varianti 3

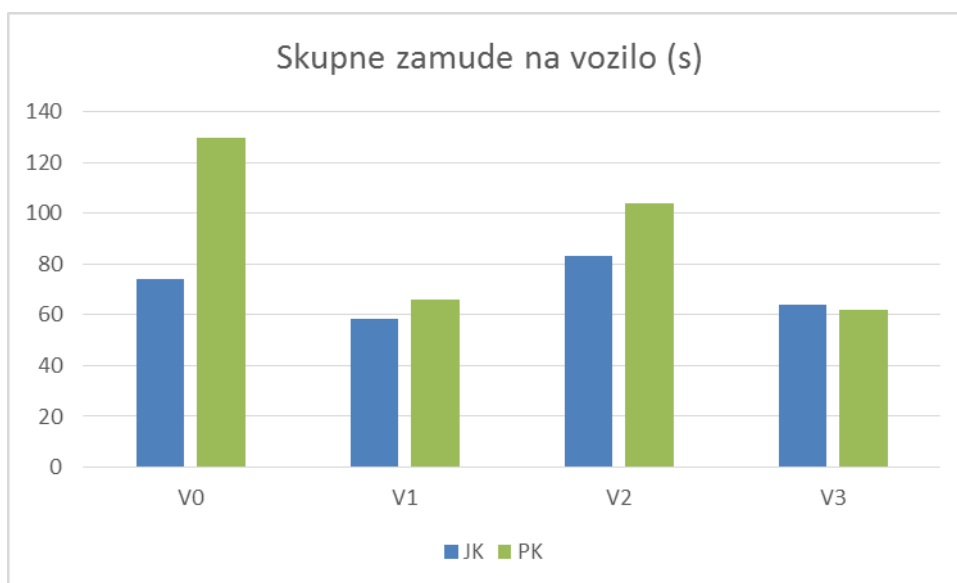
	skupne zamude na vozilo(s)	Skupni čas potovanja (h)	Povprečna hitrost (km/h)
JK	63,8	34,2	14
PK	62	34,1	14

Predlagana ureditev je pokazala zelo dobre rezultate. Nivo uslug v nobeni smeri zavijanja ne pade pod nivo E. V jutranji in popoldanski konici sta samo dve smeri z nivojem uslug E. To pomeni, da se promet odvija tekoče v vseh smereh. Na nivoju celotnega omrežja so se občutno zmanjšale skupne zamude na vozilo in čas potovanja. Dosežena je tudi visoka povprečna hitrost v obeh prometnih konicah.

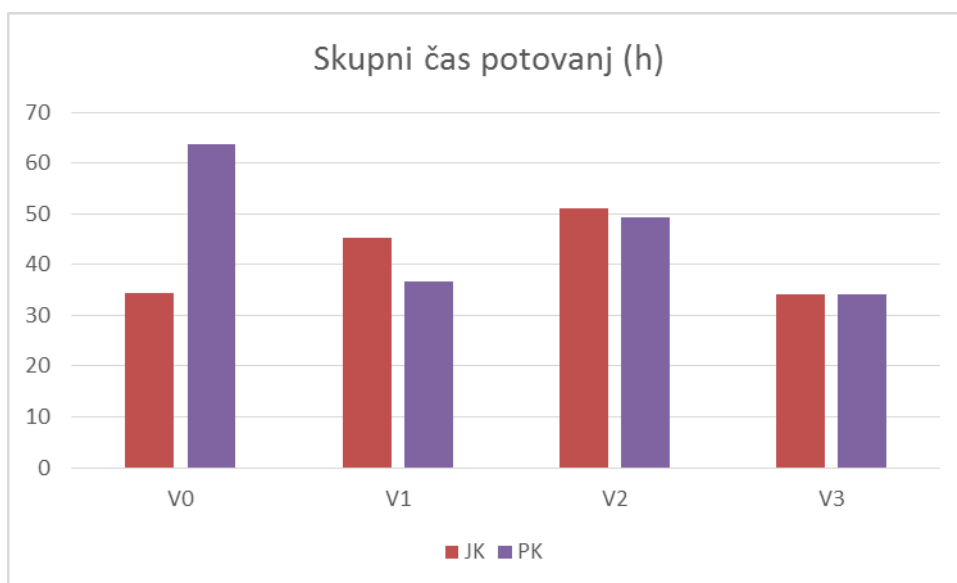
## 8 PRIMERJAVA VARIANT

Z vidika zmogljivosti omrežja se je za najboljšo izkazala varianta 3. V njej je prišlo do največjega zmanjšanja skupne zamude na vozilo v popoldanski konici iz 129,8 s na 62 s. Dosega najvišje povprečne hitrosti vozil in ima najkrajši skupni čas potovanja. Skupne zamude na vozilo so bile v varianti 1 in 3 dokaj podobne in v obeh primerih dosti krajše od obstoječe ureditve. Varianta 3 je pokazala najmanjšo zmogljivost, saj so se skupne zamude v jutranji konici celo povečale.

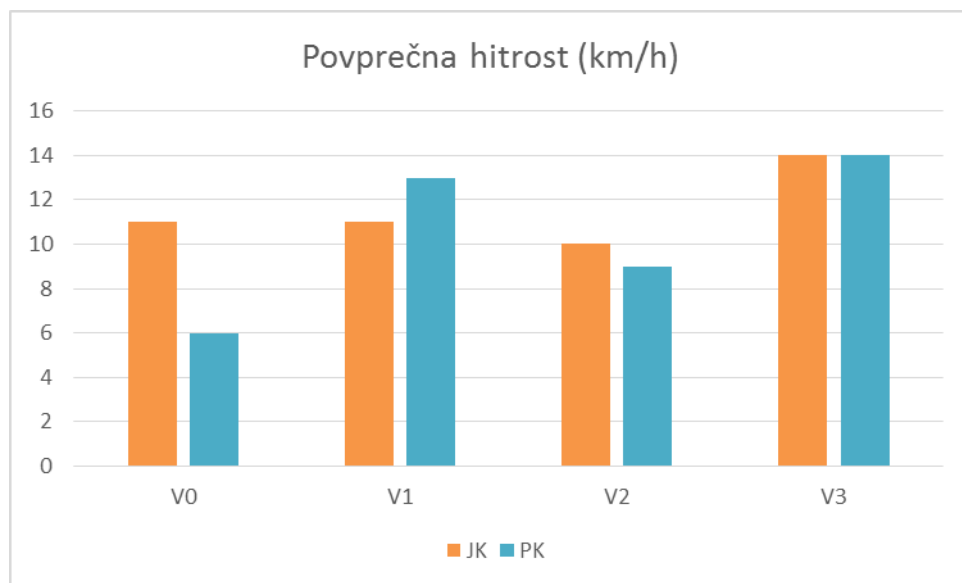
Na spodnjih grafih so primerjane karakteristike zmogljivosti omrežja.



Slika 18: Skupne zamude na vozilo



Slika 19: Skupni čas potovanj



Slika 20 : Povprečna hitrost

Nivo uslug je v variantah 1 in 3 na visoki ravni, saj ta pade pod nivo D zgolj v nekaj smereh zavijanja. Rešitvi imata torej še nekaj prostora za morebitno nepredvideno povečanje obremenitev. To ne moremo trditi za varianto 2 pri kateri nivo uslug na več smereh pade na raven F, ki je nesprejemljiva.

Vse predlagane ureditve posegajo v obstoječi prostor. Najbolj je destruktivna varianta 2 pri kateri je potrebna sprememba trase večine priključnih cest. Njena sprejemljivost je glede na današnjo prometno politiko močno vprašljiva. Varianta 3 zahteva največ sprememb na delu severno od proge, medtem ko je na južnem delu manj destruktivna od variante 2. Najmanj od vseh treh posega v okolje varianta 1, saj na večini odsekov zahteva zgolj razširitev obstoječih cest. Pri vseh treh variantah je potrebna razširitev železniškega podvoza za dodatne 3 pasove, kar predstavlja velik finančni vložek.

Glede na prej opisane prednosti in slabosti sem prišel do zaključka, da je varianta 3 najboljša izbira za rešitev obstoječega problema.

## 9 ZAKLJUČEK

S preučevanjem problematike območja vzhodnega dela Masarykove ceste in njenih priključkov sem prišel do ugotovitve, da je ne glede na izbrano varianto potreben velik poseg v okolico, če želimo zagotoviti tekoče odvijanje prometa. Vse rešitve so namreč pokazale potrebo po večanju števila pasov in večjih dimenzijah samih križišč. Največjo oviro pri načrtovanju je povzročala železniška postaja, ki onemogoča izvedbo marsikatere rešitve in povzroča velike stroške pri razširitvi podvoza.

Izkazalo se je, da je ustrezna izbira dolžine faz in ciklov v semaforiziranih križiščih pomemben dejavnik pri zmogljivosti posameznih smeri. Močno lahko na zastoje vpliva tudi slaba medsebojna usklajenost križišč. Pri skupini obravnavanih križišč je vpliv usklajenosti, zaradi kratke medsebojne razdalje, prišel še toliko bolj do izraza. Največjo nevarnost za povečanje zastojev so namreč predstavljale ravno te kratke razdalje. Obravnava na nivoju mreže se je torej izkazala za nujno, saj drugače dobljeni rezultati niso realni.

Pri vseh variantah je bila potrebna optimizacija osnovne ideje z vidika števila razvrstilnih pasov, vodenja prometa in ureditve signalnih naprav. Veliko časa je bilo potrebnega za preverjanje poteka simulacije v realnem času, kjer so vidne težave, ki v analizi ne morejo biti kvantitativno ovrednotene. To se je pokazalo pri kratkih odsekih med križišči, kjer so v simulaciji nastajale kolone, ki so segale v križišče, kar pa iz analize ni bilo mogoče razbrati. Potrebno je bilo tudi prilagoditi obnašanje vozil pri menjavi pasov, saj se ta v nekaterih primerih niso vključevala na dodatni razvrstilni pas.

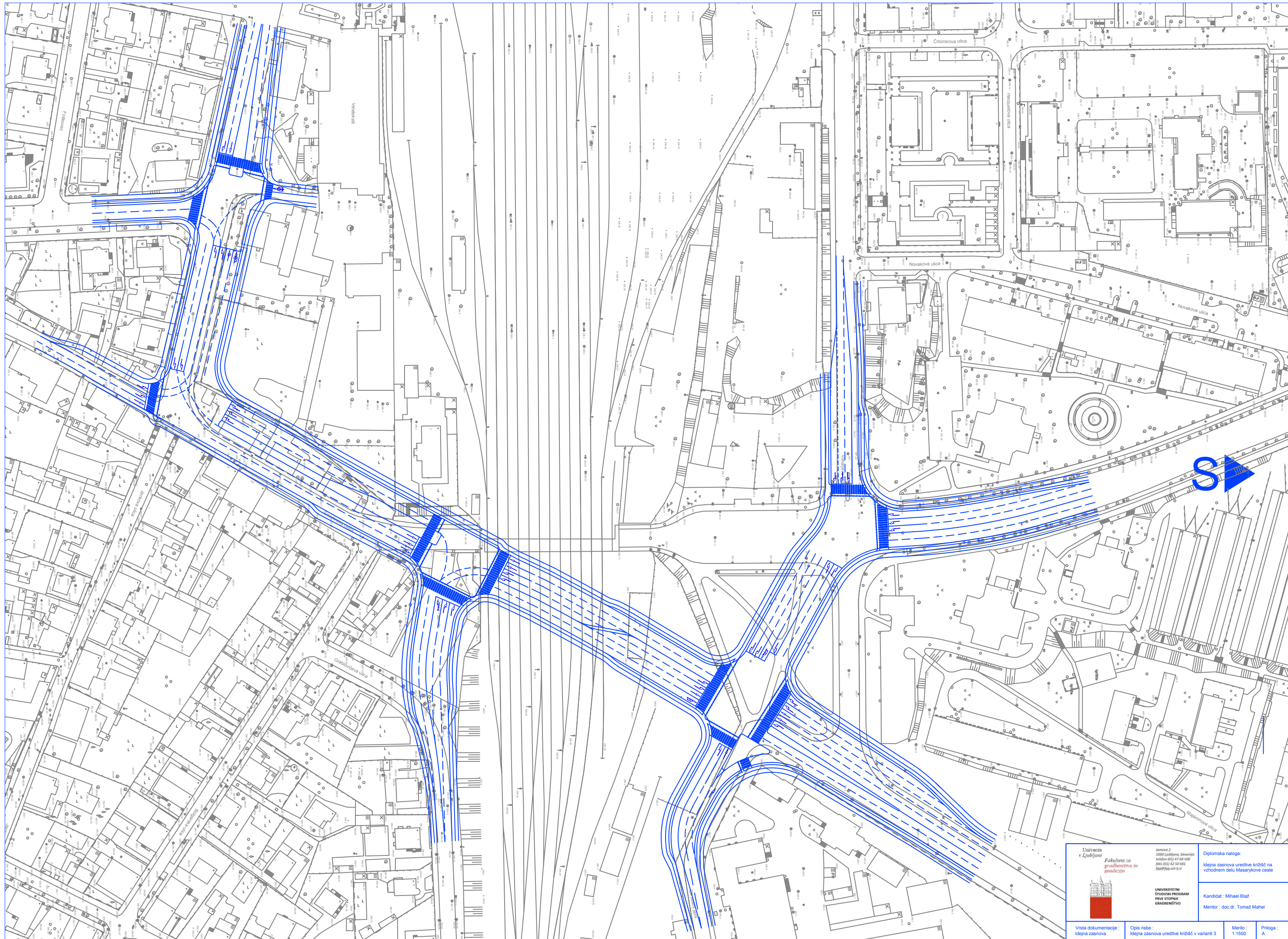
Uporabljeni program za simulacijo prometa se je izkazal za primernega, saj mi je omogočil vnos vseh željenih parametrov. Z analizo mi je program podal dovolj podatkov o odvijanju prometnega toka, s katerimi sem lahko ustrezno ovrednotil izbrane variante in izbral najbolj primerno. Najboljšo varianto bi nadalje bilo smiselno tudi bolj detajlno obdelati in oceniti njeno izvedljivost s finančnega in gradbenega vidika. Zelo pomembno bi v nadaljnjih fazah bilo tudi javno mnenje, saj preureditev zadeva veliko število lastnikov okoliških nepremičnin.

**VIRI**

- [1] University transportation center Alabama. 2004. Traffic simulation comparison study  
<http://utca.eng.ua.edu/files/2011/08/02217fnl.pdf> (Pridobljen 10. 5. 2015)
- [2] Maher, T. 2006. Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov. Skripta.  
Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 105 str.
- [3] Pust, U. (City studio d.o.o.). 2009. Prometna študija variant Šmartinskega podvoza.  
Tehnično poročilo: 73 f.
- [4] Trafficware LLC. 2014. Synchro Studio 9 User Guide.

## **SEZNAM PRILOG**

PRILOGA A:           NAČRT IDEJNE ZASNOVE VARIANTE 3



<p>Univerza v Ljubljani</p> 	<p>Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo</p> <p>UNIVERZITETNI STUDIJSKI PROGRAM PREJ STOPIŠNE GRADNENŠTVO</p>	<p>Diplomska naloga</p> <p>Idejna zasnova ureditve križišč na vzhodnem delu Masarykove ceste</p> <p>Kandidat : Mihael Blaž</p> <p>Mentor : doc.dr. Tomaž Mašer</p>	
<p>Vrsta dokumentacije : Idejna zasnova</p>	<p>Opis risbe : Idejna zasnova ureditve križišč v varianti 3</p>	<p>Merilo : 1:1500</p>	<p>Priloga : A</p>