

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 program Gradbeništvo,
Prometna smer

Kandidat:

Gregor Kralj

VPLIV PROMETNIH TOKOV NA ZASNOVO NOVEGA CESTNEGA VOZLIŠČA JEŽICA V LJUBLJANI

Diplomska naloga št.: 3153

Mentor:
doc. dr. Alojzij Juvanc

Somentor:
Tomaž Guzelj

Ljubljana, 3. 5. 2011

IZJAVA O AVTORSTVU

Skladno s 27. Členom Pravilnika o diplomskem delu UL Fakultete za gradbeništvo in geodezijo, podpisani GREGOR KRALJ izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom: »Vpliv prometnih tokov na zasnovu cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani«.

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

Noben del tega zaključnega dela ni bil uporabljen za pridobitev strokovnega naziva ali druge strokovne kvalifikacije na tej ali na drugi univerzi ali izobraževalni inštituciji.

Ljubljana, 21.3.2011

.....
(podpis)

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	625.739:656.1(043.2)
Avtor:	Gregor KRALJ
Mentor:	doc. dr. Alojzij Juvanc, univ. dipl. inž. grad.
Somentor:	Tomaž Guzelj, univ. dipl. inž. grad.
Naslov:	Vpliv prometnih tokov na zasnovu cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani
Obseg in oprema:	78 str., 36 pregl., 39 sl., 1 gr.
Ključne besede:	Prometni model, prometni tokovi, cestno vozlišče, interaktivno projektiranje

Izveček:

V diplomski nalogi bo predstavljeno delo zasnove novega cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani na podlagi prometnih tokov na območju. V začetnem teoretičnem delu bo predstavljen postopek prometnega planiranja preko teorije o štiristopenjskih modelih, ki so osnova za prometne modele, iz katerih bodo pridobljeni pripadajoči prometni tokovi. Poleg tega bo vpeljana in razjasnjeno t.i. interaktivno projektiranje.

Nato sledi praktični del naloge, v katerem bo prikazana analiza prepustnosti obstoječega stanja. Ta bo izvedena na podlagi analiz križišč, ki so vplivna za to območje. Razvidno bo, da je obstoječe stanje prepustnosti, v jutranji in popoldanski konični uri, zelo slabo. Tako bo na podlagi prometnih tokov, ki so bili pridobljeni iz prometnega modela Ljubljane, predlagana in prikazana nova zasnova vozlišča Ježica. Na koncu diplomske naloge bo povezava med prometnim in projektantskim delom zasnove predstavljena še v obratnem smislu, saj bo na podlagi novo projektiranih cest in rekonstrukcij križišč, prometni model prilagojen spremembam in vplivna križišča bodo zopet analizirana za prikaz prepustnosti bodočega stanja.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 625.739:656.1(043.2)
Author: Gregor KRALJ
Supervisor: Assist. Prof. Alojzij Juvanc, Ph.D., C.E.
Co-Supervisor: Tomaž Guzelj, B.Sc., C.E.
Title: Conception of new road-node Ježica in Ljubljana designed considering traffic-flows
Notes: 78 p., 36 tab., 39 fig., 1 gr.
Key words: Traffic model, traffic-flows, road-node, interactive projecting

Abstract:

In this graduation thesis it will be shown how to design a new road-node Ježica in Ljubljana considering traffic-flows in this area. In the initial theoretical part the process of traffic planning will be presented, through a theory of four-stage models, which are the basis for traffic models, from which we get the corresponding traffic-flows. So-called interactive projecting it will also be introduced and explained.

Then follows practical part, in which the analysis of existing transmittance will be shown. The analysis will be made for intersections that are influential for this area. The result is that the existing transmittance in terms of morning and afternoon peak hours are not very good. On the basis of traffic-flows, which were taken from the traffic model of Ljubljana, It will be proposed and presented a new design of road-node Ježica. At the end of the graduation thesis the link between traffic and projecting part of designing will be presented in the reverse sense. Considering new projected roads and reconstruction of some intersections, the traffic model will be rebuild and adapted to the changes. Influential and new intersection that forms will be analyzed again to see the future transmittance situation.

ZAHVALA

Za vsa strokovno pomoč se iskreno zahvaljujem mentorju doc. dr. Alojziju Juvancu, u.d.i.g., predvsem pa somentorju Tomažu Guzelju, u.d.i.g. in ostalim sodelavcem prometnega oddelka podjetja PNZ d.o.o., Ljubljana.

Posebna zahvala tudi staršem, sestri in ženi Poloni, ki me je predvsem zadnja leta študija zelo vzpodbujala in mi stala ob strani.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	TEORETIČNI DEL	2
2.1	SPLOŠNO O MODELIH.....	2
2.2	PROMETNI MODELI	3
2.2.1	MAKRO- IN MEZOSKOPSKI MODELI DINAMIČNEGA OBREMENJEVANJA	4
2.2.2	MIKROSKOPSKI MODELI DINAMIČNEGA OBREMENJEVANJA.....	4
2.3	ŠTIRISTOPENJSKI MODEL	6
2.3.1	ZBIRANJE VHODNIH PODATKOV	6
2.3.1.1	<i>Oprelitev študijskega območja (kordon).....</i>	<i>6</i>
2.3.1.2	<i>Razdelitev območja na prometne cone.....</i>	<i>7</i>
2.3.1.3	<i>Cestno omrežje.....</i>	<i>8</i>
2.3.2	GENERIRANJE POTOVANJ	9
2.3.2.1	<i>Metode za napoved generacije potovanj.....</i>	<i>10</i>
2.3.3	DISTRIBUCIJA POTOVANJ.....	11
2.3.3.1	<i>Metode za izračun distribucije potovanj.....</i>	<i>11</i>
2.3.4	IZBIRA PROMETNEGA SREDSTVA	12
2.3.4.1	<i>Vrste modelov za izbiro prometnega sredstva</i>	<i>12</i>
2.3.5	OBREMENJEVANJE OMREŽJA	13
2.4	MIKROSKOPSKI PROMETNI MODEL.....	14
2.5	INTERAKTIVNO PROJEKTIRANJE.....	15
2.5.1	POSTOPEK INTERAKTIVNEGA PROJEKTIRANJA.....	15
3	PRAKTIČNI DEL	17
3.1	MERODAJNA URA	17
3.2	ŠTEVNI PODATKI.....	17
3.2.1	PRILAGODITEV ŠTEVNIH PODATKOV NA MERODAJNO URO	19
3.2.1.1	<i>Križišče 8</i>	<i>19</i>
3.2.1.2	<i>Križišče 9</i>	<i>20</i>
3.2.1.3	<i>Križišče 10</i>	<i>20</i>
3.2.1.4	<i>Križišče 11</i>	<i>21</i>
3.2.1.5	<i>Križišče 12</i>	<i>21</i>

3.2.2	PRILAGODITEV ŠTEVNIH PODATKOV NA SEPTEMBER 2008	22
3.3	ANALIZA IZHODIŠČNEGA STANJA	24
3.3.1	KRIŽIŠČE 8	26
3.3.1.1	<i>Jutranja konica</i>	27
3.3.1.2	<i>Popoldanska konica</i>	28
3.3.2	KRIŽIŠČE 9	29
3.3.2.1	<i>Jutranja konica</i>	30
3.3.2.2	<i>Popoldanska konica</i>	31
3.3.3	KRIŽIŠČE 10	32
3.3.3.1	<i>Jutranja konica</i>	33
3.3.3.2	<i>Popoldanska konica</i>	34
3.3.4	KRIŽIŠČE 11	36
3.3.4.1	<i>Jutranja konica</i>	36
3.3.4.2	<i>Popoldanska konica</i>	38
3.3.5	KRIŽIŠČE 12	39
3.3.5.1	<i>Jutranja konica</i>	40
3.3.5.2	<i>Popoldanska konica</i>	41
3.3.6	ZAKLJUČKI	42
3.4	IZHODIŠČA ZA ZASNOVO	44
3.4.1	VIDENJA NA STANJE ZASNOVE	45
3.5	PROMETNI TOKOVI	46
3.5.1	PROMETNI TOKOVI – DUNAJSKA CESTA	46
3.5.2	PROMETNI TOKOVI – OBVOZNA CESTA	46
3.5.3	PROMETNI TOKOVI – ŠTAJERSKA CESTA	47
3.5.4	PROMETNI TOKOVI – BRNČIČEVA ULICA	47
3.5.5	SKUPNI PROMETNI TOKOVI	47
3.6	CESTNA ZASNOVA NA OBMOČJU	48
3.6.1	NOVA SEVERNA TANGENCIALA	48
3.6.1.1	<i>Horizontalni potek severne tangenciale</i>	49
3.6.1.2	<i>Vertikalni potek severne tangenciale</i>	49
3.6.1.3	<i>Normalni prečni prerez severne tangenciale</i>	49
3.6.1.4	<i>Odvodnjavanje</i>	49
3.6.2	PODALJŠEK DUNAJSKE CESTE	50
3.6.2.1	<i>Horizontalni potek podaljška Dunajske ceste</i>	50

3.6.2.2	<i>Vertikalni potek podaljška Dunajske ceste</i>	50
3.6.2.3	<i>Normalni prečni profil podaljška Dunajske ceste</i>	50
3.6.3	REKONSTRUKCIJA ŠTAJERSKE CESTE	50
3.6.3.1	<i>Horizontalni potek rekonstrukcije Štajerske ceste</i>	51
3.6.3.2	<i>Vertikalni potek rekonstrukcije Štajerske ceste</i>	51
3.6.3.3	<i>Normalni prečni prerez rekonstrukcije Štajerske ceste</i>	51
3.7	PRIKAZ IN PREVERITEV KRIŽIŠČ	52
3.7.1	KRIŽIŠČE 5	52
3.7.2	KRIŽIŠČE 6	54
3.7.2.1	<i>Jutranja konica</i>	54
3.7.2.2	<i>Popoldanska konica</i>	56
3.7.3	KRIŽIŠČE 7	57
3.7.3.1	<i>Jutranja konica</i>	57
3.7.3.2	<i>Popoldanska konica</i>	58
3.7.4	KRIŽIŠČE 8	59
3.7.5	KRIŽIŠČE 9	61
3.7.6	KRIŽIŠČE 10	62
3.7.7	KRIŽIŠČE 11	64
3.7.8	KRIŽIŠČE 12	66
3.7.9	KRIŽIŠČE 13	68
3.7.9.1	<i>Jutranja konica</i>	70
3.7.9.2	<i>Popoldanska konica</i>	71
3.8	PRIMERJAVE	72
3.8.1	PRIMERJAVA STANJA V LETU 2008 S STANJEM V LETU 2030	73
3.8.2	PRIMERJAVA REZULTATOV MIKROSIMULACIJSKEGA IN ANALITIČNEGA ORODJA	74
4	UGOTOVITVE IN ZAKLJUČKI	75
VIRI	77

KAZALO SLIK

SLIKA 1: NIVOJI PROMETNIH MODELOV	4
SLIKA 2: MIKROSKOPSKA SIMULACIJA PO METODI DINAMIČNEGA OBREMENJEVANJA	5
SLIKA 3: PRIKAZ ŠTUDIJSKEGA OBMOČJA IN PRESEKOV CEST	6
SLIKA 4: PROMETNE CONE.....	7
SLIKA 5: KATEGORIZACIJA CEST KOT JE V MODELU.....	9
SLIKA 6: MIKROSKOPSKI MODEL OBMOČJA, LETO 2030	14
SLIKA 7: INTERAKTIVNO PROJEKTIRANJE.....	16
SLIKA 8: PRIKAZ ŠTEVNEGA MESTA	19
SLIKA 9: SKICA GEOMETRIJE KRIŽIŠČA 8, 2008.....	26
SLIKA 10: NIVOJI USLUG (LOS) IN PRIPADAJOČE ZAMUDE, KRIŽIŠČE 8, JUT. KONICA, 2008.....	27
SLIKA 11: NIVOJI USLUG (LOS) IN PRIPADAJOČE ZAMUDE, KRIŽIŠČE 8, POP. KONICA, 2008.....	28
SLIKA 12: SKICA GEOMETRIJE KRIŽIŠČA 9, 2008.....	30
SLIKA 13: NIVOJI USLUG (LOS) IN PRIPADAJOČE ZAMUDE, KRIŽIŠČE 9, JUT. KONICA, 2008.....	30
SLIKA 14: NIVOJI USLUG (LOS) IN PRIPADAJOČE ZAMUDE, KRIŽIŠČE 9, POP. KONICA, 2008.....	31
SLIKA 15: SKICA GEOMETRIJE KRIŽIŠČA 10, 2008.....	33
SLIKA 16: NIVOJI USLUG (LOS) IN PRIPADAJOČE ZAMUDE, KRIŽIŠČE 10, JUT. KONICA, 2008.....	33
SLIKA 17: NIVOJI USLUG (LOS) IN PRIPADAJOČE ZAMUDE, KRIŽIŠČE 10, POP. KONICA, 2008.....	35
SLIKA 18: SKICA GEOMETRIJE KRIŽIŠČA 11, 2008.....	36
SLIKA 19: NIVOJI USLUG (LOS) IN PRIPADAJOČE ZAMUDE, KRIŽIŠČE 11, JUT. KONICA, 2008.....	37
SLIKA 20: NIVOJI USLUG (LOS) IN PRIPADAJOČE ZAMUDE, KRIŽIŠČE 11, POP. KONICA, 2008.....	38
SLIKA 21: SKICA GEOMETRIJE KRIŽIŠČA 12, 2008.....	39
SLIKA 22: NIVOJI USLUG (LOS) IN PRIPADAJOČE ZAMUDE, KRIŽIŠČE 12, JUT. KONICA, 2008.....	40
SLIKA 23: NIVOJI USLUG (LOS) IN PRIPADAJOČE ZAMUDE, KRIŽIŠČE 12, POP. KONICA, 2008.....	41
SLIKA 24: VOZLIŠČE JEŽICA PO IDEJNEM PROSTORSKEM NAČRTU	44
SLIKA 25: PRIKAZ MIKROSIMULACIJE V KRIŽIŠČU 5, JUTRANJA IN POPOLDANSKA KONICA, 2030	53
SLIKA 26: PRIKAZ MIKROSIMULACIJE V KRIŽIŠČU 6, JUTRANJA KONICA, 2030	55
SLIKA 27: PRIKAZ MIKROSIMULACIJE V KRIŽIŠČU 6, POPOLDANSKA KONICA, 2030.....	56
SLIKA 28: PRIKAZ MIKROSIMULACIJE V KRIŽIŠČU 7, JUTRANJA KONICA, 2030	58
SLIKA 29: PRIKAZ MIKROSIMULACIJE V KRIŽIŠČU 7, POPOLDANSKA KONICA, 2030.....	59
SLIKA 30: PRIKAZ MIKROSIMULACIJE V KRIŽIŠČU 8, JUTRANJA IN POPOLDANSKA KONICA, 2030	60
SLIKA 31: PRIKAZ MIKROSIMULACIJE V KRIŽIŠČU 9, JUTRANJA IN POPOLDANSKA KONICA, 2030	61
SLIKA 32: PRIKAZ MIKROSIMULACIJE V KRIŽIŠČU 10, JUTRANJA IN POPOLDANSKA KONICA, 2030	63
SLIKA 33: PRIKAZ MIKROSIMULACIJE V KRIŽIŠČU 11, JUTRANJA IN POPOLDANSKA KONICA, 2030	64

SLIKA 34: SKICA GEOMETRIJE V KRIŽIŠČU 12, 2030	66
SLIKA 35: PRIKAZ MIKROSIMULACIJE V KRIŽIŠČU 12, JUTRANJA IN POPOLDANSKA KONICA, 2030	67
SLIKA 36: SPUI KAKRŠEN JE BIL IZBRAN	69
SLIKA 37: DRUGA MOŽNOST IZVEDBE SPUI KRIŽIŠČA	69
SLIKA 38: PRIKAZ MIKROSIMULACIJE V KRIŽIŠČU 13, JUTRANJA KONICA, 2030	70
SLIKA 39: PRIKAZ MIKROSIMULACIJE V KRIŽIŠČU 13, POPOLDANSKA KONICA, 2030	71

KAZALO PREGLEDNIC

PREGLEDNICA 1: KLASIFIKACIJA POTOVANJ GLEDE NA NAMEN / AKTIVNOST.....	10
PREGLEDNICA 2: IZVORNO-CILJNA MATRIKA.....	11
PREGLEDNICA 3: MERODAJNE URE V JUTRANJI IN POPOLDANSKI KONICI, V LETIH 2006 IN 2007	19
PREGLEDNICA 4: ŠTEVNI PODATKI	22
PREGLEDNICA 5: PRILAGOJENI ŠTEVNI PODATKI	24
PREGLEDNICA 6: POVZETEK ZA KRIŽIŠČE 8, JUTRANJA KONICA, 2008	28
PREGLEDNICA 7: POVZETEK ZA KRIŽIŠČE 8, POPOLDANSKA KONICA, 2008	29
PREGLEDNICA 8: POVZETEK ZA KRIŽIŠČE 9, JUTRANJA KONICA, 2008	31
PREGLEDNICA 9: POVZETEK ZA KRIŽIŠČE 9, POPOLDANSKA KONICA, 2008	32
PREGLEDNICA 10: POVZETEK ZA KRIŽIŠČE 10, JUTRANJA KONICA, 2008	34
PREGLEDNICA 11: POVZETEK ZA KRIŽIŠČE 10, POPOLDANSKA KONICA, 2008.....	35
PREGLEDNICA 12: POVZETEK ZA KRIŽIŠČE 11, JUTRANJA KONICA, 2008	37
PREGLEDNICA 13: POVZETEK ZA KRIŽIŠČE 11, POPOLDANSKA KONICA, 2008.....	38
PREGLEDNICA 14: POVZETEK ZA KRIŽIŠČE 12, JUTRANJA KONICA, 2008	40
PREGLEDNICA 15: POVZETEK ZA KRIŽIŠČE 12, POPOLDANSKA KONICA, 2008.....	42
PREGLEDNICA 16: PRIMERJAVA PARAMETROV MED KRIŽIŠČI	43
PREGLEDNICA 17: OBREMENITVE, ZAMUDE IN RAVNI USLUG PO SMEREH V KRIŽIŠČU 5, JUTRANJA KONICA, 2030.....	53
PREGLEDNICA 18: OBREMENITVE, ZAMUDE IN RAVNI USLUG PO SMEREH V KRIŽIŠČU 5, POPOLDAN. KONICA, 2030.....	54
PREGLEDNICA 19: OBREMENITVE, ZAMUDE IN RAVNI USLUG PO SMEREH V KRIŽIŠČU 6, JUTRANJA KONICA, 2030.....	56
PREGLEDNICA 20: OBREMENITVE, ZAMUDE IN RAVNI USLUG PO SMEREH V KRIŽIŠČU 6, POPOLDAN. KONICA, 2030.....	57
PREGLEDNICA 21: OBREMENITVE, ZAMUDE IN RAVNI USLUG PO SMEREH V KRIŽIŠČU 7, JUTRANJA KONICA, 2030.....	58
PREGLEDNICA 22: OBREMENITVE, ZAMUDE IN RAVNI USLUG PO SMEREH V KRIŽIŠČU 7, POPOLDAN. KONICA, 2030.....	59
PREGLEDNICA 23: OBREMENITVE, ZAMUDE IN RAVNI USLUG PO SMEREH V KRIŽIŠČU 8, JUTRANJA KONICA, 2030.....	60
PREGLEDNICA 24: OBREMENITVE, ZAMUDE IN RAVNI USLUG PO SMEREH V KRIŽIŠČU 8, POPOLDAN. KONICA, 2030.....	60

PREGLEDNICA 25: OBREMENITVE, ZAMUDE IN RAVNI USLUG PO SMEREH V KRIŽIŠČU 9, JUTRANJA KONICA, 2030.....	61
PREGLEDNICA 26: OBREMENITVE, ZAMUDE IN RAVNI USLUG PO SMEREH V KRIŽIŠČU 9, POPOLDAN. KONICA, 2030.....	62
PREGLEDNICA 27: OBREMENITVE, ZAMUDE IN RAVNI USLUG PO SMEREH V KRIŽIŠČU 10, JUTRANJA KONICA, 2030.....	63
PREGLEDNICA 28: OBREMENITVE, ZAMUDE IN RAVNI USLUG PO SMEREH V KRIŽIŠČU 10, POPOLDAN. KONICA, 2030.....	64
PREGLEDNICA 29: OBREMENITVE, ZAMUDE IN RAVNI USLUG PO SMEREH V KRIŽIŠČU 11, JUTRANJA KONICA, 2030.....	65
PREGLEDNICA 30: OBREMENITVE, ZAMUDE IN RAVNI USLUG PO SMEREH V KRIŽIŠČU 11, POPOLDAN. KONICA, 2030.....	65
PREGLEDNICA 31: OBREMENITVE, ZAMUDE IN RAVNI USLUG PO SMEREH V KRIŽIŠČU 12, JUTRANJA KONICA, 2030.....	67
PREGLEDNICA 32: OBREMENITVE, ZAMUDE IN RAVNI USLUG PO SMEREH V KRIŽIŠČU 12, POPOLDAN. KONICA, 2030.....	68
PREGLEDNICA 33: OBREMENITVE, ZAMUDE IN RAVNI USLUG PO SMEREH V KRIŽIŠČU 13, JUTRANJA KONICA, 2030.....	71
PREGLEDNICA 34: OBREMENITVE, ZAMUDE IN RAVNI USLUG PO SMEREH V KRIŽIŠČU 13, POPOLDAN. KONICA, 2030.....	72
PREGLEDNICA 35: PRIMERJALNA TABELA (2008, 2030)	73
PREGLEDNICA 36: PRIMERJAVA REZULTATOV MIKROSKOPSKEGA MODELA Z REZULTATI ANALITIČNEGA IZRAČUNA.....	74

KAZALO GRAFIKONOV

GRAFIKON 1: FAKTORJI RASTI OZ. PADCEV V ODNOSU NA PREJŠNJI MESEC	23
--	----

1 UVOD

Dandanes je promet eden izmed glavnih pokazateljev kakovosti življenja posameznika. Pospešuje in omogoča razvoj na vseh področjih, hkrati pa na območjih, ki niso dobro pokrita s prometno infrastrukturo, povzroča gospodarsko škodo in zavira razvoj urbanega prostora. Preudarna in z bodočimi zahtevami družbe usklajena usmeritev prometnega razvoja je ena najvažnejših odločitev novega stoletja.

Delo na prometnem področju je bilo najprej osredotočeno le na projektiranje cest. Z izumitvijo elektronskega računalnika pa se je po drugi svetovni vojni, predvsem zaradi povečanja in možnosti boljšega napovedovanja prometa, razvila tudi prometna stroka. Poseben razmah je prometna stroka doživela v osemdesetih letih prejšnjega stoletja, ko so postali zmogljivi osebni računalniki dostopni skoraj vsakomur. To je omogočilo obdelavo velikega števila podatkov in obsežne izračune. Skupaj z razvojem prometnih modelov za modeliranje prometnih tokov so bile razvite tudi metode za ugotavljanje gospodarnosti naložb in vplivov na okolje.

Gradnja prometne infrastrukture je časovno in finančno zahtevna. Obenem mora biti zagotovljena ustrezna življenjska doba in optimalne prometne kapacitete. V ta namen so prometne študije postale nepogrešljiv del urbanističnega in prometnega načrtovanja in z njimi povezanih investicijskih odločitev.

V začetnih poglavjih diplomske naloge bo na splošno povedanega nekaj o prometnih modelih. Nato bo sledila predstavitev dandanes najbolj razširjenih in uporabnih prometnih modelov. Prikazan bo način interaktivnega projektiranja. Na praktičnem primeru bo prikazana interakcija med prometno analizo in projektantsko zasnovno rešitve. Predlagana rešitev bo nato analitično preverjena in s tem bo dokazano, da deluje.

2 TEORETIČNI DEL

Prometno planiranje je področje prometnega inženirstva, kjer se prepletata sedanost in prihodnost. Zaradi različnih namenov in potreb poznamo več vrst prometnih študij, ki se razlikujejo po obsežnosti zajetih elementov prometnega sistema, po velikosti obravnavanega območja in po vsebini. Ravno zaradi tega, je ena od ključnih zahtev pri načrtovanju zagotovitev ustreznih osnov, na katerih bodo temeljile naše odločitve. Kvaliteto prometnega modela ne smemo soditi po njegovi velikosti ali kompleksnosti, temveč ga ocenjujemo po kriteriju, kako hitro dobimo ustrezne rezultate in kako natančni so, saj so le-ti temelj za nadaljnje odločitve v zvezi s tem, kakšne vrste posegi bodo izvedeni za izboljšanje prometnih razmer na terenu. V današnji prometno-inženirski praksi je razširjena uporaba t. i. štiristopenjskih diskretnih modelov, ki predstavljajo temeljne prometne modele. Postopek modeliranja razdelimo na štiri korake, pri katerih vsak korak predstavlja določen proces, znotraj katerega se izvršijo še drugi podprocesi.

2.1 Splošno o modelih

Model je poenostavljena predstava realnega sveta, ki naj bi omogočila razumevanje, spreminjanje in ohranjanje lastnosti, napovedovanje ter vplivanje na obnašanje obravnavanega sistema. Modeliranja srečujemo na najrazličnejših področjih znanosti in življenja. Obstajajo metode najrazličnejših vrst. V večini primerov se uporablja matematične metode dinamičnih časovno odvisnih sistemov, ki se opisujejo z diferencialnimi enačbami vseh vrst in tipov. Modeli segajo na področje fizikalnih, kemijskih in matematičnih znanosti, do vodenja industrijskih procesov, na področje medicine, ekonomije in nenazadnje tudi do prometnih, urbanističnih, okoljskih ter ostalih inženirskih sfer.

Model sam neposredno ne rešuje nobenih življenjskih ali družbenih težav, je pa orodje s pomočjo katerega je mogoče rešiti težave. Kajti model nikoli ne more biti sam sebi namen ali sam sebi zadosten, temveč ga je potrebno razviti glede na konkretne potrebe. Je vedno v funkciji zahtev, ki so odvisne od vrste problema.

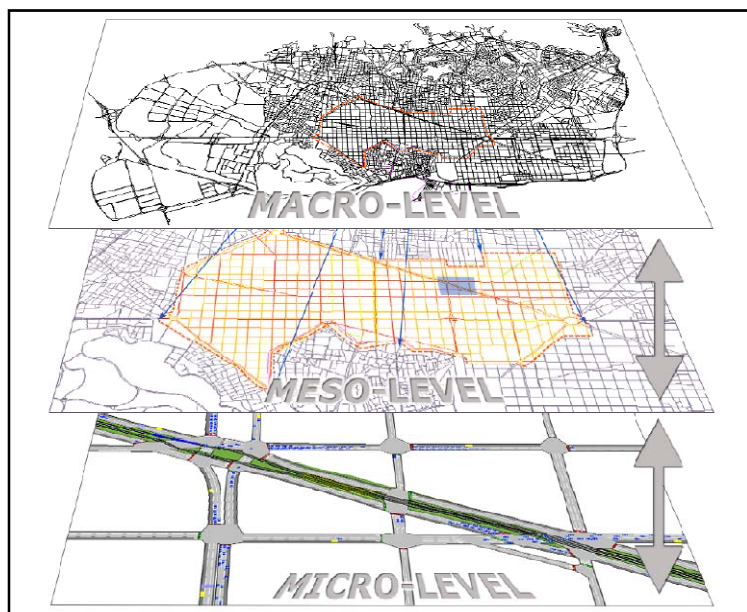
Modeliranje predstavlja zapleteno in večplastno dejavnost. Namen preučevanja sistemov s pomočjo modeliranja je, da lahko ugotovljamo različne učinke, ne da bi eksperimentirali na realnem objektu. V primerih, ko obravnavani sistem realno še ne obstaja, je pa to sploh edina možnost preučevanja. Modeliranje omogoča in zahteva ponavljanje posameznih operacij, dokler ne dosežemo zadovoljivega izida, dokler model ni resnično uporaben in nam lahko odgovori na zastavljena vprašanja. Za opisovanje prometnega toka se torej uporablja matematično modeliranje. Prometni model nas seznanja z učinki prometnih rešitev pri določenih pogojih.

V zadnjem času se pri prometnem modeliranju vse bolj uveljavlja komponenta časa, kar se med drugim kaže z uvedbo dinamičnih modelov, zlasti pri obremenjevanju prometnega omrežja. V zvezi z dinamičnim obremenjevanjem se pojavlja tudi pojem simulacija, ki predstavlja vse bolj uveljavljeno metodo dinamičnega obremenjevanja. V vsakem primeru gre za zadnjo stopnjo v t.i. štiristopenjskem prometnem modelu. Novejši modeli obremenjevanja omogočajo zelo realno posnemanje stvarnosti, a ne vsa enako.

2.2 Prometni modeli

Pri prometnih modelih na splošno ločimo makroskopske, mezoskopske in mikroskopske modele (Slika 1). Makroskopski ali strateški modeli so širši in globalnejši. Vključujejo soodvisnosti med urbanističnimi, socioekonomskimi in prometnimi razmerami ter hkrati tudi med elementi samega prometnega sistema. Lahko zajemajo zelo obsežna omrežja, ki so običajno vsaj delno poenostavljena. Osnovna enota je celodnevni promet, toda izidi so lahko izraženi tudi v poljubnih urah dneva ali drugih enotah. Največkrat v obliki jutranje in popoldanske konice. Makroskopski model je podlaga mezoskopskemu ali mikroskopskemu modelu, ta dva sta pa njegova nadgradnja. Makroskopski model potniškega prometa je praviloma štiristopenjski in vključuje:

- Generacijo (produkcijo in atrakcijo);
- Distribucijo;
- Izbiro prometnega sredstva;
- Obremenjevanje.



Slika 1: Nivoji prometnih modelov.

2.2.1 Makro- in mezoskopski modeli dinamičnega obremenjevanja

Makroskopsko dinamično obremenjevanje je lahko analitično ali simulacijsko. Če obremenjevanje ni simulacijsko, se najkrajše poti išče za inkremente celotnega povpraševanja. Pri makroskopskih metodah odločanje glede najugodnejše poti pogosto temelji na makroskopski funkciji obremenitev-zamuda. Ta funkcija je bolj groba, toda zahteva manj časa za računanje. Zato je primerna predvsem za večja omrežja. Mezoskopski modeli dinamičnega obremenjevanja so praktično poenostavljeni simulacijski modeli. Poenostavljeni v smislu, da temeljijo na celični strukturi. Omrežje se virtualno razdeli na več kratkih odsekov, nato se za vsak odsek posebej izračuna obremenitev. Ker se obremenitve računa za krajše časovno obdobje, se prometni tok giblje v prostoru in času. Razmeroma natančen opis vodenja prometnih tokov omogoča analiziranje nastanka vrst. Združevanje vozil v »pakete« pripomore k hitrejšemu iskanju in izračunavanju zamud, tudi če gre za večja, makroskopska omrežja.

2.2.2 Mikroskopski modeli dinamičnega obremenjevanja

Mikroskopski modeli so torej simulacijski. Na mikroskopski ravni se najkrajše poti določi po stohastičnem postopku, ki temelji na zakonitostih obnašanja posameznika v omrežju. Te zakonitosti temeljijo na modelu sledenja in jih sestavlja vrsta elementov: pospeški, pojemki,

sledenje vozil, spremembe voznih pasov, prehitovanja, prepletanja, obnašanja v križiščih, na prehodih za pešce, ob avtobusnih postajališčih, agresivnost voznikov, lastnosti vozila, cestne geometrije, itd. Tu je obnašanje voznika določeno v odvisnosti od položaja in hitrosti drugih individualnih vozil in ne na podlagi grobe makroskopske funkcije hitrost-gostota prometa, ki temelji na neobstoječem stabilnem ravnotežju. Mikroskopska simulacija po metodi dinamičnega obremenjevanja posnema stvarno, tj. dinamično ravnotežje.

Iskanje najugodnejših poti, ki istočasno vključuje individualno obravnavo (simulacijo), iskanje poti v prostoru in času (dinamično obremenjevanje) in mikroskopski model odločanja, omogoča natančno in realistično posnemanje stvarnosti. Zato so tudi izidi blizu stvarnosti in kar najbolj verodostojni. Podlaga za ugotovitev najugodnejših poti je generalizirana cena, ki jo sestavljajo strošek časa in strošek razdalje ter morebitni drugi stroški.

Pri dinamičnem obremenjevanju je vhodni podatek izvorno-ciljna matrika za posamezno konično uro in tip vozila. Za razliko od statičnega obremenjevanja ima torej posameznik možnost izbire poti in časa začetka poti. Izbira se glede na generalizirane stroške, izmerjene v prejšnji iteraciji. Prednost je v tem, da se promet razporeja tako prostorsko kot časovno, s čimer bolj izkoristimo omrežje (s čimer se približamo realnim razmeram).



Slika 2: Mikroskopska simulacija po metodi dinamičnega obremenjevanja

2.3 Štiristopenjski model

2.3.1 Zbiranje vhodnih podatkov

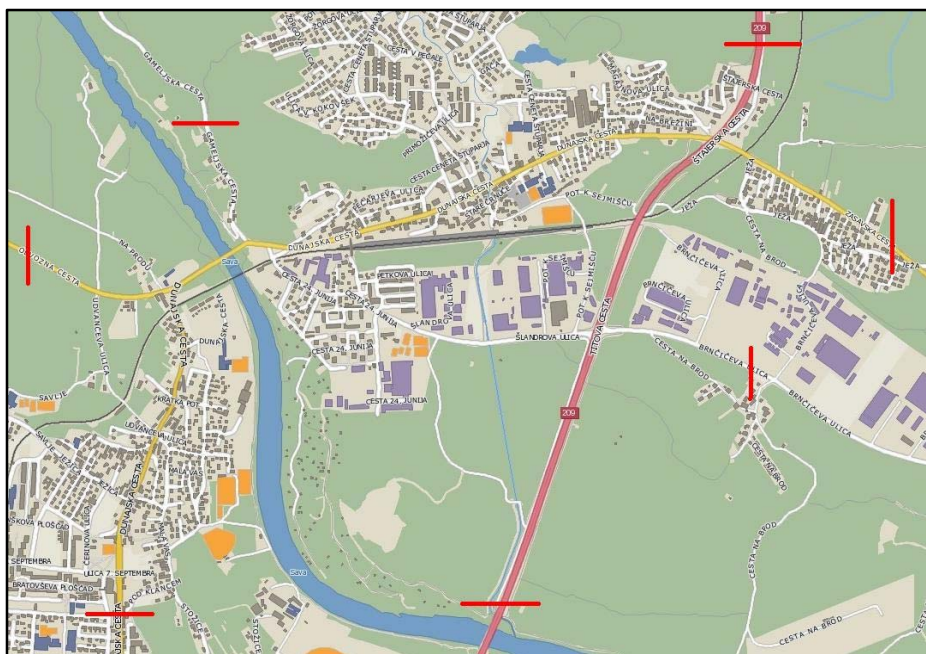
Pri izdelavi kvalitetnega modela se najprej omejimo na obstoječe stanje o potovanjih in prometni infrastrukturi. Potrebujemo dve vrsti vhodnih podatkov:

- **Socio-ekonomske podatke po prostorskih enotah**, ki definirajo karakteristike prebivalstva, gospodinjstev, dohodek, število zaposlenih in lastnosti rabe površin.
- **Podatke o prometni infrastrukturi**, ki je vključena v študijsko območje.

2.3.1.1 Opredelitev študijskega območja (kordon)

Prometna študija se pri definiranju študijskega območja močno upira na prostorsko študijo in študijo bodočih gradenj v prostoru, saj tudi ti zelo močno vplivata na izbiro študijskega območja. Pri določanju meje študijskega območja (kordona) moramo upoštevati naslednje zahteve:

- V študijsko območje moramo vključiti tudi področja, ki trenutno niso urbanizirana, so pa v planu izgradnje v obdobju, za katerega izdelujemo prometni plan;
- Meja študijskega območja mora sekati glavne vpadnice samo enkrat.



Slika 3: Prikaz študijskega območja in presekov cest

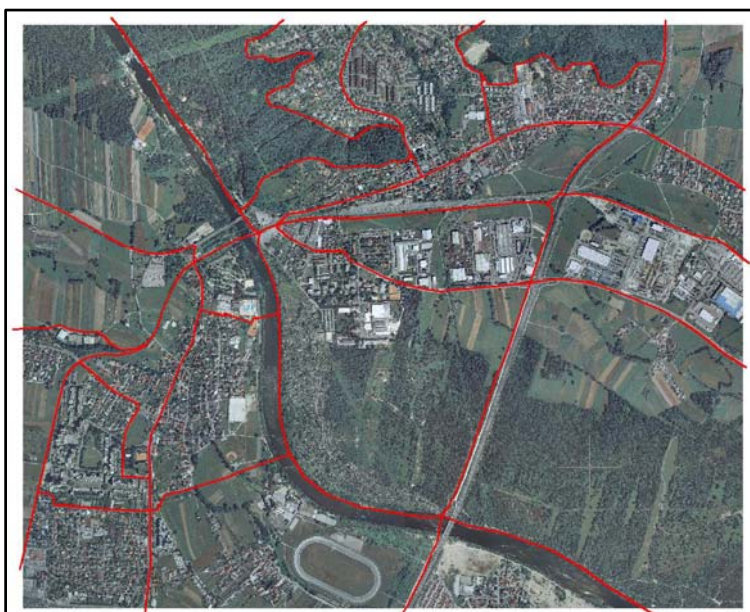
Slika 3 prikazuje študijsko območje, ki je obravnavano v diplomski nalogi. Tega omejujejo: Obvozna, Dunajska in Gameljska cesta na zahodu, Zasavska cesta in Brnčičeva ulica na vzhodu, Štajerska cesta na severu in jugu ter reka Sava na jugu. Rdeče daljice prikazujejo preseke cest, kjer bodo matrično vneseni števnimi podatki z vhodnim in izhodnim številom vozil na uro za stanje, ki je bilo na datum štetja prometa. Na podlagi teh števnih podatkov bo narejena napoved za sedanje stanje in nato za dvaindvajsetletno plansko dobo. Znotraj študijskega območja ločimo glede na izvor in cilj naslednje tipe potovanj:

- **Tranzitna potovanja;**
- **Izvirno-ciljna potovanja;**
- **Notranja potovanja.**

2.3.1.2 Razdelitev območja na prometne cone

Pri razčlembi študijskega območja na prometne cone si pomagamo s sledečimi sklopi informacij o prostoru:

- naravne ovire, kot so reke, kanali, težaven relief;
- umetno ustvarjene ovire, kot so železnice, ceste, parki,...;
- administrativne meje (krajevne skupnosti, občine, popisni okoliši,...);
- razmejitve (npr. elektrodistribucijski rajoni, komunalni rajoni,...).

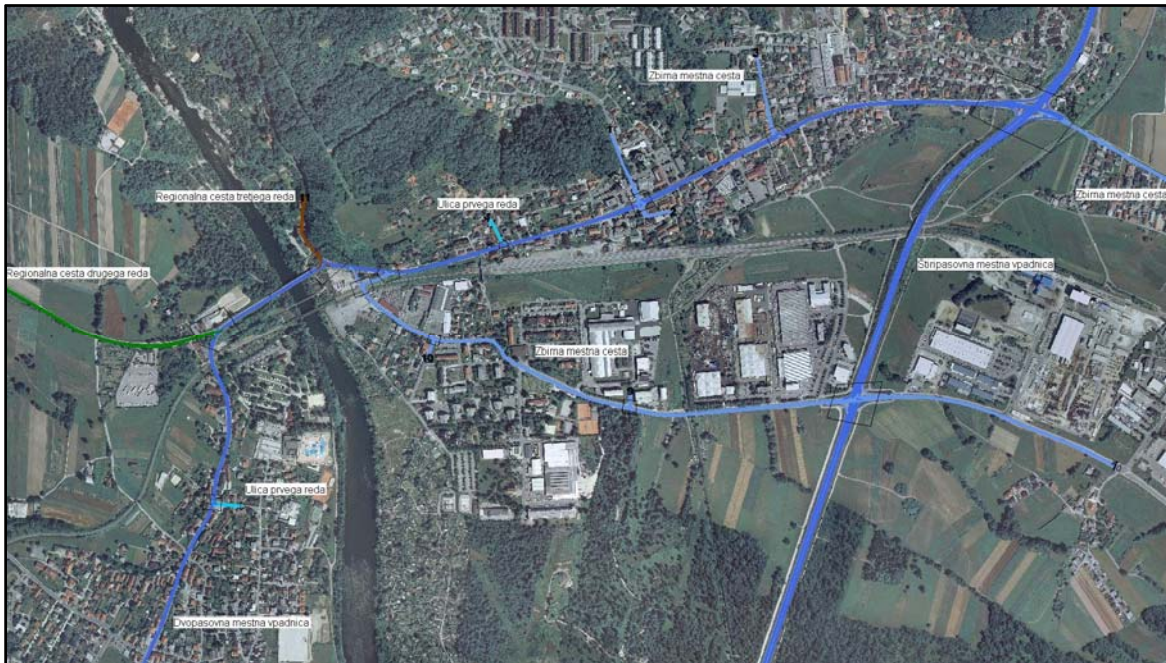


Slika 4: Prometne cone

2.3.1.3 Cestno omrežje

Cestno omrežje sestavljajo različni tipi (kategorije) cest (avtoceste, hitre ceste, regionalne ceste, glavne ceste, zbirne mestne ceste, lokalne ceste, stranske ceste, ulice). Cestno omrežje je v modelu sestavljeno iz mreže vozlišč in povezav med njimi, ki reproducira dejansko stanje v naravi. Omrežje se uporablja za izračun potovalnih časov med izvorom in ciljem potovanja. V kolikor hočemo, da je model zelo natančen je potrebno posebno pozornost nameniti naslednjim atributom omrežja:

- **Dolžino odseka** primerjamo z direktno dolžino (zračno linijo) med vozliščema in preverimo ustreznost minimalne in maksimalne razlike;
- **Omejitev hitrosti** (v km/h) uporabimo kot vhodni podatek za model distribucije potovanj;
- **Kategorizacijo cest** izvedemo po tipu ceste (kot je bilo naštetu zgoraj);
- **Kapaciteta ceste** je obvezen atribut, katerega pripišemo modeliranemu cestnemu omrežju;
- **Vrsta območja** se deli na urbano, suburbano, ruralno. Če uporabimo privzete hitrosti in kapacitete cest iz kategorizacije in vrste območja, sta ti dve lastnosti predmet obvezne kontrole;
- **Število pasov** za posamezno smer. Pogosto so pasovi zasedeni s parkiranimi vozili, zato je funkcionalnost teh pasov reducirana;
- **Cestnine in parkirnine** ovrednotimo v denarnih (€) ali časovnih (minute) enotah ter preverimo realnost vrednosti;
- **Kontrola oblike križišč** (oblika, dodatni pasovi za zavijalce, semaforizirano itd.).



Slika 5: Kategorizacija cest kot je v modelu

Slika 5 prikazuje klasifikacijo cestnega omrežja, kakršen je bil uporabljen v modelu s programom Visum 11.5 (PTV Vision) z opisi posameznih cest.

2.3.2 Generiranje potovanj

V fazi generacije napovemo število potovanj, ki izvirajo v posameznih izvornih conah (produkcija) in število potovanj, ki jih pritegnejo ciljne cone (atrakcija). V splošnem delimo potovanja na tista, ki so vezana na dom; se začnejo doma ali je dom njihov cilj; in tista, ki niso vezana na dom; nimajo niti začetka niti konca potovanja doma.

Preglednica 1 na naslednji strani prikazuje klasifikacijo potovanj glede na njihov namen oziroma aktivnost. Tako imamo potovanja dom-služba, dom-šola, dom-službena pot, dom-nakup, dom-rekreacija, dom-ostalo in tista, ki niso vezana na dom, tako v produkciji kot v atrakciji.

Preglednica 1: Klasifikacija potovanj glede na namen / aktivnost

	Namen / Aktivnost
Vezana na dom	delo
	šolanje
	službena pot
	nakupovanje
	rekreacija
	ostalo
Nevezana na dom	

Poznamo tudi več faktorjev za generacijo potovanj. V splošnem so faktorji, ki vplivajo na generacijo potovanj, odvisni od vzorca rabe površin, socio-ekonomskih značilnosti potnikov in značilnosti prometnega sistema, upoštevaje, da se odvisnosti v prihodnje ne bodo spreminjale. Faktorje pa lahko ločimo tudi glede na namen potovanja. Pri osebnih potovanjih ločimo faktorje produkcije (velikost, lastništvo vozila, število zaposlenih članov gospodinjstva, dohodek na gospodinjstvo) in atrakcije (število servisnih dejavnosti, njihova dostopnost, število delovnih mest, število trgovin, lokalov, skupna površina).

2.3.2.1 Metode za napoved generacije potovanj

1. Metoda faktorjev rasti

Pride v poštev, ko poznamo sedanjo generacijo in temelji na (linearni) povezavi sedanjega z bodočim nivojem potovanj,

2. Multipla linearna regresija

Pri tej metodi gre za predpostavko, da obstaja linearna povezana med številom potovanj in povprečnimi socio-ekonomskimi karakteristikami gospodinjstev v posamezni coni.

3. Kategorijska analiza

Temelji na oceni odziva (števila potovanj na gospodinjstvo glede na namen) kot funkcije karakteristik gospodinjstva. Osnovna predpostavka je, da so za določene kategorije gospodinjstev te karakteristike relativno stabilne (se ne spreminjajo) v daljšem časovnem obdobju.

4. Metoda izvorno-ciljnih skupin

Temelji na izvorno-ciljni matriki, ki je prikazana v naslednjem poglavju. Osnova metode so nameni potovanj, ki so predstavljeni kot pari izvorno-ciljnih skupin oz. aktivnosti (dom-delo, dom-šola, dom-rekreacija,...). Pri tem se za napoved uporabijo podatki, ki obstajajo za območje izvora in cilja in podatki o bodočih prostorskih planih ciljno-izvornega para (število gospodinjstev, število avtomobilov, podatki o parkirnih mestih,...).

2.3.3 Distribucija potovanj

Cilj procesa distribucije potovanj je določitev števila potovanj za vsak posamezen par izvorne cone i (produkcija) in ciljne cone j (atrakcija). Potovanja predstavimo z dvodimenzionalno izvorno-ciljno matriko, kot jo prikazuje preglednica 2.

Preglednica 2: Izvorno-ciljna matrika

Izvori	Cilji				$\sum_j T_{ij}$
	1	2	j	n	
1	T_{11}	T_{12}	T_{1j}	T_{1n}	O_1
2	T_{21}	T_{22}	T_{2j}	T_{2n}	O_2
i	T_{i1}	T_{i2}	T_{ij}	T_{in}	O_i
m	T_{m1}	T_{m2}	T_{mj}	T_{mn}	O_m
$\sum_j T_{ij}$	D_1	D_2	D_j	D_n	$\sum_{ij} T_{ij} = T$

2.3.3.1 Metode za izračun distribucije potovanj

1 Analoga metoda oz. metoda faktorjev rasti

Ta temelji na terenskih raziskavah ali na predhodnih študijah. V splošnem so metode faktorjev rasti enostavne za uporabo. Njihova slabost je neupoštevanje sprememb v omrežju, potovalnih značilnosti, kakor tudi nezmožnost napovedi prihodnjih medconskih potovanj, če v sedanosti teh potovanj ni.

2 Metoda sintetičnih modelov

Ta temelji na t. i. neugodju potovanja, ki predstavlja kompromis med objektivnim (razdalja, cena vozovnice) in subjektivnim (čas potovanja, čas hoje) uporom. Obstaja več vrst sintetičnih modelov za izračun distribucije potovanj. Ti so:

2.1 Gravitacijski model

Najbolj znan sintetični model je gravitacijski, ki izhaja iz analogije z Newtonovim gravitacijskim zakonom.

2.2 Logit model

Medtem ko je gravitacijski model analogen z Newtonovim gravitacijskim modelom, je logit model verjetnostna funkcija. Število potovanj med dvema conama je odvisno od generacije izvorne cone in verjetnosti, da bo izbrana ciljna cona:

2.3 Verjetnostna funkcija EVA

Kratica EVA izhaja iz nemških besed. Erzeugung (generacija), Verteilung (distribucija), Aufteilung (izbira prometnega sredstva). Torej gre za simultani model, pri katerem izračun faz, ki so bile našteje poteka hkrati. Osnova so nameni potovanj, ki so lahko predstavljeni kot pari izvorno-ciljnih skupin, ki so bili že predstavljeni pri metodah za generacijo.

2.3.4 Izbira prometnega sredstva

V fazi izbire prometnega sredstva določimo število potovanj, ki bodo opravljena z vsako vrsto prometnega sredstva, ki je na voljo v študijskem območju (osebni avtomobil, mestni avtobus, taksi, tramvaj,...).

2.3.4.1 Vrste modelov za izbiro prometnega sredstva

Poznamo dve glavni vrsti modelov za izbiro prometnega sredstva:

1. Analogni modeli

Analogne modele izbire prometnega sredstva ločimo na tiste, kjer izbiro izvršimo pred fazo distribucije (po fazi generacije) in na tiste, kjer jo izvršimo po fazi distribucije.

2. Sintetični modeli

Sintetični modeli za izbiro prometnega sredstva so verjetnostni in podobni logit modelom za distribucijo.

2.3.5 Obremenjevanje omrežja

Obremenjevanje omrežja je zadnji (četrti) korak klasičnega štiristopenjskega procesa modeliranja. V tem koraku določimo dejanske poti po cestnem omrežju ali po mreži javnega prometa za vsako vrsto prometnega sredstva med vsakim posameznim parom con.

Obremenjevanje omrežja se uporablja za oceno prometnih tokov na posameznih odsekih v prihodnosti ali za simulacijo sedanjih in prikaz bodočih razmer.

Poznamo naslednje metode obremenjevanja omrežja:

1. **Metoda vse ali nič**

Vsa potovanja med posameznima paroma con potekajo po tisti poti med tema dvema conama, ki ima najmanjši upor. Upor lahko merimo v dolžini, potovalnem času ali kot kombinacijo več faktorjev. Edina prednost te metode je ta, da je enostavna.

2. **Obremenjevanje z upoštevanjem kapacitetnih omejitev**

Poznamo več vrst metod. Vsem je skupno to, da so iterativne. V posamezni iteraciji se iščejo najkrajše poti med vsakim parom con posebej, pri tem pa pripišemo velikost posamezne iteracije (npr. 10% vseh potovanj). Ponovi se toliko iteracij, da na mrežo distribuiramo vsa potovanja.

3. **Stohastično obremenjevanje**

Stohastično (naključno) obremenjevanje predpostavlja, da vozniki nimajo popolne informacije o razmerah na omrežju. Pri tem moramo omejiti število poti, ki jih računalnik najde, predvsem poti, ki imajo velik faktor podobnosti. Pri stohastičnem obremenjevanju ločimo statično in dinamično obremenjevanje. Dinamično upošteva tudi to, da promet na odsekih ni enak v različnih časovnih intervalih.

4. **Tribut metoda**

Tribut metoda je bikriterialno razporejanje prometa, ki enakovredno upošteva potovalni čas in stroške. Primerna je za upoštevanje vpliva cestninjenja. Izbira poti je modelirana z definiranjem vrednosti časa kot naključne spremenljivke, ki je porazdeljena log-normalno. Tako upoštevamo, da je strošek, ki ga je vsak potnik pripravljen plačati, odvisen od prihranka časa in potnikove preference.

2.4 Mikroskopski prometni model

Mikroskopski modeli predstavljajo ožje območje makroskopskih modelov in so zato dosti natančnejši in detajlnejši. Makroskopski model, ki je bil izdelan na podjetju PNZ d.o.o., zajema celotno Ljubljano z okolico. Iz tega je bil izdelan mikroskopski model po metodi dinamičnega obremenjevanja. Meje mikroskopskega modela so bil predstavljene že v sliki 3. V sliki 6 , pa je predstavljeno še obremenjeno omrežje mikroskopskega modela za leto 2030.



Slika 6: Mikroskopski model območja, leto 2030

Mikroskopski modeli obravnavajo samo zadnjo fazo prometnega planiranja – obremenjevanje. Izvorno-ciljna matrika ali prometne obremenitve so bile povzete iz makroskopskega modela. Mikroskopski modeli imajo zelo širok spekter uporabe. Ta zajema:

- analizo in primerjavo različic;
- analizo prepustnosti detajlov;
- optimizacijo mreže;
- zasnovu in vrednotenje semaforških in drugih signalnih ureditev;
- analizo prometnih učinkov in onesnaženja zraka;

- o izračun vhodnih podatkov za potrebe sodobnega ekonomskega vrednotenja.

Prednost mikroskopskih modelov je v tem, da natančno modelirajo vedenje vsakega posameznika v realnih razmerah. Pri tem vedenje posameznika v modelu predstavljajo odločanje v križiščih, zaviranje, pospeševanje. Realne razmere pa v modelu opisujejo natančno preneseni semaforški ciklusi, uporaba odstavnih in pospeševalnih pasov, pasovi za zavijalce, vzdolžno parkiranje, kolesarji in pešci. Za rezultat dobimo zelo realen prikaz prometnega stanja (dolžine vrst, vzroki za nastajanje prometnih zamaškov, povratni efekti).

2.5 Interaktivno projektiranje

Pri interaktivnem projektiranju se hkrati dimenzionira in projektira. Pri tem se za dimenzioniranje lahko uporabljajo programi Vissim (PTV Vision), Paramics, Traffic in tudi Sidra Intersection (za manjše projekte). Za projektiranje pa se uporabljajo CAD programi. V Sloveniji je za gradbene inženirje, prometne smeri najpogosteje v uporabi AutoCAD ali Civil3D, oba z dodatnim modulom Plateia, podjetja CGS, ki je posebej prilagojen za izrisovanje situacij, vzdolžnih in prečnih profilov ceste.

2.5.1 Postopek interaktivnega projektiranja

Interaktivno projektiranje se prične pri zaznavi in prvotni obravnavi prometnega problema v naravi. Sledi izdelava mikrosimulacijskega modela trenutnega stanja. Obremenitve za ta model lahko pridobimo na podlagi štetja na območju in nato preverimo, če tudi mikrosimulacijski model zazna podobno težavo, kot se pojavlja v naravi. Če je temu tako imamo že kar dober približek in lahko predvidimo določene ukrepe. Seveda pa moramo vsako novogradnjo upravičiti tudi z dokazom o tem, da bo tudi po predvidenem planskem obdobju stanje v naravi takšno, ki bo ustrezalo pogojem minimalnih ravni uslug. Za napoved prometa potrebujemo dober makroskopski model. Ta model bo tem boljši tem več podatkov o določenem območju bo vseboval. Osnova je trenutno stanje o potovanjih in prometni infrastrukturi. Nadgradnja tega modela pa vsebuje tudi vse na novo predvidene ceste, stanovanjske objekte, poslovne objekte,... S tem dobimo generacijo za prihodnje stanje in seveda tudi izvorno-ciljno matriko potovanj, ki je nato prenesena v mikrosimulacijski model.

Sedaj sledi dimenzioniranje. Pri tem gre za postopek, ko sedanje stanje izboljšujemo s pomočjo rekonstrukcij križišč ali vpeljavo nekih novih cestnih povezav ali pa kombinacijo obojega. Ko mikroskopski model za rezultate daje stanje, ki ustreza kriteriju minimalnih ravni uslug, se lotimo še projektiranja. Pri tem nas vodi Pravilnik o projektiranju cest (UL RS 91/2005).



Slika 7: Interaktivno projektiranje

Slika 7 na simboličen način prikazuje kako naj bi inženir interaktivno projektiral. Na eni strani izvaja dimenzioniranje na drugi strani pa hkratno tudi projektira. Pri interaktivnem projektiranju so tako vse zamisli, ki jih ima inženir v eni osebi in pri tem ni izgub, ki se dogajajo pri prenosu podatkov med osebami.

3 PRAKTIČNI DEL

3.1 Merodajna ura

Pred nadaljevanjem bo na kratko predstavljena še merodajna ura po principu, kot ga razlaga HCM. Kapacitetne in druge prometne analize slonijo na konični uri prometnih obremenitev, zaradi predstavitve najbolj kritičnega časovnega intervala za operacije, ki se izvajajo v prometu, ob prisotnosti največje urne obremenitve. Samoumevno je, da obremenitev konične ure iz dneva v dan in iz sezone v sezono ni konstantna. Izbor primerne merodajne ure mora biti dober kompromis med zagotavljanjem primerne ravni uslug za vsako uro ali skoraj vsako uro v letu in ekonomičnostjo.

Določitev merodajne ure za določeno kategorijo ceste se izvede s pomočjo podatkov avtomatskega števca iz katerega lahko dobimo urni promet za celotno leto. Za različno kategorijo ceste se vzame različno vrednost najbolj obremenjenih koničnih ur. Te vrednosti se gibljejo med 30. in 200. najbolj obremenjeno uro. Tako vzamemo vrednost 30. najbolj obremenjene ure za neko turistično cesto, ki je lahko v obdobju turistične sezone zelo obremenjena, medtem ko je ostali čas v letu dosti manj prometa. Za neko urbano obvoznico, na kateri je vsak dan v letu približno enako prometa 100. najbolj obremenjeno uro, za samo urbano območje pa okoli 150. najbolj obremenjene ure. Načeloma pa bi lahko rekli, da gre za stvar izkušenj in odločitve naročnika, kolikokrat v letu (statistično) bo dopuščal razmere, ki bodo slabše od potrebnih nivojev uslug, saj je vse skupaj, kot je bilo že povedano, zelo močno povezano s stroški gradnje. Za območje, ki je v obdelavi bi verjetno najprimernejša bila 150. najbolj obremenjena ura.

3.2 Števnii podatki

Števnii podatki za območje petih križišč, pridobljeni na podjetju PNZ svetovanje projektiranje, Vojkova cesta 65, Ljubljana, so bili iz leta 2006 oz. 2007, kot prikazuje priloga A na koncu diplomske naloge (števna mesta v prilogi A so označena z 8, 9, 10, 11 in 12). To pomeni, da je tudi zasnova križišč iz leta, v katerem so bila izvedena štetja. Treba je poudariti, da so se do danes geometrije nekaterih križišč že spremenile. Števnii podatki po križiščih, ki so znotraj

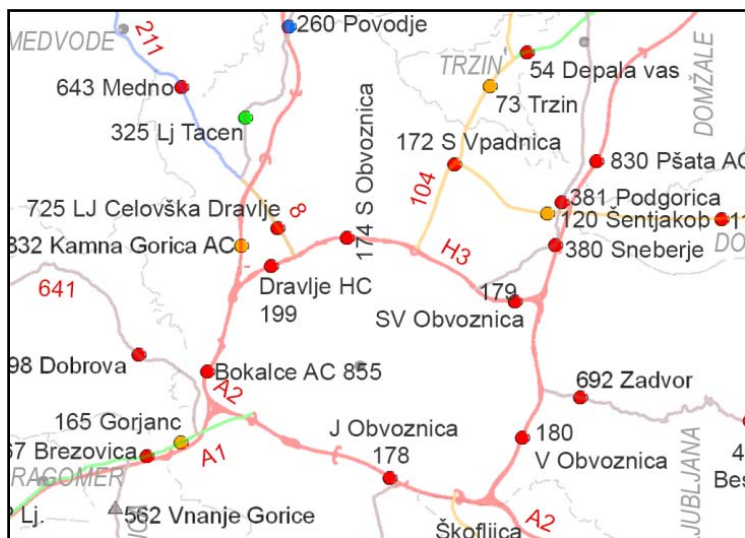
območja diplomske naloge so oštevilčeni z 8, 9, 10, 11 in 12. Pri tem posamezna številka pomeni posamezno križišče. Ta pa so:

- **8 – Križišče Dunajske ceste z Obvozno cesto;**
- **9 – Križišče Dunajske ceste s cesto 24. Julija in ceste v Gameljne;**
- **10 – Križišče Dunajske ceste s cesto Ceneta Štuparja in Starimi Črnučami;**
- **11 – Križišče Štajerske ceste z Dunajsko in Zasavsko cesto;**
- **12 – Križišče Štajerske ceste z Brnčičevo in Šlandrovo ulico.**

(Opomba: Od sedaj najprej bodo za posamezno križišče uporabljene le številke.)

Semaforski ciklusi za križišča 10, 11, 12 in grafične priloge so ravno tako bile pridobljene na podjetju PNZ, izdelane pa v podjetju Javna razsvetljava. Gre za konične programe, glede na to, da bo obravnavan promet v koničnih urah (jutranji in popoldanski). Priloge se nahajajo na koncu diplomske naloge in so označene s črkami B, C in D. Števni podatki za posamezno križišče na določen dan, so prikazani v prilogah od E do I.

Glede na to, da (kot kaže priloga A) so bila štetja po posameznih križiščih narejena v različnih letih (2006 in 2007), bodo števni podatki za vsako posamezno križišče najprej prilagojeni glede na merodajno uro v jutranji in popoldanski konici. V ta namen bodo iz avtomatskega števnege mesta 725 LJ Celovška Dravlje (kot prikazuje slika 8) pregledane urne obremenitve in poiskane vrednosti, ki se najbolj približajo 150. najbolj obremenjeni uri v jutranji in popoldanski konici za leti 2006 in 2007. Pri tem bo stanje v vsakem posameznem križišču linearno pretvorjeno na obremenitve v merodajni uri. Ta avtomatski števec je bil izbran iz tega razloga, ker bodo podatki zelo dobro prikazovali izgradnjo šentviškega predora, ki zelo vpliva tudi na promet na območju, ki ga zajema diplomska naloga. Temu bo sledila pretvorba na izhodiščno stanje, ki je september 2008. Ta bo izvedena s pomočjo dnevnih podatkov o obremenitvah na preseku števca prometa, ki bodo pretvorjeni na mesečno povprečje in v obliki faktorjev odvisnosti, med sabo pomnoženi za vsako križišče posebej, do meseca septembra v letu 2008.



Slika 8: Prikaz števnege mesta

3.2.1 Prilagoditev števnih podatkov na merodajno uro

Iz urnih obremenitev bo za leti 2006 in 2007, v katerih so bila opravljena štetja po križiščih, poiskana merodajna ura. Iskane so bile vrednosti, ki so najbližje 150. najbolj obremenjeni uri v jutranji (7:00 – 8:00) in popoldanski (15:00 – 16:00) konici posebej. Preglednica 3 spodaj prikazuje te vrednosti.

Preglednica 3: Merodajne ure v jutranji in popoldanski konici, v letih 2006 in 2007

	Jutranja konica		Popoldanska konica	
	Ura	Obremenitev	Ura	Obremenitev
2006	154.	4268	149.	4273
2007	149.	4263	150.	4261

3.2.1.1 Križišče 8

Štetje v križišču 8 je bilo izvedeno 28.11.2006. V jutranji konici (7:00 – 8:00) je bilo iz preglednice urnih obremenitev v letu 2006 odčitano, da je to 781. najbolj obremenjena ura, z obremenitvijo 4031 vozil. S pomočjo preglednice merodajnih ur je bil izračunan faktor povečave števnih obremenitev zaradi prilagoditve na merodajno uro.

$$f_{8j} = 4268 / 4031 = \underline{1,0588}.$$

V popoldanski konici (15:00 – 16:00) je bilo iz preglednice urnih obremenitev v letu 2006 odčitano, da je to 285. najbolj obremenjena ura, z obremenitvijo 4190 vozil. S pomočjo

preglednice merodajnih ur je bil izračunan faktor povečave števnih obremenitev zaradi prilagoditve na merodajno uro.

$$f_{8P} = 4273 / 4190 = \underline{1,0198}.$$

3.2.1.2 Križišče 9

Štetje v križišču 9 je bilo izvedeno 29.11.2006. V jutranji konici (7:00 – 8:00) je bilo iz preglednice urnih obremenitev v letu 2006 odčitano, da je to 282. najbolj obremenjena ura, z obremenitvijo 4192 vozil. S pomočjo preglednice merodajnih ur je bil izračunan faktor povečave števnih obremenitev zaradi prilagoditve na merodajno uro.

$$f_{9J} = 4268 / 4192 = \underline{1,0181}.$$

V popoldanski konici (15:00 – 16:00) je bilo iz preglednice urnih obremenitev v letu 2006 odčitano, da je to 115. najbolj obremenjena ura, kar pa je celo večja obremenitev kot v merodajni uri. Faktor prilagoditve bi s tem bil manjši od ena. Promet ne bo zmanjšan zaradi prilagoditve na merodajno uro, saj smo s tem še vedno varni strani.

3.2.1.3 Križišče 10

Štetje v križišču 10 je bilo izvedeno 25.9.2007. V jutranji konici (7:00 – 8:00) je bilo iz preglednice urnih obremenitev v letu 2007 odčitano, da je to 16. najbolj obremenjena ura, kar pa je celo večja obremenitev kot v merodajni uri. Faktor prilagoditve bi s tem bil manjši od ena. Promet ne bo zmanjšan zaradi prilagoditve na merodajno uro, saj smo s tem še vedno varni strani.

V popoldanski konici (15:00 – 16:00) je bilo iz preglednice urnih obremenitev v letu 2007 odčitano, da je to 2291. najbolj obremenjena ura, z obremenitvijo 3742 vozil. S pomočjo preglednice merodajnih ur je bil izračunan faktor povečave števnih obremenitev zaradi prilagoditve na merodajno uro.

$$f_{10P} = 4261 / 3742 = \underline{1,1387}.$$

3.2.1.4 Križišče 11

Štetje v križišču 11 je bilo izvedeno 16.5.2007. V jutranji konici (7:00 – 8:00) je bilo iz preglednice urnih obremenitev v letu 2007 odčitano, da je to 487. najbolj obremenjena ura, z obremenitvijo 4116 vozil. S pomočjo preglednice merodajnih ur je bil izračunan faktor povečave števnih obremenitev zaradi prilagoditve na merodajno uro.

$$f_{11J} = 4263 / 4116 = \underline{1,0357}.$$

V popoldanski konici (15:00 – 16:00) je bilo iz preglednice urnih obremenitev v letu 2007 odčitano, da je to 420. najbolj obremenjena ura, z obremenitvijo 4136 vozil. S pomočjo preglednice merodajnih ur je bil izračunan faktor povečave števnih obremenitev zaradi prilagoditve na merodajno uro.

$$f_{11P} = 4261 / 4136 = \underline{1,0302}.$$

3.2.1.5 Križišče 12

Štetje v križišču 12 je bilo izvedeno 25.10.2007. V jutranji konici (7:00 – 8:00) je bilo iz preglednice urnih obremenitev v letu 2007 odčitano, da je to 78. najbolj obremenjena ura, kar pa je celo večja obremenitev kot v merodajni uri. Faktor prilagoditve bi s tem bil manjši od ena. Promet ne bo zmanjšan zaradi prilagoditve na merodajno uro, saj smo s tem še vedno varni strani.

V popoldanski konici (15:00 – 16:00) je bilo iz preglednice urnih obremenitev v letu 2007 odčitano, da je to 1117. najbolj obremenjena ura, z obremenitvijo 3972 vozil. S pomočjo preglednice merodajnih ur je bil izračunan faktor povečave števnih obremenitev zaradi prilagoditve na merodajno uro.

$$f_{12P} = 4261 / 3972 = \underline{1,0728}.$$

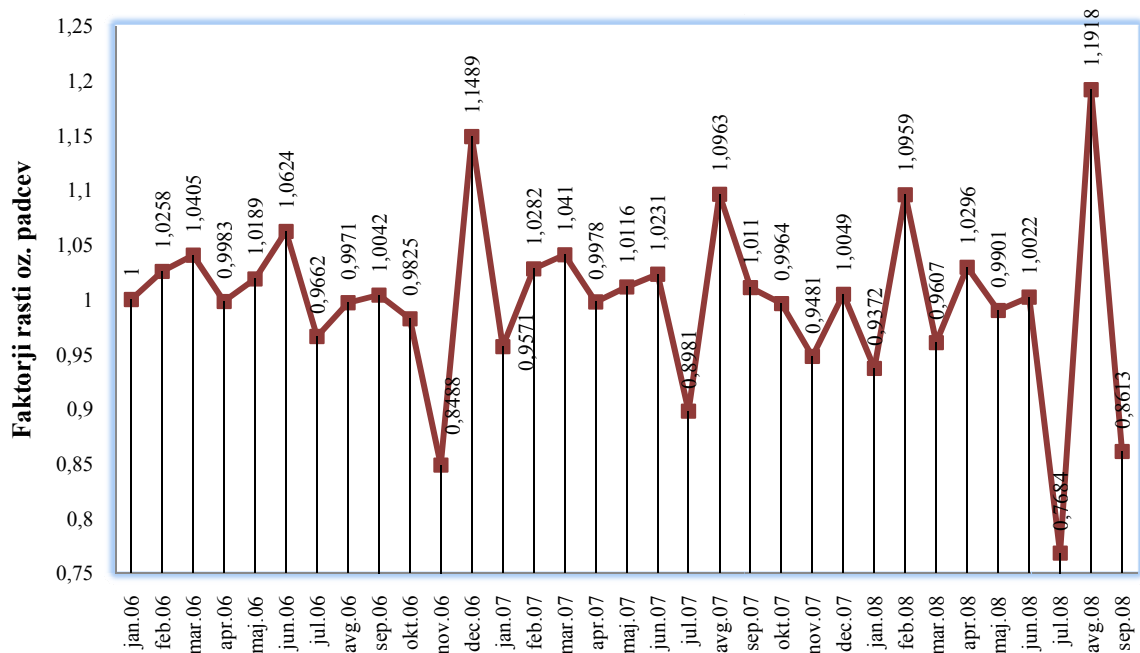
3.2.2 Prilagoditev števnih podatkov na september 2008

Preglednica 4: Števni podatki

2006		2007		2008	
Mesec	Vsa vozila	Mesec	Vsa vozila	Mesec	Vsa vozila
januar	55.264	januar	56.575	januar	55.380
februar	56.691	februar	58.169	februar	60.690
marec	58.987	marec	60.555	marec	58.305
april	58.888	april	60.423	april	60.029
maj	60.003	maj	61.121	maj	59.437
junij	63.745	junij	62.532	junij	59.567
julij	61.590	julij	56.159	julij	45.770
avgust	61.414	avgust	61.565	avgust	54.548
september	61.672	september	62.242	september	46.981
oktober	60.593	oktober	62.018	oktober	48.309
november	51.431	november	58.799	november	46.120
december	59.087	december	59.089	december	45.598
SKUPAJ	59.114	SKUPAJ	59.937	SKUPAJ	53.394

Preglednica 4 v spodnji vrstici prikazuje povprečni letni dnevni promet (PLDP) za vsa vozila (motorno kolo, osebni avtomobil, lahko tovorno vozilo, srednje težko tovorno vozilo, težko tovorno vozilo, vlačilec, avtobus) za vsa tri leta. Notranji del preglednice 4 pa prikazuje povprečni mesečni dnevni promet. Na podlagi teh podatkov bodo s faktorji rasti oz. padca glede na prejšnji mesec pretvorjeni števnih podatki v posameznem križišču na izhodiščno stanje, ki bo mesec september v letu 2008. Leto 2008 je izbrano zaradi tega, ker je tudi makroskopski model izdelan za leto 2008 in za leto 2030 (kot napoved), kakor bo narejeno tudi v diplomski nalogi.

V preglednici se zelo lepo vidi, da je bil šentviški predor odprt v mesecu juliju 2008. Prav tako se vidi, da je večino meseca avgusta v letu 2008 bil zaradi težav z oblogami zaprt. V septembru 2008 so ga ponovno odprli.



Grafikon 1: Faktorji rasti oz. padcev v odnosu na prejšnji mesec

Grafikon 1 prikazuje faktorje rasti oz. padcev v odnosu na prejšnji mesec. S pomočjo teh faktorjev bo na podlagi ročnih števnihih podatkov na posamezen dan za vseh pet križišč, narejena napoved prometa v izhodiščnem stanju, ki je mesec september v letu 2008. (Npr.: če bodo števni podatki iz meseca aprila 2007, bodo vsi faktorji začeni s majem 2007 do vključno s septembrom 2008 med sabo zmnoženi in dobljen bo skupni faktor rasti oz. padca prometa v tem križišču.)

$$f_8 = f_9 = \underline{0,9133}.$$

$$f_{10} = \underline{0,7548}.$$

$$f_{11} = \underline{0,7687}.$$

$$f_{12} = \underline{0,7576}.$$

Faktorji f_{10} , f_{11} in f_{12} so nizki, ker prikazujejo padec prometa zaradi izgradnje šentviškega predora na gorenjski avtocesti.

3.3 Analiza izhodiščnega stanja

V tem poglavju bo vsako posamezno križišče »preverjeno« s programskim orodjem Sidra Intersection 5.0. Pričakovati je, da bo že v stanju kakršno je danes v eni izmed koničnih ur (jutranja: 7.00 – 8.00, popoldanska 15.00 – 16.00) prišlo do velikih zamud, kar posledično pomeni slab razred ravni uslug. Pri vnosu obremenitev so bili uporabljeni prilagojeni števniki podatki (prilagojeni s faktorjem merodajne ure in rastjo oz. padcem). Programsko orodje Sidra Intersection 5.0 omogoča ločen vnos osebnih avtomobilov in težkih vozil, zato je za natančnejše rezultate bilo tudi to uporabljeno. Preglednica 5 spodaj prikazuje prilagojene števnike podatke osebnih avtomobilov in tovornih vozil v jutranji in popoldanski konici.

Preglednica 5: Prilagojeni števniki podatki

			jutranja konica		popoldanska konica	
			osebni avtomobili	tovorna vozila	osebni avtomobili	tovorna vozila
∞	Dunajska cesta - smer LJ-center	↑ levo ↙	169	6	258	8
		↑ ravno ↑	361	18	292	14
	Dunajska cesta	↓ ravno ↓	515	25	242	21
		↓ desno ↘	238	9	383	5
	Obvozna cesta	→ levo ↗	115	4	213	9
		→ desno ↘	224	6	123	7
9	Cesta 24. julija	↑ levo ↙	50	1	100	4
		↑ ravno ↑	10	0	16	0
		↑ desno ↗	34	4	35	5
	Dunajska cesta	← levo ↖	33	2	44	8
		← ravno ←	455	31	335	29
		← desno ↖	38	0	46	6
	Cesta v Gameljne	↓ levo ↙	222	2	32	0
		↓ ravno ↓	202	0	10	0
		↓ desno ↘	354	8	62	0
	Dunajska cesta - smer LJ-center	→ levo ↗	11	1	60	0
		→ ravno →	283	20	363	16
		→ desno ↘	206	2	119	3
10	Stare Črnuče	↑ levo ↙	24	0	51	3
		↑ ravno ↑	3	2	51	3
		↑ desno ↗	15	0	38	2

»se nadaljuje...«

»...nadaljevanje«

		levo ↙	23	1	28	0
	Dunajska cesta	← ravno ⇐	364	65	321	52
		desno ↘	38	2	137	5
		levo ↘	103	2	128	3
	Cesta Ceneta Štuparja	↓ ravno ↓	59	0	26	0
		desno ↘	128	5	98	5
		levo ↘	42	8	128	3
	Dunajska cesta - smer LJ-center	→ ravno ⇨	202	42	226	46
		desno ↘	26	1	28	0
		levo ↘	75	17	203	6
	Štajerska cesta	↑ ravno ↑	813	135	1296	40
		desno ↘	49	6	44	4
		levo ↙	68	3	76	7
	Zasavska cesta	← ravno ⇐	150	14	161	16
		desno ↘	66	5	72	12
		levo ↘	14	6	75	12
11	Štajerska cesta - smer Trzin	↓ ravno ↓	1658	103	974	59
		desno ↘	166	32	272	21
		levo ↘	209	23	211	21
	Dunajska cesta	→ ravno ⇨	114	18	135	14
		desno ↘	214	15	115	3
		levo ↘	173	44	242	46
	Štajerska cesta	↑ ravno ↑	908	107	1401	141
		desno ↘	427	70	187	74
		levo ↙	55	45	252	54
	Brnčičeva ulica	← ravno ⇐	96	40	73	23
		desno ↘	8	30	72	93
		levo ↘	80	23	48	11
	Štajerska cesta - smer Trzin	↓ ravno ↓	837	130	995	115
		desno ↘	164	16	70	11
		levo ↘	24	15	128	10
	Šlandrova ulica	→ ravno ⇨	133	27	125	28
		desno ↘	157	28	215	16
12						

Po HCM (Highway Capacity Manual) se delijo ravni uslug (LOS – level of service), glede na povprečne zamude v križišču, na vsako smer, za posamezno vozilo v sekundah, v šest razredov, ki so prikazani v preglednici 5. Veljajo različne vrednosti za semaforizirana in nesemaforizirana križišča.

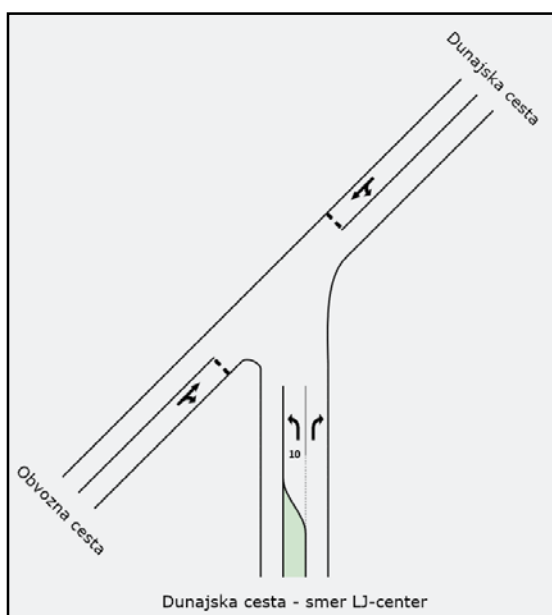
Ravni uslug po HCM (Vir: HCM 2000, Transportation research board, str. 16-2, 17-2)

Raven uslug (Level of service)	Zamude (Delay), sekunde/vozilo	Zamude (Delay), sekunde/vozilo
	Semaforizirano k.	Nesemaforizirano k.
A	≤ 10	≤ 10
B	$> 10, \leq 20$	$> 10, \leq 15$
C	$> 20, \leq 35$	$> 15, \leq 25$
D	$> 35, \leq 55$	$> 25, \leq 35$
E	$> 55, \leq 80$	$> 35, \leq 50$
F	> 80	> 50

Velja pravilo, da je za posamezno smer v križišču še dopusten LOS E. Vsekakor pa moramo težiti k temu, da dosežemo vsaj LOS D. Nikakor pa ni sprejemljiv LOS F.

3.3.1 Križišče 8

Križišče 8 je trikrako križišče Dunajske ceste z Obvozno cesto. Lega križišča je neugodna, saj se v neposredni bližini nahaja nivojsko križanje z železniško progo. Poleg tega pa je tudi geometrija zelo neugodna, saj se prednostna (Dunajska) cesta nahaja v krožnem loku, na njo pa se pod ostrim kotom priključuje Obvozna cesta. Zaradi tega je tudi sama preglednost zelo omejena.

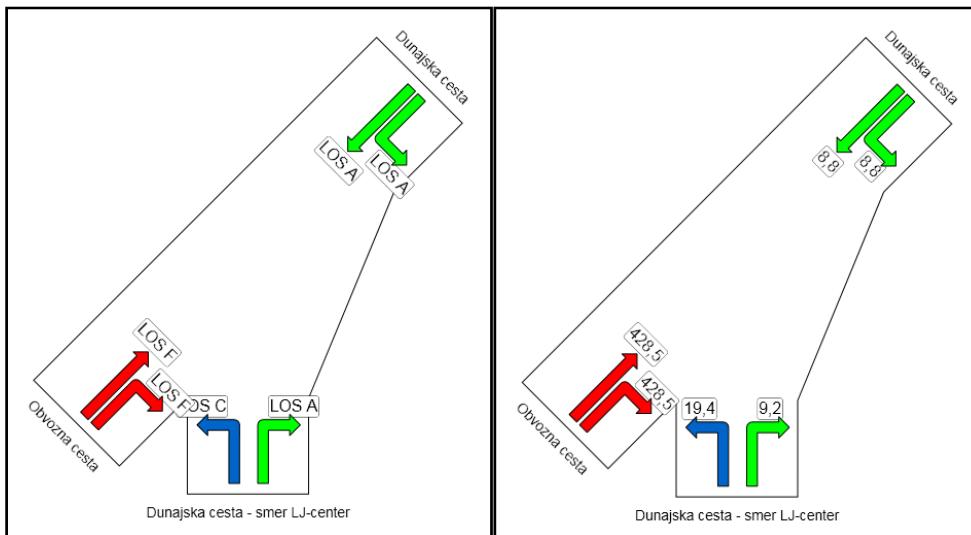


Slika 9: Skica geometrije križišča 8, 2008

Slika 9 prikazuje geometrijo križišča 8 v izhodiščnem stanju, kakršno formira programsko orodje Sidra Intersection 5.0. (Opomba: Tudi vse ostale slike skic geometrije križišč pri preverjanju izhodiščnega stanja so formirane s programskim orodjem Sidra Intersection 5.0)

3.3.1.1 Jutranja konica

Rezultati analitične preveritve križišča 8 v jutranji konici s programskim orodjem Sidra Intersection 5.0, so prikazani v naslednji sliki 10 in preglednici 5, ki predstavlja povzetek celotnega križišča.



Slika 10: Nivoji uslug (LOS) in pripadajoče zamude, križišče 8, jut. konica, 2008

Slika 10 prikazuje stanje zamud in ravni uslug v križišču 8 v jutranji konici. Zaradi prednostne Dunajske ceste in dejstva, da je v jutranji konici precej prometa po njej je stanje ravni uslug najslabše smeri zelo slabo (LOS F). Zamude za celotno križišče znašajo slabih 97s na vozilo.

Preglednica 6 prikazuje vse pomembne parametre po posameznih smereh (prometno obremenitev, delež tovornih vozil, stopnjo zasičenosti, povprečno zamudo na vozilo v sekundah, raven uslug, dolžino kolon, število ustavljanj na vozilo, povprečno hitrost). V zadnji vrstici, pa so prikazani vsi zgoraj naštetimi parametri za celotno križišče.

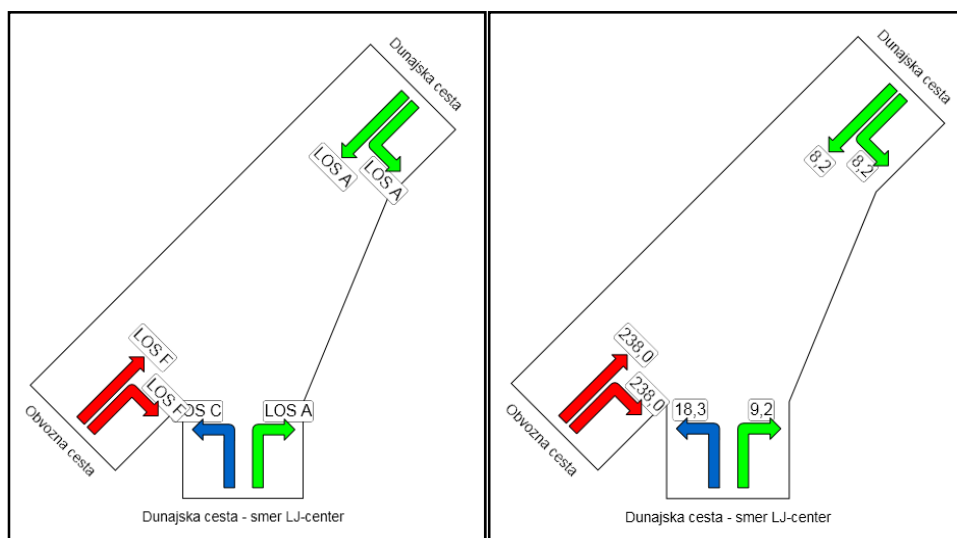
Preglednica 6: Povzetek za križišče 8, jutranja konica, 2008

Movement Performance - Vehicles											
Mov ID	Turn	Demand Flow veh/h	HV %	Deg. Satn v/c	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles veh	Back of Queue Distance m	Prop. Queued	Effective Stop Rate per veh	Average Speed km/h
South: Dunajska cesta - smer LJ-center											
3L	L	184	3,4	0,483	19,4	LOS C	2,1	16,6	0,76	1,04	41,7
8R	R	399	4,7	0,255	9,2	LOS A	0,0	0,0	0,00	0,71	51,5
Approach		583	4,3	0,483	12,4	LOS C	2,1	16,6	0,24	0,81	47,9
North East: Dunajska cesta											
17L	L	568	4,6	0,470	8,8	LOS A	0,0	0,0	0,00	0,64	52,6
14T	T	260	3,6	0,470	8,8	LOS A	0,0	0,0	0,00	0,61	53,0
Approach		828	4,3	0,470	8,8	LOS A	0,0	0,0	0,00	0,63	52,7
South West: Obvozna cesta											
18T	T	125	3,4	1,815	428,5	LOS F	62,4	485,7	1,00	3,02	4,8
18R	R	242	2,6	1,820	428,5	LOS F	62,4	485,7	1,00	3,51	4,8
Approach		367	2,9	1,821	428,5	LOS F	62,4	485,7	1,00	3,34	4,8
All Vehicles		1779	4,0	1,821	96,7	NA	62,4	485,7	0,29	1,25	17,0

(Opomba: Tudi vse naslednje preglednice te oblike, ki so povzete iz programskega orodja Sidra Intersection 5.0, bodo predstavljale enake parametre kot preglednica 6.)

3.3.1.2 Popoldanska konica

Rezultati analitične preveritve križišča 8 v popoldanski konici s programskim orodjem Sidra Intersection 5.0, so prikazani v naslednji sliki 11 in preglednici 7, ki predstavlja povzetek celotnega križišča.



Slika 11: Nivoji uslug (LOS) in pripadajoče zamude, križišče 8, pop. konica, 2008

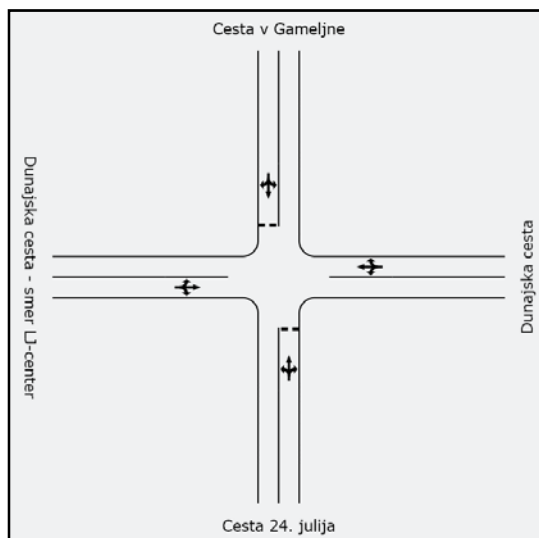
Preglednica 7: Povzetek za križišče 8, popoldanska konica, 2008

Movement Performance - Vehicles											
Mov ID	Turn	Demand Flow veh/h	HV %	Deg. Satn v/c	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles veh	Queue Distance m	Prop. Queued	Effective Stop Rate per veh	Average Speed km/h
South: Dunajska cesta - smer LJ-center											
3L	L	280	3,0	0,609	18,3	LOS C	3,2	24,7	0,69	1,08	42,5
8R	R	322	4,6	0,206	9,2	LOS A	0,0	0,0	0,00	0,71	51,5
Approach		602	3,8	0,609	13,4	LOS C	3,2	24,7	0,32	0,88	46,8
North East: Dunajska cesta											
17L	L	277	8,0	0,382	8,2	LOS A	0,0	0,0	0,00	0,65	52,6
14T	T	408	1,3	0,382	8,2	LOS A	0,0	0,0	0,00	0,61	53,0
Approach		685	4,0	0,382	8,2	LOS A	0,0	0,0	0,00	0,63	52,8
South West: Obvozna cesta											
18T	T	234	4,1	1,399	238,0	LOS F	45,2	356,6	1,00	2,68	8,1
18R	R	137	5,4	1,396	238,0	LOS F	45,2	356,6	1,00	3,56	8,1
Approach		371	4,5	1,401	238,0	LOS F	45,2	356,6	1,00	3,00	8,1
All Vehicles		1658	4,1	1,401	61,5	NA	45,2	356,6	0,34	1,25	23,1

Slika 11 prikazuje podobno stanje ravni uslug kot v jutranji konici in prav tako za najslabšo smer znaša LOS F. Ravni uslug pripadajoče zamude na vozil za celotno križišče so sicer manjše, dobrih 61s.

3.3.2 Križišče 9

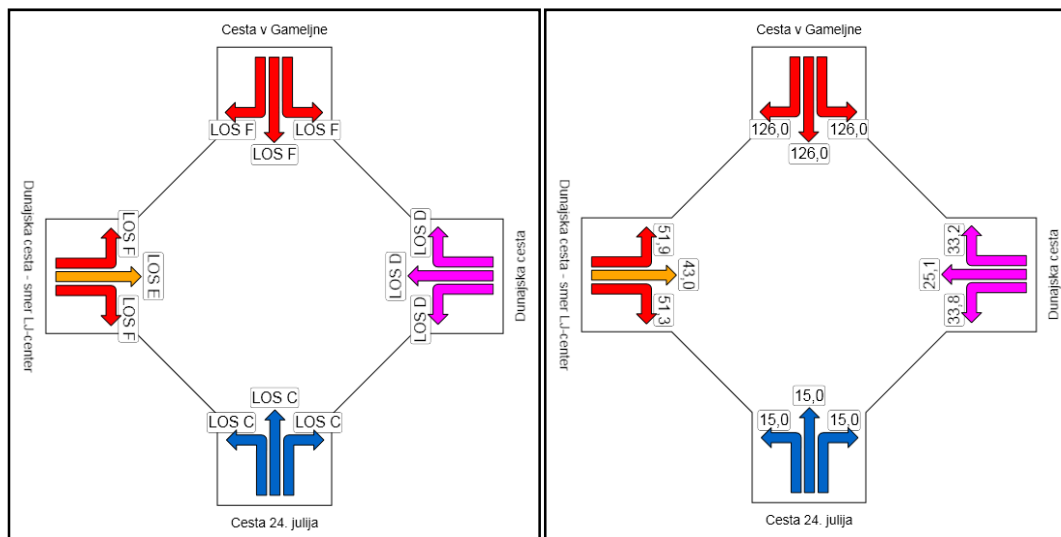
Križišče 9 je križišče, kjer se sekajo Dunajska cesta, cesta 24. julija in cesta v Gameljne. Križišče je bilo v vseh dosedanjih obdelavah obravnavano kot enotno (štirikrako) križišče, čeprav bi ga lahko predstavili tudi z dvema križiščema oblike »T«, ki sta zelo skupaj. V analitični analizi bo ravno tako obravnavan kot enotno križišče. Navsezadnje so tudi števniki podatki za to križišče narejeni kot enotni. Potrebno pa je poudariti, da se cesta v Gameljne in cesta 24. julija ne priključujeta na Dunajsko cesto v isti točki, temveč sta kraka medsebojno oddaljena nekje okoli 80 metrov. Tudi naslednja slika 12 tega ne prikazuje, saj tudi programsko orodje Sidra Intersection 5.0 ne omogoča zamika posameznega kraka.



Slika 12: Skica geometrije križišča 9, 2008

3.3.2.1 Jutranja konica

Rezultati analitične preveritve križišča 9 v jutranji konici s programskim orodjem Sidra Intersection 5.0, so prikazani v naslednji sliki 13 in preglednici 8, ki predstavlja povzetek celotnega križišča.



Slika 13: Nivoji uslug (LOS) in pripadajoče zamude, križišče 9, jut. konica, 2008

Slika 13 prikazuje ravni uslug po smereh in zamude na vozilo v sekundah v jutranji konici. Razvidno je, da nastajajo veliki problemi pri vključevanju na Dunajsko cesto s ceste v Gameljne zaradi velikega števila vozil iz te smeri in veliko vozil v glavni smeri.

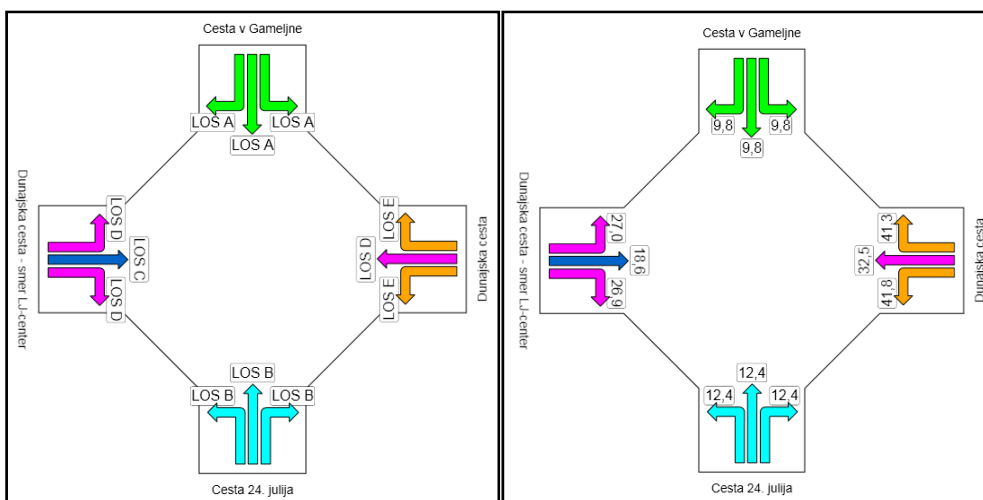
Raven uslug za celotno križišče je LOS F, pri tem pripadajoče zamude znašajo 71s.

Preglednica 8: Povzetek za križišče 9, jutranja konica, 2008

Movement Performance - Vehicles											
Mov ID	Turn	Demand Flow veh/h	HV %	Deg. Satn v/c	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles veh	Distance m	Prop. Queued	Effective Stop Rate per veh	Average Speed km/h
South: Cesta 24. julija											
3L	L	54	2,0	0,225	15,0	LOS C	1,1	8,9	0,66	0,91	39,8
8T	T	11	0,0	0,224	15,0	LOS C	1,1	8,9	0,66	0,86	40,4
8R	R	40	10,5	0,225	15,0	LOS C	1,1	8,9	0,66	0,74	39,9
Approach		104	5,1	0,225	15,0	LOS C	1,1	8,9	0,66	0,84	39,9
East: Dunajska cesta											
1L	L	37	5,7	0,433	33,8	LOS D	17,8	142,4	1,00	1,21	33,1
6T	T	512	6,4	0,431	25,1	LOS D	17,8	142,4	1,00	0,00	33,2
6R	R	40	0,0	0,430	33,2	LOS D	17,8	142,4	1,00	0,00	33,1
Approach		588	5,9	0,431	26,2	LOS D	17,8	142,4	1,00	0,08	33,2
North: Cesta v Gameljne											
7L	L	236	0,9	1,203	126,0	LOS F	60,7	465,9	1,00	3,66	13,1
4T	T	213	0,0	1,201	126,0	LOS F	60,7	465,9	1,00	3,42	13,2
4R	R	381	2,2	1,202	126,0	LOS F	60,7	465,9	1,00	4,11	13,2
Approach		829	1,3	1,203	126,0	LOS F	60,7	465,9	1,00	3,81	13,1
West: Dunajska cesta - smer LJ-center											
5L	L	13	8,3	0,383	51,9	LOS F	23,1	182,4	1,00	1,19	25,6
2T	T	319	6,6	0,386	43,0	LOS E	23,1	182,4	1,00	0,00	25,7
2R	R	219	1,0	0,386	51,3	LOS F	23,1	182,4	1,00	0,00	25,6
Approach		551	4,4	0,386	46,5	LOS F	23,1	182,4	1,00	0,03	25,6
All Vehicles		2073	3,6	1,203	71,0	NA	60,7	465,9	0,98	1,59	19,8

3.3.2.2 Popoldanska konica

Rezultati analitične preveritve križišča 9 v popoldanski konici s programskim orodjem Sidra Intersection 5.0, so prikazani v naslednji sliki 14 in preglednici 9, ki predstavlja povzetek celotnega križišča.



Slika 14: Nivoji uslug (LOS) in pripadajoče zamude, križišče 9, pop. konica, 2008

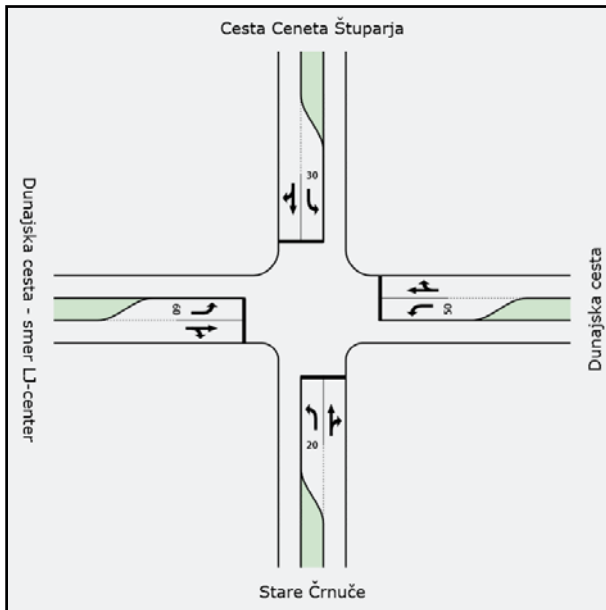
Preglednica 9: Povzetek za križišče 9, popoldanska konica, 2008

Movement Performance - Vehicles											
Mov ID	Turn	Demand Flow veh/h	HV %	Deg. Satn v/c	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles veh	Distance m	Prop. Queued	Effective Stop Rate per veh	Average Speed km/h
South: Cesta 24. julija											
3L	L	116	3,6	0,294	13,4	LOS B	1,7	13,8	0,69	0,95	41,1
8T	T	18	0,0	0,293	13,4	LOS B	1,7	13,8	0,69	0,89	41,6
8R	R	44	11,9	0,293	13,4	LOS B	1,7	13,8	0,69	0,86	41,1
Approach		178	5,3	0,294	13,4	LOS B	1,7	13,8	0,69	0,92	41,1
East: Dunajska cesta											
1L	L	59	16,1	0,522	51,0	LOS F	20,7	170,0	1,00	1,32	26,2
6T	T	407	8,0	0,522	41,6	LOS E	20,7	170,0	1,00	0,00	26,4
6R	R	59	12,5	0,522	50,5	LOS F	20,7	170,0	1,00	0,00	26,3
Approach		525	9,4	0,522	43,7	LOS F	20,7	170,0	1,00	0,15	26,4
North: Cesta v Gameljne											
7L	L	36	0,0	0,145	10,2	LOS B	0,8	5,8	0,58	0,88	43,7
4T	T	12	0,0	0,145	10,2	LOS B	0,8	5,8	0,58	0,81	44,5
4R	R	69	0,0	0,145	10,2	LOS B	0,8	5,8	0,58	0,74	43,8
Approach		117	0,0	0,145	10,2	LOS B	0,8	5,8	0,58	0,79	43,8
West: Dunajska cesta - smer LJ-center											
5L	L	67	0,0	0,495	31,2	LOS D	19,0	148,4	1,00	1,28	33,8
2T	T	423	4,2	0,496	22,8	LOS C	19,0	148,4	1,00	0,00	34,0
2R	R	136	2,3	0,496	31,1	LOS D	19,0	148,4	1,00	0,00	33,8
Approach		626	3,4	0,495	25,5	LOS D	19,0	148,4	1,00	0,14	33,9
All Vehicles		1446	5,5	0,522	29,4	NA	20,7	170,0	0,93	0,29	31,9

Slika 14 in preglednica 9 prikazujeta ravni uslug po smereh in zamude na vozilo v sekundah v popoldanski konici. Iz teh je razvidno, da je v popoldanski konici stanje zadovoljivo. Večji problemi se pojavljajo le na kraku Dunajske ceste v smeri levo in desno, kjer so ravni uslug in zamude na zgornji meji tistih, ki izpolnjujejo pogoje.

3.3.3 Križišče 10

Križišče 10 je semaforizirano križišče Dunajske ceste s cesto Ceneta Štuparja in Starimi Črnučami. Gre za klasično štirikrako križišče, pri katerem se cesti sekata pod pravim kotom. Na vsakem kraku, pa sta po dva uvozna in eden izvozni pas. Desni od pasov na kraku dovoljuje vožnjo v smeri naravnost in desno skozi križišče. Levi od pasov pa je namenjen levim zavijalcem. To prikazuje tudi slika 15.

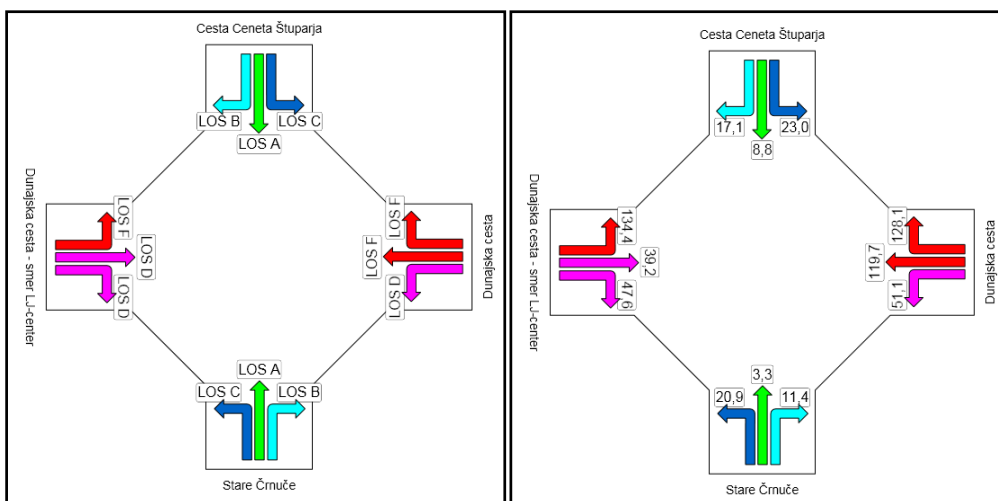


Slika 15: Skica geometrije križišča 10, 2008

Semaforški program za konično uro za križišče 10 se nahaja v prilogi B, pod isto prilogo pa je prikazana še natančnejša grafika križišča. S programskim orodjem Sidra Intersection 5.0 je bilo modelirano prav takšno stanje, kot ga prikazuje priloga.

3.3.3.1 Jutranja konica

Rezultati analitične preveritve križišča 10 v jutranji konici s programskim orodjem Sidra Intersection 5.0, so prikazani v naslednji sliki 16 in preglednici 10, ki predstavlja povzetek celotnega križišča.



Slika 16: Nivoji uslug (LOS) in pripadajoče zamude, križišče 10, jut. konica, 2008

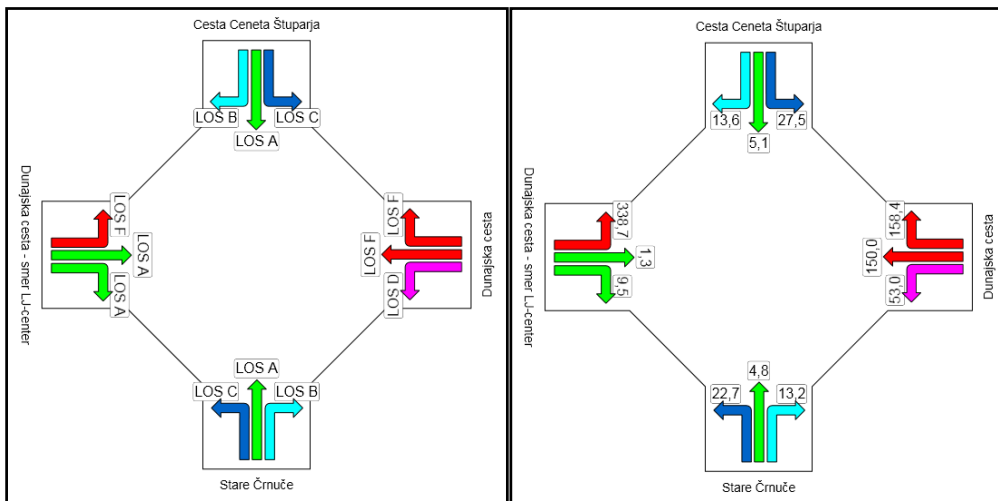
Slika 16 prikazuje ravni uslug po smereh in zamude na vozilo v sekundah v jutranji konici. Razvidno je, da v glavni smeri (Dunajska cesta) prihaja do problemov, saj je imajo kar tri od šestih smeri raven uslug F. Zamude za celotno križišče znašajo dobrih 70s, kot je razvidno iz preglednice 10.

Preglednica 10: Povzetek za križišče 10, jutranja konica, 2008

Movement Performance - Vehicles											
Mov ID	Turn	Demand Flow veh/h	HV %	Deg. Satn v/c	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles veh	Distance m	Prop. Queued	Effective Stop Rate per veh	Average Speed km/h
South: Stare Črnuče											
3L	L	25	0,0	0,150	20,9	LOS C	1,0	7,6	0,49	0,70	38,0
8T	T	5	40,0	0,022	3,3	LOS A	0,4	3,4	0,36	0,26	51,4
8R	R	16	0,0	0,022	11,4	LOS B	0,4	3,4	0,36	0,74	46,0
Approach		46	4,5	0,150	15,7	LOS B	1,0	7,6	0,43	0,66	41,7
East: Dunajska cesta											
1L	L	25	4,2	0,165	51,1	LOS D	1,7	13,7	0,94	0,73	24,9
6T	T	452	15,2	1,139	119,7	LOS F	39,2	333,4	1,00	1,46	13,6
6R	R	42	5,0	1,130	128,1	LOS F	39,2	333,4	1,00	1,46	13,6
Approach		519	13,8	1,139	117,0	LOS F	39,2	333,4	1,00	1,43	13,9
North: Cesta Ceneta Štuparja											
7L	L	111	1,9	0,429	23,0	LOS C	4,0	31,2	0,48	0,74	36,7
4T	T	62	0,0	0,204	8,8	LOS A	5,1	39,6	0,49	0,45	44,8
4R	R	140	3,8	0,204	17,1	LOS B	5,1	39,6	0,49	0,84	41,4
Approach		313	2,4	0,429	17,6	LOS B	5,1	39,6	0,49	0,73	40,2
West: Dunajska cesta - smer LJ-center											
5L	L	53	16,0	0,848	134,4	LOS F	4,7	40,9	1,00	0,85	12,8
2T	T	257	17,2	0,667	39,2	LOS D	14,7	126,8	0,95	0,82	27,5
2R	R	28	3,7	0,666	47,6	LOS D	14,7	126,8	0,95	0,87	27,2
Approach		338	15,9	0,848	54,8	LOS D	14,7	126,8	0,96	0,83	23,3
All Vehicles		1216	11,1	1,139	70,3	LOS E	39,2	333,4	0,83	1,05	20,1

3.3.3.2 Popoldanska konica

Rezultati analitične preveritve križišča 10 v popoldanski konici s programskim orodjem Sidra Intersection 5.0, so prikazani v naslednji sliki 17 in preglednici 11, ki predstavlja povzetek celotnega križišča.



Slika 17: Nivoji uslug (LOS) in pripadajoče zamude, križišče 10, pop. konica, 2008

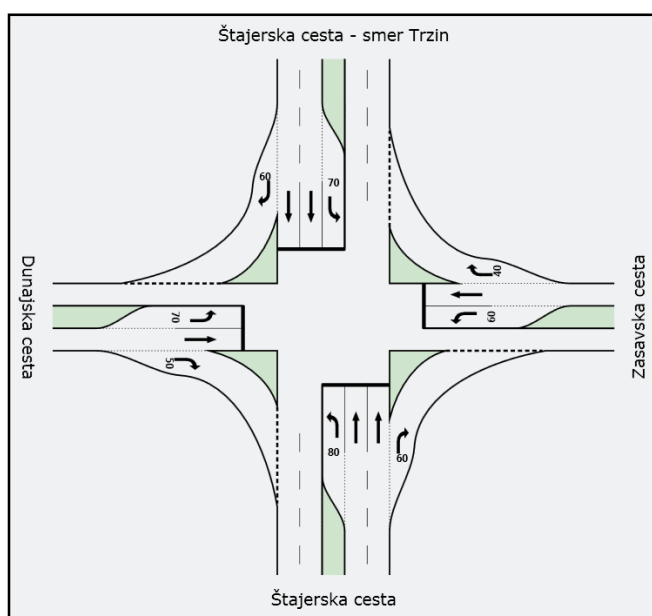
Preglednica 11: Povzetek za križišče 10, popoldanska konica, 2008

Movement Performance - Vehicles											
Mov ID	Turn	Demand Flow veh/h	HV %	Deg. Satn v/c	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles veh	Distance m	Prop. Queued	Effective Stop Rate per veh	Average Speed km/h
South: Stare Črnuče											
3L	L	66	4,8	0,388	24,8	LOS C	2,6	20,3	0,48	0,73	35,8
8T	T	66	4,8	0,114	4,9	LOS A	2,6	20,8	0,44	0,36	49,5
8R	R	49	4,3	0,114	13,3	LOS B	2,6	20,8	0,44	0,84	45,1
Approach		182	4,6	0,388	14,4	LOS B	2,6	20,8	0,46	0,62	42,4
East: Dunajska cesta											
1L	L	36	0,0	0,368	64,6	LOS E	2,7	20,2	1,00	0,72	21,6
6T	T	467	13,7	1,453	246,9	LOS F	70,7	586,9	1,00	1,92	7,6
6R	R	178	3,6	1,452	255,3	LOS F	70,7	586,9	1,00	1,92	7,5
Approach		681	10,4	1,453	239,5	LOS F	70,7	586,9	1,00	1,86	7,8
North: Cesta Ceneta Štuparja											
7L	L	165	2,5	0,674	34,8	LOS C	6,7	52,0	0,62	0,80	30,7
4T	T	33	0,0	0,165	6,0	LOS A	4,1	32,1	0,46	0,40	47,4
4R	R	129	4,9	0,164	14,5	LOS B	4,1	32,1	0,46	0,79	43,4
Approach		327	3,2	0,674	23,9	LOS C	6,7	52,0	0,54	0,76	36,1
West: Dunajska cesta - smer LJ-center											
5L	L	105	2,5	1,491	338,8	LOS F	14,1	109,4	1,00	1,30	5,8
2T	T	402	17,0	0,319	1,5	LOS A	5,0	42,0	0,23	0,20	55,3
2R	R	35	0,0	0,320	9,7	LOS A	5,0	42,0	0,23	0,93	48,2
Approach		541	11,5	1,492	67,3	LOS E	14,1	109,4	0,38	0,46	20,8
All Vehicles		1732	8,8	1,492	121,3	LOS F	70,7	586,9	0,66	1,08	13,7

Slika 17 prikazuje ravni uslug po smereh in zamude na vozilo v sekundah za križišče 10 v popoldanski konici. Razvidno je, da se zopet pojavijo problemi v glavni smeri (na Dunajski cesti). Iz preglednice 11 je razvidno, da so ravni uslug za celotno križišče LOS F in pripadajoče zamude na vozilo dosti prevelike, več kot 120s.

3.3.4 Križišče 11

Križišče 11 je semaforizirano križišče Štajerske ceste z Zasavsko in Dunajsko cesto. Gre za štirikrako križišče, pri katerem se cesti med sabo ne sekata ravno pod pravim kotom, vendar kljub temu še ne moremo reči, da gre za oster kot in bi s tem bila preglednost zmanjšana. Za razliko od prejšnjega križišča je to dosti »bogatejšee«. To mislim predvsem v smislu lijaka za desne zavijalce v vseh smereh, ki se na ta način izognejo semaforju. Kot pri predhodnem križišču imajo tudi v tem vsi levi zavijalci svoje ločene pasove (slika 18).

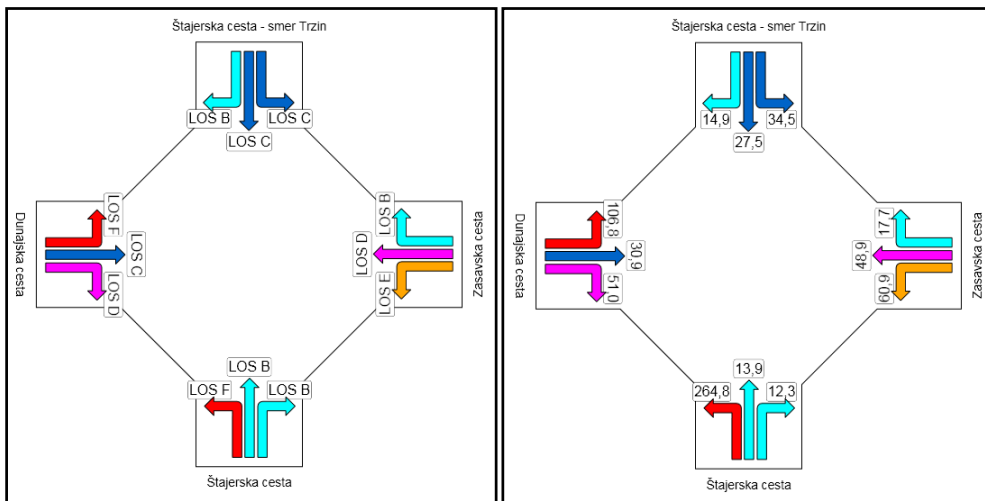


Slika 18: Skica geometrije križišča 11, 2008

Semaforški program za konično uro za križišče 11 se nahaja v prilogi C, pod isto prilogo pa je prikazana še podrobnejša grafika križišča. S programskim orodjem Sidra Intersection 5.0 je bilo modelirano prav takšno stanje, kot ga prikazuje priloga. (Opomba: Od februarja 2010. leta je semaforški program za to križišče modificiran in sicer s podaljšano fazo za leve zavijalce v glavni smeri.)

3.3.4.1 Jutranja konica

Rezultati analitične preveritve križišča 11 v jutranji konici s programskim orodjem Sidra Intersection 5.0, so prikazani v naslednji sliki 19 in preglednici 12, ki predstavlja povzetek celotnega križišča.



Slika 19: Nivoji uslug (LOS) in pripadajoče zamude, križišče 11, jut. konica, 2008

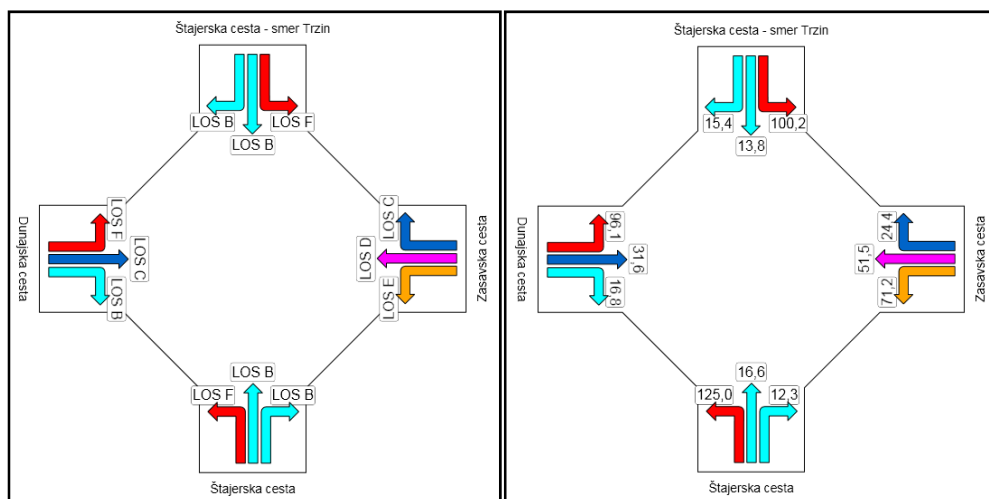
Slika 19 prikazuje ravni uslug po smereh in zamude na vozilo v sekundah v jutranji konični uri. Iz slike je razvidno, da se pojavljajo veliki problemi pri levih zavijalcih v treh smereh. Zelo problematični so levi zavijalci na kraku Štajerska cesta. Za celotno križišče pa velja, kot prikazuje preglednica 12, da so ravni uslug LOS D in zamude slabih 36s na vozilo.

Preglednica 12: Povzetek za križišče 11, jutranja konica, 2008

Movement Performance - Vehicles											
Mov ID	Turn	Demand Flow veh/h	HV %	Deg. Satn v/c	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles veh	Distance m	Prop. Queued	Effective Stop Rate per veh	Average Speed km/h
South: Štajerska cesta											
3L	L	97	18,5	1,316	264,8	LOS F	11,9	104,2	1,00	1,30	8,2
8T	T	998	14,2	0,509	13,9	LOS B	16,5	140,6	0,63	0,56	47,8
8R	R	58	10,9	0,081	12,3	LOS B	0,8	6,6	0,21	0,70	53,9
Approach		1153	14,4	1,316	34,9	LOS C	16,5	140,6	0,64	0,63	34,3
East: Zasavska cesta											
1L	L	75	4,2	0,480	60,9	LOS E	5,1	39,9	0,99	0,77	22,5
6T	T	173	8,5	0,616	48,9	LOS D	10,2	83,4	0,98	0,81	24,6
6R	R	75	7,0	0,322	17,7	LOS B	2,5	20,1	0,52	0,72	40,8
Approach		322	7,2	0,616	44,4	LOS D	10,2	83,4	0,88	0,78	26,5
North: Štajerska cesta - smer Trzin											
7L	L	21	30,0	0,170	34,5	LOS C	1,1	10,2	0,65	0,76	41,1
4T	T	1854	5,8	0,875	27,5	LOS C	46,2	368,5	0,92	0,93	39,4
4R	R	208	16,2	0,291	14,9	LOS B	3,6	30,8	0,29	0,73	55,9
Approach		2083	7,1	0,875	26,3	LOS C	46,2	368,5	0,86	0,91	40,6
West: Dunajska cesta											
5L	L	216	9,9	1,000 ³	106,8	LOS F	15,2	125,6	1,00	1,18	15,3
2T	T	167	13,6	0,356	30,9	LOS C	8,4	70,7	0,85	0,70	30,8
2R	R	241	6,6	0,791	51,0	LOS D	11,5	92,1	0,88	1,03	25,3
Approach		624	9,4	1,000	65,0	LOS E	15,2	125,6	0,91	0,99	21,5
All Vehicles		4182	9,5	1,316	35,8	LOS D	46,2	368,5	0,81	0,83	34,0

3.3.4.2 Popoldanska konica

Rezultati analitične preveritve križišča 11 v popoldanski konici s programskim orodjem Sidra Intersection 5.0, so prikazani v naslednji sliki 20 in preglednici 13, ki predstavlja povzetek celotnega križišča.



Slika 20: Nivoji uslug (LOS) in pripadajoče zamude, križišče 11, pop. konica, 2008

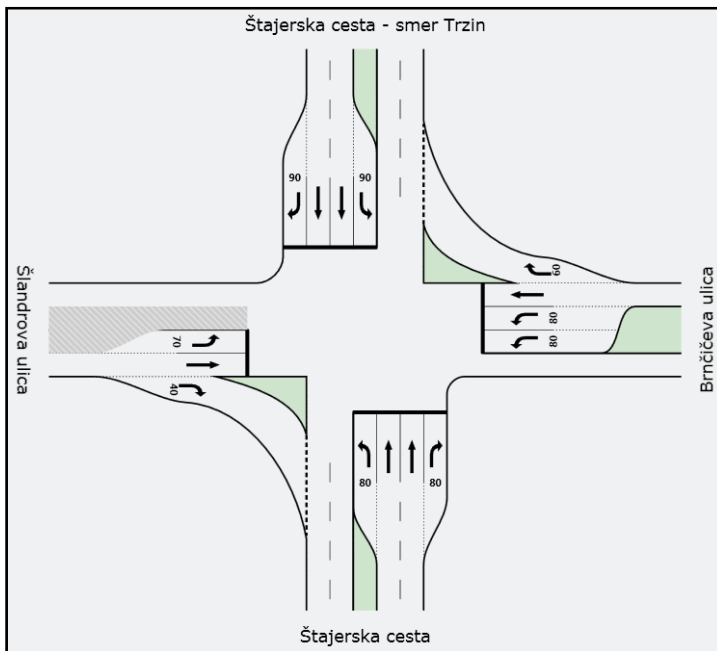
Preglednica 13: Povzetek za križišče 11, popoldanska konica, 2008

Movement Performance - Vehicles											
Mov ID	Turn	Demand Flow veh/h	HV %	Deg. Satn v/c	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles veh	Distance m	Prop. Queued	Effective Stop Rate per veh	Average Speed km/h
South: Štajerska cesta											
3L	L	213	2,9	1,075	125,0	LOS F	17,8	138,7	1,00	1,24	15,4
8T	T	1414	3,0	0,649	16,6	LOS B	25,6	199,8	0,72	0,65	44,9
8R	R	51	8,3	0,071	12,3	LOS B	0,7	5,9	0,23	0,70	53,7
Approach		1677	3,1	1,075	30,3	LOS C	25,6	199,8	0,74	0,73	36,4
East: Zasavska cesta											
1L	L	87	8,4	0,621	71,2	LOS E	6,1	49,8	1,00	0,81	20,4
6T	T	186	9,0	0,668	51,5	LOS D	11,1	91,1	0,99	0,84	23,9
6R	R	88	14,3	0,403	24,4	LOS C	3,9	33,0	0,69	0,77	36,5
Approach		362	10,2	0,668	49,6	LOS D	11,1	91,1	0,92	0,82	25,0
North: Štajerska cesta - smer Trzin											
7L	L	92	13,8	0,869	100,2	LOS F	7,2	61,4	0,99	1,05	20,7
4T	T	1087	5,7	0,513	13,8	LOS B	17,8	141,7	0,63	0,57	50,6
4R	R	308	7,2	0,425	15,4	LOS B	5,8	46,4	0,36	0,75	54,5
Approach		1487	6,5	0,869	19,5	LOS B	17,8	141,7	0,60	0,63	47,2
West: Dunajska cesta											
5L	L	210	9,1	1,010	96,1	LOS F	15,3	125,3	1,00	1,06	16,6
2T	T	191	9,4	0,396	31,6	LOS C	9,5	77,8	0,86	0,71	30,5
2R	R	124	2,5	0,359	16,8	LOS B	4,7	36,4	0,64	0,78	41,3
Approach		525	7,6	1,010	53,9	LOS D	15,3	125,3	0,86	0,87	24,0
All Vehicles		4052	5,6	1,075	31,1	LOS C	25,6	199,8	0,72	0,72	36,4

Slika 20 prikazuje ravni uslug po smereh in zamude na vozilo v sekundah v popoldanski konici. Iz slike je razvidno še nekoliko bolj problematično stanje levih zavijalcev v vseh štirih krakih križišča. Kar pa se tiče celotnega križišča (preglednica 13), pa je stanje ravni uslug LOS C in zamude znašajo dobrih 31s na vozilo.

3.3.5 Križišče 12

Križišče 12 je semaforizirano križišče Štajerske ceste z Brnčičevo in Šlandrovo ulico. Gre za štirikrako križišče, pri katerem se cesti med sabo ne sekata ravno pod pravim kotom. Vsebuje lijake za desne zavijalce iz obeh stranskih smeri, ki se na ta način izognejo semaforju. Vsi levi zavijalci imajo svoje ločene pasove. Opisano stanje prikazuje tudi slika 21.

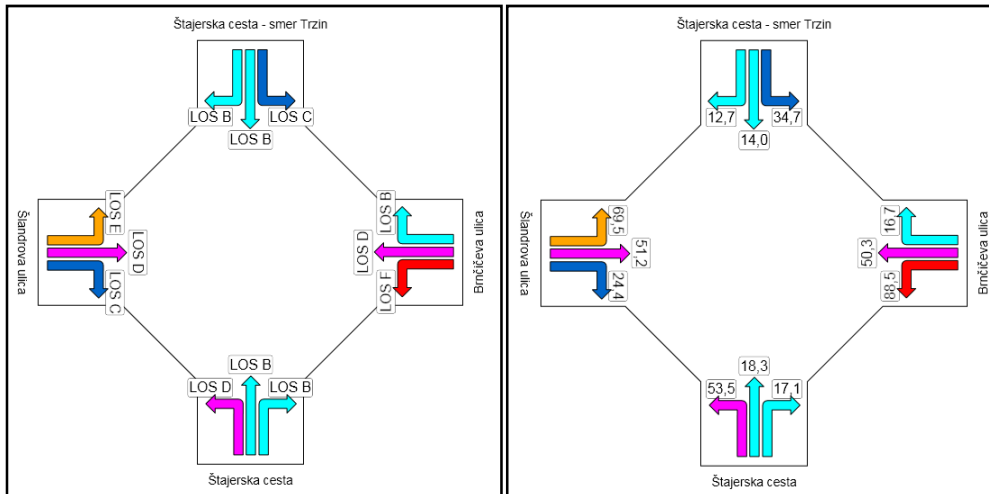


Slika 21: Skica geometrije križišča 12, 2008

Semaforški program za konično uro za križišče 12 se nahaja v prilogi D, pod isto prilogo pa je prikazana še grafika križišča. S programskim orodjem Sidra Intersection 5.0 je bilo modelirano prav takšno stanje, kot ga prikazuje priloga.

3.3.5.1 Jutranja konica

Rezultati analitične preveritve križišča 12 v jutranji konici s programskim orodjem Sidra Intersection 5.0, so prikazani v naslednji sliki 22 in preglednici 14, ki predstavlja povzetek celotnega križišča.



Slika 22: Nivoji uslug (LOS) in pripadajoče zamude, križišče 12, jut. konica, 2008

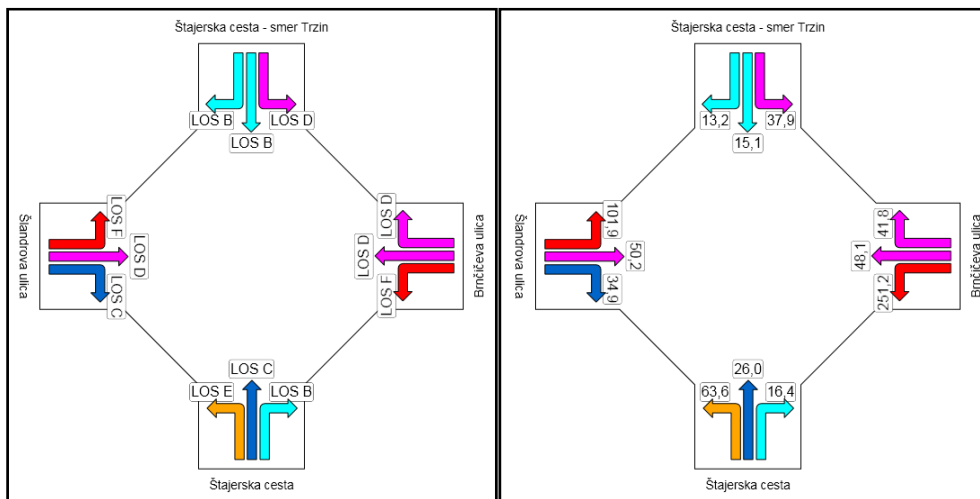
Preglednica 14: Povzetek za križišče 12, jutranja konica, 2008

Movement Performance - Vehicles											
Mov ID	Turn	Demand Flow veh/h	HV %	Deg. Satn v/c	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles veh	Distance m	Prop. Queued	Effective Stop Rate per veh	Average Speed km/h
South: Štajerska cesta											
3L	L	228	20,3	0,757	53,5	LOS D	12,6	112,3	1,00	0,98	30,4
8T	T	1068	10,5	0,527	18,3	LOS B	17,8	147,0	0,64	0,68	54,9
8R	R	523	14,1	0,582	17,1	LOS B	7,7	65,4	0,28	0,79	57,8
Approach		1820	12,8	0,757	22,3	LOS C	17,8	147,0	0,58	0,75	50,5
East: Brnčičeva ulica											
1L	L	105	45,0	0,643	88,5	LOS F	4,1	42,9	1,00	0,82	17,9
6T	T	143	29,4	0,609	50,3	LOS D	8,8	83,6	0,98	0,81	24,2
6R	R	40	78,9	0,192	16,7	LOS B	1,1	13,3	0,33	0,67	44,2
Approach		288	42,0	0,643	59,6	LOS E	8,8	83,6	0,90	0,79	22,7
North: Štajerska cesta - smer Trzin											
7L	L	108	22,3	0,432	34,7	LOS C	5,8	52,8	0,89	0,85	40,5
4T	T	1018	13,4	0,515	14,0	LOS B	16,9	142,9	0,63	0,57	50,4
4R	R	189	8,9	0,211	12,7	LOS B	2,4	19,3	0,22	0,75	57,8
Approach		1316	13,5	0,515	15,5	LOS B	16,9	142,9	0,60	0,62	50,3
West: Šlandrova ulica											
5L	L	41	38,5	0,447	69,5	LOS E	3,0	30,6	1,00	0,74	21,0
2T	T	168	16,9	0,647	51,2	LOS D	10,2	88,5	0,99	0,83	24,0
2R	R	195	15,1	0,670	24,4	LOS C	6,4	55,2	0,44	0,75	36,5
Approach		404	18,2	0,670	40,2	LOS D	10,2	88,5	0,72	0,78	28,3
All Vehicles		3828	15,8	0,757	24,7	LOS C	17,8	147,0	0,63	0,71	43,7

Slika 22 prikazuje ravni uslug po smereh in zamude na vozilo v sekundah v jutranji konici. Iz slike so razvidne velike zamude pri levih zavijalcih iz stranskih smeri. Z izjemo teh dveh smeri, stvari v križišču po zamudah sodeč niso preveč problematične. Vendar je potrebno zagotavljati vsaj LOS E za vsako posamezno smer. Za celotno križišče velja, kot kaže preglednica 14, raven uslug LOS C, pri tem pripadajoče zamude na vozilo znašajo 25s.

3.3.5.2 Popoldanska konica

Rezultati analitične preveritve križišča 12 v popoldanski konici s programskim orodjem Sidra Intersection 5.0, so prikazani v naslednji sliki 23 in preglednici 15, ki predstavlja povzetek celotnega križišča.



Slika 23: Nivoji uslug (LOS) in pripadajoče zamude, križišče 12, pop. konica, 2008

Slika 23 prikazuje ravni uslug po smereh in zamude na vozilo v sekundah v popoldanski konici. Iz slike je razvidno, da so zamude po smereh večje kot v jutranji konici, kar ne nazadnje potrjuje tudi raven uslug za celotno križišče, ki ga prikazuje preglednica 15. Iz LOS C, ki je bil dosežen v jutranji konici, pade v popoldanski konici na LOS D s pripadajočimi zamudami 44s na vozilo.

Preglednica 15: Povzetek za križišče 12, popoldanska konica, 2008

Movement Performance - Vehicles											
Mov ID	Turn	Demand Flow veh/h	HV %	Deg. Satn v/c	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles veh	Distance m	Prop. Queued	Effective Stop Rate per veh	Average Speed km/h
South: Štajerska cesta											
3L	L	303	16,0	0,922	63,6	LOS E	16,4	141,5	1,00	1,04	26,7
8T	T	1623	9,1	0,790	26,0	LOS C	35,2	287,8	0,83	0,82	46,4
8R	R	275	28,4	0,334	16,4	LOS B	2,9	27,6	0,19	0,78	60,8
Approach		2201	12,5	0,922	30,0	LOS C	35,2	287,8	0,78	0,84	43,3
East: Brnčičeva ulica											
1L	L	282	17,6	1,322	251,2	LOS F	16,1	140,8	1,00	1,38	7,6
6T	T	141	24,0	0,572	48,1	LOS D	8,6	77,3	0,97	0,79	24,5
6R	R	174	56,4	0,740	41,8	LOS D	8,3	92,8	0,71	0,87	29,1
Approach		597	30,0	1,322	142,3	LOS F	16,1	140,8	0,91	1,09	12,3
North: Štajerska cesta - smer Trzin											
7L	L	62	18,6	0,272	37,9	LOS D	3,4	30,2	0,86	0,81	38,5
4T	T	1168	10,4	0,575	15,1	LOS B	20,1	165,8	0,67	0,60	49,2
4R	R	85	13,6	0,101	13,2	LOS B	1,2	9,9	0,23	0,75	57,8
Approach		1316	11,0	0,575	16,0	LOS B	20,1	165,8	0,65	0,62	49,0
West: Šlandrova ulica											
5L	L	145	7,2	0,903	101,9	LOS F	11,0	88,4	1,00	1,00	15,9
2T	T	161	18,3	0,627	50,2	LOS D	9,7	85,5	0,98	0,82	24,2
2R	R	243	6,9	0,810	34,9	LOS C	9,7	77,7	0,54	0,87	31,0
Approach		549	10,3	0,903	57,1	LOS E	11,0	88,4	0,79	0,89	23,3
All Vehicles		4663	14,0	1,322	43,6	LOS D	35,2	287,8	0,76	0,82	32,2

3.3.6 Zaključki

Kot je razvidno iz analize izhodiščnega stanja (ta je bila narejena z analitičnim programom Sidra Intersection 5.0, s preveritvijo ravni uslug v, za to območje, merodajnih križiščih) je na območju veliko problemov z zamudami v obeh koničnih urah. Ravno zaradi tega dejstva, je bilo na tem območju narejenih že mnogo študij. Bil je sprejet celo Idejni prostorski načrt za zasnovu novih cestnih povezav, novih križišč (vozlišč) in rekonstrukcijo obstoječih križišč.

Težave na tem območju v prvi vrsti nastajajo zaradi problematičnega križišča Dunajske ceste z Obvozno cesto. Kot je bilo že povedano, je križišče nepregledno, Obvozna cesta se na glavno Dunajsko cesto priključuje pod ostrim kotom, potek prednostne Dunajske ceste je v krožnem loku. Poleg tega je na dokaj neugodnem položaju pri križišču še nivojsko križanje Dunajske ceste z železniško progo, ki v času zapore ceste posledično še dodatno poveča zamude na ožjem območju. V drugi vrsti nastajajo problemi na območju tudi zaradi poteka Dunajske ceste, ki se po križišču z ulico 7. septembra v smeri proti severu, iz štirih pasov zoži na dva. Širše gledano pa so problemi na območju tudi posledica prometa, ki dnevno poteka iz območja Mengša in Trzina proti območju med Šentvidom in Medvodami. Na tej relaciji

skoraj ni druge boljše, predvsem pa krajše povezave, kot je ta po Štajerski cesti, preko Dunajske mimo Črnuč, na Obvozno cesto in naprej.

Našteti problemi vodijo k načrtovanju novih cestnih povezav in rekonstrukciji obstoječe cestne infrastrukture. Z novo severno tangencialo, ki je v nadaljevanju diplomske naloge načrtovana, bi območje Črnuč in Ježice rešili počasi premikajočih se kolon vozil v koničnih urah, saj bi nova cesta delovala tudi kot obvoznica za to območje. Z rekonstrukcijo nekaterih obstoječih križišč pa bi tudi zamude vozil na območju spravili na vsaj minimalno raven, ki je priporočena. Gledano širše pa bi nova cestna povezava na tem območju pritegnila tudi določen delež prometa, ki dnevno poteka iz Štajerske na Gorenjsko in bi s tem razbremenila dandanes že tako preveč obremenjeno severno ljubljansko obvoznico.

Za boljši vpogled v stanje dodajam še preglednico 16. Ta prikazuje probleme ne samo s stališča ravni uslug in zamud v križišču, temveč prikazuje tudi faktorje na katerih v analitični analizi izhodiščnega stanja ni bilo preveč poudarka, kljub temu pa so pomembni in še dodatno izkazujejo problematiko na območju.

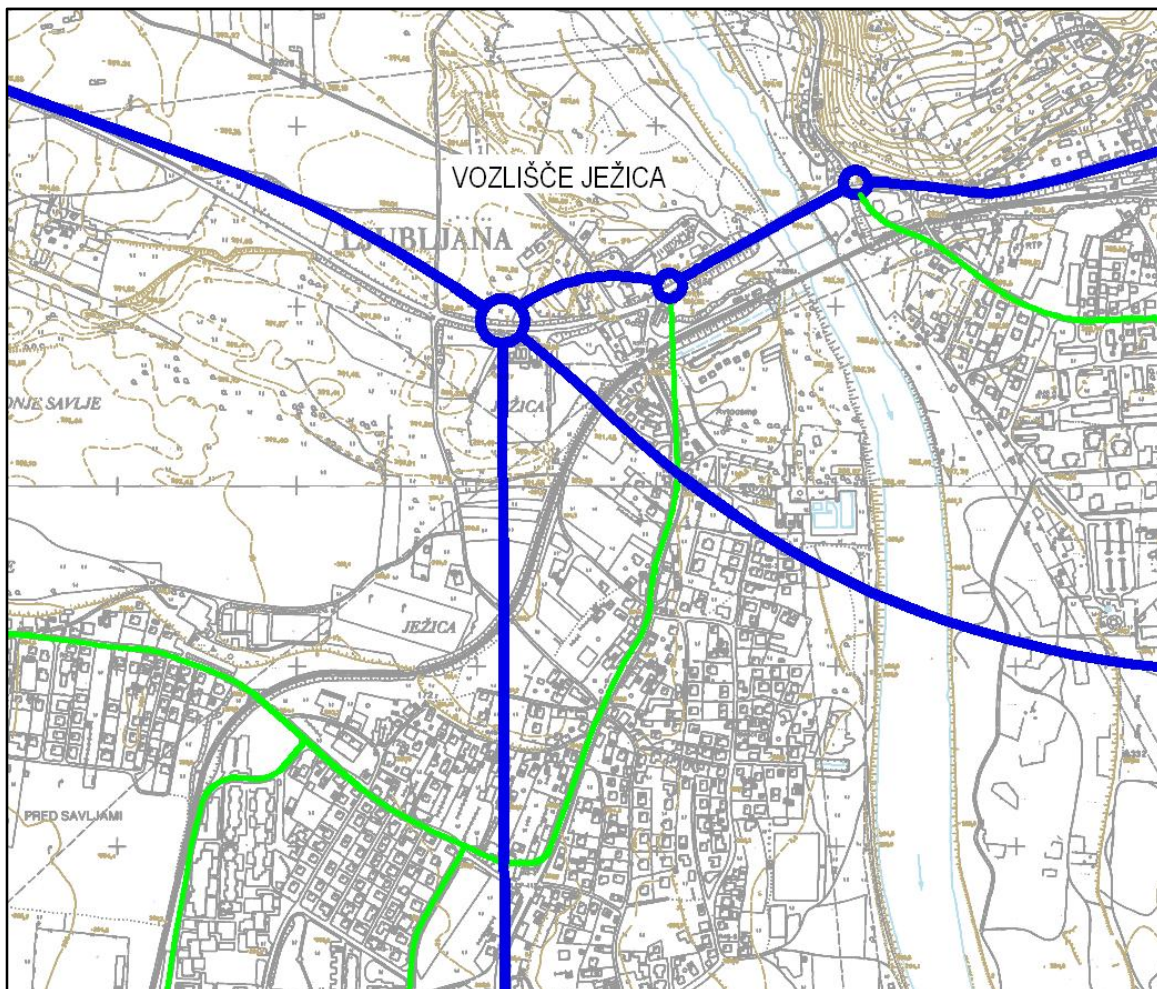
Preglednica 16: Primerjava parametrov med križišči

	Povprečne zamude na vozilo [s]; (LOS)		Stopnja zasičenosti [volumen/kapaciteta], maksimalna vrednost		Dolžina kolone [m], maksimalna vrednost		Število ustavljanj na vozilo, povprečna vrednost	
	Jut. kon.	Pop. kon.	Jut. kon.	Pop. kon.	Jut. kon.	Pop. kon.	Jut. kon.	Pop. kon.
Križišče 8	96,7 (F)	61,5 (F)	1,821	1,401	485,7	356,6	1,25	1,25
Križišče 9	71,0 (F)	24,0 (C)	1,203	0,465	465,9	143,6	1,59	0,28
Križišče 10	70,3 (E)	87,9 (F)	1,139	1,49	333,4	394,7	1,05	0,96
Križišče 11	35,8 (D)	31,1 (C)	1,316	1,075	368,5	199,8	0,83	0,72
Križišče 12	24,7 (C)	43,6 (D)	0,757	1,322	147	287,8	0,71	0,82

(Opomba: Vrednosti LOS, ki so sive so samo odčitki ravni uslug na podlagi povprečnih zamud na vozilo. Drugače pa programsko orodje Sidra Intersection 5.0 ne daje podatka ravni uslug za celotno križišče v navadnih križiščih.)

3.4 Izhodišča za zasnovo

Osnova za obdelavo problema vozlišča na območju Ježice je Idejni prostorski načrt, ki ga je izdelalo podjetje LUZ d.d., Ljubljana. Idejni prostorski načrt je bil predstavljen dne 10. februar 2010, na javni razgrnitvi v Mestni občini Ljubljana. Slika 24 spodaj prikazuje izsek tega prostorskega načrta za ožje območje, ki predvsem zadeva izdelavo diplomske naloge. V pregledni karti na koncu dokumenta med prilogami, pa je tudi pregledna karta širšega območja (Priloga J).



Slika 24: Vozlišče Ježica po Idejnem prostorskem načrtu

3.4.1 Videnja na stanje zasnove

Ob prvem pogledu na zasnovo, ki je v prilogi J kmalu ugotovimo, da je na območju vozlišča velik problem železnica. Reševanje tega problema (poleg tega, da bi železnico prestavili, kar pa je praktično neizvedljivo) ima le dve možni rešitvi. Gre za višinski potek nivelete, po terenu (kot je danes) ali po nasipih in preko nadvoзов in mostov. Po razmisleku kmalu ugotovimo, da je sedanji potek železnice čisto pravi, saj bi z višanjem nivelete železnice prišli do veliko dodatnih stroškov. Ti so: gradnja novega mostu preko reke Save, gradnja kar nekaj novih nadvoзов preko cest, največji problem pa je to, da bi bilo potrebno, če bi hoteli z niveleto železnice doseči zadostno višino za vse nadvoze preko cest, le-to dvigovati že pred postajo Črnuče in bi tako bila potrebna rekonstrukcija celotne postaje.

Poleg problema železnice je iz priloge J vidno tudi nekaj drugih sprememb. Te spremembe so:

- Nova povezovalna cesta (severna tangenciala), ki bi povezovala Štajersko avtocesto iz priključka Šentjakob preko nekaj križišč (predvsem gre za krožna križišča), vozlišča Ježica in preko Obvozne ceste z Gorenjsko. Takoj na tem mestu je potrebno povedati, da je križišče nove ceste s Štajersko cesto v zasnovi nivojsko semaforizirano križišče, kar verjetno ni najboljša rešitev;
- Velika sprememba v prostoru je tudi podaljšek Dunajske ceste od mesta, kjer se iz štirih pasov zoži na dvopasovno cesto, do vozlišča Ježica. Tukaj se pojavi problem v zvezi s tem, da je potrebno rušiti kar nekaj objektov;
- Spremembe so seveda vidne tudi v rekonstrukciji križišč, ki so (kot se je izkazalo) problematična. Gre predvsem za nova krožna križišča.

Na podlagi ugotovitev bo v nadaljevanju predlagana nova zasnova vozlišča Ježica. Kot osnova za snovanje novega vozlišča bodo uporabljeni prometni tokovi za območje. Prometni tokovi so bili narejeni z izvzetjem izseka prometnega modela Ljubljane, ki ga je naredilo podjetje PNZ d.o.o., Ljubljana. Prometni tokovi prikazujejo prometno stanje na območju, ki je v obdelavi, za izhodiščno stanje – september 2008.

3.5 Prometni tokovi

V tem poglavju bodo prikazani prometni tokovi na območju cestnega vozlišča Ježica, ki bodo služili za osnovo pri snovanju novega cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani. Predstavljeni bodo prometni tokovi tako za jutranjo, kot tudi popoldansko konico leta 2008.

Vsi prometni tokovi bodo predstavljeni v prilogah od K1 do N2. Sistem prikazovanja bo sledeč. V vsakem prikazu bo izbrana ena izmed pomembnejših cestnih povezav na območju (Dunajska, Štajerska (sever in jug), Obvozna cesta in Brnčičeva ulica) in pri tem prikazani obe konici. Iz prometnih tokov bo razvidno kolikšen je volumen vseh vozil na uro v izbranem preseku ceste in kakšna je njihova porazdelitev po omrežju. Nato bodo prikazane še prometne obremenitve na celotnem območju za vse ceste (priloge O1 in O2). Na ta način bodo prikazani prometni tokovi tudi na območju bodočega novega vozlišča. Na podlagi teh pa bo zasnovano vozlišče.

3.5.1 Prometni tokovi – Dunajska cesta

Priloga K1 kaže prometne tokove, ki sekajo cesto na preseku Dunajske ceste v jutranji konici. Iz priloge je razvidno, da se preko Dunajske ceste v jutranji konici napajata predvsem Obvozna cesta in celotne Črnuče, kot kar veliko stanovanjsko območje.

Priloga K2 kaže prometne tokove, ki na istem preseku sekajo Dunajsko cesto v popoldanski konici. Iz priloge je razvidno, da je prometa v primerjavi z jutranjo konico približno 80 % več, kar je razumljivo, saj je v tem primeru popoldanskih premikov iz mesta veliko več, kot je jutranjih v smeri iz mesta.

3.5.2 Prometni tokovi – Obvozna cesta

Priloge L1 in L2 prikazujeta prometne tokove na istem cestnem preseku Obvozne ceste v jutranji in popoldanski konici. Razlika med jutranjo in popoldansko konico je reda velikosti 100 vozil na uro (jutranja je za 16 % večja od popoldanske), kar ni tako velika razlika v primerjavi z jutranjo in popoldansko konico na preseku Dunajske ceste. V jutranji konici je sicer vidno, da iz Obvozne ceste kar veliko vozil nadaljuje po Dunajski cesti proti centru

Ljubljane, medtem ko za popoldansko konico ni razvidno toliko obratnega prometa. Popoldne je kar močan tok usmerjen iz Obvozne ceste proti Črnučam in nato naprej, bodisi preko Brnčičeve ulice, bodisi preko Zasavske ceste, proti Štajerski avtocesti. To nakazuje na promet, ki poteka med Štajersko in Gorenjsko, kar je eden izmed razlogov za načrtovanje nove cestne povezave – severne tangencialne.

3.5.3 Prometni tokovi – Štajerska cesta

Prilogi M1 in M2 prikazujeta prometne tokove na istem preseku Štajerske ceste na severnem delu območja za jutranjo in popoldansko konico. Iz obremenitev je razvidno, da je v smeri proti krožnem križišču Tomačevo (velik delež prometa gre v to smer) v jutranji konici več prometa, kot v popoldanski konici (skoraj 30 % več).

Prilogi M3 in M4 pa prikazujeta prometne tokove na istem preseku Štajerske ceste na južnem delu območja za jutranjo in popoldansko konico. Iz obremenitev je razvidno da je v tem primeru večja razlika med jutranjo in popoldansko konico (popoldanska je za 55 % večja). Poleg tega je v obeh konicah vidno tudi dosti prometa preko Brnčičeve ulice, ki verjetno zopet nakazuje na povezovanje med Štajersko in Gorenjsko.

3.5.4 Prometni tokovi – Brnčičeva ulica

Prilogi N1 in N2 prikazujeta prometne tokove na istem preseku Brnčičeve ulice za jutranjo in popoldansko konico. Razvidno je, da je v popoldanski konici dvakrat toliko prometa iz te ulice, kot v jutranji konici. Poleg tega je vidno tudi to, da v obeh konicah večino vozil iz Brnčičeve ulice zavija levo proti krožnemu križišču Tomačevo. Ravno zaradi dejstva, da je v obeh konicah povečan promet iz Brnčičeve proti Tomačevem, lahko sklepamo, da promet ki poteka po teh dveh cestah ni le odraz vsakodnevnega prihajanja v službo, ampak tudi iskanje povezave med Štajersko in Gorenjsko, ki se dandanes preusmeri na severno obvoznico.

3.5.5 Skupni prometni tokovi

Prilogi O1 in O2 prikazujeta prometne obremenitve v jutranji in popoldanski konici na celotnem obravnavanem omrežju, ne le prometne tokove, ki potekajo iz določenega preseka

(kot v prejšnji poglavjih). Na ta način je razvidna celotna obremenitev v katerekoli preseku ceste.

Iz prilog je razvidno, da je predvsem v popoldanski konici zelo obremenjena Brnčičeva ulica in Obvozna cesta, ki vnovič potrjuje dejstvo, da je na območju potrebna nova cestna povezava, ki bi povezovala Štajerski krak avtoceste z Gorenjskim.

3.6 Cestna zasnova na območju

Na območju je, kot je bilo predstavljeno že v Idejnim prostorskem načrtu, načrtovana nova severna tangenciala, za katero se je tudi s stališča prometnih tokov pokazalo, da je potrebna. V diplomski nalogi je približno prevzet potek te ceste. Prav tako je v diplomski nalogi po IPN-ju povzet podaljšek Dunajske ceste od mesta, kjer se le-ta danes zoži iz štirih na dva pasova, vendar da je potek nekoliko drugačen zaradi umestitve samega vozlišča Ježica in poteka železniške proge. Poleg tega bodo v tem poglavju predstavljena tudi križišča na omenjenih in obstoječih cestah v okviru prilog. Vsa pomembnejša križišča bodo v naslednjem poglavju (3.7) preverjena s programskim orodjem za mikrosimulacijo Vissim 5.30 (PTV Vision) za napovedno leto 2030. Prometni model je bil prilagojen glede na zasnovu cest, katera bo predstavljena v nadaljevanju.

3.6.1 Nova severna tangenciala

Nova prometnica povezuje Štajersko avtocesto preko priključka Šentjakob do Gorenjske avtoceste preko priključka Vižmarje – Brod (Priloga P1). V okviru diplomske naloge pa bo prikaz ceste omejen na območje, ki je vplivno na zasnovu vozlišča Ježica. To območje bo na zahodu segalo do mesta, kjer nova povezava začne potekati po trasi Obvozne ceste. Na vzhodu pa je potek prikazan do mesta, kjer cesta začne potekati po trasi Zasavske ceste, vendar je meja območja Štajerska cesta, kar pomeni da je potek trase vzhodno od Štajerske ceste prikazan samo zaradi izteka, ni pa obdelano križišče nove povezovalne ceste, Zasavske ceste in Brnčičeve ulice.

3.6.1.1 Horizontalni potek severne tangenciale

Trasa projektirane ceste se prične na zahodu na Obvozni cesti. Potrebno je povedati, da se na tem mestu ne priključuje direktno na obstoječe stanje naprej proti zahodu, saj je nova povezovalna cesta projektirana kot štiripasovnica. To je le mesto kjer se trasa začne in se ta nadaljuje. Enako velja za zahodno mejo trase.

Po pravilniku o projektiranju cest je bilo izbrano, da gre za povezovalno cesto. Vrsta te ceste je glavna cesta, poteka po ravninskem terenu in izbrana projektna hitrost je 70 km/h. Situativni prikaz severne tangenciale se nahaja v prilogah P2 in P3. Celotna dolžina severne tangenciale po projektu znaša 5463,770m.

3.6.1.2 Vertikalni potek severne tangenciale

Vertikalni potek trase severne tangenciale poteka v celoti brez omejitev kar se tiče minimalnih konveksnih oz. konkavnih radijev. Minimalne meje so prekoračene le v obeh spiralnih krožnih križiščih, kjer se niveleta prilagaja dejanskemu poteku preko križišča z nakloni vozišča in sredinskega otoka, kot dejansko so (glej prilogo R1: Vzdolžni profil severne tangenciale (1), merilo 1:2000/200) (Opomba: Vzdolžni profil severne tangenciale je zaradi dolžine odseka na dveh prilogah – R1 in R2).

3.6.1.3 Normalni prečni prerez severne tangenciale

Normalni prečni profil severne tangenciale je sestavljen iz elementov kot prikazuje priloga S1. Voziščna konstrukcija, ki je predstavljena je povzeta iz primerljivega projekta, ni pa bila izračunana. Je samo informacijskega značaja.

3.6.1.4 Odvodnjavanje

Odvodnjavanje ni del te diplomske naloge, kar velja tudi pri vseh ostalih zasnovah cest.

3.6.2 Podaljšek Dunajske ceste

Gre za mestno štiripasovno cesto s projektno hitrostjo 70 km/h. To cesto lahko po Pravilniku o projektiranju cest kar se tiče normalnega prečnega prereza uvrstimo med povezovalne ceste s stališča funkcije ceste. Vrsta te ceste je glavna cesta, poteka po ravninskem terenu.

3.6.2.1 Horizontalni potek podaljška Dunajske ceste

Podaljšek Dunajske ceste se prične na mestu, kjer se obstoječa Dunajska cesta zoži iz štirih na dva vozna pasova. Poteka do semaforiziranega križišča z Dunajsko cesto in Ježico. Nato po nasipu in preko nadvoza nad železniško progo do spiralnega krožnega križišča s severno tangencialo. Situativni prikaz podaljška Dunajske ceste je v prilogi P2. Celotna dolžina podaljška Dunajske ceste znaša 862,267m.

3.6.2.2 Vertikalni potek podaljška Dunajske ceste

Vertikalni potek podaljška Dunajske ceste poteka brez omejitev zaradi premajhnih parametrov konveksnih oz. konkavnih parametrov, z izjemo zaključka trase, ko pridemo že v območje spiralnega krožnega križišča (glej prilogo R3).

3.6.2.3 Normalni prečni profil podaljška Dunajske ceste

Normalni prečni profil podaljška Dunajske ceste je sestavljen iz elementov kot prikazuje priloga S2. Voziščna konstrukcija, ki je predstavljena je povzeta iz primerljivega projekta, ni pa bila izračunana. Je samo informacijskega značaja.

3.6.3 Rekonstrukcija Štajerske ceste

Po funkciji je rekonstruirana Štajerska cesta enaka kot prej in sicer povezovalna cesta. Vrsta pa je glavna cesta. Poteka po ravninskem terenu in njena projektna hitrost je 70 km/h. Rekonstruirana je na odseku od križišča z Brnčičevo ulico in naprej proti križišču s severno tangencialo in do zožitve nazaj na štiri pasove (pred mostom čez Savo), ko se zaključita pospeševalni in zaviralni pas, ki peljeta od oz. k severni tangenciali.

3.6.3.1 Horizontalni potek rekonstrukcije Štajerske ceste

Trasa med križiščem z Brnčičevo ulico do križišča s severno tangencialo poteka po šestih pasovih zaradi oblike križišča s severno tangencialo in zaradi dejstva, da so po prometnem modelu leta 2030 predvidene zelo velike obremenitve na tem delu (gradbena situacija je pod prilogo P3). Skrajni levi in desni pas v območju križišča s severno tangencialo služita kot pospeševalni in zaviralni pas. Ta dva segata tako daleč, da ne bi bilo smotrno pred križiščem z Brnčičevo ulico cesto zožiti nazaj na štiri pasove in nato takoj zaradi posebnih pasov za leve in desne zavijalce nazaj širiti. Celotna rekonstrukcija Štajerske ceste poteka v premi. Dolžina celotne trase je 937,810m.

3.6.3.2 Vertikalni potek rekonstrukcije Štajerske ceste

Od km 0,3+58,00 do km 0,4+58,00 in od km 0,5+40,00 do km 0,6+40,00, se levo in desno ob robu rekonstruirane Štajerske ceste nahajajo štirje podporni zidovi dolžine 100m, ki ločujejo višinsko različen potek priključevalnih in zaviralnih ramp iz severne tangenciale, ki se po izravnavi nivelet priključujejo na Štajersko cesto. Glavna smer po rekonstruirani Štajerski cesti pa je speljana preko nadvoza nad severno tangencialo v dolžini 82m, kot prikazuje priloga R4.

3.6.3.3 Normalni prečni prerez rekonstrukcije Štajerske ceste

Normalni prečni profil rekonstrukcije Štajerske ceste je sestavljen iz elementov kot prikazuje priloga S3. Voziščna konstrukcija, ki je predstavljena je povzeta iz primerljivega projekta, ni pa bila izračunana. Je samo informacijskega značaja.

3.7 Prikaz in preveritev križišč

V tem poglavju bodo nova in rekonstruirana križišča prikazana v prilogah, da bo bolj vidna zasnova. Preveritev vseh križišč bo izvedena s pomočjo mikrosimulacijskega modela z metodo dinamičnega obremenjevanja. Model je narejen s programskim orodjem Vissim 5.30 (PTV Vision). Obremenitve za mikroskopski model so bile izvzete iz kalibriranega in validiranega makroskopskega modela za Ljubljano s pomočjo izseka območja, ki ga obsega diplomatska naloga. S pomočjo izvorno-ciljne matrike so bile obremenitve vnesene v mikroskopski model s prilagoditvijo in porazdelitvijo prometnih con na cone v mikroskopskem modelu, ki je bil prav tako kalibriran in validiran v okviru študije širitve Ljubljanskega avtocestnega obroča in avtocestnih priključnih krakov (PNZ d.o.o., Ljubljana, 2009). Makroskopski model vsebuje napoved prometa za leto 2030.

V poglavjih bodo obravnavana naslednja križišča:

- **5 – Križišče podaljška Dunajske, Dunajske ceste in Ježice;**
- **6 – Križišče severne tangencialne in podaljška Dunajske ceste;**
- **7 – Križišče severne tangencialne in Obvozne ceste;**
- **8 – Križišče Dunajske ceste in Obvozne ceste;**
- **9 – Križišče Dunajske ceste, Gameljske ceste in ceste 24. julija;**
- **10 – Križišče Dunajske ceste s cesto Ceneta Štuparja in Starimi Črnučami;**
- **11 – Križišče Štajerske ceste z Dunajsko in Zasavsko cesto;**
- **12 – Križišče Štajerske ceste z Brnčičevo in Šlandrovo ulico.**
- **13 – Križišče severne tangencialne in Štajerske ceste**

(Opomba: V nadaljevanju bodo križišča poimenovana kar s številkami.)

3.7.1 Križišče 5

Gre za semaforizirano križišče podaljška Dunajske, Dunajske ceste in Ježice. Geometrijo križišča prikazuje gradbena situacija v prilogi T1. V križišču je bil formiran semaforski program posebej za jutranjo in popoldansko konico kakršnega prikazujeta priloga V1 za jutranjo konico in priloga V2 za popoldansko konico. Preveritev za križišče je bila narejena s pomočjo mikroskopskega modela z metodo dinamičnega obremenjevanja s programskim

orodjem Vissim 5.30. Slika 25 prikazuje izsek iz celotnega omrežja mikrosimulacije (Slika 6) v jutranji in popoldanski konici, v letu 2030.



Slika 25: Prikaz mikrosimulacije v križišču 5, jutranja in popoldanska konica, 2030

Stanje v jutranji in popoldanski konici v letu 2030, kot ju prikazuje slika 25 ni problematično. Kot pa je razvidno iz preglednice 17 za jutranjo konico v letu 2030 in preglednico 18 za popoldansko konico v letu 2030, pa je stanje tudi po parametrih zamud in ravni uslug dobro.

Preglednica 17: Obremenitve, zamude in ravni uslug po smereh v križišču 5, jutranja konica, 2030

					jutranja konica		
					vozil	zamuda/ vozilo [s]	raven uslug
5	Dunajska cesta	↑	levo	↶	9	24.5	C
			ravno	↷	302	9.6	A
			desno	↷	624	12.5	B
	stara Dunajska cesta	←	levo	↶	521	44.4	D
			ravno	↷	14	51.6	D
			desno	↷	2	48.3	D
	podaljšek Dunajske ceste	↓	levo	↶	18	26.2	C
			ravno	↷	1538	14.3	B
			desno	↷	83	15.2	B
	Ježica	→	levo	↶	10	13.9	B
			ravno	↷	10	20.8	C
			desno	↷	19	18.6	B
CELOTNO KRIŽIŠČE:					3150	18.82	B

Preglednica 18: Obremenitve, zamude in ravni uslug po smereh v križišču 5, popoldan. konica, 2030

					popoldanska konica		
					vozil	zamuda/ vozilo [s]	raven uslug
5	Dunajska cesta	↑	levo	↶	20	25,1	C
			ravno	↷	1182	18,3	B
			desno	↷	701	20,1	C
	stara Dunajska cesta	←	levo	↶	401	25,9	C
			ravno	↷	3	30	C
			desno	↷	11	31,1	C
	podaljšek Dunajske ceste	↓	levo	↷	22	37,1	D
			ravno	↷	988	12,5	B
			desno	↷	26	10,9	B
	Ježica	→	levo	↷	25	18,5	B
			ravno	↷	12	31,4	C
			desno	↷	14	26,7	C
CELOTNO KRIŽIŠČE:					3405	18,12	B

3.7.2 Križišče 6

Križišče 6 je t.i. spiralno krožno križišče, ki ima tri priključne krake. En krak predstavlja podaljšek Dunajske ceste, druga dva pa severno tangencialo. Geometrija križišča je podrobneje predstavljena v prilogi T2. Preveritev za križišče je bila narejena s pomočjo mikrosimulacijskega modela z metodo dinamičnega obremenjevanja s programskim orodjem Vissim 5.30. Križišče je zaradi varnosti in manjših zamud semaforizirano. V stroki se pogosto za takšen tip križišča uporablja tudi izraz »turbo« krožno križišče. S semaforizacijo (kot je izvedeno na Tomačevskem krožnem križišču) se doseže to, da imajo vozniki, ki iz kraka uvažajo v krožno križišče, olajšano vključevanje, saj bi sicer morali sekati pot vozilom s prednostjo, preko dveh ali celo več pasov, kar pa je ob jutranji in popoldanski konici zelo težak manever in so zaradi tega zamude na vozilo v manj prometnih smereh zelo velike.

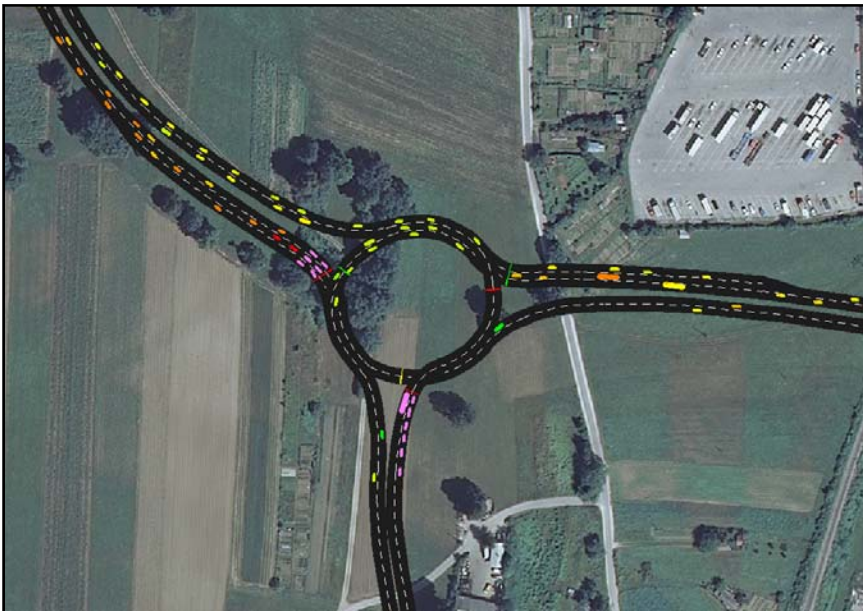
3.7.2.1 Jutranja konica

V jutranji konici leta 2030 je bilo preko mnogih iteracij dinamičnega obremenjevanja mikrosimulacijskega modela ugotovljeno, da je najugodnejša razporeditev faz kot jo prikazuje priloga V3. V križišču je bil formiran semaforski program pri katerem so tri glavne faze. Vsaka faza izpraznjuje promet na posameznem kraku. Zeleni intervali pa se odpirajo v smeri

urinega kazalca. To pomeni, da se v zadnjih momentih zelene luči predhodne faze odpre že nov zelen interval in skupaj gorita toliko časa kolikor avtomobili, ki uvažajo potrebujejo, da prispejo do kraka na katerem je gorela zelena luč predhodne faze. Na ta način je dosežena največja možna prevoznost preko križišča v uri.

(Opomba: Tudi pri ostalih stanjih križišč 6 in 7 (pri obeh še jutranja in popoldanska konica posebej) je uporabljen isti smisel semaforkega programa. Razlikujejo se le posamezne faze.)

Slika 26 prikazuje mikrosimulacijo v križišču 6 v jutranji konici, leta 2030. Iz slike je razvidno, da se v križišču kolone, vendar so še v dopustnih merah s stališča zamud v križišču.



Slika 26: Prikaz mikrosimulacije v križišču 6, jutranja konica, 2030

Naslednja preglednica 19 prikazuje prometne obremenitve, zamude na vozilo in nivoje uslug po posameznih smereh v jutranji konični uri. Iz preglednice je razvidno, da so nivoji uslug v okviru dovoljenih. Nekoliko slabše je stanje iz smeri severne tangenciale vzhod (to je razvidno tudi iz slike 26), kjer je najslabši nivo usluge za posamezno smer v križišču LOS D, vendar rezultat za celotno križišče je LOS C, kar je dobro. Celotno križišče prepelje dobrih 4000 vozil v jutranji konični uri.

Preglednica 19: Obremenitve, zamude in ravni uslug po smereh v križišču 6, jutranja konica, 2030

					jutranja konica		
					vozil	zamuda/ vozilo [s]	raven uslug
6	podaljšek Dunajske ceste	↑	levo	↶	198	22	C
			desno	↷	107	21,4	C
	Severna tangenciala vzhod	←	levo	↶	923	45,6	D
			ravno	↶	907	35,3	D
	Severna tangenciala zahod	→	ravno	↷	1157	23	C
			desno	↷	740	19	B
CELOTNO KRIŽIŠČE:					4032	30,11	C

3.7.2.2 Popoldanska konica

Semaforški program za popoldansko konico v križišču 6 je prikazan v prilogi V4. Stanje v popoldanski konici pa prikazujeta slika 27 in preglednica 20. Razvidno je, da je stanje v popoldanski konici podobno kot v jutranji. Zamude na vozilo v križišču so se v povprečju za slabi dve sekundi zmanjšale. Sicer pa so skupne zamude v križišču še vedno ravni uslug LOS C.



Slika 27: Prikaz mikrosimulacije v križišču 6, popoldanska konica, 2030

Preglednica 20: Obremenitve, zamude in ravni uslug po smereh v križišču 6, popoldan. konica, 2030

					popoldanska konica		
					vozil	zamuda/ vozilo [s]	raven uslug
6	podaljšek Dunajske ceste	↑	levo	↶	862	21,1	C
			desno	↷	337	23,2	C
	Severna tangenciala vzhod	←	levo	↶	543	32	C
			ravno	↔	886	22,3	C
	Severna tangenciala zahod	→	ravno	↔	962	42,1	D
			desno	↷	510	23,5	C
CELOTNO KRIŽIŠČE:					4100	28,20	C

3.7.3 Križišče 7

Križišče 7 je spiralno krožno križišče, ki ima tri priključne krake. En krak predstavlja Obvozno cesto, druga dva pa severno tangencialo. Geometrija križišča je podrobneje predstavljena v prilogi T3. Zaradi večje pretočnosti in varnosti je križišče tudi semaforizirano. Preveritev za križišče 7 je bila narejena kot pri križišču 6 s pomočjo mikrosimulacijskega modela z metodo dinamičnega obremenjevanja s programskim orodjem Vissim 5.30.

3.7.3.1 Jutranja konica

Semaforški program za jutranjo konico v križišču 7 je prikazan v prilogi V5. Iz slike 28 in preglednice 21 je razvidno sledeče. Najslabši nivo usluge za posamezno smer v jutranji konici je LOS D. Drugače pa je nivo uslug za celotno križišče LOS C in sicer znaša povprečna zamuda na vozilo nekaj več kot 30 sekund, kar je dober rezultat. Križišče prepelje 3855 vozil v jutranji konični uri.



Slika 28: Prikaz mikrosimulacije v križišču 7, jutranja konica, 2030

Preglednica 21: Obremenitve, zamude in ravni uslug po smereh v križišču 7, jutranja konica, 2030

					jutranja konica		
					vozil	zamuda/ vozilo [s]	raven uslug
7	Severna tangenciala	↑	levo	↶	999	20,6	C
			desno	↷	77	18,4	B
	Obvozna cesta	←	levo	↶	133	18,1	B
			ravno	↶	477	26,6	C
	Severna tangenciala zahod	→	ravno	↷	374	36	D
			desno	↷	1795	36,9	D
CELOTNO KRIŽIŠČE:					3855	30,30	C

3.7.3.2 Popoldanska konica

Semaforski program za popoldansko konico v križišču 7 je prikazan v prilogi V6. Iz slike 29 in preglednice 22 je razvidno, da je najslabši nivo uslug za posamezno smer LOS D, drugače pa so nivoji uslug za celotno križišče LOS C. Pripadajoče povprečne zamude na vozil znašajo slabih 24 sekund, kar je zelo dobro. Križišče pa v popoldanski konici prepelje dobrih 4100 vozil.



Slika 29: Prikaz mikrosimulacije v križišču 7, popoldanska konica, 2030

Preglednica 22: Obremenitve, zamude in ravni uslug po smereh v križišču 7, popoldan. konica, 2030

					popoldanska konica		
					vozil	zamuda/ vozilo [s]	raven uslug
7	Severna tangenciala	↑	levo	↶	1529	15,9	B
			desno	↷	193	18,4	B
	Obvozna cesta	←	levo	↶	178	26,7	C
			ravno	↔	514	50,2	D
	Severna tangenciala zahod	→	ravno	↔	391	25,6	C
			desno	↷	1313	21,5	C
CELOTNO KRIŽIŠČE:					4118	23,47	C

3.7.4 Križišče 8

Gre za rekonstrukcijo križišča Dunajske ceste z Obvožno cesto v krožno križišče. Geometrija križišča je podrobneje predstavljena v prilogi T4. Preveritev za križišče je bila narejena s pomočjo mikroskopskega modela z metodo dinamičnega obremenjevanja. Naslednja slika 30 prikazuje izsek iz celotnega omrežja mikrosimulacije v jutranji in popoldanski konici, v letu 2030.



Slika 30: Prikaz mikrosimulacije v križišču 8, jutranja in popoldanska konica, 2030

Slika 30 in preglednici 23 in 24 prikazujejo stanje v križišču Dunajske in Obvozne ceste. Stanje v letu 2030 se bo v primerjavi z letom 2008 s preprosto rekonstrukcijo dosti izboljšalo.

Preglednica 23: Obremenitve, zamude in ravni uslug po smereh v križišču 8, jutranja konica, 2030

					jutranja konica		
					vozil	zamuda/ vozilo [s]	raven uslug
∞	stara Dunajska cesta	↑	levo	↶	275	31,6	C
			desno	↷	313	27,1	C
	Dunajska cesta	←	levo	↶	433	30,5	C
			ravno	↶	348	32	C
	Obvozna cesta	→	ravno	↷	445	13,5	B
			desno	↷	2	4,2	A
CELOTNO KRIŽIŠČE:					1816	26,17	C

Preglednica 24: Obremenitve, zamude in ravni uslug po smereh v križišču 8, popoldan. konica, 2030

					popoldanska konica		
					vozil	zamuda/ vozilo [s]	raven uslug
∞	stara Dunajska cesta	↑	levo	↶	237	35,4	D
			desno	↷	349	35,7	D
	Dunajska cesta	←	levo	↶	335	24,8	C
			ravno	↶	481	27,5	C
	Obvozna cesta	→	ravno	↷	551	15,3	B
			desno	↷	15	19,5	B
CELOTNO KRIŽIŠČE:					1968	25,97	C

3.7.5 Križišče 9

Gre za rekonstrukcijo križišča Dunajske ceste s cesto v Gameljne in cesto 24. Julija v krožno križišče. Geometrija križišča je podrobneje predstavljena v prilogi T5. Preveritev za križišče je bila narejena s pomočjo mikroskopskega modela z metodo dinamičnega obremenjevanja. Naslednja slika 31 prikazuje izsek iz celotnega omrežja mikrosimulacije v jutranji in popoldanski konici, v letu 2030.



Slika 31: Prikaz mikrosimulacije v križišču 9, jutranja in popoldanska konica, 2030

Preglednica 25: Obremenitve, zamude in ravni uslug po smereh v križišču 9, jutranja konica, 2030

					jutranja konica		
					vozil	zamuda/ vozilo [s]	raven uslug
9	Cesta 24. julija	↑	levo	↶	408	23,1	C
			ravno	↑	5	9,7	A
			desno	↷	6	2	A
	Dunajska cesta	←	levo	↶	16	16,7	B
			ravno	←	288	12	B
			desno	↷	19	6,5	A
	Cesta v Gameljne	↓	levo	↶	130	15,2	B
			ravno	↓	39	13,7	B
			desno	↷	113	10,5	B
	Dunajska cesta - smer LJ-center	→	levo	↶	36	15,3	B
			ravno	→	375	14,3	B
			desno	↷	339	13,1	B
CELOTNO KRIŽIŠČE:					1774	15,44	B

Iz slike 31 in preglednic 25 in 26 je razvidno stanje v križišču 9 v jutranji in popoldanski konici. Razvidno je, da bo stanje po rekonstrukciji in v letu 2030 v krožno križišče veliko boljše od stanja danes. V jutranji konici bo stanje po parametrih sodeč (raven uslug LOS B in dobrih 15s zamud na vozilo) veliko izboljšano. V popoldanski konici bo stanje kljub nekoliko slabšim parametrom kot v jutranji konici še vedno dobro (raven uslug LOS C in slabih 30s zamud na vozilo).

Preglednica 26: Obremenitve, zamude in ravni uslug po smereh v križišču 9, popoldan. konica, 2030

					popoldanska konica		
					vozil	zamuda/ vozilo [s]	raven uslug
9	Cesta 24. julija	↑	levo	↶	214	28,3	C
			ravno	↷	34	33,9	C
			desno	↷	10	1,6	A
	Dunajska cesta	←	levo	↶	12	38	D
			ravno	↷	580	39,1	D
			desno	↷	65	35,3	D
	Cesta v Gameljne	↓	levo	↷	67	50	D
			ravno	↷	16	28,2	C
			desno	↷	47	38,6	D
	Dunajska cesta - smer LJ-center	→	levo	↶	113	21,3	C
			ravno	↷	487	20,1	C
			desno	↷	291	19,4	B
CELOTNO KRIŽIŠČE:					1936	28,98	C

3.7.6 Križišče 10

Križišče 10 je semaforizirano križišče Dunajske ceste s cesto Ceneta Štuparja in Starimi Črnučami. Preveritev za križišče je bila narejena s pomočjo mikroskopskega modela z metodo dinamičnega obremenjevanja. Geometrija križišča ostaja enaka. Popravki so bili narejeni samo pri semaforškem programu. V jutranji konici ostaja dvofazni program, spremenjene so bile samo dolžine zelenih časov. V popoldanski konici pa je bila celotna faza na kraku Dunajske ceste iz smeri centra Ljubljane podaljšana.

Slika 32 prikazuje izsek križišča iz celotnega omrežja mikrosimulacije v jutranji in popoldanski konici, v letu 2030.



Slika 32: Prikaz mikrosimulacije v križišču 10, jutranja in popoldanska konica, 2030

Iz slike 32 je razvidno, da v obeh konicah sicer prihaja do določenih problemov s kolonami in s tem posledično z zamudami v posameznih smereh, vendar kot je razvidno iz preglednic 27 in 28 križišče še ustreza kriteriju minimalne ravni uslug za posamezno smer v križišču, ki je LOS E. Če pogledamo križišče kot celoto je stanje dosti boljše.

Preglednica 27: Obremenitve, zamude in ravni uslug po smereh v križišču 10, jutranja konica, 2030

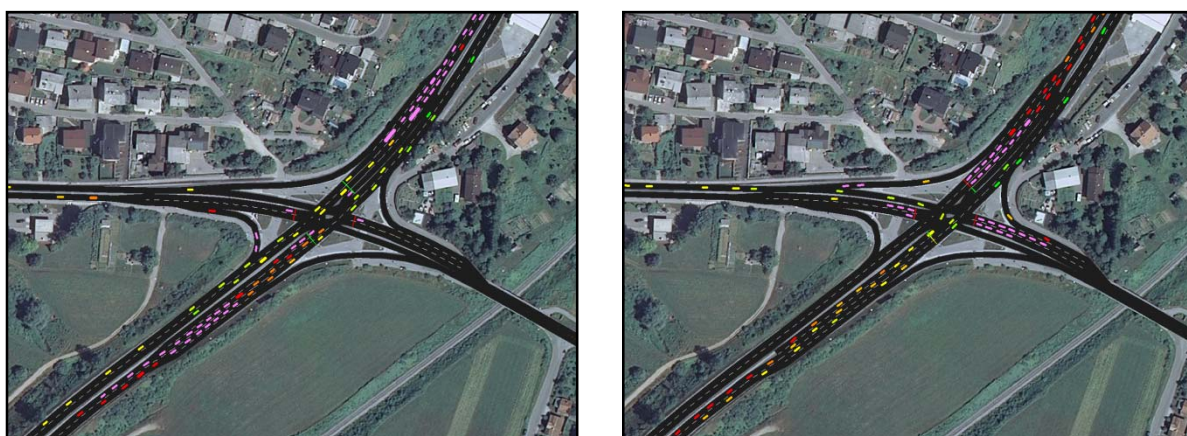
					jutranja konica		
					vozil	zamuda/ vozilo [s]	raven uslug
10	Stare Črnuče	↑	levo	↶	25	48,4	D
			ravno	↑	10	21,8	C
			desno	↷	52	23,9	C
	Dunajska cesta	←	levo	↶	459	62,9	E
			ravno	←	189	47	D
			desno	↷	48	51,7	D
	Cesta Ceneta Štuparja	↓	levo	↷	223	40,5	D
			ravno	↓	247	37,1	D
			desno	↶	87	41,4	D
	Dunajska cesta - smer LJ-center	→	levo	↷	122	11	B
			ravno	→	373	8,4	A
			desno	↶	25	6,8	A
CELOTNO KRIŽIŠČE:					1860	37,28	D

Preglednica 28: Obremenitve, zamude in ravni uslug po smereh v križišču 10, popoldan. konica, 2030

					popoldanska konica		
					vozil	zamuda/ vozilo [s]	raven uslug
10	Stare Črnuče	↑	levo	↶	23	50,6	D
			ravno	↷	92	31,7	C
			desno	↷	66	29,3	C
	Dunajska cesta	←	levo	↶	172	9,5	A
			ravno	↷	574	13,1	B
			desno	↷	181	15,9	B
	Cesta Ceneta Štuparja	↓	levo	↷	50	36,5	D
			ravno	↷	135	30,8	C
			desno	↷	145	35,9	D
	Dunajska cesta - smer LJ-center	→	levo	↶	189	72,5	E
			ravno	↷	284	24,6	C
			desno	↷	41	20,8	C
CELOTNO KRIŽIŠČE:					1952	26,01	C

3.7.7 Križišče 11

Križišče 11 je semaforizirano križišče Štajerske ceste z Dunajsko in Zasavsko cesto. Preveritev za križišče je bila narejena s pomočjo mikroskopskega modela z metodo dinamičnega obremenjevanja. Geometrija križišča ostaja enaka. Popravki so bili narejeni samo pri semaforskem programu. S tem mislim na prilagoditev dolžin zelenih intervalov obremenitvam. Na kraku Dunajske in Zasavske ceste pa podaljšan zeleni interval samo za leve zavijalce zaradi doseganja ustreznih ravni uslug za vse smeri v križišču.



Slika 33: Prikaz mikrosimulacije v križišču 11, jutranja in popoldanska konica, 2030

Slika 33 in preglednici 29 in 30 prikazujejo stanje v križišču 11 v obeh koničnih urah v letu 2030. Glede na obremenitve križišča je stanje zadovoljivo in znotraj kriterijev, katere naj bi križišča dosegala v napovednem letu.

Preglednica 29: Obremenitve, zamude in ravni uslug po smereh v križišču 11, jutranja konica, 2030

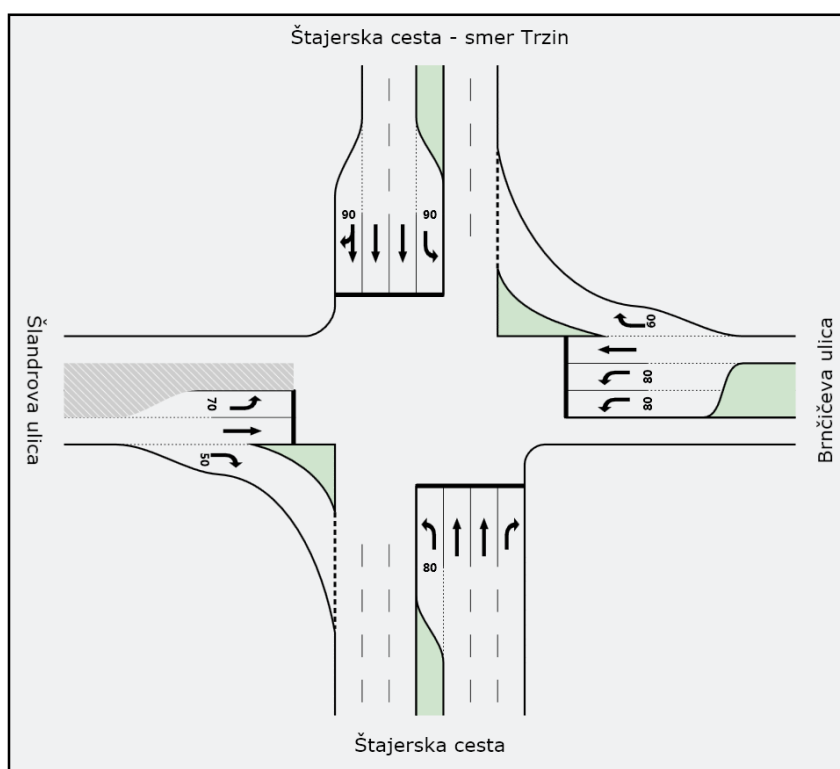
					jutranja konica		
					vozil	zamuda/ vozilo [s]	raven uslug
11	Štajerska cesta	↑	levo	↶	157	35,4	D
			ravno	↑	1506	14,4	B
			desno	↷	7	5,7	A
	Zasavska cesta	←	levo	↶	26	33,1	C
			ravno	←	34	44,7	D
			desno	↷	96	7,6	A
	Štajerska cesta - smer Trzin	↓	levo	↷	153	36,6	D
			ravno	↓	1914	29,6	C
			desno	↶	412	21,6	C
	Dunajska cesta	→	levo	↶	121	48,5	D
			ravno	→	88	52,4	D
			desno	↷	569	31,4	C
CELOTNO KRIŽIŠČE:					5083	25,55	C

Preglednica 30: Obremenitve, zamude in ravni uslug po smereh v križišču 11, popoldan. konica, 2030

					popoldanska konica		
					vozil	zamuda/ vozilo [s]	raven uslug
11	Štajerska cesta	↑	levo	↶	523	60,3	E
			ravno	↑	1741	28,2	C
			desno	↷	24	12	B
	Zasavska cesta	←	levo	↶	66	53,7	D
			ravno	←	199	57	E
			desno	↷	435	21,7	C
	Štajerska cesta - smer Trzin	↓	levo	↷	36	42,5	D
			ravno	↓	1609	43,1	D
			desno	↶	301	25,4	C
	Dunajska cesta	→	levo	↶	110	64,1	E
			ravno	→	59	40,9	D
			desno	↷	142	14,5	B
CELOTNO KRIŽIŠČE:					5245	37,23	D

3.7.8 Križišče 12

Križišče 12 je semaforizirano križišče Štajerske ceste z Brnčičevo in Šlandrovo ulico. Preveritev za križišče je bila narejena s pomočjo mikroskopskega modela z metodo dinamičnega obremenjevanja. Pri križišču 12 gre le za delno rekonstrukcijo geometrije in sicer se je krak križišča Štajerska cesta zaradi bližine križišča 13 iz štirih pasov razširil na šest pasov. To prikazuje tudi slika 34. Semaforški program je bil modificiran samo v tej meri, da je prišlo do optimizacije zelenih intervalov posameznih smeri.



Slika 34: Skica geometrije v križišču 12, 2030

Slika 35 prikazuje mikrosimulacijo v križišču 12 v jutranji in popoldanski konici v letu 2030. Iz slik je sicer razvidno, da so kolone v križišču predvsem na Štajerski sicer kar dolge. Toda v nadaljevanju sledita še preglednici 31 in 32 z obremenitvami, ravnmi uslug in zamudami na vozilo, ki dokazujejo, da je križišče še vedno znotraj kriterijev za doseganje minimalnih ravni uslug za posamezno smer, kot tudi za celotno križišče. Pravzaprav obstaja še celo nekaj rezerve.



Slika 35: Prikaz mikrosimulacije v križišču 12, jutranja in popoldanska konica, 2030

Preglednica 31: Obremenitve, zamude in ravni uslug po smereh v križišču 12, jutranja konica, 2030

					jutranja konica		
					vozil	zamuda/ vozilo [s]	raven uslug
12	Štajerska cesta	↑	levo	↶	157	8,7	A
			ravno	↑	1568	15,8	B
			desno	↷	348	13	B
	Brnčičeva ulica	←	levo	↶	190	25,5	C
			ravno	←	4	27	C
			desno	↷	49	5,6	A
	Štajerska cesta - smer Trzin	↓	levo	↷	148	31,2	C
			ravno	↓	2240	25,9	C
			desno	↶	52	30,5	C
	Šlandrova cesta	→	levo	↶	60	25,3	C
			ravno	→	9	28,7	C
			desno	↷	821	3,2	A
CELOTNO KRIŽIŠČE:					5646	18,51	B

Preglednica 32: Obremenitve, zamude in ravni uslug po smereh v križišču 12, popoldan. konica, 2030

					popoldanska konica		
					vozil	zamuda/ vozilo [s]	raven uslug
12	Štajerska cesta	↑	levo	↶	359	21	C
			ravno	↷	2061	35,8	D
			desno	↷	210	32	C
	Brnčičeva ulica	←	levo	↶	429	36,3	D
			ravno	↷	41	45,5	D
			desno	↷	209	13,2	B
	Štajerska cesta - smer Trzin	↓	levo	↷	76	29,7	C
			ravno	↷	1589	12,4	B
			desno	↷	106	13,9	B
	Šlandrova cesta	→	levo	↷	99	34,4	C
			ravno	↷	6	45,1	D
			desno	↷	683	0,9	A
CELOTNO KRIŽIŠČE:					5868	23,17	C

3.7.9 Križišče 13

Križišče 13 je semaforizirano križišče Štajerske ceste z novo severno tangencialo. Preveritev za križišče je bila narejena s pomočjo mikroskopskega modela z metodo dinamičnega obremenjevanja. Križišče je t.i. SPUI križišče in je tlorisno prikazano v prilogi T6. SPUI je kratica za »Single-Point Urban Interchange«. To bi po naše pomenilo križišče cest, kjer se sekajo različni zavijalci v eni točki. Karakteristike takšnega križišča so sledeče. Gre za deloma izvennivojsko križišče, kjer se obe glavni smeri naravnost med sabo ločita izvennivojsko. Vse ostale smeri pa se sekajo v eni točki pod (najbolj obremenjena smer naravnost poteka preko nadvoza) ali nad (vsa križanja se zgodijo na nadvozu, najbolj obremenjena smer naravnost pa poteka spodaj) cesto, po kateri poteka najbolj obremenjena smer naravnost. Križišče je v mojem primeru takšno, da poteka najbolj obremenjena smer, ki vozi naravnost, preko nadvoza. Zaradi varnosti in manjših zamud za zavijalce, katerih pot seka več drugih smeri pred katerimi nimajo prednosti, pa je tudi semaforizirano. Sliki 36 in 37 na naslednji strani prikazujeta možni izvedbi obeh variant SPUI križišča.



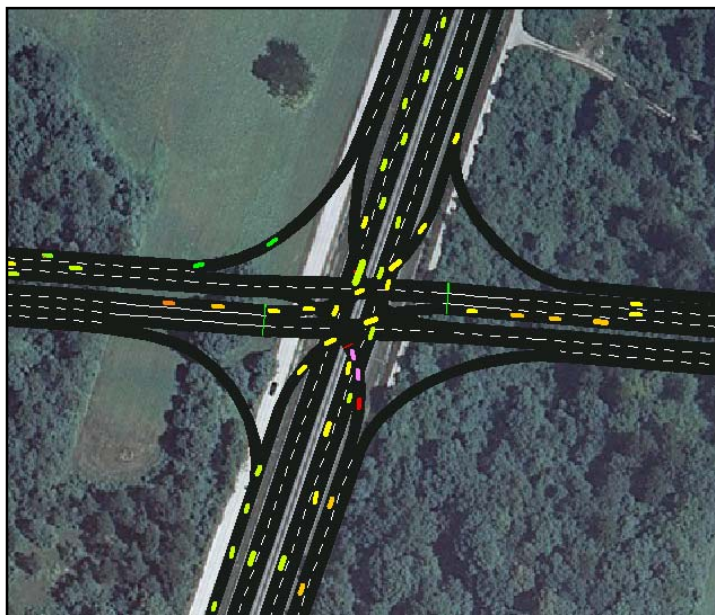
Slika 36: SPUI kakršen je bil izbran



Slika 37: Druga možnost izvedbe SPUI križišča

3.7.9.1 Jutranja konica

Preko mnogo iteracij dinamičnega obremenjevanja mikroskopskega modela je bilo ugotovljeno, da je najprimernejši semaforški program tak, kot ga prikazuje priloga V7 na koncu diplomske naloge.



Slika 38: Prikaz mikrosimulacije v križišču 13, jutranja konica, 2030

Iz slike 38 je razvidno, da nikjer v križišču v jutranji konici ne nastajajo daljše kolone. V preglednici 33 pa to potrjujejo tudi obremenitve, zamude na vozilo in ravni uslug za posamezno smer in celotno križišče, ki so zelo dobre.

Preglednica 33: Obremenitve, zamude in ravni uslug po smereh v križišču 13, jutranja konica, 2030

					jutranja konica		
					vozil	zamuda/ vozilo [s]	raven uslug
13	Štajerska cesta	↑	levo	↶	489	23,9	C
			ravno	↕	1583	1,1	A
			desno	↷	297	1,4	A
	Severna tangenciala vzhod	←	levo	↶	761	15,2	B
			ravno	↔	389	19,9	B
			desno	↷	124	2	A
	Štajerska cesta - smer Trzin	↓	levo	↷	183	12,3	B
			ravno	↘	1960	7,9	A
			desno	↘	1126	4	A
	Severna tangenciala zahod	→	levo	↷	398	19,1	B
			ravno	↔	102	18,9	B
			desno	↘	767	21,8	C
CELOTNO KRIŽIŠČE:					8179	10,01	B

3.7.9.2 Popoldanska konica

Za popoldansko konico je prav tako preko mnogo iteracij dinamičnega obremenjevanja mikroskopskega modela bilo ugotovljeno, da je najprimernejši semaforski program tak, kot ga prikazuje priloga V8 na koncu diplomske naloge.



Slika 39: Prikaz mikrosimulacije v križišču 13, popoldanska konica, 2030

Slika 39 in preglednica 34 prikazujeta stanje v križišču 13 v popoldanski konici v letu 2030. Stanje je v primerjavi z jutranjo konico nekoliko slabše predvsem zaradi križišča 12, ki kar precej omejuje promet proti Trzinu (ven iz Ljubljane). Kljub temu so parametri v preglednici 32 dobri in ima križišče še kar nekaj rezerve.

Preglednica 34: Obremenitve, zamude in ravni uslug po smereh v križišču 13, popoldan. konica, 2030

					popoldanska konica		
					vozil	zamuda/ vozilo [s]	raven uslug
13	Štajerska cesta	↑	levo	↵	454	31,3	C
			ravno	↔	1943	31,4	C
			desno	↗	1039	4,2	A
	Severna tangenciala vzhod	←	levo	↙	244	11,1	B
			ravno	↔	205	25,5	C
			desno	↘	210	7,8	A
	Štajerska cesta - smer Trzin	↓	levo	↘	229	18,4	B
			ravno	↕	1620	2,9	A
			desno	↙	841	2,8	A
	Severna tangenciala zahod	→	levo	↗	547	14,2	B
			ravno	↔	171	25,5	C
			desno	↘	548	3	A
CELOTNO KRIŽIŠČE:					8051	14,18	B

3.8 Primerjave

V naslednjih dveh podpoglavjih bodo predstavljene primerjave med letoma 2008 in 2030 v prvem podpoglavju. V naslednjem pa bo predstavljena primerjava med mikrosimulacijskim modelom z metodo dinamičnega obremenjevanja (narejena je s programskim orodjem Vissim 5.30) in analitično preveritvijo v križiščih (narejena je s programskim orodjem Sidra Intersection 5.0) v ciljnem letu 2030. Pri analitični preveritvi so obremenitve izvzete iz makroskopskega modela po zavijalcih v posameznem križišču. Na ta način bo pridobljena primerjava med mikroskopskim in makroskopskim modelom.

3.8.1 Primerjava stanja v letu 2008 s stanjem v letu 2030

Preglednica 35: Primerjalna tabela (2008, 2030)

Križišče	2008				2030			
	jutranja konica		popoldanska konica		jutranja konica		popoldanska konica	
	LOS	Zamude [s]	LOS	Zamude [s]	LOS	Zamude [s]	LOS	Zamude [s]
5					B	18,8	B	18,1
6					C	30,1	C	28,2
7					C	30,3	C	23,5
8	F	96,7	F	61,5	C	26,1	C	26,0
9	F	71,0	C	24,0	B	15,4	C	29,0
10	E	70,3	F	87,9	D	37,3	C	26,0
11	D	35,8	C	31,1	C	25,6	D	37,2
12	C	24,7	D	43,6	B	18,5	C	23,2
13					B	10,1	B	14,2

Preglednica 35 prikazuje nivoje uslug in povprečne zamude na vozilo, oboje za celotno križišče. Tako so na enem mestu zbrani vsi pomembnejši podatki za vsako križišče posebej v obeh letih (izhodiščnem in ciljnem). Na ta način je globalna analiza za območje lažja in bolj pregledna. Celice, ki so v letu 2008 prazne pomenijo, da v tem letu še ne obstaja križišče. V križišču 8 in 9 v izhodiščnem letu je podatek o nivoju usluge siv, saj je to samo odčitek na podlagi zamude. Drugače pa programsko orodje Sidra Intersection 5.0 tega podatka ne daje za navadna križišča. Pri teh se pogosto lahko zgodi, da bi dobili čisto sprejemljiv nivo usluge celotnega križišča, vendar bi pri tem lahko spregledali, da imajo določene smeri v križišču, ki nimajo velike obremenitve, raven uslug LOS F. Povprečni nivoji uslug na ravni križišča pa so zadovoljivi. Zaradi tega bi se pri križiščih 8 in 9 osredotočili na zamude, ki so v ciljnem letu manjše kot leta 2008, z eno majhno izjemo. To je bilo doseženo z rekonstrukcijo navadnega križišča v krožno križišče. Križišči 10 in 11 izkazujeta boljše oz. podobno stanje v ciljnem in izhodiščnem letu, kar je bilo doseženo samo z reprogramiranjem semaforjev. V križišču 12 pa je poleg reprogramiranja semaforja, bila delno izboljšana tudi geometrijo na enem kraku. Tako je bilo dobljeno za rezultat nekoliko izboljšano stanje. Predvsem so bili izločili posamezni zavijalci v križišču, ki so imeli nivo uslug F. Križišče 13 pa se izkaže za zelo dobrega v ciljnem letu.

3.8.2 Primerjava rezultatov mikrosimulacijskega in analitičnega orodja

Preglednica 36: Primerjava rezultatov mikroskopskega modela z rezultati analitičnega izračuna

Križišče	Mikroskopski model (Vissim 5.30)				Analitični izračun (Sidra Intersection 5.0)			
	jutranja konica		popoldanska konica		jutranja konica		popoldanska konica	
	LOS	Zamude [s]	LOS	Zamude [s]	LOS	Zamude [s]	LOS	Zamude [s]
5	B	18,8	B	18,1	B	18,6	C	20,8
8	C	26,1	C	26,0	A	7,2	A	6,9
9	B	15,4	C	29,0	B	14,2	B	14,5
10	D	37,3	C	26,0	C	21,7	C	21,6
11	C	25,6	D	37,2	B	19,2	C	33,3
12	B	18,5	C	23,2	D	37,4	D	48,9
13	B	10,1	B	14,2	B	18,1	B	13,9

Iz primerjalne preglednice 36 je razvidno, da se ravni uslug in zamude na vozilo dokaj ujemajo, z izjemo nekaterih konic. Te razlike nastanejo predvsem zato, ker programsko orodje Sidra Intersection 5.0 ne omogoča obravnave omrežja, temveč se vsako križišče obdeluje posamezno in analitično. Medtem ko se s programskim orodjem Vissim 5.30 upošteva omrežje z dinamičnimi obremenitvami. Zaradi tega je izključen promet, ki pride do križišča iz sosednjih križišč ob neugodni razporeditvi semaforških programov. V tem primeru se kažejo zamude v mikroskopskem modelu večje kot pri analitičnem izračunu. Ob ugodni razporeditvi semaforških programov pa se zamude kažejo ravno obratno. Torej so pri analitičnem izračunu večje kot pri mikroskopskem modelu.

4 UGOTOVITVE IN ZAKLJUČKI

Kot je bilo nakazano že v naslovu diplomske naloge (Vpliv prometnih tokov na zasnovu novega cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani), prometni tokovi odločilno vplivajo pri snovanju novih cestnih povezav in postavljajo širše okvire glede same lokacije novih cestnih povezav in potrebnih križanj. Prav tako imajo prometni tokovi in to kakšni kategoriji cest se sekata, vpliv pri izbiri nivojskega oz. izvennivojskega načina križanja cest. Gledano ožje (osredotočeno na posamezno križišče), pa je izbira tipa križišča (naj gre za navadno, krožno ali semaforizirano križišče) odločitev projektanta. Prometni tokovi oz. v tem primeru prometne obremenitve v križišču, mu pomagajo pri dimenzioniranju križišča (potrebno število pasov, za zadostitev prometnim potrebam).

Poleg prometnih tokov obstajajo tudi drugi kriteriji pri izbiri zasnove, kot so raba energije, emisije (hrup, onesnaževanje),... Na te se v diplomski nalogi nisem oziral, so pa lahko tema kakšne druge diplomske naloge.

Pri pisanju diplomske naloge sem vseskozi poskušal imeti v mislih interaktivnost projektiranja. Ta predstavlja vez med dimenzioniranjem in projektiranjem, bodisi križišča, bodisi nove ceste. V diplomski nalogi sem uspešno predstavil vpliv prometnih tokov na zasnovu novega cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani, ki je nastalo zaradi umestitve nove ceste v prostor.

Na podlagi makroskopskega modela za celotno Ljubljano in okolico sem izvzel del omrežja, ki obsega moje območje. Nato sem s pomočjo programskega orodja Visum 11.5 predstavil prometne tokove na območju, ki so nakazovali promet, ki je brez nove cestne povezave zelo omejen, poleg tega pa se kaže tudi to, da so današnje ceste toliko obremenjene, da bi bila potrebna nova cesta. Temu je sledilo projektiranje nove ceste in obdelavi križišč, ki so pri tem nastala. Z vmesnimi rezultati dimenzioniranja križišč s programskim orodjem Sidra Intersection 5.0, sem prišel do potrebnih števil pasov v posameznem križišču in do optimalnih semaforških programov v semaforiziranih križiščih. Na podlagi tega sem nato tudi s programskim orodjem AutoCAD 2010 z modulom Plateia 2010, ta križišča ustrezno projektiral. Za preveritev novega cestnega omrežja, sem le tega formiral s programskim

orodjem Vissim 5.30. Omrežje sem obremenil s pomočjo izvorno-ciljne matrike iz makroskopskega modela, z metodo dinamičnega obremenjevanja. Ugotovljeno je bilo, da so vsa križišča znotraj kriterija (zamude na vozilo v posamezni smeri in njim pripadajoča raven uslug), ki je po HCM-u potreben za križišča.

Delo gradbenega inženirja prometne stroke je, v kolikor želimo dobiti dobre, korektne in predpisom ustrezajoče rezultate, zelo kompleksno in, odvisno od posameznega problema, tudi obsežno. Pri tem mora posameznik poznati in upoštevati veliko število predpisov za projektiranje in dimenzioniranje, poleg tega pa mora, če hoče dandanes v tem poslu uspeti, poznati, predvsem pa ustrezno uporabljati nemalo programskih orodij, ki so v pomoč.

VIRI

Brundula, M. 2002. Izdelava idejne študije za cestno povezavo od Nemške ceste do Šlandrove ulice v Črnučah (Lj.). Diplomska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Visokošolski strokovni študij gradbeništva, prometna smer: 61 str.

Highway capacity manual 2000. 2005. Transportation research board. National research council. Washington, D.C.

<http://www.web.ics.purdue.edu/~tarko/Ce597T/Lectures/lecture09.ppt>, 15.12.2010

Ministrstvo za okolje in prostor. Geodetska uprava Republike Slovenije. Digitalni model višin (DMV 0050, merilo 1:5000).

PNZ svetovanje in projektiranje d.o.o. 2008. Metode dinamičnega obremenjevanja (končno poročilo, št. projekta: 12-1183). Ljubljana, PNZ, prometni oddelek: 72 str.

PNZ svetovanje in projektiranje d.o.o. 2009. Študija širitve Ljubljanskega avtocestnega obroča in avtocestnih priključnih krakov (Št. projekta: 12-1270). Ljubljana, PNZ, prometni oddelek: 56 str.

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

<http://www.uradni-list.si/>, 10.11.2010

Pretnar, G. 2004. Primerjava modelov za fazo obremenjevanja cestnega omrežja. Diplomska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za gradbeništvo, prometna smer: 67 str.

PTV Vision. 2010. Vissim 5.30 User Manual. Karlsruhe, PTV AG: 266 str.

PTV Vision. 2010. Visum 11.5 User Manual. Karlsruhe, PTV AG: 1494 str.

Tehnična specifikacija za javne ceste, 2002. Krožna križišča št.: TSC 03.341. Ljubljana, Republika Slovenija, Ministrstvo za promet: 41 str.

Tehnična specifikacija za javne ceste, 2003. Geometrijski elementi cestne osi in vozišča, št.: TSC 03.300. Ljubljana, Republika Slovenija, Ministrstvo za promet: 67 str.

Tehnična specifikacija za javne ceste, 2003. Pogoji za določanje cestnih elementov v odvisnosti od voznodinamičnih pogojev, ekonomike cest, prometne obremenitve in prometne varnosti ter preglednosti, št.: TSC 03.200. Ljubljana, Republika Slovenija, Ministrstvo za promet: 55 str.

PRILOGE

Priloga A: Prikaz leta štetja prometa v križiščih 8, 9, 10, 11 in 12.

Priloga B: Cikel koničnega semaforskega programa in grafična priloga križišča 10.

Priloga C: Cikel koničnega semaforskega programa in grafična priloga križišča 11.

Priloga D: Cikel koničnega semaforskega programa in grafična priloga križišča 12.

Priloga E: Števni podatki za križišče 8.

Priloga F: Števni podatki za križišče 9.

Priloga G: Števni podatki za križišče 10.

Priloga H: Števni podatki za križišče 11.

Priloga I: Števni podatki za križišče 12.

Priloga J: Pregledna karta območja po IPN-ju (merilo 1:10.000)

Priloga K1: Prometni tokovi na preseku Dunajske ceste, jutranja konica, 2008.

Priloga K2: Prometni tokovi na preseku Dunajske ceste, popoldanska konica, 2008.

Priloga L1: Prometni tokovi na preseku Obvozne ceste, jutranja konica, 2008.

Priloga L2: Prometni tokovi na preseku Obvozne ceste, popoldanska konica, 2008.

Priloga M1: Prometni tokovi na preseku Štajerske ceste (sever), jutranja konica, 2008.

Priloga M2: Prometni tokovi na preseku Štajerske ceste (sever), popoldanska konica, 2008.

Priloga M3: Prometni tokovi na preseku Štajerske ceste (jug), jutranja konica, 2008.

Priloga M4: Prometni tokovi na preseku Štajerske ceste (jug), popoldanska konica, 2008.

Priloga N1: Prometni tokovi na preseku Brnčičeve ulice, jutranja konica, 2008.

Priloga N2: Prometni tokovi na preseku Brnčičeve ulice, popoldanska konica, 2008.

Priloga O1: Prometni tokovi na celotnem območju, jutranja konica, 2008.

Priloga O2: Prometni tokovi na celotnem območju, popoldanska konica, 2008.

Priloga P1: Pregledna situacija, M1:20.000.

Priloga P2: Gradbena situacija – Severna tangenciala (1) in podaljšek Dunajske ceste, M1:5000.

Priloga P3: Gradbena situacija – Severna tangenciala (2) in rekonstrukcija Štajerske ceste, M1:5000.

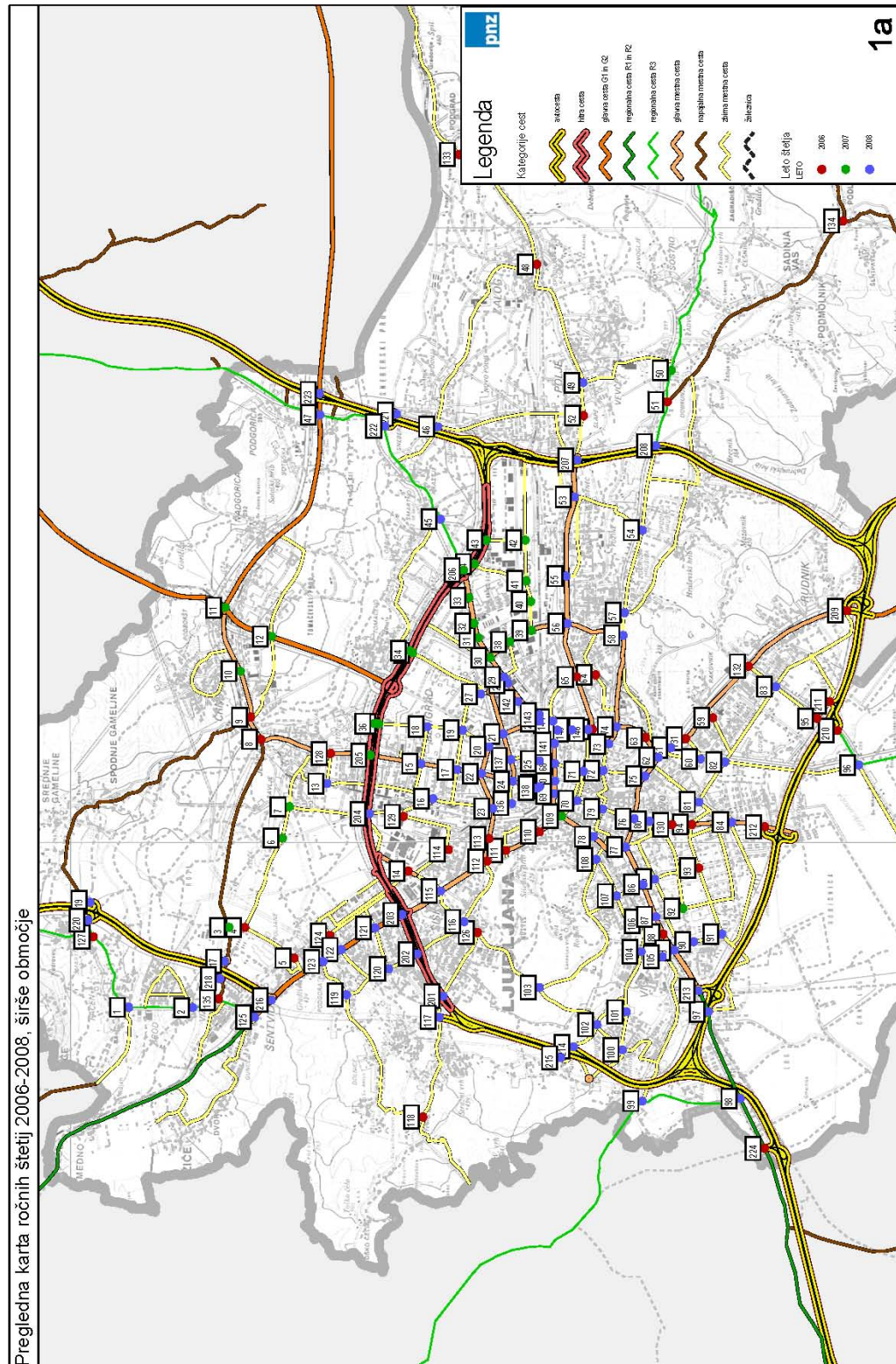
Priloga R1: Vzdolžni profil severne tangenciala (1), M1:2000/200.

Priloga R2: Vzdolžni profil severne tangenciala (2), M1:2000/200.

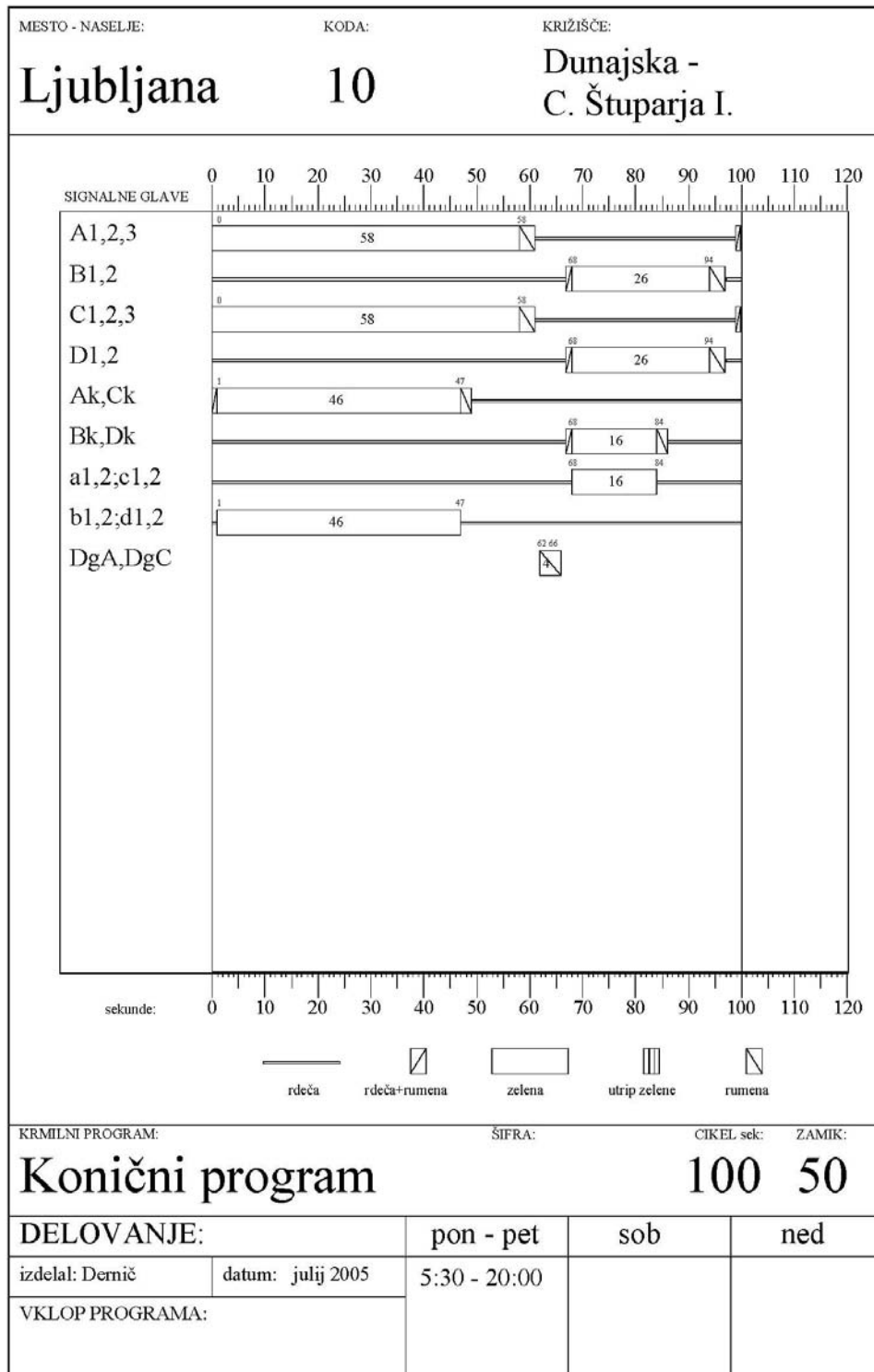
Priloga R3: Vzdolžni profil podaljška Dunajske ceste, M1:2000/200.

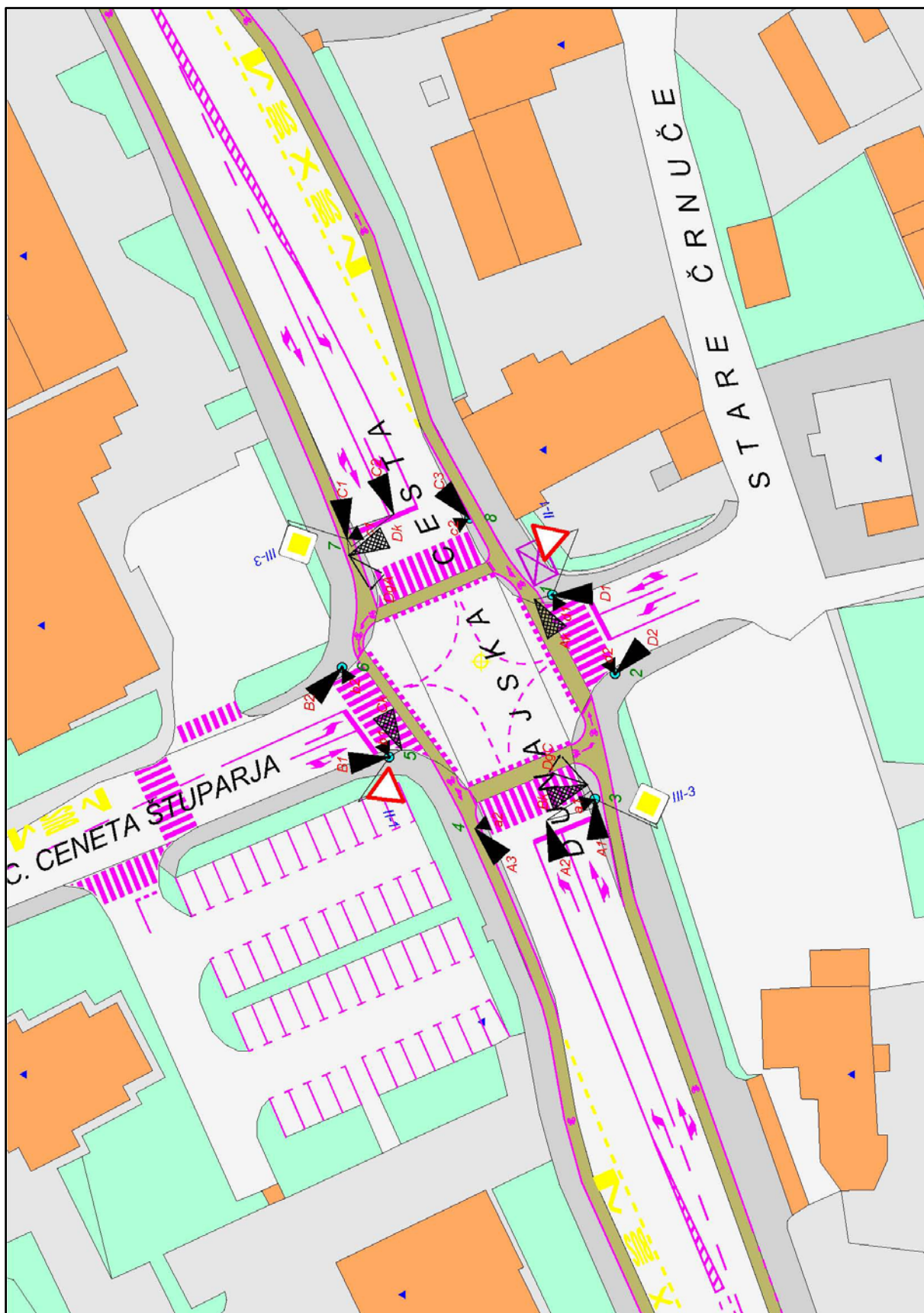
- Priloga R4:** Vzdolžni profil rekonstruirane Štajerske ceste, M1:2000/200.
- Priloga S1:** Normalni prečni profil severne tangenciale, M1:100.
- Priloga S2:** Normalni prečni profil podaljška Dunajske ceste, M1:100.
- Priloga S3:** Normalni prečni profil Štajerske ceste, M1:100.
- Priloga T1:** Semaforizirano križišče podaljška Dunajske, Dunajske ceste in Ježice, M1:1000.
- Priloga T2:** Semaforizirano spiralno krožno križišče severne tangenciale in podaljška Dunajske ceste, M1:1000.
- Priloga T3:** Semaforizirano spiralno krožno križišče severne tangenciale in Obvozne ceste, M1:1000.
- Priloga T4:** Krožno križišče Dunajske ceste in Obvozne ceste, M1:1000.
- Priloga T5:** Krožno križišče Dunajske ceste, Gameljske ceste in ceste 24. julija, M1:1000.
- Priloga T6:** Semaforizirano SPUI križišče Štajerske ceste in severne tangenciale, M1:1000.
- Priloga U1:** Prometni tokovi na celotnem območju, jutranja konica, 2030.
- Priloga U2:** Prometni tokovi na celotnem območju, popoldanska konica, 2030.
- Priloga V1:** Prikaz semaforkega programa za križišče 5 v jutranji konici, leta 2030.
- Priloga V2:** Prikaz semaforkega programa za križišče 5 v jutranji konici, leta 2030.
- Priloga V3:** Prikaz semaforkega programa za križišče 6 v jutranji konici, leta 2030.
- Priloga V4:** Prikaz semaforkega programa za križišče 6 v popoldanski konici, leta 2030.
- Priloga V5:** Prikaz semaforkega programa za križišče 7 v jutranji konici, leta 2030.
- Priloga V6:** Prikaz semaforkega programa za križišče 7 v popoldanski konici, leta 2030.
- Priloga V7:** Prikaz semaforkega programa za križišče 13 v jutranji konici, leta 2030.
- Priloga V8:** Prikaz semaforkega programa za križišče 13 v popoldanski konici, leta 2030.

Priloga A: Prikaz leta štetja prometa v križiščih 8, 9, 10, 11 in 12.

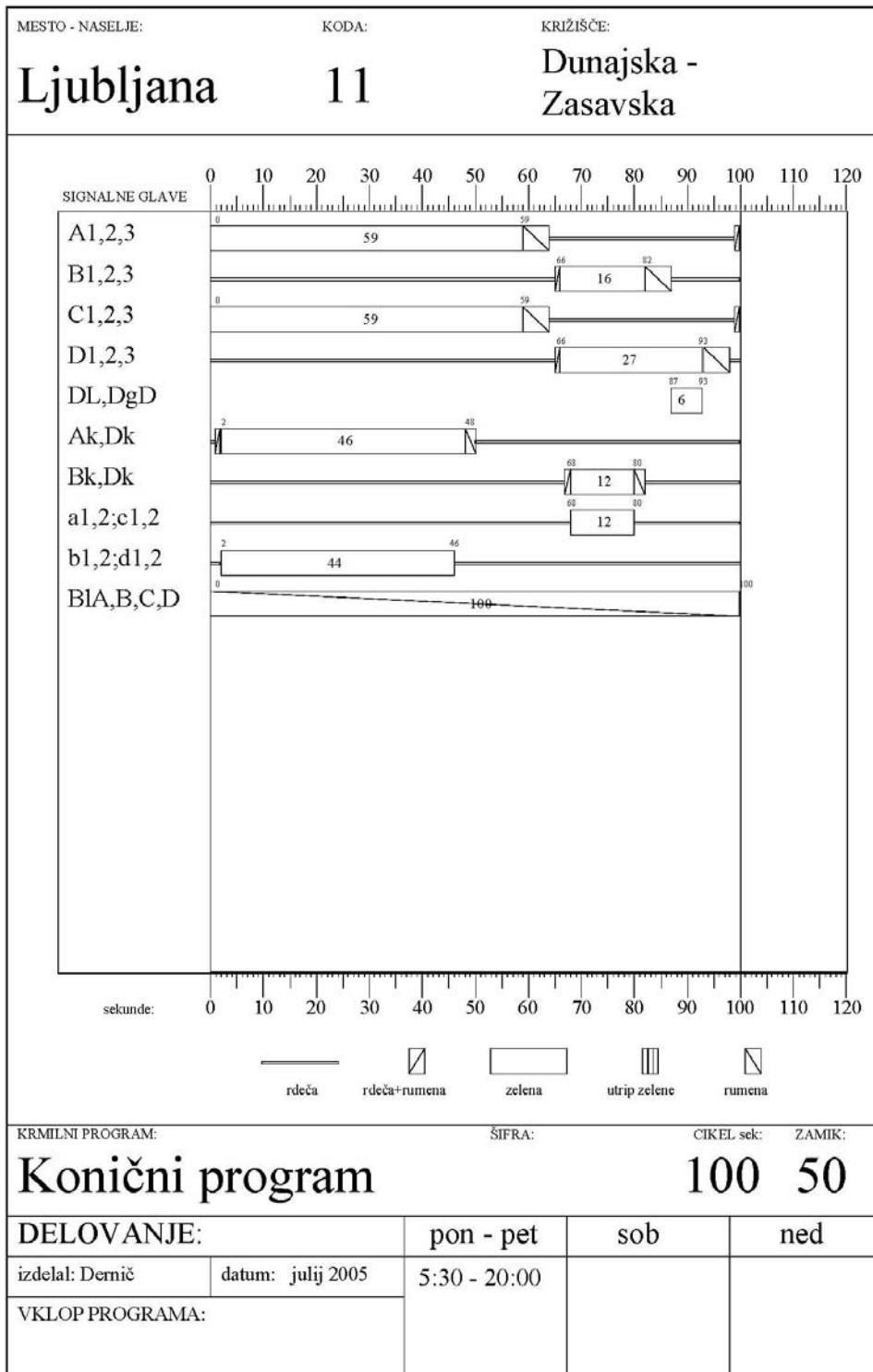


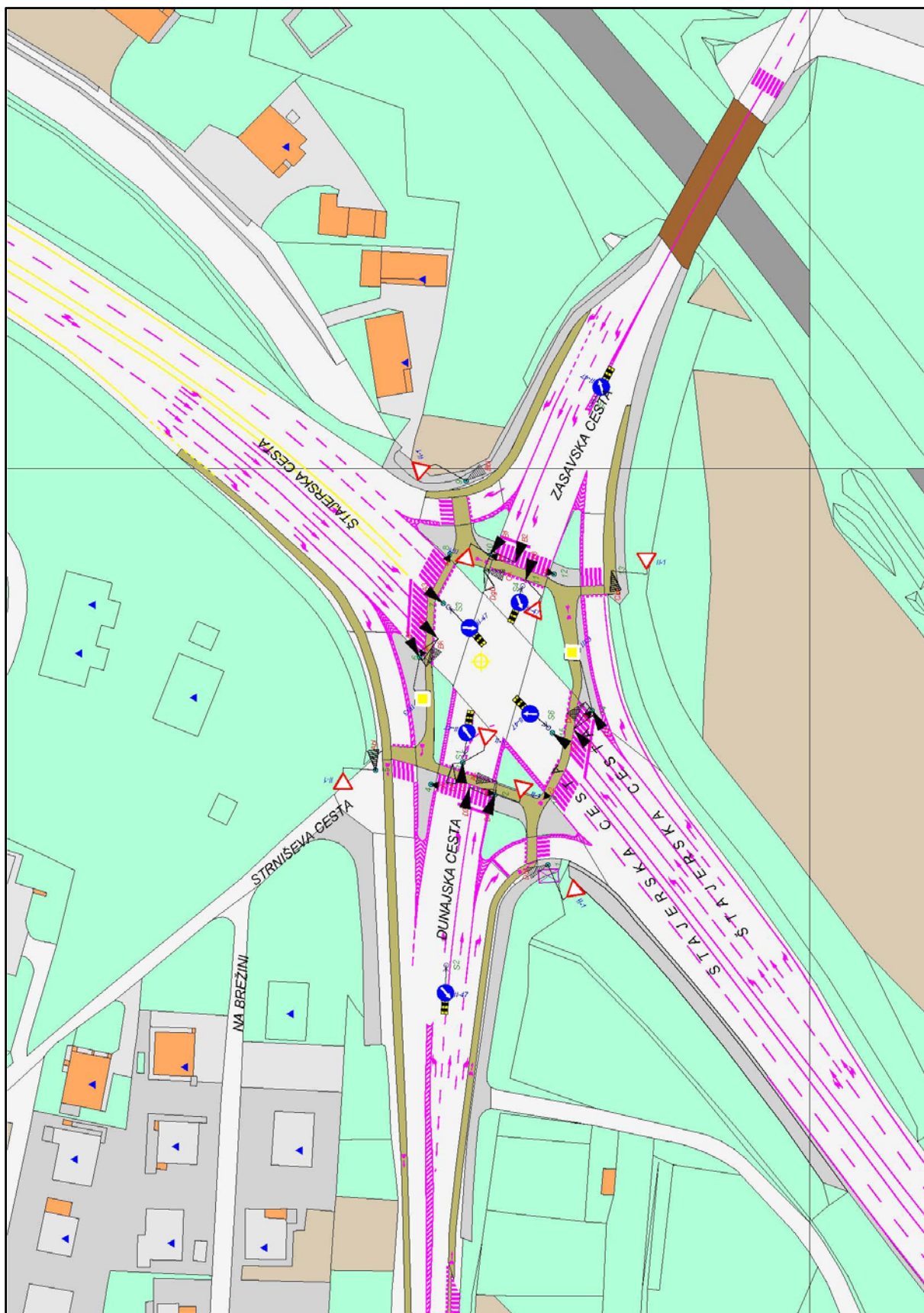
Priloga B: Cikel koničnega semaforškega programa in grafična priloga križišča 10.



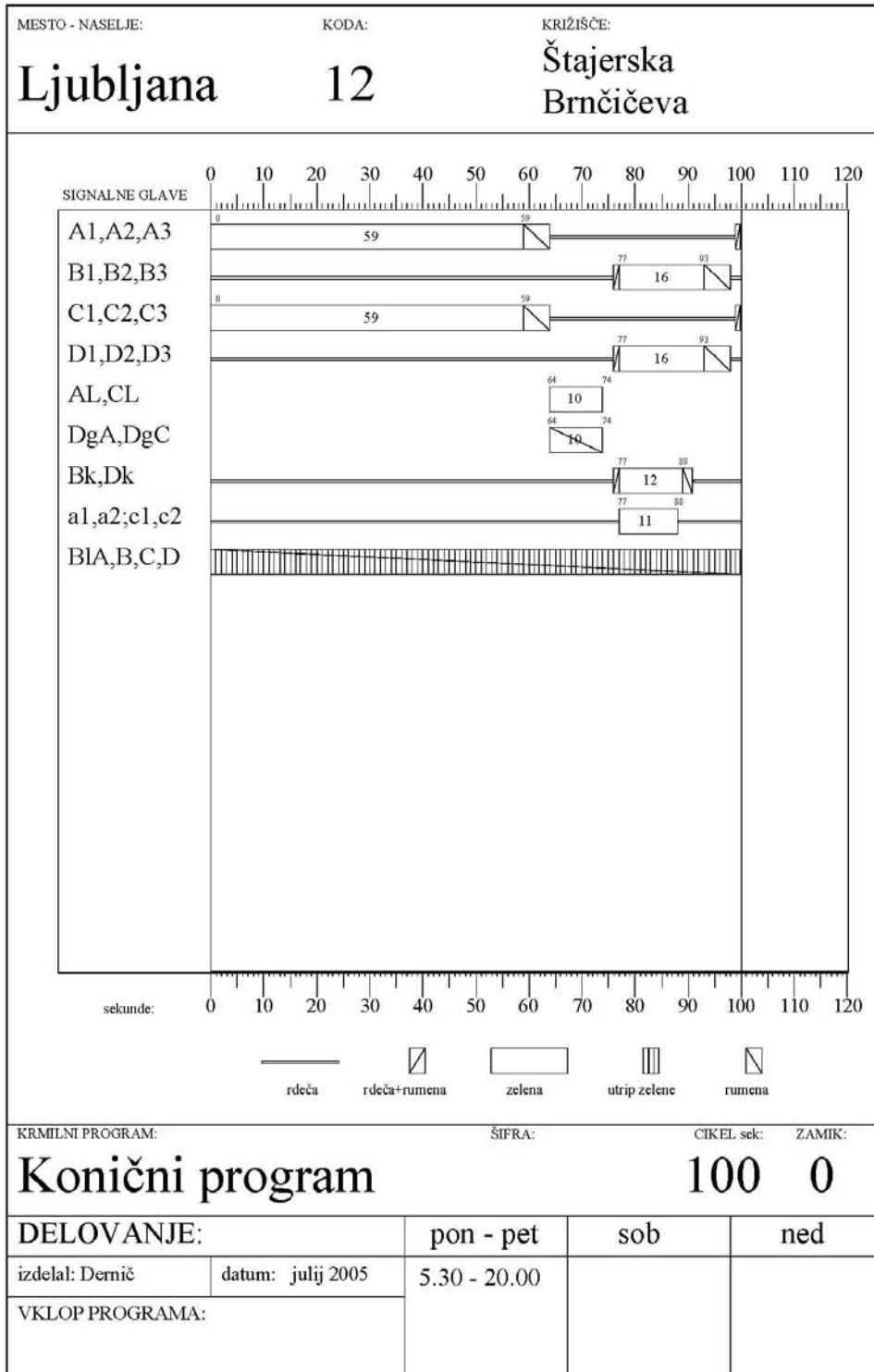


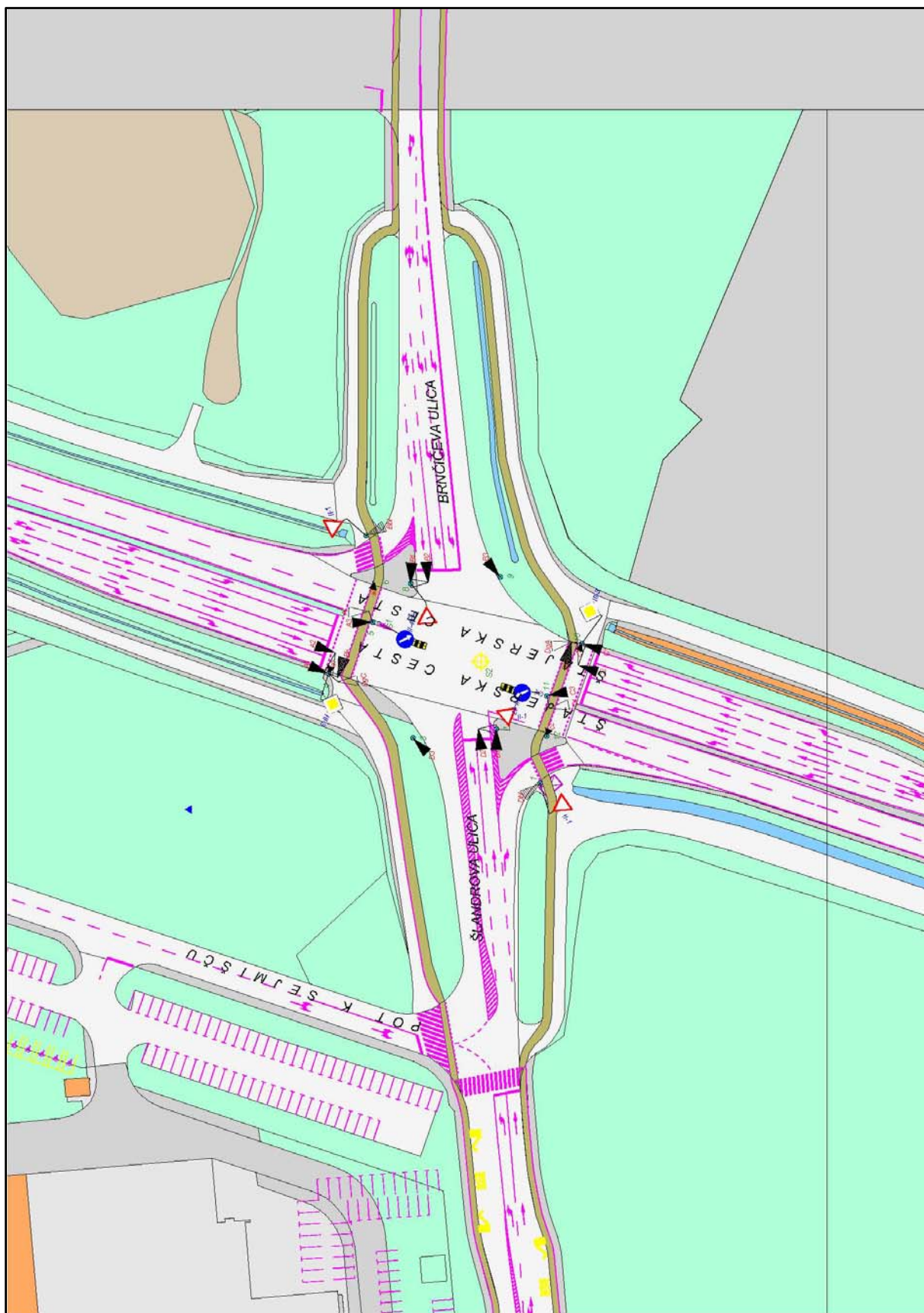
Priloga C: Cikel koničnega semaforsekega programa in grafična priloga križišča 11.



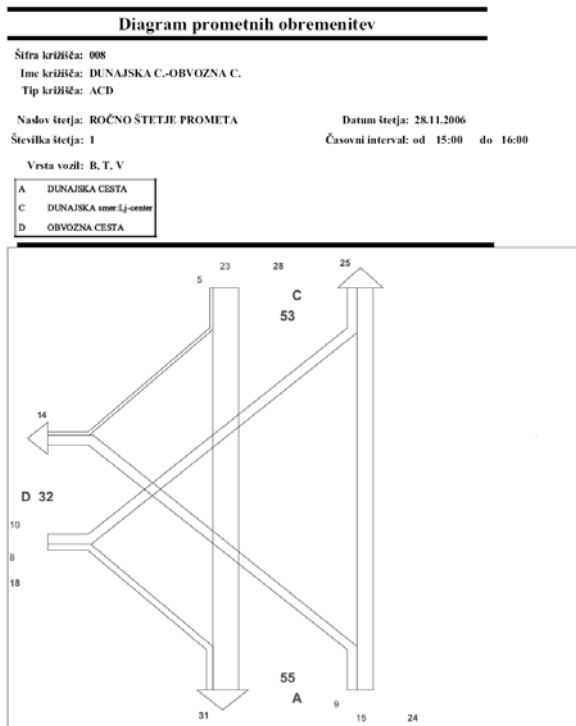
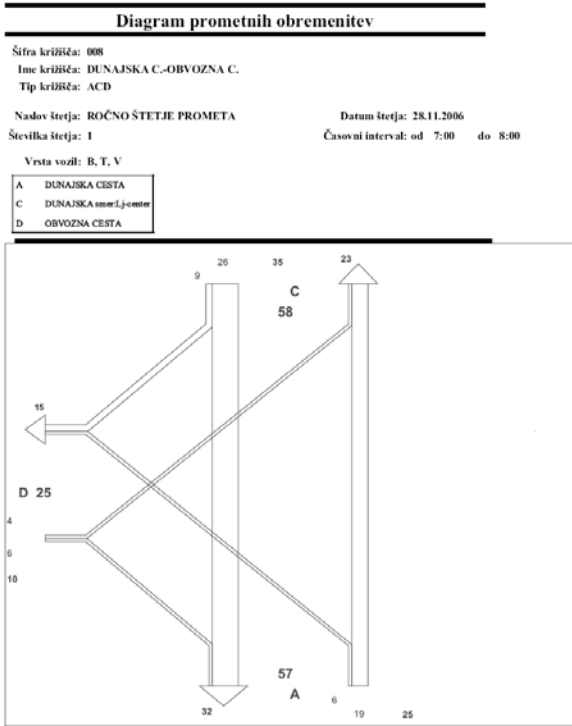
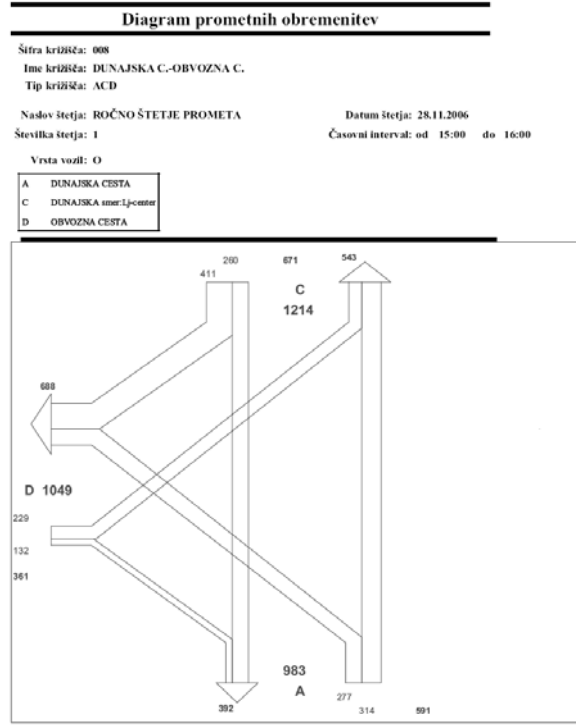
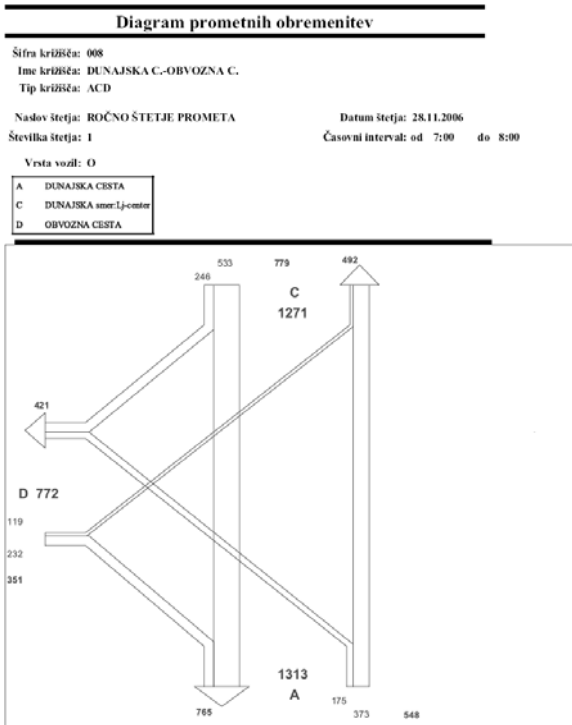


Priloga D: Cikel koničnega semaforsekega programa in grafična priloga križišča 12.

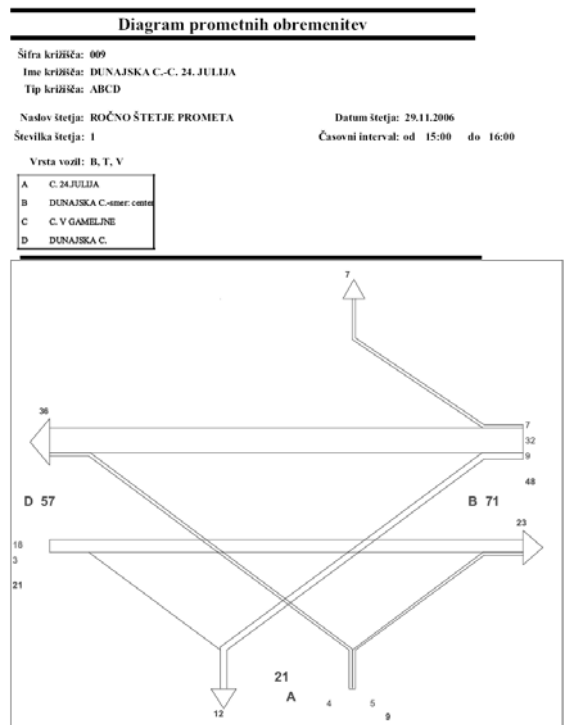
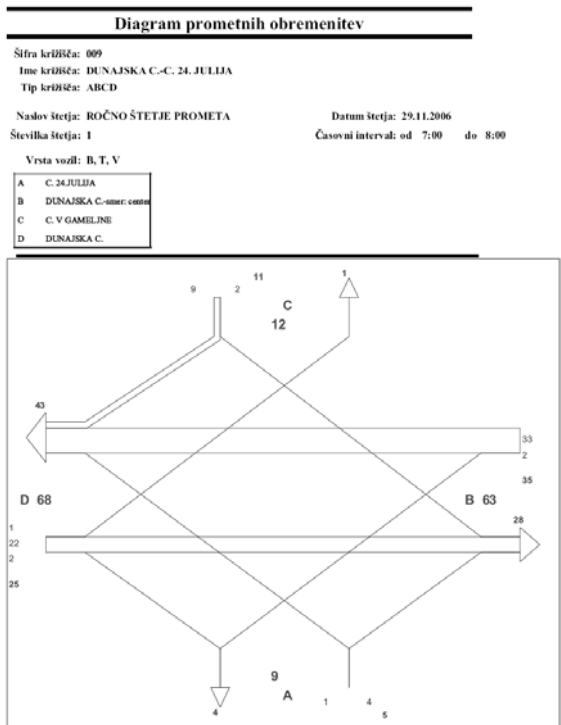
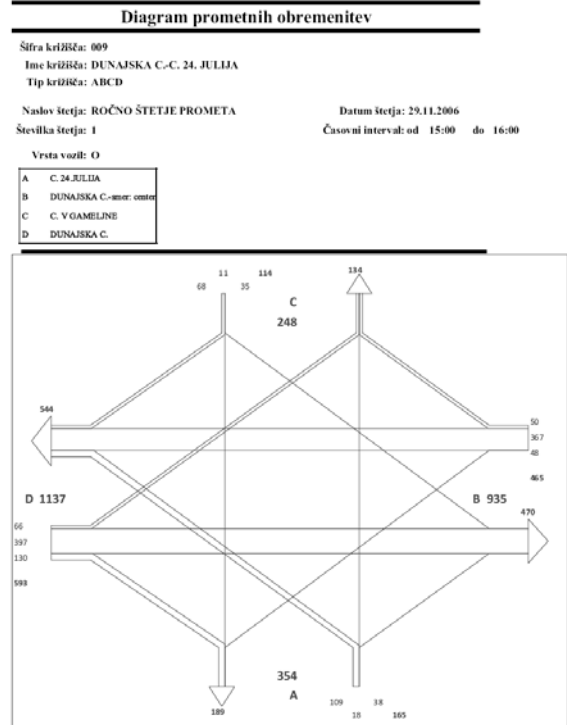
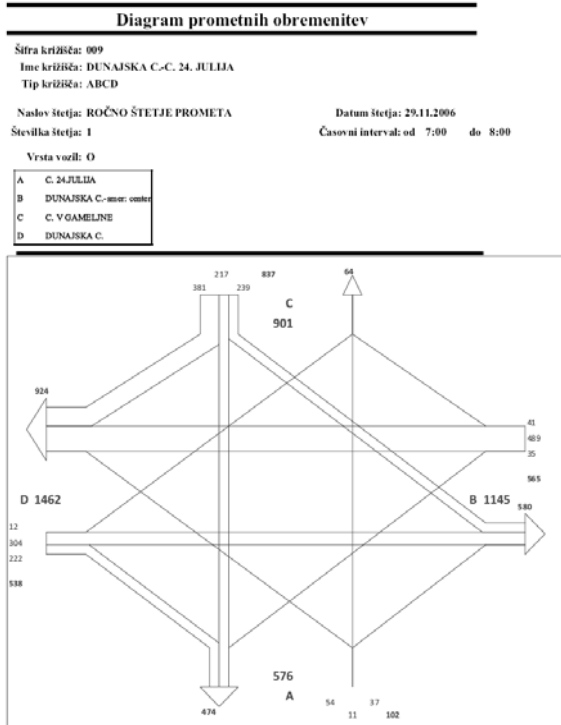




Priloga E: Števni podatki za križišče 8.

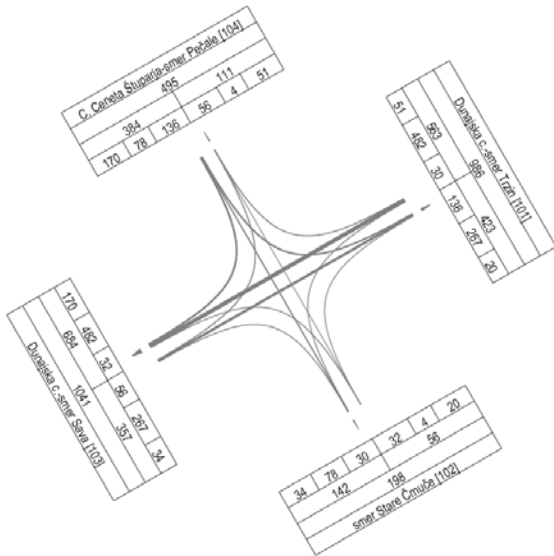


Priloga F: Števni podatki za križišče 9.

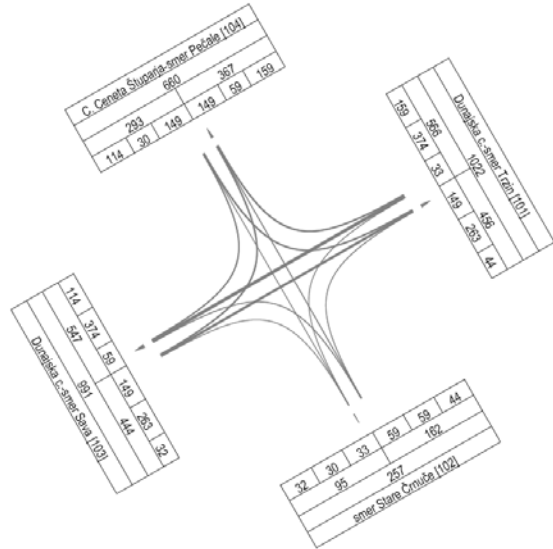


Priloga G: Števni podatki za križišče 10.

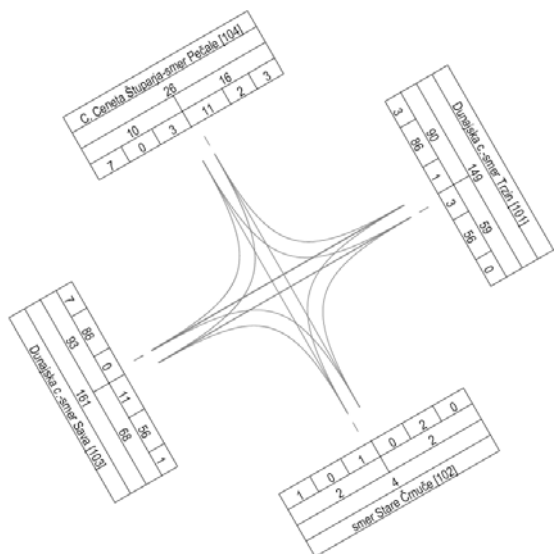
Dunajska c.-C. Ceneta Štuparja [010], 25.9.2007
jutranja konica - 7.00-8.00 [os.vozil/h]



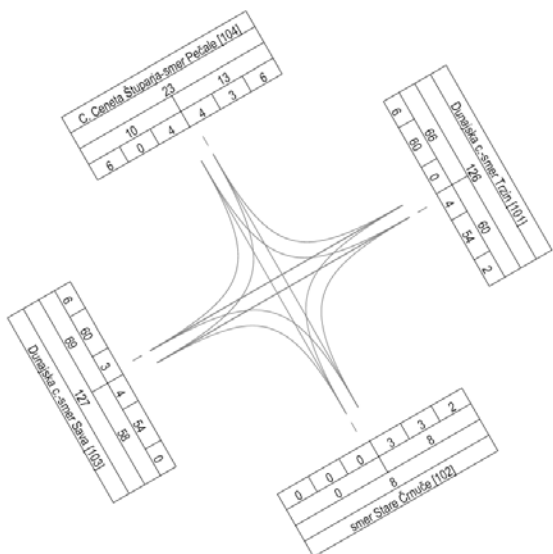
Dunajska c.-C. Ceneta Štuparja [010], 25.9.2007
popoldanska konica - 15.00-16.00 [os.vozil/h]



Dunajska c.-C. Ceneta Štuparja [010], 25.9.2007
jutranja konica - 7.00-8.00 [tov.vozil/h]



Dunajska c.-C. Ceneta Štuparja [010], 25.9.2007
popoldanska konica - 15.00-16.00 [tov.vozil/h]



Priloga H: Števni podatki za križišče 11.

Diagram prometnih obremenitev

Šifra križišča: 011
 Ime križišča: DUNAJSKA C.-ZASAVSKA C.
 Tip križišča: ABCD

Naslov štetja: PROMETNA OBREMENTEV

Datum štetja: 16.5.2007

Številka štetja: 1

Časovni interval: od 7:00 do 8:00

Vrsta vozil: O

- A ŠTAJERSKA C-amer.Train
- B ZASAVSKA C.
- C ŠTAJERSKA C.
- D DUNAJSKA C.

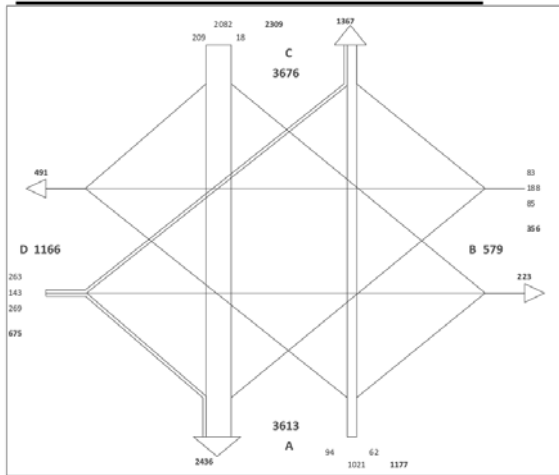


Diagram prometnih obremenitev

Šifra križišča: 011
 Ime križišča: DUNAJSKA C.-ZASAVSKA C.
 Tip križišča: ABCD

Naslov štetja: PROMETNA OBREMENTEV

Datum štetja: 16.5.2007

Številka štetja: 1

Časovni interval: od 15:00 do 16:00

Vrsta vozil: O

- A ŠTAJERSKA C-amer.Train
- B ZASAVSKA C.
- C ŠTAJERSKA C.
- D DUNAJSKA C.

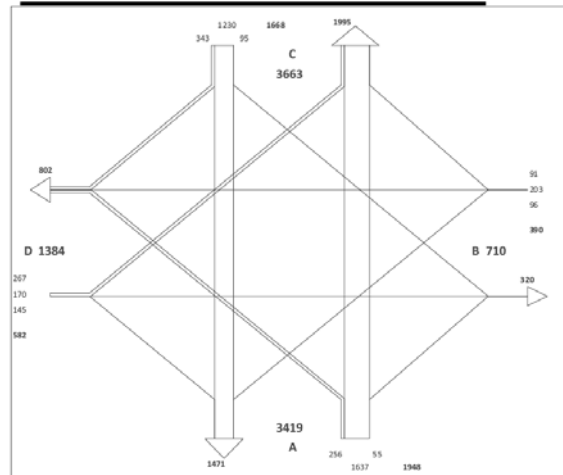


Diagram prometnih obremenitev

Šifra križišča: 011
 Ime križišča: DUNAJSKA C.-ZASAVSKA C.
 Tip križišča: ABCD

Naslov štetja: PROMETNA OBREMENTEV

Datum štetja: 16.5.2007

Številka štetja: 1

Časovni interval: od 7:00 do 8:00

Vrsta vozil: B, T, V

- A ŠTAJERSKA C-amer.Train
- B ZASAVSKA C.
- C ŠTAJERSKA C.
- D DUNAJSKA C.

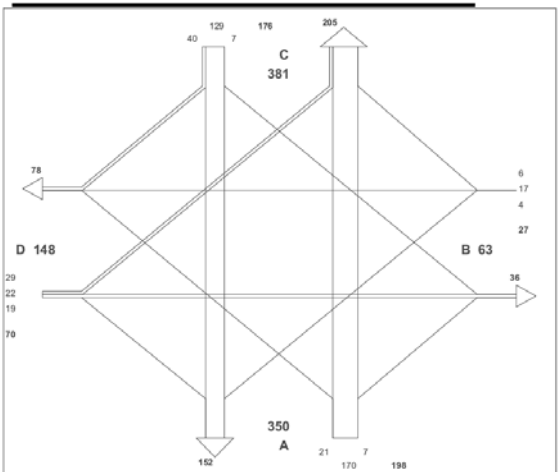


Diagram prometnih obremenitev

Šifra križišča: 011
 Ime križišča: DUNAJSKA C.-ZASAVSKA C.
 Tip križišča: ABCD

Naslov štetja: PROMETNA OBREMENTEV

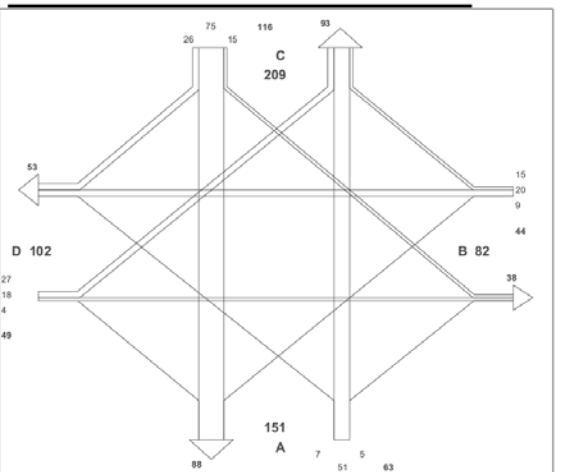
Datum štetja: 16.5.2007

Številka štetja: 1

Časovni interval: od 15:00 do 16:00

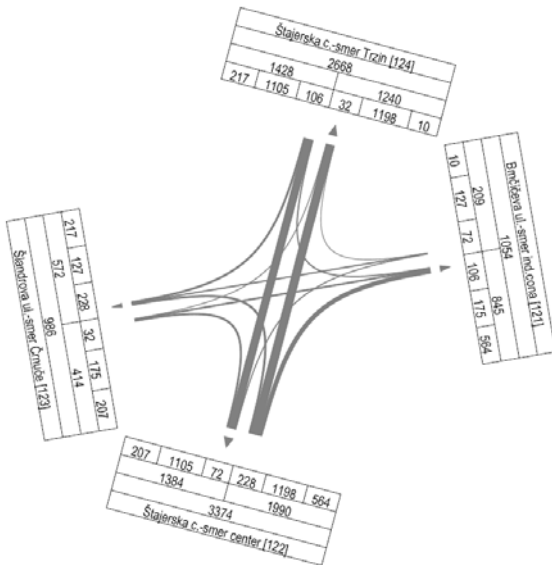
Vrsta vozil: B, T, V

- A ŠTAJERSKA C-amer.Train
- B ZASAVSKA C.
- C ŠTAJERSKA C.
- D DUNAJSKA C.

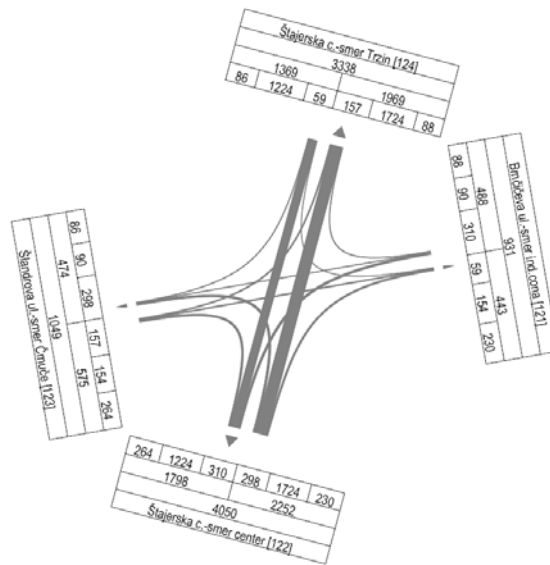


Priloga I: Števni podatki za križišče 12.

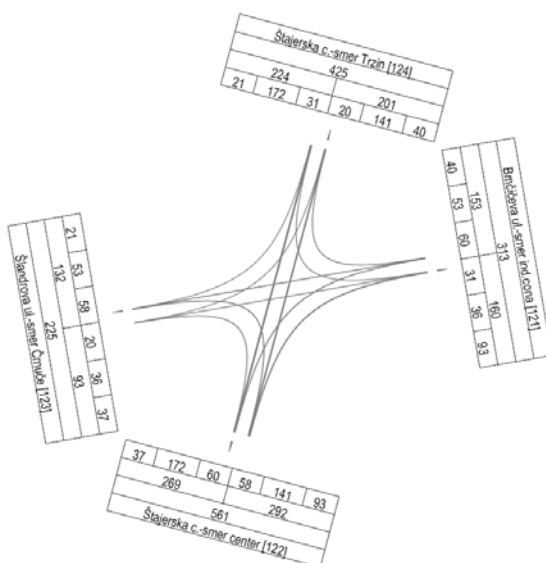
Brnčičeva ul.-Štajerska c. [012], 25.10.2007
jutranja konica - 7.00-8.00 [os.vozil/h]



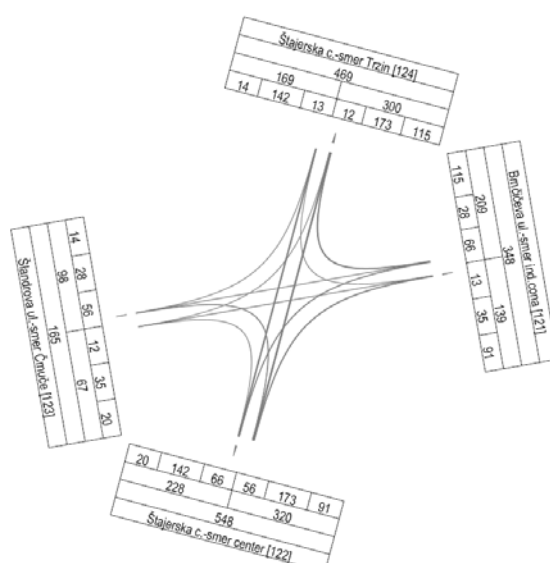
Brnčičeva ul.-Štajerska c. [012], 25.10.2007
popoldanska konica - 15.00-16.00 [os.vozil/h]

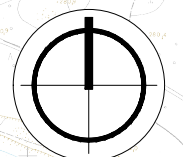
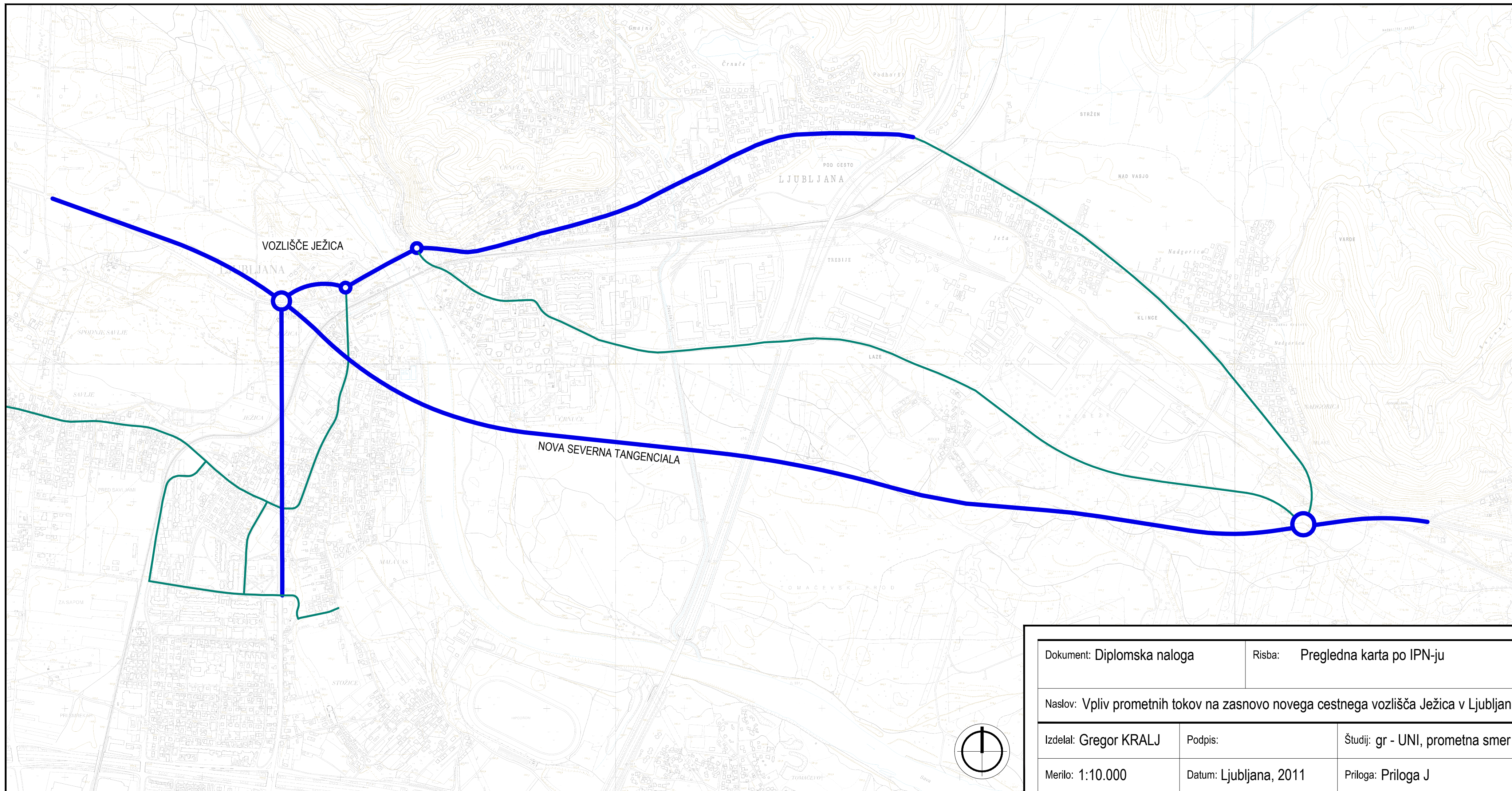


Brnčičeva ul.-Štajerska c. [012], 25.10.2007
jutranja konica - 7.00-8.00 [tov.vozil/h]



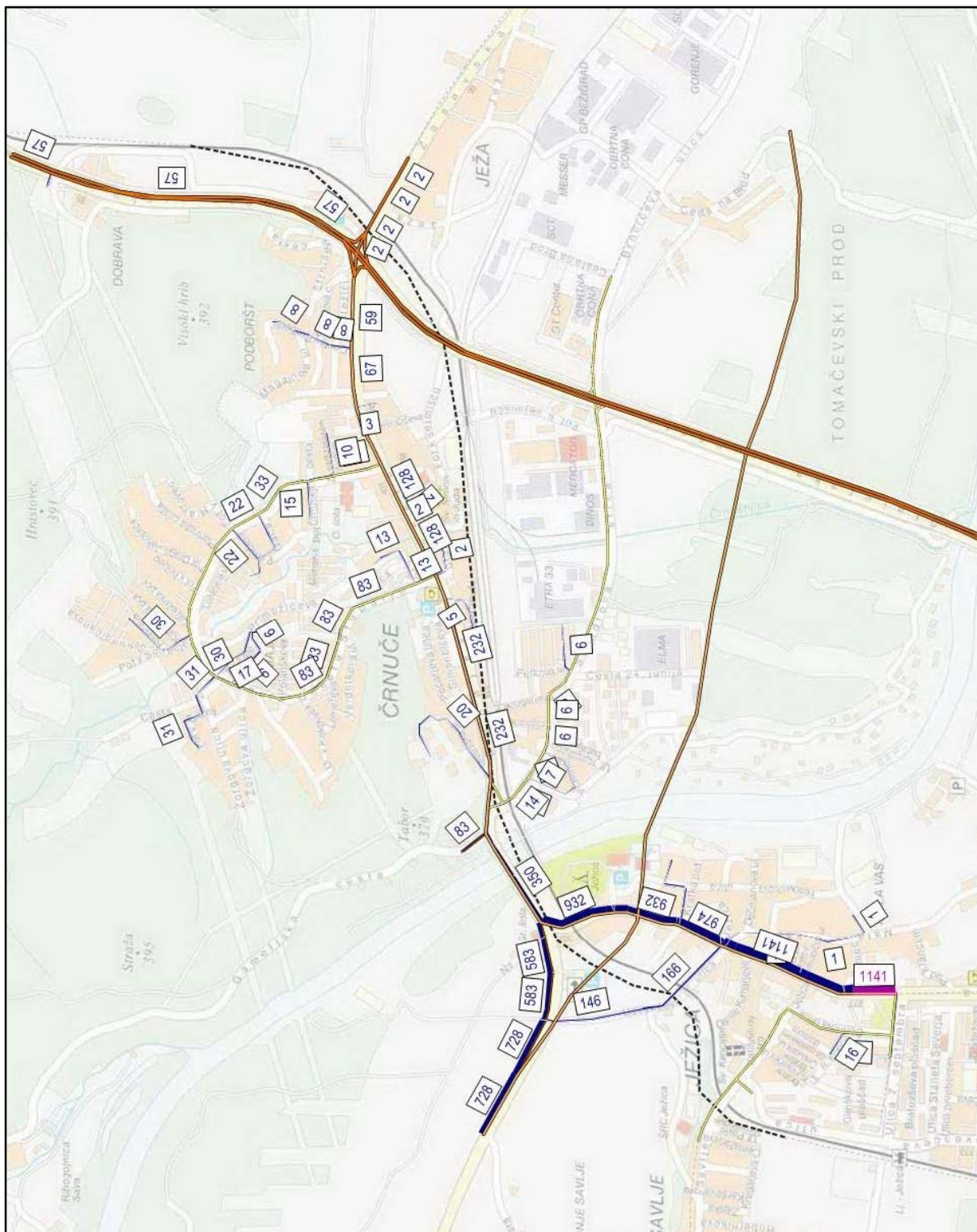
Brnčičeva ul.-Štajerska c. [012], 25.10.2007
popoldanska konica - 15.00-16.00 [tov.vozil/h]



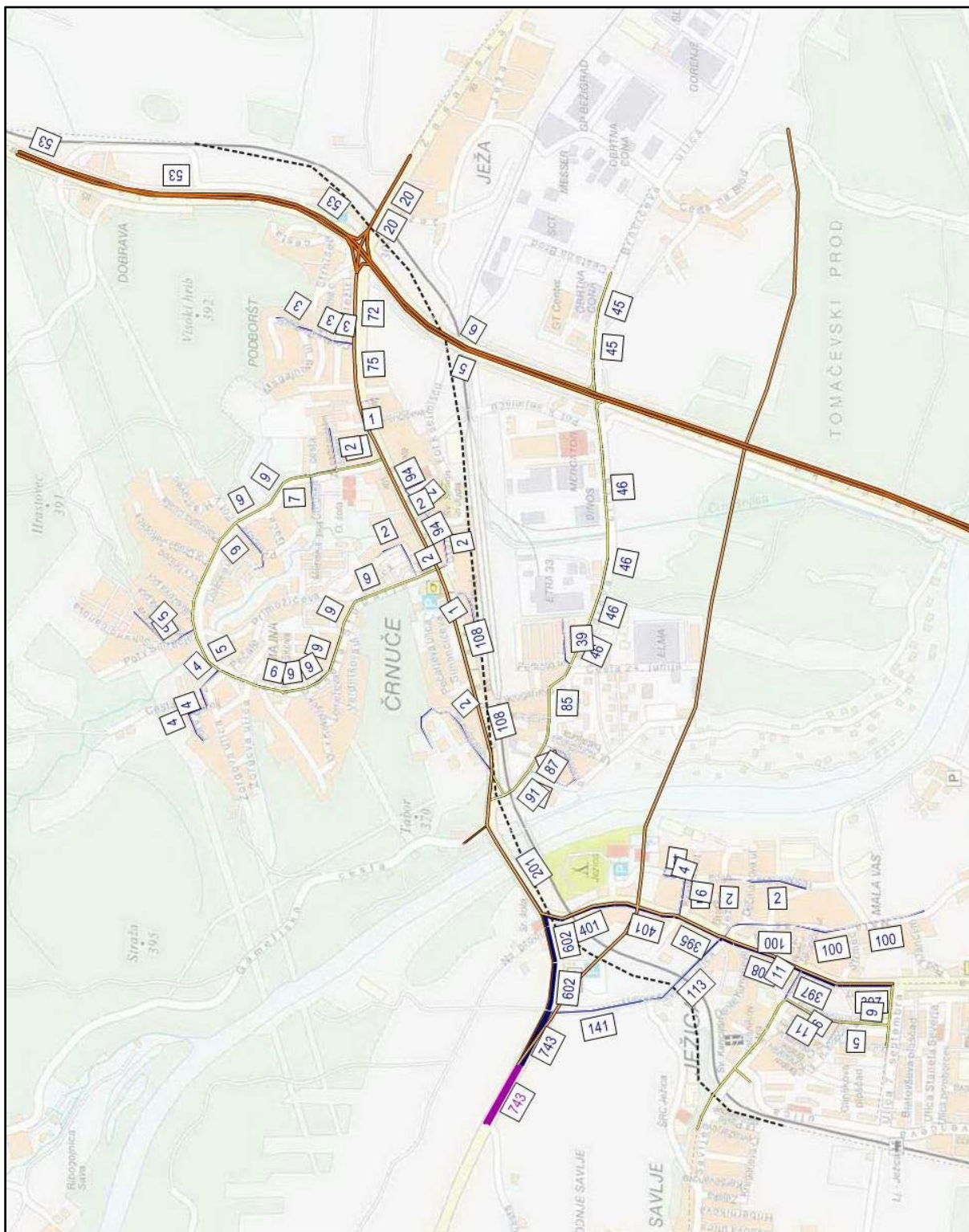


Dokument: Diplomaska naloga		Risba: Pregledna karta po IPN-ju	
Naslov: Vpliv prometnih tokov na zasnovo novega cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani			
Izdela: Gregor KRALJ	Podpis:	Študij: gr - UNI, prometna smer	
Merilo: 1:10.000	Datum: Ljubljana, 2011	Priloga: Priloga J	

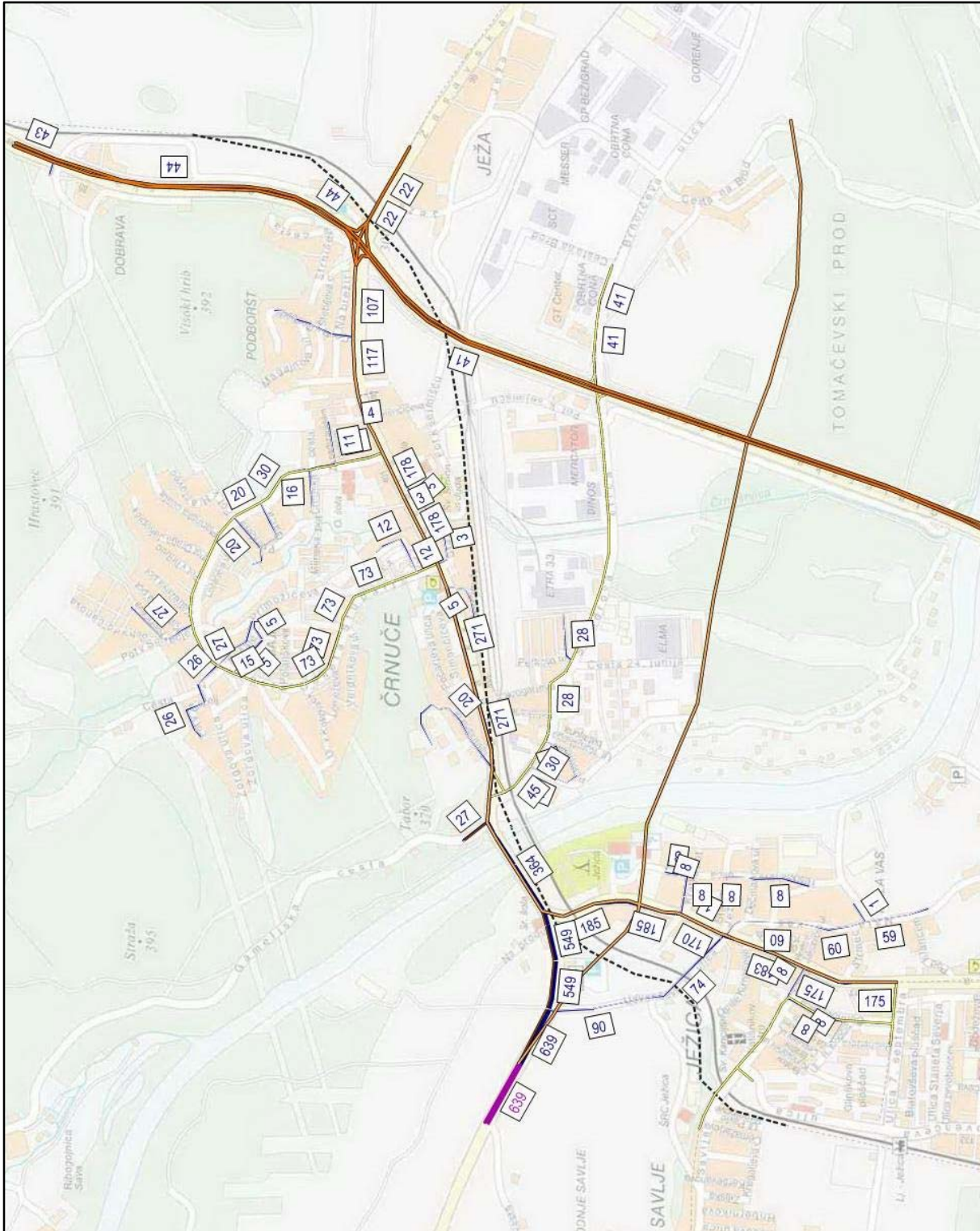
Priloga K2: Prometni tokovi na preseku Dunajske ceste, popoldanska konica, 2008.



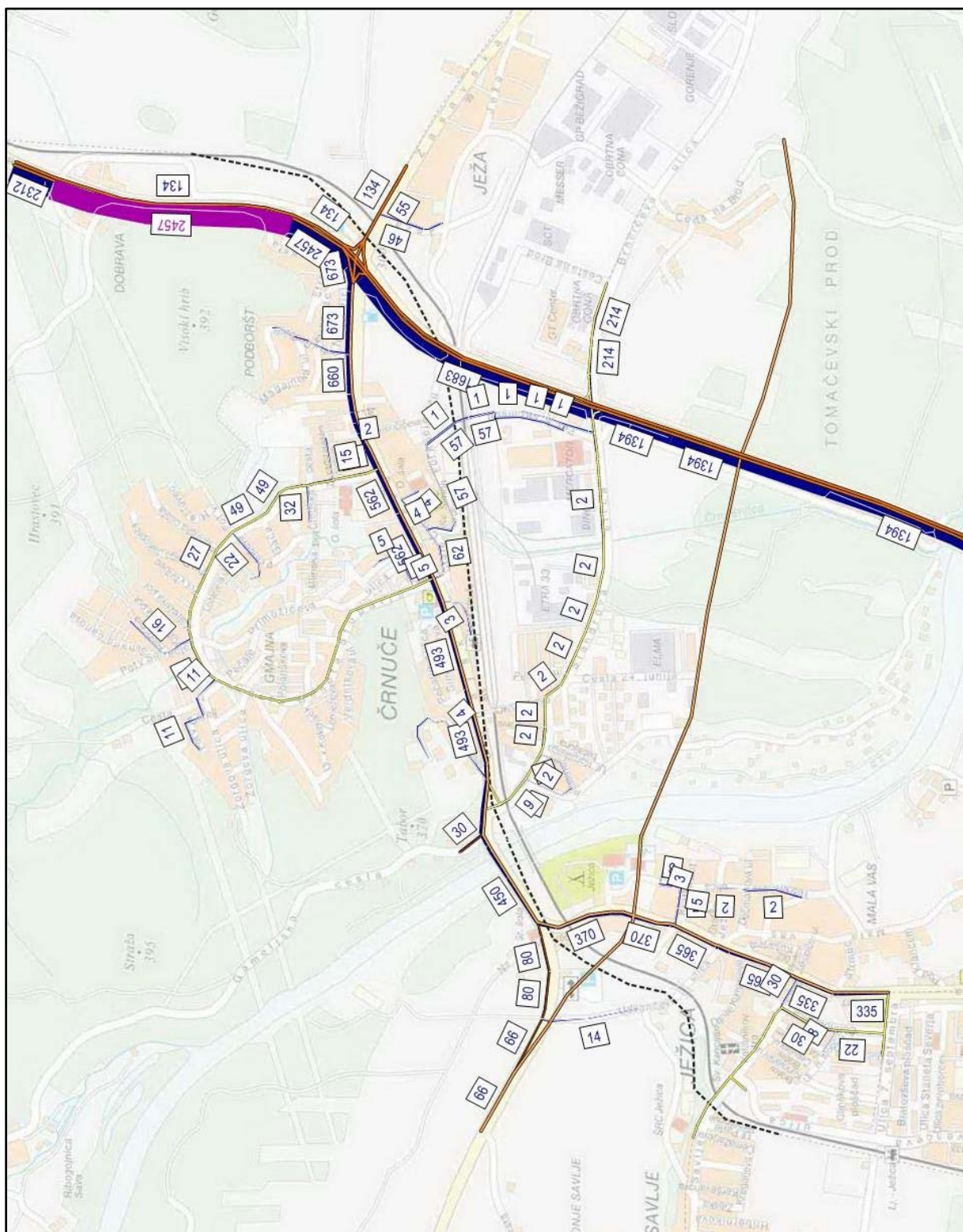
Priloga L1: Prometni tokovi na preseku Obvozne ceste, jutranja konica, 2008.



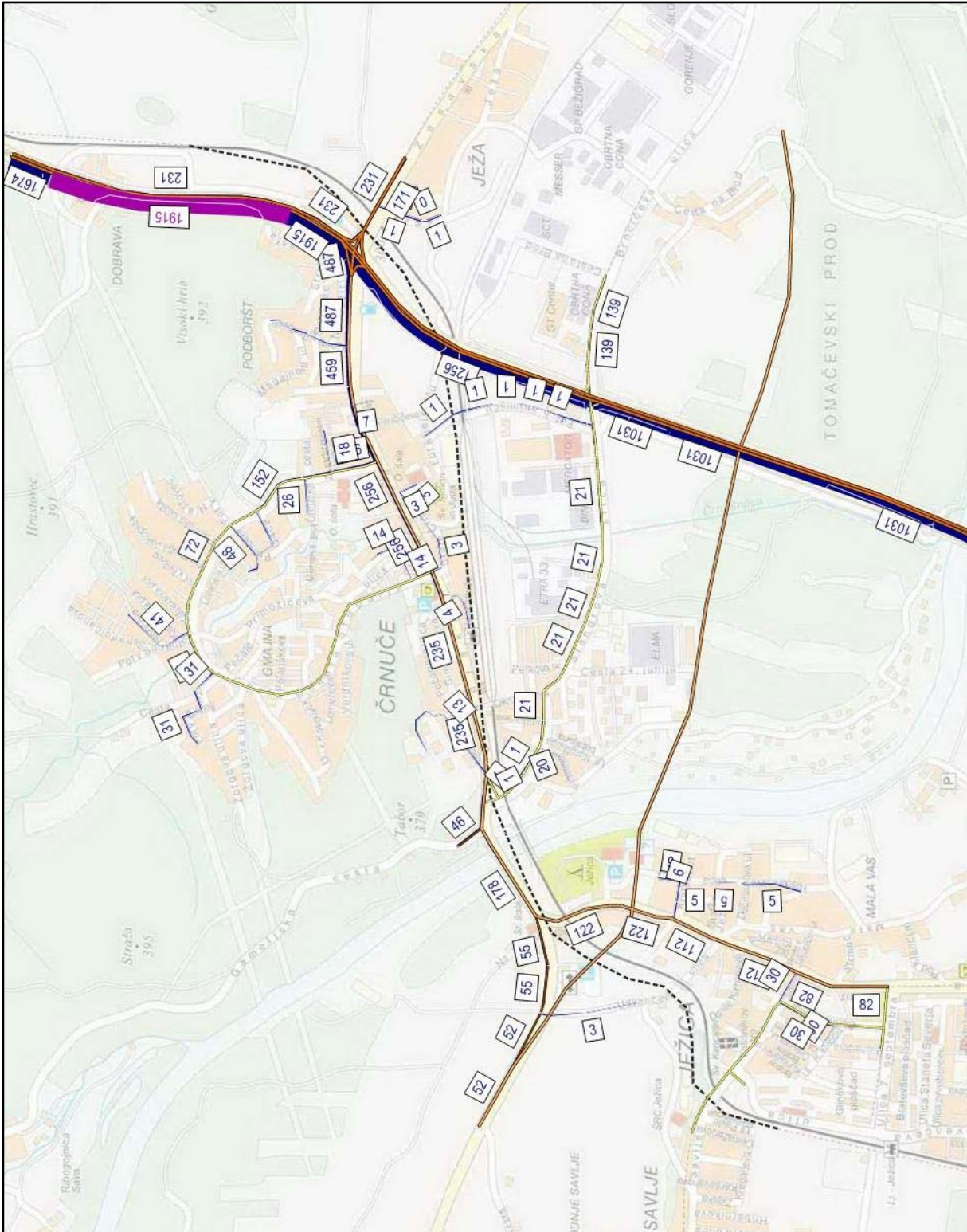
Priloga L2: Prometni tokovi na preseku Obvozne ceste, popoldanska konica, 2008.



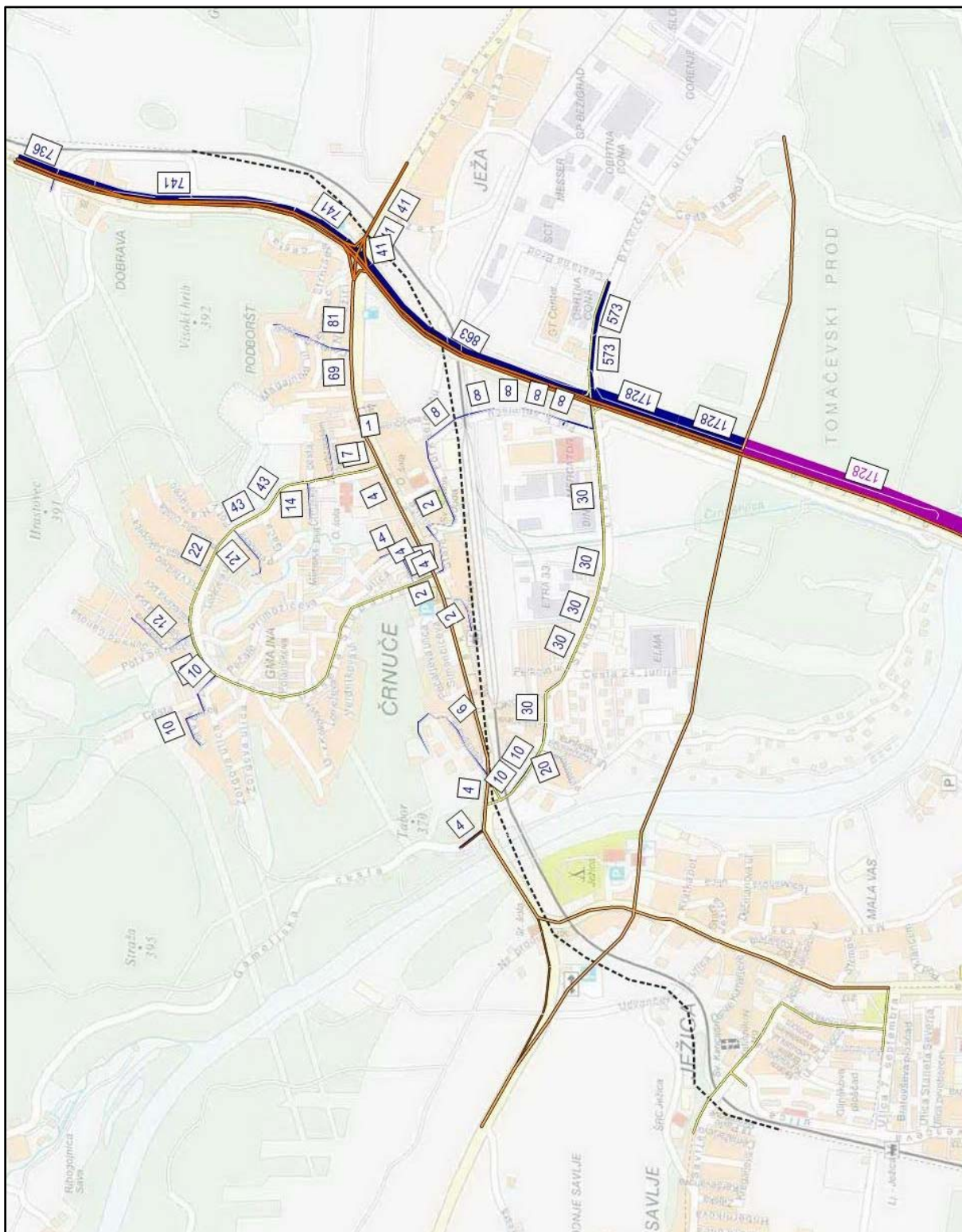
Priloga M1: Prometni tokovi na preseku Štajerske ceste (sever), jutranja konica, 2008.



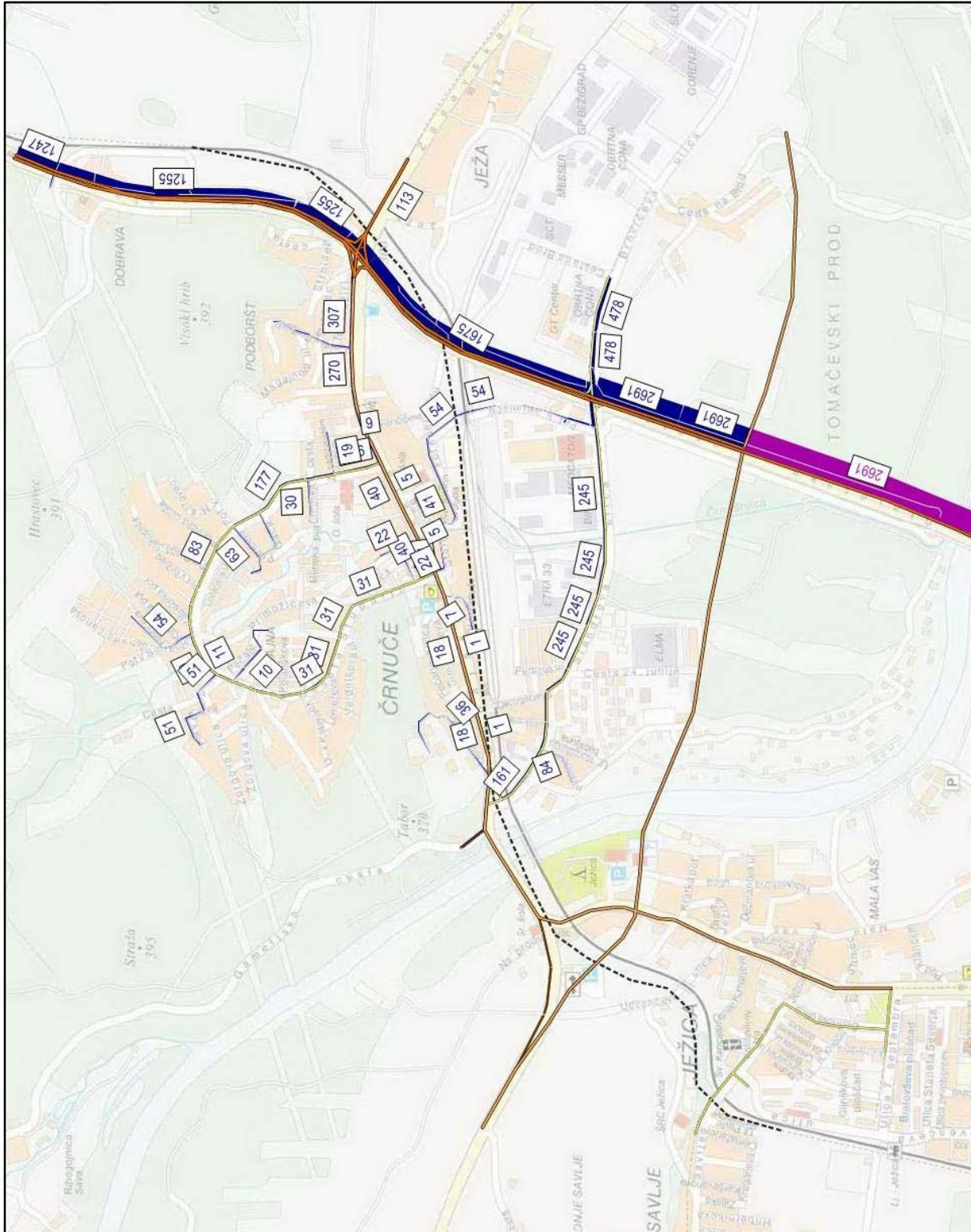
Priloga M2: Prometni tokovi na preseku Štajerske ceste (sever), popoldanska konica, 2008.



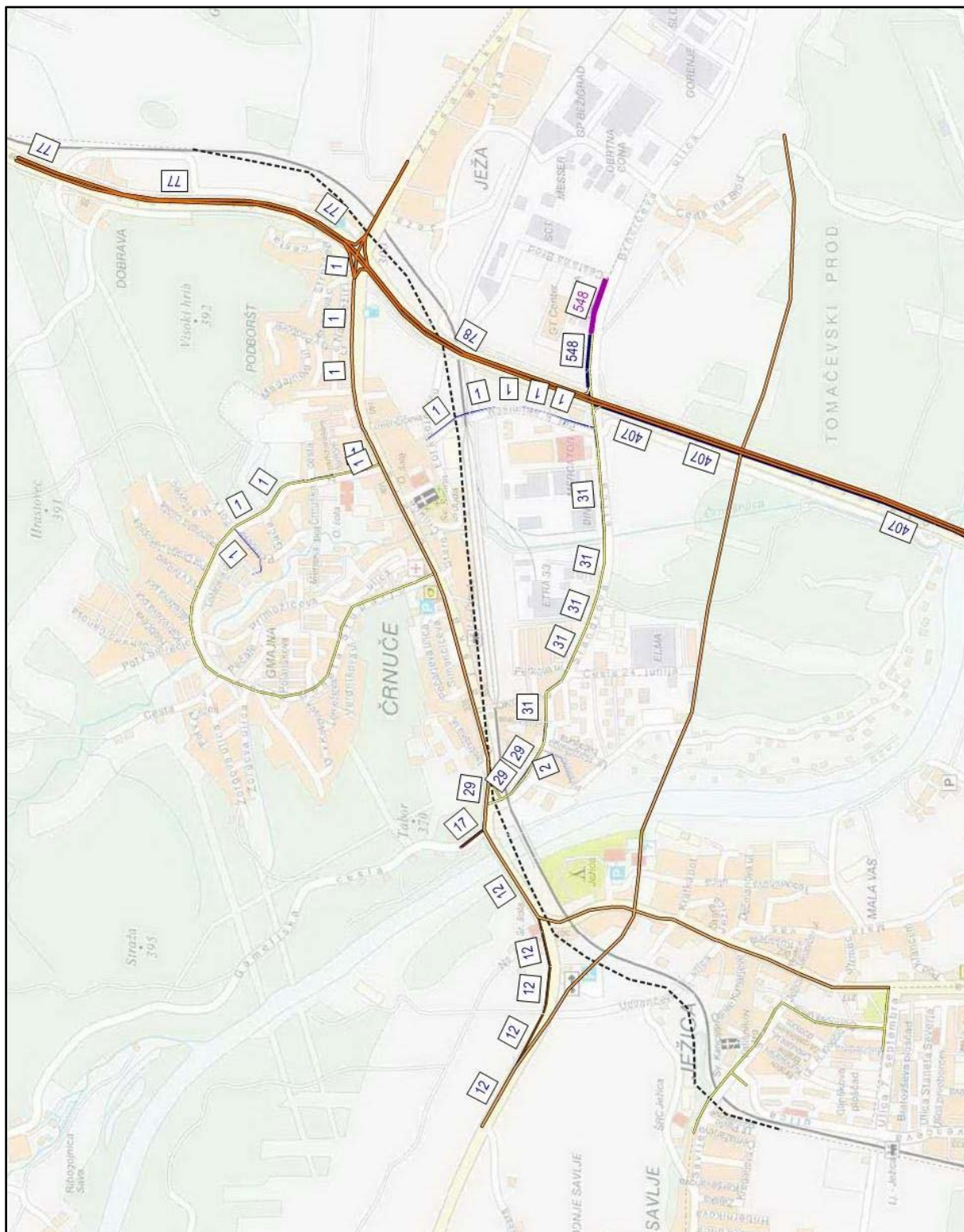
Priloga M3: Prometni tokovi na preseku Štajerske ceste (jug), jutranja konica, 2008.



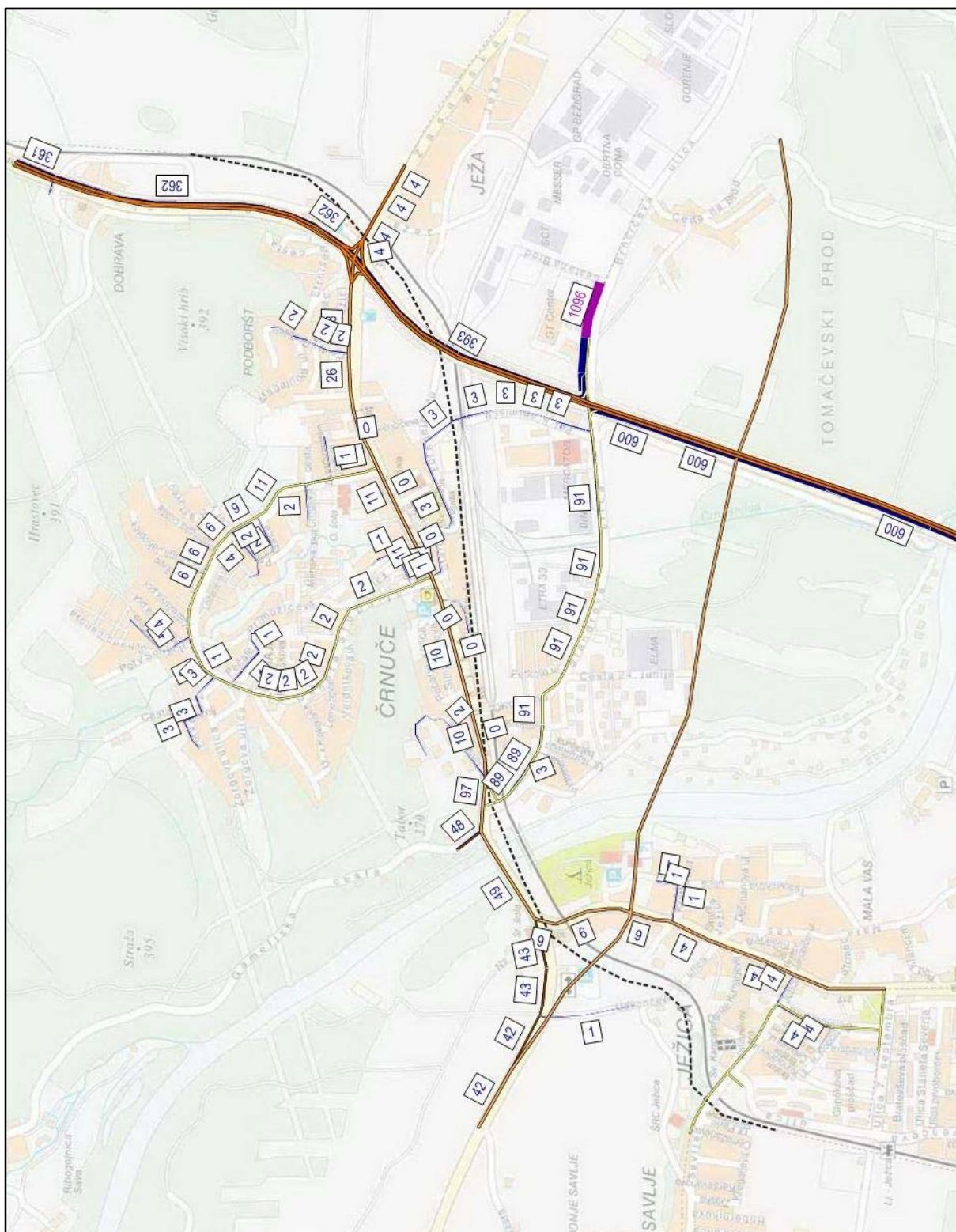
Priloga M4: Prometni tokovi na preseku Štajerske ceste (jug), popoldanska konica, 2008.



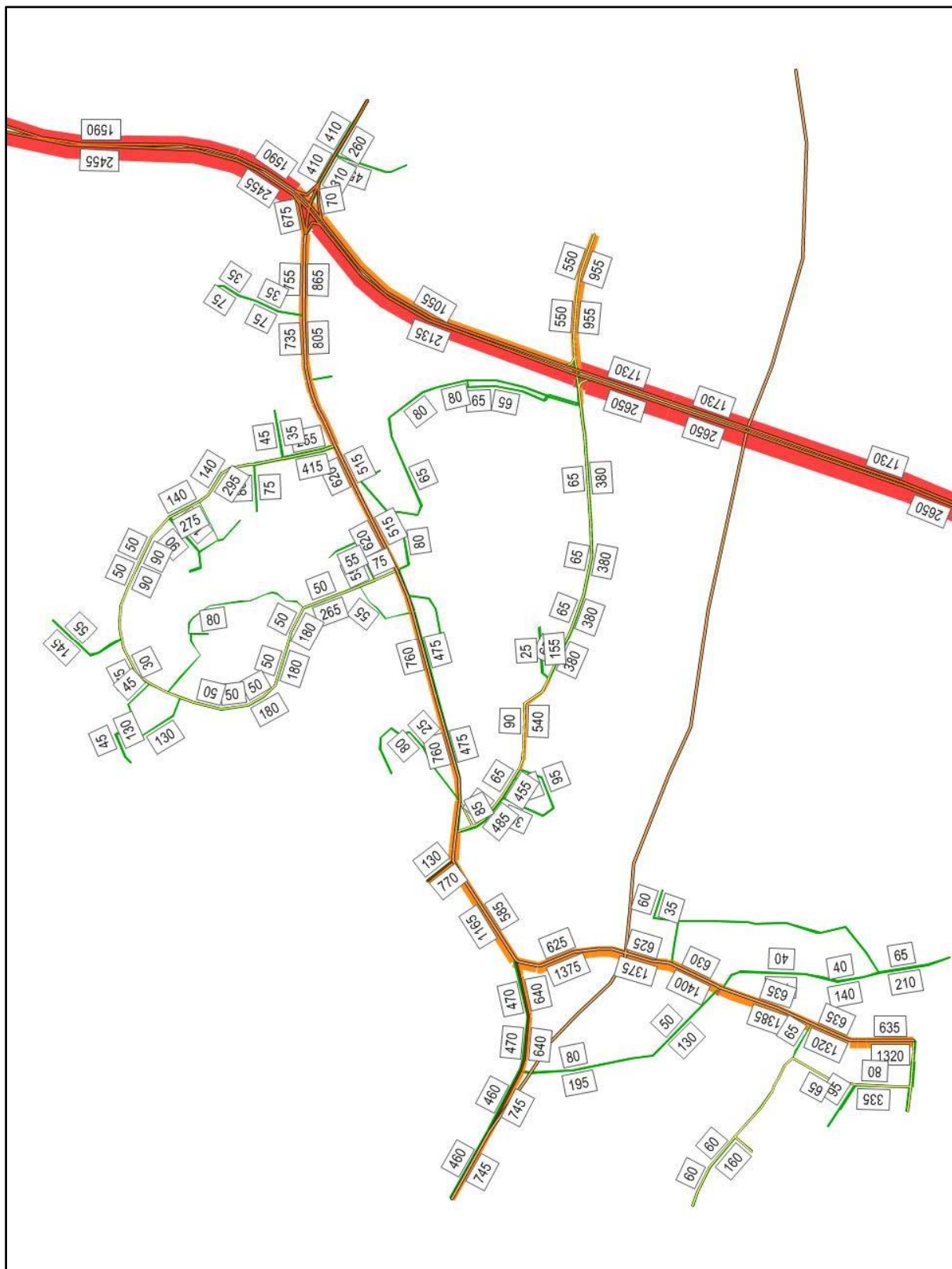
Priloga N1: Prometni tokovi na preseku Brnčičeve ulice, jutranja konica, 2008.



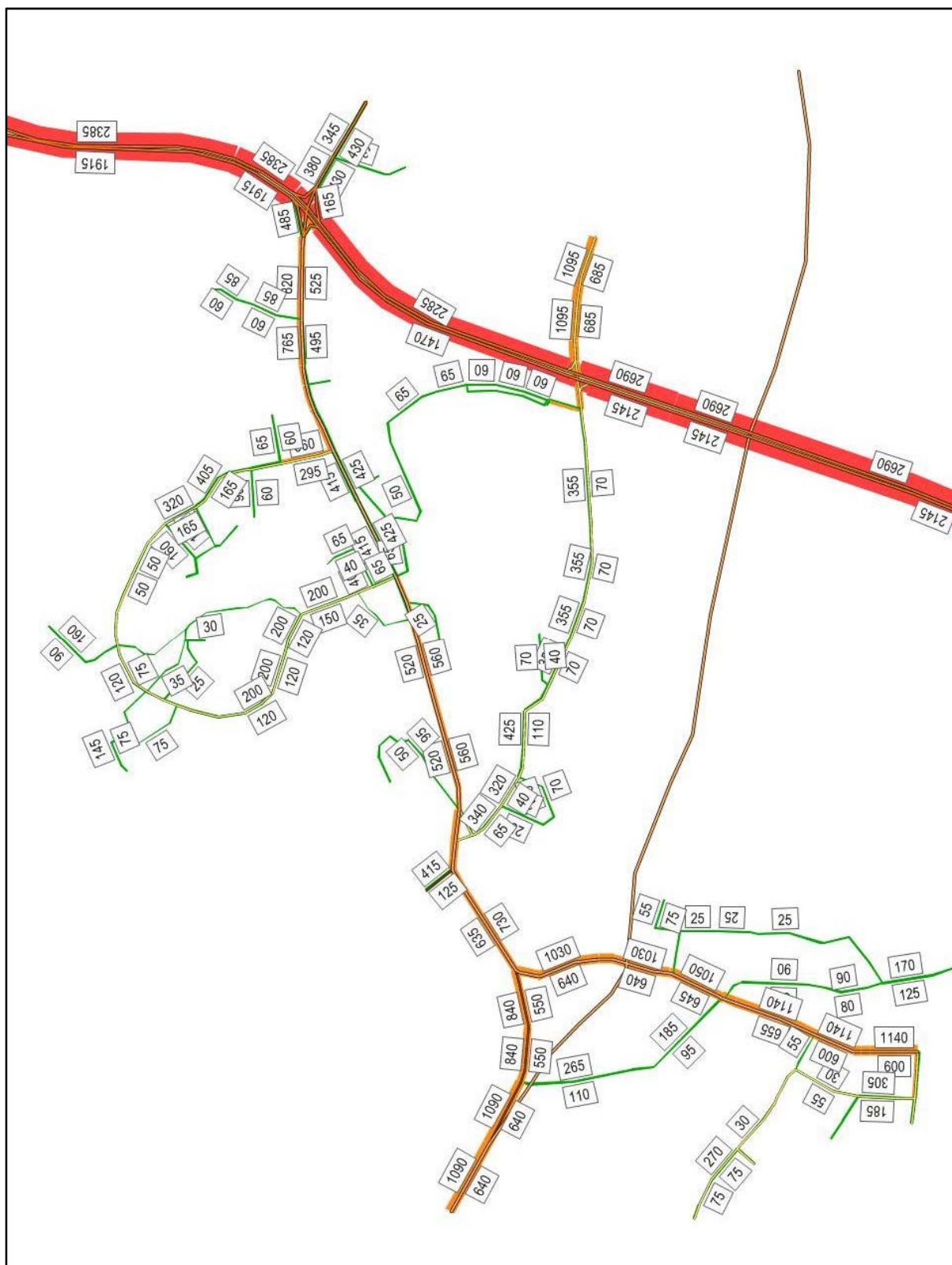
Priloga N2: Prometni tokovi na preseku Brnčičeve ulice, popoldanska konica, 2008.

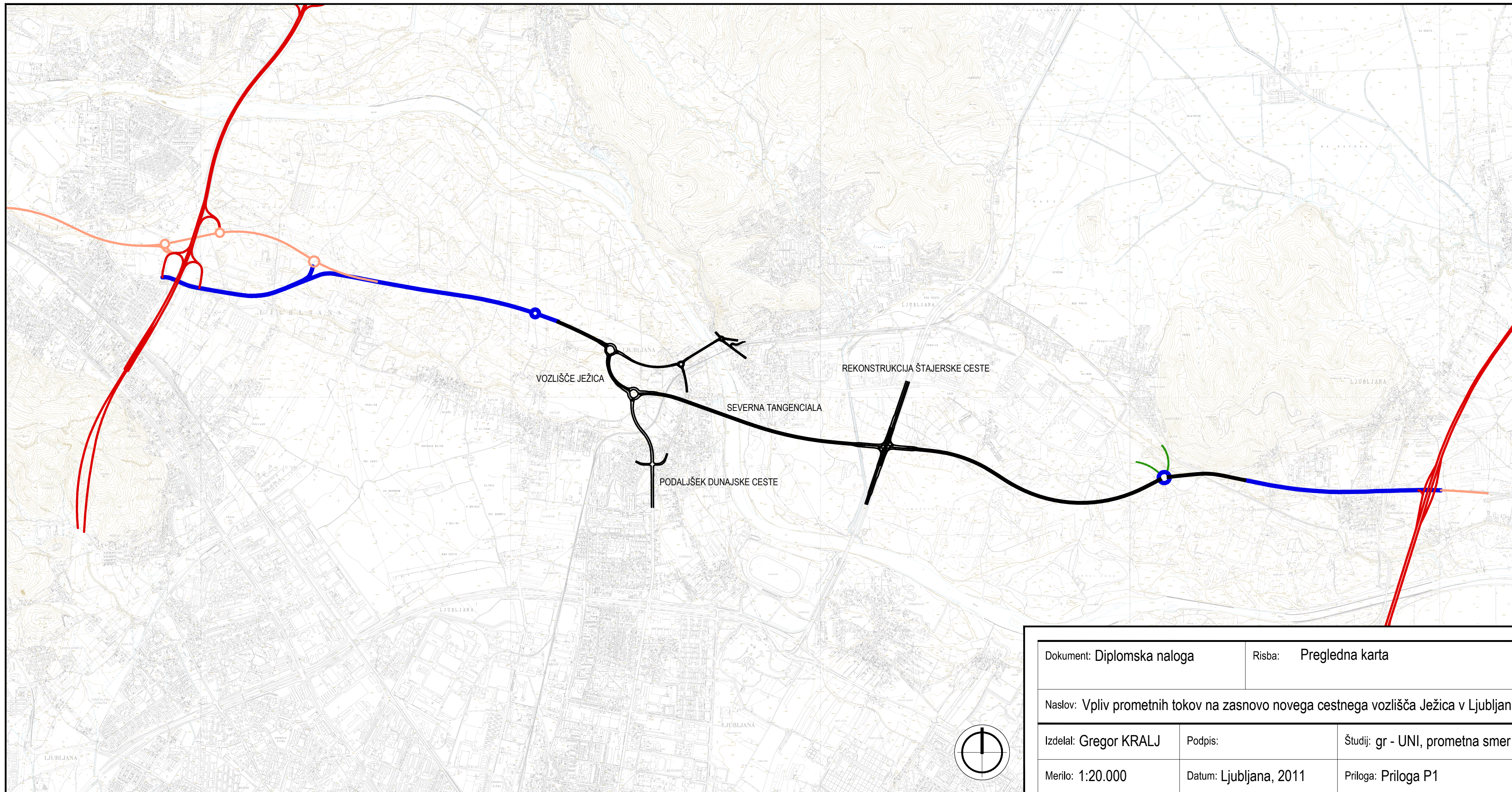


Priloga O1: Prometni tokovi na celotnem območju, jutranja konica, 2008.

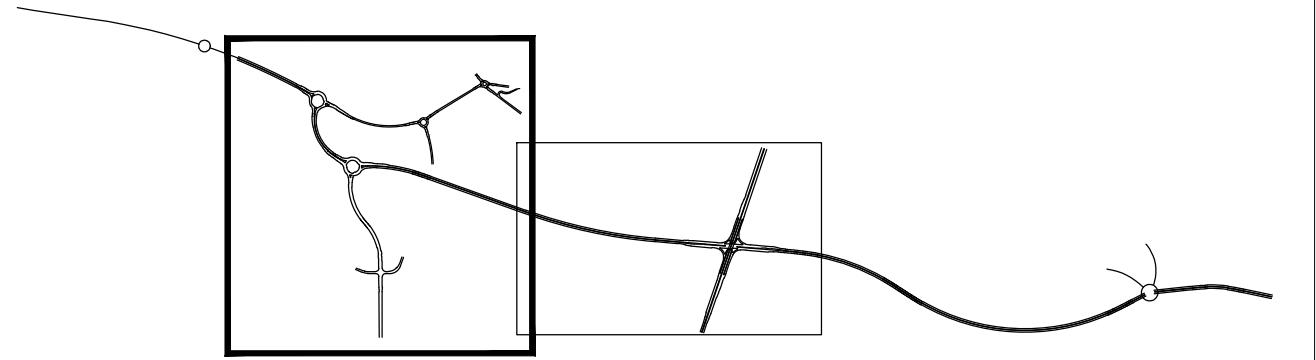
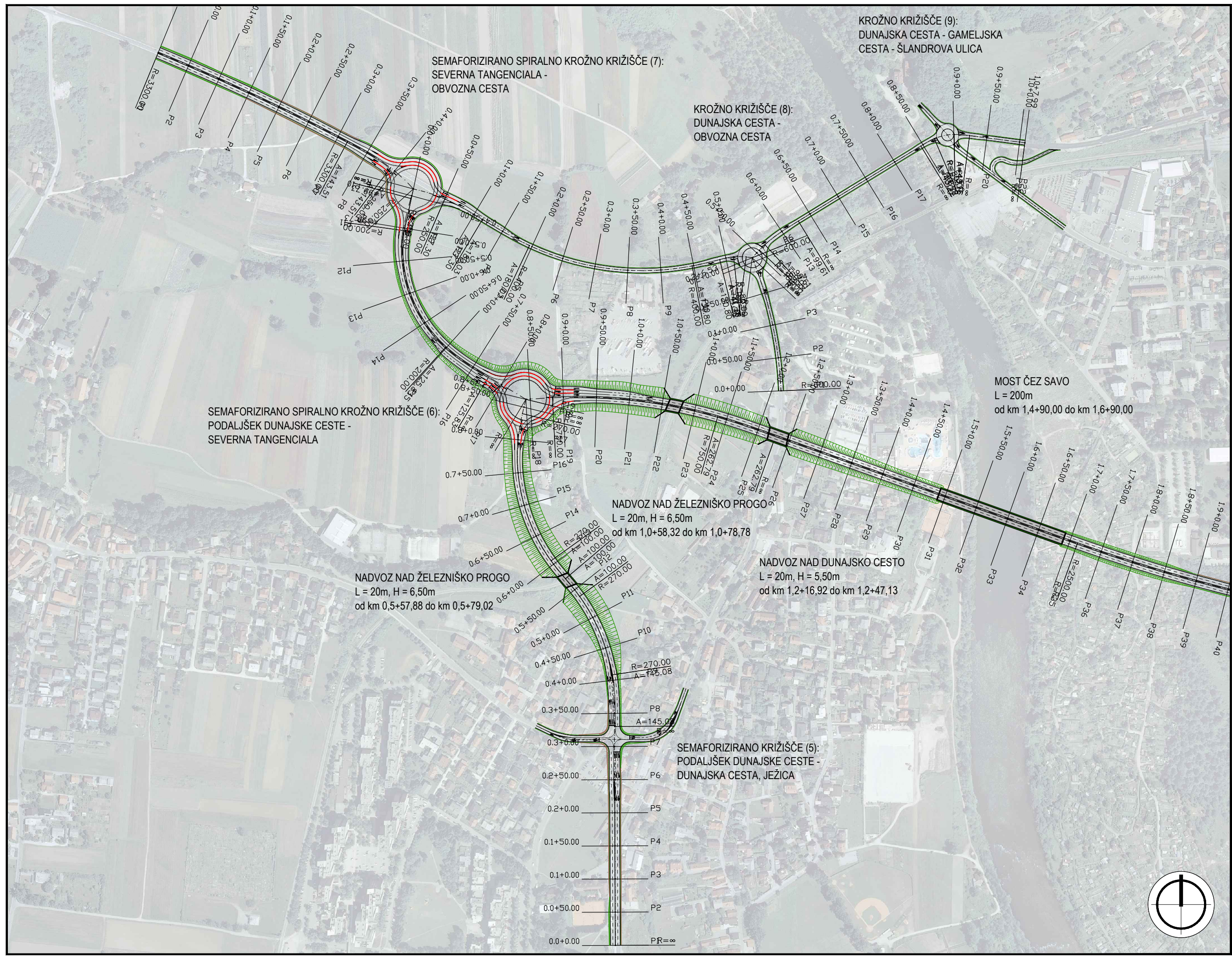


Priloga O2: Prometni tokovi na celotnem območju, popoldanska konica, 2008.

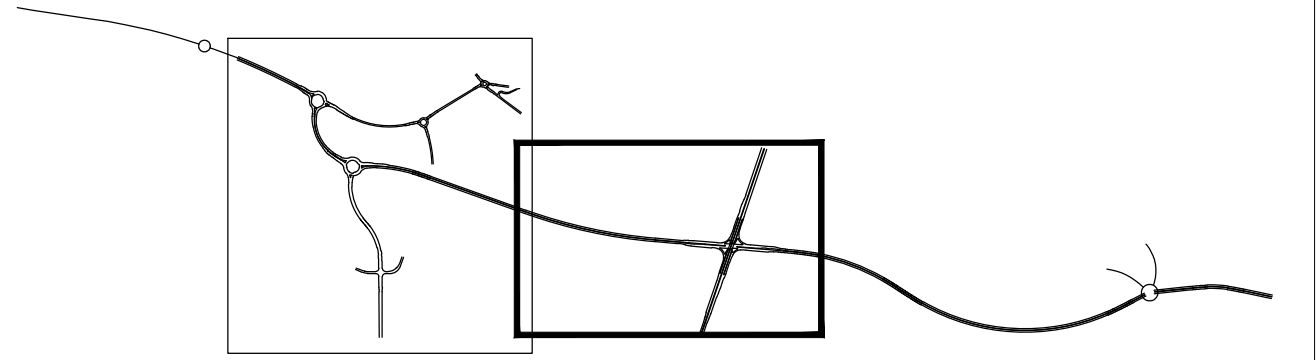
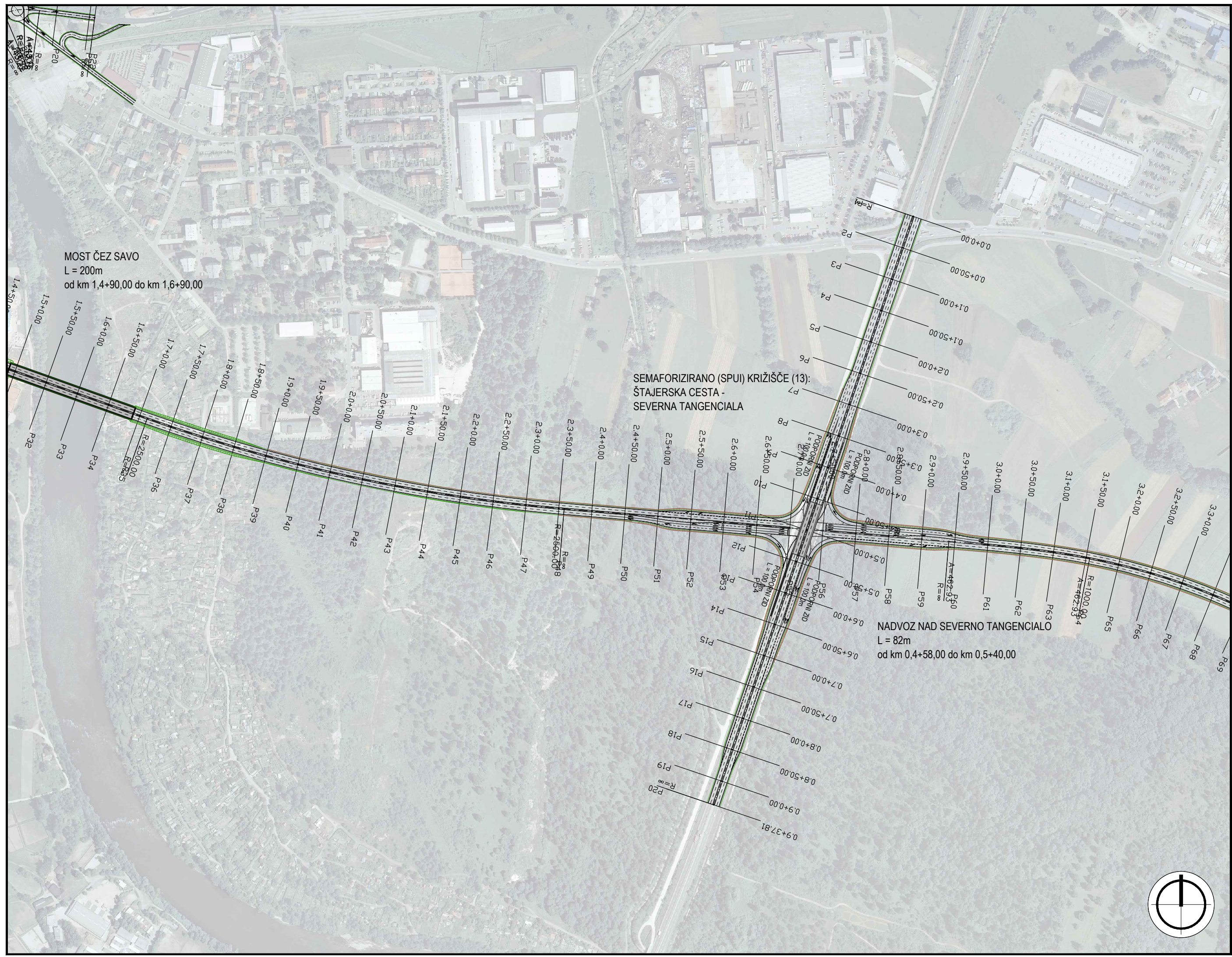




Dokument: Diplomaska naloga		Risba: Pregledna karta	
Naslov: Vpliv prometnih tokov na zasnovo novega cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani			
Izdela: Gregor KRALJ	Podpis:	Študij: gr - UNI, prometna smer	
Merilo: 1:20.000	Datum: Ljubljana, 2011	Priloga: Priloga P1	

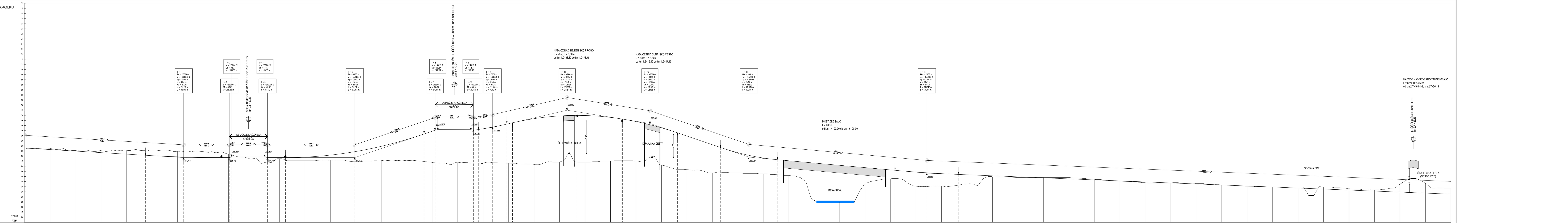


Dokument: Diplomaska naloga	Risba: Gradbena situacija - Severna tangenciala (1) in podaljšek Dunajske
Naslov: Vpliv prometnih tokov na zasnovo novega cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani	
Izdela: Gregor KRALJ	Podpis: Študij: gr - UNI, prometna smer
Merilo: 1:5000	Datum: Ljubljana, 2011 Priloga: Priloga P2



Dokument: Diplomna naloga	Risba: Gradbena situacija - Severna tangenciala (2) in rek. Štajerske ceste
Naslov: Vpliv prometnih tokov na zasnovu novega cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani	
Izdalal: Gregor KRALJ	Podpis: Študij: gr - UNI, prometna smer
Merilo: 1:5000	Datum: Ljubljana, 2011 Priloga: Priloga P3

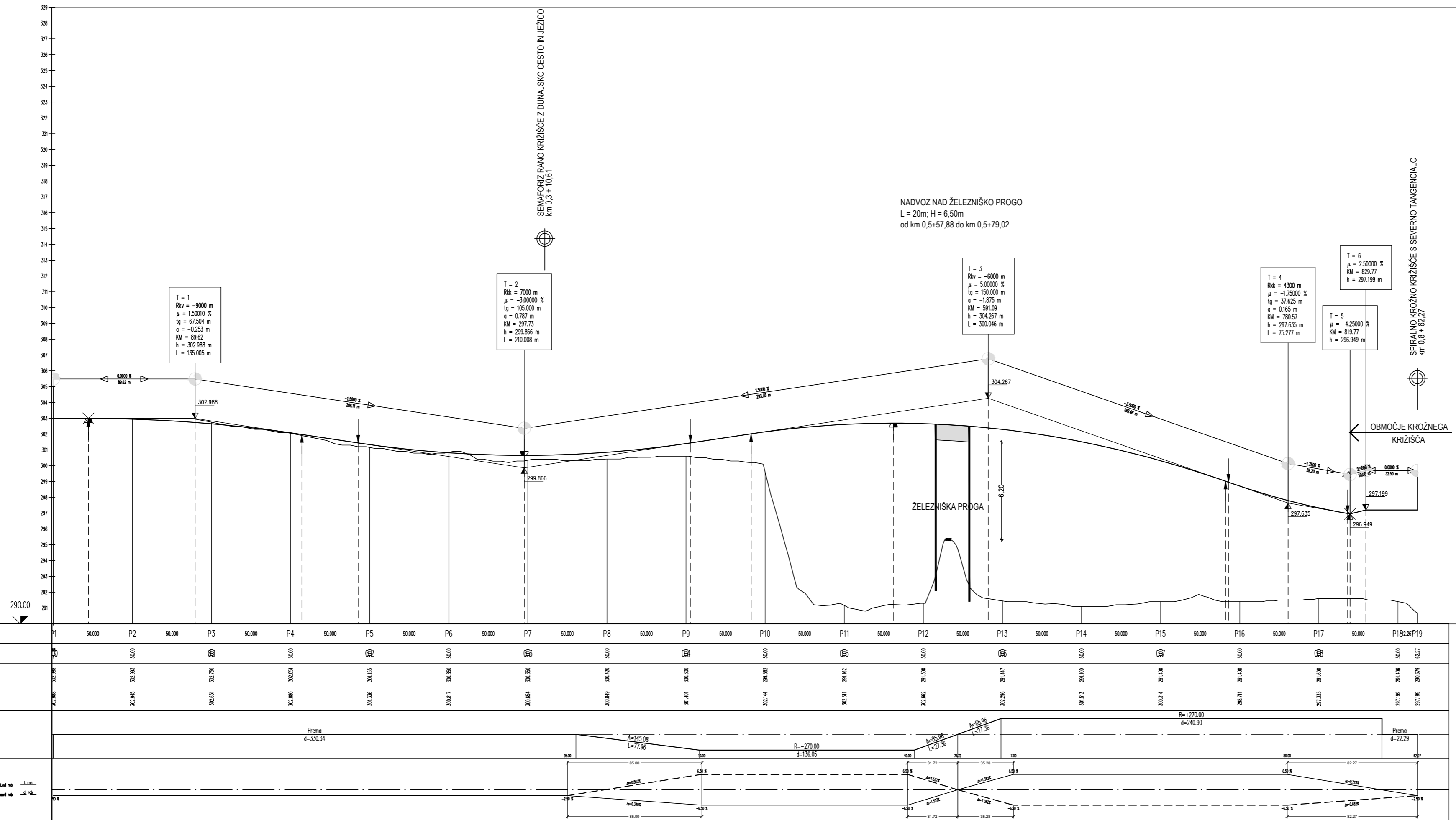
PROFIL-1: SEVERNA TANGENCIALA
MERILO 1:1000/100



OZNAKE PROFILOV	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P26, P27, P28, P29, P30, P31, P32, P33, P34, P35, P36, P37, P38, P39, P40, P41, P42, P43, P44, P45, P46, P47, P48, P49, P50, P51, P52, P53, P54, P55, P56																																																																																																																																																																							
STACIONAŽE	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000	21500	22000	22500	23000	23500	24000	24500	25000	25500	26000	26500	27000	27500	28000																																																																																																															
KOTE TERENA	279.00	280.50	281.80	282.80	283.50	284.00	284.50	285.00	285.50	286.00	286.50	287.00	287.50	288.00	288.50	289.00	289.50	290.00	290.50	291.00	291.50	292.00	292.50	293.00	293.50	294.00	294.50	295.00	295.50	296.00	296.50	297.00	297.50	298.00	298.50	299.00	299.50	300.00	300.50	301.00	301.50	302.00	302.50	303.00	303.50	304.00	304.50	305.00	305.50	306.00	306.50	307.00	307.50	308.00	308.50	309.00	309.50	310.00	310.50	311.00	311.50	312.00	312.50	313.00	313.50	314.00	314.50	315.00	315.50	316.00	316.50	317.00	317.50	318.00	318.50	319.00	319.50	320.00	320.50	321.00	321.50	322.00	322.50	323.00	323.50	324.00	324.50	325.00																																																																																
KOTE NIVELETE	279.00	280.50	281.80	282.80	283.50	284.00	284.50	285.00	285.50	286.00	286.50	287.00	287.50	288.00	288.50	289.00	289.50	290.00	290.50	291.00	291.50	292.00	292.50	293.00	293.50	294.00	294.50	295.00	295.50	296.00	296.50	297.00	297.50	298.00	298.50	299.00	299.50	300.00	300.50	301.00	301.50	302.00	302.50	303.00	303.50	304.00	304.50	305.00	305.50	306.00	306.50	307.00	307.50	308.00	308.50	309.00	309.50	310.00	310.50	311.00	311.50	312.00	312.50	313.00	313.50	314.00	314.50	315.00	315.50	316.00	316.50	317.00	317.50	318.00	318.50	319.00	319.50	320.00	320.50	321.00	321.50	322.00	322.50	323.00	323.50	324.00	324.50	325.00																																																																																
PREME IN KRIVINE	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>R=25000</td><td>l=180</td></tr> <tr><td>2</td><td>R=10000</td><td>l=100</td></tr> <tr><td>3</td><td>R=15000</td><td>l=120</td></tr> <tr><td>4</td><td>R=20000</td><td>l=140</td></tr> <tr><td>5</td><td>R=4000</td><td>l=80</td></tr> <tr><td>6</td><td>R=10000</td><td>l=100</td></tr> <tr><td>7</td><td>R=15000</td><td>l=120</td></tr> <tr><td>8</td><td>R=20000</td><td>l=140</td></tr> <tr><td>9</td><td>R=4000</td><td>l=80</td></tr> <tr><td>10</td><td>R=10000</td><td>l=100</td></tr> <tr><td>11</td><td>R=15000</td><td>l=120</td></tr> <tr><td>12</td><td>R=20000</td><td>l=140</td></tr> <tr><td>13</td><td>R=4000</td><td>l=80</td></tr> <tr><td>14</td><td>R=10000</td><td>l=100</td></tr> <tr><td>15</td><td>R=15000</td><td>l=120</td></tr> <tr><td>16</td><td>R=20000</td><td>l=140</td></tr> </table>																																																								1	R=25000	l=180	2	R=10000	l=100	3	R=15000	l=120	4	R=20000	l=140	5	R=4000	l=80	6	R=10000	l=100	7	R=15000	l=120	8	R=20000	l=140	9	R=4000	l=80	10	R=10000	l=100	11	R=15000	l=120	12	R=20000	l=140	13	R=4000	l=80	14	R=10000	l=100	15	R=15000	l=120	16	R=20000	l=140																																																																
1	R=25000	l=180																																																																																																																																																																						
2	R=10000	l=100																																																																																																																																																																						
3	R=15000	l=120																																																																																																																																																																						
4	R=20000	l=140																																																																																																																																																																						
5	R=4000	l=80																																																																																																																																																																						
6	R=10000	l=100																																																																																																																																																																						
7	R=15000	l=120																																																																																																																																																																						
8	R=20000	l=140																																																																																																																																																																						
9	R=4000	l=80																																																																																																																																																																						
10	R=10000	l=100																																																																																																																																																																						
11	R=15000	l=120																																																																																																																																																																						
12	R=20000	l=140																																																																																																																																																																						
13	R=4000	l=80																																																																																																																																																																						
14	R=10000	l=100																																																																																																																																																																						
15	R=15000	l=120																																																																																																																																																																						
16	R=20000	l=140																																																																																																																																																																						
PREČNI NAGIBI	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>2</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>3</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>4</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>5</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>6</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>7</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>8</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>9</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>10</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>11</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>12</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>13</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>14</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>15</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>16</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>17</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>18</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>19</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>20</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>21</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>22</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>23</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>24</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>25</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>26</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>27</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>28</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>29</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>30</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>31</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>32</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>33</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>34</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>35</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>36</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>37</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>38</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>39</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>40</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>41</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>42</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>43</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>44</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>45</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>46</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>47</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>48</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>49</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>50</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>51</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>52</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>53</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>54</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>55</td><td>1:50</td></tr> <tr><td>56</td><td>1:50</td></tr> </table>																																																								1	1:50	2	1:50	3	1:50	4	1:50	5	1:50	6	1:50	7	1:50	8	1:50	9	1:50	10	1:50	11	1:50	12	1:50	13	1:50	14	1:50	15	1:50	16	1:50	17	1:50	18	1:50	19	1:50	20	1:50	21	1:50	22	1:50	23	1:50	24	1:50	25	1:50	26	1:50	27	1:50	28	1:50	29	1:50	30	1:50	31	1:50	32	1:50	33	1:50	34	1:50	35	1:50	36	1:50	37	1:50	38	1:50	39	1:50	40	1:50	41	1:50	42	1:50	43	1:50	44	1:50	45	1:50	46	1:50	47	1:50	48	1:50	49	1:50	50	1:50	51	1:50	52	1:50	53	1:50	54	1:50	55	1:50	56	1:50
1	1:50																																																																																																																																																																							
2	1:50																																																																																																																																																																							
3	1:50																																																																																																																																																																							
4	1:50																																																																																																																																																																							
5	1:50																																																																																																																																																																							
6	1:50																																																																																																																																																																							
7	1:50																																																																																																																																																																							
8	1:50																																																																																																																																																																							
9	1:50																																																																																																																																																																							
10	1:50																																																																																																																																																																							
11	1:50																																																																																																																																																																							
12	1:50																																																																																																																																																																							
13	1:50																																																																																																																																																																							
14	1:50																																																																																																																																																																							
15	1:50																																																																																																																																																																							
16	1:50																																																																																																																																																																							
17	1:50																																																																																																																																																																							
18	1:50																																																																																																																																																																							
19	1:50																																																																																																																																																																							
20	1:50																																																																																																																																																																							
21	1:50																																																																																																																																																																							
22	1:50																																																																																																																																																																							
23	1:50																																																																																																																																																																							
24	1:50																																																																																																																																																																							
25	1:50																																																																																																																																																																							
26	1:50																																																																																																																																																																							
27	1:50																																																																																																																																																																							
28	1:50																																																																																																																																																																							
29	1:50																																																																																																																																																																							
30	1:50																																																																																																																																																																							
31	1:50																																																																																																																																																																							
32	1:50																																																																																																																																																																							
33	1:50																																																																																																																																																																							
34	1:50																																																																																																																																																																							
35	1:50																																																																																																																																																																							
36	1:50																																																																																																																																																																							
37	1:50																																																																																																																																																																							
38	1:50																																																																																																																																																																							
39	1:50																																																																																																																																																																							
40	1:50																																																																																																																																																																							
41	1:50																																																																																																																																																																							
42	1:50																																																																																																																																																																							
43	1:50																																																																																																																																																																							
44	1:50																																																																																																																																																																							
45	1:50																																																																																																																																																																							
46	1:50																																																																																																																																																																							
47	1:50																																																																																																																																																																							
48	1:50																																																																																																																																																																							
49	1:50																																																																																																																																																																							
50	1:50																																																																																																																																																																							
51	1:50																																																																																																																																																																							
52	1:50																																																																																																																																																																							
53	1:50																																																																																																																																																																							
54	1:50																																																																																																																																																																							
55	1:50																																																																																																																																																																							
56	1:50																																																																																																																																																																							

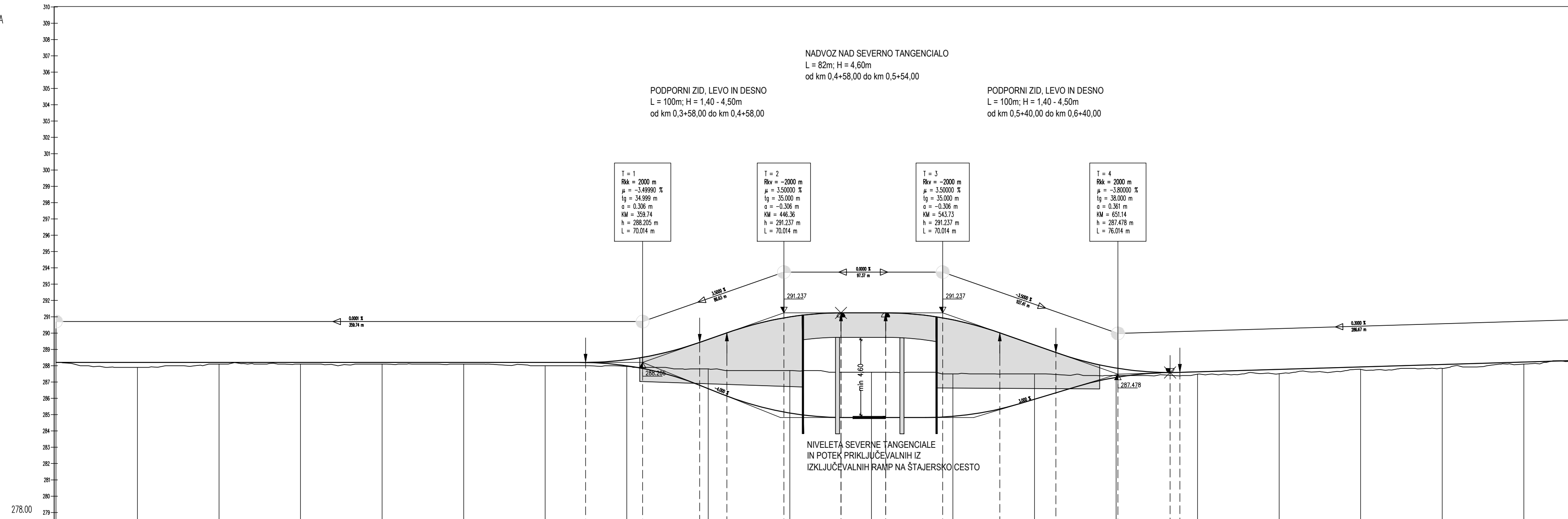
Dokument: Diplomna naloga	Risba: Vzdolžni profil Severna tangenciala (1)
Naslov: Vpliv prometnih tokov na zasnovno novega cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani	
Izdela: Gregor KRALJ	Podpis: Študij: gr - UNI, prometna smer
Merilo: 1:2000/200	Datum: Ljubljana, 2011 Priloga: Priloga R1

PROFIL-2: DUNAJSKA CESTA
MEROLO 1:1000/100



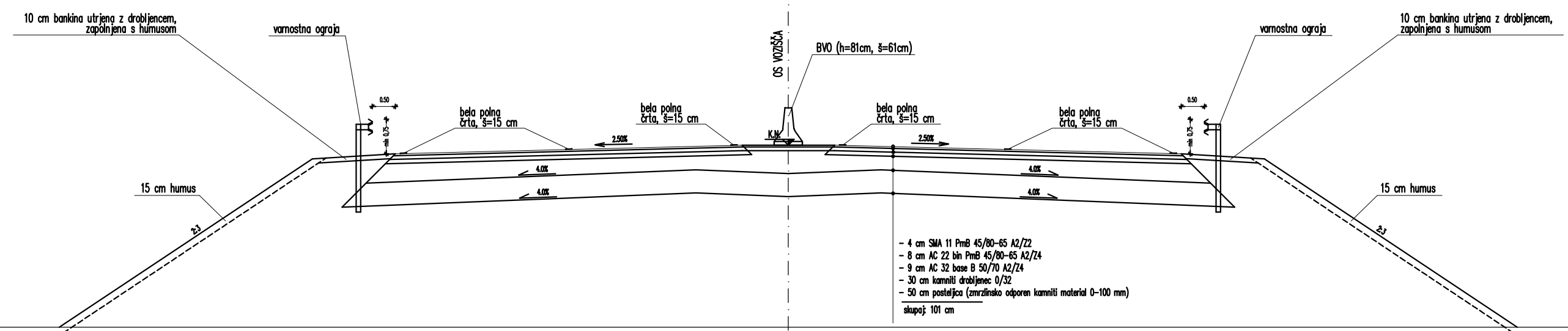
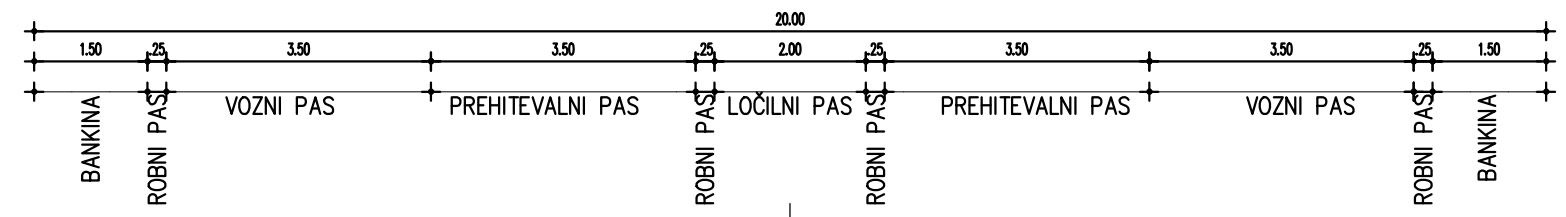
Dokument: Diplomna naloga	Risba: Vzdolžni profil podaljšek Dunajske ceste	
Naslov: Vpliv prometnih tokov na zasnovi novega cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani		
Izdelal: Gregor KRALJ	Podpis:	Študij: gr - UNI, prometna smer
Merilo: 1:2000/200	Datum: Ljubljana, 2011	Priloga: Priloga R3

PROFIL-3: ŠTAJERSKA CESTA
MERILO 1:1000/100



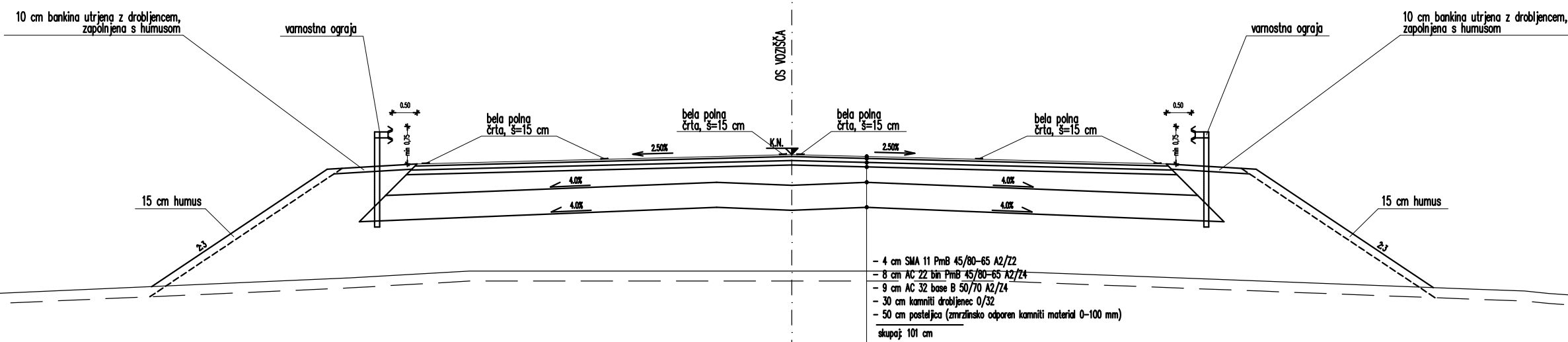
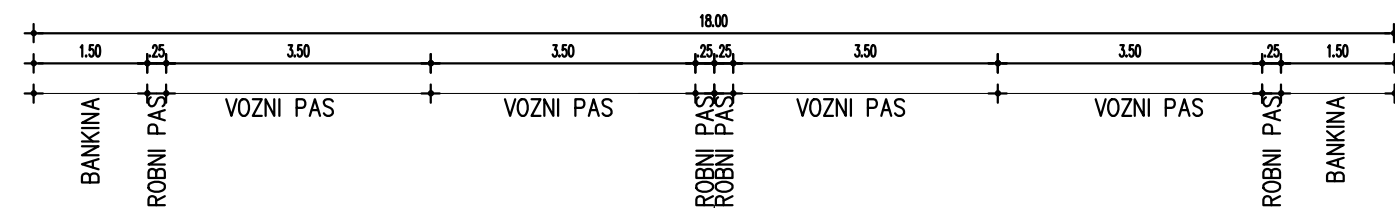
OZNAKE PROFILOV	P1	50,000	P2	50,000	P3	50,000	P4	50,000	P5	50,000	P6	50,000	P7	50,000	P8	50,000	P9	50,000	P10	50,000	P11	50,000	P12	50,000	P13	50,000	P14	50,000	P15	50,000	P16	50,000	P17	50,000	P18	50,000	P19	37,810	P20
STACIONAŽE	0,000		50,000		100,000		150,000		200,000		250,000		300,000		350,000		400,000		450,000		500,000		550,000		600,000		650,000		700,000		750,000		800,000		850,000		900,000		937,810
KOTE TERENA	288,770		287,900		288,100		288,100		288,100		288,100		288,100		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205
KOTE NIVELETE	288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205		288,205
PREME IN KRIVINE																					Prema #-937,81																		
PREČNI NAGIBI																					L=100 i=0,10%																		

Dokument: Diplomna naloga	Risba: Vzдолžni profil rekonstrukcija Štajerske ceste	
Naslov: Vpliv prometnih tokov na zasnovu novega cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani		
Izdela: Gregor KRALJ	Podpis:	Študij: gr - UNI, prometna smer
Merilo: 1:2000/200	Datum: Ljubljana, 2011	Priloga: Priloga R4

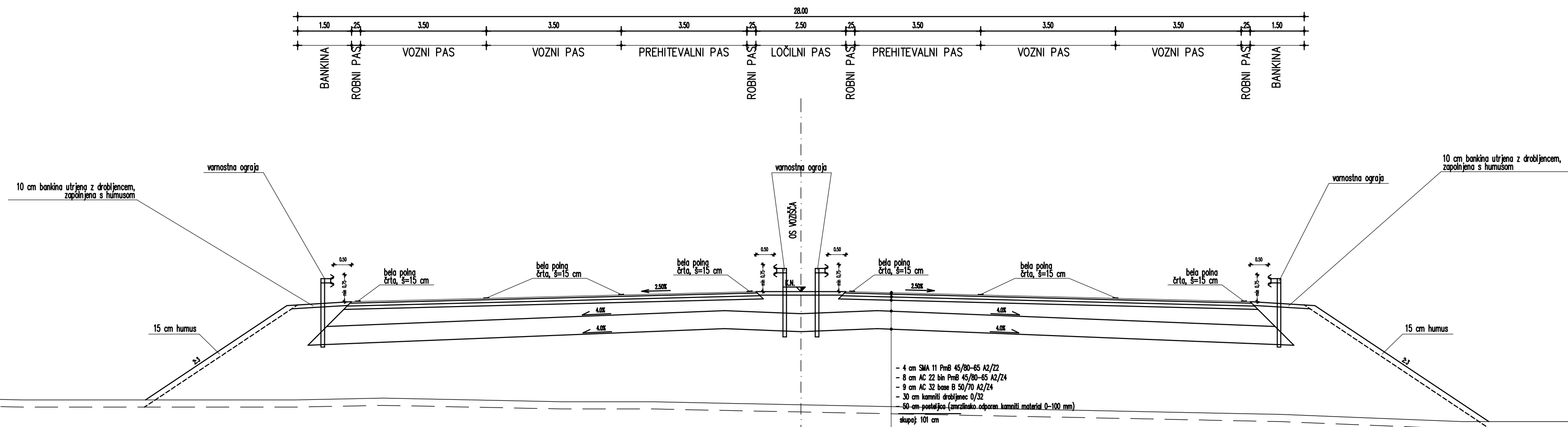


- 4 cm SMA 11 PmB 45/80-65 A2/22
- 8 cm AC 22 bin PmB 45/80-65 A2/24
- 9 cm AC 32 base B 50/70 A2/24
- 30 cm kamniti drobljenc: 0/32
- 50 cm posteljca (zmrazilno odporen kamniti material 0-100 mm)
- skupaj: 101 cm

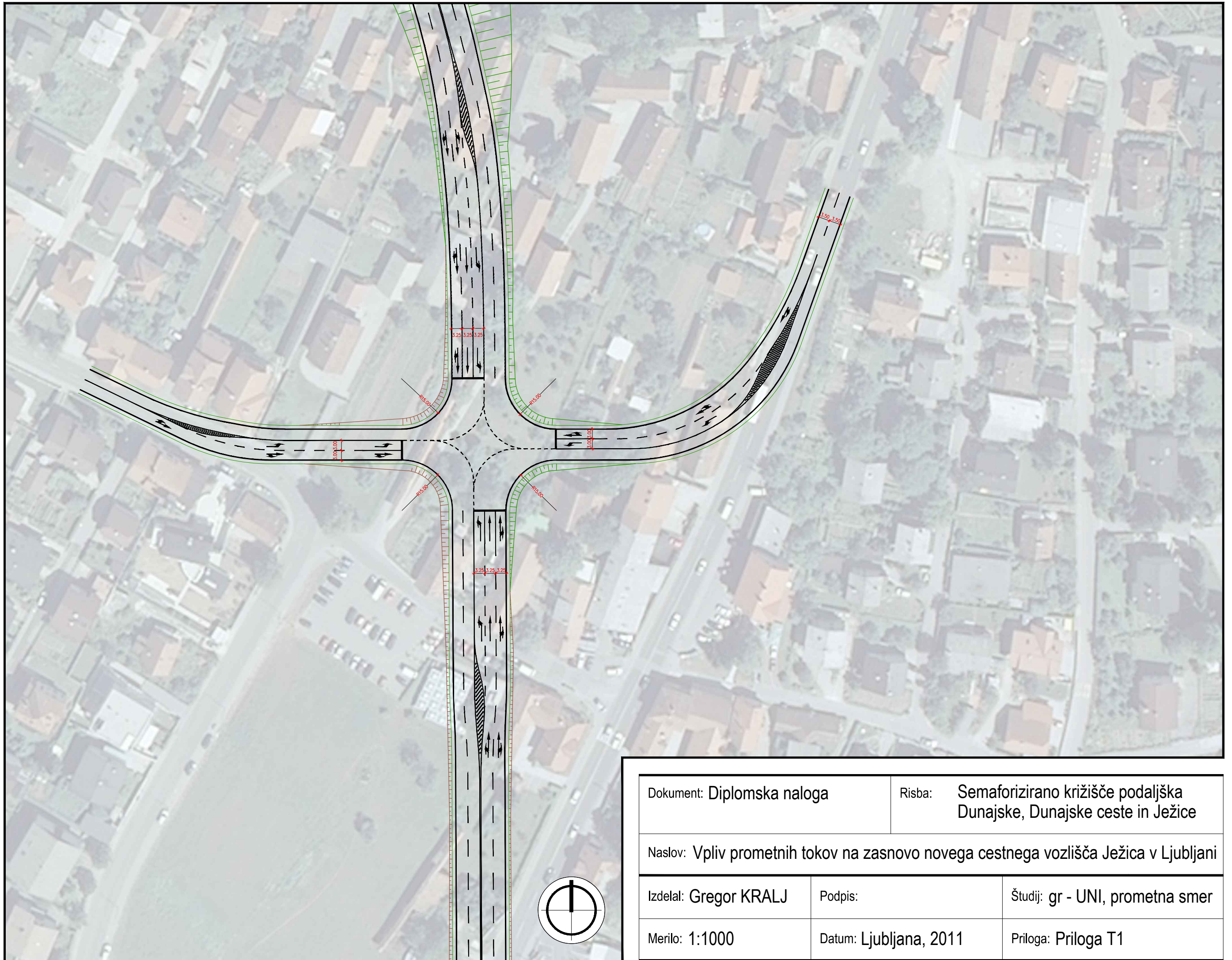
Dokument: Diplomaska naloga		Risba: Normalni prečni profil Severna tangenciala
Naslov: Vpliv prometnih tokov na zasnovo novega cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani		
Izdela: Gregor KRALJ	Podpis:	Študij: gr - UNI, prometna smer
Merilo: 1:100	Datum: Ljubljana, 2011	Priloga: Priloga S1



Dokument: Diplomaska naloga		Risba: Normalni prečni profil Podaljšek Dunajske ceste
Naslov: Vpliv prometnih tokov na zasnovo novega cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani		
Izdelal: Gregor KRALJ	Podpis:	Študij: gr - UNI, prometna smer
Merilo: 1:100	Datum: Ljubljana, 2011	Priloga: Priloga S2



Dokument: Diplomaska naloga		Risba: Normalni prečni profil Rekonstrukcija Štajerske ceste
Naslov: Vpliv prometnih tokov na zasnovo novega cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani		
Izdela: Gregor KRALJ	Podpis:	Študij: gr - UNI, prometna smer
Merilo: 1:100	Datum: Ljubljana, 2011	Priloga: Priloga S3



Dokument: Diplomaska naloga

Risba: Semaforizirano križišče podaljška Dunajske, Dunajske ceste in Ježice

Naslov: Vpliv prometnih tokov na zasnovo novega cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani

Izdelal: Gregor KRALJ

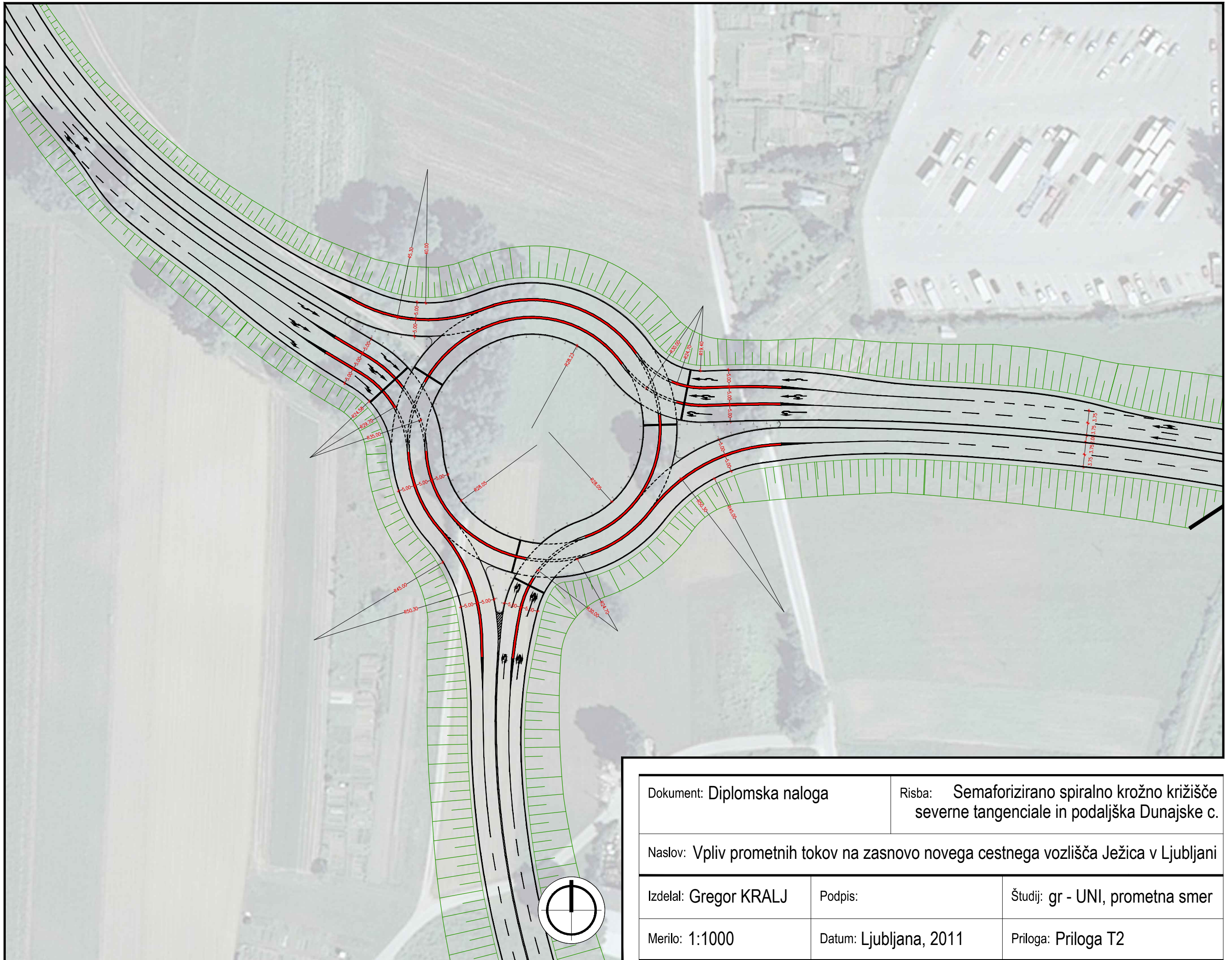
Podpis:

Študij: gr - UNI, prometna smer

Merilo: 1:1000

Datum: Ljubljana, 2011

Priloga: Priloga T1



Dokument: Diplomaska naloga

Risba: Semaforizirano spiralno krožno križišče
severne tangencialne in podaljška Dunajske c.

Naslov: Vpliv prometnih tokov na zasnovo novega cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani

Izdela: Gregor KRALJ

Podpis:

Študij: gr - UNI, prometna smer

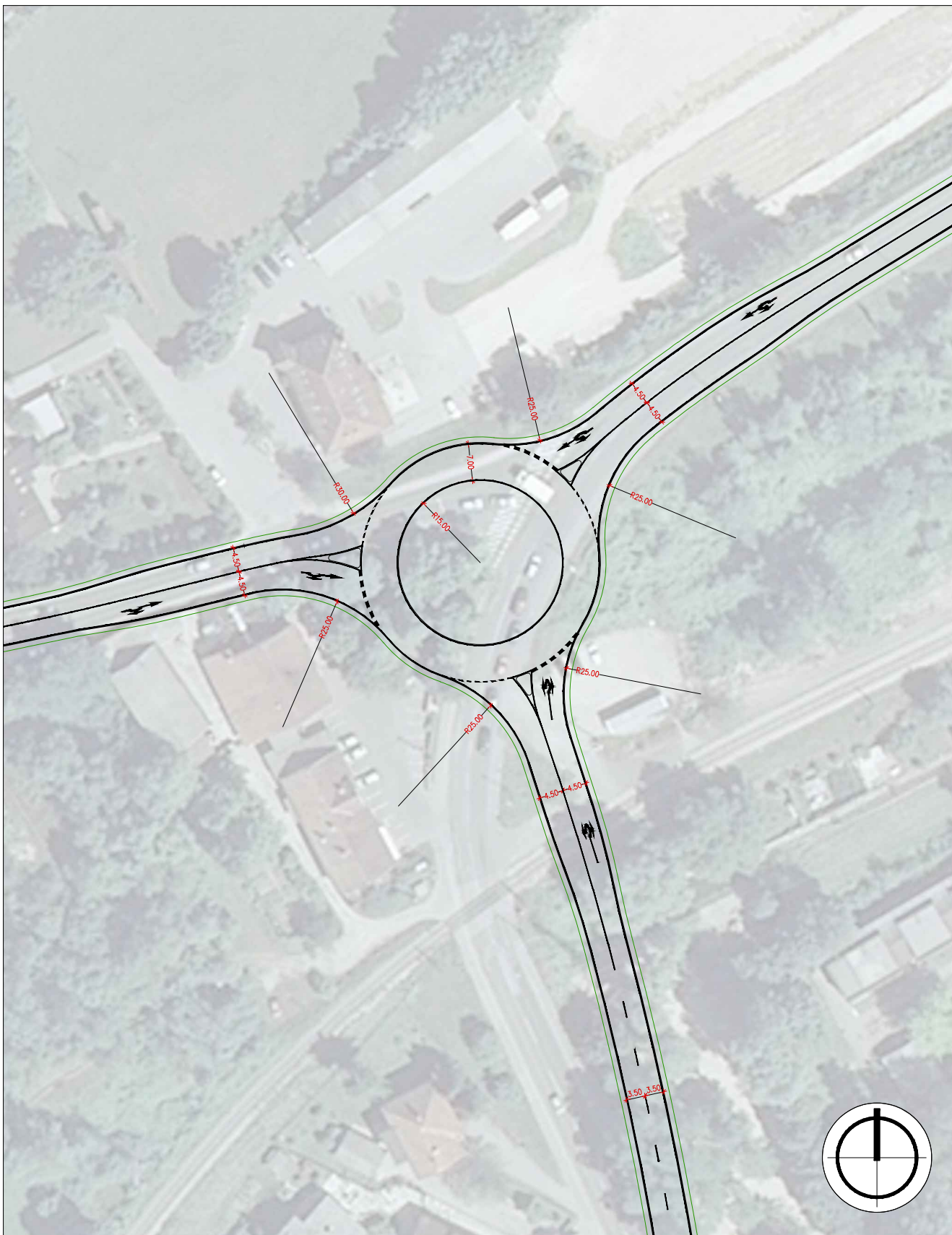
Merilo: 1:1000

Datum: Ljubljana, 2011

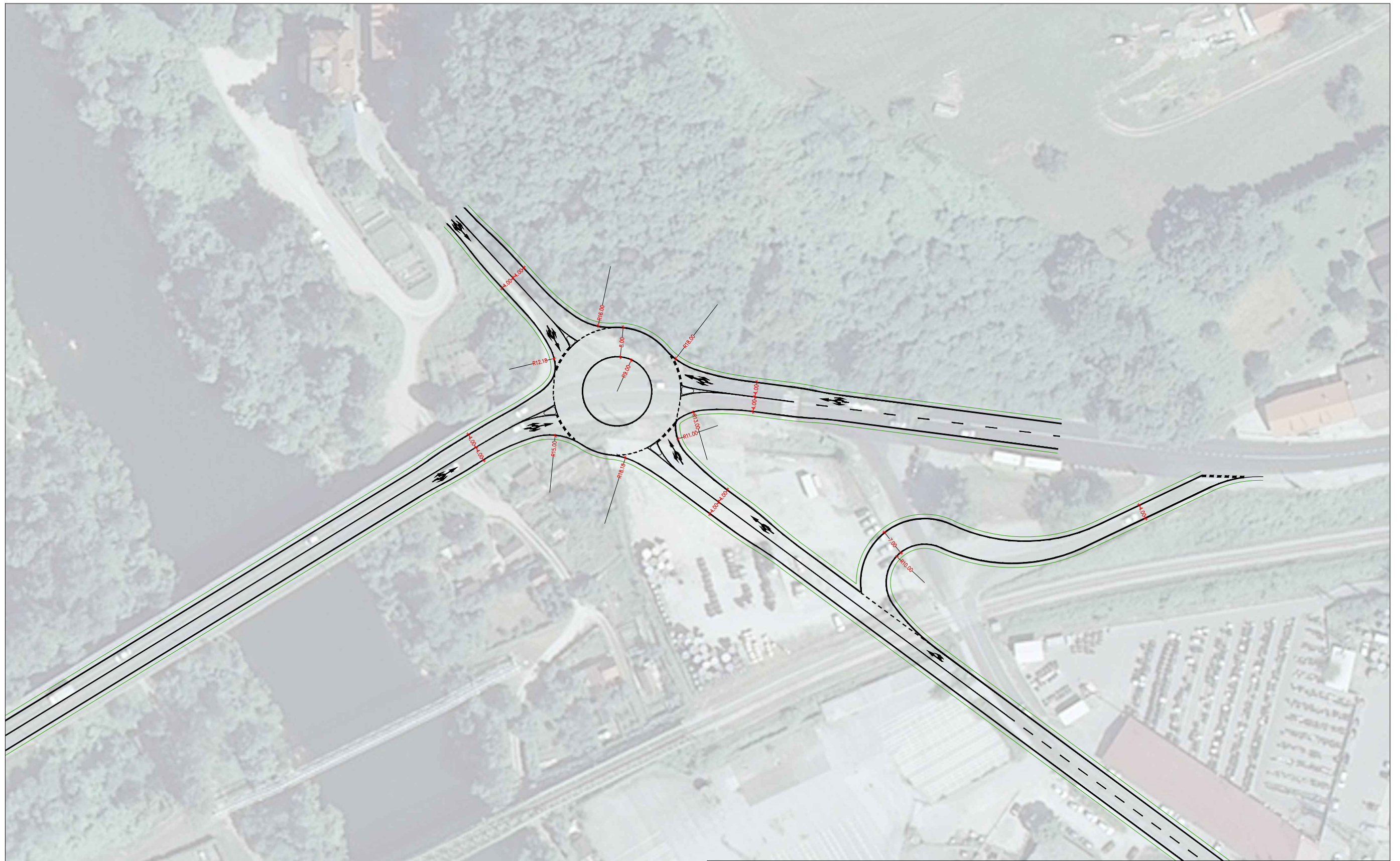
Priloga: Priloga T2



Dokument: Diplomaska naloga	Risba: Semaforizirano spiralno krožno križišče severne tangencialne in Obvozne ceste	
Naslov: Vpliv prometnih tokov na zasnovo novega cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani		
Izdelal: Gregor KRALJ	Podpis:	Študij: gr - UNI, prometna smer
Merilo: 1:1000	Datum: Ljubljana, 2011	Priloga: Priloga T3



Dokument: Diplomaska naloga		Risba: Krožno križišče Dunajske ceste in Obvozne ceste
Naslov: Vpliv prometnih tokov na zasnovo novega cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani		
Izdela: Gregor KRALJ	Podpis:	Študij: gr - UNI, prometna smer
Merilo: 1:1000	Datum: Ljubljana, 2011	Priloga: Priloga T4



Dokument: Diplomaska naloga

Risba: Krožno križišče Dunajske ceste,
Gameljske ceste in ceste 24. julija

Naslov: Vpliv prometnih tokov na zasnovo novega cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani

Izdela: Gregor KRALJ

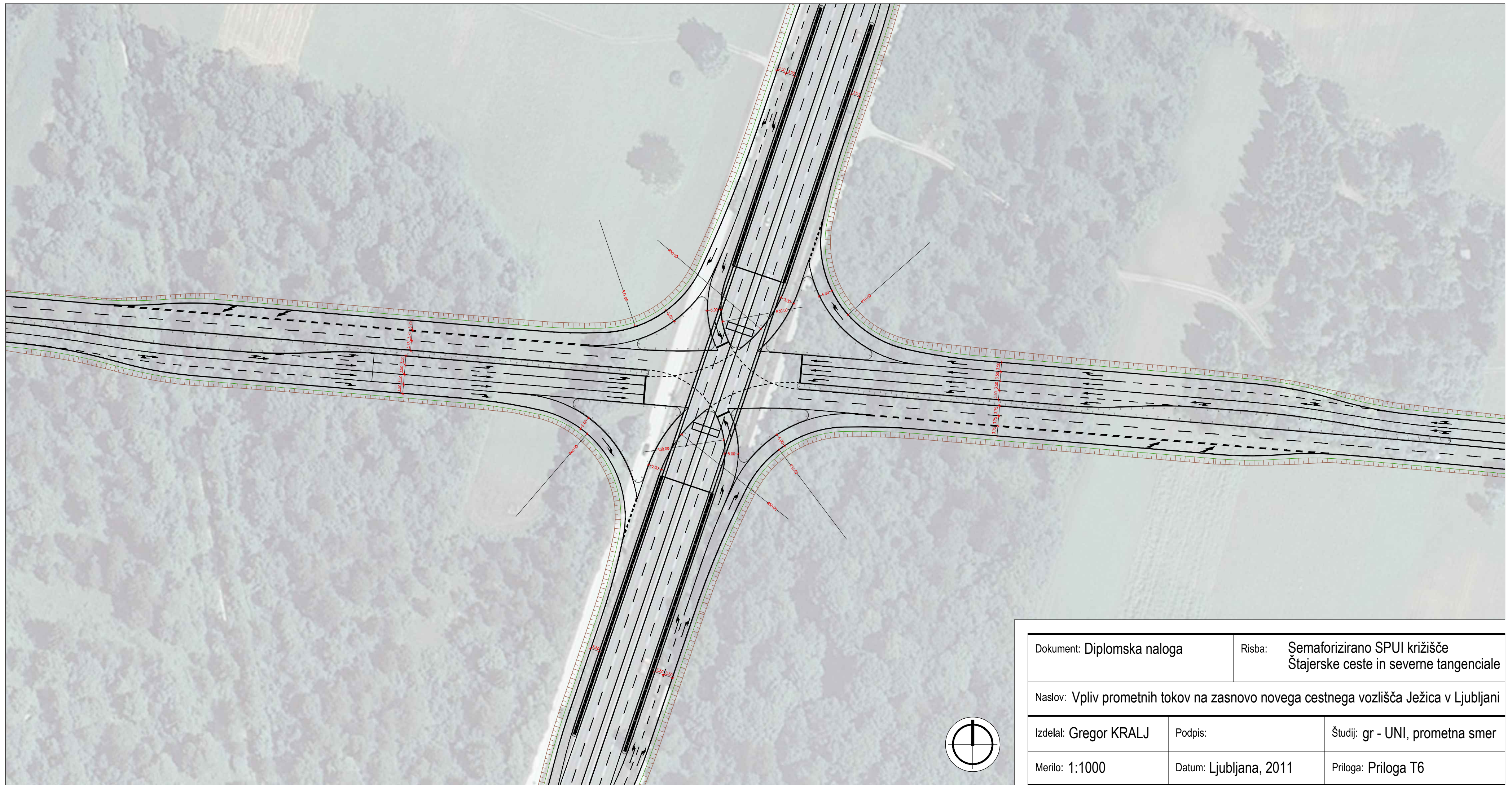
Podpis:

Študij: gr - UNI, prometna smer

Merilo: 1:1000

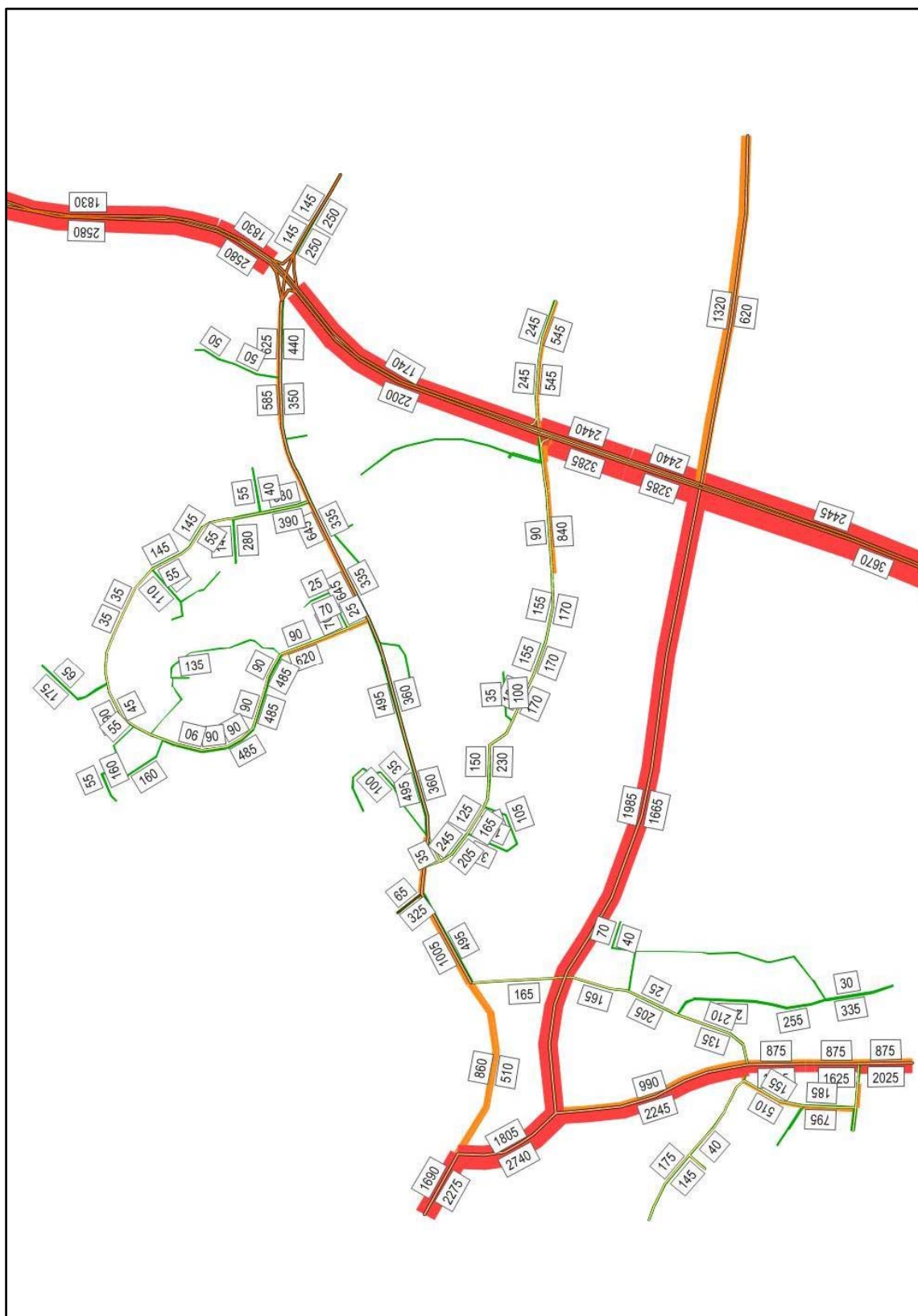
Datum: Ljubljana, 2011

Priloga: Priloga T5

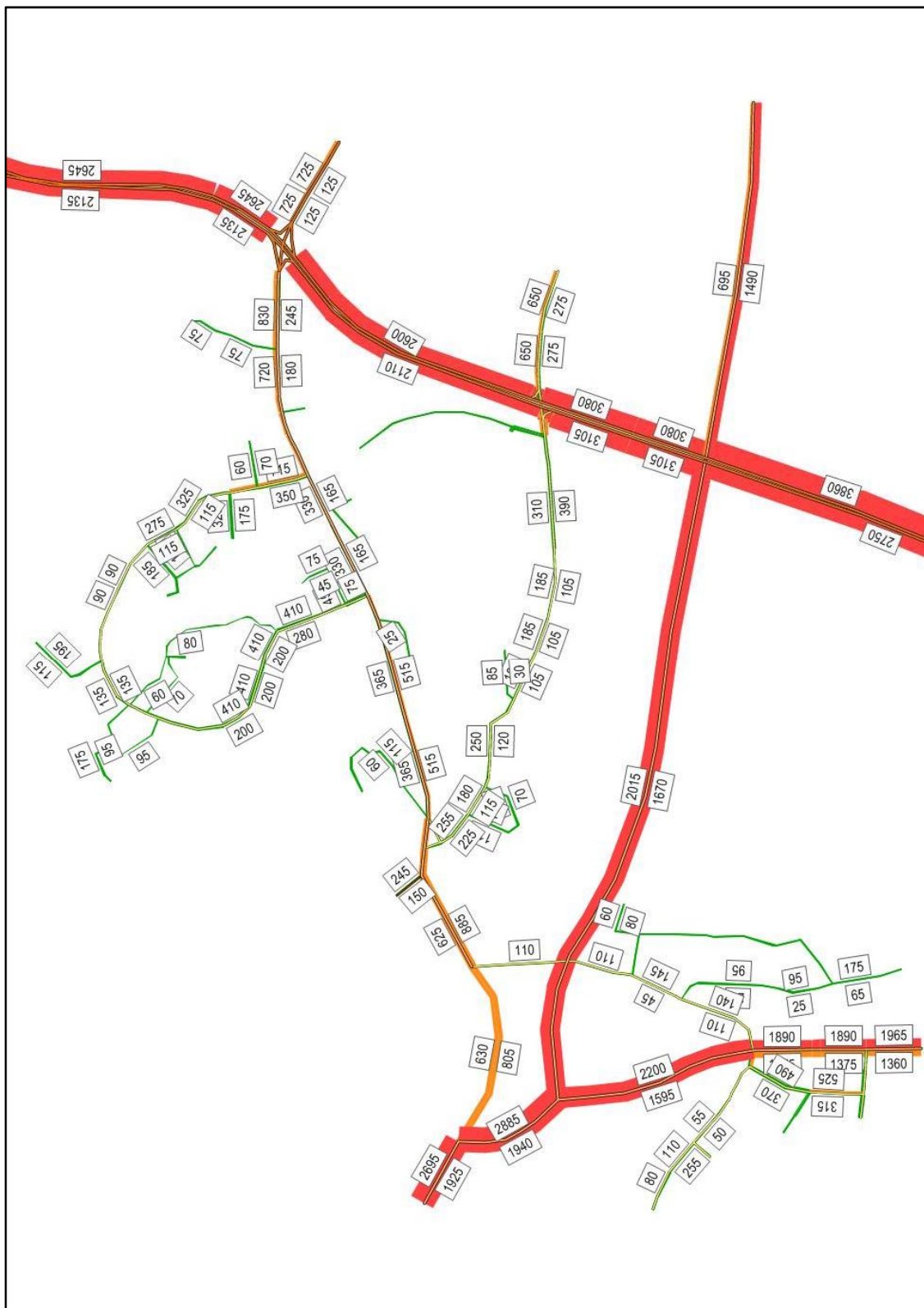


Dokument: Diplomaska naloga		Risba: Semaforizirano SPUI križišče Štajerske ceste in severne tangencialne
Naslov: Vpliv prometnih tokov na zasnovo novega cestnega vozlišča Ježica v Ljubljani		
Izdelal: Gregor KRALJ	Podpis:	Študij: gr - UNI, prometna smer
Merilo: 1:1000	Datum: Ljubljana, 2011	Priloga: Priloga T6

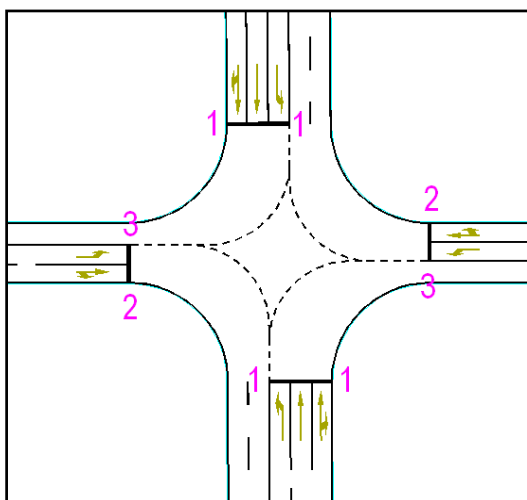
Priloga U1: Prometni tokovi na celotnem območju, jutranja konica, 2030.



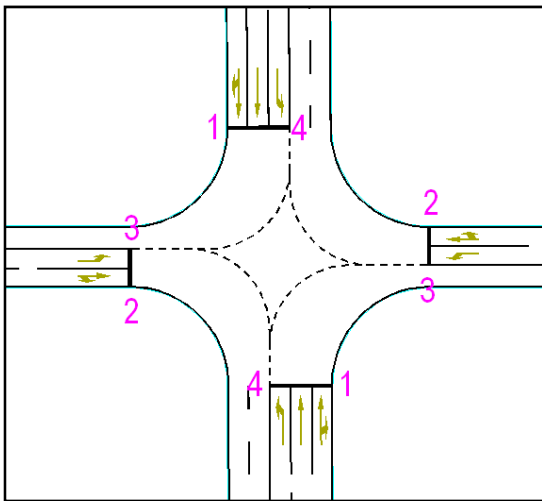
Priloga U2: Prometni tokovi na celotnem območju, popoldanska konica, 2030.



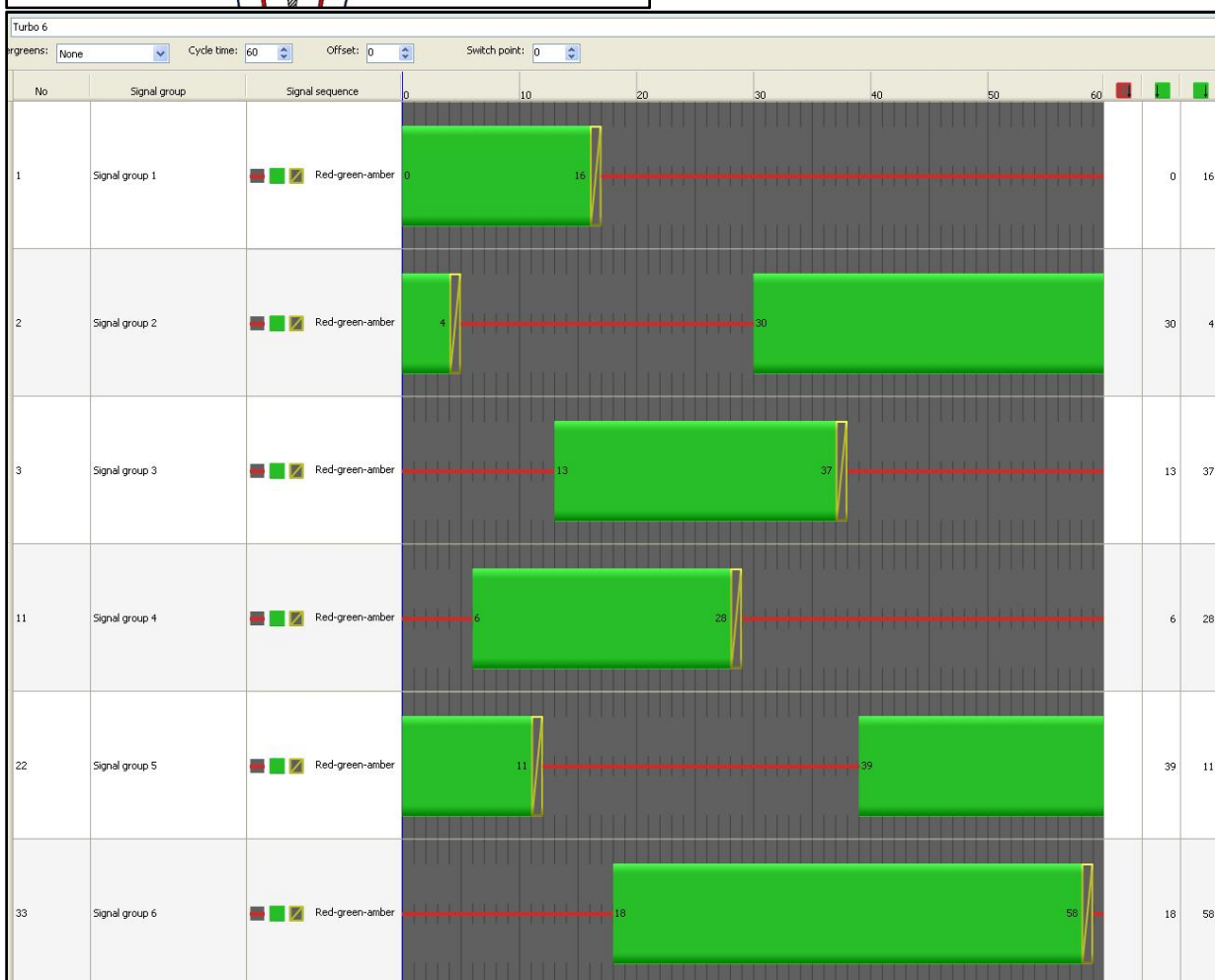
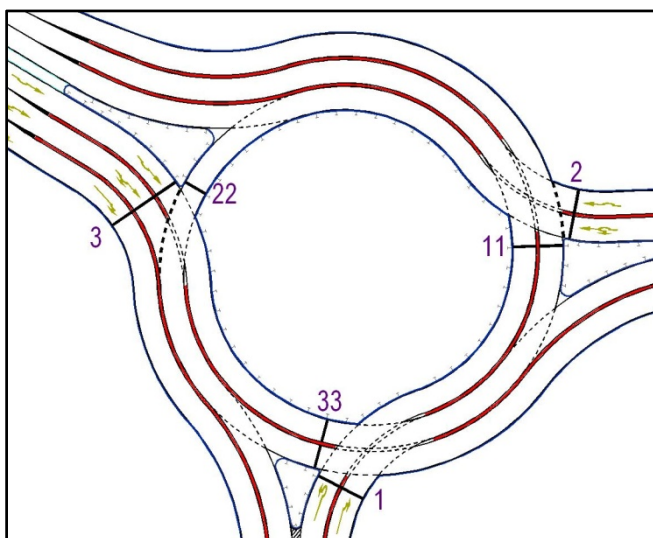
Priloga V1: Prikaz semaforjskega programa za križišče 5 v jutranji konici, leta 2030.



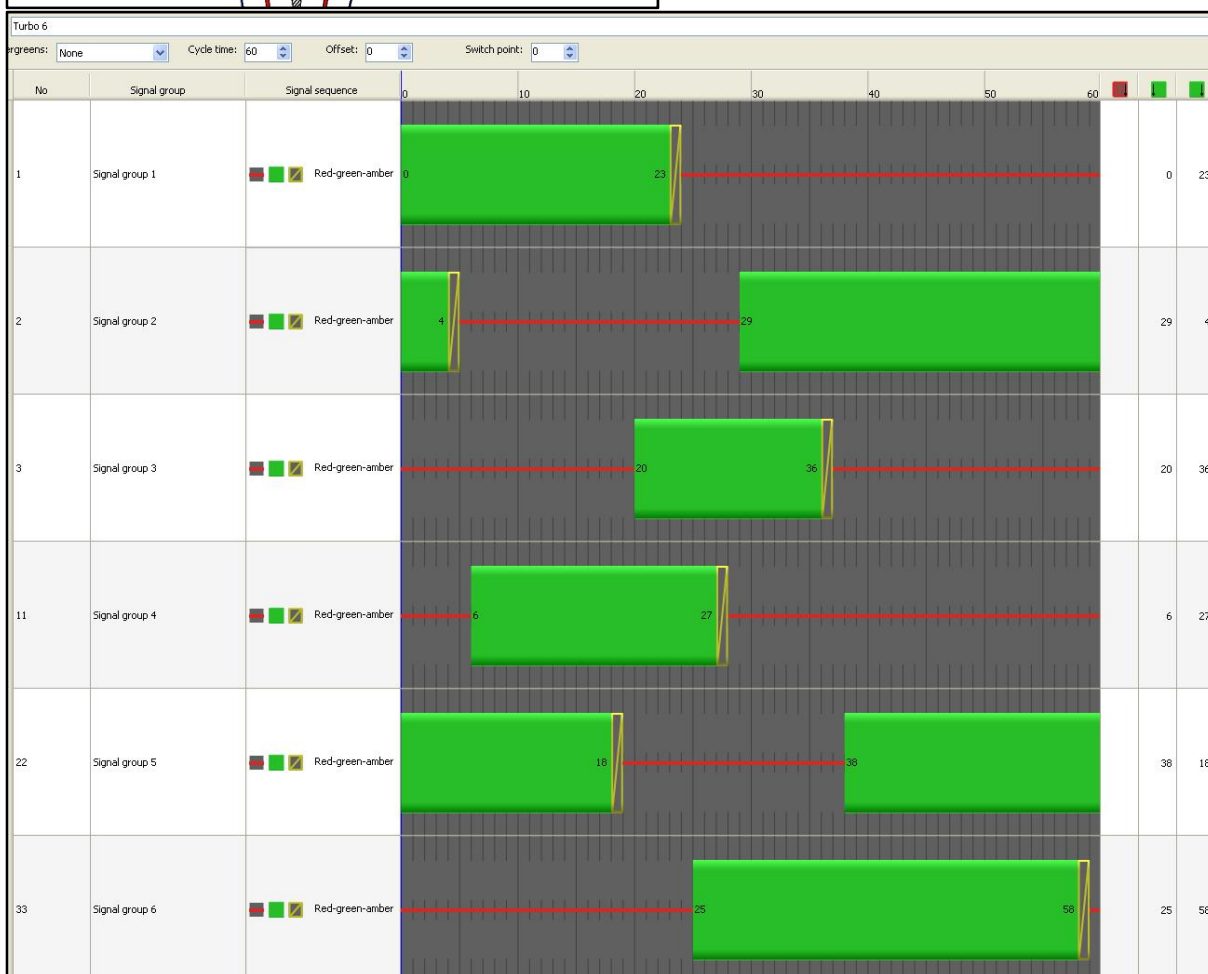
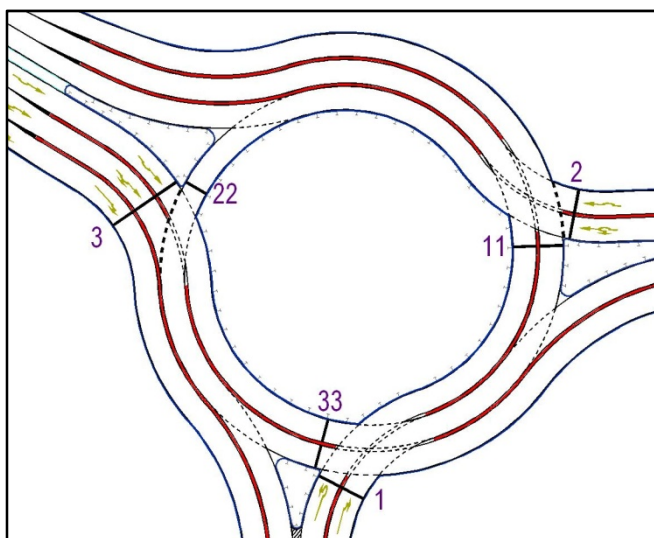
Priloga V2: Prikaz semaforškega programa za križišče 5 v popoldanski konici, leta 2030.



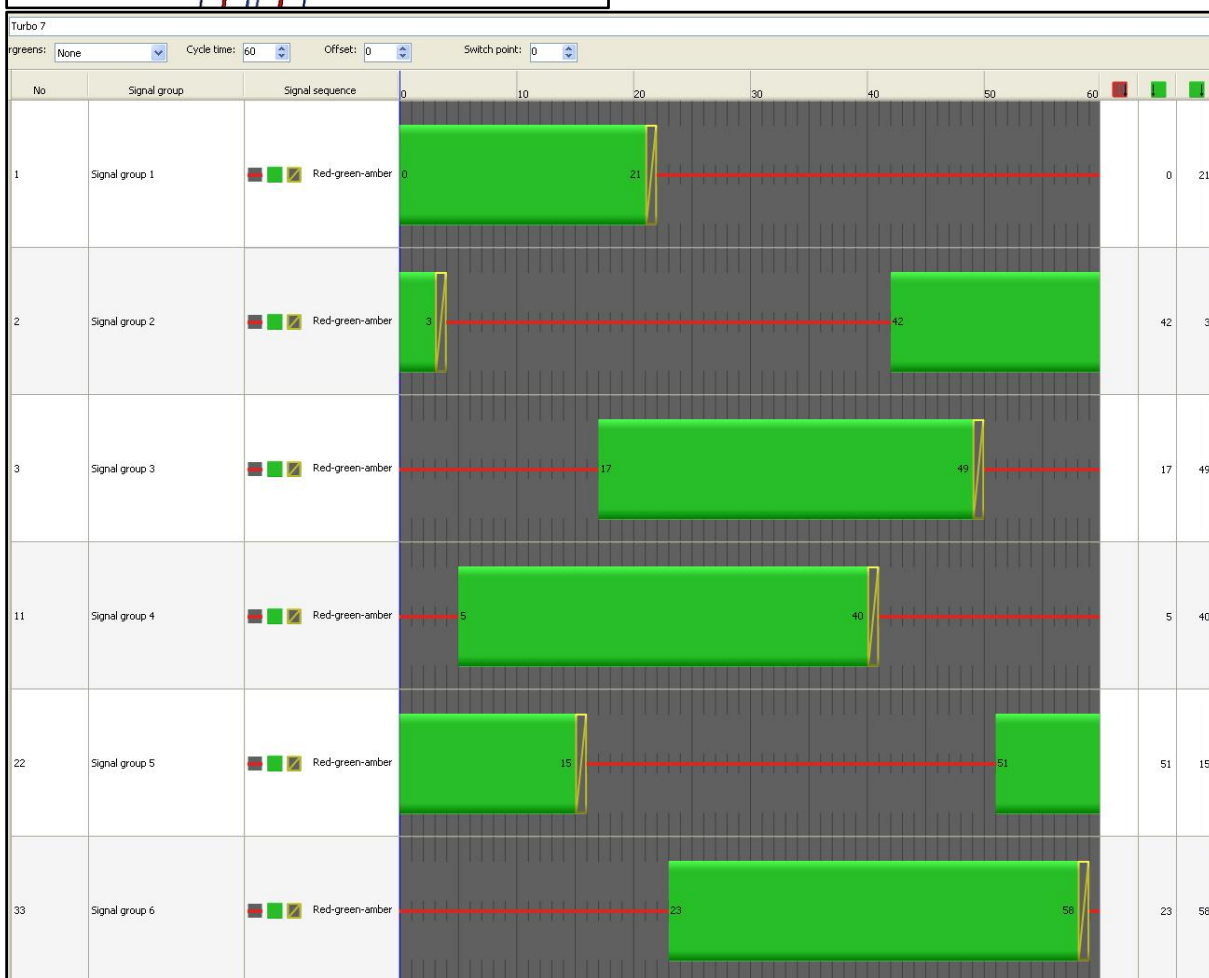
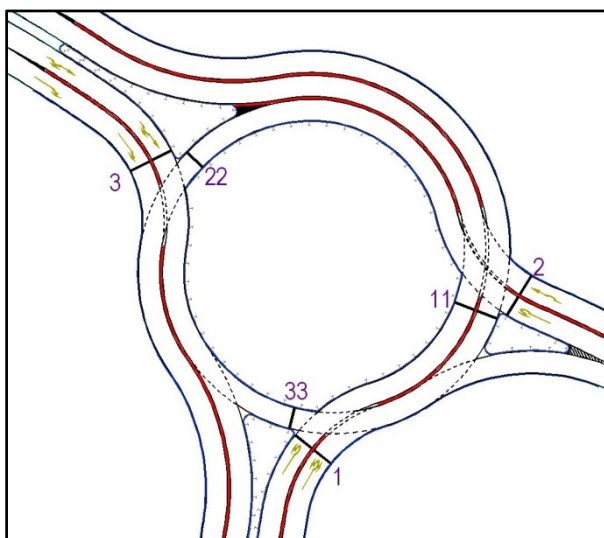
Priloga V3: Prikaz semaforjskega programa za križišče 6 v jutranji konici, leta 2030.



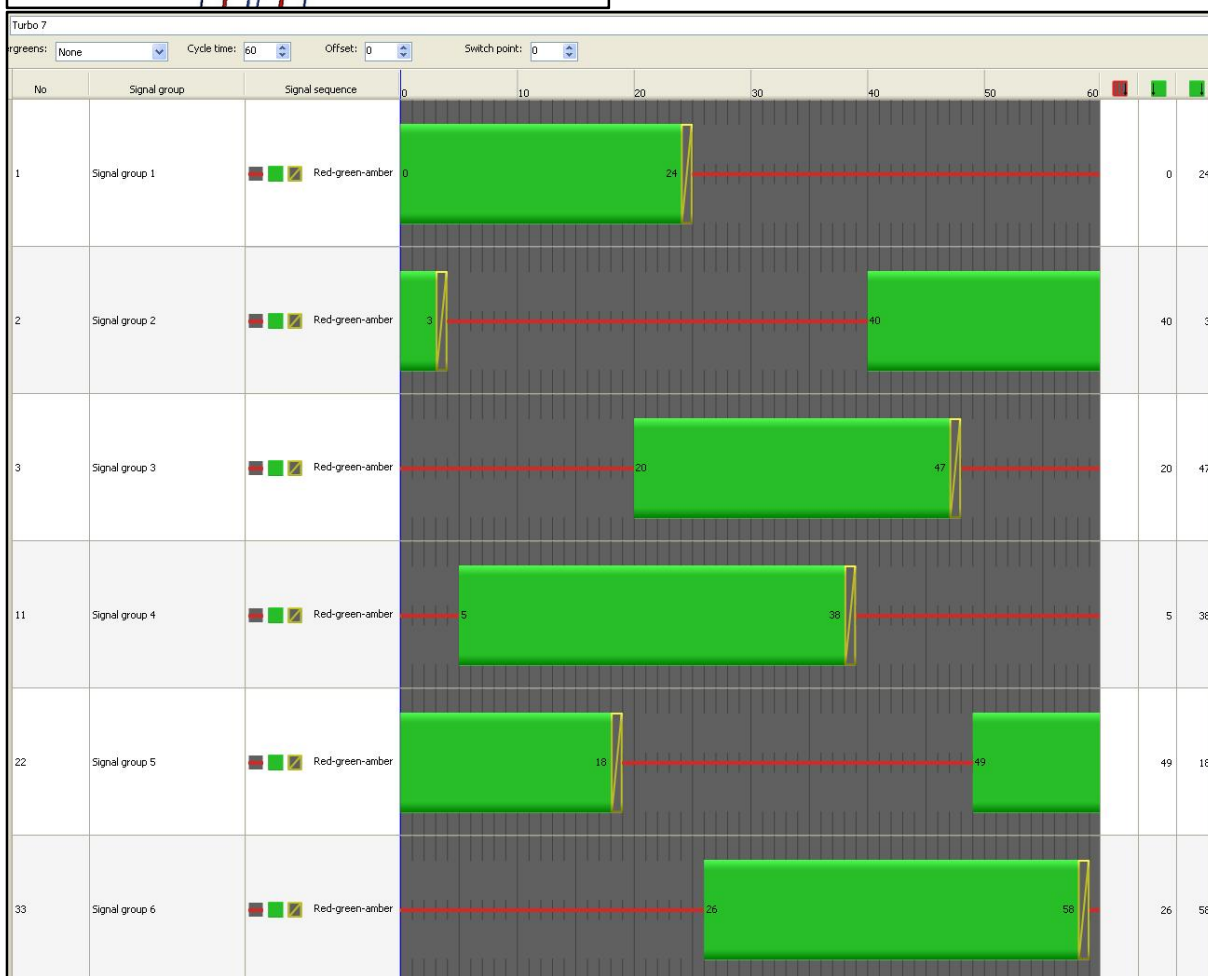
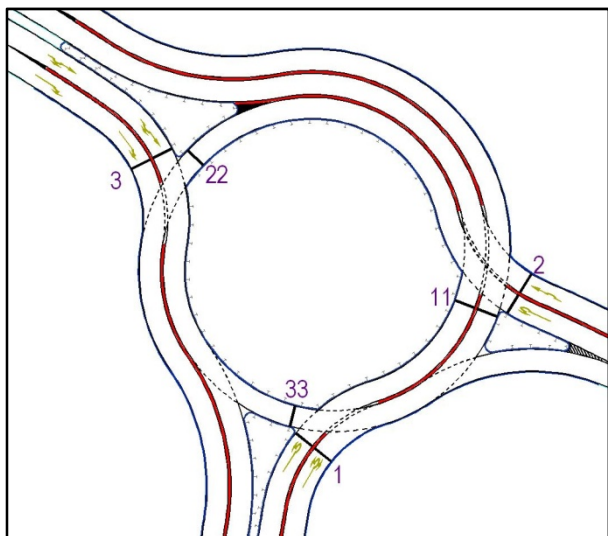
Priloga V4: Prikaz semaforškega programa za križišče 6 v popoldanski konici, leta 2030.



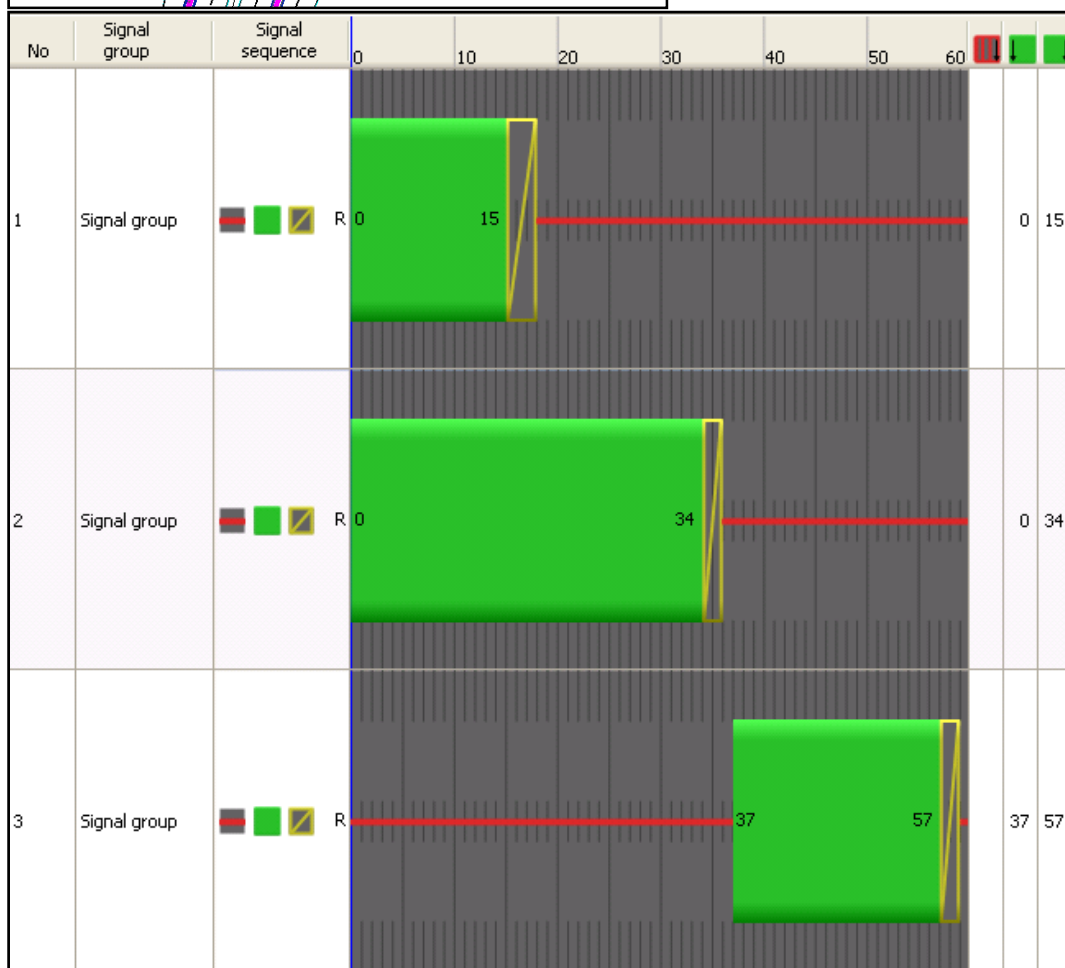
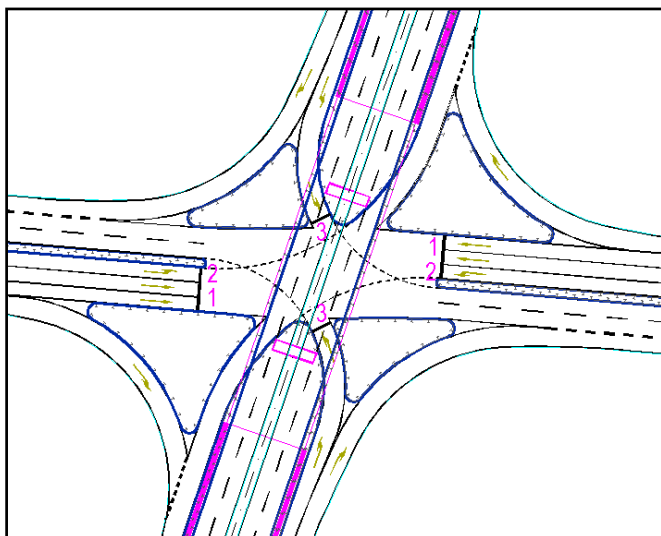
Priloga V5: Prikaz semaforškega programa za križišče 7 v jutranji konici, leta 2030.



Priloga V6: Prikaz semaforškega programa za križišče 7 v popoldanski konici, leta 2030



Priloga V7: Prikaz semaforjskega programa za križišče 13 v jutranji konici, leta 2030



Priloga V8: Prikaz semaforškega programa za križišče 13 v popoldanski konici, leta 2030

