

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:

Logar, D., 2013. Študija prometne varnosti križišča G1 - 4, odsek 1258 Otiški vrh - Sl. Gradec/G1 - 4, odsek 1445 Sl. Gradec / LZ 378021 Glavni trg - Murko. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Lipar, P.): 28 str.

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:

Logar, D., 2013. Študija prometne varnosti križišča G1 - 4, odsek 1258 Otiški vrh - Sl. Gradec/G1 - 4, odsek 1445 Sl. Gradec / LZ 378021 Glavni trg - Murko. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Lipar, P.): 28 pp.

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

**PRVOSTOPENJSKI
ŠTUDIJSKI PROGRAM
GK^{*}) " - V@uf \ (UN)**

Kandidat:

Diplomska naloga št.: 74/B-GR

Graduation thesis No.: 74/B-GR

Mentor:

Predsednik komisije:

izr. prof. dr. Janko Logar

Ljubljana, 25. 09. 2013

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Spodaj podpisani Domen Logar izjavljam, da sem diplomsko nalogo z naslovom »Študija prometne varnosti križišča G1-4, odsek 1258 Otiški vrh-Sl. Gradec/ G1-4, odsek 1445 Sl. Gradec/ LZ 378021 Glavni trg-Murko« izdelal samostojno in pod mentorstvom doc. dr. Petra Liparja.

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

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Slovenj Gradec, 9. 9. 2013

Domen Logar

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM

- UDK:** 625.739(497.4)(043.2)
- Avtor:** Domen Logar
- Mentor:** doc. dr. Peter Lipar
- Naslov:** Študija prometne varnosti križišča G-4, odsek 1258 Otiški vrh–Sl.
Gradec/ G1-4, odsek 1445 Sl. Gradec/ LZ 378021 Glavni trg–Murko
- Tip dokumenta:** Diplomaska naloga – univerzitetni študij
- Obseg in oprema:** 28 str., 6 pregl., 20. sl., 11 pril.
- Ključne besede:** rekonstrukcija, pas za leve zavijalce, krožno križišče, lesena brv, prometna obremenitev, TSC – Tehnična specifikacija za javne ceste

Izvleček

V diplomski nalogi izvajam analizo prometnih obremenitev in prepustnosti semaforiziranega štirikrakega križišča. Na podlagi tega predlagam dve možni rešitvi izboljšanja obstoječega stanja. Kot prvo možnost predstavim rekonstrukcijo križišča s spremenjeno geometrijo in dodanim pasom za leve zavijalce na tistem uvozu v križišče, ki je problematičen. Moj drugi predlog reševanja obstoječe situacije pa je umestitev krožnega križišča v traso. V obeh primerih spreminjam tudi vodenje nemotoriziranih udeležencev v prometu, ki po novi ureditvi preko reke poteka po samostojni leseni brvi. Upravičenost in ustreznost posamezne variante dokazujem z izračunom stopnje zasičenosti in nivojem uslug posameznih krakov pri klasičnem semaforiziranem križišču ter z izračunom stopnje obremenjenosti posameznih uvozov v krožno križišče.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION WITH ABSTRACT

- UDC:** 625.739(497.4)(043.2)
- Author:** Domen Logar
- Supervisor:** Assist. Prof. Peter Lipar, Ph.D.
- Title:** A study of road safety crossing G1-4, section 1258 Otiški vrh-Sl. Gradec/
G1-4, section 1445 Sl. Gradec/ LZ 378021 Glavni trg-Murko
- Document type:** Graduation Thesis – University studies
- Notes:** 28 p., 6 tab., 20 fig., 11 ann.
- Key words:** reconstruction, left turn lane, roundabout, a wooden footbridge, traffic load, TSC - Technical specification for public roads

Abstract

In this thesis I analyze the traffic load and throughput of 4-way junction with traffic lights. On this basis, I propose two possible solutions to improve existing arrangement. As a first option I present the reconstruction of the intersection with modified geometry and attached left turn lane on the import of the crossing, which is problematic. My second proposal for resolving the current situation, is to place a new roundabout. In both cases, I also change the management of non-motorized road users, which under the new regulation takes place across the river over a wooden footbridge. Eligibility and suitability of each variant I prove by calculation of the degree of saturation and level of services for each way in a classic crossroads with traffic lights, and the calculation of the traffic throughput for every importing lane.

ZAHVALA

Zahvaljujem se doc. dr. Petru Lipraju za pomoč in strokovno vodenje pri nastajanju te diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi moji družini, ki me je ves čas študija spodbujala in mi stala ob strani, ko sem potreboval njihovo podporo.

Še posebej se zahvaljujem Alji in Simonu za pomoč pri štetju prometa.

Hvala tudi sošolcem in prijateljem za prijateljsko pomoč v času študija in vse dobre ter tudi slabe trenutke, ki smo jih preživeli skupaj.

KAZALO

1	UVOD	1
2	TEORIJA	2
2.1.	Klasična nivojska križišča.....	2
2.1.1.	Splošno	2
2.1.2.	Delitev križišč.....	2
2.1.3.	Štirikrako križišče.....	3
2.1.4.	Semaforizirano križišče	3
2.2.	Krožno križišče	5
2.2.1.	Delitev krožnih križišč.....	6
2.2.2.	Kapaciteta krožišča.....	8
2.2.3.	Prometna varnost v krožišču.....	11
3	ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA	12
3.1.	Splošne značilnosti.....	12
3.2.	Prometna obremenitev	15
3.2.1.	Štetje prometa	15
3.2.2.	Rezultati štetja prometa	15
3.2.3.	Izračun stopnje nasičenosti in nivoja uslug posameznega kraka križišča.....	16
4	REKONSTRUKCIJA OBSTOJEČEGA KRIŽIŠČA.....	17
4.1.	Projektiranje rekonstrukcije	18
4.1.1.	Karakteristike voznih pasov	18
4.1.2.	Priključevanje krakov v križišče.....	18
4.1.3.	Pas za leve zavijalce	19
4.1.4.	Vodenje nemotoriziranih udeležencev v prometu	20
4.2.	Sprememba geometrije	21
4.3.	Izračun stopnje zasičenosti in nivoja uslug križišča po rekonstrukciji	21
5	UMESTITEV KROŽIŠČA V TRASO	23
5.1.	Projektiranje krožišča.....	23
5.1.1.	Osnovni elementi.....	23
5.1.2.	Vodenje nemotoriziranega prometa.....	23
5.2.	Izračun prometne prepustnosti.....	24

5.3. Preglednost v krožišču	25
5.3.1. Preglednost v levo	25
5.3.2. Preglednost do prehodov za pešce.....	26
6 UGOTOVITVE IN ZAKLJUČKI	26
VIRI.....	28

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Razdelitev krožnih križišč glede na velikost in lokacijo (TSC 3.341: 2002: str. 13)	7
Preglednica 2: Določitev širine robnega pasu v odvisnosti od širine vozniških pasov	18
Preglednica 3: Minimalne vrednosti zavijalnih lokov za različne tipe vozil (Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste, 2009)	18
Preglednica 4: Določitev faktorja α	24
Preglednica 5: Stopnja obremenjenosti uvozov za jutranjo konico	24
Preglednica 6: Stopnja obremenjenosti uvozov za popoldansko konico	25

KAZALO SLIK

Slika 1: Lokacija obravnavanega križišča (Zemljevid najdi.si, 24. 7. 2013)	1
Slika 2: Štirikrako (+) križišče (predlog TSC 03.344: 2003: str. 15)	3
Slika 3: Osnovni elementi krožnega krožišča (TSC 03.341: 2002: str. 26)	6
Slika 4: Število konfliktnih točk v krožnem križišču (Maher, 2006, str. 90)	8
Slika 5: Merodajna razdalja B med konfliktnima točkama x in y (TSC 03.341: 2011: str. 20)	10
Slika 6: Določitev faktorja α v odvisnosti od razdalje B in merodajnih prometnih razmer (TSC 3.341: 2011: str. 21)	11
Slika 7: Konfliktni točke v klasičnem 4-krakem križišču (Maher, 2006, str. 102)	11
Slika 8: Konfliktni točke v enopasovnem krožnem križišču (Maher, 2006, str. 102)	12
Slika 9: Tloris obstoječega stanja (maps.google.si, 19. 8. 2013)	13
Slika 10: Pogled na krak A	13
Slika 11: Pogled na krak B	14
Slika 12: Pogled na krak C	14
Slika 13: Pogled na krak D	14
Slika 14: Stopnja zasičenosti obstoječega stanja v jutranji (levo) in popoldanski (desno) konici	17
Slika 15: Nivo uslug obstoječega stanja v jutranji (levo) in popoldanski (desno) konici	17
Slika 16: Elementi pasu za leve zavijalce (Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste, 2009)	19
Slika 17: Stopnja zasičenosti križišča po rekonstrukciji v jutranji (levo) in popoldanski (desno) konici	22
Slika 18: Nivo uslug po rekonstrukciji v jutranji (levo) in popoldanski (desno) konici	22
Slika 19: Preglednost v levo, potrebna pri uvozu v krožišče (TSC 03.341: 2011: str. 31)	25
Slika 20: Preglednost od uvoza do prehoda za pešce na naslednjem izvozu (TSC 03.341: 2011: str. 31)	26

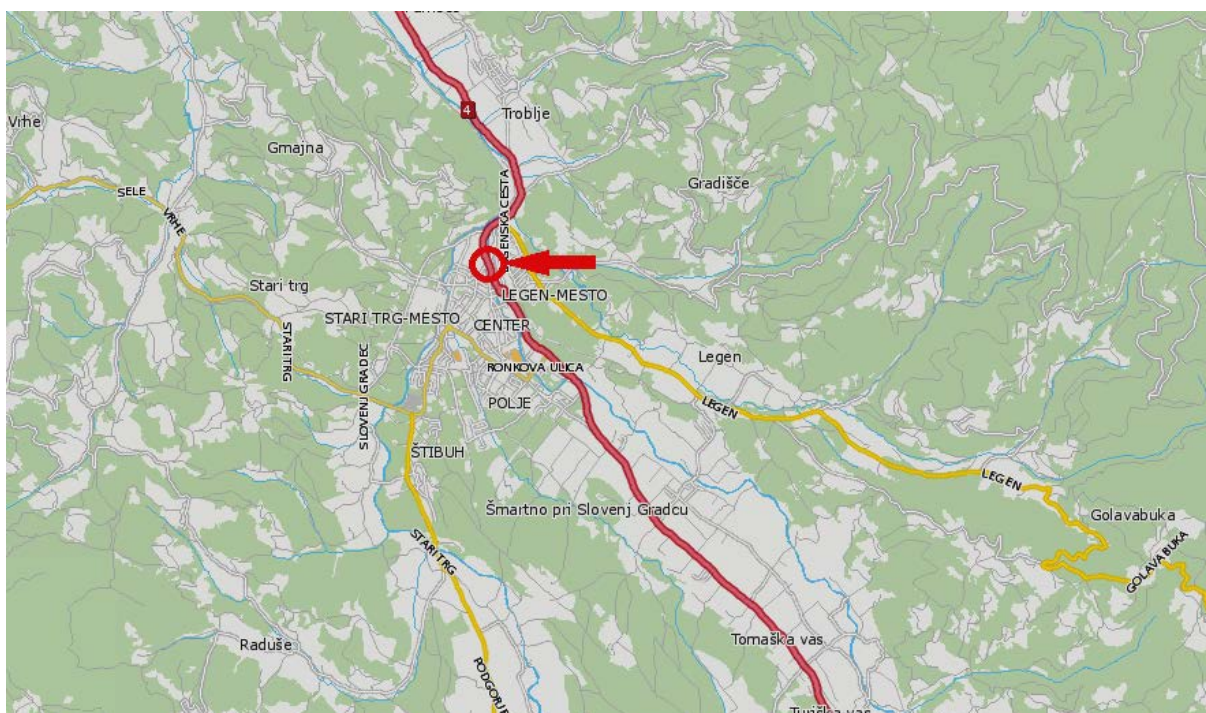
1 UVOD

Pri gradnji prometnic je naloga projektanta, da zagotovi ustrezno varnost in prevodnost le-teh. Še posebej velja poudariti varnost nemotoriziranih udeležencev v prometu, ki so še bolj izpostavljeni nevarnosti in katerih je zadnje čase vedno več, saj ljudje vedno bolj skrbimo za svoje zdravje, v to pa nas silijo tudi ekonomske razmere, saj so pogonska goriva čedalje dražja. Posebno mesto pri projektiranju prometnih poti pa imajo točke, kjer se te sekajo, oz. križišča, ki ponavadi predstavljajo ozko grlo. V diplomski nalogi predstavljam analizo semaforiziranega štirikrakega križišča, ki je z izgradnjo novega trgovskega centra SPAR v bližini postalo preobremenjeno. To se zgodi predvsem ob vikendih in ob praznikih, ko je obisk trgovin še toliko večji.

V prvem delu diplomske naloge predstavljam prometne obremenitve obstoječega križišča ter izvajam analizo obstoječega stanja z izračunom stopnje zasičenosti posameznih krakov križišča in določitvijo nivoja uslug.

V drugem delu predstavljam svojo rešitev rekonstrukcije obstoječega stanja, pri kateri dodam pas za leve zavijalce na krak B ter delno popravim geometrijo obstoječega stanja. Tudi tu izračunam stopnjo zasičenosti in nivo uslug, kar služi za primerjavo z obstoječim stanjem.

V tretjem delu pa umestim novo krožišče v traso, ki je modernejša rešitev obstoječega stanja, poleg tega pa tudi dober instrument za umirjanje prometa. Prav tako izvedem izračune zasičenosti po poteku planske dobe. S tem izvedem celostno analizo in primerjavo možnih rešitev.



Slika 1: Lokacija obravnavanega križišča (Zemljevid najdi.si, 24. 7. 2013)

2 TEORIJA

2.1. Klasična nivojska križišča

2.1.1. Splošno

Križišča so tiste prometne površine, kjer se prometni tokovi združujejo ali razcepljajo. Zaradi svoje funkcije morajo biti oblikovana in organizirana tako, da so morebitne časovne zamude čim manjše ter da zmanjšamo možnost konfliktov na minimalno raven. V splošnem morajo biti križišča varna, udobna in ekonomična. Omenjene zahteve lahko opišemo tudi tako:

- Vozne razmere v križiščih morajo biti čim bolj podobne razmeram na cestah med križišči.
- Prometno-varnostne razmere naj bodo optimalne.
- Prepustnost križišč mora biti enaka kot prepustnost cest med njimi, saj vemo, da so križišča ponavadi ozka grla. (TSC 03.344: 2003: predlog)

Križišča morajo biti oblikovna tako, da so:

- pregledna iz vseh dostopnih krakov,
- enostavno razumljiva in logična za vse uporabnike,
- stalno prevozna. (Povzeto po Lipičnik, 1976)

2.1.2. Delitev križišč

Nivojska križišča po obliki delimo na:

- (T) križišča,
- (+) križišča in
- krožna križišča.

Glede na število krakov nivojska križišča delimo na:

- križišča s tremi kraki (trikraka),
- križišča s štirimi kraki (štirikraka) in
- križišča z več kraki (pet- ali večkraka).

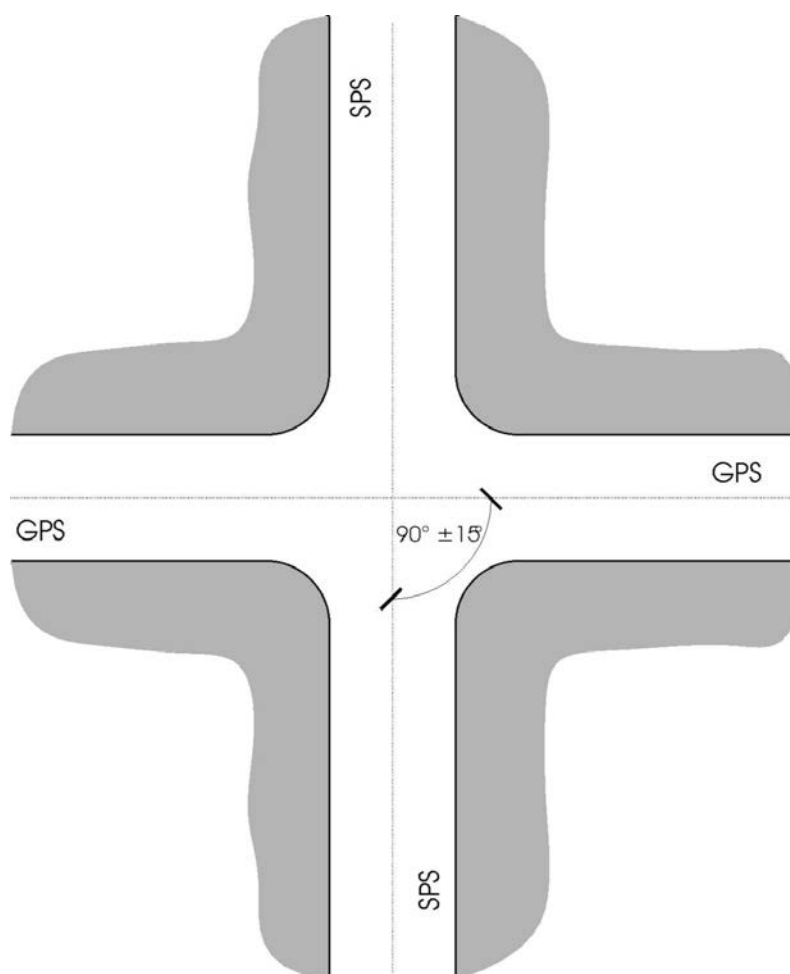
Vodenje prometa na kraku pa se lahko odvija enosmerno ali dvosmerno.

Dovoljena nivojska križišča, predana v uporabo cestnemu prometu, so trikrako in štirikrako križišče ter trikrako, štirikrako in večkrako krožišče.

Ne glede na število krakov in obliko pa križišča delimo še na križišča v naselju in križišča izven naselja. (TSC 03.344: 2003: predlog)

2.1.3. Štirikrako križišče

Štirikrako (+) križišče je križišče, pri katerem SPS pravokotno ($\alpha = 90^\circ \pm 15^\circ$) in obojestransko seka oz. križa GPS, pri čemer se potek GPS nadaljuje skozi križišče naravnost. V kolikor je GPS speljana tako, da večji del vozil v križišču zavija, je v primeru velikega števila desnih zavijalcev smiselna izvedba pasu za desne zavijalce ali izvedba krožnega križišča, v primeru velikega števila levih zavijalcev pa poteka sprememba vodenja osi GPS in SPS.



Slika 2: Štirikrako (+) križišče (predlog TSC 03.344: 2003: str. 15)

2.1.4. Semaforizirano križišče

Semaforizirano križišče predstavlja najbolj značilen sistem urejanja, krmiljenja in prekinitve prometnega toka. Semaforji ciklusno (periodično) ustavljajo promet v posamezni smeri ali skupini smeri vožnje. Vožnja v določeni smeri je možna le za določen delež celotnega časa ciklusa oziroma le v tistem času, ko je na voljo učinkoviti zeleni čas. Semafor ima tri različne svetlobne signale, ki se ciklusno vrstijo eden za drugim. Ko je na voljo zelen signal, lahko prečkamo križišče, in ko je pred nami rdeč signal, moramo ustaviti. Rumen signal nas opozarja na spremembo načina vožnje oziroma spremembo signala iz zelenega v rdečega in obratno. (Maher, 2006, str. 71)

Semaforji načeloma zmanjšujejo zamude pri prečkanju križišča iz stranskih prometnih smeri (v nadaljevanju SPS) oz. skupne zamude vozil v križišču, zmanjšujejo zamude pri prečkanju zaporednih križišč ter povečujejo varnost motoriziranega in nemotoriziranega prometa. Pri semaforizaciji se zmanjša tudi število nesreč v nepreglednih križiščih.

Semaforji so krmiljeni na tri različne načine. Prvo je prometno neodvisno krmiljenje, pri katerem so posamezne faze in cikel semaforja vnaprej določene in so fiksne. Drugi način je delno prometno odvisno krmiljenje, kjer je zelena faza na glavni prometni smeri (v nadaljevanju GPS) aktivna, dokler detektor na SPS ne zazna vozila. Tretji način pa je prometno odvisno krmiljenje. Tu pa sta določena le najkrajši in najdaljši čas posamezne faze, ki jih detektor podaljšuje, dokler še zaznava vozila iz smeri, ki ima zeleno fazo oz. do najdaljšega časa posamezne faze.

Pri opisu delovanja semaforiziranega križišča se uporabljajo določeni termini (Maher, 2006, str. 75):

- Ciklus (C) – predstavlja čas, ki preteče od ene kombinacije signalnih znakov do ponovnega začetka iste kombinacije.
- Faza – predstavlja čas trajanja prostega časa za posamezne ali skupine voznih pasov vozil oziroma prečkanja pešcev.
- Interval – predstavlja čas trajanja posameznih svetlobnih znakov.
- Vmesni čas (Y) – predstavlja intervala 'rumeno' in 'vse rdeče', ki se pojavljata med fazami, da bi se omogočilo izpraznjenje križišča in onemogočale navzkrižne vožnje (s).
- Zeleni čas (Gi) – čas, ko je na voljo zelena luč za posamezno fazo i (v sekundah).
- Izgubljeni čas – predstavlja čas, ko se križišče efektivno ne uporablja za nobeno skupino voznih pasov.
- Efektivni zeleni čas (gi) – predstavlja čas v posamezni fazi, ko lahko prometni tok skupine voznih pasov prečka križišče oziroma zajema 'zeleni čas' in 'rumena luč vmesnega časa' minus 'izgubljeni čas' za posamezno fazo i.
- delež zelene luči (gi/C) – razmerje med efektivnim zelenim časom in dolžino ciklusa za fazo i.
- Efektivni rdeči čas (ri) – predstavlja čas, v katerem ni dovoljeno efektivno prečkanje skupine voznih pasov za fazo i oziroma predstavlja dolžino ciklusa minus efektivni zeleni čas za določeno fazo i.
- Konični čas – običajno 15-minutno obdobje največjih prometnih tokov.
- Faktor konične ure (PHF) – razmerje med urnim pretokom in pretokom v koničnem času.

Najpomembnejša pri semaforiziranih križiščih je izbira ustreznega faznega plana, ki vsebuje število posameznih faz in njihovo zaporedje. Večinoma uporabljamo dvofazni plan, saj se s tem izognemo izgubi časa, ki nastane med prehodi med fazami, v kolikor pa prometne razmere zahtevajo, pa dodamo več faz. Za vsako skupino smeri vožnje določamo dolžino ciklusa in efektivni zeleni čas, katerega dolžina je odvisna od količine prometa, ki bo med posamezno fazo prečkala križišče, ob tem pa moramo upoštevati morebitne prehode za pešce, saj mora biti minimalni zeleni čas posamezne faze tolikšen, da pešci varno prehodijo prehod. (Povzeto po Maher, 2006, str. 75, 76)

Kapaciteta semaforiziranega križišča (vozil/h) se določa za vsako skupino voznih pasov posebej. Kapaciteta skupine voznih pasov predstavlja maksimalni urni pretok, ki v danih prometnih, cestnih in signalnih pogojih lahko prečka križišče. Prometni tok je ponavadi projiciran za 15-minutni konični čas. (Maher, 2006, str. 79)

Kapaciteto določene skupine pasov računamo po naslednji enačbi:

$$c_i = s_i \frac{g_i}{C}$$

Kjer je:

- c_i – kapaciteta skupine voznih pasov i (vozil/h),
- s_i – nasičen prometni tok smeri oz. skupine voznih pasov i (vozil/h),
- g_i/C – delež (efektivne) zelene luči skupine voznih pasov i ,
- C – dolžina ciklusa (s),
- g_i – efektivni zeleni čas skupine voznih pasov i (s).

Za razmerje med količino prometnega toka in kapaciteto za posamezno skupino voznih pasov je podan simbol X_i in predstavlja stopnjo nasičenosti skupine voznih pasov i oziroma izkoriščenost kapacitete.

$$X_i = \frac{v_i * C}{s_i * g_i}$$

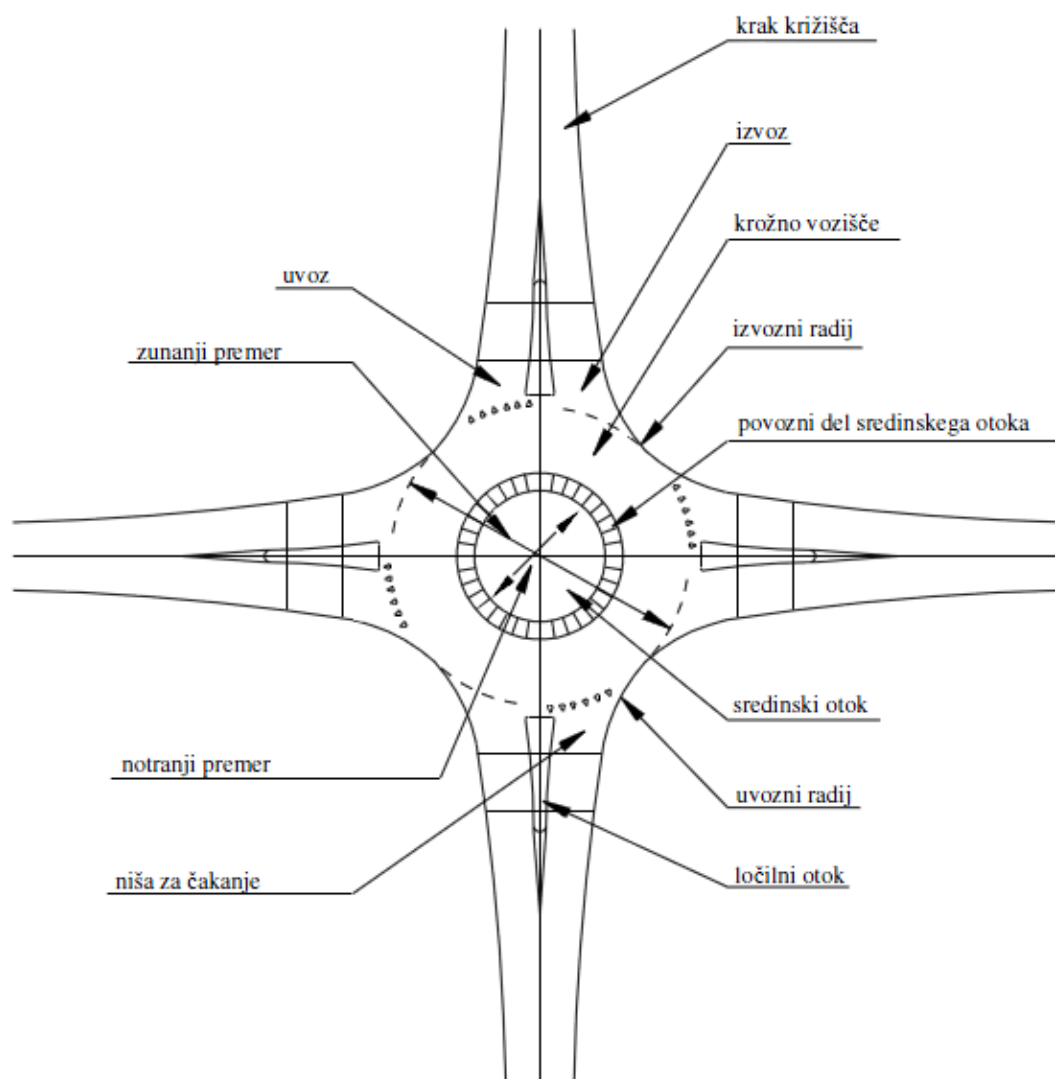
Kjer je:

- $X_i (v/c)_i$ – stopnja nasičenosti skupine voznih pasov i ,
- v_i – dejanski ali projicirani prometni tok skupine voznih pasov i (vozil/h),
- s_i – nasičen prometni tok skupine voznih pasov i (vozil/h),
- c_i – kapaciteta skupine voznih pasov i (vozil/h),
- g_i – efektivni zeleni čas skupine voznih pasov i (s),
- C – dolžina ciklusa (s).

Vrednosti X_i se za normalno delovanje križišča gibljejo med 1,00, ko je prometni tok enak kapaciteti, in 0,00, ko je prometni tok enak nič. Če so vrednosti X_i večje od 1,00, potem prometni tokovi presegajo kapaciteto. Kapaciteta celotnega križišča ne predstavlja pomembnega dejavnika za analizo križišča, saj se redko dogaja, da so istočasno nasičene vse skupine voznih pasov.

2.2. Krožno križišče

Krožno križišče je kanalizirano križišče krožne oblike z nepovoznim, delno povoznim ali prevoznim sredinskim otokom ter krožnim voziščem, v katerega se steka več cest in po katerem poteka vožnja nasprotno od smeri gibanja urnega kazalca. (Maher, 2006, str. 88)



Slika 3: Osnovni elementi krožnega križišča (TSC 03.341: 2002: str. 26)

2.2.1. Delitev krožnih križišč

Krožna križišča delimo glede na:

- lokacijo in velikost
- namembnost
- število krakov
- število vozniških pasov
- vodenje posameznih smeri

V nadaljevanju predstavljam delitev glede na lokacijo in velikost ter glede na število vozniških pasov, pri čemer so mišljeni krožni vozni pasovi.

2.2.1.1. Delitev glede na lokacijo in velikost

V splošnem lahko razdelimo krožna križišča glede na lokacijo in velikost v naslednje skupine:

Preglednica 1: Razdelitev krožnih križišč glede na velikost in lokacijo (TSC 3.341: 2002: str. 13)

Tip krožnega križišča	Zunanji premer [m]	Okvirna kapaciteta [vozil/dan]
Mini urbano	14–25	10.000
Majhno urbano	22–35	15.000
Srednje veliko urbano	30–40	20.000
Srednje veliko (enopasovno) izvenurbano	35–45	22.000
Srednje veliko (dvopasovno) izvenurbano	40–70	-
Veliko izvenurbano	>70	-

2.2.1.2. Delitev glede na število pasov

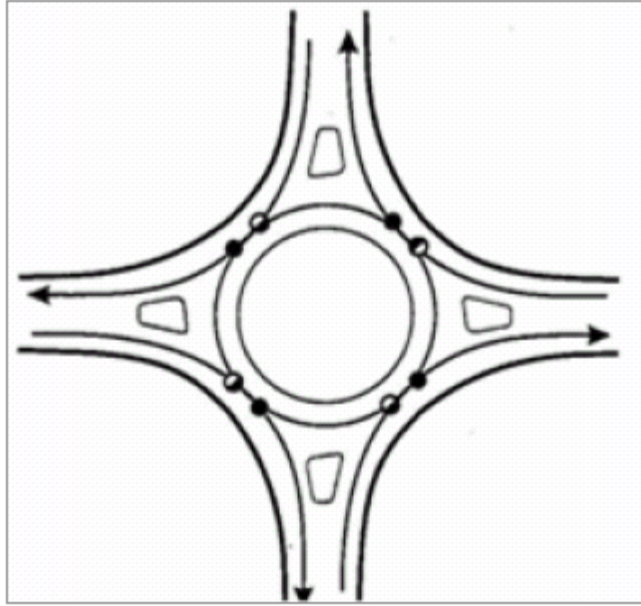
Glede na število pasov krožišča delimo na:

- enopasovna krožišča
- dvopasovna krožišča
- večpasovna krožišča

Krožnih pasov mora biti vsaj toliko, kot je število pasov na uvozih in izvozi. Največje število pasov v krožnem toku načeloma ni omejeno, v tujini pa so načeloma največ tri. Vedeti pa moramo, da se s povečanjem števila pasov zelo hitro zmanjša raven prometne varnosti, kapaciteta pa se ne podvoji oz. potroji.

V primeru, da je v krožnem vozišču le en vozni pas, je število konfliktnih točk 8.

Če pa sta v krožnem vozišču dva vozna pasova, se teoretično število konfliktnih točk poveča za konfliktno točko prepletanja, katerih število je teoretično enako številu priključnih cest.« (Maher, 2006, str. 90)



Slika 4: Število konfliktnih točk v krožnem križišču (Maher, 2006, str. 90)

2.2.2. Kapaciteta krožišča

Kapaciteta krožnega križišča C nam pove, koliko vozil prevozi krožno križišče v enoti časa. Dobimo jo tako, da seštejemo prepustnosti vseh uvozov QE_i v krožno križišče.

$$C = \sum_1^n QE_i$$

Kjer je:

n – število uvozov

Prepustnost uvoza QE določa, koliko vozil uvozi v krožno križišče skozi en uvoz v časovni enoti.

$QE = f(QC, \text{geometrije})$, kjer je QC – krožeči prometni tok.

Rezultati primerjalne raziskave obstoječih krožnih križišč v Sloveniji so pokazali, da sta se dejanskim prepustnostim v skoraj vseh primerih najbolj približali avstralska in avstrijska (švicarska) metoda.

2.2.1.3. Avstralska metoda

Izračun po Jacobsu

Splošna enačba za določanje prometne prepustnosti uvoza je:

$$L = \frac{(1 - p^* t_0) * e^{-p^*(t_a - t_0)}}{1 - e^{-p^* t_r}}$$

Kjer je:

L – prometna prepustnost uvoza (EOV\h)

q_p – moč prometa na krožnem voznom pasu (EOV\h)

t_0 – najmanjši časovni razmik v krožečem prometnem toku (s)

t_f – najmanjši časovni razmik (časovni bruto razmik med vozili v stranskem prometnem toku (na uvozu)) (s)

t_a – mejni časovni razmik v krožečem toku, ki še dopušča vključitev enega vozila v krožeči tok (s)

$$p - p = q_p / 3600$$

Avstralska metoda izračuna prepustnosti uvozov bazira na teoriji praznih prostorov (ali teoriji časovnih razmikov). Računa se, koliko je praznih prostorov (časovnih razmikov) v glavnem krožnem prometnem toku, kamor se lahko vključujejo vozila iz neprednostnega vhodnega prometnega toka. Prvi korak analize je priprava diagrama prometnih tokov v krožnem križišču. Če ima vhodni krak več kot en prometni pas, pripravimo diagram prometnih tokov za vse prometne pasove. Vhodni prometni tok za en pas q_m navadno dobimo tako, da ves vhodni prometni tok L delimo s številom prometnih pasovnic. (Maher, 2006, str. 100)

2.2.1.4. Avstrijska (švicarska) metoda

Izračun ETH Lausanne 1991

Splošna enačba za določitev prometne prepustnosti uvoza je naslednja:

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

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

L_e – prometna prepustnost uvoza (EOV\h)

Q_b – moč prometa oviranih prometnih tokov (EOV\h)

Q_c – moč prometa na krožnem voznom pasu (EOV\h)

Q_a – moč prometa na izvozu nad obravnavanim uvozom (EOV\h)

α – koeficient za upoštevanje izvoznega prometa

β – koeficient redukcije glede na število voznih pasov v krožnem križišču

γ – koeficient redukcije glede na število uvozov v krožno križišče

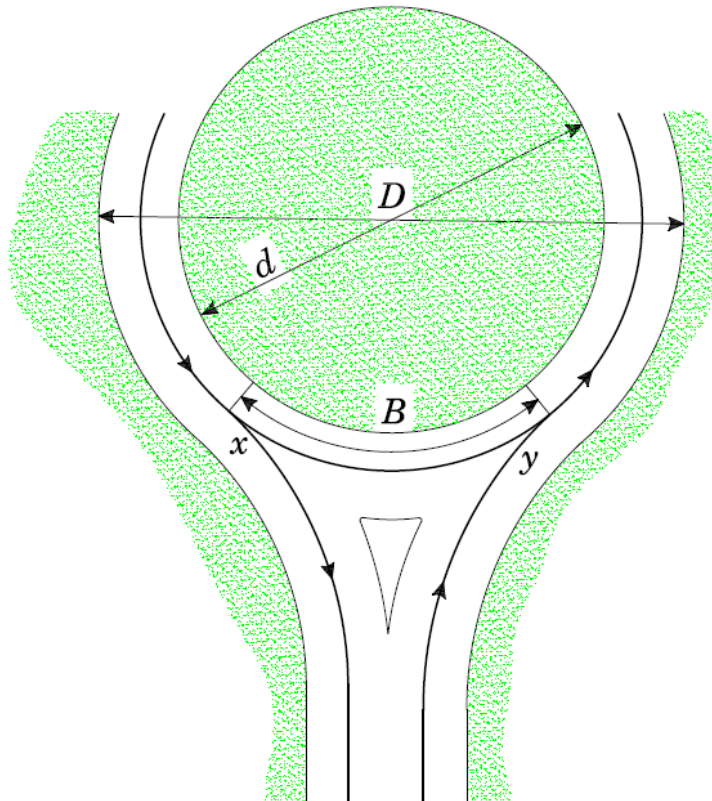
Vrednosti koeficientov α in β

β – v odvisnosti od števila voznih pasov na uvozu v krožno križišče:

- enopasovno $\beta = 0.9-1.0$ (0.95)
- dvopasovno $\beta = 0.6-0.8$ (0.70)
- tripasovno $\beta = 0.5-0.6$ (0.55)

γ – v odvisnosti od števila voznih pasov v križišču:

- enopasovni uvoz $\gamma = 1.0$
- dvopasovni uvoz $\gamma = 0.6-0.7$ (0.65)
- tripasovni uvoz $\gamma = 0.5$ (Maher, 2006, str. 98)



Slika 5: Merodajna razdalja B med konfliktnima točkama x in y (TSC 03.341: 2011: str. 20)

Razdaljo med konfliktnima točkama B izračunamo po naslednji enačbi:

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

Kjer je:

D – zunanji premer krožnega križišča [m]

FB – širina krožnega vozišča [m]

φ – polovični središčni kot med konfliktnima točkama [°]

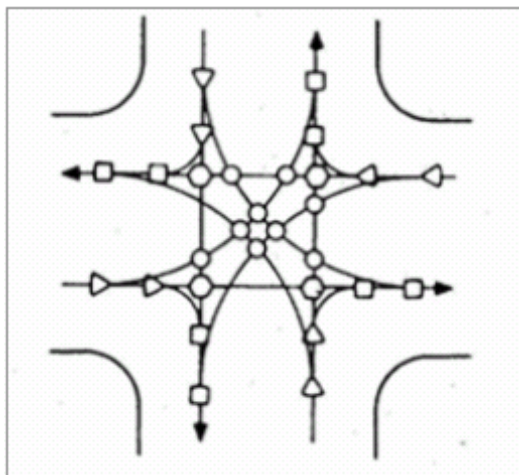


Slika 6: Določitev faktorja α v odvisnosti od razdalje B in merodajnih prometnih razmer (TSC 3.341: 2011: str. 21)

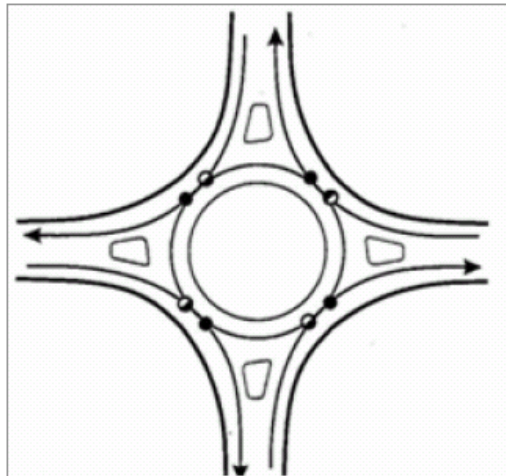
Pri računanju prepustnosti uvoza v krožno križišče po metodi ETH Lousanne 1991 se poleg števila vozniških pasov na uvozu in na krožnem vozišču upošteva tudi vpliv prometa na izvozu nad obravnavanim uvozom. Vidimo, da ta promet tem bolj vpliva na prepustnost uvoza, čim bližje sta konfliktni točki x in y . Z naraščanjem razdalje med tema dvema točkama pa se vpliv prometa na izvozu na prepustnost uvoza manjša. Če sta točki x in y oddaljeni 28 m ali več, promet na izvozu ne vpliva več na prepustnost obravnavanega uvoza. Tako kot nemška, tudi ta metoda ne upošteva vpliva drugih geometrijskih značilnosti na prepustnost uvoza. (Maher, 2006, str. 99)

2.2.3. Prometna varnost v krožišču

Enopasovna krožna križišča so v primerjavi s klasičnimi 4-krakimi križišči precej bolj varna, saj nimamo križanja in prepletanja. Zato imamo v primerjavi s klasičnim 4-krakim križiščem, ki ima 32 konfliktnih točk, v enopasovnem krožišču le 8 konfliktnih točk, kar bistveno pripomore k varnejšemu prometnemu toku.



Slika 7: Konfliktni točke v klasičnem 4-krakem križišču (Maher, 2006, str. 102)



Slika 8: Konfliktne točke v enopasovnem krožnem križišču (Maher, 2006, str. 102)

Po nekih informacijah se je v posameznih primerih število prometnih nesreč na takih križiščih zmanjšalo celo za 50 %, število huje poškodovanih pa za 75 %, občutno pa so manjše tudi posledice nesreč. V primeru, da sta v krožnem toku dva vozna pasova, se število konfliktnih točk poveča za konfliktne točke prepletanja, katerih število je teoretično enako številu priključnih cest, vendar je to število še vedno manjše od 32. (Maher, 2006, str. 102)

Varnost kolesarjev v krožišču je odvisna predvsem od načina vodenja le-teh, za kar pa imamo na voljo tri načine. Pri mešanem vodenju imamo na skupni površini tako kolesarje kot motorni promet. Vzporedno vodenje poteka ob zunanjem robu vozišča in je od površine za motorni promet ločeno le s talno signalizacijo. Tretja možnost pa je ločeno vodenje kolesarjev, ki je tudi najbolj varno, a potrebujemo za takšno izvedbo tudi največ prostora. Gre pa za to, da je površina za kolesarje nivojsko ločena od površine za motorni promet z robniki. Križanja motoriziranega prometa s pešci in kolesarji izvajamo pravokotno, da dobimo pregledno polje pravilne oblike. Pešce in kolesarje na mestih križanja varujemo z otoki.

3 ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA

3.1. Splošne značilnosti

Obravnavamo 4-krako križišče Francetove ceste in obvoznice v Slovenj Gradcu. Križišče je del glavne ceste G1-4, kjer se konča odsek 1258 in začne odsek 1445. Na spodnji sliki je prikazana mikrolokacija obstoječega križišča z imeni krakov.



Slika 9: Tloris obstoječega stanja (maps.google.si, 19. 8. 2013)

Glavna prometna smer poteka po obvoznici preko krakov A, ki vodi proti Mislinji, in C, ki pelje proti Dravogradu, medtem ko ima Francetova cesta funkcijo stranske prometne smeri (krak B proti TC SPAR in D proti Glavnemu trgu). Križišče je semaforizirano, kraka A in C sta v primeru nedelovanja semaforjev opremljena s prometnim znakom III-3: "Prednostna cesta", kraka B in D pa z znakom II-2: "Ustavi!". Hitrost na GPS je na obeh krakih omejena na 70 km/h, na SPS pa je omejitev hitrosti 50 km/h. Na krakih A, C in D je pas za leve zavijalce ločen od pasu za naravnost in desno. Ti pasovi so širine 10 m, od katerih je 3,00 m širina pasu za leve zavijalce, 3,25 m pa pas za naravnost in desno ter nasprotni vozni pas, na kraku B pa je zaradi pomanjkanja prostora, ker vozišče poteka preko mostu, samo en pas za vse tri smeri. Ta krak je širok 7,00 m, tako da je vsak pas širok 3,50 m.



Slika 10: Pogled na krak A



Slika 11: Pogled na krak B



Slika 12: Pogled na krak C



Slika 13: Pogled na krak D

3.2. Prometna obremenitev

3.2.1. Štetje prometa

Podatki o prometnih obremenitvah posameznih cestnih odsekov služijo kot osnova za analizo prometnih gibanj in so nepogrešljivi v procesu načrtovanja ukrepov, ki jih je treba izvesti na cestnem omrežju. Štetje prometa se na slovenskem cestnem omrežju opravlja že od leta 1954.

Podatki o prometnih obremenitvah so pripravljani na osnovi podatkov, pridobljenih s posameznim ročnim štetjem prometa, ter iz avtomatskih števecv prometa na območju celotne Slovenije. Ti t.i. števniki podatki so ena temeljnih informacij o prometu na cestah, saj omogočajo izračun povprečnega letnega dnevnega prometa. Na izbiro časovnega obdobja vplivajo tudi vremenske razmere, prav tako pa moramo upoštevati sezonska in dnevna nihanja ter glede na to smiselno izbrati termin štetja. Načeloma štetje izvajamo takrat, ko je dnevni promet približno enak PLDP.

V mojem primeru v bližini obravnavanega križišča ni avtomatskih števecv prometa, je pa na omenjenem območju privzet (ocenjen) PLDP leta 2011 znašal 12.600 vozil. Termin štetja prometa sem določil po posvetovanju s profesorjem.

Štetje prometa sem opravil v sredo, 13. 6. 2013 v dveh 3-urnih časovnih intervalih, med 5.30 in 8.30 ter med 13.30 in 16.30. V tem času pa sta se zgodili tako jutranja kot popoldanska konica, s katerima izvedemo račun obremenjenosti in zasičenosti posameznih krakov križišča.

Rezultate štetja sem zabeležil na obrazec za izredno štetje prometa v križiščih (OB 0011), ki sem ga dobil na spletni strani DRSC. Struktura prometa je bila razdeljena na pet kategorij:

- MO – motorna kolesa
- OA – osebni avtomobili
- BUS – avtobusi
- TO – tovornjaki
- TTO – težki tovornjaki

Za potrebe analize sem to razdelitev še poenostavil, tako da sem združil motorna kolesa in osebne avtomobile.

3.2.2. Rezultati štetja prometa

Dobljene podatke iz obrazcev za štetje vnesemo v podatkovno bazo, kjer jih lahko analiziramo z računalnikom, kar nam precej olajša analizo. Ti rezultati so prikazani v standardni obliki, in sicer:

- podatki o križišču
- 15-minutne obremenitve
- urne obremenitve
- analiza zavijalcev
- analiza zavijalcev po strukturi prometa
- histogram nihanja prometa po smereh
- histogram nihanja prometa po priključkih
- histogram nihanja prometa v križišču
- diagram prometnih obremenitev

- maksimalne urne obremenitve v križišču
- maksimalne urne obremenitve po elementih
- maksimalne urne obremenitve skupaj
- faktor urne konice (PHF)

Pri jutranjem štetju od 5.30 do 8.30 je v obravnavano križišče v vseh smereh pripeljalo 2718 vozil. Najbolj obremenjena sta bila kraka A in C. V smeri proti Mislinji je peljalo 1024 vseh vozil, v smeri proti Dravogradu pa 955 vseh vozil. Maksimalna urna obremenitev, torej jutranja konica, pa je bila med 7.30 in 8.30, ko je križišče prepeljalo 1091 vseh vozil.

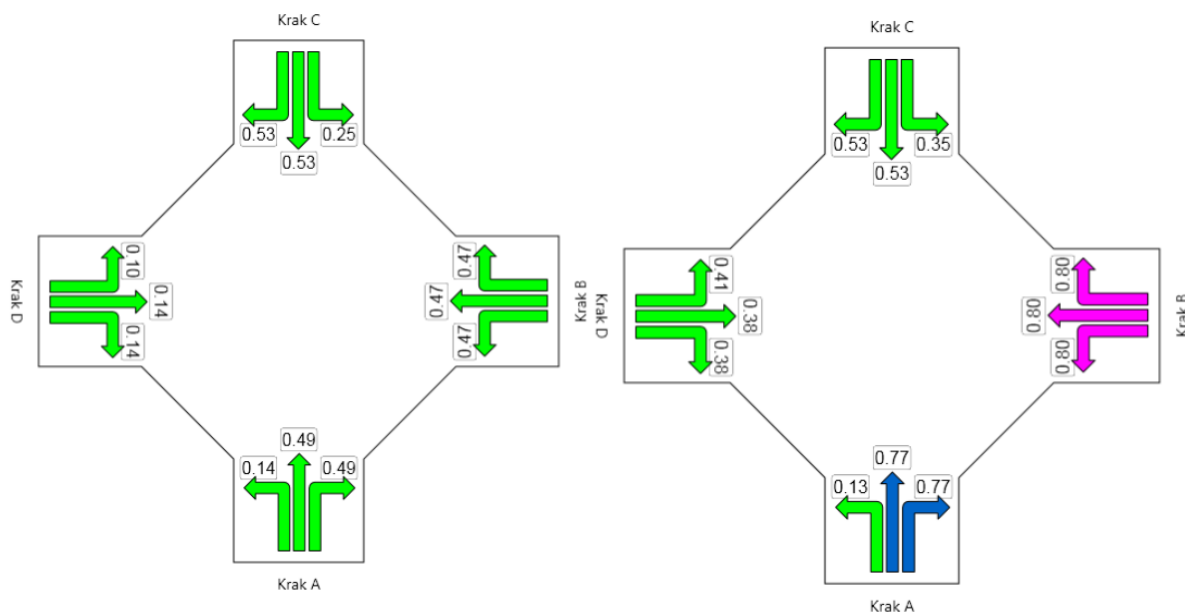
V popoldanskem štetju med 13.30 in 16.30 pa je obravnavano križišče v vseh smereh prepeljalo 3965 vseh vozil. Tudi tokrat sta bila najbolj obremenjena kraka A in C, ki sta na obvoznici. V smeri proti Mislinji je tokrat peljalo 1303 vseh vozil, v smeri proti Dravogradu pa 1531 vseh vozil. V tem času se v primerjavi z jutranjim štetjem znatno poveča tudi promet v smeri TC SPAR. Popoldanska konica pa je bila med 14.15 in 15.15, ko je križišče prepeljalo 1439 vseh vozil.

Z analizo lahko ugotovimo, da je križišče popoldan precej bolj obremenjeno kot zjutraj. Zato je za dimenzioniranje merodajna popoldanska konica. Najbolj obremenjena sta kot že rečeno kraka A in C, ki ležita na glavni cesti 1. reda. Opazimo tudi, da se promet na kraku B v popoldanskem času več kot podvoji v primerjavi z jutranjim štetjem, kar je posledica ustavljanja ljudi v nakupovalnem centru.

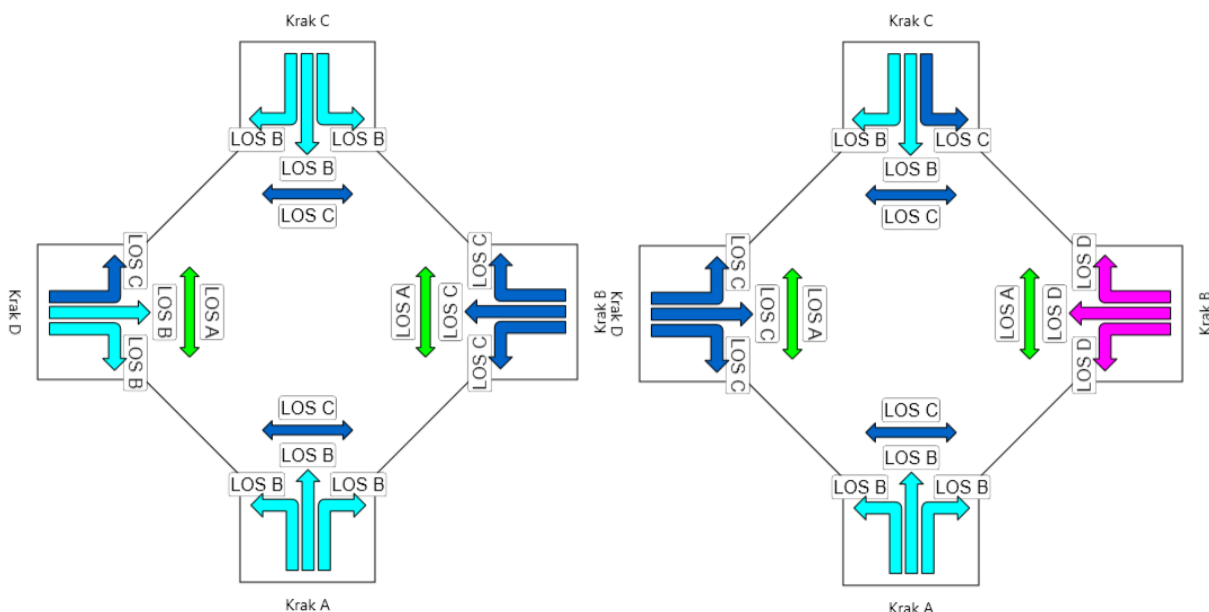
Celotni rezultati štetja, razdeljeni v 15-minutne intervale za jutranje in popoldansko štetje, so prikazani v prilogi A.3

3.2.3. Izračun stopnje nasičenosti in nivoja uslug posameznega kraka križišča

Stopnjo zasičenosti in nivo uslug izračunamo s pomočjo programskega orodja SIDRA INTERSECTION, v katerega vnesemo dejanske prometne obremenitve in faktor urne konice, nato pa program sam izračuna merodajne prometne obremenitve, s katerimi izvaja analizo. Kot rezultat analize lahko dobimo tudi povprečne zamude ali dolžine kolon. Glede semaforških ciklov imamo možnost, da sami nastavimo zelene in rumene čase ter čas, ko so vsi semaforji rdeči. Program pa lahko skozi analizo določi tudi optimalni semaforški cikel. V tem primeru sem sam določil semaforški cikel, ki sem ga dobil s štopanjem na terenu. In sicer sta v tem križišču dve fazi, zelena na krakih A in C ter zelena na krakih B in D, nimamo pa posebnih faz za leve zavijalce. S štopanjem sem ugotovil, da je zeleni čas na GPS 40 sekund in na SPS 18 sekund, rumeni časi so povsod 3 sekunde, čas vseh rdečih pa je 1 sekunda. S temi podatki sem analiziral obstoječe stanje in dobil naslednje rezultate:



Slika 14: Stopnja zasičenosti obstoječega stanja v jutranji (levo) in popoldanski (desno) konici



Slika 15: Nivo uslug obstoječega stanja v jutranji (levo) in popoldanski (desno) konici

Kot lahko opazimo, imamo na kraku B predvsem v popoldanski konici nivo uslug D že pri obstoječem stanju, stopnja zasičenosti pa je 0,80. Takšne razmere so predvsem posledica samo enega pasu na tem kraku za zavijanje levo, desno in naravnost.

4 REKONSTRUKCIJA OBSTOJEČEGA KRIŽIŠČA

Ena od možnosti izboljšanja trenutnega stanja obravnavanega križišča je rekonstrukcija obstoječega, ki ima kar nekaj težav. Precejšnje omejitve povzročata struga reke Mislinje, ki teče v neposredni bližini

križišča vzdolž krakov A in C. Reka omejuje prestavitev osi kraka A, s čimer bi se osi priključkov v križišče križale bolj pod pravim kotom, zato sem moral premikati tudi os kraka C. Poleg tega imamo na kraku B most, ki se nahaja le nekaj metrov od uvoza omenjenega kraka v križišče.

4.1. Projektiranje rekonstrukcije

4.1.1. Karakteristike voznih pasov

- Vozna pasova na krakih A in C sta široka 3,25 m, pasova za leve zavijalce na teh dveh krakih pa sta zaradi večje varnosti in svobode manevriranja široka 3,00 m, čeprav bi glede na kriterij tovornih vozil zadoščala širina 2,75 m.
- Na kraku B sta vozna pasova široka 3,00 m, novo dodani pas za leve zavijalce pa je zaradi omejitve prostora na mostu širok 2,75 m.
- Vozna pasova na kraku D sta široka 3,00 m, prav tako je 3,00 m iz enakih razlogov kot pri krakih A in C širok pas za leve zavijalce na tem kraku.
- Priključki krakov zaradi prostorskih omejitev niso urejeni pod pravim kotom, se pa z rekonstrukcijo bolj približamo omejitvi $90^{\circ} \pm 15^{\circ}$, v primerjavi z obstoječim stanjem.
- Vzdolžni nagib ostane nespremenjen, na krakih A in C znaša 1 %.
- Širino robnega pasu izberemo iz naslednje preglednice v odvisnosti od širine voznega pasu.

Preglednica 2: Določitev širine robnega pasu v odvisnosti od širine voznih pasov

Širina voznega pasu (m)	2,50–3,25	3,50–3,75
Širina robnega pasu (m)	0,25	0,50

Po tem kriteriju torej določimo robni pas širine 0,25 m na vseh krakih, saj imamo širine voznih pasov 3,00 m in 3,25 m.

4.1.2. Priključevanje krakov v križišče

Z zadostnimi širinami voznih pasov pripomoremo k čim večji varnosti in pretočnosti križišča, kar smo obravnavali v prejšnjem podglavju. Prav tako pa imajo pomemben vpliv pri tem zavijalni radiji. Velikost zavijalnih lokov določimo glede na smer zavijanja in glede na tip vozila s pomočjo naslednje tabele:

Preglednica 3: Minimalne vrednosti zavijalnih lokov za različne tipe vozil (Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste, 2009)

Tip vozila	Polmeri zavijalnih lokov R(2) [m]		
	levo zavijanje	Desno zavijanje	
		z ločilnimi otoki	brez ločilnih otokov
osebno vozilo	6	10	6
tovorna vozila in avtobusi	10	12	10

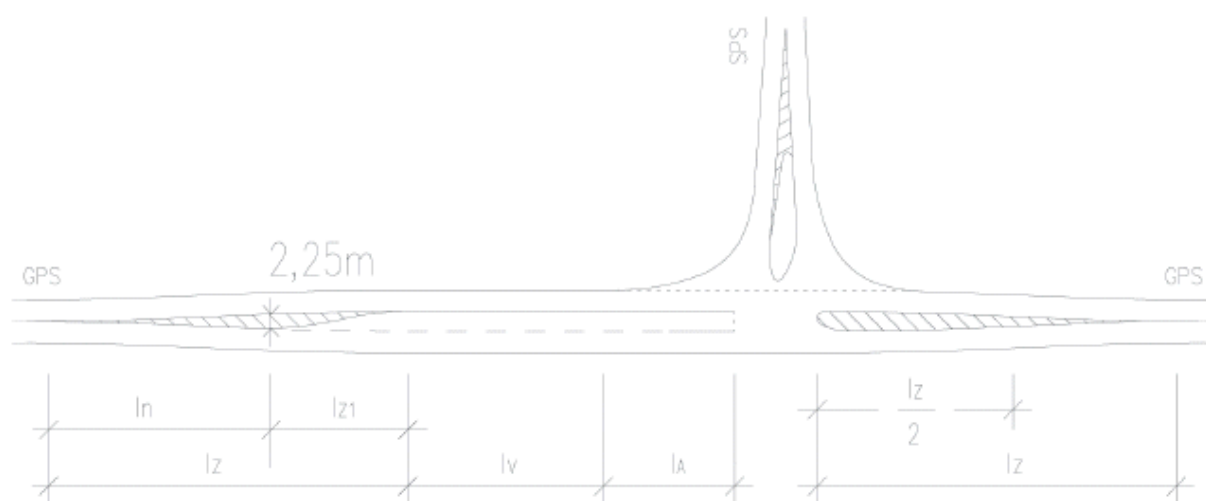
sedlasti vlačilci in tovorna vozila s prikolicami	12	15	12
z gibni avtobusi	15	25	15

V obravnavanem primeru izberemo naslednje zavijalne loke:

- Na kraku B je radij zavijalnega loka 10,50 m, na kraku D pa 10 m, kar še zadošča za tovorna vozila in avtobuse.
- Na kraku A je zavijalni lok za zavijanje desno polmera 25 m. Do takšne velikosti pride, ker se osi ne sekajo pod pravim kotom, ob tem pa zadostimo vsem tipom vozil.
- Na kraku C je zavijalni lok za zavijanje desno polmera 23 m zaradi podobnih razmer kot na kraku A.

4.1.3. Pas za leve zavijalce

Pasove za leve zavijalce imamo na krakih A, C in D že v obstoječem stanju. Ob rekonstrukciji dodamo pas za leve zavijalce še na krak B preko mostu. Na ta račun malo zožimo vozna pasova na kraku B.



Slika 16:Elementi pasu za leve zavijalce (Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste, 2009)

Elementi, ki sestavljajo pas za leve zavijalce, so naslednji:

- Čakalni del l_A je namenjen čakanju vozil na sprejemljivo časovno praznino med vozili iz nasprotni smeri, ki nadaljujejo z vožnjo naravnost skozi priključek. Minimalna dolžina čakalnega dela pasu je 20 m, na prometno manj zahtevnih cestah pa 10 m. Okvirne normalne velikosti čakalnega dela na pasu za zavijanje v levo so od 20 do 40 m.
- Zaustavljalni del l_v je namenjen zaviranju vozila pred čakalnim delom. Dolžina zaustavljalnega dela je odvisna od dovoljene hitrosti v križišču, vzdolžnega nagiba ceste in jakosti prometnega toka, od katerega se odcepljajo vozila, ki zavijajo v levo.
- Prehodni del l_{z1} je namenjen za uvoz s pasu za vožnjo naravnost na pas za zavijanje v levo.

- Dolžina razširitvenega odseka l_Z , ki je odvisna od hitrosti in od velikosti odmika prometnega pasu od prvotne osi ceste.

(Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste, 2009)

Izračune zgoraj naštetih elementov izvedemo za krak B, prav tako preverimo obstoječe pasove za leve zavijalce na ostalih krakih in jih prilagodimo na prometne razmere na koncu planske dobe.

Elementi kraka A

- $l_A = 40$ m
- $l_V = 30$ m ($s = 1$ %, $V_0 = 70$ km/h, količina prometa v smeri, od katere se odcepljajo vozila, ki zavijajo levo ≥ 400 vozil/h)
- $l_{Z1} = 40$ m ($V_0 = 70$ km/h)
- $l_Z = 70$ m ($V_0 = 70$ km/h, odkmik od prvotne osi ceste = 3,00 m)

Elementi kraka B

- $l_A = 30$ m
- $l_V = 0$ m (-4 % $< s < 4$ %, $V_0 = 50$ km/h, količina prometa v smeri, od katere se odcepljajo vozila, ki zavijajo levo < 400 vozil/h)
- $l_{Z1} = 30$ m ($V_0 = 50$ km/h)
- $l_Z = 48$ m ($V_0 = 50$ km/h, odkmik od prvotne osi ceste = 2,75 m)

Elementi kraka C

- $l_A = 40$ m
- $l_V = 30$ m ($s = 1$ %, $V_0 = 70$ km/h, količina prometa v smeri, od katere se odcepljajo vozila, ki zavijajo levo ≥ 400 vozil/h)
- $l_{Z1} = 40$ m ($V_0 = 70$ km/h)
- $l_Z = 70$ m ($V_0 = 70$ km/h, odkmik od prvotne osi ceste = 3,00 m)

Elementi kraka D

- $l_A = 30$ m
- $l_V = 0$ m (-4 % $< s < 4$ %, $V_0 = 50$ km/h, količina prometa v smeri, od katere se odcepljajo vozila, ki zavijajo levo < 400 vozil/h)
- $l_{Z1} = 30$ m ($V_0 = 50$ km/h)
- $l_Z = 50$ m ($V_0 = 50$ km/h, odkmik od prvotne osi ceste = 3,00 m)

4.1.4. Vodenje nemotoriziranih udeležencev v prometu

Pešce in kolesarje vodimo na pločnikih oz. kolesarskih stezah, ki so nivojsko ločeni, in sicer 12 cm dvignjeni nad nivo vozišča, ki je namenjeno motornemu prometu. Preko vseh krakov uredimo prehode za pešce (V-16) širine 4,00 m in enosmerne kolesarske prehode (V-17.1) širine 1,00 m. Predlagana ureditev vzdolž krakov pa je naslednja:

- Ob kraku A ni predvidenega posebnega vodenja kolesarjev in pešcev, predvidoma se ti pešci in kolesarji vodijo preko brvi, ki je predvidena ob kraku B, kjer se lahko priključijo na urejeno kolesarsko stezo in pločnik, ki teče vzporedno s krakom A.
- Ob kraku B 23 m gorvodno izvedemo leseno brv širine 2,50 m za mešano vodenje pešcev in kolesarjev, ki se priključi na kolesarsko stezo in pločnik, ki sta urejena na desnem bregu reke.

- Ob kraku C na levi strani izvedemo dvosmerno kolesarsko stezo širine 2,00 m, ob njej pa pločnik širine 1,50 m. To uredimo na delu obstoječe ceste, kolesarsko stezo in pločnik pa peljemo preko kraka C na naslednjem križišču, kjer se priključi na kolesarsko pot proti Bukovski vasi.
- Ob kraku D izvedemo pločnik za mešano vodenje kolesarjev in pešcev, širine 2 m na obeh straneh.

4.2. Sprememba geometrije

Ob tej rekonstrukciji pride do sprememb geometrije in premaknitve osi ceste na krakih A in C.

Krak A:

- Obstoječi radij je 400 m in poteka od križišča 128 m v smeri proti Mislinji. Po rekonstrukciji imamo prvih 40 m od križišča lok z radijem 271 m, ki nato preide v lok z radijem 257 m, dolžine 53 m.
- Ob tem se tudi os ceste premakne. Glede na obstoječe stanje se na samem uvozu kraka v križišče os skoraj ne premakne. Občuten premik osi je proti vzhodu na delu ceste, ki se najbolj približa reki Mislinji. Tam se os premakne bližje reki za cca. 2,90 m.

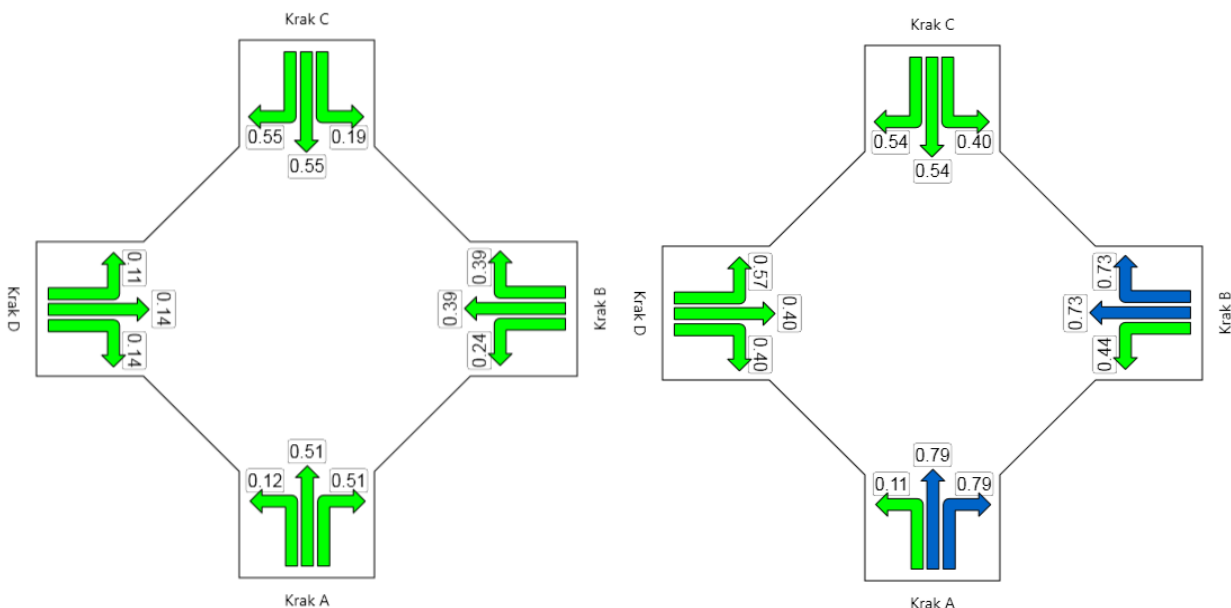
Krak C:

- Obstoječi radij pred križiščem je 450 m. Po rekonstrukciji je ta radij 235 m.
- Os ceste se že na uvozu kraka v križišče premakne proti zahodu za cca. 5 m, na delu, kjer pa se os nove ceste najbolj odmakne od obstoječe, pa ta odklik znaša kar 10 m.

Do vseh teh sprememb pride, ker želimo z rekonstrukcijo osi cest pripeljati v križišče tako, da bi se sekale bolj pod pravim kotom kot v obstoječem stanju, čeprav se temu predvsem zaradi prostorskih (hidroloških) omejitev ne moremo čisto približati. Je pa ta sprememba edina možna, če se želimo izogniti dragim investicijam novogradnje mostu na kraku B. Prav tako smo omejeni s premikanjem kraka D, ker je ob levi strani v neposredni bližini pozidano območje.

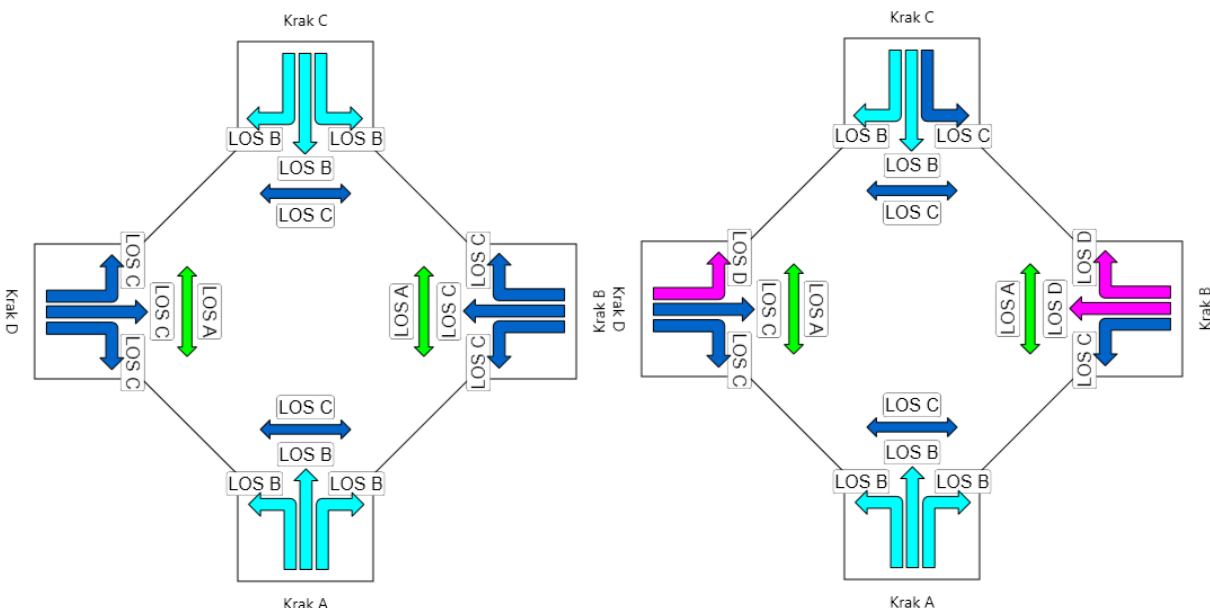
4.3. Izračun stopnje zasičenosti in nivoja uslug križišča po rekonstrukciji

Analizo izvedemo podobno kot pri obstoječem stanju in z enakimi semaforškimi cikli. Sprememba je le, da sedaj računamo za plansko dobo 10 let po izgradnji, kot nam za rekonstrukcije veleva Pravilnik o projektiranju cest (2005). Za to potrebujemo stopnjo rasti prometa, ki jo dobimo s pomočjo linearne regresije ocenjenega PLDP-ja na tem križišču. Za analizo uporabimo podatke od leta 2006 do 2011 (podatki in graf rasti v prilogi B.3). Ugotovimo, da je letni prirast približno 62 avtomobilov. Iz tega sledi, da je stopnja rasti $p = 0,5 \%$. Sedaj lahko izračunamo faktor rasti po naslednji enačbi $f_{\text{rasti}} = (1 + p)^n$, pri tem je n število projektiranih let, torej 10 let. Faktor rasti torej v tem primeru znaša 1,051, kar pomeni, da se bo v 10 letih promet povečal za približno 5,1 %.



Slika 17: Stopnja zasičenosti križišča po rekonstrukciji v jutranji (levo) in popoldanski (desno) konici

Kot vidimo, je zopet bolj problematična popoldanska konica, v kateri sta predvsem kraka A in B precej bolj obremenjena kot v jutranji. V primerjavi s stanjem pred rekonstrukcijo se stopnja zasičenosti na kraku B zniža, na kraku A pa za malenkost zviša.



Slika 18: Nivo uslug po rekonstrukciji v jutranji (levo) in popoldanski (desno) konici

Kot vidimo, je po preteku planske dobe nivo uslug še vedno na vseh pasovih boljši kot E, kot mora biti po Pravilniku o projektiranju cest (2005). Zopet je bolj problematična popoldanska konica, kjer na kraku B na pasu za desno in naravnost ostane nivo uslug D, medtem ko je na pasu za leve zavijalce nivo uslug C. Ostali nivoji uslug ostanejo enaki kot pred rekonstrukcijo, razen na pasu za leve zavijalce na kraku D, kjer se poslabša za eno stopnjo.

5 UMEŠTITEV KROŽIŠČA V TRASO

Ena od možnih preureditev obravnavanega križišča je tudi umestitev krožišča v traso. S tem odpravimo čakalne čase zaradi semaforja, kadar na krakih, ki imajo zeleno fazo, ni vozil, na krakih z rdečo fazo pa morajo vozila čakati. Ker imamo neenakomerno porazdeljene prometne tokove, kjer prevladujeta prometna tokova naravnost na krakih A in C, je krožišče ustrezna izbira. Poleg tega s krožiščem dodatno umirimo promet in naredimo vse krake enakovredne. Glede na to, da je delež avtobusov, tovornih ter težkih tovornih vozil med popoldanskim štetjem okoli 10 odstotkov, med jutranjim pa je ta odstotek še nekoliko višji, je smiselno izbrati dovolj veliko krožišče, da ga lahko tudi tovorna in težka tovorna vozila brez težav prepeljejo.

5.1. Projektiranje krožišča

5.1.1. Osnovni elementi

Krožišče je zasnovano kot enopasovno križno križišče z zunanjim premerom 40 m. Notranji otok, ki je dvignjen in hortikolturno urejen, ima premer 23 m. Krožni vozni pas je širok 6,50 m, ob tem pa imamo še povozni tlakovani pas ob notranjem otoku, širine 2,00 m. Zaradi svoje velikosti spada krožišče med srednje velika urbana krožišča z okvirno kapaciteto 20.000 vozil/dan. Glede na velikost je krožišče opremljeno tudi s primernimi uvoznimi in izvoznimi radiji. Na krakih A in C sta predvidena uvozna radija 13 m, izvozna radija pa 15 m, medtem ko imamo na krakih B in D, ki sta manj obremenjena, uvozna radija 12 m in izvozna radija 14 m. Priključni kraki so opremljeni z ločilnimi otoki, ki omogočajo namestitev vertikalne signalizacije, usmerjajo vozilo v krožišče in ga umirjajo ter varujejo pešce in kolesarje pri prečkanju krakov.

5.1.2. Vodenje nemotoriziranega prometa

Kolesarski in peš promet se bo predvidoma odvijal na nivojsko ločenih pločnikih oz. stezah, ki so 12 cm dvignjeni nad nivo vozišča, podobno kot je predvideno v rekonstrukciji. Preko krakov A, C in D uredimo prehode za pešce (V-16) širine 4,00 m in enosmerne kolesarske prehode (V-17.1) širine 1,00 m. Predlagana ureditev vzdolž krakov pa je naslednja:

- Ob kraku A ni predvidenega posebnega vodenja kolesarjev in pešcev, predvidoma se ti pešci in kolesarji vodijo preko brvi, ki je predvidena ob kraku B, kjer se lahko priključijo na urejeno kolesarsko stezo in pločnik, ki teče vzporedno s krakom A.
- Ob kraku B 45 m gorvodno izvedemo leseno brv širine 2,50 m za mešano vodenje pešcev in kolesarjev, ki se priključi na kolesarsko stezo in pločnik, ki sta urejena na desnem bregu reke.
- Ob kraku C na desni strani izvedemo dvosmerno kolesarsko stezo širine 2,00 m, ob njej pa pločnik širine 1,50 m, ki se priključi na obstoječo kolesarsko in peš pot.
- Ob kraku D izvedemo pločnik za mešano vodenje kolesarjev in pešcev, širine 2,50 m na obeh straneh.

5.2. Izračun prometne prepustnosti

Izračun prometne prepustnosti krožišča izvedemo s pomočjo avstrijske (švicarske) metode, ki je opisana že zgoraj. Kot veleva Pravilnik o projektiranju cest (2005), izvedemo izračune za plansko dobo 20 let po zaključku gradnje. Stopnja rasti ostaja enaka kot pri računu za semaforizirano križišče. Faktor rasti pa izračunamo po naslednji enačbi $f_{\text{rasti}} = (1 + p)^n$, pri tem je n število projektiranih let, torej 20 let. Faktor rasti torej v tem primeru znaša 1,104, kar pomeni, da se bo v 20 letih promet povečal za približno 10,4 %. Da dobimo merodajne prometne obremenitve na koncu planske dobe, pomnožimo današnje merodajne prometne obremenitve s faktorjem rasti.

Za izračun potrebujemo še faktorje $\gamma = 1.0$, $\beta = 0.95$ in α , ki ga odčitamo iz grafa. Za odčitek potrebujemo razdaljo med konfliktnima točkama B, ki jo prav tako izračunamo po enačbi, ki je zapisana v poglavju o teoriji. Za izračun B pa potrebujemo še polovični središčni kot med konfliktnima točkama \square , ki ga odčitamo iz načrtov.

Preglednica 4: Določitev faktorja α

Krak	ϕ [°]	B [m]	\square
A	35	20.5	0.08
B	34.5	20.2	0.19
C	35	20.5	0.08
D	34.5	20.2	0.19

Stopnja obremenjenosti uvoza nam pove, koliko je glede na dejanske oz. predvidene obremenitve dosežena računaska kapaciteta uvozov. Izračunamo jo po naslednji enačbi:

$$A = \frac{c * Q_{\text{mer,PD}}}{Q_e}$$

Kjer je:

A – stopnja obremenjenosti uvozov [%]

$Q_{\text{mer,PD}}$ – prometna obremenitev uvoza [voz/h]

Q_e – zmogljivost uvoza [voz/h]

c – faktor števila voznih pasov uvoza [-], v obravnavanem primeru 1

Izračuni, ki so predstavljeni v prilogi C.5, nam dajo naslednje rezultate:

Preglednica 5: Stopnja obremenjenosti uvozov za jutranjo konico

A_A	0.5643	≤ 0.90
A_B	0.2857	≤ 0.90
A_C	0.6445	≤ 0.90
A_D	0.1378	≤ 0.90

Preglednica 6: Stopnja obremenjenosti uvozov za popoldansko konico

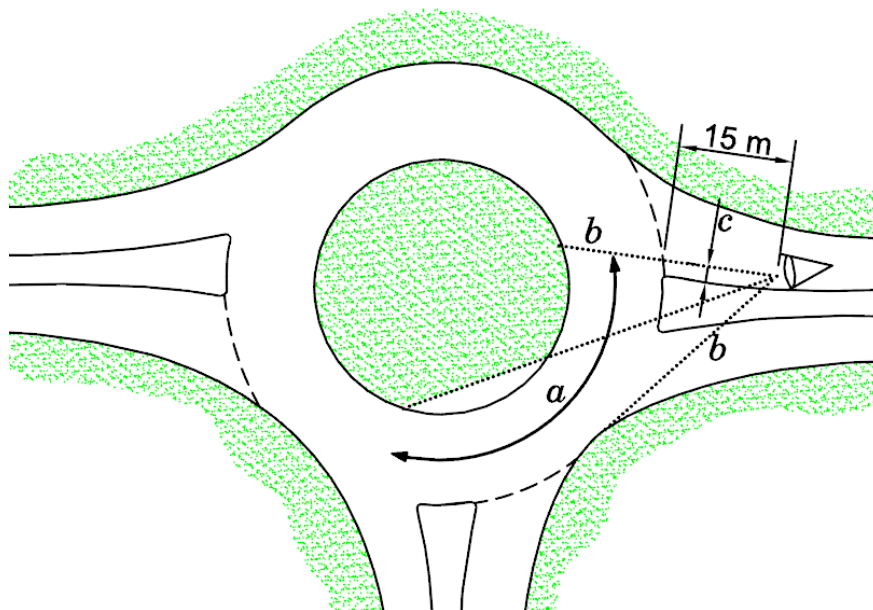
A_A	0.8007	≤ 0.90
A_B	0.5474	≤ 0.90
A_C	0.6205	≤ 0.90
A_D	0.3330	≤ 0.90

Vidimo, da je stopnja obremenjenosti uvozov tako za jutranjo kot popoldansko konico znotraj mejne vrednosti, zato je krožišče z vidika prepustnosti dobra izbira, prav tako so njegovi elementi ustrezni. Obremenitve so v popoldanski konici v primerjavi z jutranjo večje na vseh krakih, razen na kraku C.

5.3. Preglednost v krožišču

5.3.1. Preglednost v levo

Voznikom vseh vozil mora biti omogočen pregled nad celotno širino krožnega vozišča, od ločilne črte na njihovo levo stran, in sicer na razdalji, ki je potrebna za ustavljanje. Preglednost v levo se preverja iz sredine voznega pasu na razdalji 15 metrov pred ločilno črto.



Slika 19: Preglednost v levo, potrebna pri uvozu v krožišče (TSC 03.341: 2011: str. 31)

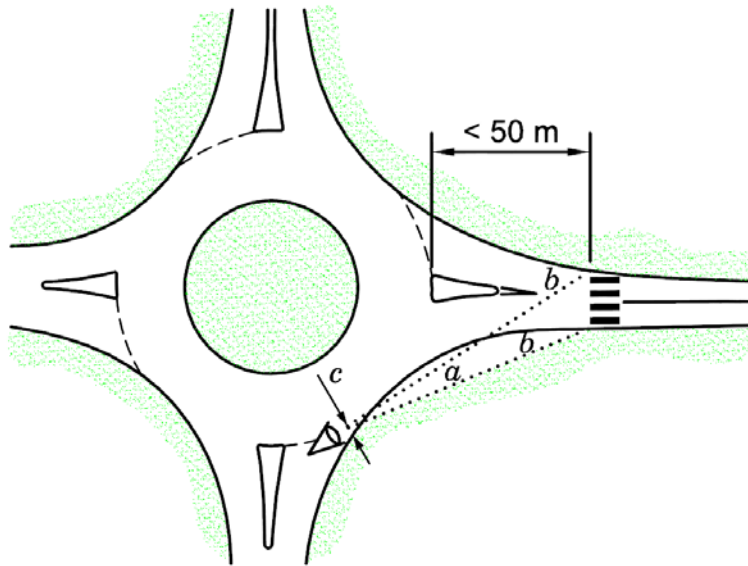
Kjer je:

- a – pregledna razdalja v funkciji hitrosti v krožnem križišču
- b – meja preglednega polja
- c – polovična širina nerazširjenega voznega pasu

V primerih prevelike preglednosti se lahko pojavijo prevelike hitrosti na uvozu v krožišče, zato je v takih primerih smiselno omejiti preglednost s hortikulturno ureditvijo. Na florisu situacije v prilogi C.3 so prikazane preglednosti v levo vseh štirih uvoznih krakov.

5.3.2. Preglednost do prehodov za pešce

Voznikom, ki se približujejo krožišču, moramo zagotoviti tolikšno preglednost do prehodov za pešce, da se lahko varno zaustavijo pred preходом ob dovoljeni uvozni hitrosti. V majhnih in srednje velikih krožnih križiščih moramo zagotoviti preglednost na celotno širino prehoda za pešce na naslednjem izvozu.



Slika 20: Preglednost od uvoza do prehoda za pešce na naslednjem izvozu (TSC 03.341: 2011: str. 31)

a – minimalno območje, preko katerega naj bo omogočena neovirana preglednost v primeru, da je prehod za pešce od krožnega križišča oddaljen do 50 metrov, gledano iz opazovalne točke.

B – meja preglednega polja

C – polovična širina voznega pasu

Preglednost do prehodov za pešce je prikazana na situaciji krožišča v prilogi C.4, za uvozne krake B, C in D.

6 UGOTOVITVE IN ZAKLJUČKI

Po opravljeni analizi in vseh izračunih lahko zaključim, da je predvsem uvozni pas v križišče iz kraka B, ki pripelje iz novega in povečanega trgovskega centra, precej problematičen, ker ima samo en pas za vse tri smeri. Posledica tega je, da morajo vozniki, ki zavijajo desno ali pa peljejo naravnost, čakati leve zavijalce, zaradi česar se ustvarja kolona, sploh ob razmeroma kratkem zelenem času. Ta problem je po mojih izkušnjah in po izkušnjah domačinov toliko bolj izrazit v času praznikov in raznih razprodaj, ko je kolona avtomobilov lahko dolga tudi 200 m in sega na izvoz iz trgovskega centra.

Kot prvo možnost izboljšanja stanja sem izbral rekonstrukcijo obstoječega stanja. Pri tem sem dodal pas za leve zavijalce, tako da ne ovirajo več tistih, ki zavijajo desno in naravnost. Poleg tega sem malo popravil tudi geometrijo križišča, da se osi sekajo bliže pravemu kotu, kot so se v obstoječem stanju. Po analizi sem ugotovil, da je stanje na kraku B po preteku planske dobe, kar se tiče zasičenosti, še vedno boljše kot pred rekonstrukcijo, medtem ko nivo uslug ostaja isti. Po preteku planske dobe se za malenkost zviša stopnja zasičenosti na kraku A za pas desno in naravnost, vendar je nivo uslug še vedno B, kar je znotraj pravil. Ob rekonstrukciji pa opazimo največje poslabšanje nivoja uslug na pasu za leve zavijalce na kraku D.

Kot drugo možnost pa sem v traso umestil novo krožno križišče, ki po velikosti spada med srednje velika urbana krožišča. Po izračunih za 20-letno plansko dobo je obremenjenost posameznih krakov še vedno manjša od mejne obremenjenosti. Najbolj obremenjen je krak A, ki vodi iz Mislinje proti Dravogradu, na tej relaciji je tudi največ tovornega prometa. Pri obeh variantah pa sem dodal tudi leseno brv preko reke Mislinje za pešce in kolesarje, ki se priključi na obstoječo kolesarsko stezo in pločnik, ki poteka ob parkirišču trgovskega centra in gorvodno ob reki.

Splošno gledano je po mojem mnenju boljša rešitev krožišče, čeprav zavzame malce več prostora in so potrebni dodatni posegi v strugo reke Mislinje in ureditve brežin. Krožišča so v primerjavi s križišči bolj varna, saj imajo manj konfliktnih točk, poleg tega umirjajo promet, ker lahko voznikom oviramo preglednost. Z umestitvijo krožišča naredimo vse priključne krake enakovredne, poleg tega pa za razliko obstoječega semaforiziranega križišča promet ni več voden ciklično in vozilom ni potrebno več čakati pri rdeči luči, čeprav iz prečne smeri ni vozil. S tem izboljšamo pretočnost in zmanjšamo zamude. Kar se samega izgleda tiče, se zdi krožišče boljša rešitev, vendar je to povsem subjektivno mnenje.

VIRI

Google Zemljevidi - ©2013 Google.

<http://goo.gl/maps/DobMt> (Pridobljeno 19. 8. 2013.)

http://www.dars.si/Dokumenti/O_avtocestah/Prometne_obremenitve_94.aspx (Pridobljeno 5. 8. 2013.)

Lipičnik, M. 1976. Cestna križišča, Tehniške fakultete Maribor, Maribor.

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

Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste. Uradni list RS št. 86-3808/2009: 11593-11612.

Pravilnik o projektiranju cest. Uradni list RS št. 91-3896/2005: 1–17.

Prometne obremenitve 2006–2011

http://www.dc.gov.si/si/delovna_podrocja/promet/ (Pridobljeno 8. 8. 2013.)

Prometni znaki

<http://www.mit-grnjak.com> (Pridobljeno 27. 8. 2013.)

Zemljevid najdi.si - ©2013 Najdi.si.

http://zemljevid.najdi.si/index_maps.jsp?x1=506412&y1=150748&zoom=37504 (Pridobljeno 24. 7. 2013.)

TSC 02.401:2012. Označbe na vozišču. Oblika in mere: 1–64.

TSC 03.341:2011. Krožna križišča: 1–40.

TSC 03.344:2003 (predlog). Nivojska križišča in priključki: 1–41

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A: Načrti in analiza obstoječega stanja

- A.1 Tloris obstoječega stanja
- A.2 Prometna situacija obstoječega stanja
- A.3 Štetje prometa

PRILOGA B: Načrti in analiza rekonstrukcije križišča

- B.1 Tloris rekonstrukcije križišča
- B.2 Prometna situacija rekonstrukcije križišča
- B.3 Določitev stopnje rasti prometa

PRILOGA C: Načrti in analiza krožnega križišča

- C.1 Tloris krožnega križišča
- C.2 Prometna situacija krožnega križišča
- C.3 Preglednost v levo
- C.4 Preglednost do prehodov za pešce
- C.5 Izračun nasičenosti krožnega križišča

PRILOGA A: Načrti in analiza obstoječega stanja

Priloga A.3: Štetje prometa

Jutranje štetje:

Krak	Levo				Naravnost				Desno			
	OA	Bus	Tov	Vlač	OA	Bus	Tov	Vlač	OA	Bus	Tov	Vlač
5.30	8				56	1	9	7	2			
5.45	2				41	3	1	1	2			
6.00	3				18	1	5	5	12			
6.15	3			2	41	2	9		6			
6.30	10				65	1	12	2	4		2	
6.45	22	1	1		85	2	18	1	6		1	
7.00	9	1			52	1	14	3	6			
7.15	8				40	1	14	2	11		3	
7.30	6		1		49		10	6	11			
7.45	8		2		58	2	15	6	12		4	
8.00	9		2		52	1	14	2	38		1	
8.15	5				61	1	14	4	28			1

Krak	Levo				Naravnost				Desno			
	OA	Bus	Tov	Vlač	OA	Bus	Tov	Vlač	OA	Bus	Tov	Vlač
5.30	1								1			
5.45	2		1		1				3			
6.00	3				2		1		4			
6.15	2		1						2		1	
6.30	1		2		3				2			
6.45	2		1	1	8		4		1		1	
7.00	3		3		2				2		1	
7.15	5				2		2		5		3	
7.30	3		2		2		1		1		1	
7.45	2		2		4		2		2		1	
8.00	7				6				4		2	
8.15	18		1		14				17		3	

Krak	Levo				Naravnost				Desno			
	OA	Bus	Tov	Vlač	OA	Bus	Tov	Vlač	OA	Bus	Tov	Vlač
5.30	2				60	1	3		38			
5.45	3				41	1	4	1	14		1	
6.00	3		1		45	1	9	1	7			
6.15	5			1	47	1	10	6	14			
6.30	5		1		99	6	6	2	16		1	
6.45	5		3		100		5	2	39		1	
7.00	8		1	2	63	1		6	22			
7.15	4		1		52	2	11	3	20		1	
7.30	9		2		65	2	10	3	26			
7.45	17		2		92	3	4	5	28		2	
8.00	18		1		73	3	5	6	12		2	1
8.15	19		1		66	1	5	3	26		2	1

Kraak	Levo				Naravnost				Desno				
	D	OA	Bus	Tov	Vlač	OA	Bus	Tov	Vlač	OA	Bus	Tov	Vlač
5.30	19						1						
5.45	4	1			2				1				
6.00	10				3						1		
6.15	9				3		1						
6.30	7				2				2				1
6.45	7			1	2				2	1			
7.00	6				2				4		1		
7.15	2		2		1				3		1		
7.30	5		1		4								
7.45	7				4				2				1
8.00	3		1		7		1		1		1		
8.15	4		1		11				4				

Popoldansko štetje:

Kraak	Levo				Naravnost				Desno				
	A	OA	Bus	Tov	Vlač	OA	Bus	Tov	Vlač	OA	Bus	Tov	Vlač
13.30	4				81		7	5	35				
13.45	3				81	1	5		36				
14.00	5				83	1	5	4	29		1	1	
14.15	3		1		106	2	8	7	32		1		
14.30	6		2		76		8	3	39				
14.45	3				57	2	13	5	28		1		
15.00	6				115		12	6	36		1		
15.15				1	61		10	3	36				
15.30	4		1		80	1	4		29				
15.45	2		1		66	2	5	4	44				
16.00	2				63	1	6	4	36		2		
16.15	5				56		3		24				

Kraak	Levo				Naravnost				Desno				
	B	OA	Bus	Tov	Vlač	OA	Bus	Tov	Vlač	OA	Bus	Tov	Vlač
13.30	30				18				22		2		
13.45	22		2		6				15				
14.00	26				13		1		21				
14.15	28				11		2		22		1	1	
14.30	16		1		11				37		1		
14.45	24				17				19				
15.00	26				10				30		2		
15.15	16				8				22				
15.30	24				16				36		2		
15.45	24				18				25				
16.00	33				14				22				
16.15	20				13				26		1		

Krak	Levo				Naravnost				Desno			
	OA	Bus	Tov	Vlač	OA	Bus	Tov	Vlač	OA	Bus	Tov	Vlač
13.30	11				68	1	13	1	21		1	
13.45	8				60	1	7	2	11			
14.00	14		1		82	3	2	4	20		1	
14.15	12				81		9	4	14		1	
14.30	17				55		2	3	19			
14.45	20				60	1	2	6	7			
15.00	24				98	2	1	5	14			
15.15	19				79	2	7		14			
15.30	30				44		8	5	20			
15.45	21				54	2	4	7	15		2	
16.00	16				60		5	5	13		1	
16.15	13				59		5		9		1	

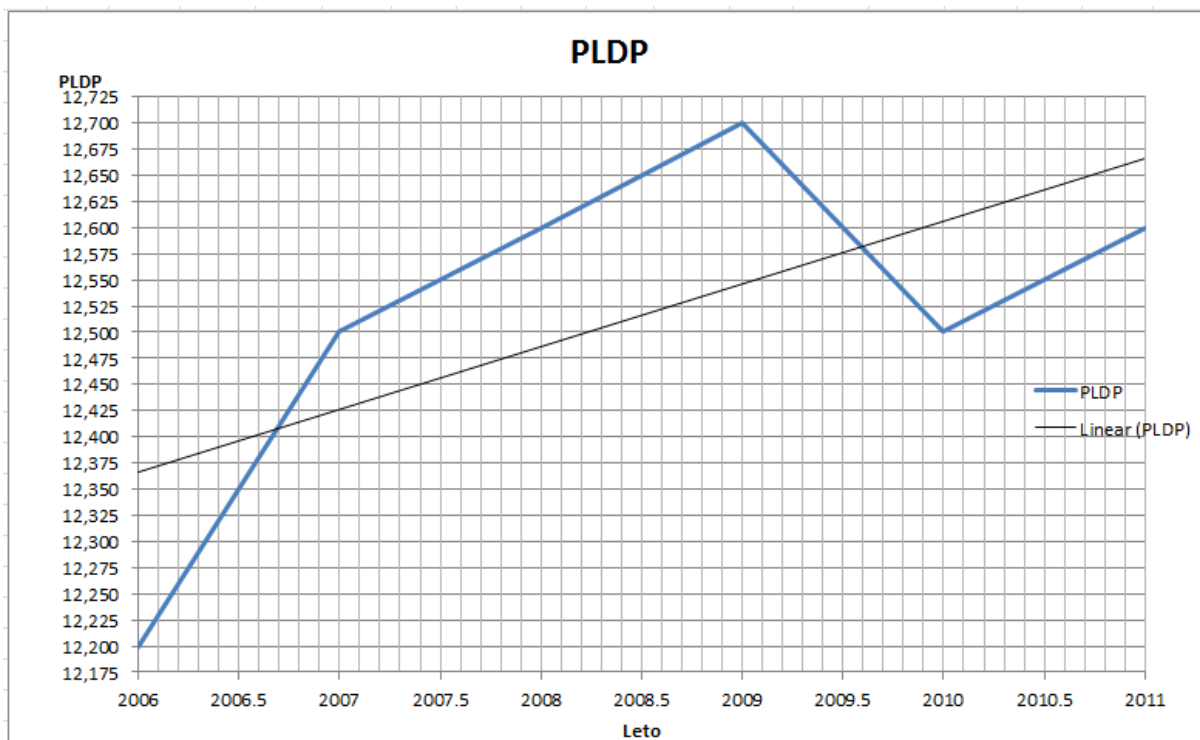
Krak	Levo				Naravnost				Desno			
	OA	Bus	Tov	Vlač	OA	Bus	Tov	Vlač	OA	Bus	Tov	Vlač
13.30	12				5				3			
13.45	5				13				3			
14.00	14				12				14			
14.15	16				6				5			
14.30	11		1		10							
14.45	17				7				10		4	
15.00	20	1			22				13		1	
15.15	15		2		5				11			
15.30	14		2		13		1		11			
15.45	8		1		5				5			
16.00	16				9				8			
16.15	7				15				4			

Rdeče so obarvane preštete količine jutranje in popoldanske konice.

PRILOGA B: Načrti in analiza rekonstrukcije križišča

Priloga B.3: Določitev stopnje rasti prometa

Leto	Kat. ceste	Štev. ceste	Štev. odseka	Prometni odsek	Stac. začetka	Stac. konca	Števno mesto	Tip pr. odseka	Tip avt. števca	Ime števnega mesta	Vsa vozila (PLDP)	Motorji	Osebna vozila	Avtobusi	Lahka tov. < 3t	Sr. tov. 3-7t	Tež. tov. nad 7t	Tov. s prik.	Vlačici	
2000	G1	4	1445	SL.GRAI	0	1910	131	P			7,800	70	6,789	107	319	294	104	117	/	
2001	G1	4	1445	SL.GRAI	0		131	P			9,000	81	7,833	123	368	340	120	135	/	
2002	G1	4	1445	SL.GRAI	0	1,910	131	P			9,000	81	7,833	123	368	340	120	135	/	
2003	G1	4	1445	SL.GRAI	0	1,910	131	P			9,800	81	8,546	123	500	200	150	200	/	
2004	G1	4	1445	SL.GRAI	0	1,910	131	P			12,000	99	10,500	100	612	245	184	260	/	
2005	G1	4	1445	SL.GRAI	0	1,910		P			12,000	99	10,500	100	612	245	184	260	/	
2006	G1	4	1445	SL.GRAI	0	1,910		P			12,200	99	10,674	100	612	245	170	300	/	
2007	G1	4	1445	SL.GRAI	0	1,910		P			12,500	99	10,921	90	650	190	200	350	/	
2008	G1	4	1445	SL.GRAI	0	1,910		P			12,600	95	11,010	90	670	170	200	150	215	
2009	G1	4	1445	SL.GRAI	0	1,910		P			12,700	95	11,115	90	680	180	200	140	200	
2010	G1	4	1445	SL.GRAI	0	1,910		P			12,500	80	10,825	95	800	140	210	140	210	
2011	G1	4	1445	SL.GRAI	0	1,910		P			12,600	110	10,850	95	850	175	160	135	225	
2012											Ni podatka									
P - Privzeti promet (na prom. odseku se ne izvaja štetje promet je ocenjen)																				



PRILOGA C: Načrti in analiza krožnega križišča

Priloga C.5: Izračun nasičenosti krožnega križišča

Q _{dej} [EOV]			
JK	L	N	D
A	38	406	101
B	40	32	38
C	75	430	112
D	25	28	13

FKU JK			
JK	L	N	D
A	0.75	0.91	0.61
B	0.46	0.52	0.39
C	0.86	0.83	0.83
D	0.79	0.61	0.56

Q _{dej} [EOV]			
PK	L	N	D
A	24	528	141
B	96	53	120
C	73	400	56
D	68	45	38

FKU PK			
JK	L	N	D
A	0.66	0.79	0.88
B	0.85	0.75	0.74
C	0.76	0.78	0.72
D	0.79	0.51	0.59

Q _{mer,danes} [EOV]			
JK	L	N	D
A	51	446	166
B	87	62	97
C	87	518	135
D	32	46	23

Q _{mer,PD} [EOV]				
JK	L	N	D	Σ
A	56	493	183	732
B	96	68	108	272
C	96	572	149	818
D	35	51	26	111

Q _{mer,danes} [EOV]			
PK	L	N	D
A	36	668	160
B	113	71	162
C	96	513	78
D	86	88	64

Q _{mer,PD} [EOV]				
PK	L	N	D	Σ
A	40	738	177	956
B	125	78	179	382
C	106	567	86	759
D	95	97	71	264

n= 20 let

p= 0.5% = 0.00496

frasti= 1.104

φ _A [°]	35
φ _B [°]	34.5
φ _C [°]	35
φ _D [°]	34.5

B _A [m]	20.5
B _B [m]	20.2
B _C [m]	20.5
B _D [m]	20.2

α _A	0.08	mala hitrost na izvozu
α _B	0.19	velika hitrost na izvozu
α _C	0.08	mala hitrost na izvozu
α _D	0.19	velika hitrost na izvozu

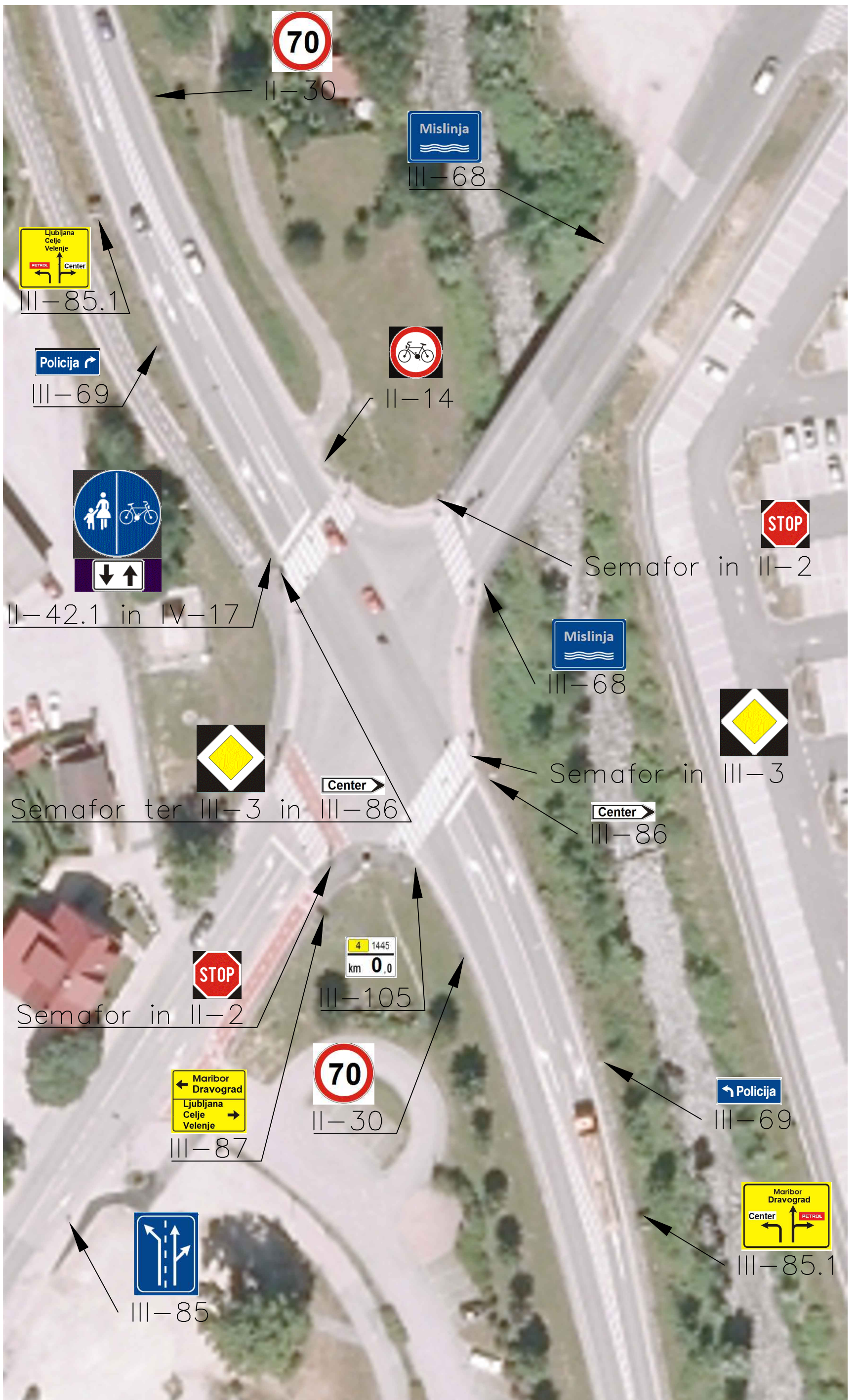
JK	Qa [EOV/h]	Qc [EOV/h]	Qb [EOV/h]	Le [EOV/h]
A	694	182	228	1297
B	330	584	617	951
C	636	220	260	1269
D	273	765	778	808

PK	Qa [EOV/h]	Qc [EOV/h]	Qb [EOV/h]	Le [EOV/h]
A	763	299	345	1194
B	381	874	902	698
C	1013	243	312	1223
D	204	798	796	792

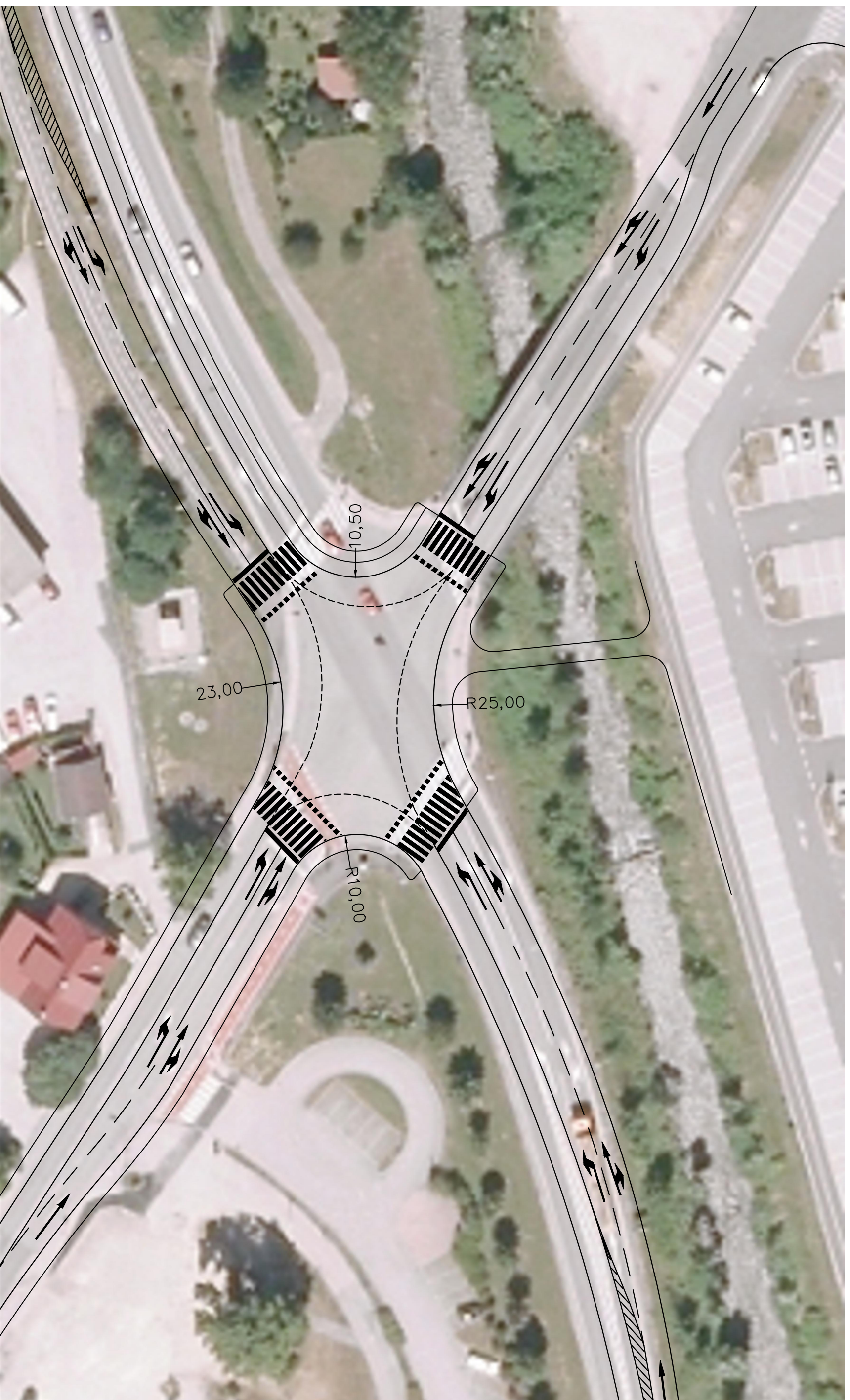


Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodenzijo		Jamova 2, 1000 Ljubljana, Slovenija	
ime in priimek, naziv:		štUDIJ PREDMET MODUL	
Mentor: doc. dr. Peter Lipar, univ. dipl. inž. grad.		id. štev.:	
Somentor: /		podpis:	
Kandidat: Domen Logar		Datum:	
Opis risbe: Tloris obstoječega stanja		Vrsta načrta:	
2610xxxxxx		Merilo:	
1		1:500	
29. 8. 2013		Del risbe:	
3 - Grad. načrt prometne infrastrukture		Križišče	

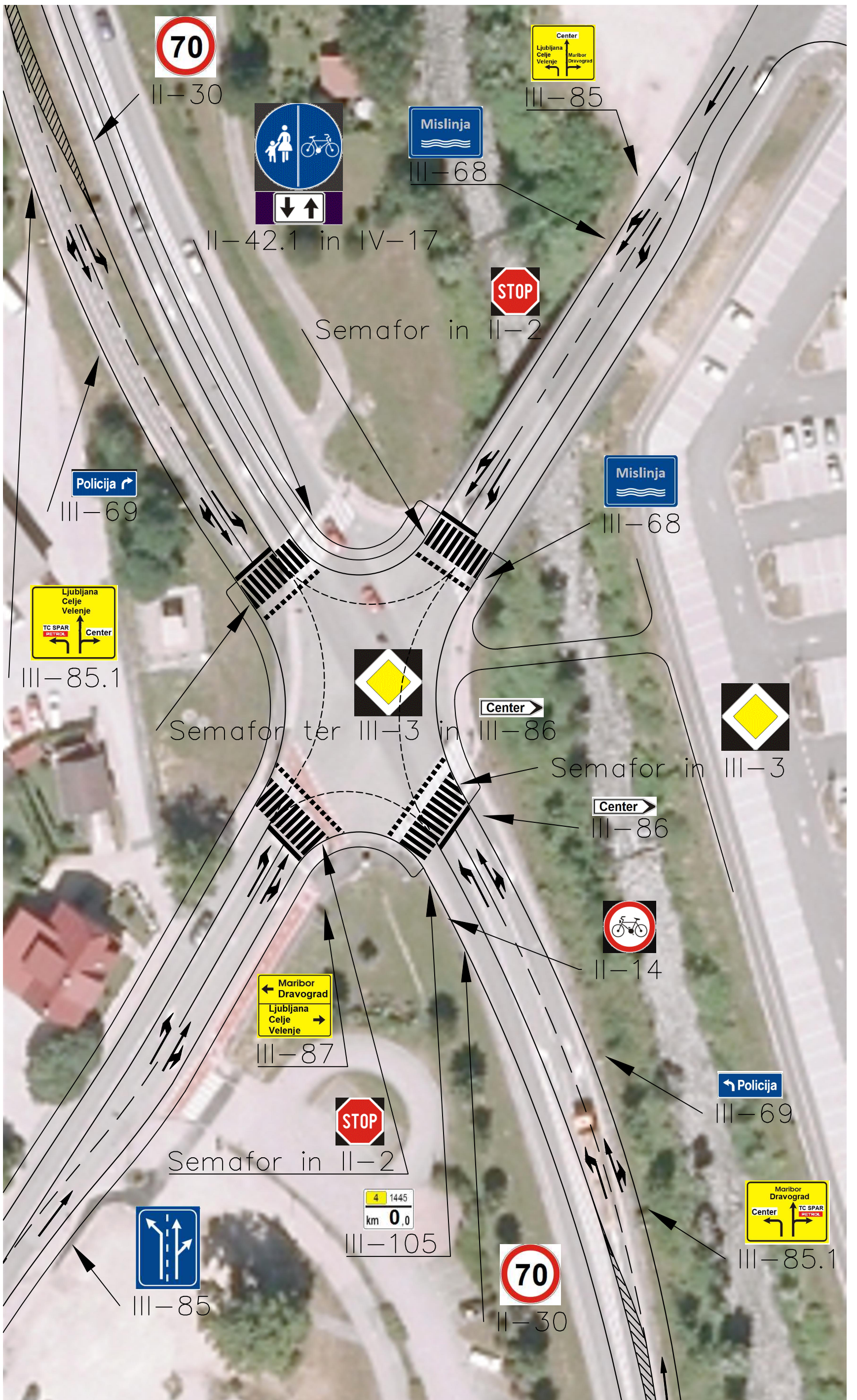
Seminarska naloga:
Diplomska naloga - Študija prometne varnosti križišča
G1-4, odsek 1258 Otiški vrh-Sl. Gradec/ G1-4, odsek
1445 Sl. Gradec/ LZ 378021 Glavni trg-Murko



Opis risbe: Prometna situacija obstoječega stanja		Daljrisbe: Križišče	
Kandidat: Domen Logar	Mentor: doc. dr. Peter Lipar, univ. dipl. inž. grad.	id. številka: 2610xxxxxx	št. risbe: 2
Sornentor: /	ime in priimek, naziv: /	Datum: 29. 8. 2013	Vrsta načrta: 3 - Grad. načrt prometne infrastrukture
Opis risbe: Prometna situacija obstoječega stanja	Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo ŠTUDIJSKI PREDMET MODUL	Seminarska naloga: Diplomatska naloga - Študija prometne varnosti križišča G1-4, odsek 1258 Otiški vrh-Sl. Gradec/ G1-4, odsek 1445 Sl. Gradec/ LZ 378021 Glavni trg-Murko	Merilo: 1:500



Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo		Jamova 2, 1000 Ljubljana, Slovenija	
ŠTUDIJSKI PREDMET MODUL		Seminarska naloga: Diplomska naloga - Študija prometne varnosti križišča G1-4, odsek 1258 Otiški vrh-Sl. Gradec/ G1-4, odsek 1445 Sl. Gradec/ LZ 378021 Glavni trg-Murko	
ime in priimek, naziv:	id. številka:	podpis:	št. risbe:
doc. dr. Peter Lipar, univ. dipl. inž. grad.			3
Mentor:	Datum:	29. 8. 2013	
Somentor:	Vrsta načrta:	3 - Grad. načrt prometne infrastrukture	
Kandidat:	Mentor:	1:500	
Domen Logar		Del risbe:	
Opis risbe:	Tloris rekonstrukcije križišča		
Križišče			

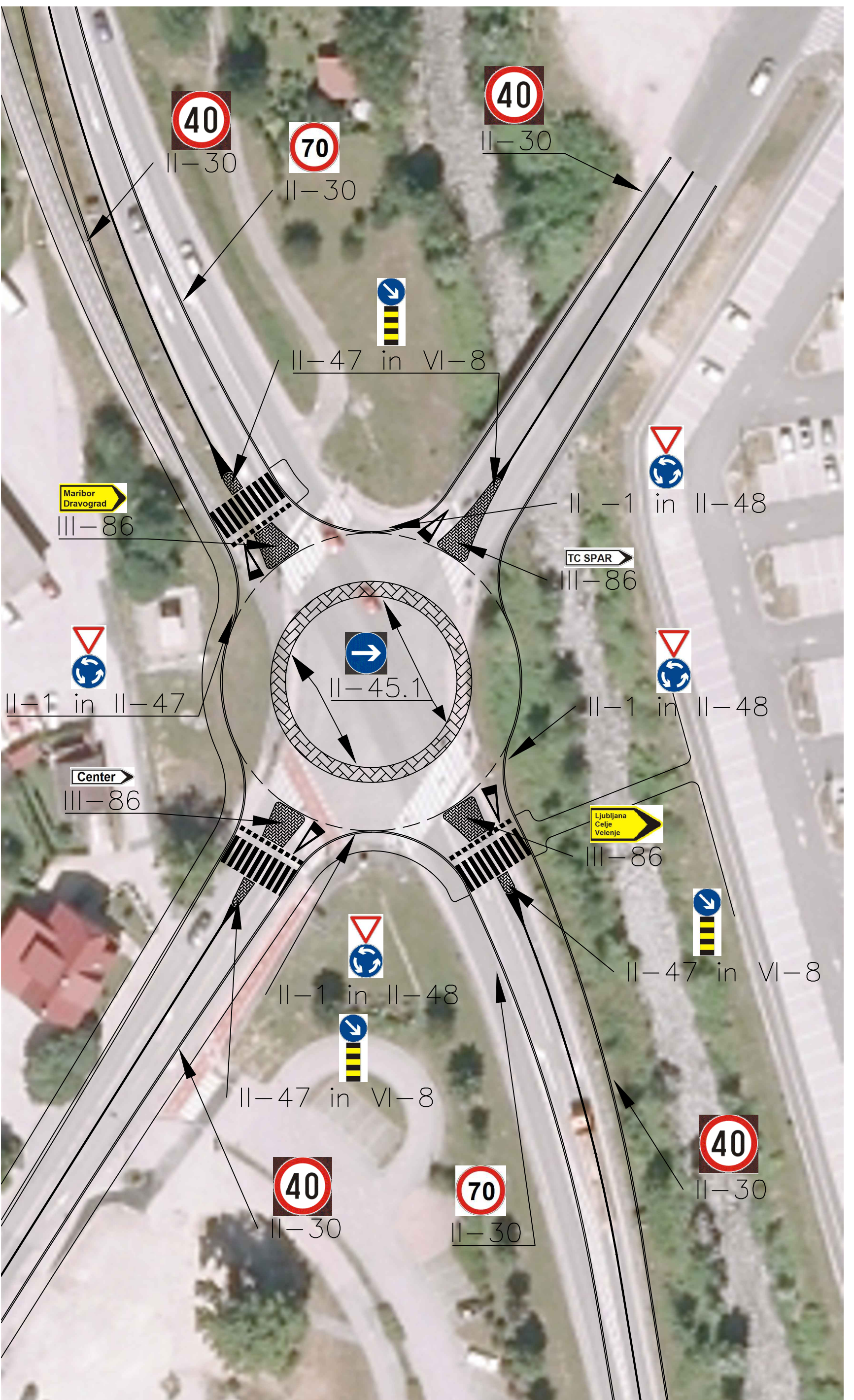


Opis risbe:	Prometna situacija rekonstrukcije križišča		Del risbe:	Križišče
Kandidat:	Domen Logar	2610xxxxxx	Mentor:	doc. dr. Peter Lipar, univ. dipl. inž. grad.
Somentor:	/		Študijski predmet:	ŠTUDIJSKI PREDMET MODUL
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo	Janova 2, 1000 Ljubljana, Slovenija		Seminarska naloga:	Diplomska naloga - Študija prometne varnosti križišča G1-4, odsek 1258 Otiški vrh-Sl. Gradec/ G1-4, odsek 1445 Sl. Gradec/ LZ 378021 Glavni trg-Murko
ime in priimek, naziv:		id. števil:	podpis:	št. risbe:
				4
Datum:	29. 8. 2013	Vrsta načrta:	3. Grad. načrt prometne infrastrukture	Mentor:
				1:500

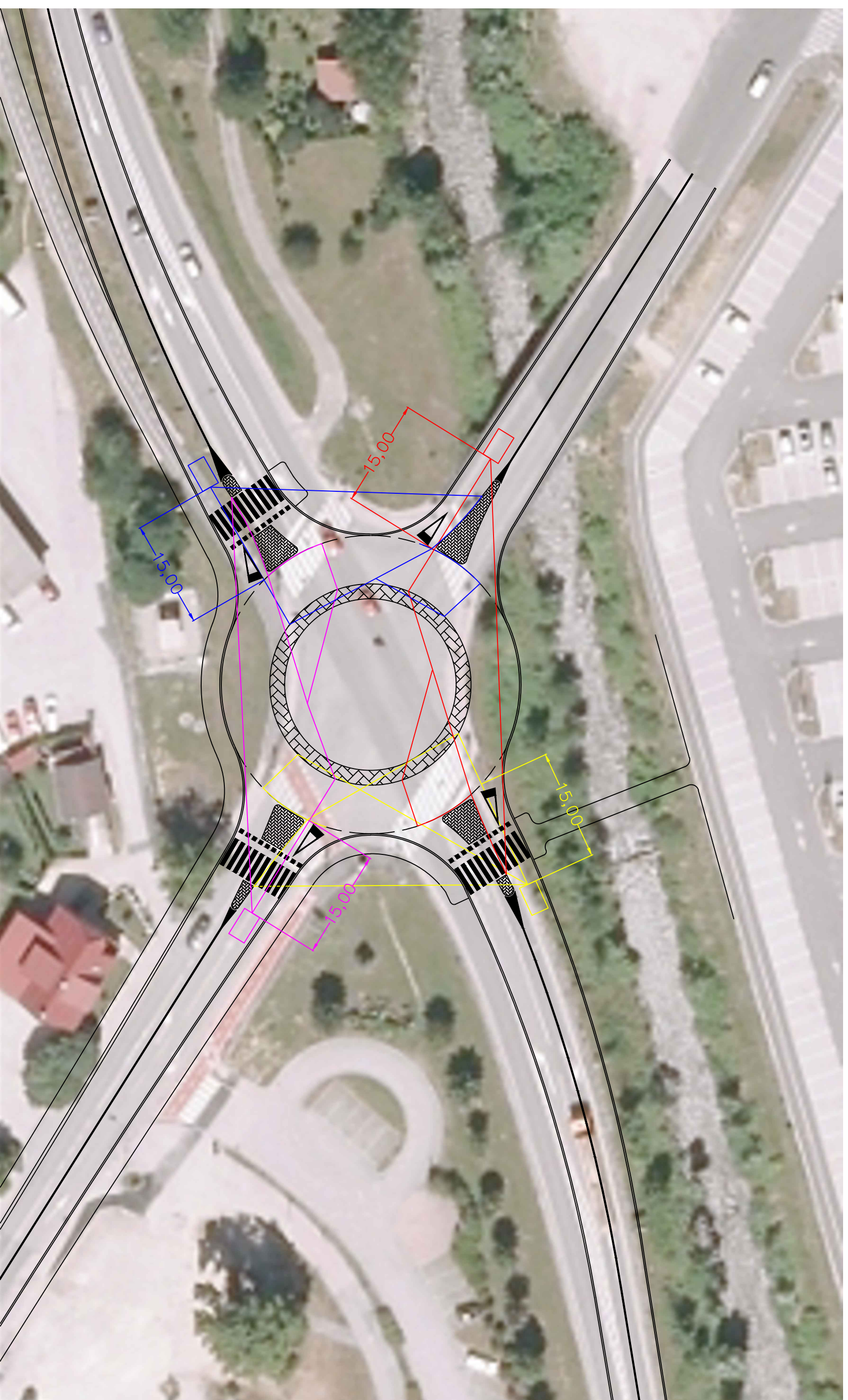


Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo		Jarmova 2, 1000 Ljubljana, Slovenija	
ime in priimek, naziv:		štUDIJSKI PREDMET MODUL	
Mentor: doc. dr. Peter Lipar, univ. dipl. inž. grad.		id. št.:	
Somentor: /		podpis:	
Kandidat: Domen Logar		Datum: 29. 8. 2013	
Opis risbe: Tloris krožnega križišča		Vrsta načrta: 3 - Grad. načrt prometne infrastrukture	
Datum risbe: Križišče		Merilo: 1:500	

Seminarska naloga:
Diplomska naloga - Študija prometne varnosti križišča
G1-4, odsek 1258 Otiški vrh-Sl. Gradec/ G1-4, odsek
1445 Sl. Gradec/ LZ 378021 Glavni trg-Murko

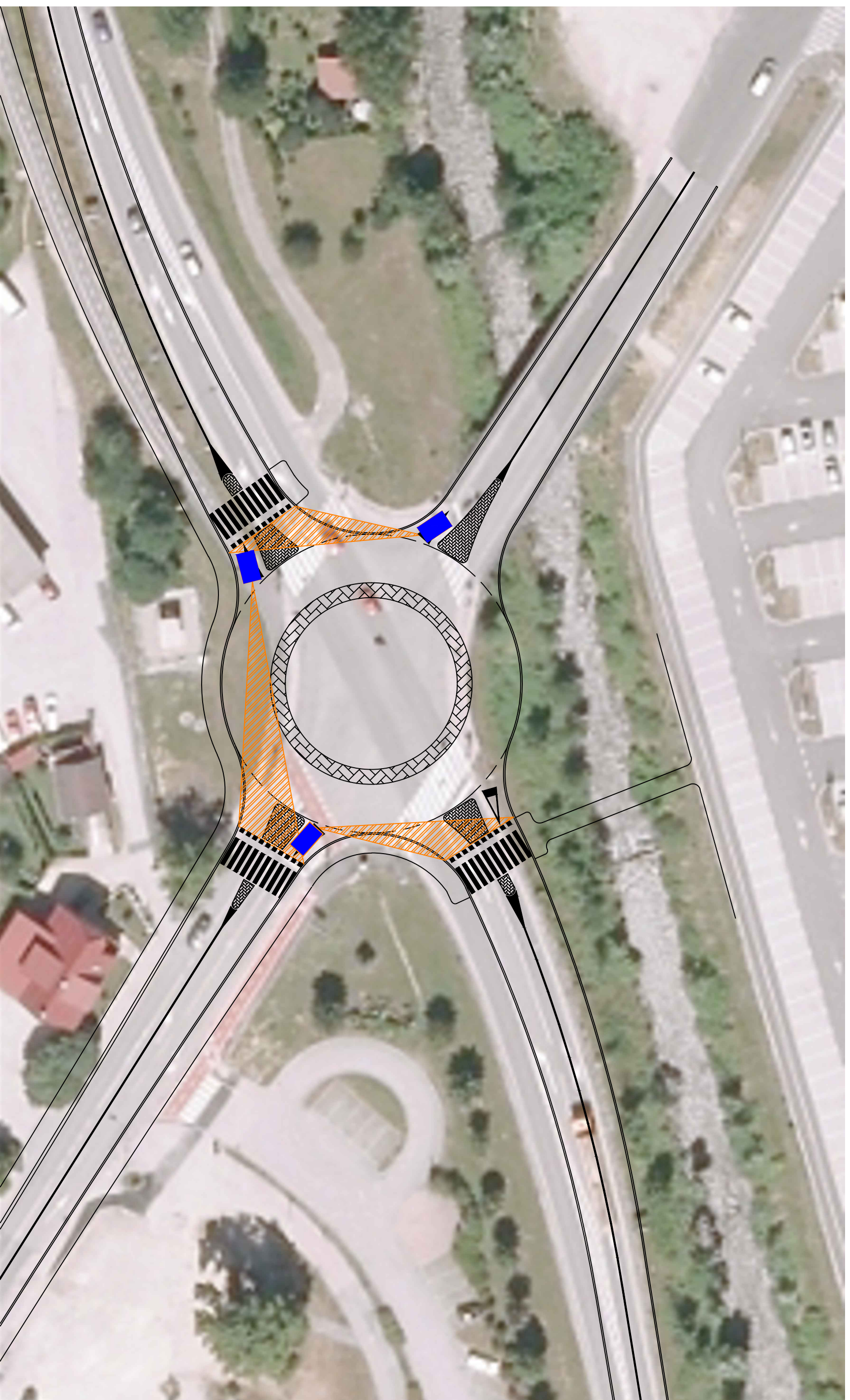


Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo ŠTUDIJSKI PREDMET: MODUL		Jomova 2, 1000 Ljubljana, Slovenija Seminarska naloga:	
Diplomaska naloga - Študija prometne varnosti križišča G1-4, odsek 1258 Otiški vrh-Sl. Gradec/ G1-4, odsek 1445 Sl. Gradec/ LZ 378021 Glavni trg-Murko		id. številka: 2610xxxxxx podpis:	
ime in priimek, naziv: doc. dr. Peter Lipar, univ. dipl. inž. grad.		št. risbe: 6	
Mentor: /		Datum: 29. 8. 2013	
Somentor: /		Vrsta načrta: 3 - Grad. načrt prometne infrastrukture	
Kandidat: Domen Logar		Merilo: 1:500	
Opis risbe: Prometna situacija krožnega križišča		Del risbe: Križišče	



Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodézijo		Jamova 2, 1000 Ljubljana, Slovenija	
ime in priimek, naziv:		študij PREDMET MODUL	
Mentor: doc. dr. Peter Lipar, univ. dipl. inž. grad.		id. štev.:	
Sornentor: /		podpis:	
Kandidat: Domen Logar		št. risbe: 7	
Opis risbe:		Datum: 29. 8. 2013	
Preglednost v levo		Vrsta načrta: 3 - Grad. načrt prometne infrastrukture	
Datum:		Merilo: 1:500	
Del risbe:		Del risbe:	
Krizišče		Krizišče	

Seminarska naloga:
 Diplomaska naloga - Študija prometne varnosti križišča
 G1-4, odsek 1258 Otiški vrh-Sl. Gradec/ G1-4, odsek
 1445 Sl. Gradec/ LZ 378021 Glavni trg-Murko



Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo		Jamova 2, 1000 Ljubljana, Slovenija	
ime in priimek, naziv:		študij PREDMET MODUL	
Mentor: doc. dr. Peter Lipar, univ. dipl. inž. grad.		id. štev.:	
Somentor: /		podpis:	
Kandidat: Domen Logar		št. risbe: 8	
Opis risbe:		Datum: 29. 8. 2013	
Preglednost do prehodov za pešce		Vrsta načrta: 3 - Grad. načrt prometne infrastrukture	
Datum:		Merilo: 1:500	
Del risbe:		Del risbe:	
Krizišče		Krizišče	

Seminarska naloga:
Diplomska naloga - Študija prometne varnosti križišča
G1-4, odsek 1258 Otiški vrh-Sl. Gradec/ G1-4, odsek
1445 Sl. Gradec/ LZ 378021 Glavni trg-Murko