

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

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



Univerzitetni študij gradbeništva,
Prometna smer

Kandidat:

Borut Anton Gomboši

**IDEJNA ZASNOVA PREUREDITVE
KRIŽIŠČA TRŽAŠKA CESTA - AC
PRIKLJUČEK LJUBLJANA - ZAHOD**

Diplomska naloga št.: 3128

Mentor:

doc. dr. Alojzij Juvanc

Somentor:

asist. mag. Robert Rijavec

Ljubljana, 2010

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **BORUT ANTON GOMBOŠI** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom: »**IDEJNA ZASNOVA PREUREDITVE KRIŽIŠČA TRŽAŠKA – AC PRIKLJUČEK LJUBLJANA-ZAHOD**«.

Izjavljam, da prenašam vse materialne avtorske pravice v zvezi z diplomsko nalogo na UL Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo.

Ljubljana, 03.09.2010

(podpis)

ZAHVALA

Za pomoč pri izdelavi diplomske naloge se zahvaljujem mentorju doc. dr. Alojziju Juvancu in somentorju asist. mag. Robertu Rijavcu.

Zahvaljujem se tudi svojim staršem ter puncu Anji za podporo in spodbudo pri študiju.

BIBLIOGRAFSKO - DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	656.13(043.2)
Avtor:	Borut Anton Gomboši
Mentor:	doc. dr. Alojzij Juvanc
Somentor:	asist. mag. Robert Rijavec
Naslov:	Idejna zasnova preureditve križišča Tržaška cesta — AC priključek Ljubljana-zahod
Obseg in oprema:	77 str., 18 pregl., 30 sl., 2 en.
Ključne besede:	prometna obremenitev, štetje prometa, krožno križišče, simulacija

Izvleček

Diplomska naloga obsega idejno zasnovo preureditve križišča na Dolgem mostu (križanje Tržaške ceste, Fajfarjeve ulice in avtocestnega priključka Ljubljana-zahod). Glavni namen preureditve je razbremeniti prometno zelo obremenjeno križišče. S pomočjo simulacij smo iskali najbolj optimalno rešitev preureditve križišča. Analizirali smo rezultate simulacij za prometne obremenitve v jutranji in popoldanski konici za obstoječe prometne obremenitve ter nato še za predvidene prometne obremenitve za plansko obdobje. V simulacije za plansko obdobje smo vmetili tudi traso bodočega tramvaja. Po izbiri najustrežnejše geometrije novega križišča smo preverili še tehnično izvedljivost. Na podlagi geometrijskih in tehničnih zahtev smo novo križišče tudi sprojektirali. Izdelali smo dve varianti. V študiji so zajete tudi možne tehnične rešitve vodenja pešcev in kolesarjev.

Za izdelavo študije smo uporabili geodetske podloge v elektronski obliki, programsko opremo za projektiranje cest PLATEIA in program za simulacijo cestnih mrež VISSIM.

BIBLIOGRAPHIC - DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 656.13(043.2)
Author: Borut Anton Gomboši
Supervisor: Assist. Prof. Alojzij Juvanc, Ph.D., M.Sc. CE
Co supervisor: Assist. Robert Rijavec, M.Sc. CE
Title: Outline scheme of alternatives of the crossing Tržaška road
– motoway junction Ljubljana-zahod
Notes: 77 p., 18 tab., 30 fig., 2 eq.
Key words: road design, traffic loads, interchange, roundabout, simulation

Abstract

This thesis deals with the outline and proposal of alternative route assignments at the intersection of Tržaška road, Fajfarjeva street and motorway junction Ljubljana - zahod in the area of Dolgi Most in the city of Ljubljana. The purpose of alternatives to the current intersection is to reshape the traffic flow and ultimately to reduce transportation congestion in that area. Multiple road simulations were undertaken in order to determine the most effective way to reshape the current intersection. Simulations to obtain traffic loads were conducted during morning and afternoon rush hours for recent and projected years. For the simulated traffic loads in projected years, the possible presence of a tram route through the intersection was taken into account. After deciding on the most effective and desirable design of the intersection, technical feasibility was extensively verified. On the basis of both geometrical and technical needs, two variants of a new intersection were proposed. Importantly, the proposals include technical alternatives of how to lead pedestrians and bicyclists through the intersection. In the undertaking of this study, the following technical tools were used: the geodetic layer in the electronic format; the computer program for planning roads, PLATEIA; and the program for simulation road networks, VISSIM.

VSEBINSKO KAZALO

1	UVOD	1
2	PROSTORSKE RAZMERE	6
2.1	Morfologija in prostorski pogoji	6
2.2	Urbanizem in pozidava	6
2.3	Hidrološke razmere	6
2.4	Varstvo naravne in kulturne dediščine	8
2.5	Prostorsko izvedbeni načrti	8
3	PROMETNE OBREMENITVE	10
3.1	Prometne obremenitve za obstoječe stanje	10
3.2	Napoved prometa v planskem obdobju	14
4	ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA TER ANALIZE RAZLIČNIH VARIANTNIH UREDITEV KRIŽIŠČA S POMOČJO SIMULACIJSKEGA PROGRAMA VISSIM	19
4.1	Rezultati simulacij za leto 2008	20
4.1.1	Obstoječe štirikrako semaforizirano križišče za leto 2008 - jutranja konica	21
4.1.2	Obstoječe štirikrako semaforizirano križišče za leto 2008 - popoldanska konica	24
4.1.3	Kratkoročni ukrepi štirikrakega semaforiziranega križišče za leto 2008 - jutranja konica	25
4.1.4	Kratkoročni ukrepi štirikrakega semaforiziranega križišče za leto 2008 popoldanska konica	29
4.1.5	Štirikrako spiralno krožno križišče za leto 2008 - jutranja konica	31
4.1.6	Štirikrako spiralno krožno križišče za leto 2008 - popoldanska konica	34
4.1.7	Štirikrako spiralno krožno križišče z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste za leto 2008 - jutranja konica	36
4.1.8	Štirikrako spiralno krožno križišče z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste za leto 2008 - popoldanska konica	39
4.2	Rezultati simulacij za leto 2032	40
4.2.1	Obstoječe štirikrako semaforizirano križišče za leto 2032 - jutranja konica	41

4.2.2	Obstoječe štirikrako semaforizirano križišče za leto 2032 - popoldanska konica	43
4.2.3	Štirikrako spiralno krožno križišče z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste za leto 2032 - jutranja konica	45
4.2.4	Štirikrako spiralno krožno križišče z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste za leto 2032 - popoldanska konica	47
4.3	Analiza rezultatov za celotno križišče glede na različne simulacije	49
5	PROJEKTIRANJE KRIŽIŠČA V OBLIKI SPIRALNEGA KROŽNEGA KRIŽIŠČA	52
5.1	Geodetske podloge za projektiranje	52
5.2	Tehnični elementi novega krožnega križišča in njenih priključkov	53
5.3	Geometrijski in tehnični elementi glede na Pravilnik	53
5.4	Projektne geometrijski in tehnični elementi	55
5.5	Analiza variant izgradnje novega krožnega križišča	56
	ZAKLJUČEK	61
	VIRI	64
	PRILOGE	65

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Merodajne prometne obremenitve v jutranji konici za l. 2008 (vozil/h)	12
Preglednica 2: Merodajne prometne obremenitve v popoldanski konici za l. 2008 (vozil/h)	13
Preglednica 3: Predvidene prometne obremenitve v jutranji konici za leto 2032	16
Preglednica 4: Predvidene prometne obremenitve v popoldanski konici za leto 2032	17
Preglednica 5: Rezultati simulacije po smereh za JK 2008	22
Preglednica 6: Rezultati simulacije po smereh za PK 2008	24
Preglednica 7: Rezultati simulacije izboljšav po smereh za JK 2008	28
Preglednica 8: Rezultati simulacije izboljšav po smereh za PK 2008	30
Preglednica 9: Rezultati simulacije spiralnega krožnega križišča po smereh za JK 2008	32
Preglednica 10: Rezultati simulacije spiralnega krožnega križišča po smereh za PK 2008	34
Preglednica 11: Rezultati simulacije spiralnega krožnega križišča po smereh za JK 2008 z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste	38
Preglednica 12: Rezultati simulacije spiralnega krožnega križišča po smereh za PK 2008 z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste	39
Preglednica 13: Rezultati simulacije po smereh za JK 2032	42
Preglednica 14: Rezultati simulacije po smereh za PK 2032	44
Preglednica 15: Rezultati simulacije spiralnega krožnega križišča po smereh za JK 2032 z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste	46
Preglednica 16: Rezultati simulacije spiralnega krožnega križišča po smereh za PK 2032 z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste	48
Preglednica 17: Primerjalna preglednica rezultatov	49
Preglednica 18: Primerjalna preglednica rezultatov	62

KAZALO SLIK

Slika 1: Križišče na Dolgem mostu, letalski posnetek obstoječega stanja (vir: http://www.geopedia.si)	2
Slika 2: Kolona vozil iz smeri Brezovice v jutranji konici	3
Slika 3: Kolona vozil iz smeri južne obvoznice v jutranji konici	3
Slika 4: Kolona vozil iz smeri Centra v popoldanski konici	4
Slika 5: Nadaljevanje kolone vozil iz smeri Centra v popoldanski konici	4
Slika 6: Hidrografija (Mali Graben) (vir: http://www.geo-zs.si)	7
Slika 7: Karta poplavne ogroženosti MOL (vir: http://www.ljubljana.si)	7
Slika 8: Potek trase Pot ob žici (vir: http://earth.google.com)	8
Slika 9: OPN MOL ID (vir: https://urbanizem.ljubljana.si)	9
Slika 10: Območje obravnavanega križišča (vir: Promet MOL 2005)	10
Slika 11: Geometrija križišča – obstoječe stanje	11
Slika 12: Predvidene prometne obremenitve za jutranjo konico 2020 (vir: Promet PNZ)	15
Slika 13: Predvidene prometne obremenitve za popoldansko konico 2020 (vir: Promet PNZ)	16
Slika 14: Prikaz štirikrakega semaforiziranega križišča	21
Slika 15: Prikaz simulacije za jutranjo konico za leto 2008	22
Slika 16: Prikaz simulacije za popoldansko konico za leto 2008	24
Slika 17: Prikaz štirikrakega semaforiziranega križišča z dodatnima pasovoma, vodenima mimo križišča za desne zavijalce	26
Slika 18: Prikaz simulacije izboljšav za jutranjo konico za leto 2008	27

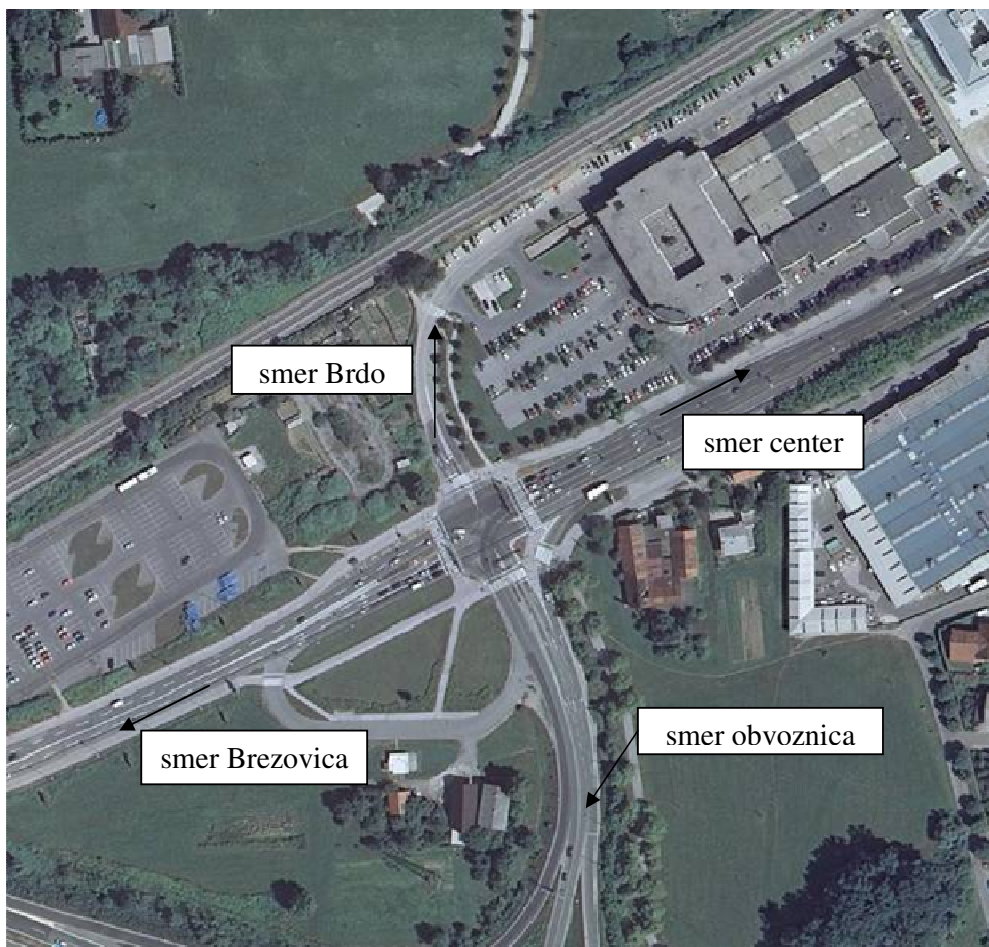
Slika 19: Prikaz simulacije izboljšav za popoldansko konico za leto 2008	29
Slika 20: Prikaz štirikrakega spiralnega krožnega križišča	31
Slika 21: Prikaz simulacije spiralnega krožnega križišča za jutranjo konico za leto 2008	32
Slika 22: Prikaz simulacije spiralnega krožnega križišča za popoldansko konico za leto 2008	34
Slika 23: Prikaz štirikrakega spiralnega krožnega križišča z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste	36
Slika 24: Prikaz simulacije spiralnega krožnega križišča z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste za jutranjo konico za leto 2008	37
Slika 25: Prikaz simulacije spiralnega krožnega križišča z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste za popoldansko konico za leto 2008	39
Slika 26: Prikaz simulacije za jutranjo konico za leto 2032	41
Slika 27: Prikaz simulacije za popoldansko konico za leto 2032	43
Slika 28: Prikaz simulacije spiralnega krožnega križišča z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste za jutranjo konico za leto 2032	45
Slika 29: Prikaz simulacije spiralnega krožnega križišča z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste za popoldansko konico za leto 2032	47
Slika 30: Koncept spiralnega krožnega križišča (vir: Ir. L.G.H. Fortuijn, Turbo-Kreisverkehre)	56

1 UVOD

Z glavnim mestom Ljubljana je ljubljanska urbana regija najpomembnejši cilj migracijskih tokov v Sloveniji. Mestna občina Ljubljana oblikuje gravitacijsko središče regije, v katerem se združujejo glavni regijski in medregijski tokovi ter, v povezavi z letališčem Jožeta Pučnika, tudi mednarodni migracijski tokovi. Poleg tega pomeni tudi križišče med V. in X. TEN-koridorjem. V Ljubljani tako prihaja do zgostitev prometnih tokov, ki se v konicah kažejo kot prometni zastoji v cestnem prometu. Take razmere v prometu, ki so v glavnem posledica dnevnih migracij z osebnimi vozili, vodijo do časovnih zamud potnikov, čezmernega obremenjevanja okolja z emisijami prometa in hrupom ter slabega stanja prometne varnosti.

V oceni stanja je ugotovljeno, da so za Ljubljano značilne visoke dnevne migracije. Visoka stopnja motoriziranosti in razpršena poselitev vodita k zmanjševanju potovanj z javnimi vozili in porastu potovanj z zasebnimi prevozi. V Mestno občino Ljubljana pride vsak dan na delo ali v šolo okoli 140.000 ljudi iz drugih občin v širšem prostoru, k čemur je potrebno dodati tudi znaten delež primestnih potovanj iz drugih razlogov, kot so službene poti, nakupovanje in prosti čas.

Kot pri vseh mestnih vpadnicah, se tudi na območju JZ dela Ljubljane soočamo s prometnimi zastoji, tako v jutranjih kot tudi popoldanskih konicah. Eno izmed zelo obremenjenih križišč je tudi križišče na Dolgem mostu, kjer prihaja do križanj Tržaške ceste iz smeri Brezovice, priključka Ljubljana zahod južne obvoznice, Tržaške ceste iz smeri Centra in Fajfarjeve ulice (Slika 1).



Slika 1: Križišče na Dolgem mostu, letalski posnetek obstoječega stanja (vir: <http://www.geopedia.si>)

V 16-urnem štetju, ki je bilo opravljeno v letu 2008, je križišče prepeljalo 48.703 vozil. Do zastojev prihaja tako v jutranji kot tudi v popoldanski konici, kar je razvidno tudi na naslednjih slikah.



Slika 2: Kolona vozil iz smeri Brezovice v jutranji konici



Slika 3: Kolona vozil iz smeri južne obvoznice v jutranji konici



Slika 4: Kolona vozil iz smeri Centra v popoldanski konici



Slika 5: Nadaljevanje kolone vozil iz smeri Centra v popoldanski konici

Izgradnja novega križišča je torej nujna. Diplomaska naloga obsega idejno zasnovo preureditve obstoječega križišča. Do najbolj optimalne rešitve smo prišli s simulacijami različnih preureditev križišča, tako za jutranjo kot tudi za popoldansko konico. Upoštevali smo prometne obremenitve za leto 2008 ter za plansko obdobje, to je leto 2032.

Pri izbiri posameznih rešitev (variant) preureditve križišča smo upoštevali naslednje kriterije:

- čim večja pretočnost križišča,
- skladnost gradbeno-tehničnih elementov križišča in priključnih cest,
- prostorska izvedljivost in
- zagotavljanje zadostne prometne varnosti vseh udeležencev v prometu.

2 PROSTORSKE RAZMERE

2.1 Morfologija in prostorski pogoji

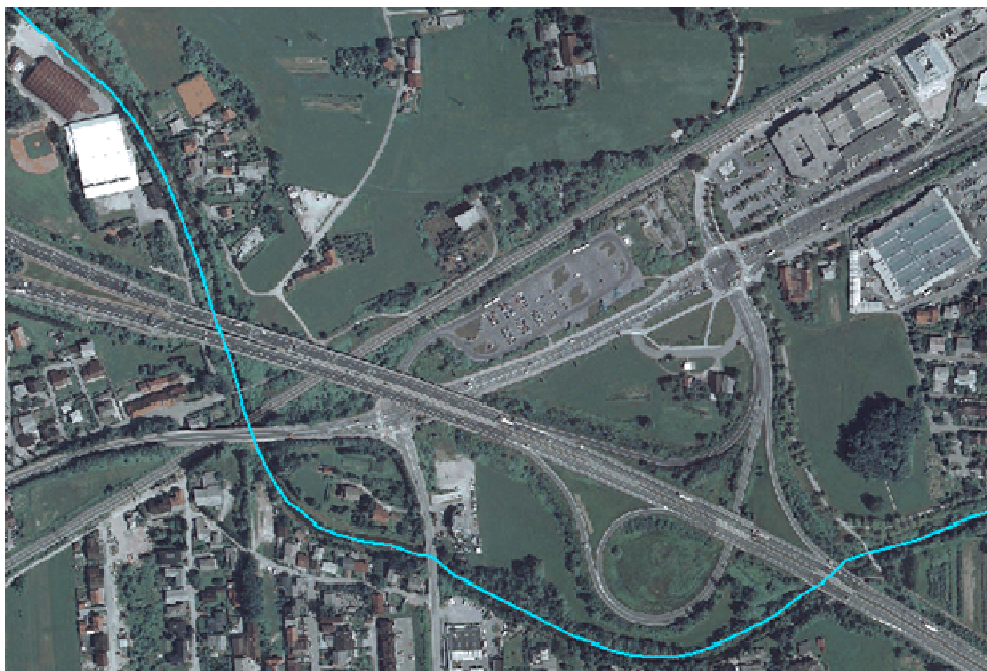
Teren, kjer je predvidena denivelacija križišča, je povsem ravninski. Vendar smo na eni strani omejeni s traso južne obvoznice, na drugi strani pa z železniško progo Ljubljana – Sežana d.m., kar je bistveno vplivalo na izbiro geometrije in višinskega poteka novega križišča. Izogniti smo se morali tudi poslovni zgradbi Kmetijske zadruge Gruda in pripadajočemu parkirišču.

2.2 Urbanizem in pozidava

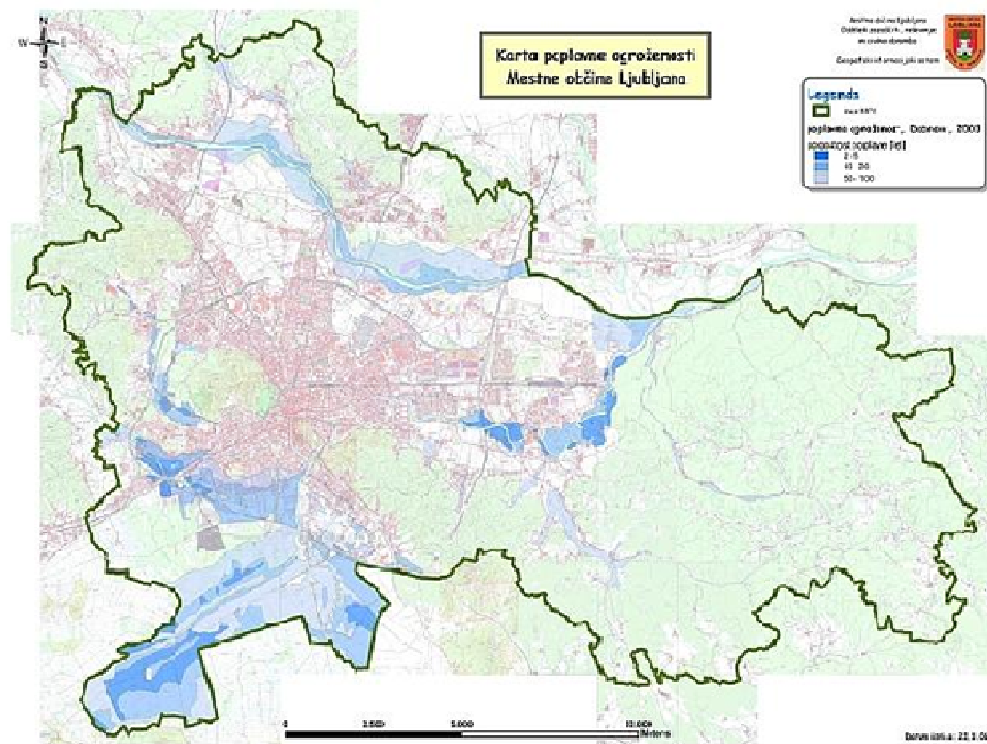
Zaradi omejenega prostora se nikakor ne bo mogoče izogniti vsem obstoječim objektom. Pri izgradnji južnega kraka križišča se predvidi rušenje nekaterih objektov.

2.3 Hidrološke razmere

V bližini denivelacije križišča se nahaja hudourniški vodotok Mali Graben. Gre za umetno urejeni razbremenilni kanal reke Gradaščice, ki je bil izkopen zaradi pogostega poplavljanja ljubljanskega mestnega predela Trnovo. Zaradi možnosti poplavljanja Malega Grabna, je v primeru rešitve, ko naj bi trasa Fajfarjeve ulice potekala pod železniško progo, potrebno posvetiti posebno pozornost pri projektiranju podvoza ter ureditvi ustreznega odvodnjavanja



Slika 6: Hidrografija (Mali Graben) (vir: <http://www.geo-zs.si>)



Slika 7: Karta poplavne ogroženosti MOL (vir: <http://www.ljubljana.si>)

2.4 Varstvo naravne in kulturne dediščine

Pri izvedbi denivelacije križišča moramo upoštevati potek poti Pot ob žici (nekoč Pot spominov in tovarištva), saj je pot zaščiten kot zgodovinski spomenik in spomenik oblikovane krajine. Pot prečka Tržaško cesto, kar je vidno na sliki 7.



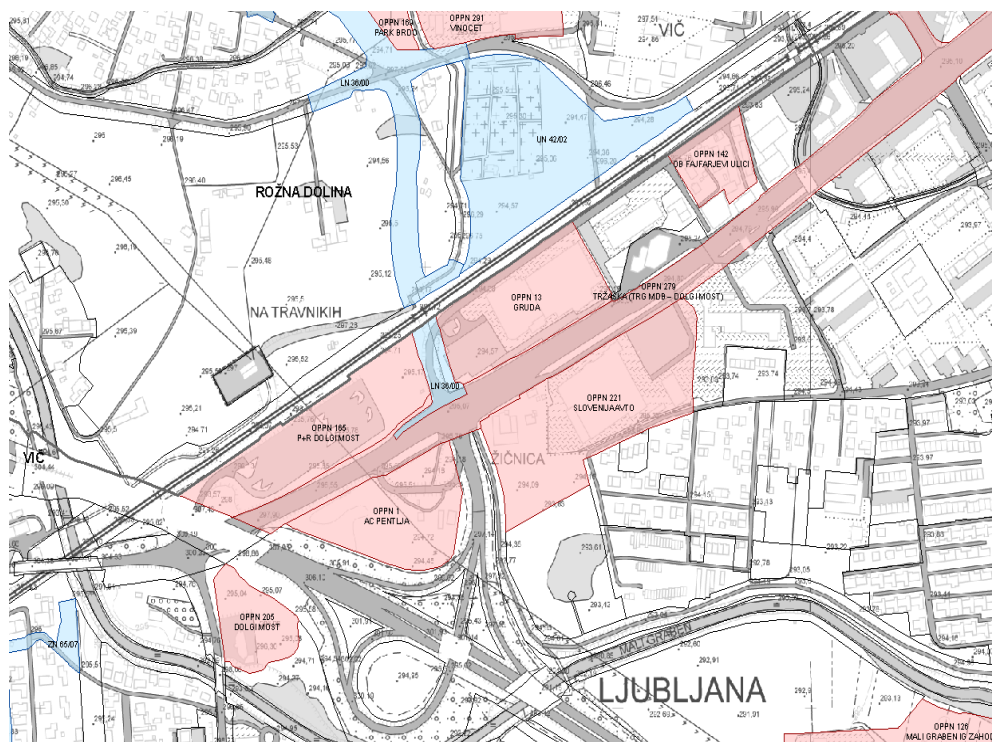
Slika 8: Potek trase Pot ob žici (vir: <http://earth.google.com>)

2.5 Prostorsko izvedbeni načrti

Mestni svet Mestne občine Ljubljana je na svoji seji julija 2010 sprejel Odlok o Občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – strateški del (v nadaljevanju OPN MOL SD) in Odlok o Občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – izvedbeni del (v nadaljevanju: OPN MOL ID).

OPN MOL SD je strateški prostorski akt, ki določa izhodišča, cilje in zasnovo prostorskega razvoja v MOL, usmeritve za razvoj poselitve in razvoj v krajini ter usmeritve za prostorske ureditve lokalnega pomena in za umeščanje objektov v prostor. OPN MOL ID določa enote urejanja prostora, namensko rabo prostora, splošne prostorske izvedbene pogoje, podrobne prostorske izvedbene pogoje in usmeritve za pripravo občinskih podrobnih prostorskih načrtov (OPPN).

Naše območje bodo urejali 4 OPPN-ji, ki naj bi se izdelali (rdečo območje) in 1 LN, ki je že bil sprejet in ostaja v veljavi (modro območje). Gre za navezavo Fajfarjeve ulice na Cesto Dolomitskega odreda.



Slika 9: OPN MOL ID (vir: <https://urbanizem.ljubljana.si>)

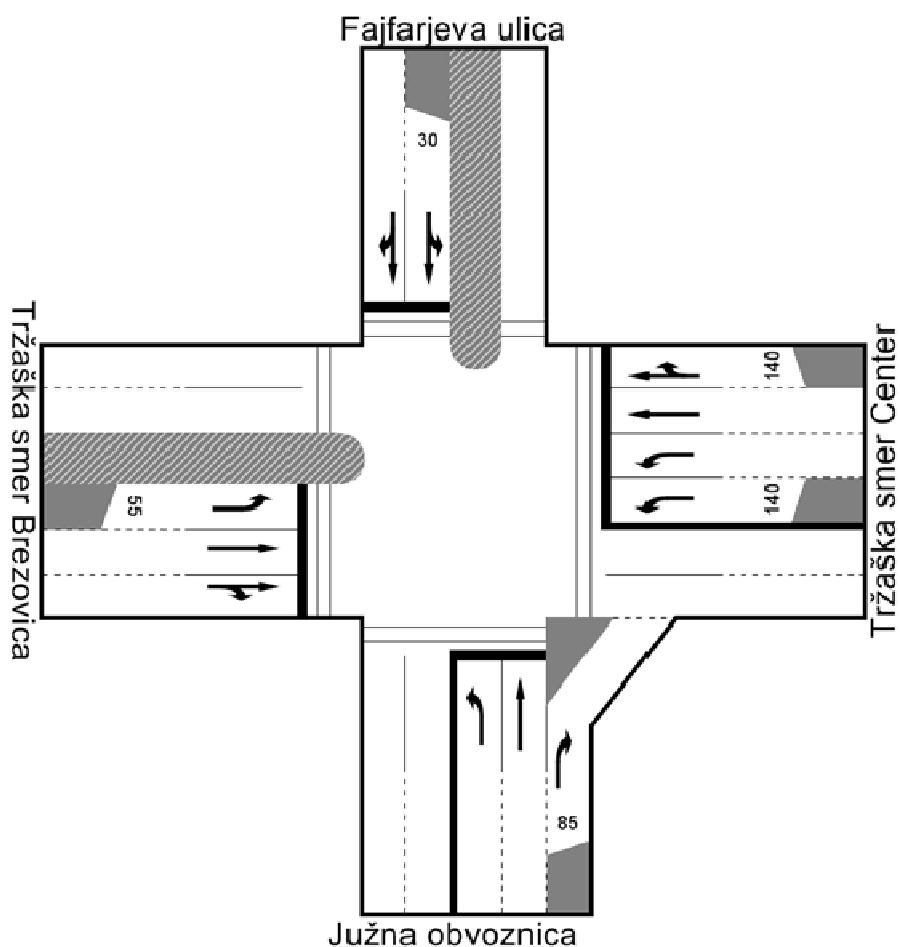
3 PROMETNE OBREMENITVE

3.1 Prometne obremenitve za obstoječe stanje

Prometne obremenitve za obravnavano križišče smo pridobili na podlagi štetja, ki ga je Mestna občina Ljubljana opravila leta 2008.



Slika 10: Območje obravnavanega križišča (vir: Promet MOL 2005)



Slika 11: Geometrija križišča – obstoječe stanje

V Preglednici 1 in Preglednici 2 so prikazane merodajne prometne obremenitve, izračunane po enčbi (1), za jutranjo in popoldansko konico za vse smeri posebej, pri čemer smo prvotne rezultate štetja morali skalibrirati. Štetje je bilo opravljeno v samem križišču, kar pa ne prikaže realnih razmer, ki se dogajajo v konicah. Na podlagi večkratnega opazovanja območja obravnavanega križišča smo ugotovili zaježitvene dolžine kolon vozil tako v jutranji kot tudi v popoldanski konici.

V jutranji konici je bil problematičen krak iz smeri južne obvoznice. Realne podatke o prometnih obremenitvah smo dosegli s povečanjem merodajne obremenitve, na račun korekcija faktorja urne konice (peak hour factor – PHF_{kor}). Glede na štetje bi bil ta okrog 0,95,

v izračunu pa smo prevzale vrednost 0,8. Na ta način smo v simulacijskem modelu dobili podobno zajezitveno dolžino kot v primeru opazovanja.

V popoldanski konici je bil problematičen krak iz smeri Centra. Tudi tukaj smo na podlagi zajezitvene dolžine kolon vozil povečali prometne obremenitve z upoštevanjem $PHF_{kor} = 0,7$.

Na ostalih krakih faktor urne konice pri določanju merodajnih obremenitev ni bil upoštevan, saj so razmere na terenu ustrezale simulacijskemu modelu (vizuelno opazovanje).

$$Q_{mer,i} = \frac{Q_{dej,i}}{PHF_{kor,i}} \quad (1)$$

Preglednica 1: Merodajne prometne obremenitve v jutranji konici za l. 2008 (vozil/h)

Priključek Lj. Zahod

	levo	naravnost	desno	skupaj
VSA VOZILA	374	361	1657	2393
OSEBNA	318	336	1554	2208
AVTOBUSI	0	0	12	12
LAH. TOVORNA	42	24	77	143
TEŽ. TOVORNA	14	1	14	30

Tržaška c. iz smeri Center

	levo	naravnost	desno	skupaj
VSA VOZILA	545	327	16	888
OSEBNA	464	279	14	757
AVTOBUSI	7	18	0	25
LAH. TOVORNA	57	26	2	85
TEŽ. TOVORNA	17	4	0	21

Fajfarjeva ul.

	levo	naravnost	desno	skupaj
VSA VOZILA	34	95	33	162
OSEBNA	27	60	28	115
AVTOBUSI	0	2	0	2
LAH. TOVORNA	7	29	5	41
TEŽ. TOVORNA	0	4	0	4

Tržaška c. iz smeri Brezovica

	levo	naravnost	desno	skupaj
VSA VOZILA	68	739	700	1507
OSEBNA	62	661	569	1292
AVTOBUSI	0	19	2	21
LAH. TOVORNA	6	41	111	158
TEŽ. TOVORNA	0	18	18	36

V jutranji konici, ki traja med 7:15 in 8:15, sta najbolj obremenjena kraka priključek Ljubljana zahod, ter Tržaška cesta iz smeri Brezovica. Število vozil iz smeri priključka Ljubljana zahod je 2393, od tega predstavljajo 92,2 % osebna vozila, 0,5 % avtobusi, 6,0 % lahka tovorna vozila ter 1,3 % težka tovorna vozila. Največ vozil, 1657 jih zavija desno na Tržaško cesto proti centru mesta, 374 desno na Tržaško cesto proti Brezovici in 361 vozil naravnost na Fajfarjevo ulico.

Število vseh vozil, ki prihajajo iz smeri Brezovica je 1507, od tega predstavljajo 85,7 % osebna vozila, 1,4 % avtobusi, 10,5 % lahka tovorna vozila ter 2,4 % težka tovorna vozila. Največ vozil, 739, potuje naravnost proti centru mesta, 700 jih zavija desno proti avtocesti in 68 levo na Fajfarjevo ulico.

Vozil, ki prihajajo po Tržaški cesti iz smeri centra mesta in po Fajfarjevi ulici, je bistveno manj. Vseh vozil iz smeri centra mesta je 888, od tega predstavljajo 85,2 % osebna vozila, 2,8 % avtobusi, 9,6 % lahka tovorna vozila ter 2,4 % težka tovorna vozila. Na Fajfarjevi ulici je v jutranji konici le 162 vseh vozil, 71,0 % osebnih vozil, 1,2 % avtobusov, 25,3 % lahkih tovornih vozil ter 2,5 % težkih tovornih vozil.

Preglednica 2: Merodajne prometne obremenitve v popoldanski konici za l. 2008 (vozil/h)

Priključek Lj. Zahod

	levo	naravnost	desno	skupaj
VSA VOZILA	260	179	819	1258
OSEBNA	231	155	739	1125
AVTOBUSI	0	0	7	7
LAH. TOVORNA	23	24	53	100
TEŽ. TOVORNA	6	0	20	26

Tržaška c. iz smeri Center

	levo	naravnost	desno	skupaj
VSA VOZILA	1361	806	16	2183
OSEBNA	1304	746	16	2066
AVTOBUSI	8	21	0	29
LAH. TOVORNA	42	36	0	78
TEŽ. TOVORNA	8	3	0	11

Fajfarjeva ul.

	levo	naravnost	desno	skupaj
VSA VOZILA	63	250	100	413
OSEBNA	59	240	84	383
AVTOBUSI	0	0	2	2
LAH. TOVORNA	4	10	13	27
TEŽ. TOVORNA	0	0	1	1

Tržaška c. iz smeri Brezovica

	levo	naravnost	desno	skupaj
VSA VOZILA	40	556	390	986
OSEBNA	35	492	341	868
AVTOBUSI	0	18	0	18
LAH. TOVORNA	5	38	39	82
TEŽ. TOVORNA	0	8	10	18

V popoldanski konici, ki traja med 15 in 16 uro, je najbolj obremenjen krak Tržaška cesta iz smeri centra mesta. Vseh vozil skupaj je 2183, od tega predstavljajo 94,6 % osebna vozila, 1,3 % avtobusi, 3,6 % lahka tovorna vozila in 0,5 % težka tovorna vozila. Največ vozil, 1361, jih zavija levo proti priključku na avtocesto, 806 vozil potuje naravnost in 16 vozil desno.

3.2 Napoved prometa v planskem obdobju

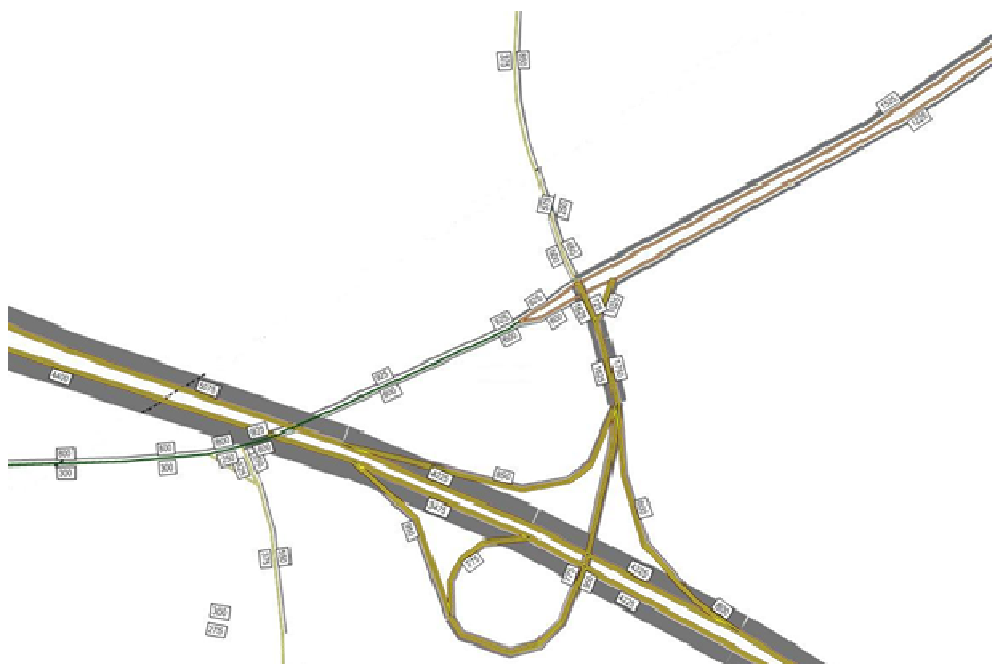
Plansko obdobje znaša 20 let od izgradnje novega križišča. Predvidimo, da bo križišče zgrajeno leta 2012. Variante so poleg prometnih obremenitev za leto 2008 narejene tudi na podlagi predvidenih prometnih obremenitev za leto 2032 ob koncu planskega obdobja. Preveritve so izdelane za jutranjo in popoldansko konico. Za oceno obremenitev v letu 2032 smo uporabili podatke za leto 2020 (upoštevana nova cestna mreža; izgradnja Fajfarjeve ulice) ter z upoštevanjem letne rasti prometa 0,5 % (ekspertna ocena po navodilih somentorja)

določili prometne obremenitve za leto 2032. Skupne prometne obremenitve za leto 2032 dobimo tako, da pri prometnih obremenitvah za leto 2020 upoštevamo normalni porast prometa 2020 — 2032, kar pomeni 6,2 % v 12 letih.

$$V_{2032} = V_{2020} * 1,005^{12} \quad (2)$$



Slika 12: Predvidene prometne obremenitve za jutranjo konico 2020 (vir: Promet PNZ)



Slika 13: Predvidene prometne obremenitve za popoldansko konico 2020 (vir: Promet PNZ)

Ker smo imeli podatke o obremenitvah le za celoten krak in za skupno število vseh vozil, smo za razporeditev po smereh in razmerja med različnimi tipi vozil upoštevali enako razporeditev in razmerje kot pri obremenitvah za leto 2008.

Prometne obremenitve za konec planske dobe leta 2032 za jutranjo in popoldansko konico so prikazane v Preglednici 3 in Preglednici 4 za vse smeri posebej.

Preglednica 3: Predvidene prometne obremenitve v jutranji konici za leto 2032

Priključek Lj. Zahod

	levo	naravnost	desno	skupaj
VSA VOZILA	125	591	1380	2097
OSEBNA	106	550	1294	1951
AVTOBUSI	0	0	10	10
LAH. TOVORNA	14	39	64	117
TEŽ. TOVORNA	5	2	12	19

Tržaška c. iz smeri Center

	levo	naravnost	desno	skupaj
VSA VOZILA	518	165	81	763
OSEBNA	441	140	71	652
AVTOBUSI	7	9	0	16
LAH. TOVORNA	54	13	10	77
TEŽ. TOVORNA	16	2	0	18

Fajfarjeva ul.

	levo	naravnost	desno	skupaj
VSA VOZILA	9	389	48	445
OSEBNA	7	245	41	293
AVTOBUSI	0	8	0	8
LAH. TOVORNA	2	119	7	128
TEŽ. TOVORNA	0	16	0	16

Tržaška c. iz smeri Brezovica

	levo	naravnost	desno	skupaj
VSA VOZILA	150	544	478	1171
OSEBNA	136	486	388	1011
AVTOBUSI	0	14	1	15
LAH. TOVORNA	13	30	76	119
TEŽ. TOVORNA	0	13	12	26

Preglednica 4: Predvidene prometne obremenitve v popoldanski konici za leto 2032

Priključek Lj. Zahod

	levo	naravnost	desno	skupaj
VSA VOZILA	200	570	1088	1858
OSEBNA	177	494	982	1653
AVTOBUSI	0	0	9	9
LAH. TOVORNA	18	76	70	165
TEŽ. TOVORNA	5	0	27	31

Tržaška c. iz smeri Center

	levo	naravnost	desno	skupaj
VSA VOZILA	833	724	61	1618
OSEBNA	798	670	61	1529
AVTOBUSI	5	19	0	24
LAH. TOVORNA	25	32	0	58
TEŽ. TOVORNA	5	3	0	7

Fajfarjeva ul.

	levo	naravnost	desno	skupaj
VSA VOZILA	9	460	50	519
OSEBNA	8	441	42	491
AVTOBUSI	0	0	1	1
LAH. TOVORNA	1	18	6	25
TEŽ. TOVORNA	0	0	0	0

Tržaška c. iz smeri Brezovica

	levo	naravnost	desno	skupaj
VSA VOZILA	56	163	425	644
OSEBNA	49	145	371	565
AVTOBUSI	0	20	0	20
LAH. TOVORNA	7	11	42	61
TEŽ. TOVORNA	0	2	11	13

4 ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA TER ANALIZE RAZLIČNIH VARIANTNIH UREDITEV KRIŽIŠČA S POMOČJO SIMULACIJSKEGA PROGRAMA VISSIM

Simulacije obravnavanega križišča smo naredili s pomočjo programa VISSIM (Verkehr in Stadten Simulation; PTV AG, Nemčija). Z njim je mogoče analizirati obstoječa prometna stanja, z možnostjo analize bodočih prometnih rešitev in planov.

V prvem koraku smo vnesli ozadje obravnavanega območja. Kvalitetno ozadje je bistvenega pomena pri izdelavi simulacije, saj je možno oblikovati dejansko obliko križišča ter določiti dolžino pasov in širino cest. Za ozadje smo dodali orto foto posnetek in določili pravilno merilo slike.

Ko imamo v ozadju kvalitetno podlago s pomočjo miške enostavno rišemo posamezne vezi, ki predstavljajo osi ceste. V pogovornem oknu za vezi določimo ime ceste, širino in število pasov, smer vožnje itn. Ko imamo izrisane vse vezi, jih moramo med seboj povezati, predvsem v območju križišča. Risanje povezav - konektorjev med povezavami poteka enako kot risanje vezi.

Preden vnesemo v program prometne obremenitve po posameznih smereh moramo nastaviti: tipe voznikov in njihovih karakteristik, hitrostne karakteristike glede na vrsto vozila ter strukturo vozil. Pri tem upoštevamo strukturo vozil, ki je bila določena pri štetju prometa. Strukturo vozil torej sestavljajo:

- osebna vozila,
- avtobusi,
- lahka tovorna vozila in
- težka tovorna vozila.

Nato smo po strukturi vozil vnesli promet na vhodnih cestah mreže ter pešce in kolesarje. S tem smo podali število vstopnih vozil. S kliki miške smo nato določili izvorno vez in pokazali ponorno vez, s katero smo določili smer vožnje vozil v križišču. V pogovornem oknu smo nato vnesli število desnih in levih zavijalcev ter vozil, ki so peljala naravnost.

V primerih, kjer prihaja do prepletanj dveh vozišč (oba priključka iz južne obvoznice), smo morali določiti, katera vozila imajo prednost in določiti parametre, koliko mora znašati ali časovna vrzel ali vrzel v razdalji, da ne bi prihajalo do izsiljevanja in nesreč.

Na koncu smo v pogovornem oknu izdelali krmilni program našega semaforiziranega križišča, ki ga kasneje s pomočjo miške vstavimo v križišče. Z določitvijo mest semaforjev istočasno določimo črto zaustavitve vozila pred križiščem. Krmilni program za jutranjo in popoldansko konico je priložen v prilogi.

Pred samim zagonom simulacije smo še določili, katere rezultate naj nam prikaže v izhodni datoteki. V rezultatih so prikazani podatki:

- iz katere smeri prihaja vozilo,
- kam zavija vozilo,
- povprečna dolžina kolone vozil v metrih,
- maksimalna dolžina kolone vozil v metrih,
- zamude vseh vozil v sekundah,
- čas čakanja vozil v sekundah in
- povprečno število zaustavitev vozil.

V nadaljevanju so prikazani rezultati simulacij različnih variant ureditev križišča za leti 2008 in 2032. Za vsako leto sta posebej prikazani jutranja in popoldanska konica.

Simulacije za jutranjo kot tudi popoldansko konico so trajale 3600 sekund.

4.1 Rezultati simulacij za leto 2008

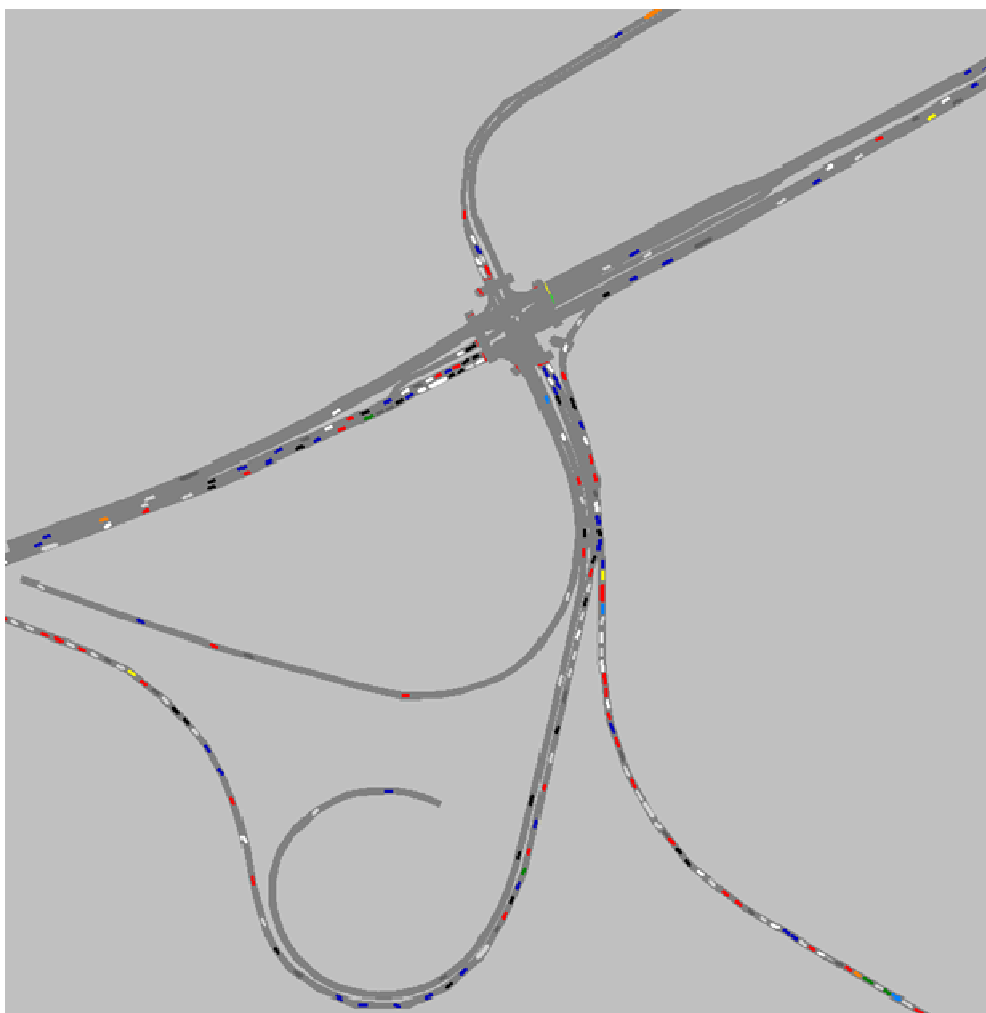
Najprej bodo prikazani rezultati simulacije za obstoječe stanje križišča, torej štirikrako semaforizirano križišče, posebej za jutranjo in popoldansko konico. Sledijo rezultati simulacij, za primer kratkoročnih ukrepov. V kratkoročnih ukrepih smo dodali pas za vključevanje desnih zavijalcev iz smeri avtoceste na Tržaško cesto, ki so vodeni mimo križišča, naredili smo ločen pas za vodenje desnih zavijalcev mimo križišča na Fajfarjevi ulici, ter optimizirali krmilni program tako za jutranjo (JK) kot tudi za popoldansko konico (PK). Nato bodo prikazane rešitve za primer, ko semaforizirano križišče zamenja štirikrako spiralno krožno

križišče z dvema uvoznima voznima pasovoma. Kot zadnji rezultati so prikazane simulacije prav tako štirikrakega spiralnega krožnega križišča, pri čemer vodimo Tržaško cesto izvennivojsko.

4.1.1 Obstoječe štirikrako semaforizirano križišče za leto 2008 - jutranja konica



Slika 14: Prikaz štirikrakega semaforiziranega križišča



Slika 15: Prikaz simulacije za jutranjo konico za leto 2008

Preglednica 5: Rezultati simulacije po smereh za JK 2008

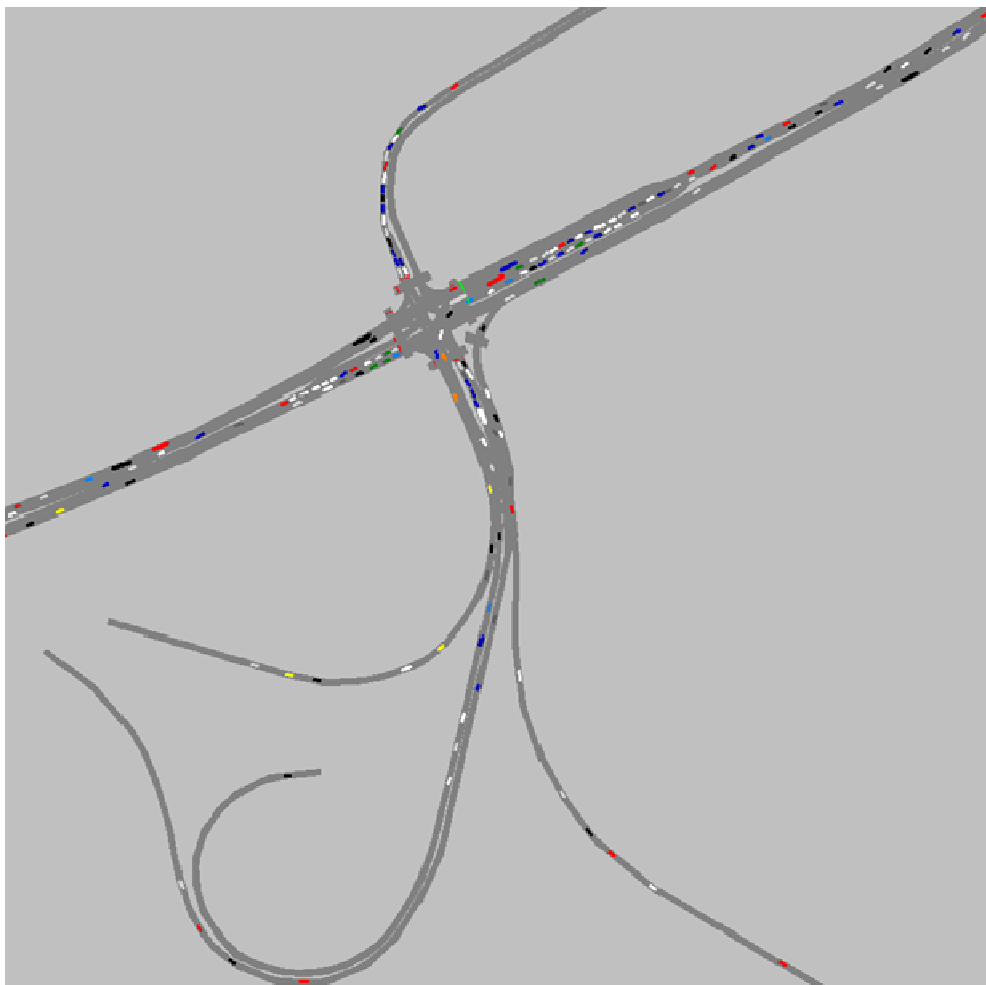
iz smeri	proti smeri	povp. kolona (m)	maks. kolona (m)	zamude vsi (s)	čas čakanja (s)	št. zaustavitev
AC-Kozarje	Center	368	506	67,1	4,9	1,0
AC-Kozarje	Brdo	12	63	91,3	32,4	1,4
AC-Kozarje	Brezovica	49	505	101,8	39,1	1,7
AC-Malence	Center	354	388	584,0	290,4	19,7
AC-Malence	Brdo	354	388	714,6	374,3	23,1
AC-Malence	Brezovica	354	388	700,5	372,5	23,0
Center	Brdo	2	30	12,1	8,7	0,5
Center	Brezovica	16	89	13,5	9,8	0,5
Center	AC-Malence	11	64	26,3	21,0	0,7
						se nadaljuje...

...nadaljevanje						
Center	AC-Kozarje	16	89	26,7	20,8	0,7
Brezovica	Center	211	506	87,5	57,3	1,7
Brezovica	Brdo	165	506	81,2	50,6	2,1
Brezovica	AC-Malence	211	506	140,3	91,3	2,6
Brezovica	AC-Kozarje	211	506	129,2	83,5	2,4
Brdo	Center	7	65	49,1	37,9	1,8
Brdo	Brezovica	6	50	35,1	30,3	0,7
Brdo	AC-Malence	7	65	45,8	39,6	0,9
Brdo	AC-Kozarje	6	50	43,2	37,6	0,9
Celotno križišče		131	506	103,9	51,3	2,5

Za jutranjo konico v letu 2008 je razvidno, da so najbolj obremenjene smeri, ki vodijo proti središču mesta. Tako na sliki simulacije kot tudi v Preglednici 5 sta oba izvoza iz avtoceste zelo obremenjena. Iz obeh smeri, tako iz smeri Kozarij, predvsem pa iz smeri Malenc, vozila stojijo že na zaviralnem pasu za izvoz proti križišču. Povprečna kolona vozil je tam dolga preko 350 metrov, povprečna zamuda vseh vozil iz smeri Malenc je 700 sekund, pri čemer morajo čakati preko 370 sekund. Pri tem se morajo 23-krat zaustaviti. Druga zelo obremenjena smer je iz smeri Brezovice. Tu je povprečna dolžina kolone več kot 200 metrov z maksimalno dolžino tudi 500 metrov, zamuda vseh vozil, ki zavijajo proti avtocesti pa je 130 sekund.

Za celotno križišče velja, da je povprečna kolona vozil dolga 131 metrov, zamude vseh vozil znašajo 104 sekunde, čas čakanja je 51 sekund, povprečno pa se ustavijo 2,5-krat.

4.1.2 Obstoječe štirikrako semaforizirano križišče za leto 2008 - popoldanska konica



Slika 16: Prikaz simulacije za popoldansko konico za leto 2008

Preglednica 6: Rezultati simulacije po smereh za PK 2008

iz smeri	proti smeri	povp. kolona (m)	maks. kolona (m)	zamude vsi (s)	čas čakanja (s)	št. zaustavitev
AC-Kozarje	Center	3	77	7,9	1,9	0,3
AC-Kozarje	Brdo	7	37	35,2	28,4	0,8
AC-Kozarje	Brezovica	25	75	95,2	74,2	2,6
AC-Malence	Center	0	27	10,7	2,4	0,4
AC-Malence	Brdo	0	27	39,2	31,2	0,9
AC-Malence	Brezovica	0	27	92,0	67,9	2,8
						se nadaljuje...

...nadaljevanje						
Center	Brdo	6	67	11,7	8,2	0,5
Center	Brezovica	16	122	16,4	11,8	0,5
Center	AC-Malence	34	433	85,6	38,8	2,2
Center	AC-Kozarje	302	486	114,0	63,2	2,5
Brezovica	Center	40	165	35,3	27,0	0,9
Brezovica	Brdo	2	24	44,1	38,3	0,9
Brezovica	AC-Malence	40	165	47,6	36,6	1,1
Brezovica	AC-Kozarje	40	165	39,3	30,2	0,9
Brdo	Center	68	249	106,8	86,0	2,3
Brdo	Brezovica	71	249	101,4	85,2	1,7
Brdo	AC-Malence	68	249	108,0	89,0	1,9
Brdo	AC-Kozarje	71	249	98,2	79,5	1,8
Celotno križišče		44	486	55,1	35,5	1,3

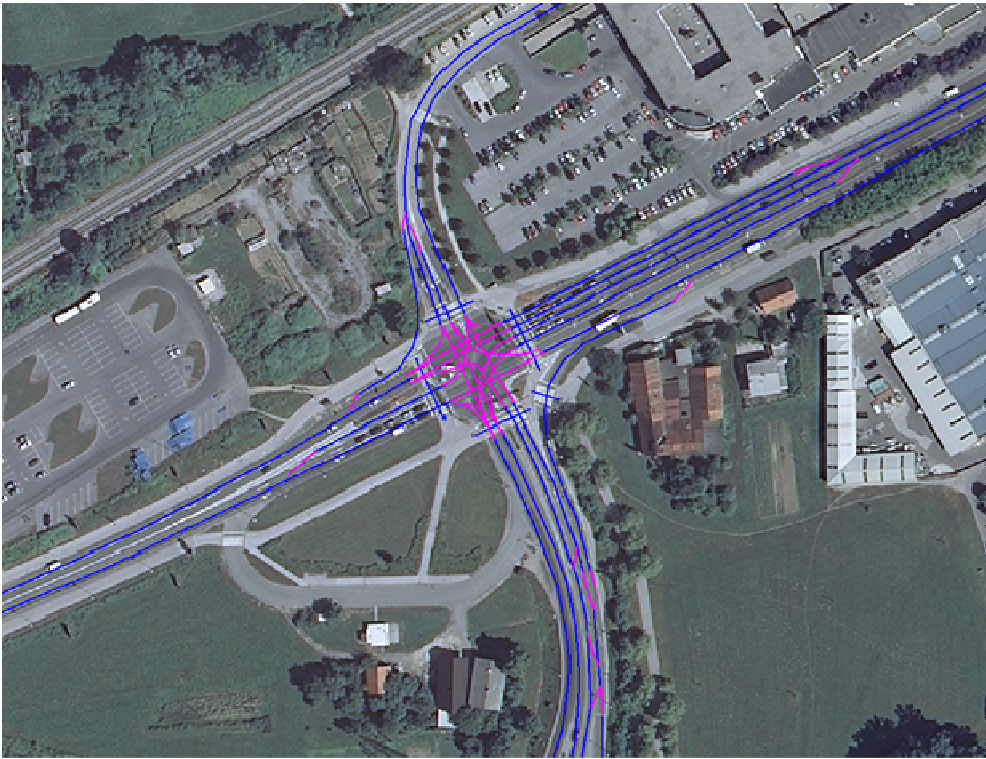
V popoldanski konici so prometni tokovi, glede na jutranjo konico obratni, saj poteka promet iz mesta ven. Najbolj obremenjena je Tržaška cesta iz smeri Centra. Nastajajo kolone in posledično zamude za vozila, ki zavijajo levo proti južni obvoznici, predvsem na pasu, ki vodi za smer proti Kozarjem. Tu je povprečna kolona vozil dolga 302 metra, maksimalna dolžina kolone je na obeh pasovih za leve zavijalce znašala več kot 400 metrov, zamuda vseh vozil je 86 sekund oziroma 114 sekund za smer Kozarje, čas čakanja je 39 sekund oziroma 63 sekund, povprečno pa se morajo vozila ustaviti več kot 2-krat. Obremenjena je tudi Fajfarjeva ulica, kjer so zamude vseh vozil več kot 100 sekund, čas čakanja pa je več kot 80 sekund.

Za celotno križišče velja, da je povprečna kolona vozil dolga 44 metrov, zamude vseh vozil znašajo 55,1 sekund, čas čakanja je 35,5 sekund, vozila pa se povprečno ustavijo 1,3-krat.

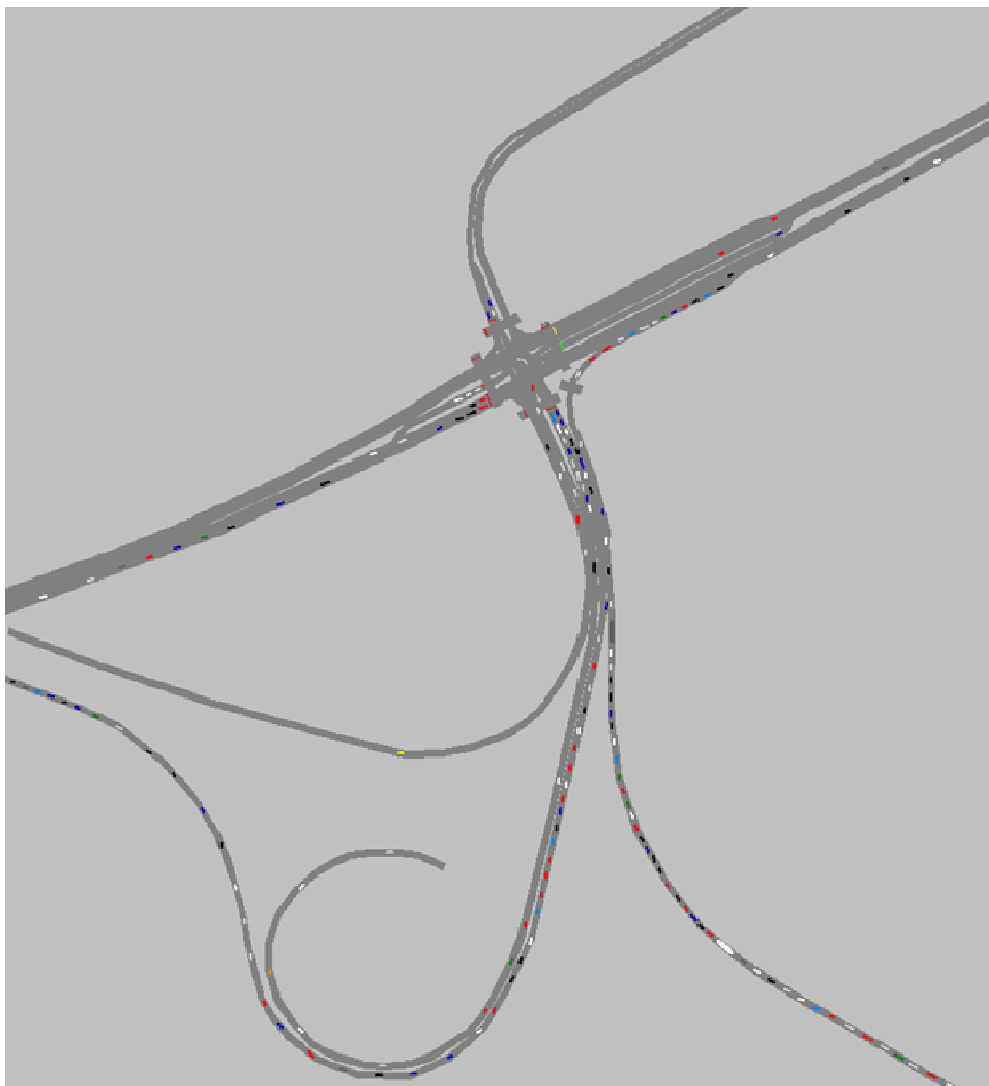
4.1.3 Kratkoročni ukrepi štirikrakega semaforiziranega križišča za leto 2008 - jutranja konica

Ukrepi, ki so izboljšali razmere v jutranji konici:

- dodatni pas za vključevanje desnih zavijalcev iz smeri avtoceste na Tržaško cesto, ki so vodeni mimo križišča in
- optimizacija krmilnega programa.



Slika 17: Prikaz štirirakega semaforiziranega križišča z dodatnima pasovoma, vodenima mimo križišča za desne zavijalce



Slika 18: Prikaz simulacije izboljšav za jutranjo konico za leto 2008

Z dodajanjem pasu za vključevanje voznikov na Tržaško cesto, smo premaknili kolono vozil na ta pas. Prej je kolona segala tudi do mesta, kjer se združujeta vozna pasova obeh izvozov z avtoceste, kar je tudi razvidno na sliki. S tem smo omogočili nemoteno razvrščanje vozil, ki pripeljejo z obeh izvozov avtoceste. Druga izboljšava je optimizacija krmilnega programa. Čas trajanja zelene luči na kraku iz smeri Brezovice smo podaljšali iz prejšnjih 31 na 36 sekund, pri čemer smo skrajšali za 5 sekund čas na kraku iz smeri Centra. Podaljšanje trajanja zelene luči iz smeri avtoceste ni prinesla izboljšav.

Preglednica 7: Rezultati simulacije izboljšav po smereh za JK 2008

iz smeri	proti smeri	povp. kolona (m)	maks. kolona (m)	zamude vsi (s)	čas čakanja (s)	št. zaustavitev
AC-Kozarje	Center	72	505	45,5	1,6	0,4
AC-Kozarje	Brdo	242	505	71,6	30,6	1,1
AC-Kozarje	Brezovica	319	510	85,2	37,7	1,4
AC-Malence	Center	349	385	541,7	259,9	18,8
AC-Malence	Brdo	349	385	658,5	335,3	23,6
AC-Malence	Brezovica	349	385	644,1	324,2	23,0
Center	Brdo	2	30	12,1	8,6	0,5
Center	Brezovica	18	95	13,8	10,0	0,5
Center	AC-Malence	13	75	30,2	24,4	0,7
Center	AC-Kozarje	18	95	30,6	24,3	0,8
Brezovica	Center	65	280	32,3	22,3	0,8
Brezovica	Brdo	3	42	39,2	29,0	1,1
Brezovica	AC-Malence	65	280	48,5	33,6	1,1
Brezovica	AC-Kozarje	65	280	47,5	33,3	1,0
Brdo	Center	7	65	50,8	38,8	1,8
Brdo	Brezovica	6	50	35,1	30,3	0,7
Brdo	AC-Malence	7	65	45,9	39,5	0,9
Brdo	AC-Kozarje	6	50	43,2	37,6	0,9
Celotno križišče		109	510	75,1	36,0	2,0

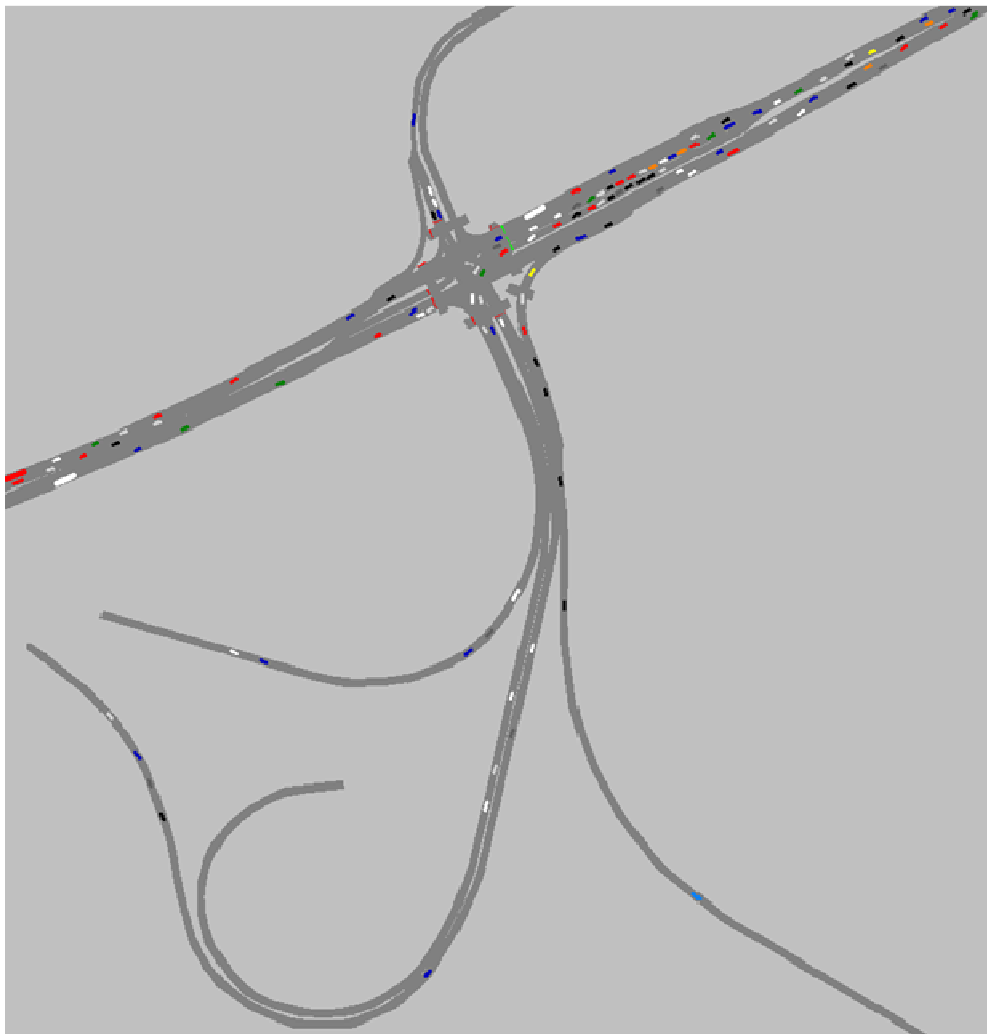
Čeprav povprečna in maksimalna kolona vozil iz smeri avtoceste ostajata približno enako dolgi kot v simulaciji obstoječega stanja, so sedaj zamude vseh vozil iz smeri Malenc le okoli 650 sekund. Prav tako smo za okoli 50 sekund skrajšali čas čakanja za vse smeri zavijanja. Število zaustavitev je enako kot pri simulaciji obstoječega stanja. Bistvena izboljšava je vidna na Tržaški cesti iz smeri Brezovice. Povprečna dolžina kolone je v tem primeru 65 metrov, maksimalna dolžina kolone se je skrajšala na 280 metrov, povprečne zamude vseh vozil so krajše od 50 sekund, čas čakanja nekaj nad 30 sekund, vozila pa se morajo sedaj ustaviti v povprečju le enkrat. S skrajšanjem trajanja zelene luči iz smeri Centra in Brda nismo bistveno poslabšali razmer na teh krakih. Čas zamud in čas čakanja se je povečal le za nekaj sekund, število zaustavitev pa je ostalo enako.

Za celotno križišče velja, da je povprečna kolona vozil dolga 109 metrov, zamude vseh vozil znašajo 75,1 sekund, čas čakanja je 36 sekund, vozniki pa se povprečno ustavijo 2-krat.

4.1.4 Kratkoročni ukrepi štirikrakega semaforiziranega križišča za leto 2008 popoldanska konica

Ukrepi, ki so izboljšali razmere v popoldanski konici:

- pas za desne zavijalce na Fajfarjevi ulici proti Brezovici, ki so vodeni mimo križišča in
- optimizacija krmilnega programa.



Slika 19: Prikaz simulacije izboljšav za popoldansko konico za leto 2008

Z ločeno vodenim pasom za desne zavijalce s Fajfarjeve ulice mimo križišča smo skrajšali kolono vozil in posledično zmanjšali zamude, hkrati pa zavijalcem ni potrebno čakati pred signalno napravo. Dodaten pas je viden na Sliki 19. Pri optimizaciji krmilnega programa smo

podaljšali trajanje zelene luči vozilom, ki prihajajo iz smeri Centra in zavijajo levo proti avtocesti iz 31 sekund na 36 sekund. Za 5 sekund smo skrajšali zeleno luč na kraku iz smeri Brezovice.

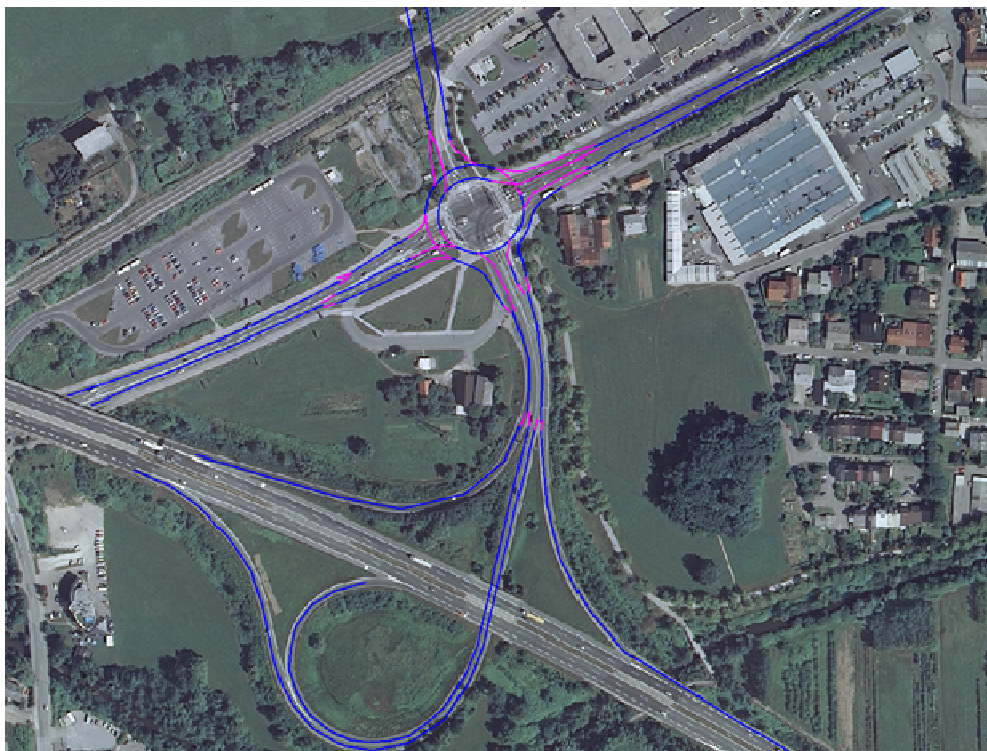
Preglednica 8: Rezultati simulacije izboljšav po smereh za PK 2008

iz smeri	proti smeri	povp. kolona (m)	maks. kolona (m)	zamude vsi (s)	čas čakanja (s)	št. zaustavitev
AC-Kozarje	Center	1	128	9,9	1,6	0,2
AC-Kozarje	Brdo	8	48	39,7	30,8	1,0
AC-Kozarje	Brezovica	53	277	88,8	65,8	2,3
AC-Malence	Center	15	170	21,2	4,6	0,6
AC-Malence	Brdo	15	170	43,5	27,9	1,1
AC-Malence	Brezovica	15	170	105,3	71,8	2,8
Center	Brdo	6	67	11,7	8,2	0,5
Center	Brezovica	16	122	16,5	11,9	0,5
Center	AC-Malence	28	124	55,6	26,7	1,3
Center	AC-Kozarje	185	479	71,9	38,3	1,6
Brezovica	Center	97	246	87,7	69,1	1,8
Brezovica	Brdo	1	30	84,4	68,3	2,1
Brezovica	AC-Malence	97	246	106,3	83,8	2,0
Brezovica	AC-Kozarje	97	246	101,6	81,2	1,9
Brdo	Center	16	95	52,6	41,3	1,4
Brdo	Brezovica	9	68	5,3	2,4	0,3
Brdo	AC-Malence	16	95	48,5	40,0	0,9
Brdo	AC-Kozarje	9	68	48,5	36,6	0,9
Celotno križišče		38	479	51,8	34,0	1,2

Najbolj problematična sta pasova levih zavijalcev proti avtocesti iz smeri Centra. S podaljšanjem časa zelene luči smo skrajšali čas zamud, ki so v tem primeru dolge 56 sekund proti Malencem in 72 sekund proti Kozarjem. Čas čakanja se je skrajšal in znaša 27 sekund proti Malencem in 38 sekund proti Kozarjem. Vozniki v teh smereh se povprečno ustavijo 1,3- oziroma 1,6-krat. Bistveno smo popravili tudi razmere na Fajfarjevi ulici iz smeri Brda. Povprečna dolžina kolone vozil se je skrajšala s 70 na 16 oziroma 9 metrov. Zamude vseh vozil so se skrajšale na okoli 50 sekund, čas čakanja, ki je bil prej okoli 90 sekund je sedaj 40 sekund. Vozila se morajo sedaj ustaviti manj kot 1-krat, le levi zavijalci proti Centru se morajo ustaviti v povprečju 1,4-krat.

Za celotno križišče velja, da je povprečna kolona vozil dolga 38 metrov, zamude vseh vozil znašajo 51,8 sekund, čas čakanja je 34 sekund, vozniki pa se povprečno ustavijo 1,2-krat.

4.1.5 Štirikrako spiralno krožno križišče za leto 2008 - jutranja konica



Slika 20: Prikaz štirikrakega spiralnega krožnega križišča

Gre za štirikrako krožno križišče s po dvema uvoznima pasovoma, le pas za desne zavijalce iz smeri avtoceste se vodi mimo križišča. Krožno križišče ima dva vozna pasova. Več o sami geometriji je opisano v poglavju 5.4.



Slika 21: Prikaz simulacije spiralnega krožnega križišča za jutranjo konico za leto 2008

Preglednica 9: Rezultati simulacije spiralnega krožnega križišča po smereh za JK 2008

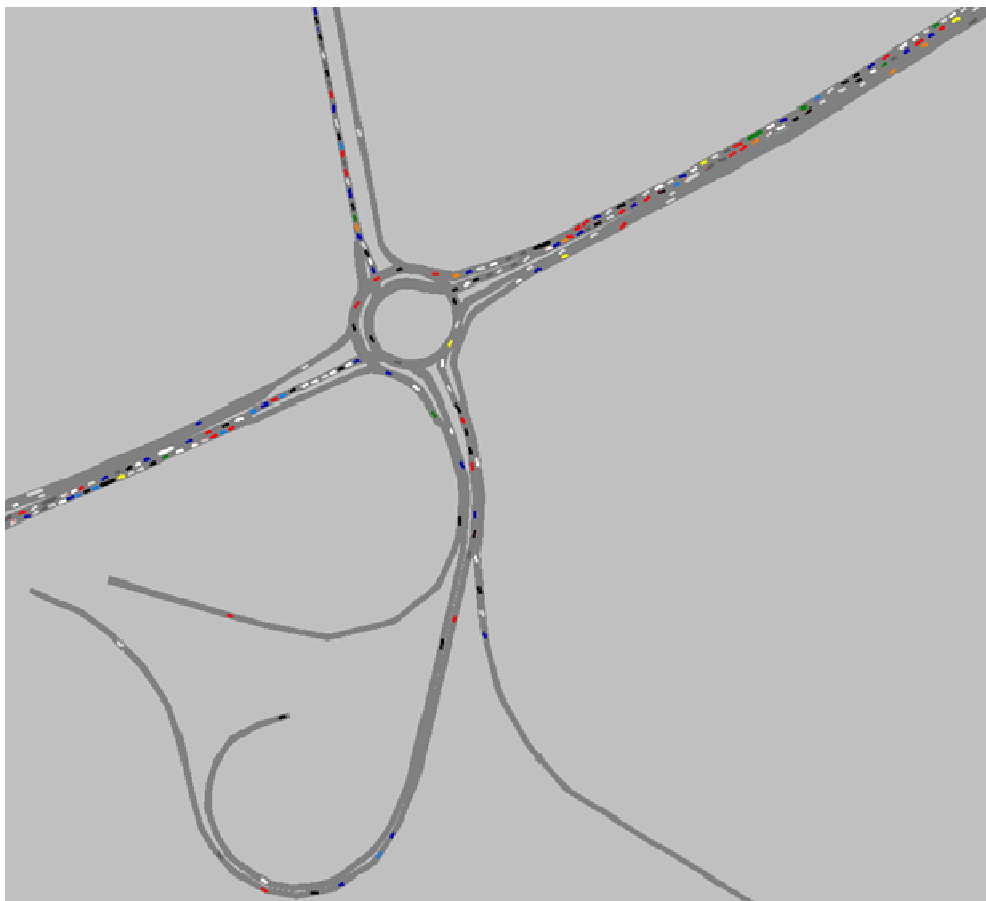
iz smeri	proti smeri	povp. kolona (m)	maks. kolona (m)	zamude vsi (s)	čas čakanja (s)	št. zaustavitev
AC-Kozarje	Center	2	132	10,5	0,2	0,0
AC-Kozarje	Brdo	2	132	45,5	7,9	1,3
AC-Kozarje	Brezovica	2	132	48,1	8,0	1,3
AC-Malence	Center	258	313	196,2	56,4	6,8
AC-Malence	Brdo	258	313	211,8	58,0	7,6
AC-Malence	Brezovica	258	313	217,9	55,3	7,3
Center	Brdo	13	122	14,0	0,7	0,2
Center	Brezovica	13	122	18,4	3,6	0,4
Center	AC-Malence	13	122	94,6	49,8	3,6
Center	AC-Kozarje	13	122	20,0	3,6	0,6
Brezovica	Center	60	176	74,8	12,3	2,2
						se nadaljuje...

...nadaljevanje						
Brezovica	Brdo	60	176	71,4	12,4	2,4
Brezovica	AC-Malence	60	176	34,8	9,7	0,8
Brezovica	AC-Kozarje	60	176	34,2	9,9	0,9
Brdo	Center	0	0	22,8	11,6	1,2
Brdo	Brezovica	0	0	8,0	3,3	0,4
Brdo	AC-Malence	0	0	17,8	10,9	0,9
Brdo	AC-Kozarje	0	0	10,1	4,5	0,5
Celotno križišče		67	313	59,9	15,4	1,9

Pri jutranji konici se izkaže, da krožno križišče izboljša razmere na vseh krakih križišča, predvsem iz smeri avtoceste in Brezovice. Povprečna kolona iz smeri Malenc je sedaj dolga 258 metrov, zamude vseh vozil trajajo nekaj nad 210 sekund, čas čakanja se je iz 270 sekund skrajšal na maksimalno 58 sekund, zaustaviti se morajo 7,6-krat. Iz smeri Brezovice je povprečna kolona dolga 60 metrov, zamude vseh vozil so maksimalno 75 sekund (prej 140 sekund), čas čakanja je dolg 12,4 sekund. Število zaustavitev je približno enako kot pri obstoječem semaforiziranem križišču.

Za celotno križišče velja, da je povprečna kolona vozil dolga 67 metrov, zamude vseh vozil so 59,9 sekund, čas čakanja je 15,4 sekund, vozniki pa se povprečno ustavijo 1,9-krat.

4.1.6 Štirikrako spiralno krožno križišče za leto 2008 - popoldanska konica



Slika 22: Prikaz simulacije spiralnega krožnega križišča za popoldansko konico za leto 2008

Preglednica 10: Rezultati simulacije spiralnega krožnega križišča po smereh za PK 2008

iz smeri	proti smeri	povp. kolona (m)	maks. kolona (m)	zamude vsi (s)	čas čakanja (s)	št. zaustavitev
AC-Kozarje	Center	0	0	2,6	0,0	0,0
AC-Kozarje	Brdo	0	0	10,0	0,6	0,3
AC-Kozarje	Brezovica	0	0	12,4	1,0	0,3
AC-Malence	Center	0	25	3,0	0,1	0,1
AC-Malence	Brdo	0	25	13,7	1,0	0,4
AC-Malence	Brezovica	0	25	15,0	1,2	0,4
Center	Brdo	293	356	139,3	11,1	2,3
Center	Brezovica	293	356	153,2	10,3	3,1
						se nadaljuje...

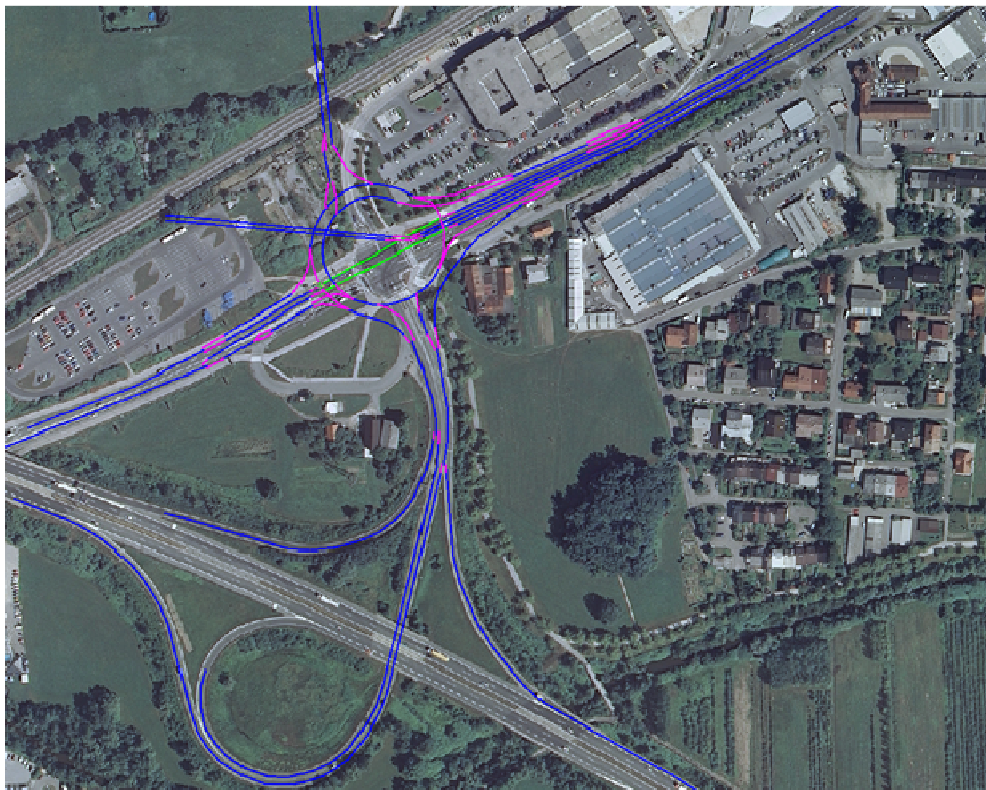
...nadaljevanje						
Center	AC-Malence	293	356	156,6	21,3	3,7
Center	AC-Kozarje	293	356	156,4	11,2	3,3
Brezovica	Center	138	172	288,1	139,9	9,6
Brezovica	Brdo	138	172	259,7	117,5	9,1
Brezovica	AC-Malence	138	172	140,9	64,2	4,5
Brezovica	AC-Kozarje	138	172	140,2	66,7	4,3
Brdo	Center	220	283	639,8	467,5	13,9
Brdo	Brezovica	220	283	489,0	331,3	11,6
Brdo	AC-Malence	220	283	603,4	430,0	13,8
Brdo	AC-Kozarje	220	283	550,5	373,4	12,9
Celotno križišče		130	356	140,8	49,1	3,6

Pri popoldanski konici se izkaže, da krožno križišče poslabša razmere glede na semaforizirano križišče. Zamude se skrajšajo le na kraku iz smeri avtoceste, na ostalih treh krakih pa se močno podaljšajo. Iz smeri Centra so povprečne kolone vozil dolge preko 290 metrov in zamude vseh vozil trajajo preko 150 sekund. Čas čakanja je sicer krajši, maksimalno 21 sekund za leve zavijalce proti Malencam, vendar se morajo v povprečju ustaviti skoraj 4-krat. Iz smeri Brda je povprečna kolona pri semaforiziranem križišču dolga 70 metrov, sedaj 220 metrov; zamude za vozila, ki zapeljejo na notranji pas krožnega križišča, so več kot 600 sekund; čas čakanja za ta vozila traja 430 oziroma 489 sekund, kar je posledica tudi geometrijskih zamud; povprečno pa se morajo vozniki zaustaviti skoraj 14-krat. Enako velja za vozila, ki prihajajo iz smeri Brezovice in se vključujejo na notranji pas krožnega križišča. Povprečna dolžina kolone je 138 metrov, zamude vseh vozil znašajo več kot 250 sekund, čas čakanja pa traja več kot 110 sekund. Povprečno se morajo vozniki zaustaviti več kot 9-krat.

Za celotno križišče velja, da je povprečna kolona vozil dolga 130 metrov, zamude vseh vozil znašajo 140,8 sekund, 49,1 sekunde je čas čakanja, povprečno pa se vozila ustavijo 3,6-krat.

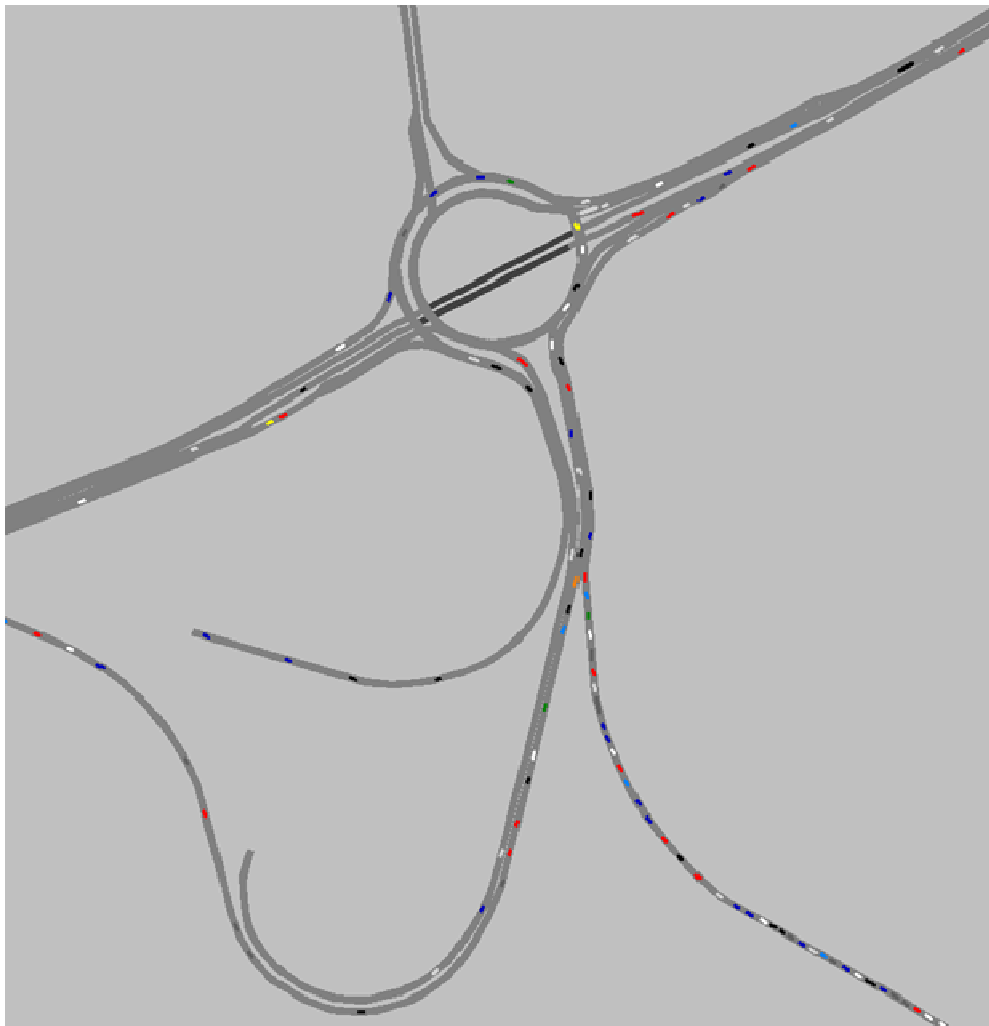
Ker za popoldansko konico rezultati niso sprejemljivi, simulacije štirikrakega spiralnega krožnega križišča za leto 2032 nismo naredili.

4.1.7 Štirikrako spiralno krožno križišče z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste za leto 2008 - jutranja konica



Slika 23: Prikaz štirikrakega spiralnega krožnega križišča z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste

Geometrija krožnega križišča je enaka kot pri prejšnji simulaciji, le da v tem primeru vodimo Tržaško cesto izvennivojsko. Izvennivojsko se vodita oba pasova za naravnost, torej iz smeri Centra proti Brezovici in obratno. Za ostale smeri jih vodimo v krožno križišče. Mimo križišča vodimo tudi pas za desne zavijalce iz smeri avtoceste.



Slika 24: Prikaz simulacije spiralnega krožnega križišča z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste za jutranjo konico za leto 2008

Preglednica 11: Rezultati simulacije spiralnega krožnega križišča po smereh za JK 2008 z izvenivojskim vodenjem Tržaške ceste

iz smeri	proti smeri	povp. kolona (m)	maks. kolona (m)	zamude vsi (s)	čas čakanja (s)	št. zaustavitv
AC-Kozarje	Center	0	0	5,7	0,0	0,0
AC-Kozarje	Brdo	0	0	2,9	0,0	0,0
AC-Kozarje	Brezovica	0	0	2,8	0,0	0,0
AC-Malence	Center	331	406	178,9	20,4	5,0
AC-Malence	Brdo	331	406	181,2	22,3	5,0
AC-Malence	Brezovica	331	406	187,3	21,0	5,4
Center	Brdo	0	0	11,6	4,4	0,6
Center	Brezovica	0	0	0,3	0,0	0,0
Center	AC-Malence	0	0	11,3	3,7	0,7
Center	AC-Kozarje	0	0	11,8	3,0	0,6
Brezovica	Center	0	9	1,2	0,0	0,0
Brezovica	Brdo	0	9	4,1	0,7	0,2
Brezovica	AC-Malence	0	9	6,1	0,4	0,1
Brezovica	AC-Kozarje	0	9	4,8	0,2	0,1
Brdo	Center	0	0	8,1	3,7	0,4
Brdo	Brezovica	0	0	3,8	0,4	0,1
Brdo	AC-Malence	0	0	5,3	1,7	0,3
Brdo	AC-Kozarje	0	0	4,0	0,7	0,2
Celotno križišče		66	406	32,2	3,7	0,9

Z izvenivojskim vodenjem Tržaške ceste vidimo, da popolnoma rešimo problematiko obravnavanega križišča. Kot je mogoče razbrati iz Preglednice 11, se na nobenem od krakov ne pojavljajo kolone, zamude vseh vozil so le posledica geometrije krožnega križišča. Čas čakanja je zanemarljivo majhen. Vozila se morajo ustaviti v povprečju manj kot 1-krat. Edini zastoj se pojavlja na izvozni rampi iz smeri Malenc saj se morajo vozila vključevati na prednostno vozišče, ki je izvozna rampa iz smeri Kozarij. Povprečna kolona vozil je dolga 331 metrov, zamude vseh vozil znašajo okoli 180 sekund, čas čakanja znaša okoli 20 sekund, povprečno pa se morajo vozila zaustaviti 5-krat. Čeprav so zamude glede na ostale smeri velike, pa so bistveno krajše v primerjavi s semaforiziranim križiščem.

Za celotno križišče velja, da je povprečna kolona vozil dolga 66 metrov, zamude vseh vozil trajajo 32,2 sekund, čas čakanja je 3,7 sekund, povprečno pa vozila ustavijo 0,9-krat.

4.1.8 Štirikrako spiralno krožno križišče z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste za leto 2008 - popoldanska konica



Slika 25: Prikaz simulacije spiralnega krožnega križišča z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste za popoldansko konico za leto 2008

Preglednica 12: Rezultati simulacije spiralnega krožnega križišča po smereh za PK 2008 z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste

iz smeri	proti smeri	povp. kolona (m)	maks. kolona (m)	zamude vsi (s)	čas čakanja (s)	št. zaustavitev
AC-Kozarje	Center	0	0	3,5	0,0	0,0
AC-Kozarje	Brdo	0	0	1,7	0,0	0,0
AC-Kozarje	Brezovica	0	0	2,4	0,0	0,0
AC-Malence	Center	0	19	4,6	0,0	0,0
AC-Malence	Brdo	0	19	3,2	0,1	0,0
AC-Malence	Brezovica	0	19	3,6	0,2	0,1
Center	Brdo	1	46	20,3	1,2	0,4
Center	Brezovica	1	46	2,4	0,1	0,0
Center	AC-Malence	1	46	12,7	1,4	0,5
Center	AC-Kozarje	1	46	23,1	1,1	0,4
Brezovica	Center	0	12	0,7	0,0	0,0
Brezovica	Brdo	0	12	16,4	10,1	1,0
Brezovica	AC-Malence	0	12	19,3	5,9	1,0
Brezovica	AC-Kozarje	0	12	21,5	6,9	1,0
Brdo	Center	1	49	38,9	24,3	1,7
Brdo	Brezovica	1	49	27,5	12,0	1,3
Brdo	AC-Malence	1	49	45,1	27,8	2,0
Brdo	AC-Kozarje	1	49	26,6	11,5	1,2
Celotno križišče		0	49	11,5	2,5	0,3

Tudi v popoldanski konici vidimo, da z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste popolnoma rešimo problematiko obravnavanega križišča. Kot je mogoče razbrati iz Preglednice 12, se na nobenem od krakov ne pojavljajo daljše kolone. Najdaljše so iz smeri Centra ter iz smeri Brda. Povprečna kolona je dolga do 50 metrov. Čeprav trajajo vse zamude iz smeri Brda do 45 sekund, se morajo vozniki ustaviti največ 2-krat. Bistveno smo izboljšali razmere iz smeri Centra. Zamude trajajo v povprečju le okoli 20 sekund, čas čakanja traja okoli 1 sekunde, število zaustavitev pa je nižje kot 1-krat.

Za celotno križišče velja, da ni povprečne kolone vozil, zamude vseh vozil trajajo 11,5 sekund, čas čakanja je 2,5 sekunde, vozniki pa se povprečno ustavijo 0,3-krat.

4.2 Rezultati simulacij za leto 2032

Enako kot pri simulacijah za leto 2008 bodo najprej prikazani rezultati simulacije za obstoječe stanje križišča, torej štirikrako semaforizirano križišče, posebej za jutranjo in popoldansko konico in nato še rezultati simulacije za primer spiralnega krožnega križišča z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste, ki se izkazala za najboljšo rešitev v letu 2008.

Geometrija in krmilna programa za semaforizirano križišče ostanejo enaki tudi v teh simulacijah. Geometrija za krožno križišče z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste ostane enaka, dodali smo le traso bodočega tramvaja, ki se prav tako vodi izvennivojsko skupaj s Tržaško cesto. Ko proga tramvaja skrene proti končni postaji, se križa s Tržaško cesto in sicer s smerjo iz Centra proti Brezovici. Križanje smo uredili s signalno napravo. V času prečkanja Tržaške ceste ima tramvaj vedno prednost pred ostalimi vozili.

4.2.1 Obstoječe štirikrako semaforizirano križišče za leto 2032 - jutranja konica



Slika 26: Prikaz simulacije za jutranjo konico za leto 2032

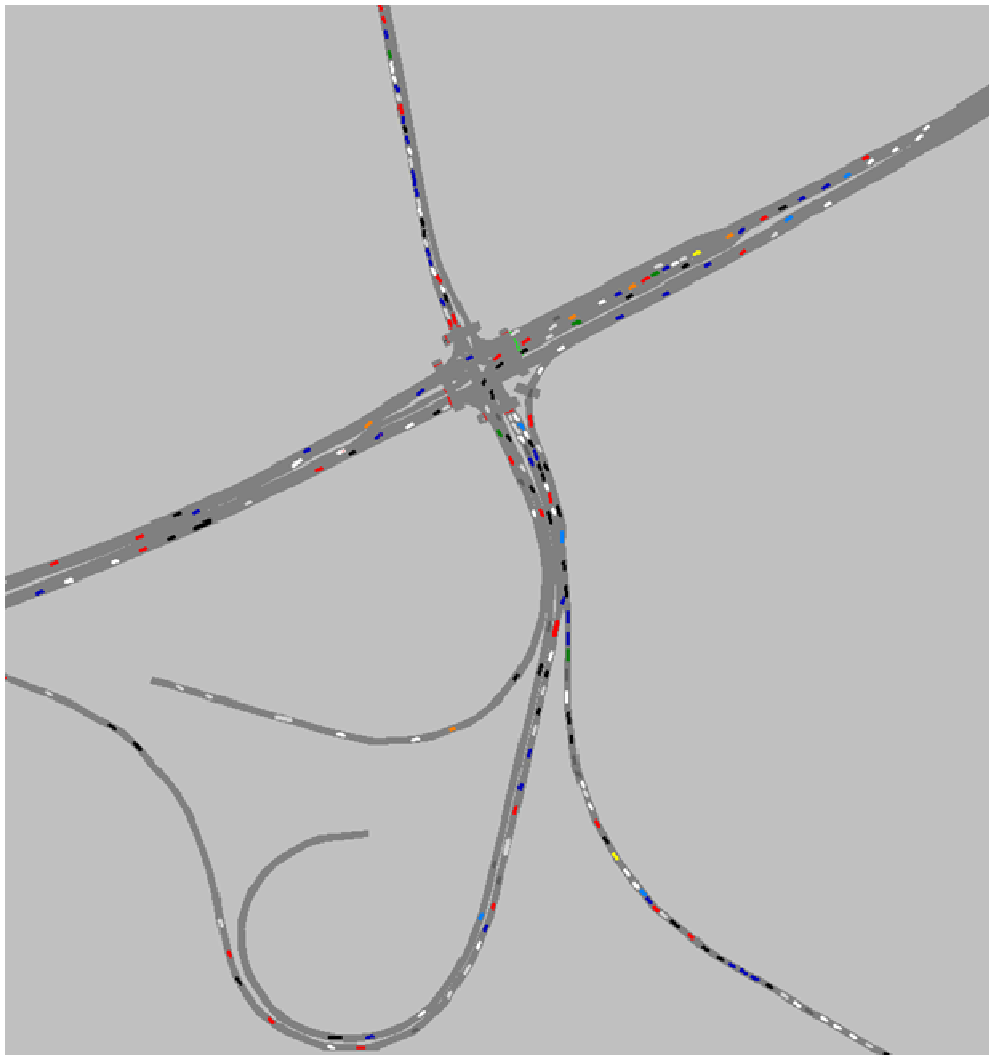
Preglednica 13: Rezultati simulacije po smereh za JK 2032

iz smeri	proti smeri	povp. kolona (m)	maks. kolona (m)	zamude vsi (s)	čas čakanja (s)	št. zaustavitev
AC-Kozarje	Center	410	506	32,2	4,4	0,6
AC-Kozarje	Brdo	414	506	70,4	42,4	1,3
AC-Kozarje	Brezovica	5	28	71,9	43,9	2,1
AC-Malence	Center	331	390	349,4	125,0	10,0
AC-Malence	Brdo	331	390	419,1	176,7	11,6
AC-Malence	Brezovica	331	390	362,7	140,7	10,3
Center	Brdo	2	33	15,7	12,2	0,5
Center	Brezovica	15	70	14,9	10,9	0,5
Center	AC-Malence	10	62	26,2	20,8	0,7
Center	AC-Kozarje	15	70	26,9	21,1	0,7
Brezovica	Center	34	127	28,5	21,3	0,7
Brezovica	Brdo	10	46	42,9	35,4	0,9
Brezovica	AC-Malence	34	127	36,9	26,9	0,9
Brezovica	AC-Kozarje	34	127	34,6	25,5	0,8
Brdo	Center	43	199	68,1	52,2	1,9
Brdo	Brezovica	47	198	75,3	63,2	1,4
Brdo	AC-Malence	43	199	77,0	64,1	1,4
Brdo	AC-Kozarje	47	198	79,0	65,7	1,4
Celotno križišče		120	506	72,7	37,0	1,8

Kot pri simulaciji jutranje konice za leto 2008, sta tudi za leto 2032 najbolj obremenjena izvoza iz smeri Malenc in Kozarij. Povprečne kolone so dolge 410 oziroma 331 metrov. Zamude vseh vozil iz smeri Kozarij za smer proti Centru trajajo 32 sekund in okoli 70 sekund za ostali dve smeri. Iz smeri Malenc so zamude bistveno višje. Najdaljše zamude so v smeri proti Brdu, kar je posledica povečanja prometnih obremenitev za to smer v letu 2032. Zamude so dolge več kot 400 sekund, za ostali dve smeri trajata zamudi 350 oziroma 360 sekund. Čas čakanja iz smeri Malenc je pri vseh treh smereh daljši od 120 sekund. Najdlje čakajo vozila v smeri proti Brdu, 177 sekund. Povprečno se morajo zaustaviti vsaj 10-krat. Iz smeri Brezovice simulacija ne pokaže zastojev, zamude vseh vozil trajajo nekaj čez 30 sekund, povprečno pa se morajo zaustaviti manj kot 1-krat. Se pa zaradi povečanih prometnih obremenitev kažejo zastoji iz smeri Brda, kar je tudi vidno na sliki. Zamude vseh vozil znašajo med 68 in 79 sekundami, odvisno od smeri potovanja, čas čakanja znaša okoli 60 sekund. Povprečno se morajo zaustaviti več kot 1-krat, proti Centru skoraj 2-krat.

Za celotno križišče velja, da je povprečna kolona vozil dolga 120 metrov, zamude vseh vozil trajajo 72,7 sekund, čas čakanja traja 37 sekund, povprečno pa se vozniki ustavijo 1,8-krat.

4.2.2 Obstoječe štirikrako semaforizirano križišče za leto 2032 - popoldanska konica



Slika 27: Prikaz simulacije za popoldansko konico za leto 2032

Preglednica 14: Rezultati simulacije po smereh za PK 2032

iz smeri	proti smeri	povp. kolona (m)	maks. kolona (m)	zamude vsi (s)	čas čakanja (s)	št. zaustavitev
AC-Kozarje	Center	315	498	24,5	2,7	0,4
AC-Kozarje	Brdo	338	495	64,0	41,8	1,4
AC-Kozarje	Brezovica	312	494	118,9	86,8	3,1
AC-Malence	Center	262	387	207,0	63,3	7,7
AC-Malence	Brdo	262	387	268,0	98,2	9,7
AC-Malence	Brezovica	262	387	294,0	143,3	9,9
Center	Brdo	5	66	12,9	9,3	0,5
Center	Brezovica	15	127	15,7	11,1	0,5
Center	AC-Malence	14	89	28,8	22,9	0,7
Center	AC-Kozarje	26	113	33,2	26,0	0,8
Brezovica	Center	31	142	29,1	23,3	0,7
Brezovica	Brdo	3	31	35,1	30,5	0,8
Brezovica	AC-Malence	31	142	38,0	29,2	0,9
Brezovica	AC-Kozarje	31	142	39,7	30,4	0,9
Brdo	Center	242	372	256,2	183,4	5,8
Brdo	Brezovica	242	372	257,2	187,2	4,9
Brdo	AC-Malence	242	372	239,1	176,4	4,5
Brdo	AC-Kozarje	242	372	238,2	176,0	4,3
Celotno križišče		160	498	79,6	46,0	2,1

Tudi v popoldanski konici prihaja do najdaljših zastojev iz smeri izvozov iz avtoceste. Iz smeri Kozarij so povprečne dolžine kolon več kot 300 metrov. Zamude vozil so največje pri levih zavijalcih proti Brezovici in sicer 119 sekund, povprečno pa se morajo ti vozniki ustaviti več kot 3-krat. Še večje zamude so iz smeri Malenc, ki za leve zavijalce znašajo skoraj 300 sekund. Čas čakanja traja 143 sekund, povprečno pa se morajo vozniki zaustaviti skoraj 10-krat. Do zastojev prihaja tudi na Fajfarjevi ulici iz smeri Brda. Povprečna dolžina kolone je 242 metrov, zamude vseh vozil znašajo okoli 250 sekund, čas čakanja pa traja 180 sekund. Povprečno se morajo vozniki zaustaviti 5-krat. Ostali dve smeri v popoldanski konici ne predstavljata težav.

Za celotno križišče velja, da je povprečna kolona vozil dolga 160 metrov, zamude vseh vozil trajajo 79,6 sekund, čas čakanja je 46 sekund, povprečno pa se vozniki ustavijo 2,1-krat.

4.2.3 Štirikrako spiralno krožno križišče z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste za leto 2032 - jutranja konica



Slika 28: Prikaz simulacije spiralnega krožnega križišča z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste za jutranjo konico za leto 2032

Preglednica 15: Rezultati simulacije spiralnega krožnega križišča po smereh za JK 2032 z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste

iz smeri	proti smeri	povp. kolona (m)	maks. kolona (m)	zamude vsi (s)	čas čakanja (s)	št. zaustavitv
AC-Kozarje	Center	0	0	4,4	0,0	0,0
AC-Kozarje	Brdo	0	0	3,2	0,0	0,0
AC-Kozarje	Brezovica	0	0	3,7	0,1	0,0
AC-Malence	Center	110	298	64,1	4,1	1,1
AC-Malence	Brdo	110	298	60,7	3,6	1,1
AC-Malence	Brezovica	110	298	58,4	5,0	1,0
Center	Brdo	0	0	26,4	11,5	1,3
Center	Brezovica	0	0	1,9	0,2	0,1
Center	AC-Malence	0	0	13,5	6,1	0,7
Center	AC-Kozarje	0	0	27,4	10,3	1,2
Brezovica	Center	0	9	0,7	0,0	0,0
Brezovica	Brdo	0	9	5,4	0,9	0,3
Brezovica	AC-Malence	0	9	6,9	1,0	0,2
Brezovica	AC-Kozarje	0	9	5,6	0,6	0,2
Brdo	Center	0	0	2,5	0,1	0,2
Brdo	Brezovica	0	0	4,7	0,3	0,1
Brdo	AC-Malence	0	0	3,8	0,6	0,2
Brdo	AC-Kozarje	0	0	5,6	0,2	0,1
Celotno križišče		20	298	17,3	2,0	0,4

Kot velja za leto 2008, je tudi sedaj najbolj optimalna rešitev vodenje Tržaške ceste izvennivojsko. Iz rezultatov je vidno, da nikjer ne prihaja do zastojev, zamude so minimalne, prav tako čas čakanja in število zaustavitv. Le iz smeri Malenc trajajo zamude vozil okoli 60 sekund, kar pa je ponovno posledica vključevanje vozil na prednostno vozišče iz smeri Kozarij. Čas čakanja traja le okoli 4 sekunde, vozniki pa se morajo zaustaviti le 1-krat.

Za celotno križišče velja, da je povprečna kolona vozil dolga 20 metrov, zamude vseh vozil trajajo 17,3 sekund, čas čakanja je 2 sekundi, povprečno pa se vozniki ustavijo 0,4-krat.

4.2.4 Štirikrako spiralno krožno križišče z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste za leto 2032 - popoldanska konica



Slika 29: Prikaz simulacije spiralnega krožnega križišča z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste za popoldansko konico za leto 2032

Preglednica 16: Rezultati simulacije spiralnega krožnega križišča po smereh za PK 2032 z izvenivojskim vodenjem Tržaške ceste

iz smeri	proti smeri	povp. kolona (m)	maks. kolona (m)	zamude vsi (s)	čas čakanja (s)	št. zaustavitev
AC-Kozarje	Center	0	0	3,7	0,0	0,0
AC-Kozarje	Brdo	0	0	2,9	0,0	0,0
AC-Kozarje	Brezovica	0	0	3,0	0,0	0,0
AC-Malence	Center	10	130	17,0	1,3	0,4
AC-Malence	Brdo	10	130	14,2	1,1	0,3
AC-Malence	Brezovica	10	130	12,0	0,7	0,3
Center	Brdo	21	172	49,3	15,6	2,2
Center	Brezovica	21	172	11,2	1,8	0,3
Center	AC-Malence	21	172	71,2	24,5	3,0
Center	AC-Kozarje	21	172	47,6	15,9	2,0
Brezovica	Center	0	6	0,5	0,0	0,0
Brezovica	Brdo	0	6	6,5	2,1	0,4
Brezovica	AC-Malence	0	6	8,3	1,6	0,4
Brezovica	AC-Kozarje	0	6	6,7	1,1	0,3
Brdo	Center	0	0	4,5	0,1	0,2
Brdo	Brezovica	0	0	5,8	0,8	0,2
Brdo	AC-Malence	0	0	5,5	1,6	0,3
Brdo	AC-Kozarje	0	0	6,7	0,8	0,2
Celotno križišče		6	172	17,4	4,4	0,6

V popoldanski konici promet prav tako poteka nemoteno. Še najbolj obremenjen je krak iz smeri Centra, kjer je maksimalna kolona dolga 172 metrov, zamude znašajo med 50 in 70 sekundami, vozniki pa se morajo ustaviti dva- oz. trikrat, odvisno od smeri. Rezultati so vseeno bistveno boljši, kot smo jih dobili v primeru semaforiziranega križišča.

Za celotno križišče velja, da je povprečna kolona vozil dolga 6 metrov, zamude vseh vozil znašajo 17,4 sekund, čas čakanja je 4,4 sekunde, povprečno pa se vozniki ustavijo 0,6-krat.

4.3 Analiza rezultatov za celotno križišče glede na različne simulacije

Preglednica 17: Primerjalna preglednica rezultatov

2008 jutranja konica	povp. kolona (m)	maks. kolona (m)	zamude vsi (s)	čas čakanja (s)	št. zaustavitev	št. vozil/uro
semaforizirano k.	131	506	103,9	51,3	2,5	4136
semaforizirano k. kratkoročni ukrep	109	510	75,1	36,0	2,0	4370
krožno križišče	67	313	59,9	15,4	1,9	4307
krožno k. z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste	66	406	32,2	3,7	0,9	4504

2008 popoldanska konica	povp. kolona (m)	maks. kolona (m)	zamude vsi (s)	čas čakanja (s)	št. zaustavitev	št. vozil/uro
semaforizirano k.	44	486	55,1	35,5	1,3	4238
semaforizirano k. kratkoročni ukrep	38	479	51,8	34,0	1,2	4574
krožno križišče	130	356	140,8	49,1	3,6	3610
krožno k. z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste	0	49	11,5	2,5	0,3	4703

2032 jutranja konica	povp. kolona (m)	maks. kolona (m)	zamude vsi (s)	čas čakanja (s)	št. zaustavitev	št. vozil/uro
semaforizirano k.	120	506	72,7	37,0	1,8	3903
krožno k. z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste	20	298	17,3	2,0	0,4	4334

2032 popoldanska konica	povp. kolona (m)	maks. kolona (m)	zamude vsi (s)	čas čakanja (s)	št. zaustavitev	št. vozil/uro
semaforizirano k.	160	498	79,6	46,0	2,1	4228
krožno k. z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste	6	172	17,4	4,4	0,6	4548

V Preglednici 17 so skupaj prikazani rezultati simulacij glede na celotno križišče. Primerjali smo rezultale med različnimi geometrijami križiča ob istih prometnih obremenitvah za določeno leto in urno konico. Kot izhodišče smo vzeli obstoječo geometrijo križišča in poskušali najti rešitve za boljšo pretočnost križišča.

Kot kratkoročna rešitev obstoječega stanja se izkaže že optimizacija krmilnega programa semaforjev ter mimo križišča vodena pasova, za vključevanje desnih zavijalcev iz smeri obvoznice na Tržaško cesto in za desne zavijalce s Fajfarjeve ulice proti Brezovici. V jutranji konici so se povprečne dolžine kolon skrajšale na 109 metrov, zamude vseh vozil so se skrajšale s 104 sekund na 75 sekund, čas čakanja voznikov je krajši za 15 sekund in število zaustavitev se je za malenkost znižalo. Povečalo se je število vseh vozil, ki prepeljejo križišče, in sicer za več kot 200 vozil. Malenkostne izboljšave smo dosegli tudi v popoldanski konici. Čeprav smo skrajšali povprečne kolone le za 6 metrov, zamude vseh vozil za 3 sekunde, čas čakanje pa le za 1,5 sekunde, smo povečali število vozil, ki prevozijo križišče ob dani uri in sicer za več kot 300 vozil.

Kot dolgoročni ukrep smo preverili možnost izgradnje krožnega križišča. V jutranji konici za leto 2008 se razmere še bolj izboljšajo kot pri kratkoročni rešitvi. Povprečne kolone so bile dolge 67 metrov, zamude vseh vozil so trajale 60 sekund, čas čakanja se je skrajšal le na 15 sekund, število zaustavitev pa je nižje kot 2-krat. Povečalo se je tudi število vseh prepeljanih vozil skozi križišče. Vendar je taka oblika križišča v popoldanski konici za leto 2008 nesprejemljiva. Prav vsi parametri, ki smo jih spremljali, so se močno povečali. S tem se je znižalo tudi število vozil, ki prepeljejo križišče, in sicer za okoli 600 vozil. Ker se je krožno križišče izkazalo za neustrezno, tovrstne geometrije za leto 2032 nismo preveljali.

Kot najbolj optimalna se je izkazala rešitev krožnega križišča, kjer vodimo Tržaško cesto izvenivojsko. V jutranji konici za leto 2008 so se povprečne kolone skrajšale na 66 metrov, zamude vseh vozil na 32,2 sekundi, čas čakanja pa je v tem primeru le 3,7 sekunde. Povprečno se morajo vozniki zaustaviti manj kot enkrat. Število vozi, ki prepelje križišče v eni uri, smo povečali za skoraj 400 vozil. V popoldanski konici za leto 2008 se celo izkaže, da povprečnih kolon ni, zamude vseh vozil so se skrajšale na 11,5 sekund, čas čakanja traja le 2,5 sekunde, povprečno pa se morajo vozniki zaustaviti 0,6-krat. Število vozil, ki prepeljejo križišče v eni uri, se je povečalo za skoraj 500 vozil.

Na-to smo še preverili, ali s tovrstnim krožnim križiščem izboljšamo razmere za prometne obremenitve za plansko obdobje, to je leto 2032. Tako za jutranjo kot tudi popoldansko konico se izkaže gradnja krožnega križišča z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste kot dobra rešitev. Povprečne kolone so skrajšale s 120 na 20 metrov, zamude vseh vozil iz 73 na 17 sekund, čas čakanja se je skrajšal iz 37 sekund na le 2 sekundi, število zaustavitev pa iz skoraj 2-krat na le 0,4-krat. Število vozil, ki prepelje križišče v eni uri, se je povečalo za več kot 400 vozil. V popoldanski konici se povprečne kolone skrajšajo iz 160 na le 6 metrov, zamude vseh vozil z 80 na 17 sekund, čas čakanja se skrajša iz 46 na 4,4 sekunde, povprečno pa se morajo zaustaviti le 0,6-krat. Število vozil, ki prepelje križišče v eni uri, se je povečalo za več kot 300 vozil.

Na podlagi rezultatov simulacij se za načrtovanje in projektiranje, ki je predstavljeno v naslednjem poglavju, izbere varianta krožnega križišča, kjer vodimo Tržaško cesto izvennivojsko.

5 PROJEKTIRANJE KRIŽIŠČA V OBLIKI SPIRALNEGA KROŽNEGA KRIŽIŠČA

Pri samem načrtovanju in projektiranju novega križišča je potrebno upoštevati prometno-tehnične zahteve, pogoje in normative, kot jih določajo »Pravilnik o projektiranju cest« (Uradni list Republike Slovenije, št. 91/2005; v nadaljevanju Pravilnik), Tehnična specifikacija, ki podaja usmeritve za projektno-tehnično oblikovanje krožnih križišč na javnih cestah v Republiki Sloveniji (TSC 03.341 : 2002, v nadaljevanju TSC), Začasna navodila za spremembo tehničnih elementov krožnih križišč in ostala strokovna gradiva (v nadaljevanju ZN), ki se nanašajo na to temo.

Idejna zasnova se izdelava za 2 varianti in sicer:

1. vodenje Tržaške ceste kot nadvoz preko krožnega križišča in
2. vodenje Tržaške ceste kot podvoz pod krožnim križiščem.

Varianti se razlikujeta zaradi križanja Fajfarjeve ulice s traso železniške proge Ljubljana-Sežana d.m.. Pri načrtovanju Fajfarjeve ulice se hočemo izogniti nivojskemu križanju z železnico. Nivojsko križanje z železniško progo pomeni ohromitev prometa in skrb za dodatno prometno varnost. Predstavljeni varianti tako omogočata izvennivojsko križanje z železniško progo. Pri prvi varianti vodimo Fajfarjevo ulico pod železnico, v drugi varianti pa je železniška proga poglobljena, zato vodimo Fajfarjevo ulico nad železnico.

V obe varianti smo umestili tudi progo bodočega tramvaja. Proga poteka po sredini Tržaške ceste in se nato v območju križišča odcepi proti končni postaji, ki bo zgrajena na mestu obstoječega parkirišča Dolgi most.

5.1 Geodetske podloge za projektiranje

- temeljni topografski načrt DTK v merilu 1 : 1000,
- digitalni model višin DMV v formatu XYZ,
- programski paket CGS Plus - Plateia za načrtovanje cest.

5.2 Tehnični elementi novega krožnega križišča in njenih priključkov

Tehnični elementi so določeni v skladu s Pravilnikom, TSC in ZN. Omenjeni dokumenti določajo tehnične zahteve, pogoje in normative, ki se morajo zaradi zagotavljanja prometne varnosti in ekonomičnosti gradnje in vzdrževanja javnih cest ter njihovih elementov upoštevati pri izdelovanju projektne in tehnične dokumentacije, namenjene za gradnjo, uporabo ter vzdrževanje cest.

Zelo pomembno je, da so osnovni gradbeni in prometno-tehnični pogoji za varnost izpolnjeni, zato je predvsem potrebno paziti na skladnost zaporedja horizontalnih krožnih lokov, prehodnic, prem in skladnost tlorisnega ter višinskega poteka cest.

5.3 Geometrijski in tehnični elementi glede na Pravilnik

Pri projektiranju Tržaške ceste, ki jo vodimo izvenivojsko, upoštevati projektno (računsko) hitrost 60 km/h. Za vse ostale krake in njihove priključke na krožno križišče smo upoštevati projektno hitrost 40 km/h.

Vsi kraki imajo funkcijo zbirne ceste (ZC).

Tržaška cesta:

Projektna (računska) hitrost: $V_{proj} = 60 \text{ km/h}$

Minimalni horizontalni elementi osi:

- $R_{min} = 125\text{m}$ (velikost minimalnega polmera horizontalne krivine)
- $L_{min} = 50\text{m}$ (minimalna dolžina prehodnice)
- $A_{min} = 75\text{m}$ (minimalni parameter prehodnice).

Vertikalni potek – mejni elementi:

- minimalni polmer konveksne zaokrožitve: $r_{konv_min} = 1500 \text{ m}$
- minimalni polmer konkavne zaokrožitve: $r_{konk_min} = 1200 \text{ m}$
- maksimalni vzdolžni naklon: $s_{max} = 6\%$.

Ostale ceste:

Projektna (računska) hitrost: $V_{\text{proj}} = 40 \text{ km/h}$

Minimalni horizontalni elementi osi:

- $R_{\text{min}} = 45\text{m}$ (velikost minimalnega polmera horizontalne krivine)
- $L_{\text{min}} = 30\text{m}$ (minimalna dolžina prehodnice)
- $A_{\text{min}} = 45\text{m}$ (minimalni parameter prehodnice).

Vertikalni potek – mejni elementi:

- minimalni polmer konveksne zaokrožitve: $r_{\text{konv_min}} = 800 \text{ m}$
- minimalni polmer konkavne zaokrožitve: $r_{\text{konk_min}} = 600 \text{ m}$
- maksimalni vzdolžni naklon: $S_{\text{max}} = 6\%$.

Krožno križišče:

- vzdolžni nagib ravnine krožnega križišča je od 0,5 % do 3 % v smeri nivelete prednostne ceste, na priključnih krakih pa največ do $\pm 4 \%$
- vozišče v krožnem križušču ima prečni nagib 2 %, ki je enostranski in usmerjen proti zunanjemu robu krožnega križišča.

Pri izvennivojskem križanju ceste in železniške proge moramo upoštevati minimalni višini prostega (svetlega) profila, ki za ceste velja 4,7 m, za železnico pa 6,1 m nad GRT (gornji rob tirnice), če je proga elektrificirana.

Pravilnik določa, da je pri PLDP nad 7500 vozil in pri kolesarskem prometu več kot 20 kolesarjev na uro potrebna višinsko ločena kolesarska steza, ki poteka neodvisno od ostale cestne mreže in je namenjena izključno kolesarjem.

Prav tako se v skladu s pravili urejanja prostora in s stališča zagotavljanja prometne varnosti, površine za pešce vodi ločeno nad voziščem. V našem primeru jih bomo vodili ob kolesarski stezi.

Kolesarska steza:

- prosti profil je širine 1,5 m in višine 2,5 m,
- prometni profil je širine 1,0 m in višine 2,25 m in

- vzdolžni naklon je 4 %, pri čemer je maksimalna dolžina pri tem sklonu 120 m.

Površina za pešce:

- prosti profil je širine 1,0 m in višine 2,5 m in
- prometni profil je širine 0,75 m in višine 2,25 m.

5.4 Projektni geometrijski in tehnični elementi

Horizontalni in vertikalni potek za obe varianti sta prikazana v (grafičnih) prilogah.

Izbrani elementi prečnega profila:

Tržaška cesta:

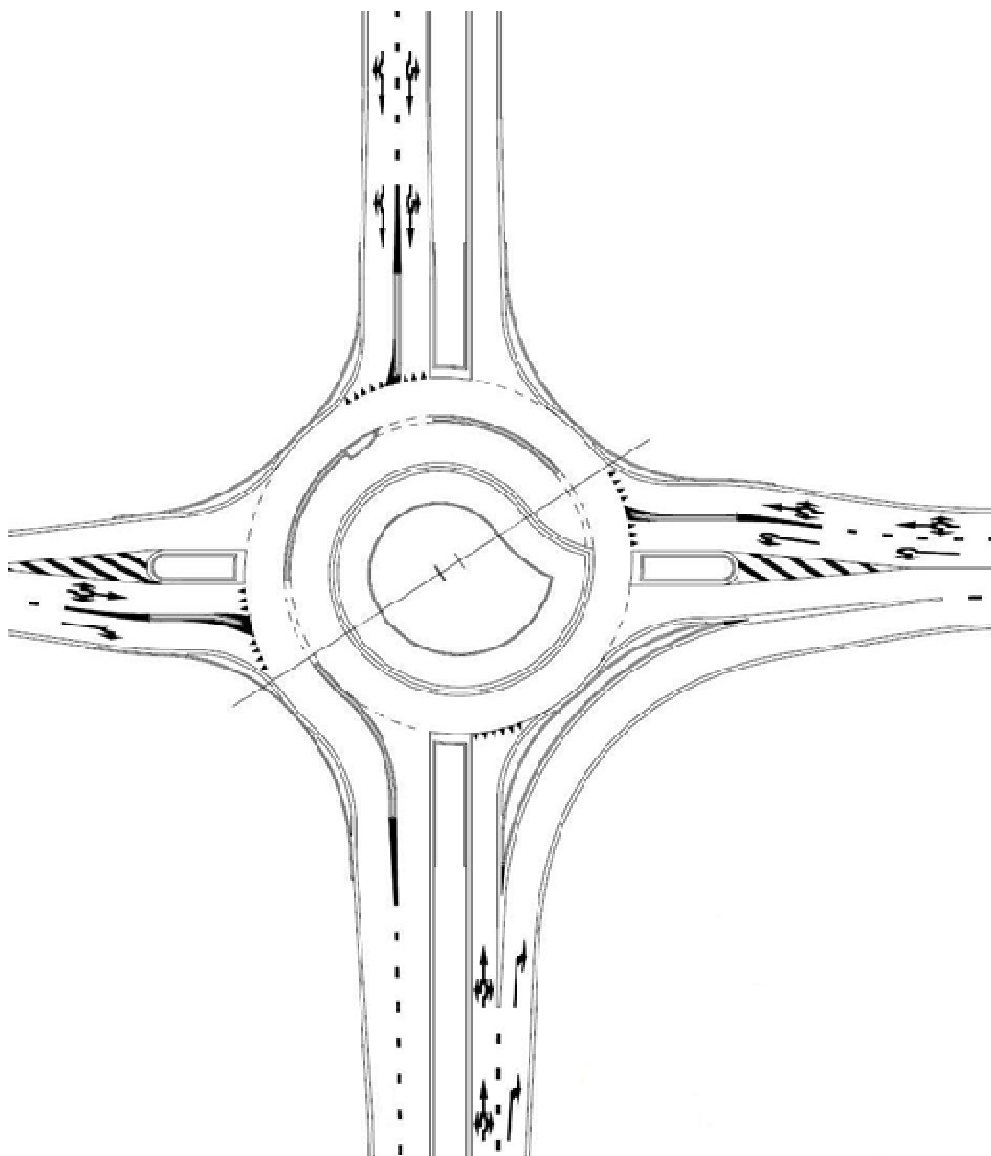
- vozni pasovi: $4 \times 3,25 \text{ m} = 13,00 \text{ m}$,
- varovalna pasova: $2 \times 0,50 \text{ m} = 1,00 \text{ m}$,
- kolesarska steza: $2 \times 1,50 \text{ m} = 3,00 \text{ m}$,
- pločnik: $2 \times 2,00 \text{ m} = 4,00 \text{ m}$.

Fajfarjeva ulica:

- vozna pasova: $2 \times 3,25 \text{ m} = 6,50 \text{ m}$,
- varovalna pasova: $2 \times 0,50 \text{ m} = 1,00 \text{ m}$,
- kolesarska steza: $2 \times 1,50 \text{ m} = 3,00 \text{ m}$,
- pločnik: $2 \times 2,00 \text{ m} = 4,00 \text{ m}$.

Spiralno krožno križišče:

- premer zunanjšega radija: $R=75 \text{ m}$,
- število krakov: 4,
- število uvozov na posameznem kraku: 2,
- širina pasu v krožnem križišču: 5,00 m.



Slika 30: Koncept spiralnega krožnega križišča (vir: Ir. L.G.H. Fortuijn, Turbo-Kreisverkehre)

5.5 Analiza variant izgradnje novega krožnega križišča

V obeh variantah gre za denivelacijo pododseka Tržaške ceste in pododseka izvoza oziroma uvoza na avtocesto ter novogradnjo Fajfarjeve ulice. Tudi oblika in geometrija spiralnega krožnega križišča je pri obeh variantah enaka.

Posamezne osi cest smo označili z:

- OS A ⇒ levi pas Tržaške ceste, ki se ga vodi izvennivojsko, iz smeri Brezovice,
- OS B ⇒ izvoz iz avtoceste iz smeri Kozarij,
- OS C ⇒ desni pas Tržaške ceste, ki se ga vodi v krožno križišče, iz smeri Centra,
- OS D ⇒ Fajfarjeva ulica v smeri proti krožnemu križišču in
- OS E ⇒ desni pas Tržaške ceste, ki se ga vodi v krožno križišče iz smeri Brezovice.

Varianta 1

OS A

- dolžina denivelacije 567 m,
- dolžina nadvoza 389 m,
- začetek denivelacije pri mostu, ki vodi avtocesto preko Tržaške ceste in železniške proge,
- od km 0+000 do km 0+100 je trasa v padcu 1,5 %,
- v km 0+100 se prične nadvoz nad krožnim križiščem s konkavno zaokrožitvijo $r_{kk}=1383,7$ m,
- v km 0+179 preide v konveksno zaokrožitvijo $r_{kv}=1910,5$ m. Trasa se dviguje z naklonom 4,2% in v km 0+291 doseže najvišjo točko,
- od km 0+290 se trasa spušča preko konveksne zaokrožitve $r_{kv}=2174,4$ m v padcu 4,5 %,
- v km 0+390 preide v konkavno zaokrožitev $r_{kk}=2018,6$ m. Konec nadvoza je v km 0+490,
- od km 0+490 do konca denivelacije, ki je v km 0+567, poteka trasa v rahlem vzponu 0,4 %.

OS B

- dolžina denivelacije 238 m,
- začetek denivelacije pod nadvozom avtoceste,
- od km 0+000 do km 0+207 je trasa v padcu 1,4 %,
- od km 0+207 do km 0+278 je konkavna zaokrožitev $r_{kk}=717,6$ m,

- od km 0+278 do km 0+238, kjer se priključi na krožno križišče in je konec denivelacije, poteka trasa v vzponu 1,6 %.

OS C

- dolžina denivelacije 247 m,
- začetek denivelacije pri bencinskem servisu,
- od km 0+000 do km 0+070 je trasa v padcu 0,3 %,
- od km 0+070 do km 0+170 je konveksna zaokrožitev $r_{kv}=5966,0$ m,
- od km 0+170 do km 0+208 poteka trasa v padcu 2,0 %,
- od km 0+208 do km 0+234 je konkavna zaokrožitev $r_{kk}=1062,9$ m,
- od km 0+234 do km 0+247, kjer se priključi na krožno križišče in je konec denivelacije, poteka trasa v vzponu 0,4 %.

OS D

- dolžina novogradnje 330 m,
- dolžina podvoza pod železniško progo 11 m,
- začetek je v križišču s Cesto Dolomitskega odreda,
- od km 0+000 do km 0+130 je trasa v padcu 0,8 %,
- od km 0+130 se trasa spušča proti podvozu preko konveksne zaokrožitve $r_{kv}=1260,1$ m v padcu 5,6 %,
- v km 0+196 preide v konkavno zaokrožitvijo $r_{kk}=864,1$ m in v km 0+245 doseže najnižjo točko. Višina med najnižjo točko v podvozu in GRT železniške proge je 6,3 m,
- od km 0+245 do km 0+292 je konkavna zaokrožitev $r_{kk}=1369,8$ m,
- od km 0+292 do km 0+315 poteka trasa v vzponu 3,4 %,
- od km 0+315 do km 0+325 je konveksna zaokrožitev $r_{kv}=1505,2$ m,
- od km 0+325 do km 0+330, kjer se priključi na krožno križišče, poteka trasa v vzponu 2,8 %.

OS E

- dolžina denivelacije 249 m,

- začetek denivelacije pri mostu, ki vodi avtocesto preko Tržaške ceste in železniške proge,
- od km 0+000 do km 0+075 je trasa v padcu 1,4 %,
- od km 0+075 do km 0+172 je konveksna zaokrožitev $r_{kv}=4136,9$ m,
- od km 0+172 do km 0+205 poteka trasa v padcu 3,8 %,
- od km 0+205 do km 0+235 je konkavna zaokrožitev $r_{kk}= 627,4$ m,
- od km 0+235 do km 0+249, kjer se priključi na krožno križišče in je konec denivelacije, poteka trasa v vzponu 0,9 %.

Varianta 2

OS A

- dolžina denivelacije 567 m,
- začetek denivelacije pri mostu, ki vodi avtocesto preko Tržaške ceste in železniške proge,
- od km 0+000 do km 0+080 je trasa v padcu 1,3 %,
- v km 0+080 do km 0+160 je konveksna zaokrožitev $r_{kv}=45069,1$ m,
- od km 0+160 do km 0+240 je konkavna zaokrožitev $r_{kk}=5741,9$ m,
- od km 0+240 do km 0+326 je trasa v minimalnem padcu 0,1 %,
- od km 0+326 do km 0+487 je konkavna zaokrožitev $r_{kk}=85990$ m,
- od km 0+490 do konca denivelacije, ki je v km 0+567, poteka trasa v rahlem vzponu 0,1 %.

OS B

- dolžina denivelacije 238 m,
- začetek denivelacije pod nadvozom avtoceste,
- celoten pododsek trase poteka v vzponu 2,9 % in se v km 0+238 priključi na krožno križišče.

OS C

- dolžina denivelacije 247 m,

- začetek denivelacije pri bencinskem servisu,
- od km 0+000 do km 0+046 je trasa v padcu 0,2 %,
- od km 0+046 do km 0+137 je konkavna zaokrožitev $r_{kk}=1865,4$ m,
- od km 0+137 do km 0+214 poteka trasa v vzponu 4,7 %,
- od km 0+214 do km 0+242 je konveksna zaokrožitev $r_{kv}=1000,0$ m,
- od km 0+242 do km 0+247, kjer se priključi na krožno križišče in je konec denivelacije, poteka trasa v vzponu 1,9 %.

OS D

- dolžina novogradnje 330 m,
- dolžina nadvoza preko železniške proge 90 m,
- začetek je v križišču s Cesto Dolomitskega odreda,
- od km 0+000 do km 0+076 je trasa v vzponu 1,1 %,
- od km 0+076 se trasa dviguje proti nadvozu preko konkavne zaokrožitve $r_{kk}=2217,7$ m v vzponu 5,2 %,
- od km 0+164 do km 0+253 je konveksna zaokrožitev $r_{kv}=1870,8$ m in se začne nadvoz. Višina med traso in GRT železniške proge je 7,0 m,
- od km 0+253 do km 0+330, kjer se priključi na krožno križišče, poteka trasa v vzponu 0,4 %.

OS E

- dolžina denivelacije 249 m,
- začetek denivelacije pri mostu, ki vodi avtocesto preko Tržaške ceste in železniške proge,
- od km 0+000 do km 0+076 je trasa v padcu 1,3 %,
- od km 0+076 do km 0+165 je konkavna zaokrožitev $r_{kk}=1500,0$ m,
- od km 0+165 do km 0+213 poteka trasa v vzponu 4,6 %,
- od km 0+213 do km 0+242 je konveksna zaokrožitev $r_{kv}=1000,0$ m,
- od km 0+242 do km 0+249, kjer se priključi na krožno križišče in je konec denivelacije, poteka trasa v vzponu 1,7 %.

ZAKLJUČEK

V oceni stanja je ugotovljeno, da so za Ljubljano značilne visoke dnevne migracije. Visoka stopnja motoriziranosti in razpršena poselitev vodita k zmanjševanju potovanj z javnimi vozili in porastu potovanj z zasebnimi prevozi. V mestno občino Ljubljana vsak dan pride na delo ali v šolo okoli 140.000 ljudi iz drugih občin, za kar so posledica vsakodnevni prometni zastoji na vpadnicah v mesto.

Dnevno prepelje križišče na Dolgem mostu preko 50.000 vozil. Vsakodnevno prihaja do dolgih kolon in zamud tako v jutranji kot tudi v popoldanski konici. Zato je preureditev križišča nujna.

Na podlagi pridobljenih podatkov o prometnih obremenitvah za leto 2008 in napovedi za leto 2032 smo s pomočjo računalniškega programa VISSIM izdelali simulacije obstoječega stanja križišča za obe leti, posebej za jutranjo in popoldansko konico. Naša naloga je bila najti rešitve, ki bi pripeljale do boljših rezultatov (zmanjšati dolžine kolon vozil, skrajšati čas zamud, idr.). Najprej smo določili kratkoročne ukrepe obstoječe geometrije križišča, za dolgoročni ukrep pa smo poiskali najbolj optimalno geometrijo novega križišča.

Za najboljšo varianto se izkaže krožno križišče, pri čemer vodimo Tržaško cesto izvennivojsko glede na križišče. Tako za leto 2008 kot tudi za leto 2032 so simulacije pokazale bistveno izboljšanje razmer v samem križišču kar je tudi razvidno v Preglednici 18.

Preglednica 18: Primerjalna preglednica rezultatov

2008 jutranja konica	povp. kolona (m)	maks. kolona (m)	zamude vsi (s)	čas čakanja (s)	št. zaustavitev	št. vozil/uro
semaforizirano k.	131	506	103,9	51,3	2,5	4136
semaforizirano k. kratkoročni ukrep	109	510	75,1	36,0	2,0	4370
krožno križišče	67	313	59,9	15,4	1,9	4307
krožno k. z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste	66	406	32,2	3,7	0,9	4504

2008 popoldanska konica	povp. kolona (m)	maks. kolona (m)	zamude vsi (s)	čas čakanja (s)	št. zaustavitev	št. vozil/uro
semaforizirano k.	44	486	55,1	35,5	1,3	4238
semaforizirano k. kratkoročni ukrep	38	479	51,8	34,0	1,2	4574
krožno križišče	130	356	140,8	49,1	3,6	3610
krožno k. z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste	0	49	11,5	2,5	0,3	4703

2032 jutranja konica	povp. kolona (m)	maks. kolona (m)	zamude vsi (s)	čas čakanja (s)	št. zaustavitev	št. vozil/uro
semaforizirano k.	120	506	72,7	37,0	1,8	3903
krožno k. z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste	20	298	17,3	2,0	0,4	4334

2032 popoldanska konica	povp. kolona (m)	maks. kolona (m)	zamude vsi (s)	čas čakanja (s)	št. zaustavitev	št. vozil/uro
semaforizirano k.	160	498	79,6	46,0	2,1	4228
krožno k. z izvennivojskim vodenjem Tržaške ceste	6	172	17,4	4,4	0,6	4548

Najboljšo varianto smo nato sprojektirali s pomočjo programskega paketa PLATEIA za načrtovanje cest. Pri tem smo izdelali dve varianti in sicer:

1. vodenje Tržaške ceste kot nadvoz preko krožnega križišča in
2. vodenje Tržaške ceste kot podvoz pod krožnim križiščem.

Varianti se razlikujeta zaradi križanja Fajfarjeve ulice s traso železniške proge Ljubljana-Sežana d.m.. Pri prvi varianti je višinski potek trase železniške proge enak obstoječemu stanju, v drugi varianti pa je železniška proga poglobljena. V obe varianti smo dodali tudi potek trase bodočega tramvaja. Za obe varianti smo v območju novega križišča narisali tudi potek vodenja kolesarjev in pešcev.

Takšnih problematičnih križišč je v Ljubljani še kar nekaj (na Rudniku, križišče pri Gorjancu,...), zato bi lahko premislili o uporabi takšne rešitve preureditve križišča tudi drugje.

VIRI

Fortuijn. 2007. Turbo-Kreisverkehre. Holland, TU Delft: 61 str.

Juvanc, A. 2003. Projektiranje cest. Geometrijski in tehnični elementi osi ceste. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 102 str.

Juvanc, A. 2003. Projektiranje cest. Temeljni pogoji za določevanje cestnih elementov. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 64 str.

Letalski posnetek križišča na Dolgem mostu: <http://www.geopedia.si> (16.6.2010).

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

Maher, T. 2004. Teorija prometnega toka. Območja prepletanja. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 16 str.

Mali Graben: <http://www.geo-zs.si> (18.6. 2010).

Občinski prostorski načrt MOL: <https://urbanizem.ljubljana.si> (20.8.2010).

Poplavna ogroženost: <http://www.ljubljana.si> (18.6. 2010).

Pot spominov in tovarištva: <http://earth.google.com> (10.6.2010).

Pravilnik o projektiranju cest. Uradni list Republike Slovenije št. 91/2005.

Prometna preveritev prostorskega načrta Mestne občine Ljubljana. Julij 2008, Ljubljana, PNZ d.o.o.: 652 str.

TSC 03.341:2002. Krožna križišča. Direkcija RS za ceste. Februar, 2002, Ljubljana: 36 str.

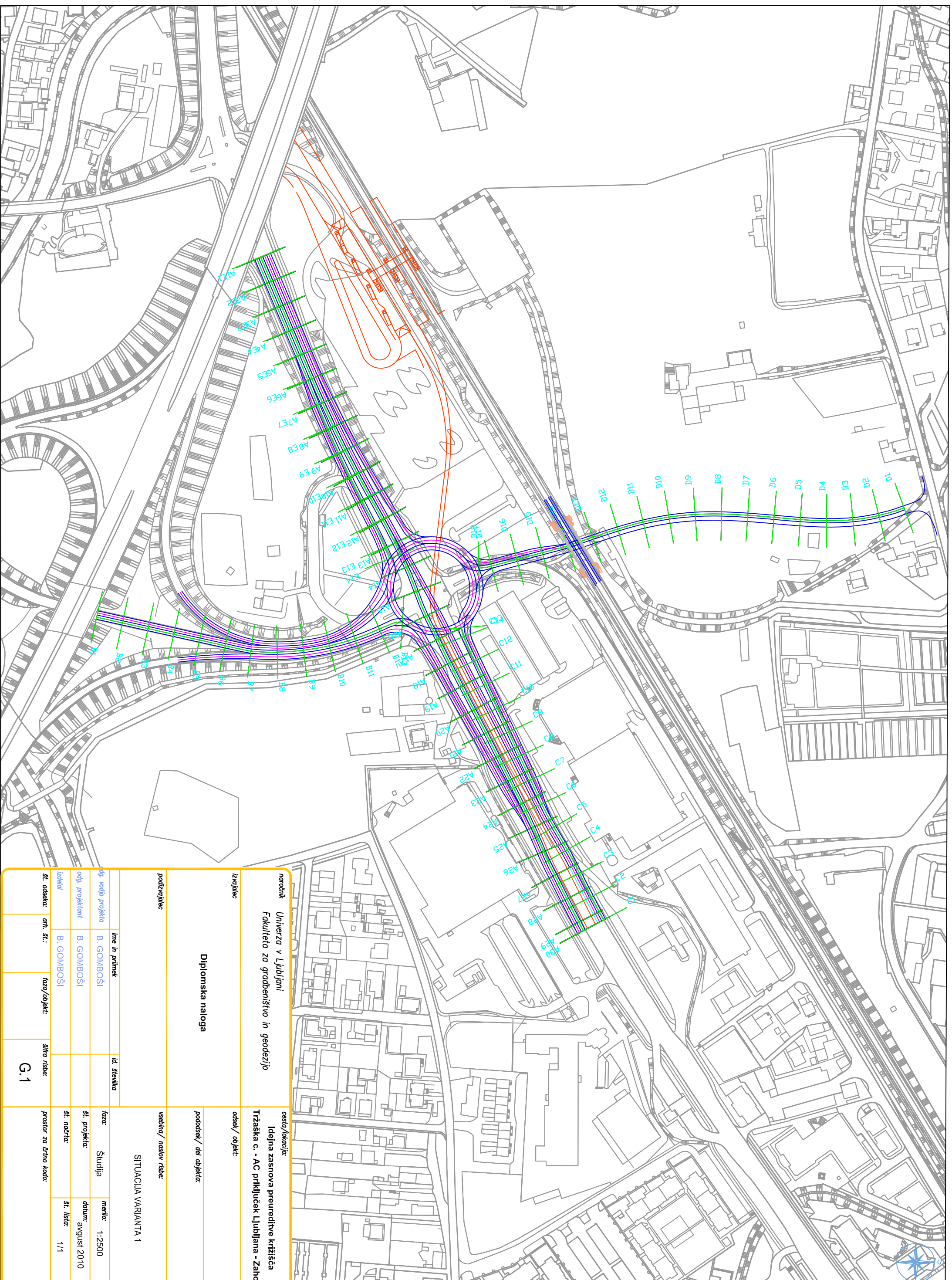
Začasna navodila za spremembo tehničnih elementov krožnih križišč. Direkcija RS za ceste. Julij 2007, Ljubljana: 2 str.

PRILOGE

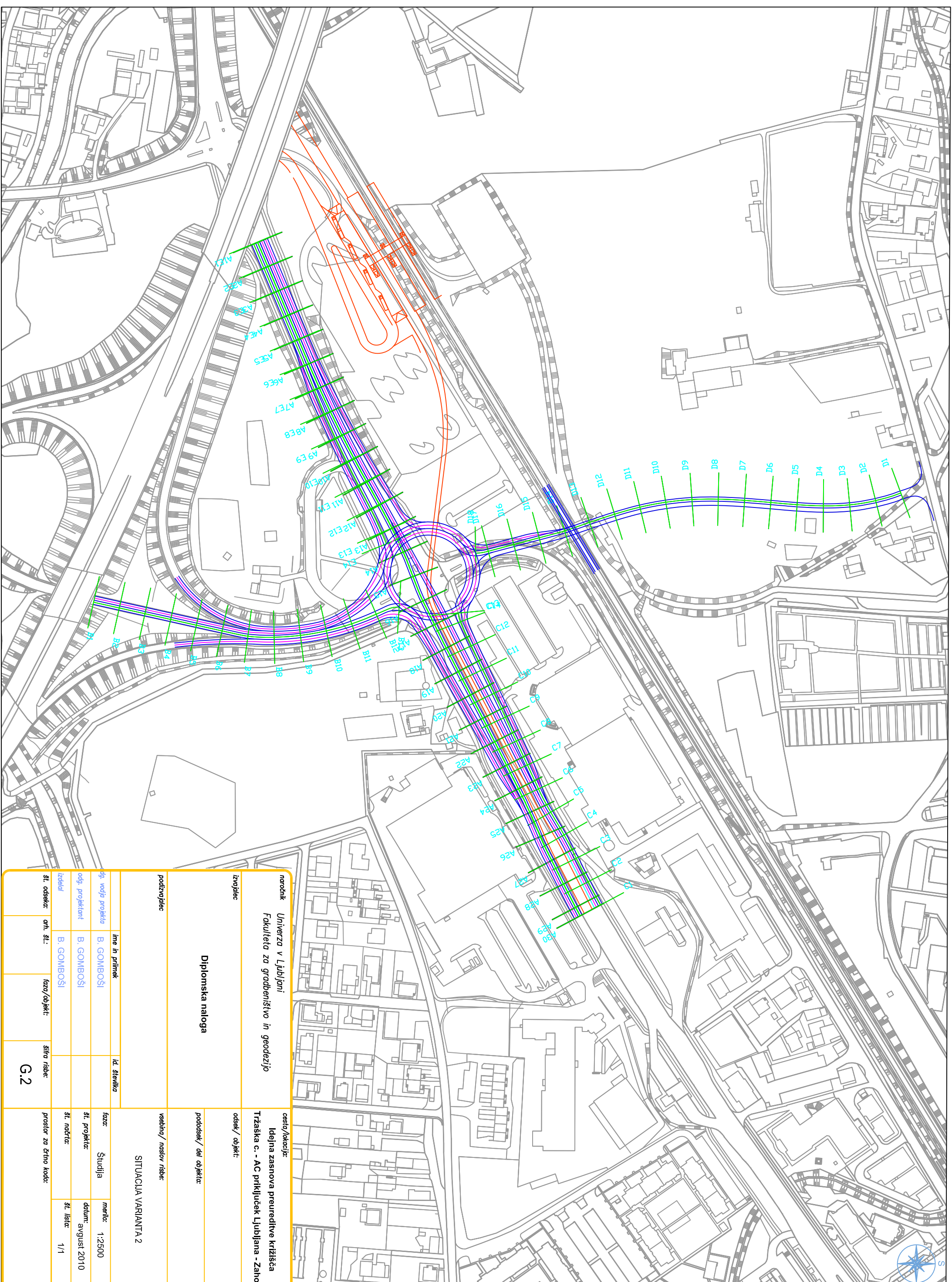
Krmilni program: Jutranja konica

Krmilni program: Popoldanska konica

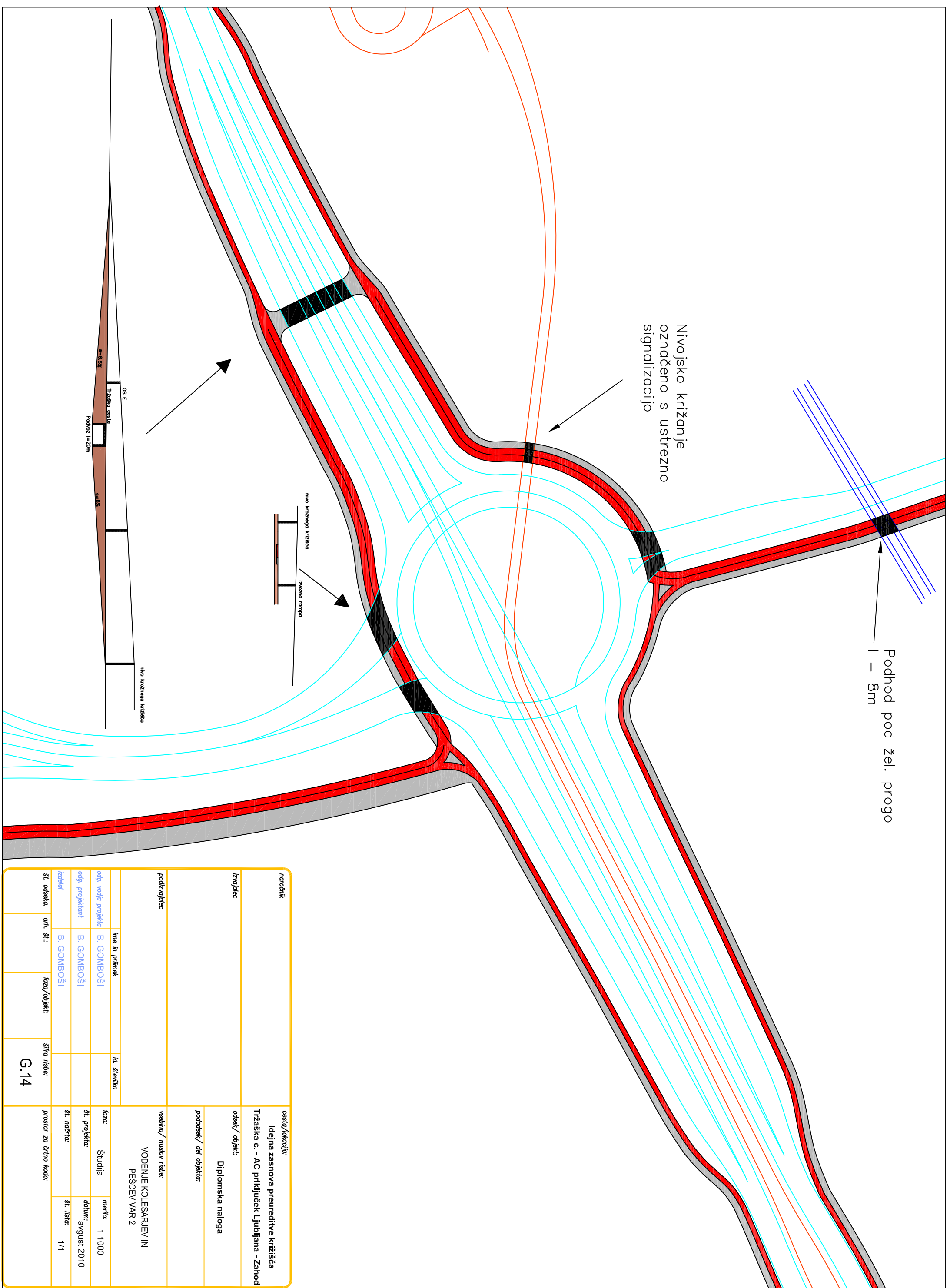
G.1: SITUACIJA VARIANTA 1	MERILO 1:2500
G.2: SITUACIJA VARIANTA 2	MERILO 1:2500
G.3: VZDOLŽNI PROFIL VAR1_OS A	MERILO 1:1000/100
G.4: VZDOLŽNI PROFIL VAR1_OS B	MERILO 1:1000/100
G.5: VZDOLŽNI PROFIL VAR1_OS C	MERILO 1:1000/100
G.6: VZDOLŽNI PROFIL VAR1_OS D	MERILO 1:1000/100
G.7: VZDOLŽNI PROFIL VAR1_OS E	MERILO 1:1000/100
G.8: VZDOLŽNI PROFIL VAR2_OS A	MERILO 1:1000/100
G.9: VZDOLŽNI PROFIL VAR2_OS B	MERILO 1:1000/100
G.10: VZDOLŽNI PROFIL VAR2_OS C	MERILO 1:1000/100
G.11: VZDOLŽNI PROFIL VAR2_OS D	MERILO 1:1000/100
G.12: VZDOLŽNI PROFIL VAR2_OS E	MERILO 1:1000/100
G.13: VODENJE KOLESARJEV IN PEŠCEV VAR1	MERILO 1:2500
G.14: VODENJE KOLESARJEV IN PEŠCEV VAR2	MERILO 1:2500
G.15: KPP Fajfarjeva ulica	MERILO 1:100



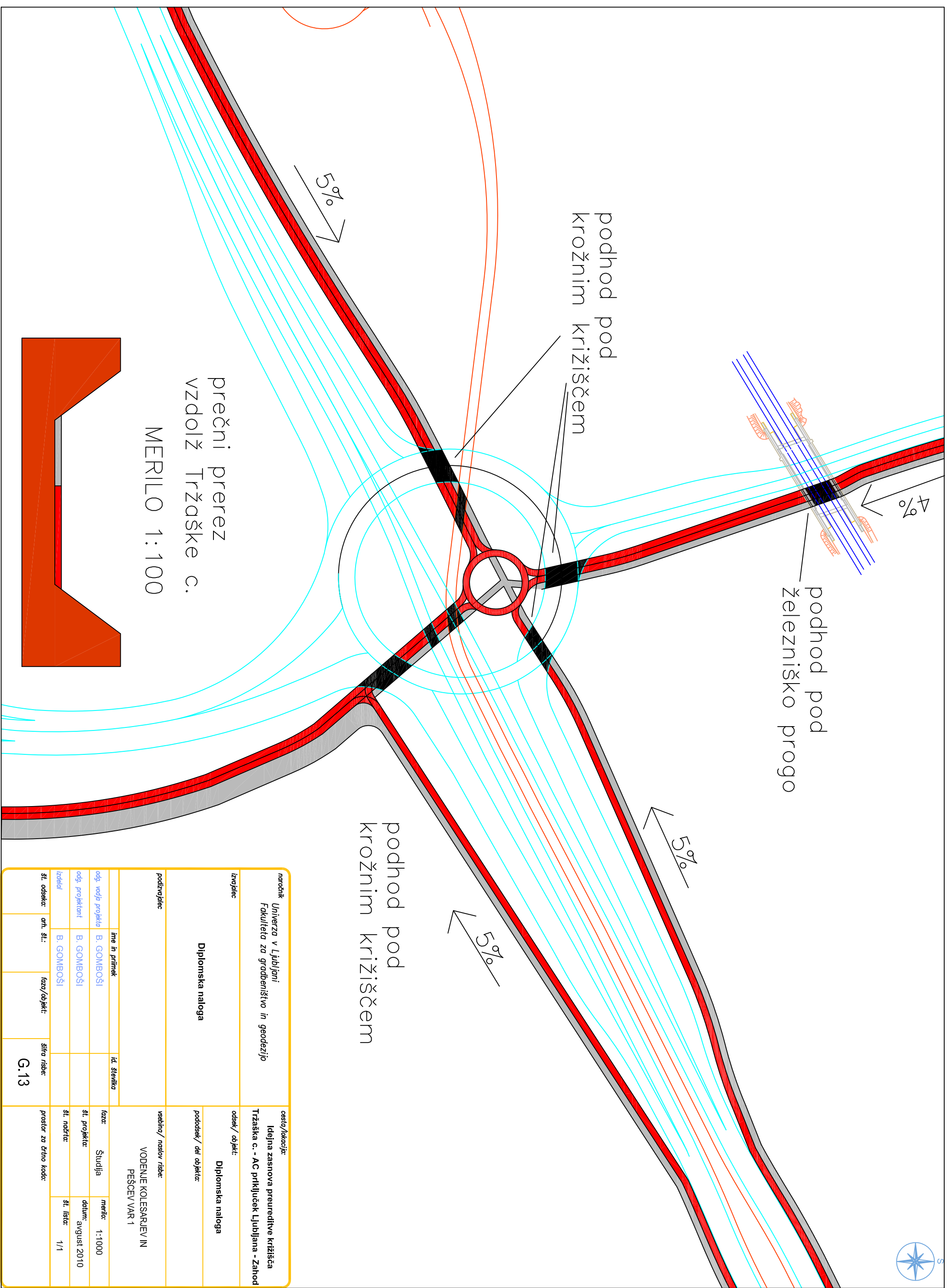
naslovnik Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo		cesta/kolevica Idejna zasnova preureditve križišča Tršaška c. - AC priključek Ljubljana - Zahod	
izvajalec Diplomska naloga		odsek / objekt	
področje		posebnih / nosilov risbe SITUACIJA VARIANTA 1	
ime in priimek B. GOMBOŠI	id številka	razn. Studija	merilo 1:2500
obj. projektant B. GOMBOŠI	št. projekta	datum avgust 2010	št. listov 1/1
izšel B. GOMBOŠI	št. narisov	prostor za črtno kodo	
št. oddajec an. št.:	razn./objekt	šifra risbe G.1	



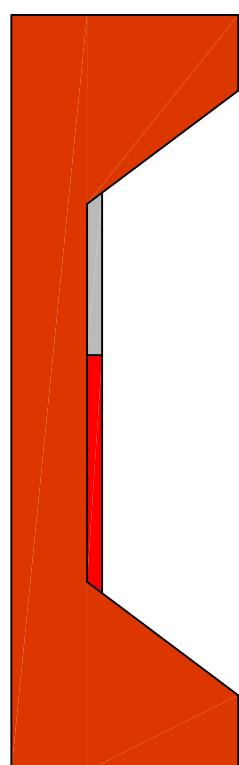
naslovnik Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo		centro/kolektor Idejna zasnova preureditve križišča Tržaška c. - AC priključek Ljubljana - Zahod	
izvajalec Diplomatska naloga		osob./objekt podoben/ del objekta	
podizvajalec SITUACIJA VARIANTA 2		vestilni/ nosilni risec SITUACIJA VARIANTA 2	
ime in priimek B. GOMBOŠI	id. številka B. GOMBOŠI	razr. Studija	merilo: 1:2500
odg. projektant B. GOMBOŠI	št. projekta B. GOMBOŠI	št. risarja B. GOMBOŠI	datum avgust 2010
izdelal B. GOMBOŠI	razn./objekt B. GOMBOŠI	št. risar B. GOMBOŠI	št. listov 1/1
št. oddaje: arh. št.:	št. risar: G.2	prostor za črtno kodo:	



naslovnik	cesto/kavcijo:		Tržaška c. - AC priključek Ljubljana - Zahod	
izvajalec	odsek / objekt:		Diplomska naloga	
podizvajalec	pododsek / del objekta:			
vezilno / nosilno rabe:	VODENJE KOLESAJEV IN PEŠCEV VAR 2			
ime in priimek:	B. GOMBOŠI	id. številka:		
odg. vodja projekta:	B. GOMBOŠI	vrsta:	Studija	merilo: 1:1000
odg. projektant:	B. GOMBOŠI	št. projekta:		datum: avgust 2010
izvedil:	B. GOMBOŠI	št. naris:		št. list: 1/1
št. oddaje:	011. št.:	vrsta objekta:	št. risbe:	prostor za druge kode:
			G.14	



prečni prerez
vzdolž Tržaške c.
MERILO 1:100

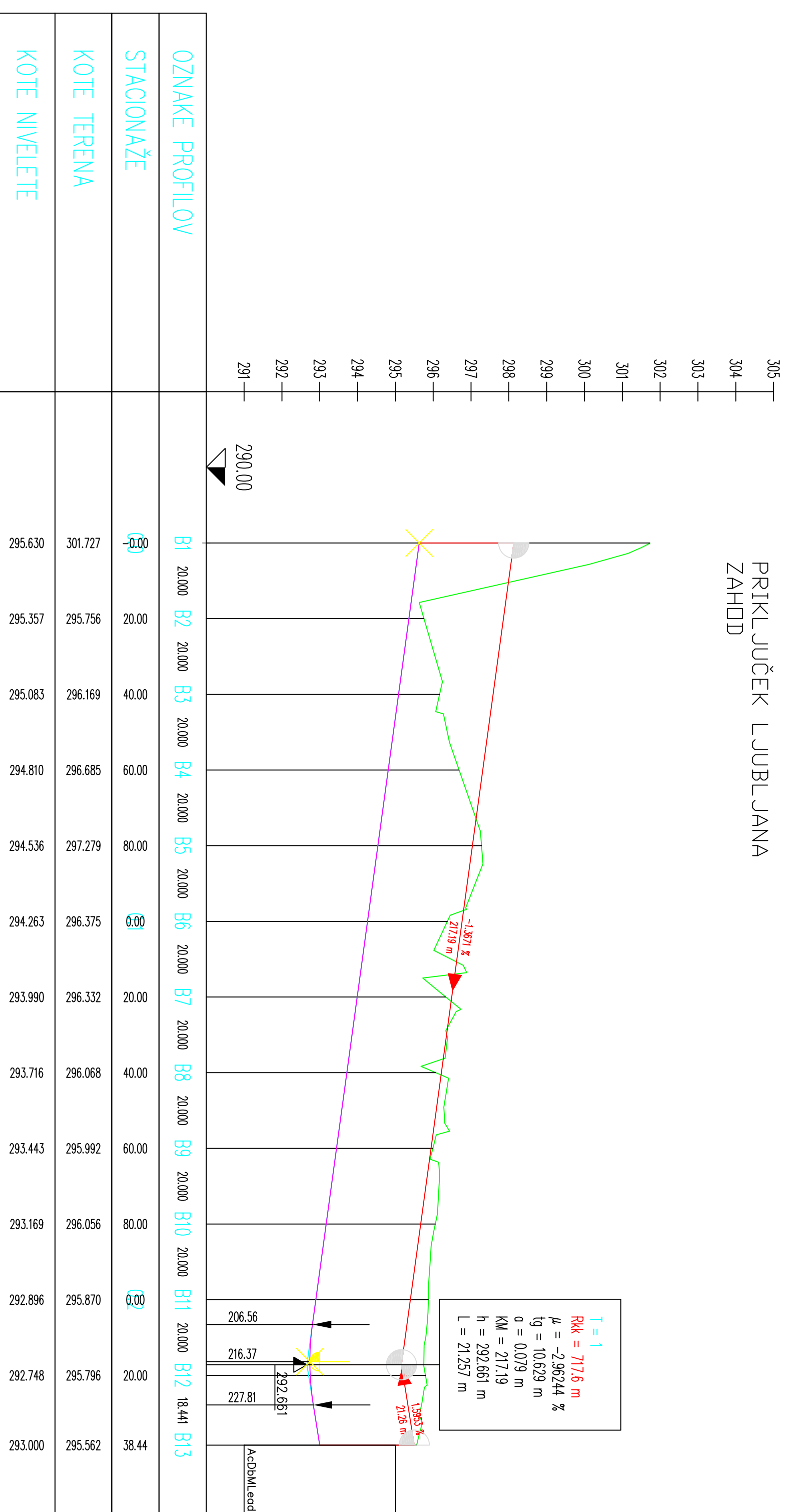


nazivnik: Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo		center/kolocij: Idejna zasnova preureditve križišča Tržaška c. - AC priključek Ljubljana - Zahod	
izvajalec: Diplomska naloga		odseki / objekti: Diplomska naloga	
podizvajalec:		pododseki / deli objekta:	
ime in priimek: B. GOMBOŠI		vrsta / navedb. rabe: VODENJE KOLESAJEV IN PEŠCEV VAR 1	
vsig. vsig. projekta: B. GOMBOŠI		tona: Studija	
vsig. projektant: B. GOMBOŠI		št. projekta:	
izvedel: B. GOMBOŠI		št. narisov:	
št. odsekov:		št. listov:	
del. št.:		preslov za štirov kodo:	
fazn./objekt:		G.13	
št. risar:		merilo: 1:1000	
št. listov:		datum: avgust 2010	
št. listov:		št. listov: 1/1	

PRIKLJUČEK LJUBLJANA
ZAHOD

PROFIL-2: OS_B
MERILO 1:1000/100

LK_1
LK_2
LK_3
LR0_1



T = 1
R_K = 717,6 m
A = -2,95244 %
t₀ = 10,629 m
a = 0,079 m
KM = 2171,9
h = 292,661 m
L = 21,237 m

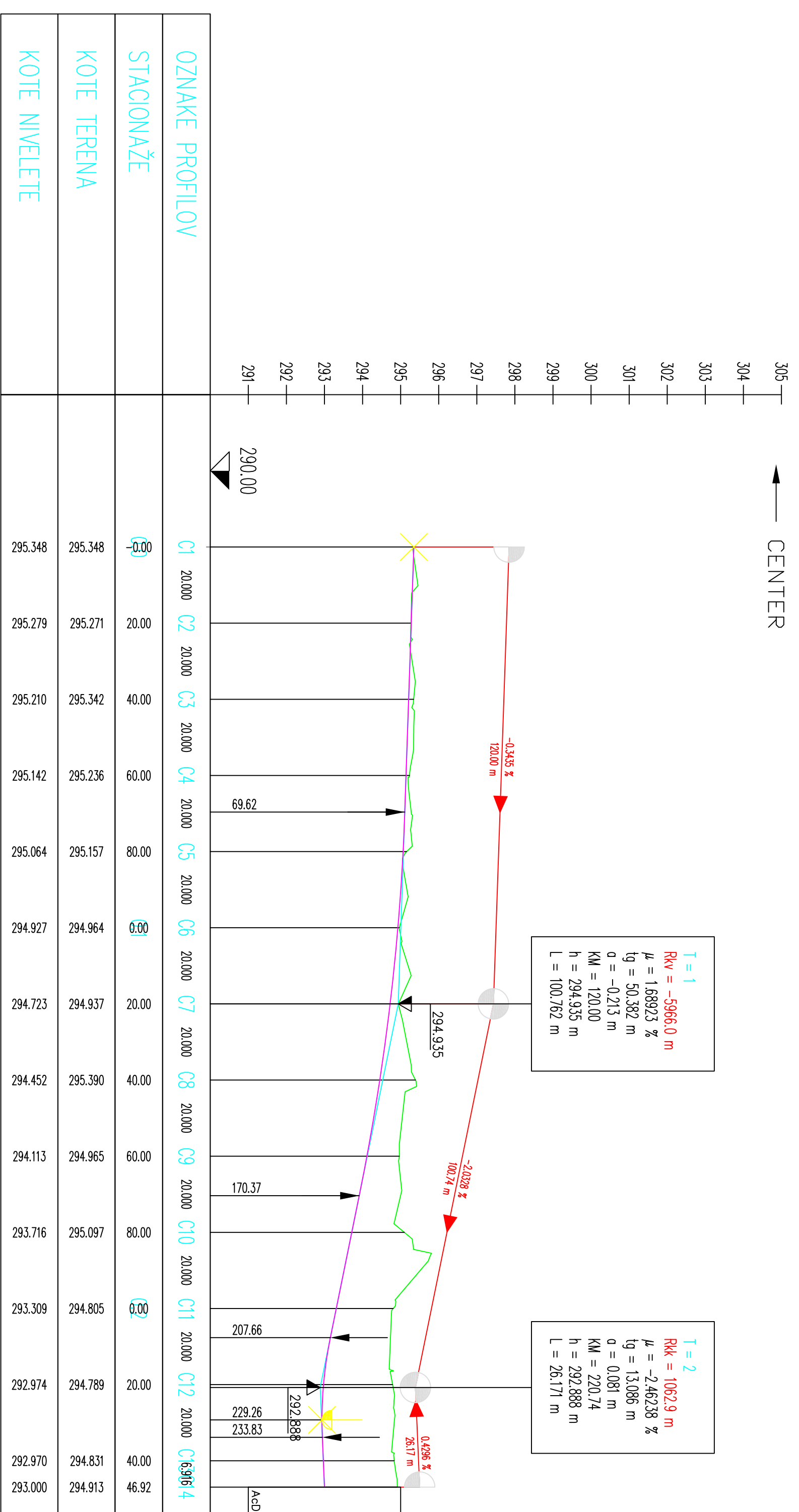
Nivo novega
krozišča

ime in priimek B. GONROSI		št. projekta 110001100	
ime in priimek B. GONROSI		št. projekta 110001100	
št. odnosa 04_A		št. lista 111	
ime in priimek B. GONROSI		št. projekta 110001100	
ime in priimek B. GONROSI		št. projekta 110001100	
ime in priimek B. GONROSI		št. projekta 110001100	

PROFIL-3: OS_C
 MERILO 1:1000/100



LK_1
 LK_2
 LK_3
 LRO_1



I = 1
 Rkv = -5966.0 m
 μ = 1.68923 %
 l_q = 50.382 m
 o = -0.213 m
 KM = 120.00
 h = 294.935 m
 L = 100.762 m

I = 2
 Rkv = 1062.9 m
 μ = -2.46238 %
 l_q = 13.098 m
 o = 0.081 m
 KM = 220.24
 h = 292.888 m
 L = 26.171 m

ime in priimek B. GONROSI		št. študenta G.5	
ime in priimek B. GONROSI		št. študenta G.5	
ime in priimek B. GONROSI		št. študenta G.5	

Nivo novega KROZIŠČA

AGD/M/Levendar

FAKULTETA ZA GRAĐEVINARSTVO IN ARHITEKTURO
 UNIVERZA V LJUBLJANI
 Fakulteta za gradbeništvo in geodetiko

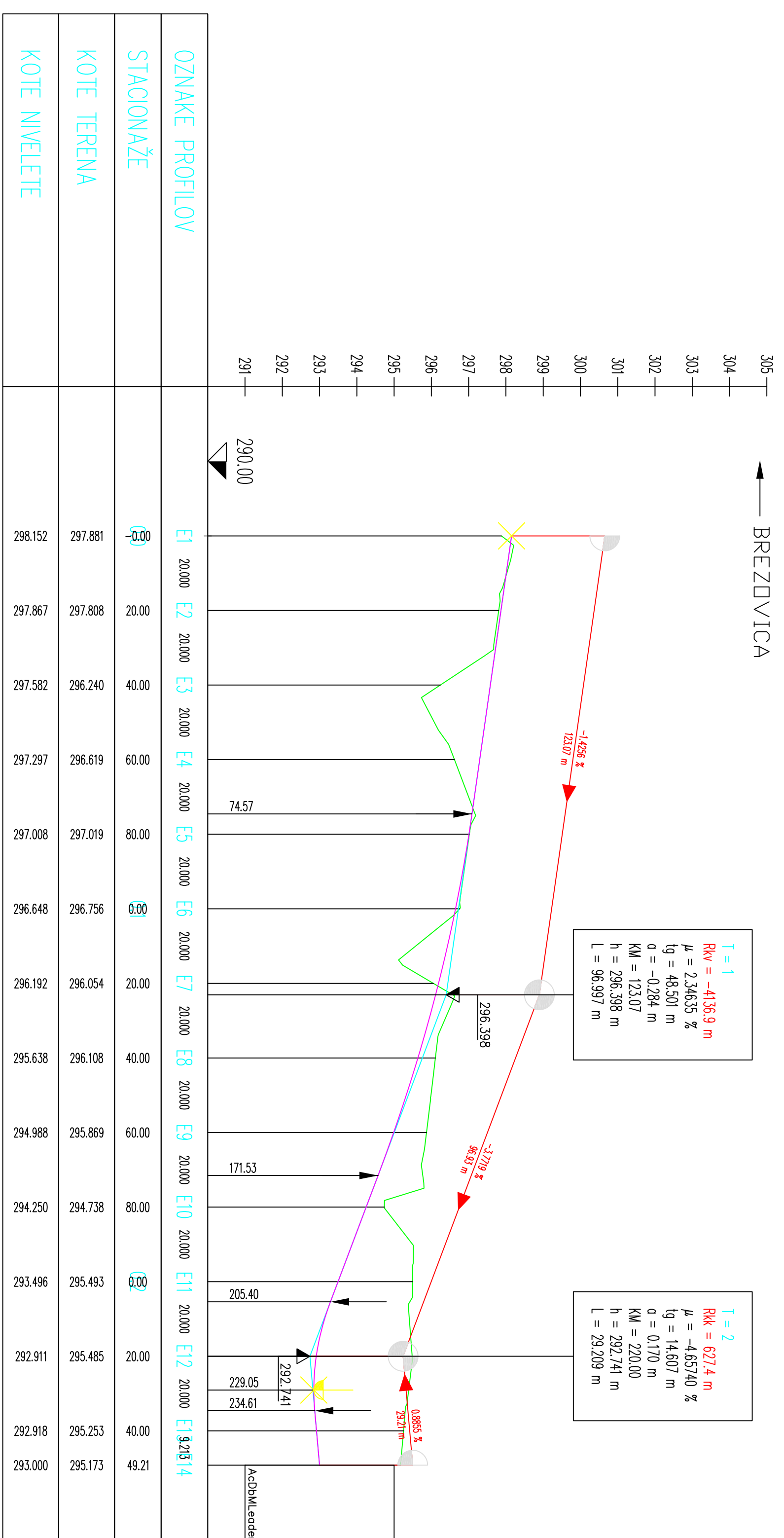
Ime in priimek: B. GONROSI
 Št. študenta: G.5

Ime in priimek: B. GONROSI
 Št. študenta: G.5

Ime in priimek: B. GONROSI
 Št. študenta: G.5

PROFIL-5: OS_E
 MERILO 1:1000/100

LR0_1
 LK_3
 LK_2
 LK_1



OSNOVNE INFORMACIJE Ime in priimek: DIPILOSKA NILOGA Datum: 14.11.2010 Projekt: OS_E Vrsta projekta: VZDOLŽNI PROFIL VARI Merilo: 1:1000/100 Datum: 14.11.2010 Stran: 1/1			
Ime in priimek: DIPILOSKA NILOGA Datum: 14.11.2010 Vrsta projekta: VZDOLŽNI PROFIL VARI Merilo: 1:1000/100 Datum: 14.11.2010 Stran: 1/1		Ime in priimek: DIPILOSKA NILOGA Datum: 14.11.2010 Vrsta projekta: VZDOLŽNI PROFIL VARI Merilo: 1:1000/100 Datum: 14.11.2010 Stran: 1/1	

OSNOVNE INFORMACIJE Ime in priimek: DIPILOSKA NILOGA Datum: 14.11.2010 Vrsta projekta: VZDOLŽNI PROFIL VARI Merilo: 1:1000/100 Datum: 14.11.2010 Stran: 1/1		OSNOVNE INFORMACIJE Ime in priimek: DIPILOSKA NILOGA Datum: 14.11.2010 Vrsta projekta: VZDOLŽNI PROFIL VARI Merilo: 1:1000/100 Datum: 14.11.2010 Stran: 1/1	
--	--	--	--

Nivo novega KROŽIŠČA

PROFIL-5: OS_E
 MERILO 1:1000/100

BREZDINICA

T = 1
 Rkv = -4136.9 m
 mu = 2.34635 %
 lg = 48.501 m
 a = -0.284 m
 KM = 123.07
 h = 296.398 m
 L = 96.997 m

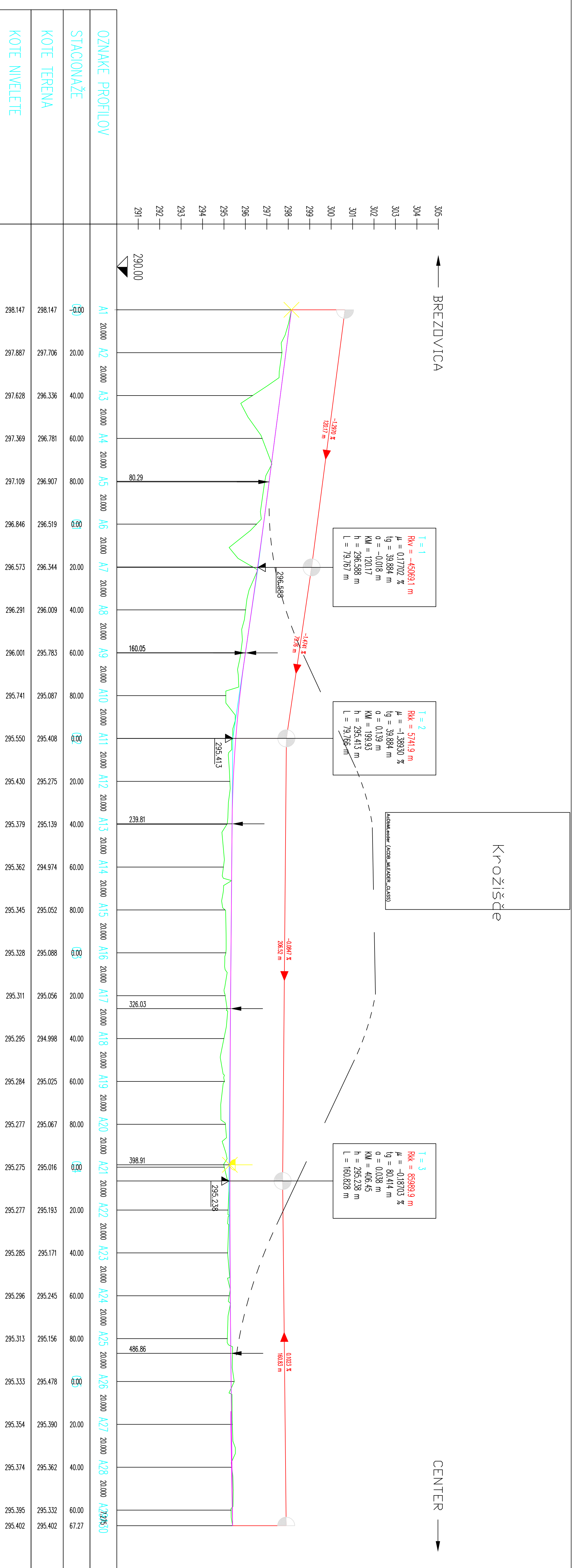
T = 2
 Rkv = 627.4 m
 mu = -4.65740 %
 lg = 14.607 m
 a = 0.170 m
 KM = 220.00
 h = 292.741 m
 L = 23.209 m

OZNAKE PROFILOV	E1 20.000	E2 20.000	E3 20.000	E4 20.000	E5 20.000	E6 20.000	E7 20.000	E8 20.000	E9 20.000	E10 20.000	E11 20.000	E12 20.000	E13 20.000	E14 20.000
STACIONAŽE	0+00	20.000	40.000	60.000	80.000	100.000	120.000	140.000	160.000	180.000	200.000	220.000	240.000	260.000
KOTE TERENA	298.152	297.867	297.582	297.297	297.008	296.648	296.192	295.638	294.988	294.250	293.496	292.911	292.918	293.000
KOTE NIVELETE	298.152	297.867	297.582	297.297	297.008	296.648	296.192	295.638	294.988	294.250	293.496	292.911	292.918	293.000

A-CBMK ender
 Projekt: **OS_E**
 Datum: **14.11.2010**
 Vrsta projekta: **VZDOLŽNI PROFIL VARI**
 Merilo: **1:1000/100**
 Datum: **14.11.2010**
 Stran: **1/1**

PROFIL-5_ OS_A
MERILO 1:1000/100

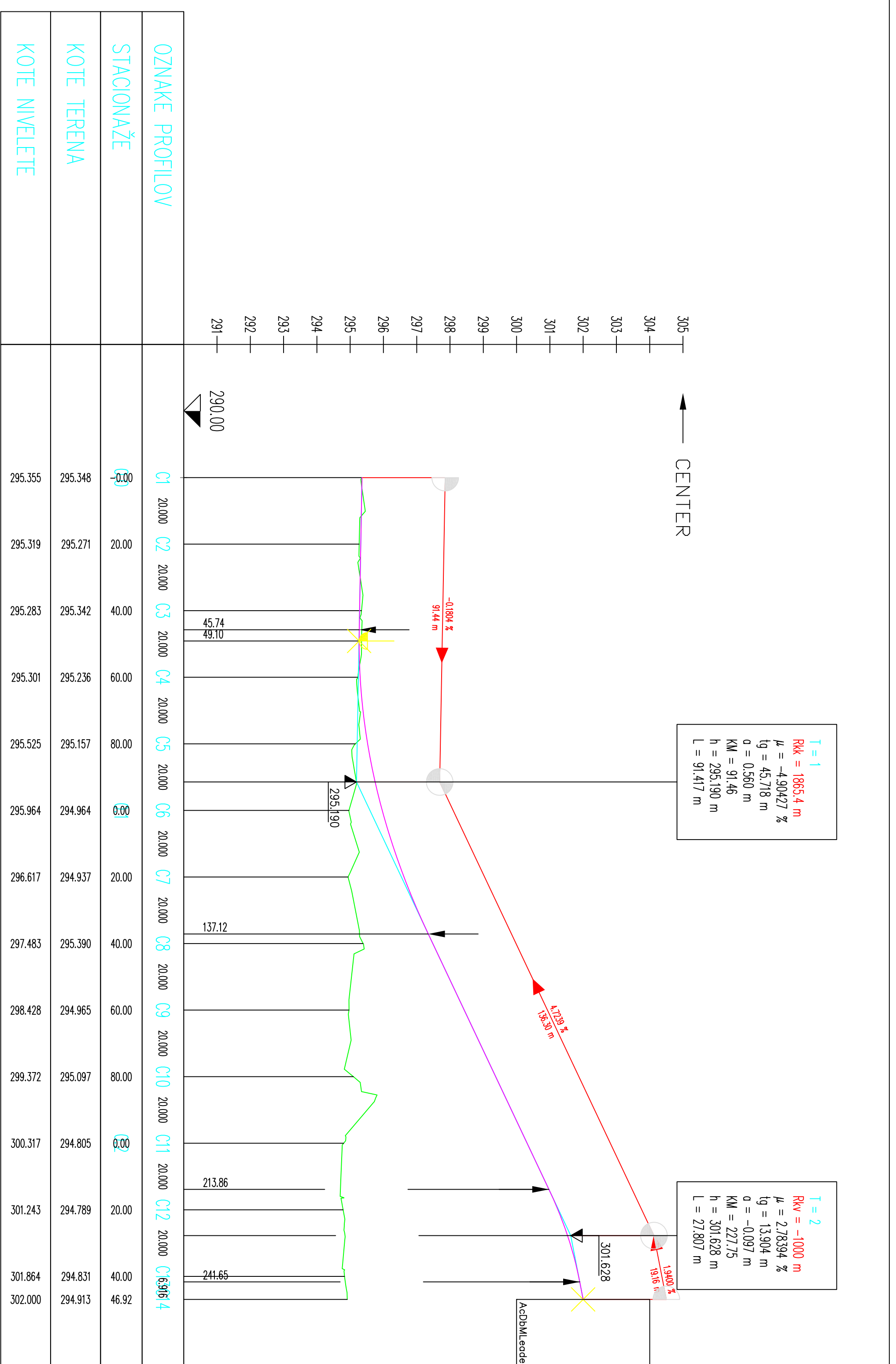
- LK_1
- LK_2
- LK_3
- LR0_1



Opis objekta Izgradnja i uklanjanje objekata u prostoru Održavanje i saniranje objekata		Projektant Ime: Strojica Adresa: Ulica Matije Gupca 111 Grad: Osijek	
Projektant Ime: Strojica Adresa: Ulica Matije Gupca 111 Grad: Osijek		Projektant Ime: Strojica Adresa: Ulica Matije Gupca 111 Grad: Osijek	
Projektant Ime: Strojica Adresa: Ulica Matije Gupca 111 Grad: Osijek		Projektant Ime: Strojica Adresa: Ulica Matije Gupca 111 Grad: Osijek	

PROFIL-4: OS_C
 MERILO 1:1000/100

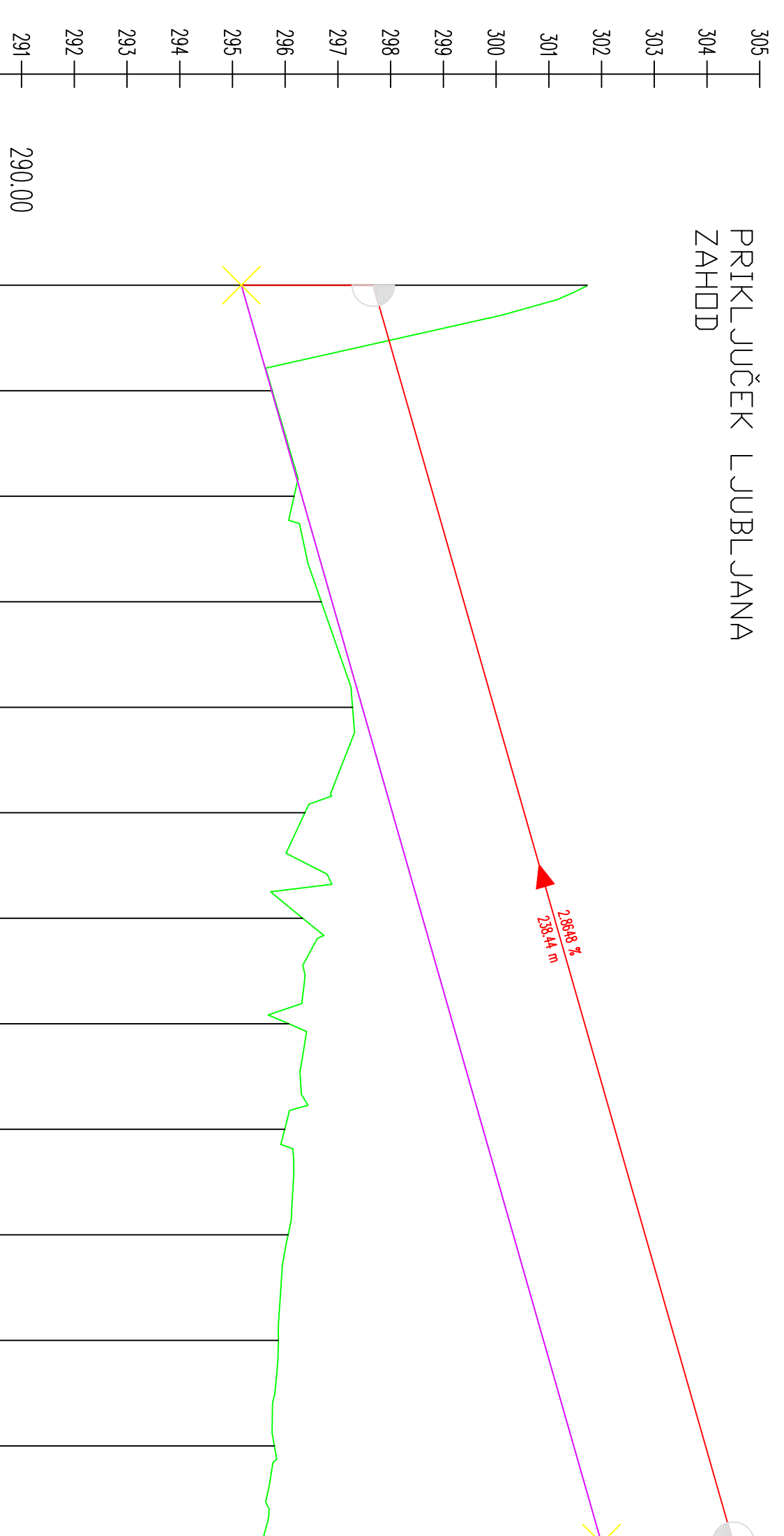
LK_1
 LK_2
 LK_3
 LRO_1



OZNAKE PROFILOV	STACIONAŽE	KOTE TERENA	KOTE NIVELETE
C1 20.000	C2 20.000	295.342	295.319
C3 20.000	C4 20.000	295.236	295.283
C5 20.000	C6 20.000	294.964	295.525
C7 20.000	C8 20.000	294.937	295.964
C9 20.000	C10 20.000	295.390	296.617
C11 20.000	C12 20.000	294.805	297.483
C13 6.916.4		294.831	298.428
		294.913	298.428
		294.831	299.372
		294.805	299.372
		294.831	300.317
		294.831	301.243
		294.831	301.864
		294.831	302.000

vrsta: Univerza v Ljubljani fakulteta: Fakulteta za gradbeništvo in geodetstvo		oznaka/kategorija: Isolacija zamažena premešane kitička Trasa/ci: - AC priložnica Ljubljana - zunan	
zvrst: Diplomska naloga		oznaka/objekt:	
podzvrstje:		področje/ delovno mesto:	
ime in priimek: BI GONROSI		vedevni/ strojni inženir: VZDOLŽNI PROFIL VARNOSTI	
ime vodje projekta: BI GONROSI		vrsta: Študijski	
ime: BI GONROSI		št. projekta:	
št. oddaje: G.10		datum: avgust 2010	
št. oddaje:		št. list: 1/1	

PRIKLJUČEK LJUBLJANA ZAHOD



PROFIL-2: OS_B
MERILO 1:1000/100



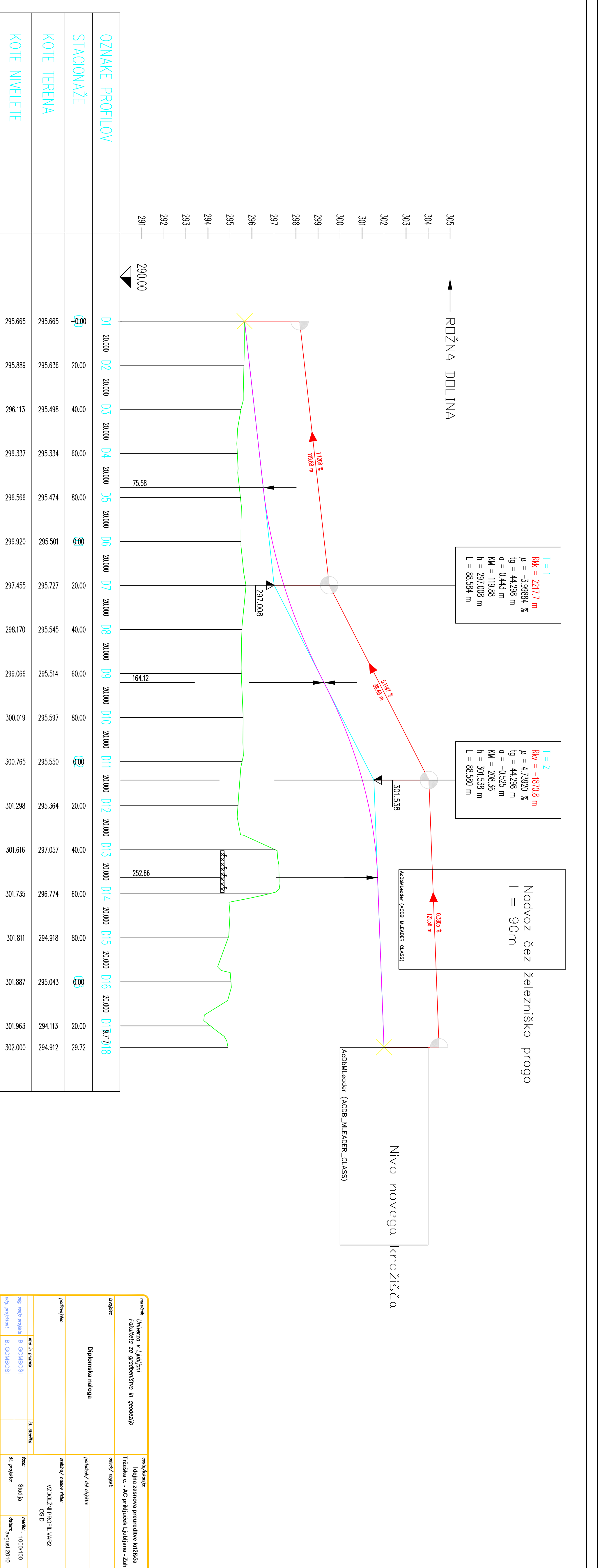
LK_1
LK_2
LK_3
LR0_1

OZNAKE PROFILOV	B1	20.000	B2	20.000	B3	20.000	B4	20.000	B5	20.000	B6	20.000	B7	20.000	B8	20.000	B9	20.000	B10	20.000	B11	20.000	B12	18.441	B13
STACIONAŽE	0.00		20.00		40.00		60.00		80.00		100.00		120.00		140.00		160.00		180.00		200.00		220.00		238.44
KOTE TERENA	301.727		295.756		296.169		296.685		297.279		296.375		296.332		296.068		295.992		296.056		295.870		295.796		295.562
KOTE NIVELETE	295.169		295.742		296.315		296.888		297.461		298.034		298.607		299.180		299.753		300.326		300.899		301.472		302.000

naslov: Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodetijo				opis/seznanje: Iskopen zamonov preureditveni kritek Trestiša c. - AC priklopilnik Ljubljana, zahod			
zgradba: Diplomska naloga				osnovni podatki: osnovni podatki			
podizvajalec: Ime in priimek: B. GONROSI				izvedenec: Ime in priimek: S. Šušter			
vrsta projekta: B. GONROSI				izvedba: datum: avgust 2010			
naziv: B. GONROSI				izdatnik: str. 111			
iz. datum: str. 111				prejeti na strani: G.9			

PROFIL-1: OS_D
 MERILO 1:1000/100

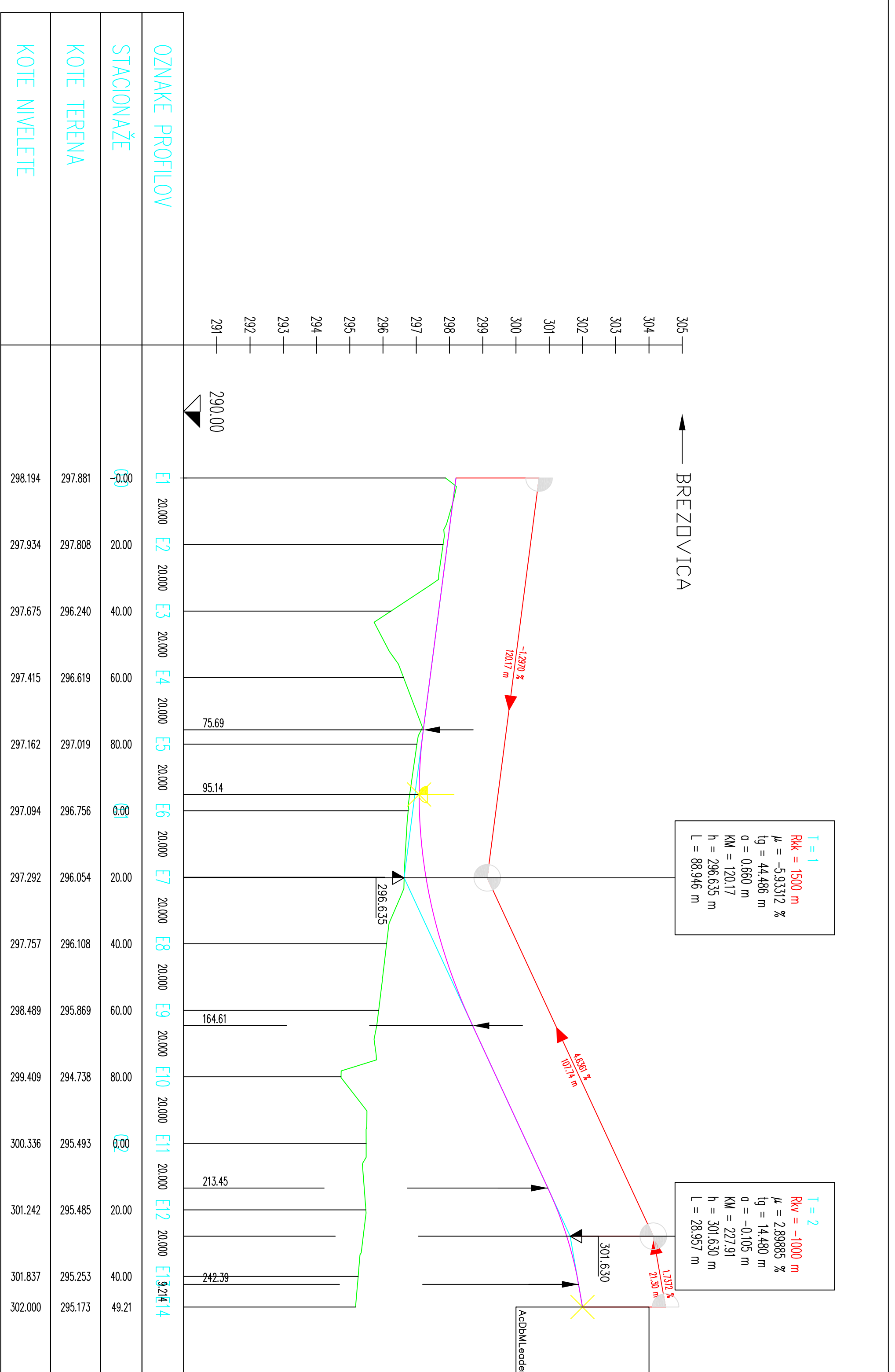
- LK_1
- LK_2
- LK_3
- UR0_1



Ime projekta: Urbani projekt Naziv objekta: Krožišče na prostoru v pristanišču		Ime in priimek: Trdava, c. - arhitekt, Urbanistični Zavod	
Datum: 15.12.2023 Skupna stran: 1		Datum: 15.12.2023 Skupna stran: 1	
Projektant: URBANI PROJEKT Slog: URBANI PROJEKT Datum: 15.12.2023 Skupna stran: 1		Projektant: URBANI PROJEKT Slog: URBANI PROJEKT Datum: 15.12.2023 Skupna stran: 1	
Ime in priimek: Trdava, c. - arhitekt, Urbanistični Zavod Datum: 15.12.2023 Skupna stran: 1		Ime in priimek: Trdava, c. - arhitekt, Urbanistični Zavod Datum: 15.12.2023 Skupna stran: 1	
Ime in priimek: Trdava, c. - arhitekt, Urbanistični Zavod Datum: 15.12.2023 Skupna stran: 1		Ime in priimek: Trdava, c. - arhitekt, Urbanistični Zavod Datum: 15.12.2023 Skupna stran: 1	

PROFIL-3: OS_E
 MERILO 1:1000/100

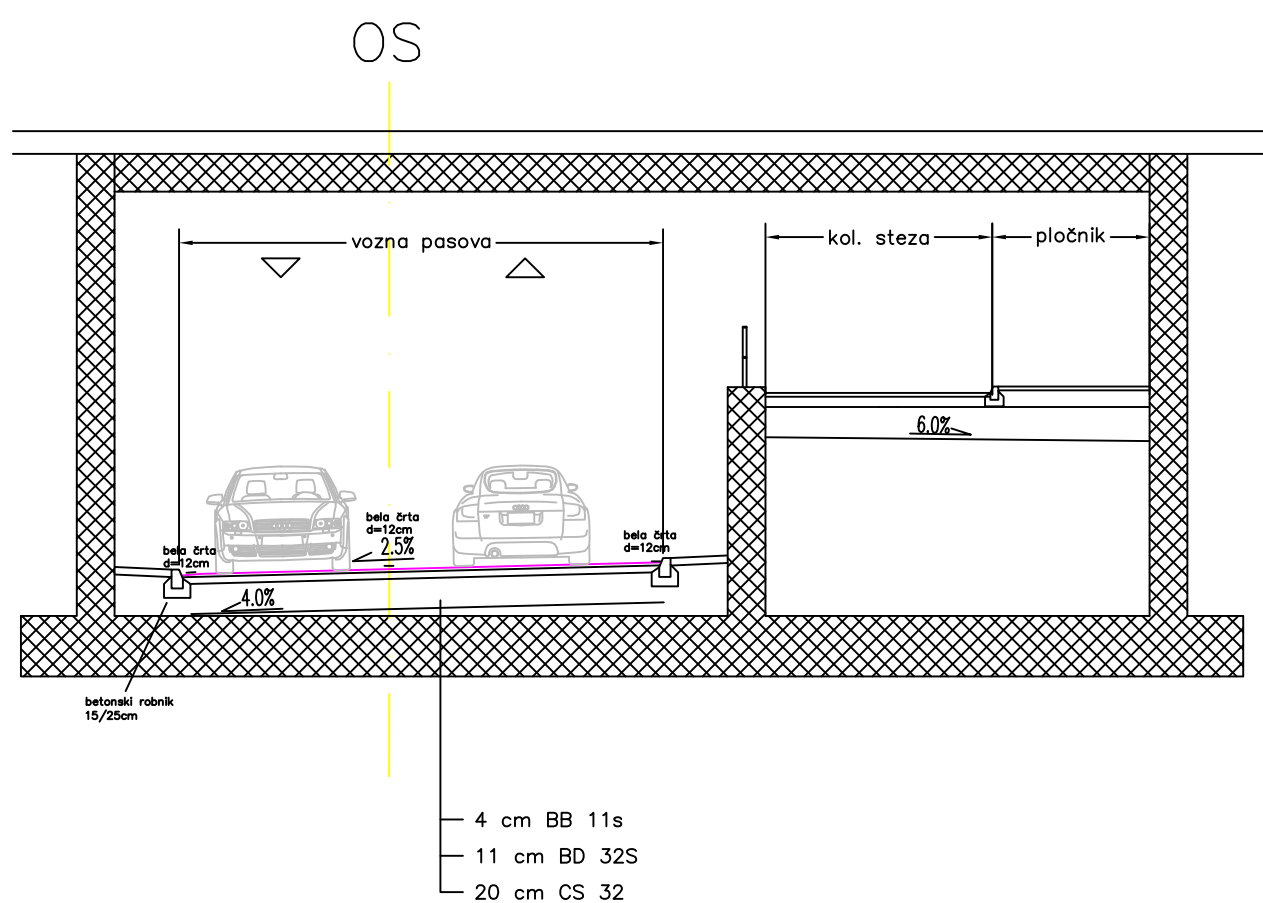
LK_1
 LK_2
 LK_3
 LR0_1



ime in priimek E. GONROSI		št. projekta OS_E	
ime in priimek E. GONROSI		št. projekta OS_E	
št. oddaje G-12		št. oddaje OS_E	

ime in priimek E. GONROSI		št. projekta OS_E	
ime in priimek E. GONROSI		št. projekta OS_E	
št. oddaje G-12		št. oddaje OS_E	

KPP Fajfarjeve ulica pod železniško progo



naročnik Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo		cesta/lokacija: Idejna zasnova preureditve križišča Tržaška c. - AC prključek Ljubljana - Zahod	
izvajalec Diplomska naloga		odsek/ objekt:	
podizvajalec		pododsek/ del objekta:	
		vsebina/ naslov risbe: KPP FAJFARJEVA ULICA	
	ime in priimek	id. številka	
odg. vodja projekta	B. GOMBOŠI		faza: Študija merilo: 1:100
odg. projektant	B. GOMBOŠI		št. projekta: datum: avgust 2010
izdelal	B. GOMBOŠI		št. načrta: št. lista: 1/1
št. odseka:	arh. št.:	faza/objekt:	šifra risbe: prostor za črtno kodo:
			G.15