

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



DIPLOMSKA NALOGA

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE STOPNJE GRADBENIŠTVO

Ljubljana, 2021

Univerza
v Ljubljani

*Fakulteta za
gradbeništvo in
geodezijo*



Kandidat/-ka:

Diplomska naloga št.:

Graduation thesis No.:

Mentor/-ica:

Predsednik komisije:

Somentor/-ica:

Član komisije:

Ljubljana, _____

POPRAVKI – ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

ZAHVALA

Zahvaljujem se doc.dr. Tomažu Maherju in viš. pred. dr. Roku Marsetiču ter celotnemu oddelku za promet na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani (UL FGG) zaradi napotkov in pomoči pri usmerjanju ter pri iskanju podatkov in literature za diplomsko nalogo. Zahvaljujem se tudi asist. dr. Darji Šemrov, ki mi je pomagala pri oblikovanju in pri popravi diplomske naloge in dr. Mirti Čok za lektoriranje.

Iskreno se zahvaljujem družini in prijateljem, ki so mi med študijsko potjo dajali podporo in motivacijo, da sem uspešno zaključil študij na fakulteti.

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 625.735:656.1(497.4)(043.2)
Avtor: Loris Strain
Mentor: doc. dr. Tomaž Maher
Somentor: viš. pred. dr. Rok Marsetič
Naslov: Kapacitetna in prometno varnostna analiza dveh križišč na cesti Strada Nuova per Opicina (SR 58), občina Trst, Opčine
Tip dokumenta: diplomska naloga
Obseg in oprema: 64 str., 12 pregl., 74 sl., 12 pril., 9 vir.
Ključne besede: varnostna analiza, kapacitetna analiza, prepustnost, križišče, sistem semaforizacije, krožno križišče

Izvleček

V sklopu diplomske naloge smo predstavili prometno varnostno in kapacitetno analizo dveh križišč, ki se nahajata v občini Trst, in sicer na območju deželne ceste (SR58) Nova cesta za Opčine/(SR58) Strada Nuova per Opicina, in dveh stranskih cest, ceste za Ferluge/Salita a Conconello in Ulice Della Bellavista. V prvem delu diplomske naloge smo predstavili varnostno analizo s pomočjo programov Microsoft Access in ArcMap, s katerima smo tudi grafično prikazali vse lokacije nezgod. S pomočjo urada za infrastrukturo, logistiko in transportne storitve Avtonomne Dežele Furlanije Julijske Krajine in tržaške občinske policije smo na analiziranem odseku zbrali podatke 10 letnih nezgod, in sicer od leta 2010 do 2019. V nadaljevanju so navedene in opisane rešitve, ki bi zmanjšale cestne nesreče.

V drugem delu diplomske naloge smo predstavili kapacitetno analizo obravnavanih križišč. Izvedli smo analizo obstoječega in planskega stanja, ki ga predvidevamo čez 20 let. Ugotovili smo, da je današnji nivo uslug nezadosten glede na sodobni pravilnik. Zato smo zasnovali nove rešitve, s katerimi bi izboljšali prometni tok na odseku. S programom SIDRA INTERSECTION 9 smo izdelali variante obstoječega stanja in ga primerjali z dvema variantami (križišči s sistemom semaforizacije in krožno križišče). Na podlagi rezultatov lahko sklepamo najboljšo rešitev: krožno križišče.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 625.735:656.1(497.4)(043.2)
Author: Loris Strain
Supervisor: Assist. Prof. Tomaž Maher, Ph.d.
Co-supervisor: Sen. Rect. Rok Marsetič, Ph.d.
Title: Capacity and traffic safety analysis of two crossings at the Strada Nuova per Opicina (SR58), municipality of Trieste, Opicina
Document type: Graduation Thesis
Notes: 64 p., 12 tab., 74 fig., 12 graph., 9 ref.
Keywords: traffic safety, capacity analysis, reconstruction, light, rondabout, intesection, traffic flow

Abstract

My graduation thesis focuses on the safety and traffic analysis of two intersections, located in the municipality of Trieste, namely in the area where the regional road Strada nuova per Opicina intersects with the roads Salita a Conconello and Via della Bellavista.

The first part of the examines the safety of the area. The safety analysis was conducted by using the programs Microsoft Access and ArcMap, to graphically display all the locations where the accidents occurred. The collaboration with the Office for Infrastructure, Logistics and Transport Services of the Region Friuli Venezia Giulia and the municipal police made possible the collection of information regarding the annual accidents from 2010 to 2019. The results based upon the collected data confirmed the presence of critical points, where the numbers of road accidents peaked. In the final part of the research possible solutions to reduce road accidents are presented.

The second part of the thesis consists in the analysis of the traffic load during the peak hours. The current load of traffic was the starting point for the research. Statistical tools and calculations were applied to the current data in order to show the traffic conditions in the next 20 years. The results reveal how the road intersections are characterized by heavy traffic and therefore, are not flow. The latter part of the analysis shows some potential solutions to the problem. In this case, the program SIDRA INTERSECTION 9 was used. Models of the area were created both reproducing the current and the future state of the intersections. The two models were compared with a solution where a traffic light system and a roundabout were installed. The final results indicate how the best solution to diminish the traffic congestion and increase the safety is the creation of a roundabout.

KAZALO

POPRAVKI – ERRATA.....	I
ZAHVALA.....	II
BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK.....	III
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	IV
KAZALO SLIK.....	VII
KAZALO PREGLEDNIC.....	IX
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI / ABBREVIATIONS AND SYMBOLS	X
1 UVOD	1
2 OBSTOJEČE STANJE	2
2.1 OPIS POSAMEZNIH KRAKOV	3
2.1.1. SEVERNO KRIŽIŠČE K1	3
2.1.1.1. Krak A.....	3
2.1.1.2. Krak C.....	4
2.1.1.3. Krak D.....	5
2.1.2. JUŽNO KRIŽIŠČE K2.....	6
2.1.2.1 Krak A.....	6
2.1.2.2. Krak B.....	7
2.1.2.3. Krak C.....	8
3 PROMETNO VARNOSTNA ANALIZA.....	9
3.1. Varnostna analiza križišč K1 in K2	10
4 KAPACITETNA ANALIZA KRIŽIŠČ.....	18
4.1. Vhodni podatki.....	19
4.2. Diagrami prometnih obremenitev za križišče K1 in K2	21
KRIŽIŠČE K1.....	21
KRIŽIŠČE K2.....	22
4.3. Kapacitetna analiza križišč K1 in K2 s pomočjo programa SIDRA INTERSECTION 9	23
4.4. Predstavitev posameznih variant.....	24
V nadaljevanju bomo predstavili variante V0, V1, V2 z upoštevanjem današnjih in bodočih prometnih obremenitev. Vsaki analizi bodo sledile ugotovitve.	24
4.4.1. Varianta V0: jutranja urna konica - obstoječe prometne obremenitve.....	24
4.3.2. Varianta V0: popoldanska urna konica– obstoječe prometne obremenitve	25
4.3.3. Varianta V0 jutranja urna konica - planska doba	26
4.3.4. Varianta V0 popoldanska urna konica - planska doba.....	27
4.4. Varianta V1: Semaforizirano križišče.....	28
4.4.1. Varianta V1: jutranja urna konica - obstoječe prometne obremenitve.....	29
4.4.2. Varianta V1: popoldanska urna konica - obstoječe prometne obremenitve.....	30

4.4.4. Varianta V1: popoldanska urna konica - planska doba	32
4.5. Varianta V2: krožno križišče	33
4.5.1. Varianta V2: jutranja urna konica - obstoječe prometne obremenitve	36
4.5.2. Varianta V2 popoldanska urna konica - obstoječe prometne obremenitve.....	37
4.5.3. Varianta V2 jutranja urna konica - planska doba	38
4.5.4. Varianta V2 popoldanska urna konica- planska doba.....	39
5 ZAKLJUČEK.....	40
VIRI.....	41

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz krakov križišča K1	2
Slika 2: Prikaz krakov križišča K2	2
Slika 3: Obstoječe stanje na kraku A [2]	3
Slika 4: Obstoječe stanje na kraku C [2]	4
Slika 5: Obstoječe stanje na kraku D [2]	5
Slika 6: Obstoječe stanje na kraku A	6
Slika 7: Obstoječe stanje na kraku B [2]	7
Slika 8: Obstoječe stanje na kraku B [2]	8
Slika 9: Kritična lokacija nastanka številnih nezgod [2]	12
Slika 10: Grafični prikaz nezgod glede na tip nezgode	13
Slika 11: Preglednost pri vključevanju priključka na GPS [3]	14
Slika 12: Zaustavna dolžina za tehnično skupino B [4]	15
Slika 13: Prikaz preglednostnega trikotnika križišča K1- Strada nuova per Opicina - Salita a Conconello [2]	15
Slika 14: Prikaz preglednostnega trikotnika križišča K2- Strada nuova per Opicina - Via della Bellavista [2]	16
Slika 15: Ponazoritev krožnega križišča [5] [4]	16
Slika 16: Sistem COPS & road [6]	17
Slika 17: Prikaz območij križišč K1 in K2 [2]	20
Slika 18: DPO- jutranja konica K1 (08:15-09:15)	
Slika 19: DPO- popoldanska konica K1 (16:30-17:30)	21
Slika 20: DPO - jutranja konica K2 (08:15-09:15)	
Slika 21: DPO - popoldanska konica K2 (16:30-17:30)	22
Slika 22: Geometrija analiziranega območja	
Slika 23: Dolžina kolon	
Slika 24: Stopnja zasičenosti	24
Slika 25: Zamude	
Slika 26: Nivo uslug	24
Slika 27: Dolžina kolon	
Slika 28: Stopnja zasičenosti	
Slika 29: Zamude	25
Slika 30: Nivo uslug	25
Slika 31: Dolžina kolon	
Slika 32: Stopnja zasičenosti	
Slika 33: Zamude	26
Slika 34: Nivo uslug	26
Slika 35: Dolžina kolon	
Slika 36: Stopnja zasičenosti	
Slika 37: Zamude	27
Slika 38: Nivo uslug	27
Slika 39: Semaforizirano križišče	28
Slika 40: Dolžina kolon	
Slika 41: Stopnja zasičenosti	
Slika 42: Zamude	29
Slika 43: Nivo uslug	29
Slika 44: Dolžina kolon	
Slika 45: Stopnja zasičenosti	
Slika 46: Zamude	30

Slika 47: Nivo uslug	30
Slika 48: Dolžina kolon	
Slika 49: Stopnja zasičenosti	
Slika 50: Zamude	31
Slika 51: Nivo uslug	31
Slika 52: Dolžina kolon	
Slika 53: Stopnja zasičenosti	
Slika 54: Zamude	32
Slika 55: Nivo uslug	32
Slika 56: Model krožnega križišča	33
Slika 57: Vodenje krakov v krožno križišče [4]	34
Slika 58: Skica novega krožnega križišča [2]	34
Slika 59: Dolžina kolon	
Slika 60: Stopnja zasičenosti	36
Slika 61: Zamude	
Slika 62: Nivo uslug	36
Slika 63: Dolžina kolon	
Slika 64: Stopnja zasičenosti	37
Slika 65: Zamude	
Slika 66: Nivo uslug	37
Slika 67: Dolžina kolon	
Slika 68: Stopnja zasičenosti	38
Slika 69: Zamude	
Slika 70: Nivo uslug	38
Slika 71: Dolžina kolon	
Slika 72: Stopnja zasičenosti	39
Slika 73: Zamude	
Slika 74: Nivo uslug	39

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Cestni profil kraka A (severno križišče K1)	3
Preglednica 2: Cestni profil kraka C (severno križišče K1)	4
Preglednica 3: Cestni profil kraka D	5
Preglednica 4: Cestni profil kraka A	6
Preglednica 5: Cestni profil kraka B	7
Preglednica 6: Cestni profil kraka C	8
Preglednica 7: Nesreče glede na leto	10
Preglednica 8: Nesreče glede na tip nesreče	11
Preglednica 9: Nesreče porazdeljene glede na stacionažo	11
Preglednica 10: Prometne obremenitve kraka D levo	19
Preglednica 11: Nivo uslug križišča	23
Preglednica 12: Krožna križišča glede na lokacijo in velikost [4]	33

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI / ABBREVIATIONS AND SYMBOLS

Pz	zaustavna preglednost
Lz	zaustavna razdalja
q_p	ekvivalenti pretok za 15-minutno konico (EOV/h)
V	urni volumen
Fg	faktor vzdolžnega sklona
f_{hv}	faktor težkih vozil
FKU	faktor konične ure
GPS	glavna prometna smer
SPS	stranska prometna smer
EOV	enote osebnih vozil
PLSR	povprečna letna stopnja rasti prometne obremenitve
DPO	diagram prometnih obremenitev

1 UVOD

Promet in vsa prometna infrastruktura predstavljata hrbtenico države in omogočata ekonomski, socialni in politični razvoj. Bolj kot je promet fluiden in prepusten, bolj je država bogata in razvita. Prometni tokovi in gostota prometa se od časa razvoja trgovskih in potniških poti vse do danes povečujejo eksponentno. Ena izmed ključnih nalog vsake države je nadzor in načrtovanje razvoja prometnih infrastruktur ter prometa. Prometna politika upošteva razvojne potrebe na državni in lokalni ravni in danes je del sistema politike ne le gospodarskega razvoja, ampak tudi družbene blaginje, socialne in prostorske ter okoljske politike. Zaradi nevarnosti in preobremenjenosti spadajo med glavna vprašanja križišča in ceste. Ta vprašanja rešuje inženir, ki analizira obstoječe stanje in išče primerne rešitve za bodočnost. Za izboljšanje prometne varnosti uporabljamo ukrepe, kot so izvedba prometne signalizacije in naprav, ki uravnesajo promet in opozarjajo voznika na morebitne nevarnosti. Če ta sistem ne zadošča, se projektant lahko odloči za rekonstrukcijo križišča, npr. v krožno križišče. Sklep za preureditev cestne infrastrukture je leta 2001 sprejela Evropska komisija, ki je zastavila načrt o razpolovitvi števila smrtnih žrtev na evropskih cestah do leta 2010, tako da se do leta 2050 približamo odpravi smrtnih žrtev. Komisija je predlagala konkretne ukrepe za povečanje ravni prometne varnosti cestne infrastrukture [1].

V diplomski nalogi bomo predstavili prometno varnostno analizo dveh križišč, ki se nahajata v Italiji, in sicer v občini Trst. Križišča so prometne površine, ki združijo dve ali več cest oziroma več prometnih tokov. Če so le-ta nepravilno izdelana, lahko vodijo v zastoje in so lahko hkrati nevarne, kot v nadaljevanju prikažejo analize obravnavanih križišč. Analizo smo izvedli na stacionaži od 2+500 m do 2+900 m deželne ceste (SR58) Strada Nuova per Opicina, ki povezuje kraške vasi z mestom. Na omenjenem odseku se nahajata dve križišči, ki sestavljata Salita a Conconello, cesta ki se od nivojskega križanja s tramvajsko progo vzpenja do glavne ceste Strada Nuova per Opicina in Via della Bellavista, ki povezuje glavno cesto z vasjo Ferluge. Izbral sem si to območje, ker je nivo uslug slab in je prometna varnost nezadostna, saj je preglednost slaba. Med večurnim štetjem smo ugotovili, da je promet nasičen. V sklopu diplomske naloge smo upoštevali določila Pravilnika o projektiranju cest, ki je veljaven v Republiki Sloveniji in izdelali smo nove rešitve, s katerimi bomo rešili trenutne probleme.

2 OBSTOJEČE STANJE

Analizirali smo dve trikraki križišči v lokaciji v občini Trst na stacionaži 2+900 m in 2+500 m na cesti (SR 58) Strada Nuova per Opicina. Kraki povezujejo vasi kraškega območja, vas Ferluge in mesto Trst. Strada Nuova per Opicina je deželna cesta, na kateri je hitrost omejena na 50 km/h. Analizo smo opravili za vsako posamezno križišče, nato smo jih upoštevali skupaj.

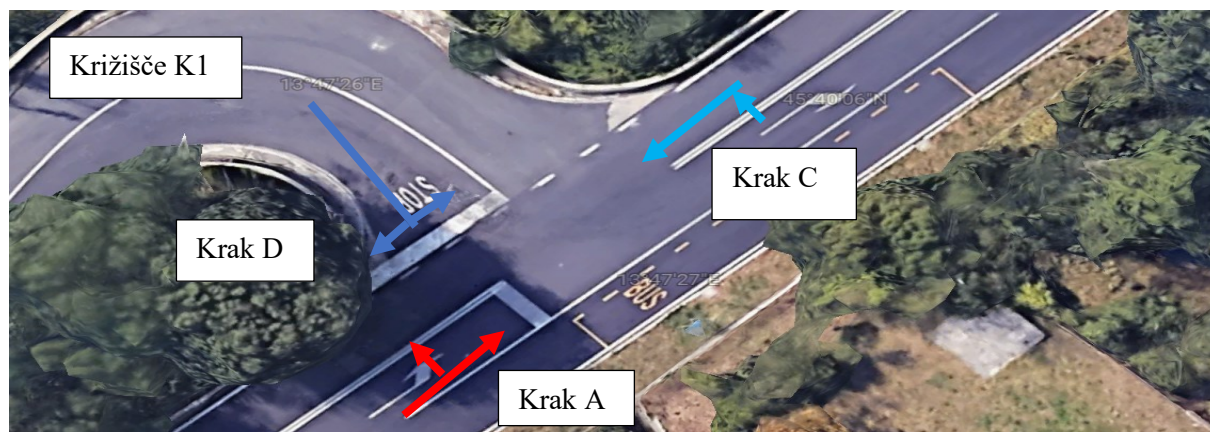
Na levi strani kraka A se nahaja parcela z objektom v lasti podjetja Anas S.p.A.- Area gestione rete Friuli Venezia Giulia. Trenutno objekt ni v uporabi in zato podjetje nudi možnost preureditve območja, spremembe namembnosti ali porušitve objekta. Na ta način obstaja možnost, da bi parcelo izrabili za izdelavo novega enotnega križišča, torej krožnega križišča. Na ta način bi na novo zasnovali tudi vzdolžni naklon cest.

Na deželni cesti (SR58) Strada Nuova per Opicina sta pospeševalna pasova, ki nudita možnost vozniku, da pospeši hitrost vožnje in da se varno vključi v glavno prometni tok. Takšne rešitve so v Sloveniji redke.

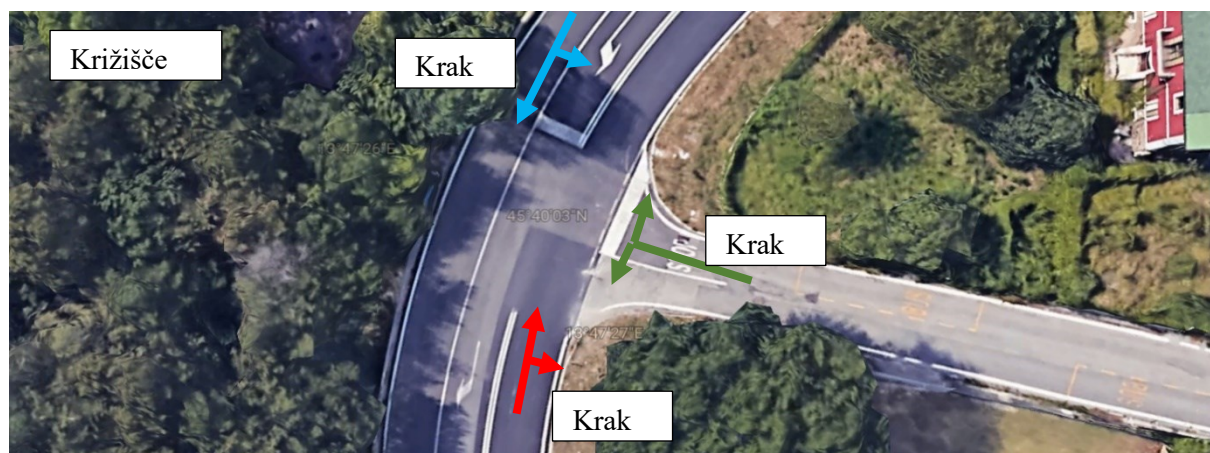
Na lokaciji se nahajata dve avtobusni postaji.

V nadaljevanju smo opisali posamezni križišči z odgovarjajočimi kraki. Severno križišče K1 je sestavljeno iz krakov ACD in južno križišče K2 pa je sestavljen iz krakov ABC. Razdalja med križišči je 72 m.

Kraki obravnavanih križišč so prikazani na sliki 1 in sliki 2.



Slika 1: Prikaz krakov križišča K1



Slika 2: Prikaz krakov križišča K2

2.1 OPIS POSAMEZNIH KRAKOV

V tem poglavju bomo predstavili geometrijo in varnostno analizo. V nadaljevanju so predstavljeni kraki križišč K1 in K2.

2.1.1. SEVERNO KRIŽIŠČE K1

Severno križišče K1 je sestavljeno iz krakov A, C in D.

2.1.1.1. Krak A

Krak ima poseben pas za leve zavijalce, v smeri ceste Salita a Conconello in pas za naravnost. Na desni strani ceste se nahaja avtobusna postaja.

Hitrost vožnje na tem kraku je omejena na 50 km/h.

Cesta ima vzdolžni naklon 3,7%.

V nadaljevanju podajam geometrijske značilnosti kraka, kot so širina ceste, širina cestišča, bankina, vzdolžni naklon ceste. Podatki so povzeti v preglednici 1.

Preglednica 1: Cestni profil kraka A (severno križišče K1)

PREČNI PROFIL OBSTOJEČE CESTE KRAK A	
ŠIRINA CESTE	11,20 m
ŠIRINA CESTIŠČA (desno)	3,45 m
ŠIRINA CESTIŠČA (levo)	2x 3,45 m
BANKINA (desno)	4,80 m
BANKINA (levo)	1,00 m
VZDOLŽI NAKLON CESTE (i %)	3,70%

Na spodnji slikah, sta prikazana posnetka kraka A (glej sliko 3).



Slika 3:Obstoječe stanje na kraku A [2]

2.1.1.2. Krak C

Krak C leži na cesti Strada Nuova per Opicina. Cesta se začne z vasi Opčine in se spusti proti mestu Trst. Severni krak C ima pas za naravno smer in pas za desno smer na cesto Via della Bellavista.

Na območju križišča je avtobusna postaja.

Hitrost vožnje na tem kraku je omejena na 50 km/h.

Cesta ima vzdolžni naklon 3,7%.

V nadaljevanju podajam geometrijske značilnosti kraka, kot so širina ceste, širina cestišča, bankina, vzdolžni naklon ceste. Podatki so povzeti v preglednici 2.

Preglednica 2: Cestni profil kraka C (severno križišče K1)

PREČNI PROFIL OBSTOJEČE CESTE KRAK C	
ŠRINA CESTE	11,00 m
ŠIRINA CESTIŠČA (desno)	3,50 m
ŠIRINA CESTIŠČA (levo)	3,75 x2 m
BANKINA (desno)	1,00 m
BANKINA (levo)	2,70 m
VZDOLŽI NAKLON CESTE (i %)	3,70%

Na spodnji slikah, sta prikazana posnetka kraka C (glej sliko 4).



Slika 4: Obstoječe stanje na kraku C [2]

2.1.1.3. Krak D

Krak D ima kombinirani pas za levo smer proti vasi Opčine in desno smer proti mestu Trst. Za leve zavijalce je na cesti Strada Nuova per Opicina nameščen dodatni pas, ki je namenjen pospeševanju hitrosti vozil in varno vključitev vozil v glavni prometni tok. Preglednost je na križišču omejena, ker je na robovih ceste prisotno zelenje. V ta namen je nameščeno cestno ogledalo, ki je slabo vidno. Največja dovoljena masa vozil na tej cesti ne sme presegati 3,5 ton.

Hitrost vožnje je na kraku C omejena na 30 km/h.

Na kraku C je vzdolžni naklon ceste 7,3 %, ki ni ugoden v času vožnje in čakanju v koloni.

V nadaljevanju podajam geometrijske značilnosti kraka, kot so širina ceste, širina cestišča, bankina, vzdolžni naklon ceste. Podatki so povzeti v preglednici 3.

Preglednica 3: Cestni profil kraka D

PREČNI PROFIL OBSTOJEČE CESTE KRAK D	
ŠIRINA CESTE	13,40 m
ŠIRINA CESTIŠČA (desno)	7,50 m
ŠIRINA CESTIŠČA (levo)	5,90 m
BANKINA (desno)	1,00 m
BANKINA (levo)	1,25 m
VZDOLŽI NAKLON CESTE (i %)	7,30 m

Na spodnji slikah, sta prikazana posnetka kraka D (glej sliko 5).



Slika 5:Obstoječe stanje na kraku D [2]

2.1.2. JUŽNO KRIŽIŠČE K2

Križišče K2 je sestavljeno iz južnih krakov A in C ter kraka B.

2.1.2.1 Krak A

Južna smer kraka A ima pas za desno smer, v smeri ceste Salita della Bellavista in pas za naravno smer proti vasi Opčine. Krak A zaznamuje slaba preglednost iz kraka B proti kraku A.

Hitrost vožnje na tem kraku je omejena na 50 km/h.

Cesta ima vzdolžni naklon 3,7%.

V nadaljevanju podajam geometrijske značilnosti kraka, kot so širina ceste, širina cestišča, bankina, vzdolžni naklon ceste. Podatki so povzeti v preglednici 4.

Preglednica 4: Cestni profil kraka A

PREČNI PROFIL OBSTOJEČE CESTE KRAK A	
ŠRINA CESTE	11,20 m
ŠIRINA CESTIŠČA (desno)	3,45 m
ŠIRINA CESTIŠČA (levo)	2x 3,45 m
BANKINA (desno)	4,80 m
BANKINA (levo)	1,00 m
VZDOLŽNI NAKLON CESTE (i %)	3,7 %

Na spodnji slikah, sta prikazana posnetka kraka A (glej sliko 6).



Slika 6: Obstojee stanje na kraku A

2.1.2.2. Krak B

Krak B ima kombinirani pas za desno smer proti vasi Opčine in cesto Salita a Conconello ter pas za levo smer proti mestu Trst. Največja masa vozil na tej cesti ne sme presegati 3,5 ton. Prometne obremenitve niso visoke, kljub temu pa nastajajo pogosto konfliktna situacije. Preglednost ni zadostna in je zato nevarnost nastanka nezgod velika. Obstoječa rešitev je cestno ogledalo, ki pa nudi izredno skromno vidnost.

Hitrost vožnje na tem kraku je omejena na 30 km/h.

Cesta ima vzdolžni naklon 13,5%, kar ni ugodno za vožnjo. V primeru novogradnje je v Pravilniku o projektiranju cest dopustni vzdolžni naklon ceste do 8%, za priključke v krožno križišče pa vzdolžni naklon ceste do 3 % [3].

V nadaljevanju podajam geometrijske značilnosti kraka, kot so širina ceste, širina cestišča, bankina, vzdolžni naklon ceste. Podatki so povzeti v preglednici 5.

Preglednica 5: Cestni profil kraka B

PREČNI PROFIL OBSTOJEČE CESTE KRAK B	
ŠIRINA CESTE	5,25m
ŠIRINA CESTIŠČA (desno)	2,40m
ŠIRINA CESTIŠČA (levo)	2,85m
BANKINA (desno)	1,50m
BANKINA (levo)	1,00m
VZDOLŽI NAKLON CESTE (i %)	13,5%

Na spodnji sliki 7, sta prikazana posnetka kraka B.



Slika 7: Obstoječe stanje na kraku B [2]

2.1.2.3. Krak C

Južni krak C se nahaja na cesti Strada Nuova per Opicina in ima pas za desno smer na cesto Via della Bellavista ter naravno smer proti Trstu. Deželna cesta nudi desnim zavijalcem še dodatni zavijalni pas. Na zunanji strani se nahaja betonska varovalna ograja.

Cesta ima vzdolžni naklon 3,7%.

Hitrost vožnje na tem kraku je zasnovana na 50 km/h.

V nadaljevanju podajam geometrijske značilnosti kraka, kot so širina ceste, širina cestišča, bankina, vzdolžni naklon ceste. Podatki so povzeti v preglednici 6.

Preglednica 6: Cestni profil kraka C

PREČNI PROFIL OBSTOJEČE CESTE KRAK C	
ŠRINA CESTE	11,00 m
ŠIRINA CESTIŠČA (desno)	3,50 m
ŠIRINA CESTIŠČA (levo)	3,75 x2 m
BANKINA (desno)	1,00 m
BANKINA (levo)	2,70 m
VZDOLŽI NAKLON CESTE (i %)	3,7 %

Na spodnji sliki 8, sta prikazana posnetka kraka C.



Slika 8: Obstoječe stanje na kraku B [2]

3 PROMETNO VARNOSTNA ANALIZA

V tem poglavju smo predstavili prometno varnostne analize obstoječega stanja križišč. Med opazovanjem na terenu smo odkrili številne probleme, ki lahko vodijo v prometne nesreče. Analizirali smo podatke o preteklih prometnih nesrečah v obdobju 2010-2019 in lokacije nesreč grafično prikazali. Na ta način smo potrdili, da se nesreče res dogajajo na lokacijah, ki smo jih predhodno ugotovili kot potencialno nevarne. Zato smo na teh lokacijah v nadaljevanju analize iskali rešitve, ki izboljšajo prometno varnost.

Varnost na cestah se ocenjuje s sistematičnimi pregledi, ki jih opravljajo za to usposobljeni presojevalci prometne infrastrukture, pri čemer pregled izvedejo izredno ali ciklično. Presojevalec oceni, če na obstoječih cestah ali na cestnem omrežju obstajajo lastnosti in napake, ki bi ogrožale vozniku varno vožnjo.

Analiza se izvrši sistematično. Pooblaščen presojevalec razišče podrobno vse morebitne posledice, ki bi na določenem območju lahko povzročile hude nezgode. Presojevalec prometne infrastrukture določi tako kratkoročne, srednjeročne ali dolgoročne ukrepe, s katerimi bi zmanjšal možnosti nastanka nesreč. Analiza je zelo kompleksna, saj je pri določanju ukrepov nujno upoštevati, da voznik med vožnjo sprejme informacije iz okolja. Njegove reakcije pa so odvisne tudi od oblikovanja ceste ter trenutne situacije.

Infrastrukturalne ureditve morajo biti zasnovane na tak način, da nudijo vozniku in vsem uporabnikom cestnega omrežja jasne predstave o projektno tehničnih elementih, prometnih znakih, talnih označbah itd. in da jim pomagajo sprejeti pravilne odločitve in ukrepe v času vožnje. Pravila o varnosti na cestah skladno z Direktivo 2019/1936 trdijo, da mora inšpektor preveriti in analizirati naslednje elemente [1]:

- funkcijo ceste,
- traso ceste,
- elemente prečnega profila,
- odseke cest preko mostov in skozi predore,
- vozlišča/ križišča/ priključke,
- spremljajoče objekte in javni potniški promet,
- prometno signalizacijo,
- ranljive udeležence v prometu,
- cestno razsvetljavo,
- obcestje,
- pasivno varnostno opremo,
- nivojske prehode,
- druge elemente kot so parkirišča, delež tovornih vozil, vegetacija ...,
- delovišča.

Pri izvedbi pregleda moramo upoštevati naslednje:

- čas pregleda: potrebna je izdelava varnostne analize med dnevom in nočjo ter v različnih vremenskih pogojih; med temi je ključna varnostna analiza v nočnih urah, ker na tak način lahko preverimo, če je varnostna in cesta oprema vidna tudi v temi;
- sezonske spremembe: upoštevamo velikost vegetacije v različnih letnih časih in ocenimo, kako vegetacija vpliva na varnost vožnje in na preglednost;
- specifične razmere in okoliščine: preverimo jih, ko se v bližini cest pojavijo stanovanjski, poslovni, gospodarski objekti (šole, kmetije ...). Na takih območjih mora biti zagotovljena varnost uporabnikov s pomočjo ukrepov.

Pri analizi večine primerov uporabljata presojevalec prometne varnosti in projektant tudi podatke iz študij vzorcev nesreč (»crash patterns«) pri različnih tipologijah cest. V zadnjih desetletjih je nastalo veliko raziskav na tem področju. Strokovni in znanstveni članki so osnova za izboljšanje zasnov projektov in za določitev pravilnih varnostnih ukrepov cestne infrastrukture, obenem pa predstavljajo tudi osnovo, na podlagi katerih določimo nove standarde in pravila projektiranja cestne infrastrukture [1].

3.1. Varnostna analiza križišč K1 in K2

Prometno varnostna analiza za naš primer temelji na podatkih prometnih nezgod, ki zadevajo območje v okolici križišč in deželne ceste (SR58) Strada Nuova per Opicina. S pomočjo Urada za infrastrukturo, logistiko in transportne storitve Avtonomne Dežele Furlanije Julijske Krajine ter tržaško občinsko policijo smo zbrali podatke o prometnih nesrečah na obravnavanem območju za obdobje med leti 2010 in 2019.

Izdelava analize prometnih nezgod temelji na bazi podatkov. Vsaka nezgoda je opisana z atributi: lega, tip nesreče, čas in stacionaža. Urad za infrastrukturo, logistiko in transportne storitve Avtonomne Dežele Furlanije Julijske Krajine mi je posredoval dokument v obliki .shx. Dokument, ki je posnet s tehnologijo Lidar, prikazuje kartografijo analiziranega območja. Tehnologija Lidar uporablja senzorje LiDAR in je novejši geodetski instrument, nameščen na letalih, za pridobivanje informaciji okolja. Senzorji posnamejo okolico in jo shranijo v obliki oblak točk. Združevanje teh podatkov z obstoječimi podatki (v mislih imam .shp podatke) o lokacijah nesreč, ki nam jih je posredoval Urad za infrastrukturo, logistiko in transportne storitve Avtonomne Dežele Furlanije Julijske Krajine in tržaške občinske policije, nam je omogočilo izdelati grafični prikaz nesreč. Da smo uskladili podatke, smo morali določiti enak koordinatni sistem. Pri tem smo upoštevali geodetski geografski koordinatni sistem WGS 84.

Prva analiza je numerična analiza nesreč glede na leto, tip nesreče, čas in stacionažo.

Nezgode na cestah Strada Nuova per Opicina, Salita a Conconello in via della Bellavista smo analizirali na območju stacionaže od 2+000 m do 3+400 m, rezultati analiz so podani v nadaljevanju (Preglednica 7, Preglednica 8, Preglednica 9).

Preglednica 7: Nesreče glede na leto

LETO/ŠTEVILO POSKODB	
LETO	ŠT. NESREČ
2010	1
2013	12
2014	20
2015	5
2016	4
2017	3
2018	4
2019	9

Največ nesreč je bilo leta 2014 in sicer 20 nesreč, najmanj pa je zabeleženih leta 2010. Od leta 2014 do leta 2018 je razviden padec nesreč in zopet naraščanje v letu 2019.

Preglednica 8: Nesreče glede na tip nesreče

TIP	ŠT. NESREČ	%
BOČNO TRČENJE	2	3,4
BOČNO/ČELNO TRČENJE	5	8,6
ČELNO TRČENJE	20	34,5
IZGUBA KONTROLE VOZILA	2	3,4
IZGUBA KONTROLE VOZILA (ZDRS)	2	3,4
NALETNO TRČENJE	3	5,1
PADEC Z VOZILA	3	5,1
TRČENJE OVIRE/OBJEKT	17	29,3
TRČENJE VSTAVLJENEGA VOZILA	4	6,7

Najbolj pogosto je čelno trčenje (34%) in trčenje ovir ter objektov zaradi slabe preglednosti na križiščih. Potrebni so ukrepi, s katerimi bi zmanjšali možnost pojava nesreč.

Preglednica 9: Nesreče porazdeljene glede na stacionažo

STACIONAŽA	ŠT. NESREČ
1+300	1
2+000	9
2+046	1
2+080	1
2+100	1
2+290	1
2+300	4
2+320	1
2+400	1
2+450	1
2+600	18
2+700	5
2+800	1
3+000	2
3+100	3
3+400	5
3+500	1
3+600	1
3+650	1

Na spodnji sliki (slika 9) je prikazana lokacija, kjer je največ nesreč:



Slika 9: Kritična lokacija nastanka številnih nezgod [2]

Iz analize je razvidno, da je kritično stanje vezano predvsem na območje križišča s cesto Via della Bellavista (2+600 m). Neustrezna preglednost in lokacija križišča v krožnem loku z radijem 58 m ne omogočata voznikom na kraku B, da ustrezno zaznajo voznike, ki se pripeljejo po kraku A.

V nadaljevanju so rezultati analize lokacije nesreč, ki so nastale med leti 2010 in 2019 prikazani z grafično ponazoritvijo (glej sliko 10).

NEZGODE NA ODSEKU CESTE SR 58- STRADA NUOVA PER OPICINA (2010-2019)



- Legend
- <all other values>
 - POSLEDICE1, TIP**
 - ▲ BREZ POŠKODB, BOČNO TRČENJE
 - ▲ BREZ POŠKODB, IZGUBA KONTROLE VOZILA (ZDRS)
 - ▲ BREZ POŠKODB, NALETNO TRČENJE
 - ▲ BREZ POŠKODB, TRČENJE OVIRE/OBJEKT
 - ▲ BREZ POŠKODB, ČELNO TRČENJE
 - ☆ S POŠKODBAMI, BOČNO/ČELNO TRČENJE
 - ☆ S POŠKODBAMI, IZGUBA KONTROLE VOZILA (ZDRS)
 - ☆ S POŠKODBAMI, NALETNO TRČENJE
 - ☆ S POŠKODBAMI, PADEC Z VOZILA
 - ☆ S POŠKODBAMI, TRČENJE OVIRE/OBJEKT
 - ☆ S POŠKODBAMI, TRČENJE VSTAVLJENEGA VOZILA
 - ☆ S POŠKODBAMI, ČELNO TRČENJE
 - Foglio2\$ Events



**REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA**

FURLANIJA JULIJSKA KRAJNA
OBČINA :TRST (TRIESTE)



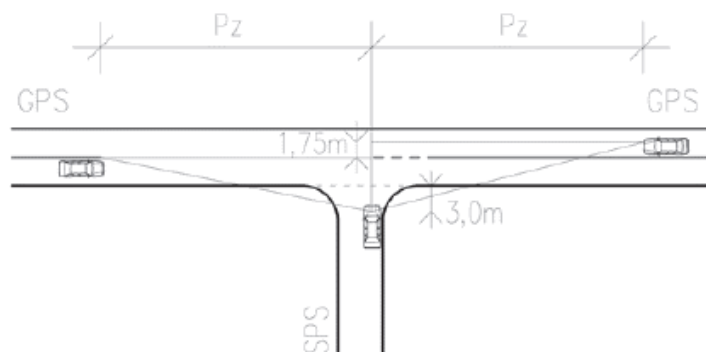
Slika 10: Grafični prikaz nezgod glede na tip nezgode

Iz Slike 10 je razvidno, da se je pojavilo največ nesreč na območju križišča s cesto Via della Bellavista (na Sliki 10 označeno z rdečo barvo) in na območju obeh križišč. Vegetacija, ki zmanjša vidnost voznikom, križišče s cesto Via della Bellavista, ki se nahaja v krožnem loku in preobremenjenost pasov za zavijalce v koničnih urah med križišči, so glavni razlogi nesreč na tem območju. Ocena preglednosti je ključnega pomena za zagotavljanje prometne varnosti. Vsem voznikom, ki se želijo vključiti v promet na glavni prometni smeri (v nadaljevanju GPS), je nujno zagotoviti takšno preglednost, da ne bodo ogrožali sebe in drugih udeležencev v prometu. Ločimo naslednje razdalje [3]:

- zaustavna pregledna razdalja,
- preglednost pri vključevanju iz priključka,
- preglednost pri približevanju GPS,
- preglednost za pešce in kolesarje.

Za minimalno pregledno razdaljo upoštevamo zaustavno razdaljo, ki je predvidena za krak stranske prometne smeri (v nadaljevanju SPS). Znotraj preglednega trikotnika ne sme biti nobenih stalnih ovir. Z določitvijo zaustavne pregledne razdalje zagotovimo, da vozniki na SPS pravočasno zaznajo prometni režim na območju priključka. Vrednosti so za vse primere navedene v 18. členu Pravilnika o projektiranju cest [3].

Na spodnji sliki (slika 11) je prikazan model cestnega križišča, ki predstavlja elemente preglednostnega trikotnika. Za izbrani križišči bomo te izračunali kasneje.



Slika 11: Preglednost pri vključevanju priključka na GPS [3]

Zaustavna preglednost je najkrajša dolžina vizure, kar omogoča vozniku, da opazi pravočasno oviro in ustavi vozilo v pogojih dopustne vrednosti koeficienta drsnega trenja. Dolžina zaustavne preglednosti Pz je enaka seštevku dolžini zaustavitvene razdalje Lz in varnostnega odmika. Izračunamo jo po naslednji enačbi [3]:

$$Pz = Lz + 7m, \quad (1)$$

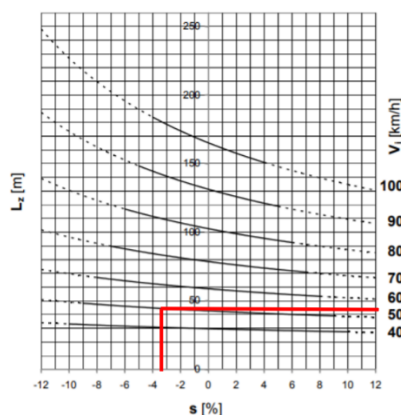
kjer je:

Pz pregledna razdalja,

Lz zaustavna razdalja.

Glede na posamezne tehnične skupine cest so v Pravilniku o cestnih priključkih na javne ceste izdelani grafi, iz katerih na osnovi hitrosti in vzdolžnega naklona ceste določimo potrebno zaustavno dolžino

[4]. V nadaljevanju, na Sliki 12, je prikazan graf za tehnično skupino ceste B. Kategorijo smo določili glede na Tehnično specifikacijo za javne ceste in pri tem upoštevali, da je hitrost na deželni cesti Strada Nuova per Opicina že omejena na 50 km/h, tako kot da znaša vzdolžni naklon ceste 3,7%.



Slika 12: Zaustavna dolžina za tehnično skupino B [4]

Iz grafa smo razbrali, da je zaustavna preg enaka enaka 55 m. V spodnji enačbi (2) smo določili zastavno preglednost Pz , ki je enaka seštevkcu zastavne preglednosti Lz in varnostne razdalje 7 m [3]:

$$Pz = Lz + 7m = 45m + 7m = 52 m \quad (2)$$

Za naš primer velja, da je dolžina zastavne preglednosti enaka 52 m.

Na naslednjih slikah (Slika 13 in 14) so prikazani preglednostni trikotniki za obravnavani križišči.



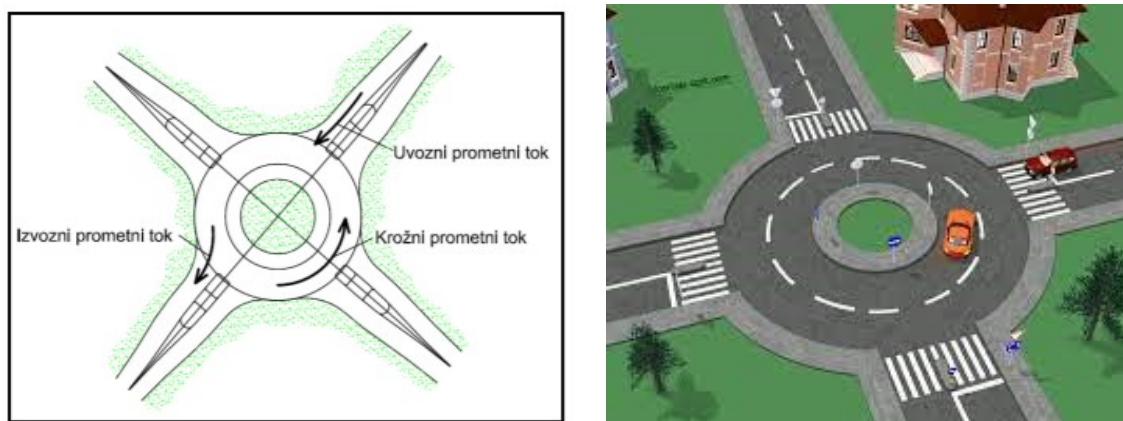
Slika 13: Prikaz preglednostnega trikotnika križišča K1- Strada nuova per Opicina - Salita a Conconello [2]



Slika 14: Prikaz preglednostnega trikotnika križišča K2- Strada nuova per Opicina - Via della Bellavista [2]

Iz prikazov je razvidno, da preglednost na obeh križiščih ne zadoščata zahtevam Pravilnika o cestnih priključkih na javne ceste. Potrebna je izvedba novih ukrepov, ki bodo zagotavljali prometno varnost.

Iz vidika prometne varnosti je najbolj problematična slaba preglednost na križiščih, saj je tudi pogost vzrok za prometne nesreče. Tudi na obravnavanem križišču smo ugotovili to problematiko. Varnostni elementi, ki jih danes uporabljamo v podobnih primerih, so cestna ogledala, vizualna in zvočna opozorila. Drug način reševanja takih problemov je preoblikovanje križišča v krožno križišče. Krožno križišče je križišče, kjer prednostna cesta poteka v zaključenem krogu v smeri, ki je nasprotna smeri gibanja urnih kazalcev in ima nepovozni, delno povozni ali povozni sredinski otok ter krožno vozišče, v katerega se stekajo tri ali celo več cestnih krakov. Taka rešitev je primerna predvsem za izboljšanje pretočnosti na križiščih (slej sliko 15) [4].



Slika 15: Ponazoritev krožnega križišča [5] [4]

V Slovenji je skupina inženirjev izdelala novo tehnologijo, ki opozarja voznike na preglednem priključku križišča, da se po GPS približuje vozilo. To je sistem COPS & road. Sistem je sestavljen iz več detektorskih enot, ki spremljajo sočasno gibanje udeležencev na stranski in prednosti cesti. Če se na cesti, kjer nima voznik v vidnem polju, da se križišču bliža vozilo ali pa pešec, se na zaslonu naprave prikaže utripajoči znak za nevarnost, v nasprotnem primeru pa samo dve rumeni luči, da voznik razume, da naprava deluje [6]. S tako rešitvijo lahko preprečimo nesreče na križiščih, ne da bi posegali v okolico zaradi namestitve naprav. Rabo naprave je možno implementirati v garažnih hišah, na nivojskih prehodih cest preko železniške proge in na drugih nepreglednih cestnih odsekih, kjer je onemogočena neposredna vidljivost udeležencev v prometu [7]. Na Sliki 16 sta prikazana primera rabe takšne tehnologije.



Slika 16: Sistem COPS & road [6]

Sistem je primeren za obe obravnavani križišči. Za prvo križišče, bi morali postaviti detektorje na krožnem loku deželne ceste (SR 58) Strada Nuova per Opicina in signal s sistemom krmiljenja na lokaciji pred zaustavno črto STOP, na začetku križišča. Enako velja za drugo križišče, kjer bi postavil detektorje na daljši dolžini izračunane zaustavne preglednosti in signalizacijo s krmiljenjem tik ob zastavni črti STOP na cesti Salita di Conconello.

4 KAPACITETNA ANALIZA KRIŽIŠČ

Izdelali smo kapacitetno analizo križišč obravnavanega odseka v obstoječem stanju in v planski dobi 20 let z letno stopnjo rasti prometnih obremenitev 1% (v nadaljevanju PLSR). Z današnjo cestno geometrijo in prometnimi obremenitvami je v koničnih urah prisoten zasičen prometni tok. Ta pojav povzroča na odseku zamude, povečanje dolžine kolon in posledično slab nivo uslug ter visok nivo stopnje zasičenosti. V analizi smo upoštevali naslednje vhodne podatke:

- podatke o značilnosti cestišča,
- način urejanja prometnega toka na križiščih,
- količina prometa v križiščih.

Prvi korak analize je bil ta, da smo pripravili nabor vprašanj in točk s katerimi bomo rešili trenutne probleme, ki se nahajajo v obravnavanem območju in sicer [3]:

- kateri nivo uslug zagotavlja obstoječa med prometnimi urnimi konicami cestna mreža in kolikšen porast prometa je še sprejemljiv,
- kakšen tip ceste je potreben, da zagotovimo primerni nivo prometnega toka,
- kakšna naj bo oblika prečnega profila ceste za različen PLDP,
- katere dimenzije ceste so potrebne, da bodo ustrezale planiranemu razvoju prometa.

Pri kapacitetni analizi smo uporabljali metodo HCM (Highway Capacity Manual), ki jo priznava in predpisuje Pravilnik o projektiranju cest. Priročnik vsebuje napotke za določitev kapacitete in kvalitete nivoja uslug različnih oblik cest, in sicer: avtoceste, ceste, križišča, krožišča itd.. Na izbranem odseku sta dve obstoječi križišči, in sicer: sečišče med deželno cesto (SR58) Strada Nuova per Opicina in cesto Salita a Conconello ter sečišče s cesto Via della Bellavista.

Štetje prometa je potekalo dne 22/06/2021. Izdelali smo jutranje štetje prometa (7:30-10:30) in popoldansko štetje prometa (15:30-18:30). V času štetja je bilo cestišče suho, vreme je bilo jasno. Med štetjem smo zabeležili številne avtobuse in tovorna vozila, saj deželna cesta Strada Nuova per Opicina povezuje več vasi na Krasu. Opazili smo tudi, da je spodnje križišče, kjer se nahaja cesta Via della Bellavista, malo obremenjeno, kljub temu pa nevarno, saj smo med opazovanjem prometnih situacij zaznali številne nevarne situacije.

.

Pri tem smo določili jutranjo in popoldansko konično uro in sicer:

- jutranjo konično uro: 08:15 - 09:15
- popoldansko konično uro: 16:30 - 17:30

Konična urna konica predstavlja maksimalno število vozil, ki prevozijo v časovnem obdobju 60 min določen cestni profil, križišče ali priključek. [8]

4.1. Vhodni podatki

Prometne obremenitve smo določili na terenu. Ker smo med štetjem zaznali različne vrste vozil, smo vsa vozila poenotili s skupno vrednost. Naslednji primer prikazuje izračun enot osebnih vozil (v nadaljevanju EOv) za jutranjo konico kraka D smer levo (08:15 - 09:15).

Skupne enote osebnih vozil nehomogenega prometnega toka izračunamo po naslednji enačbi [8]:

$$EOV = osebna\ vozila \times 1 + bus \times 2 + tovorna\ vozila \times 2 + vlačilci \times 3,5. \quad (3)$$

Faktorji za določitev skupnega EOv so:

1 osebno motorno vozilo= 1 EOv

1 kolo= 0,3 EOv

1 avtobus, tovornjak, traktor= 2 EOv

1 zglobni avtobus, vlačilec s priklopnikom= 3,5 EOv [4]

V spodnji preglednici so prikazane prometne obremenitve za jutranjo urno konico kraka D levo:

Preglednica 10: Prometne obremenitve kraka D levo

KRAK D	LEVO			
Ura:	Osebna vozila	Avtobus	Tovorna vozila	Vlačilci
07:30	16	0	0	0
07:45	14	0	0	0
08:00	38	0	0	0
08:15	58	2	0	0
08:30	52	1	0	0
08:45	51	1	1	0
09:00	70	1	0	0
09:15	66	3	0	0
09:30	72	0	0	0
09:45	71	1	0	0
10:00	75	0	0	0
10:15	68	3	0	0

Za navedeni primer je vrednost EOv 243.

Delež tovornih vozil na obravnavanem kraku znaša:

$$\% \text{ težkih vozil} = \frac{bus + tovorna\ vozila + vlačilec}{\Sigma \text{ vsa vozila}} = 2\% \quad (4)$$

Za izračun merodajne 15-minutne prometne obremenitve posameznih križišč potrebujemo še faktor konične ure (v nadaljevanju FKU). Faktor predstavlja razmerje med maksimalno časovno obremenitvijo v konični uri (za zgornji primer velja 08:15 - 9:15) in maksimalno obremenitev v nominalnem časovnem intervalu (za zgornji primer velja 09:00 do 09:15). Faktor predstavlja nihanje in spremembo prometnega toka v določen časovnem intervalu. Na obravnavanem kraku je faktor konične ure [8](5):

$$FKU = \frac{Volumen\ v\ konični\ uri}{4 \times (15\text{-minutni}\ \text{maksimalen}\ \text{volumen})} = \frac{EOV(skupni)}{4 \times (EOV\ 15\text{-min}\ \text{max}\ \text{volumen})} = \frac{243}{4 \times 72} = 0,84 \quad (5)$$

Merodajni 15- minutni ekvivalentni pretok je enak razmerju med 15-mitnim pretokom in med faktorjem konične ure. Izračunali smo ga z naslednjo enačbo:

$$Q_{mer} = \frac{Q_{dejanski}}{FKU} = \frac{243}{0,84} = 290 \text{ EOVI/h} \quad (6)$$

Pri zasnovi in načrtovanju novega križišča skladno s Pravilnikom o cestnih priključkih na javne ceste [3] moramo predvsem upoštevati obstoječe prometne obremenitve za mešani promet, plansko dobo 20 let z upoštevanjem prometne letne srednje rasti (v nadaljevanju PLSR) 1%. Na obravnavanem primeru bo obremenitev v 20- letni planski dobi:

$$F = (1 + \text{LETNI \% RASTI PROMETA})^{\text{ŠTEVILO LET}} = (1 + 0,01)^{20} = 1,22 \quad (7)$$

To pomeni, da bo koeficient pričakovane povečane obremenitve čez 20 let enak 22%. Za določitev prometnega toka v planski dobi 20 let, pomnožimo današnji prometni tok z izračunanim koeficientom.

Na spodnji sliki (glej sliko 17) smo prikazali priključke križišč K1 in K2.



Slika 17: Prikaz območij križišč K1 in K2 [2]

S pomočjo programa Microsoft Access »Štetje« smo izdelali za jutranjo in popoldansko urno konico diagrame prometnih obremenitev za vse krake, določili smo faktor koničnih ur in odstotek težkih vozil, ki prevozijo analizirani odsek. Grafični prikazi in tabele so prikazane v prilogah.

4.2. Diagrami prometnih obremenitev za križišče K1 in K2

S programom Štejte smo ločeno obravnavali posamezno križišče. Križišči smo poimenovali s kraticami K1 in K2 (glej sliko 17, na prejšnji strani). Diagrama obremenitev križišč K1 in K2 sta izdelana za konični uri.

KRIŽIŠČE K1

Datum štetja: 22. 06. 2021

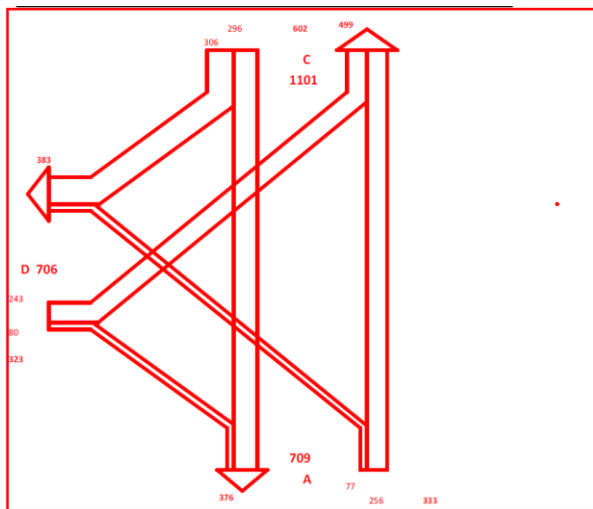
Konični uri:

- jutranja urna konica 08:15 - 09:15
- popoldanska urna konica: 16:30 - 17:30

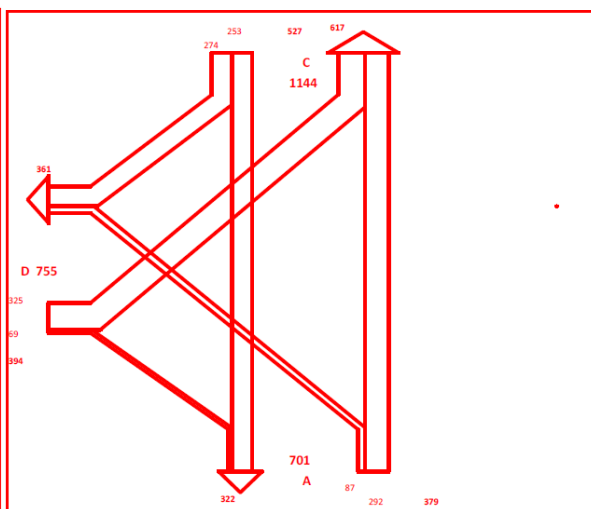
Kraki:

- A: deželna cesta (SR 58) Strada Nuova per Opicina
- C: deželna cesta (SR 58) Strada Nuova per Opicina
- D: Via della Bellavista

Na spodnjih slikah (slika 18,19) sta prikazana diagrama prometnih obremenitev (v nadaljevanju bomo označili z oznako DPO) za križišče K1:



Slika 18: DPO- jutranja konica K1 (08:15-09:15)



Slika 19: DPO- popoldanska konica K1 (16:30-17:30)

KRIŽIŠČE K2

Datum štetja: 22. 06. 2021

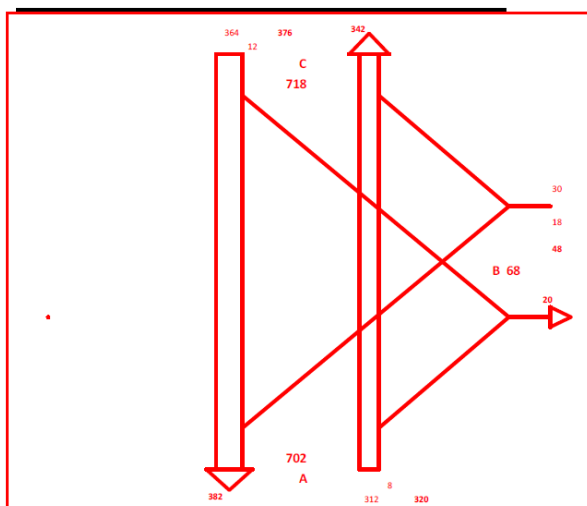
Konična ura:

- jutranja urna konica 08:15-09:15
- popoldanska urna konica: 16:30-17:30

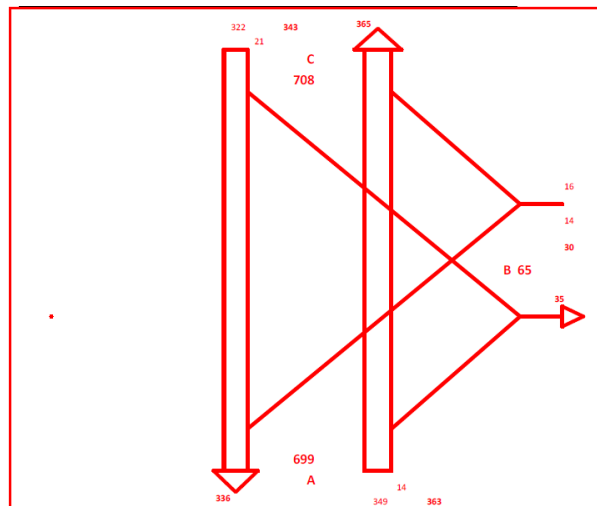
Kraki:

- A: deželna cesta (SR 58) Strada Nuova per Opicina
- B: Via della Bellavista
- C: deželna cesta (SR 58) Strada Nuova per Opicina

Na spodnjih slikah (slika 20,21) sta prikazana diagrama prometnih obremenitev (v nadaljevanju DPO) za križišče K2:



Slika 20: DPO - jutranja konica K2 (08:15-09:15)



Slika 21: DPO - popoldanska konica K2 (16:30-17:30)

4.3. Kapacitetna analiza križišč K1 in K2 s pomočjo programa SIDRA INTERSECTION 9

Pri kapacitetni analizi s programom SIDRA INTERSECTION 9 smo analizirali obstoječe stanje v jutranji in popoldanski urni konici ter stanje prometnih obremenitev v planski dobi 20 let z upoštevanjem PLSR 1%. Obremenitve smo upoštevali pri obstoječi geometriji križišč in pri različnih variantah.

V program smo vnesli obstoječo cestno geometrijo križišč, prometne obremenitve za jutranjo in popoldansko urno konico, FKU in podatke o strukturi prometa. S programom smo analizirali zamude, nivo uslug, stopnjo zasičenosti in dolžine kolon [9].

Zamude v križiščih (angl. Intersection delay): predstavlja dodatni čas vožnje, ki ga ima vozilo, ko vstopi v križišče in v času, v katerem doseže voznik hitrost prostega toka. To pomeni, da je zamuda v križiščih dodatni čas, v katerem voznik zmanjša svojo hitrost [9].

Zamude v semaforiziranih križiščih (angl. Intersection delay): predstavljajo dodatni čas vožnje, ki je odvisen od delovanja sistema semaforizacije in so enake vsoti zamud, nastalih zaradi zaviranja, ustavljanja in zamud pospeška [9].

Nivo uslug (angl. Level of service) predstavlja oceno kvalitete razmer na cesti v šestih razredih (od A do F) in ga določimo po metodi HCM. Oceno izdelamo za vsako smer posebej in je odvisna od povprečnih zamud vozil (vozilo/s) (glej spodnjo preglednico 11). Najboljši razred nivoja uslug je A (0-10s/vozilo), najslabši pa F, pri katerem, so zamude največje [8].

V spodnji preglednici (Preglednica 11) so prikazane meje za določitev nivoja uslug analiziranega območja.

Preglednica 11: Nivo uslug križišča

Nivo uslug (NU)	Zamude na vozilo, d [s]	
	Semaforizirana in krožna križišča	Nesemaforizirana križišča
A	$d \leq 10$	$d \leq 10$
B	$10 < d \leq 20$	$10 < d \leq 15$
C	$20 < d \leq 35$	$15 < d \leq 25$
D	$35 < d \leq 55$	$25 < d \leq 35$
E	$55 < d \leq 80$	$35 < d \leq 50$
F	$80 < d$	$50 < d$

Stopnja zasičenosti/saturacije (angl.: Degree of Saturation) je definirana z enačbo (8):

$$X = \frac{V}{c} \quad (8)$$

Enačba za izračun stopnje zasičenosti predstavlja razmerje med analiziranim prometnim volumnom in kapaciteto, ki jo nudi križišče. Glavni elementi, ki vplivajo na izračun stopnje zasičenosti, so geometrijska oblika analiziranega križišča, prometni tok in če je prisoten, tudi sistem semaforizacije [8].

Dolžina kolon (angl. Queue distance) je izražena v metrih in je pogojena z zmanjšano hitrostjo zaradi gostote prometa in drugih razmer na cestah [8].

Obrazložene parametre bomo določili s programom SIDRA INTERSECTZION 9. Z njim smo oblikovali obravnavani križišči v različnih variantah. Pri tem smo upoštevali današnje prometne obremenitve in obremenitve v planski dobi 20 let s PLSR 1%. Variante smo poimenovali na naslednji način:

- Varianta 0 (v nadaljevanju V0): obstoječe stanje,
- Varianta 1 (v nadaljevanju V1): semaforizirani križišči,
- Varianta 2 (v nadaljevanju V2): krožno križišče.

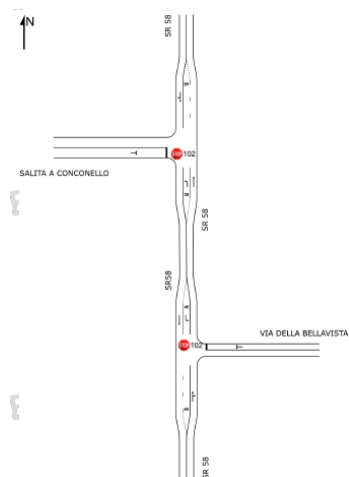
Za vsako varianto bomo prikazali rezultate za jutranjo in popoldansko konico.

4.4. Predstavitev posameznih variant

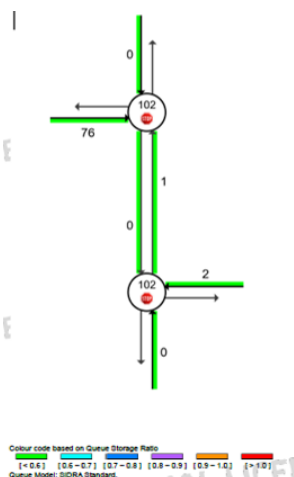
V nadaljevanju bomo predstavili variante V0, V1, V2 z upoštevanjem današnjih in bodočih prometnih obremenitev. Vsaki analizi bodo sledile ugotovitve.

4.4.1. Varianta V0: jutranja urna konica - obstoječe prometne obremenitve

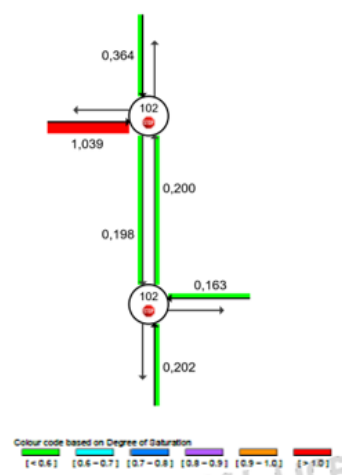
Na spodnjih slikah (22), (23), (24), (25), (26) so podani rezultati analize današnjih prometnih obremenitev v jutranji urni konici (8:15 - 9:15), in sicer: dolžine kolon, stopnja zasičenosti zamude v sekundah in nivo usluge.



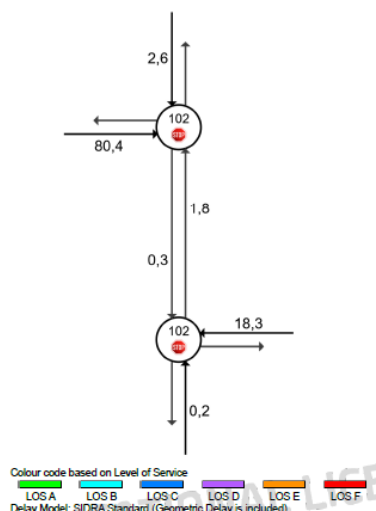
Slika 22: Geometrija analiziranega območja



Slika 23: Dolžina kolon



Slika 24: Stopnja zasičenosti



Slika 25: Zamude



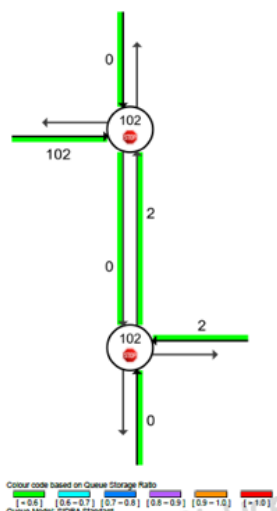
Slika 26: Nivo uslug

Ugotovitve:

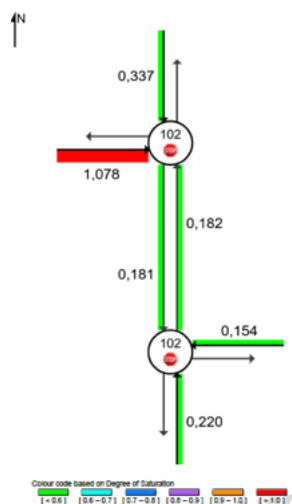
Iz analize v jutranji urni konici je razvidno, da so najslabše razmere na kraku D, ki se nahaja na cesti Salita a Conconello (križišče K1), saj nastajajo večje kolone, dolge do 76 m, stopnja zasičenosti je visoka in kapaciteto križišča je presežena ($1,03 > 0,85$), nivo uslug je na kraku nesprejemljiv (nivo uslug F) in zamude so 80,4 voz/s. Rezultati parametrov na drugih krakih križišč so boljši.

4.3.2. Varianta V0: popoldanska urna konica– obstoječe prometne obremenitve

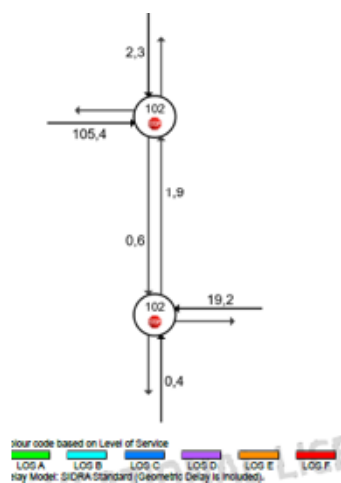
Na spodnjih slikah (27), (28), (29), (30) so podani rezultati analize današnjih prometnih obremenitev, in sicer: dolžine kolon, stopnja zasičenosti, zamude v sekundah in nivo usluge, ki veljajo za popoldansko urno konico (16:30 - 17:30).



Slika 27: Dolžina kolon



Slika 28: Stopnja zasičenosti



Slika 29: Zamude



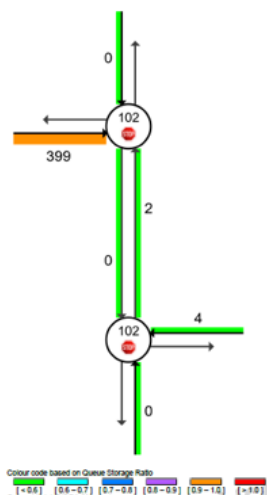
Slika 30: Nivo uslug

Ugotovitve:

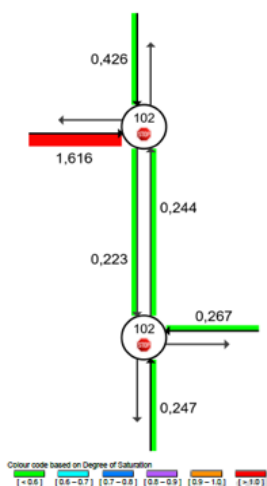
Iz analize v popoldanski urni konici je razvidno, da so najslabše razmere na križišču K1, in sicer na kraku D, ki se nahaja na cesti Salita a Conconello, saj nastajajo kolone dolge do 102 m, stopnja zasičenosti je visoka in preseže kapaciteto samega križišča ($1,078 > 0,85$), nivo uslug je na kraku nesprejemljiv (nivo uslug F) in zamude trajajo 105,4 voz/s. Zaradi večjih prometnih obremenitev v popoldanski urni konici, so kazalniki v tem časovnem razmiku pričakovano slabši kot v jutranji konici.

4.3.3. Varianta V0 jutranja urna konica - planska doba

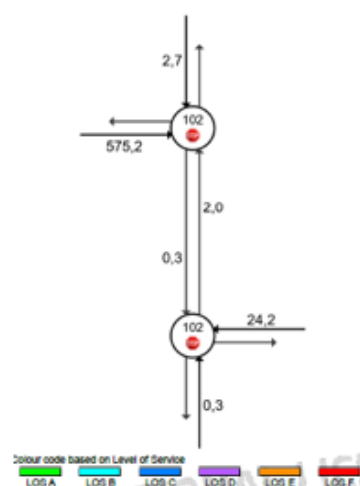
Na spodnjih slikah (31), (32), (33), (34) so podani rezultati analize, ki upoštevajo prometne obremenitve v planski dobi, in sicer: dolžine kolon, stopnja zasičenosti, zamude v sekundah ter nivo uslug, ki veljajo za jutranjo urno konico (8:15 - 9:15). Razdalja med križišči je 72 m.



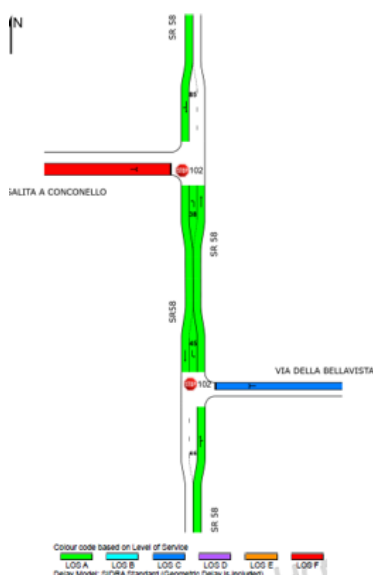
Slika 31: Dolžina kolon



Slika 32: Stopnja zasičenosti



Slika 33: Zamude



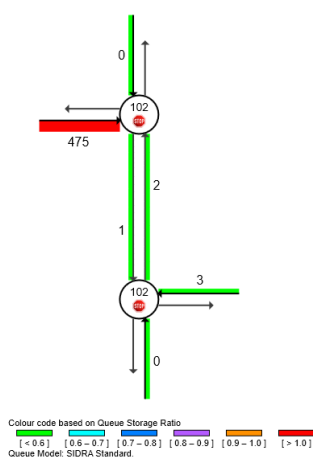
Slika 34: Nivo uslug

Ugotovitve:

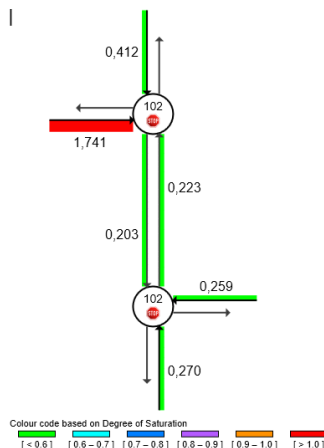
Iz analize v jutranji urni konici je razvidno, da se bodo v planski dobi rezultati kazalniki kapacitetne analize poslabšali. Najslabše razmere bodo na kraku D, ki se nahaja na cesti Salita a Conconello (križišče K1), saj bodo nastale večje kolone 399 m, stopnja zasičenosti bo visoka in bo presegla kapaciteto križišča ($1,616 > 0,85$), nivo uslug bo na kraku nesprejemljiv (nivo uslug F) in zamude bodo trajale 575,2 voz/s.

4.3.4. Varianta V0 popoldanska urna konica - planska doba

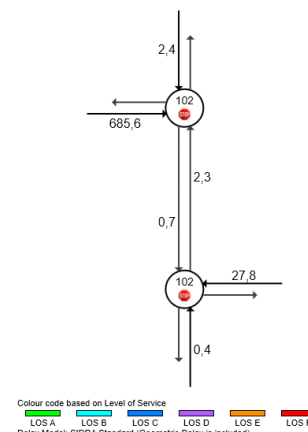
Na spodnjih slikah (35), (36), (37), (38) so podani rezultati analize, ki upoštevajo prometne obremenitve za plansko dobo in sicer dolžine kolon, stopnja zasičenosti, zamude v sekundah ter nivo uslug, ki veljajo za popoldansko urno konico (16:30-17:30).



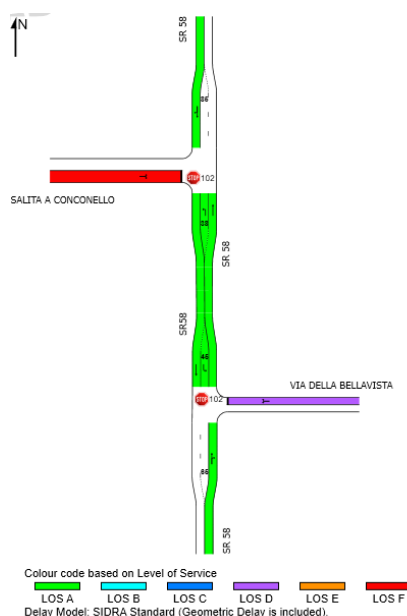
Slika 35: Dolžina kolon



Slika 36: Stopnja zasičenosti



Slika 37: Zamude



Slika 38: Nivo uslug

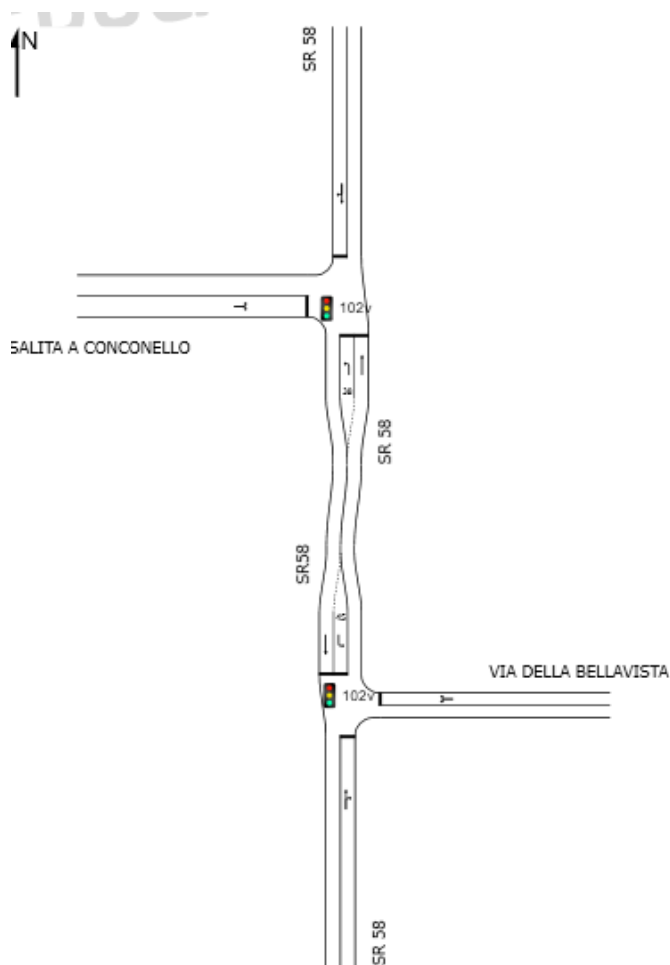
Ugotovitve:

Iz analize v popoldanski urni konici je razvidno, da se bodo v planski dobi 20 let rezultati prometne analize poslabšali. Najslabše razmere so na kraku D, ki se nahaja na cesti Salita a Conconello (križišče K1), saj bodo nastale kolone dolge do 475 m, stopnja zasičenosti bo visoka in bo presegla kapaciteto samega križišča ($1,741 > 0,85$ (dopustna vrednost: iz pravilnika HCM)), nivo uslug bo na kraku nesprejemljiv (nivo uslug F) in zamude se bodo zvišale do 685,6 voz/s. Jutranje obremenitve drugih krakov bodo v planski dobi 20 let še sprejemljive, saj bodo dosegle nivoje uslug A. Za krak B, ki se nahaja na cesti Via della Bellavista (križišče K2), pa smo ugotovili, da bo dosegel nivo uslug D.

4.4. Varianta V1: Semaforizirano križišče

Za varianto V1 smo upoštevali sistem urejanja prometnega toka s sistemom semaforizacije, ki je najbolj pogost sistem urejanja, prekinitve prometnega toka in krmiljenja. Vožnja je možna le v časovnem obdobju, ko se vozniku pojavi zeleni čas [8]. Sistem semaforizacije je dobra izbira za urejanje prometnega toka, saj omogoča zmanjšanje zamude prečkanka križišča iz stranskih cest in skupno zamudo vozil na posameznem kraku, v nepreglednih križiščih pa povečuje varnost.

Na spodnji sliki je prikaz opremljenih obstoječih križišč s sistemom semaforizacije (slika 39):

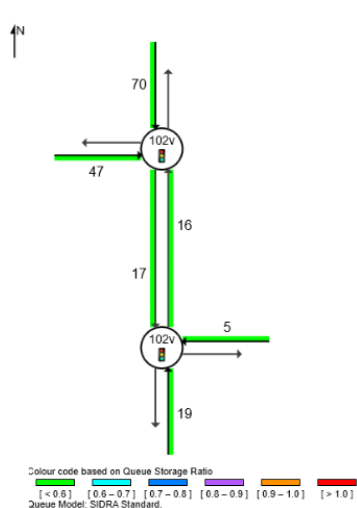


Slika 39: Semaforizirano križišče

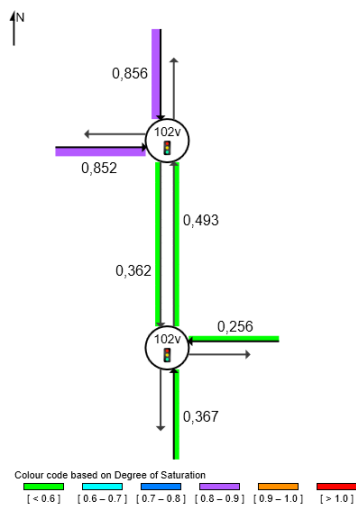
Za izbrani analizirani odsek smo za obe križišči, K1 in K2, izbrali dvofazni krmilni program. Pri tem moramo pri zasnovi izbrati dolžine ciklusa in efektivne zelene čase. Dolžina ciklusa je čas od začetka do konca vseh signalnih časov. Efektivni zeleni čas pa predstavlja tisti čas, pri katerem lahko vozniki prečkajo križišče (zeleni čas in del rumene luči) [8].

4.4.1. Varianta V1: jutranja urna konica - obstoječe prometne obremenitve

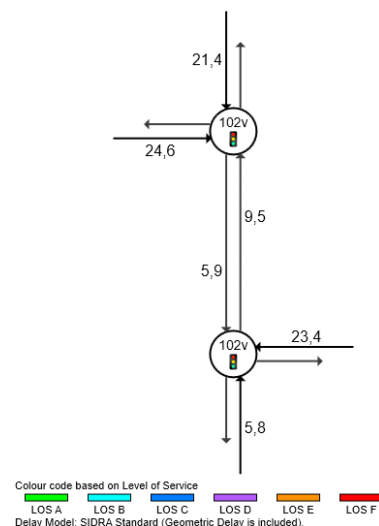
Na spodnjih slikah (40), (41), (42), (43) so podani rezultati analize variante V1, ki predvideva sistem semaforizacije z upoštevanjem današnjih prometnih obremenitev, in sicer: dolžine kolon, stopnja zasičenosti, zamude v sekundah in nivo usluge, ki veljajo za jutranjo urno konico (8:15 - 9:15).



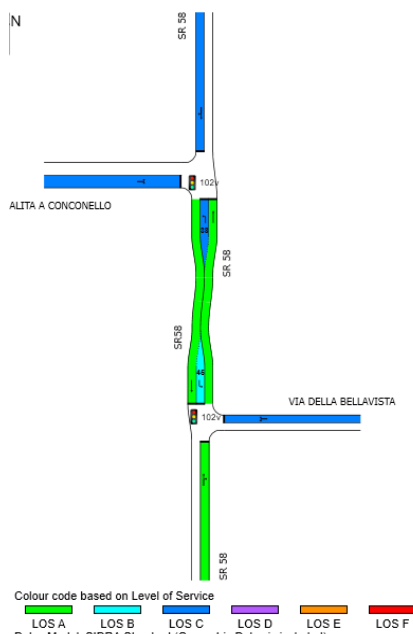
Slika 40: Dolžina kolon



Slika 41: Stopnja zasičenosti



Slika 42: Zamude



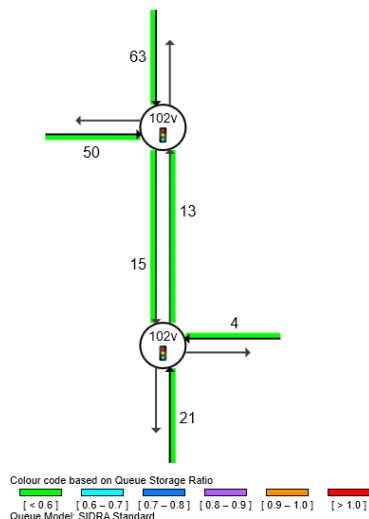
Slika 43: Nivo uslug

Ugotovitve:

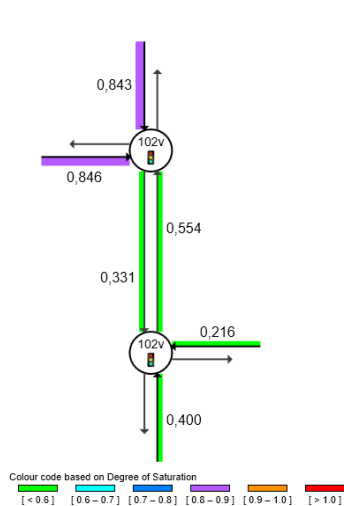
Varianta V1 z uvedbo sistema semaforizacije daje za prometne obremenitve v jutranji urni konici ugodnejše rezultate od obstoječe variante V0, saj imamo možnost urejanja prometnega toka. Pogoji na kraku D so se izboljšali, saj je razvidno, da je dolžina kolon krajša (47 m), stopnja zasičenosti nižja (0,852), zamude so krajše (24,6 voz/s) ter nivo uslug je C (prej F). Z uvedbo takega sistema lahko zagotovimo boljšo prepustnost in prometno varnost.

4.4.2. Varianta V1: popoldanska urna konica - obstoječe prometne obremenitve

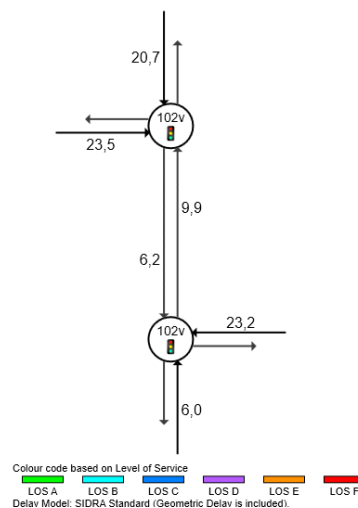
Na spodnjih slikah (44), (45), (46), (47) so podani rezultati analize variante V1, ki predvideva sistem semaforizacije z upoštevanjem današnjih prometnih obremenitev, in sicer: dolžine kolon, stopnja zasičenosti, zamude v sekundah in nivo usluge, ki veljajo za popoldansko urno konico (16:30 - 17:30).



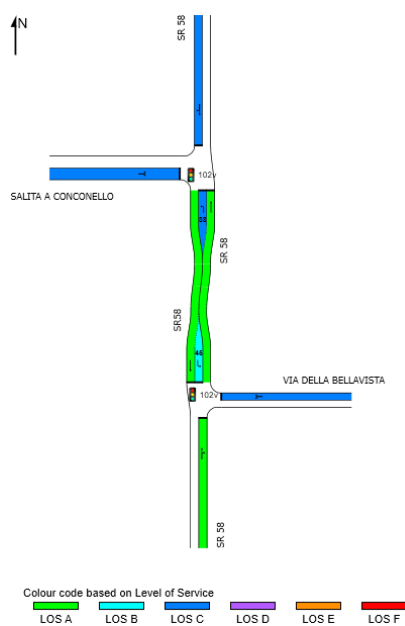
Slika 44: Dolžina kolon



Slika 45: Stopnja zasičenosti



Slika 46: Zamude



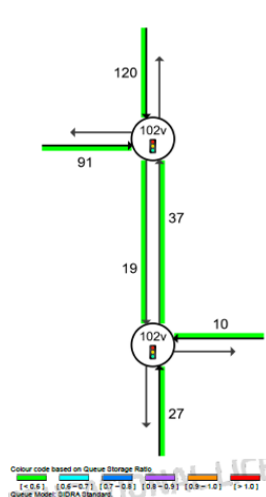
Slika 47: Nivo uslug

Ugotovitve:

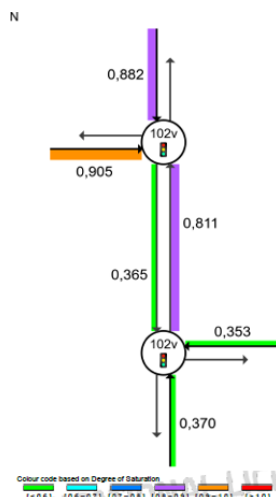
Varianta V1 z uvedbo sistema semaforizacije daje za prometne obremenitve v popoldanski urni konici ugodnejše rezultate od obstoječe variante V0, saj imamo možnost urejanja prometnega toka. Pogoji na kraku D so se poboljšali, saj je razvidno, da je dolžina kolon krajša (50 m), stopnja zasičenosti nižja (0,846) in so zamude krajše (23,5 voz/s) ter je nivo uslug C, kar je bil v prejšnji analizi F. Nivo uslug in drugi parametri na krakih A, B, C ostajajo približno enaki. Z uvedbo takega sistema lahko zagotovimo bolj prepusten in varnejši prometni tok.

4.4.3. Varianta V1: jutranja urna konica - planska doba

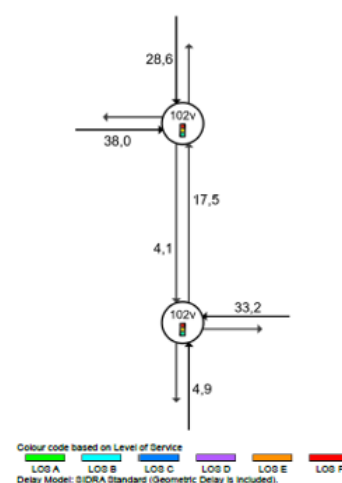
Na spodnjih slikah (48), (49), (50), (51) so podani rezultati analize variante V1, ki predvideva sistem semaforizacije in pri tem smo upoštevali prometne obremenitve v planski dobi. Z novimi vhodnimi podatki smo določili dolžine kolon, stopnja zasičenosti, zamude v sekundah in nivo usluge, ki veljajo za jutranjo urno konico (08:15 - 09:15).



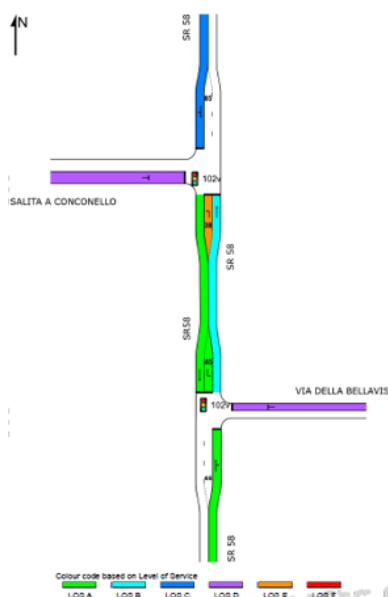
Slika 48: Dolžina kolon



Slika 49: Stopnja zasičenosti



Slika 50: Zamude



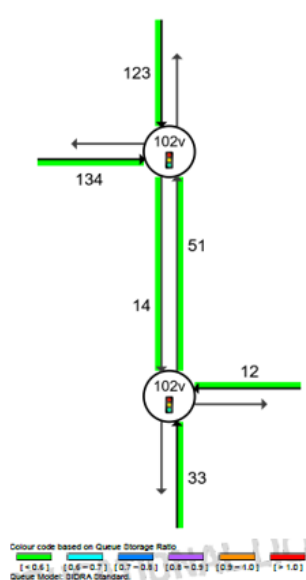
Slika 51: Nivo uslug

Ugotovitve:

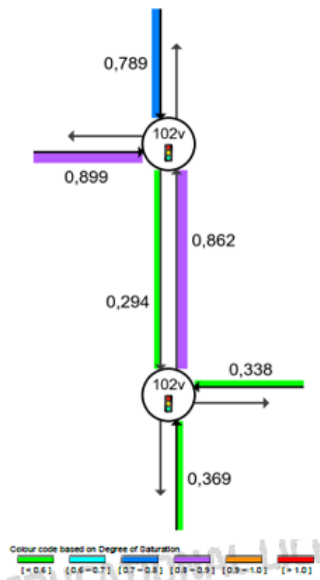
Varianta V1 daje z uvedbo sistema semaforizacije za prometne obremenitve v jutranji urni konici v planski dobi ugodnejše rezultate kot varianta V0, saj imamo možnost urejanja prometnega toka. Dolžina kolon bo daljša (91m), stopnja zasičenosti višja in ne sprejemljiva (0,905) ter nivo uslug bo D. Parametri na ostalih krakih se bodo v planski dobi tudi poslabšali, vendar bodo še ugodni.

4.4.4. Varianta V1: popoldanska urna konica - planska doba

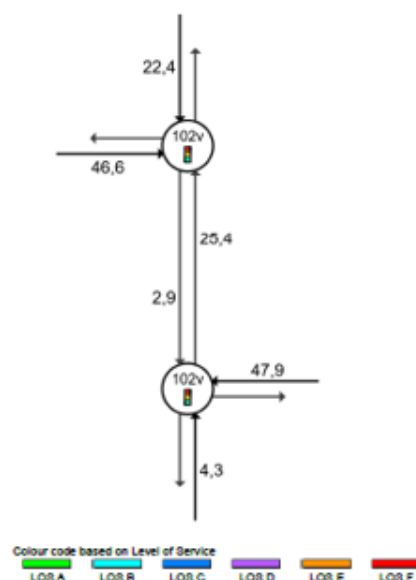
Na spodnjih slikah (52), (53), (54), (55) so podani rezultati analize variante V1, ki predvideva sistem semaforizacije in pri tem smo upoštevali prometne obremenitve v planski dobi. Z novimi vhodnimi podatki smo določili dolžine kolon, stopnja zasičenosti, zamude v sekundah in nivo uslug, ki veljajo za popoldansko urno konico (16:30-17:30).



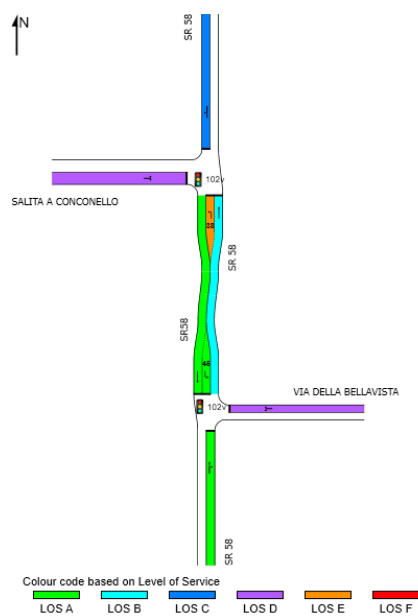
Slika 52: Dolžina kolon



Slika 53: Stopnja zasičenosti



Slika 54: Zamude



Slika 55: Nivo uslug

Ugotovitve:

Iz analize rezultatov sklepamo, da je varianta V1 ugodnejša kot varianta V0. Dolžina kolon, bo v bodočnosti daljša (134 m), stopnja zasičenosti višja in ne sprejemljiva (0,899) in nivo uslug D. Rezultati na ostalih krakih se bodo v planski dobi tudi zaostri, ampak bodo še ugodni razen za krak B, na katerem bo nivo uslug D.

4.5. Varianta V2: krožno križišče

Za izbrano analizirano območje smo analizirali obstoječe in prometne obremenitve v planski dobi z upoštevanjem nove geometrije križišča in sicer smo križišči K1 in K2 preoblikovali v skupno krožno križišče. Prometne obremenitve smo upoštevali kot pri variantah V0 (obstoječe stanje) in V1 (križišči opremljeni s sistemom semaforizacije). Pri tem smo izbrali enopasovno krožno križišče, ki ima naslednje geometrijske elemente:

- število pasov na krožnem križišču: 1,
- krožna širina: 8 m,
- notranji premer krožnega križišča: 18 m,
- uvozni in izvozni radij krožnega križišča: 20 m,
- izvozni in uvozni kot: 30°,
- vzdolžni naklon križišča in cest: $\pm 3,5\%$.

Spodnja slika (Slika 56) prikazuje model krožnega križišča.



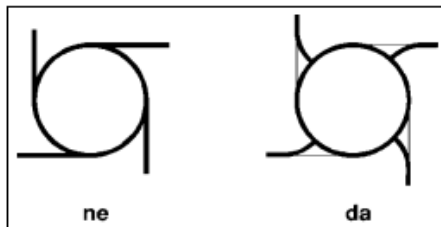
Slika 56: Model krožnega križišča

Dimenzije krožnega križišča smo izbrali glede na Tehnične specifikacije za javne ceste, ki zadeva krožna križišča. V našem primeru se analizirano območje nahaja v kategoriji srednje velikega urbanega območja. Dimenzije glede na tip krožnega križišča so podane v spodnji preglednici (preglednica 12)

Preglednica 12: Krožna križišča glede na lokacijo in velikost [4].

Tip krožnega križišča	Zunanji premer [m]	Okvirna kapaciteta [voz./dan]
Mini urbano	14 - 25	10.000
Majhno urbano	22 - 35	15.000
Srednje veliko urbano	30 - 40	20.000
Srednje veliko izvenurbano	35 - 45	22.000
Krožno križišče s spiralnim potekom krožnega vozišča (srednje veliko, urbano in izvenurbano)	40 - 70	40.000
Veliko izvenurbano	> 70	-

Glede na obstoječe in predvidene prometne obremenitve smo izbrali srednje veliko krožno križišče. Tako križišče mora biti zasnovano na tak način, da zagotavlja maksimalne hitrosti do 40 km/h. Vodenje krakov mora potekati čimbolj pravokotno in se vpadati s središčem krožnice krožnega križišča kot kaže spodnja Slika 57.



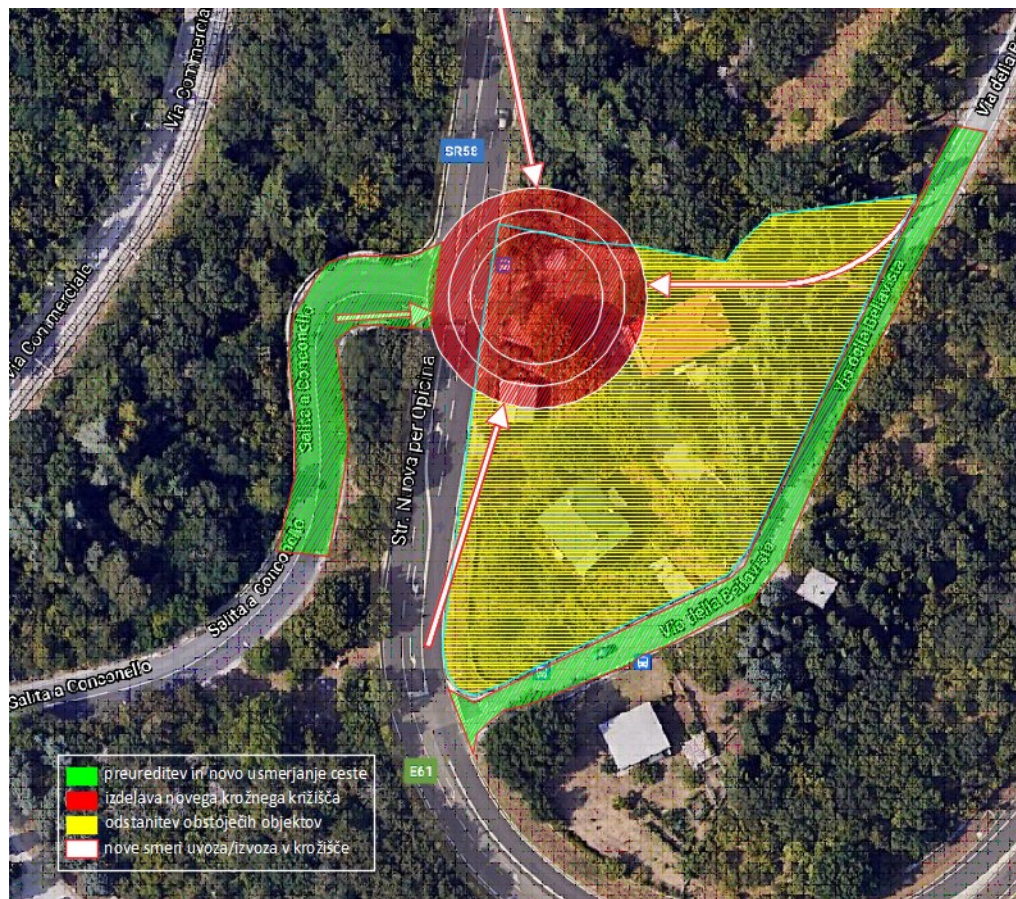
Slika 57: Vodenje krakov v krožno križišče [4]

V nadaljevanju je prikazan idejni načrt krožnega križišča.

Izbrali smo krožno križišče saj le-to predstavlja veliko prednosti, in sicer [4]:

- izboljša se prometna varnost zaradi predvidevanja manjše količine konfliktnih točk, kot jih imajo tradicionalna križišča,
- taka geometrijska oblika križišča dopušča večje prometne tokove po krožišču,
- pričakujemo, da so čakalni časi krajši, posledično se znižajo tudi hrup in emisije Co2,
- krožišča v obdobju obratovanja predstavljajo nižje stroške vzdrževanja (v primerjavi s sistemom semaforiziranih križišč).

Slika 58 prikazuje idejni načrt novega krožnega križišča z zgoraj navedenimi dimenzijami

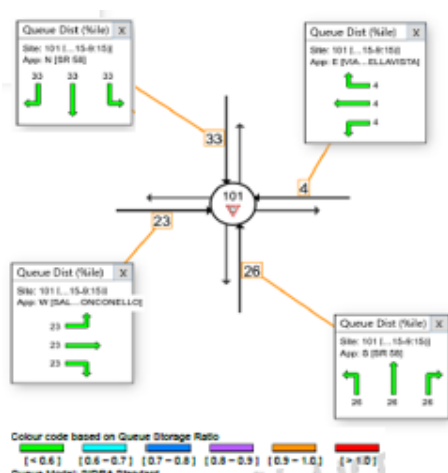


Slika 58: Skica novega krožnega križišča [2]

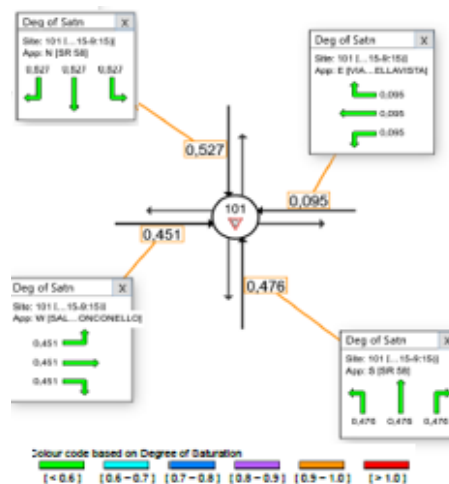
Pri zasnovi novega krožnega križišča smo upoštevali kriterij prostora. Zbrali smo informacije o možnosti posegov na okolico, in sicer z rumenim šrafiranjem smo označili parcelo, na kateri se trenutno nahaja objekt, ki je v lasti deželnega podjetja Anas S.p.A. Podjetje dovoli spremembo rabe prostora, saj omogoča realizacijo novega krožnega križišča, ki se bo nahajalo tudi na omenjenem zemljišču in ureditev naklonov ter smeri obstoječih cest. Puščice na sliki 58 prikazujejo nove smeri izvozov in uvozov v krožno križišče, kar pomeni, da bo potrebno preurediti tudi obstoječo cestno infrastrukturo. Cesti Salita a Conconello in Via della Bellavista imata velike naklone, kar pomeni, da jih moramo urediti, da dosežemo naklon $<3,5\%$, kot predpisuje tehnična specifikacija za javne ceste.

4.5.1. Varianta V2: jutranja urna konica - obstoječe prometne obremenitve

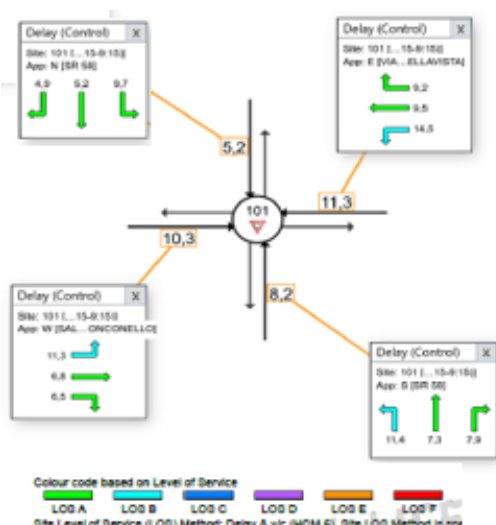
Na spodnjih slikah (59), (60), (61), (62) so podani rezultati analize variante V2, ki predvideva preureditev križišč v skupno krožno križišče z upoštevanjem današnjih prometnih obremenitev, in sicer: dolžine kolon, stopnja zasičenosti, zamude v sekundah in nivo usluge, ki veljajo za jutranjo urno konico (8:15 - 9:15).



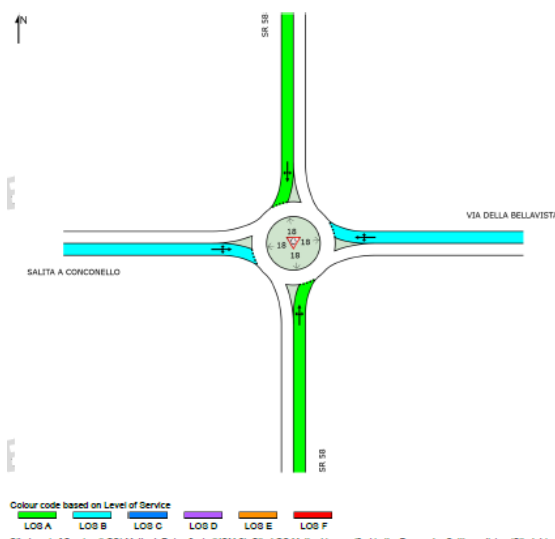
Slika 59: Dolžina kolon



Slika 60: Stopnja zasičenosti



Slika 61: Zamude



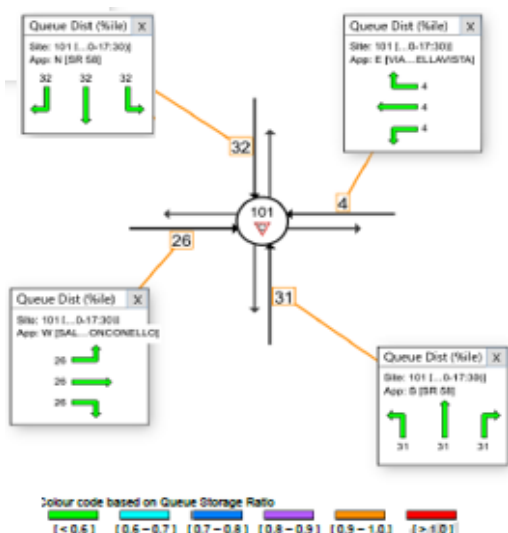
Slika 62: Nivo uslug

Ugotovitve:

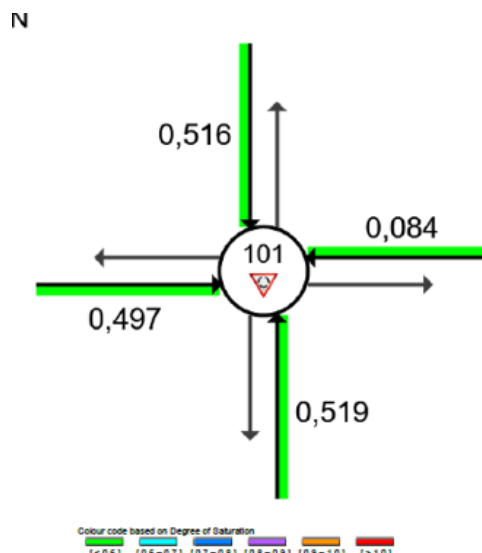
Rezultati analize kažejo, da je varianta V2 za prometne obremenitve v popoldanski urni konici boljša izbira kot varianta V1, saj se na krakih pojavijo krajše kolone, manjše zamude, stopnja zasičenosti v krožnem križišču je zadovoljiva.

4.5.2. Varianta V2 popoldanska urna konica - obstoječe prometne obremenitve

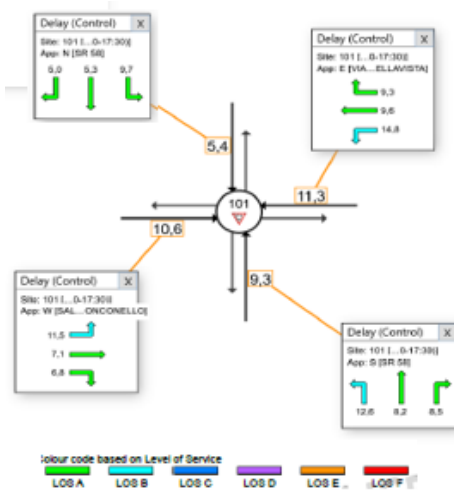
Na spodnjih slikah (63), (64), (65), (66) so podani rezultati analize variante V2, ki predvideva preureditev križišč v skupno krožno križišče z upoštevanjem današnjih prometnih obremenitev, in sicer: dolžine kolon, stopnja zasičenosti, zamude v sekundah in nivo uslug, ki veljajo za popoldansko urno konico (16:30 - 17:30).



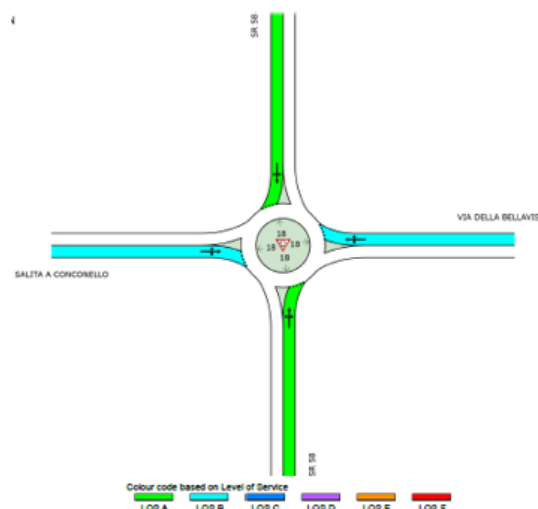
Slika 63: Dolžina kolon



Slika 64: Stopnja zasičenosti



Slika 65: Zamude



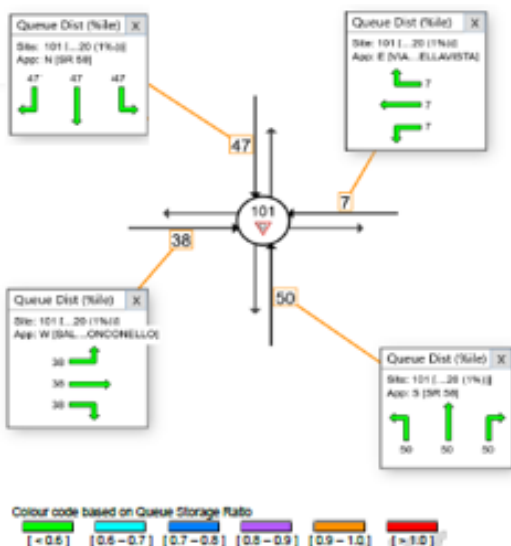
Slika 66: Nivo uslug

Ugotovitve:

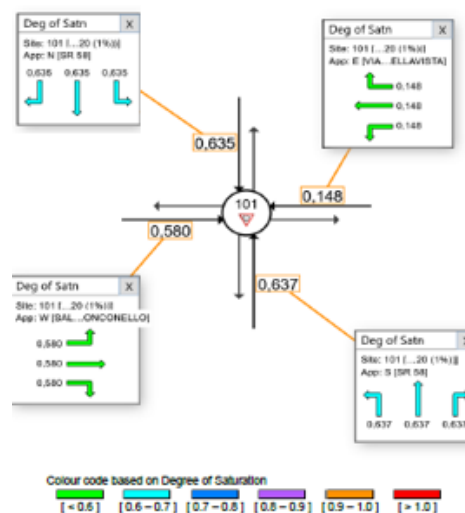
Rezultati analize kažejo, da je varianta V2 za prometne obremenitve v popoldanski urni konici je boljša izbira od variante V1, saj se na krakih pojavijo krajše kolone, manjše zamude, stopnja zasičenosti v krožnem križišču je zadovoljiva.

4.5.3. Varianta V2 jutranja urna konica - planska doba

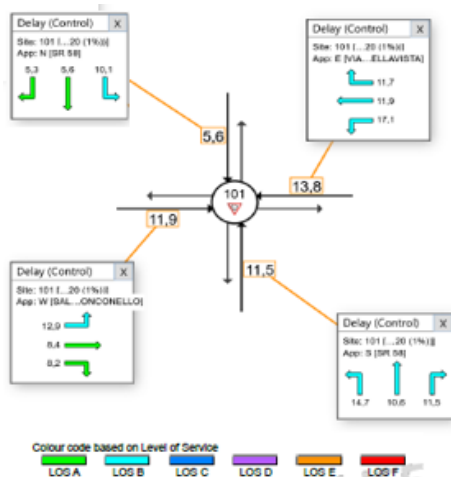
Na spodnjih slikah (67), (68), (69), (70) so podani rezultati analize variante V2, ki predvideva preureditev križišč v skupno krožno križišče, pri tem smo upoštevali prometne obremenitve v planski dobi. Z novimi vhodnimi podatki smo določili dolžine kolon, stopnja zasičenosti, zamude v sekundah in nivo uslug, ki veljajo za jutranjo urno konico (8:15 - 9:15).



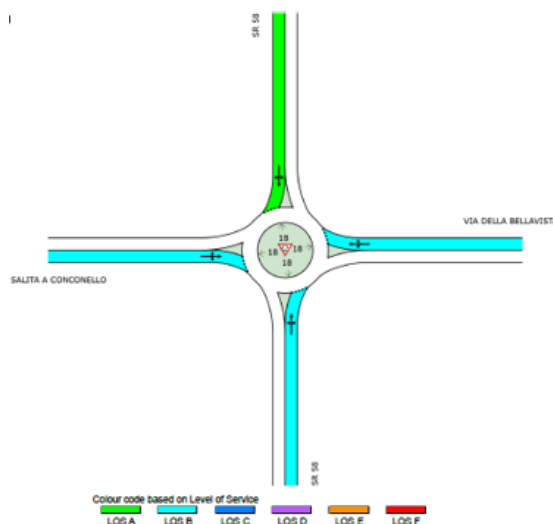
Slika 67: Dolžina kolon



Slika 68: Stopnja zasičenosti



Slika 69: Zamude



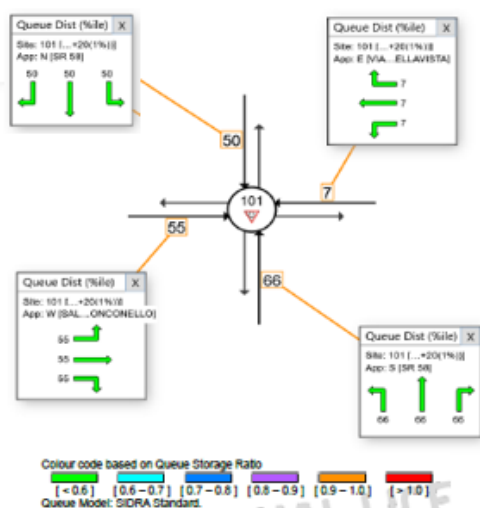
Slika 70: Nivo uslug

Ugotovitve:

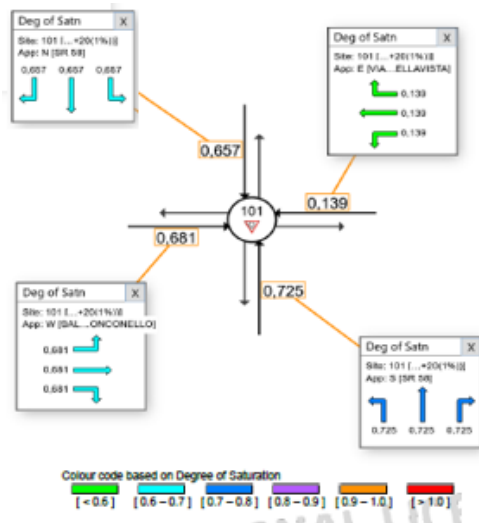
Analize kažejo, da je varianta V2 v jutranji urni konici v planski dobi primernejša kot varianta V1, saj se na krakih pojavijo krajše kolone, manjše zamude, stopnja zasičenosti v krožnem križišču je zadovoljiva. Kraki A, B in D dosežejo nivo uslug B, medtem ko doseže krak C nivo uslug A.

4.5.4. Varianta V2 popoldanska urna konica- planska doba

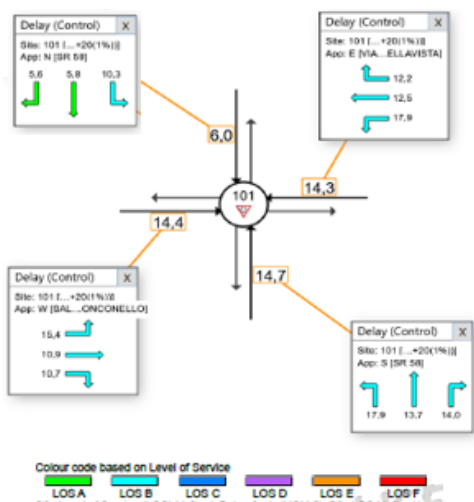
Na spodnjih slikah (71), (72), (73), (74) so podani rezultati analize variante V2, ki predvideva preureditev križišč v skupno krožno križišče, pri tem smo upoštevali prometne obremenitve v planski dobi. Z novimi vhodnimi podatki smo določili dolžine kolon, stopnjo zasičenosti, zamude v sekundah in nivo uslug, ki veljajo za popoldansko urno konico (16:30 - 17:30).



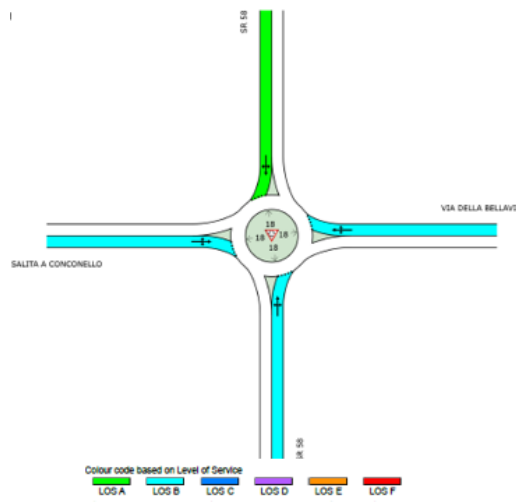
Slika 71: Dolžina kolon



Slika 72: Stopnja zasičenosti



Slika 73: Zamude



Slika 74: Nivo uslug

Ugotovitve:

Analize kažejo, da je varianta V2 za prometne obremenitve v popoldanski urni konici v planski dobi primernejša (iz vidika kapacitete) kot varianta V1, saj se na krakih pojavijo krajše kolone, manjše zamude, stopnja zasičenosti v krožnem križišču je zadovoljiva. Kraki A, B in D dosežejo nivo uslug B, medtem ko doseže krak C nivo uslug A.

5 ZAKLJUČEK

V sklopu diplomske naloge smo analizirali glavno deželno cesto SR 58 Strada Nuova per Opicina in stranski cesti Salita a Conconello in Via della Bellavista, in sicer na stacionaži 2+900 m in 2+500 m. Obravnavali smo številne probleme, ki ovirajo prometni tok na cestah in vplivajo na varnost prometa. Rezultati analize varnosti dokažejo, da je na obeh križiščih preglednost slaba, kar potrjujejo tudi pogoste nesreče na tem cestnem odseku. To smo prikazali z grafičnim prikazom trikotnikov preglednosti. Vozniki, ki se nahajajo na cesti Via della Bellavista, zaznajo le s težavo vozna sredstva, ki se peljejo na glavni cesti (SR58) Strada Nuova per Opicina, saj se križišče nahaja v krožnem loku. Trenutno stoji tu cestno ogledalo, ki pa ne reši problema. Enako velja za zgornje križišče, kjer vozniki, ki se nahajajo na cesti Salita a Conconello, le s težavo vidijo voznike, ki se peljejo po glavni cesti. Predstavili smo sistem krmiljenja Cops & road, s katerim bi znatno zmanjšali prometne nesreče na tem odseku.

V drugem delu diplomske naloge smo izdelali kapacitetno analizo križišč. Za obstoječe stanje, varianta V0, velja, da današnje obremenitve presegajo dopustne vrednosti, in sicer: nastajanje daljših kolon prevoznih sredstev, stopnja zasičenosti je presežena, zamude so prevelike in nivo uslug je slab, predvsem na kraku D, ki dosega nivo uslug F. Analize kažejo, da se bo promet v planski dobi 20 let povečal za 22% in obstoječa geometrija ne bo zadostovala takratnim prometnim obremenitvam. Izdelali smo analizo dveh možnih rešitev, in sicer varianti V1 (semaforizirano križišče) in V2 (krožno križišče). Za varianto V1 velja, da morata biti semaforja na obeh križiščih v koordinaciji. Izkazalo se je, da je varianta V1 za današnje obremenitve ugodna, vendar bo ob izteku planske dobe manj prepustna. Boljše rezultate smo dosegli z varianto V2. Rezultati so pokazali, da so kazalniki kapacitetne analize bolj ugodni, vendar se iz projektnega stališča kaže kot zelo zahtevna rešitev bodisi zaradi vzdolžnih naklonov kot potrebnega odkupa zemljišč.

Za diplomsko nalogo sem želel analizirati konkretni primer kritičnega območja cestnega odseka v rojstnem kraju, v občini Trst. Primer cestnega odseka, ki sem ga analiziral, predstavlja številne probleme, s katerimi sem se najprej srečal kot voznik v vsakdanjem življenju. V okviru svojega študija pa sem se zavedal, da je analizirano območje spodbudno tudi z vidika prometnega inženirstva. Upam, da bo občina Trst v bližnji prihodnosti sprejela strateški načrt, s katerim bo rešila sedanja vprašanja cestnega odseka, ki so pereča bodisi z vidika varnosti kot z vidika prometa. Kot bodoči diplomirani gradbeni inženir, bi rad z veseljem sodeloval pri tem načrtu in nudil vse analize, ki sem jih izvedel v sklopu svoje diplomske naloge.

VIRI

- [1] R. S.-. M. z. i. i. prostor, „Smernica za pregledovanje varnosti cest (RSI),“ Ljubljana , 2021.
- [2] G. m.-. G. earth. 2021. <https://www.google.com/maps/> (pridobljeno 12.11.2021.)
- [3] PIS.Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste. 2011.<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV9370#>.(pridobljeno 22.8.2021)
- [4] R. S.-. M. Z. I. I. Prostor.tehnična specifikacija za javne ceste.2011. https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/DRSI/Dokumenti-DRSI/Tehnicne-specifikacije/TSC_03_341_2011_Krozna_krizisca.pdf.(pridobljeno 27.8.2021)
- [5] Krožno križišče.(<https://vozniski-izpit.com/cpp-tecaj/krozno-krizisce/>). (pridobljeno 29.8.2021)
- [6] COPS and road. (<https://www.cops-systems.com/si/produkti/copsroad/>). (pridobljeno 12.9.2021)
- [7] E. Sečen.Utripajoči znak za večjo varnost voznikov.15 12 2014.*Dnevnik*, . (pridobljeno 13.9.2021)
- [8] T. Maher.Osnove teorije prometnega toka in kapaciteta prometnih objektov.2006.LJUBLJANA.
- [9] I. J. o. T. S. a. Technology.Automated intersection delay estimation using the input–output principle and turning movement data.junij 2018.(pridobljeno 13.9.2021)

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A-1: DIAGRAM PROMETNIH OBREMENITEV KRIŽIŠČA K1 (08:15 - 09:15)

PRILOGA A-2: FAKTOR URNE KONICE KRIŽIŠČA K1 (08:15 - 09:15)

PRILOGA A-3: ANALIZA ZAVIJALCEV PO STRUKTURI PROMETA KRIŽIŠČA K1 (08:15-09:15)

PRILOGA A-4: DIAGRAM PROMETNIH OBREMENITEV KRIŽIŠČA K1 (16:30-17:30)

PRILOGA A-5: FAKTOR URNE KONICE KRIŽIŠČA K1 (16:30-17:30)

PRILOGA A-6: ANALIZA ZAVIJALCEV PO STRUKTURI PROMETA KRIŽIŠČA K1 (16:30-17:30)

PRILOGA B-1: DIAGRAM PROMETNIH OBREMENITEV KRIŽIŠČA K2 (08:15-09:15)

PRILOGA B-2: FAKTOR URNE KONICE KRIŽIŠČA K2 (08:15-09:15)

PRILOGA B-3: ANALIZA ZAVIJALCEV PO STRUKTURI PROMETA KRIŽIŠČA K2 (08:15-09:10)

PRILOGA B-4: DIAGRAM PROMETNIH OBREMENITEV KRIŽIŠČA K2 (16:30-17:30)

PRILOGA B-5: FAKTOR URNE KONICE KRIŽIŠČA K1 (16:30-17:30)

PRILOGA B-6: ANALIZA ZAVIJALCEV PO STRUKTURI PROMETA KRIŽIŠČA K2 (16:30-17:30)

PRILOGA A-1: DIAGRAM PROMETNIH OBREMENITEV KRIŽIŠČA K1 (08:15-09:15)

Diagram prometnih obremenitev

Šifra križišča: K1

Ime križišča: salita a conconello

Tip križišča: ACD

Naslov štetja: trst-stetje

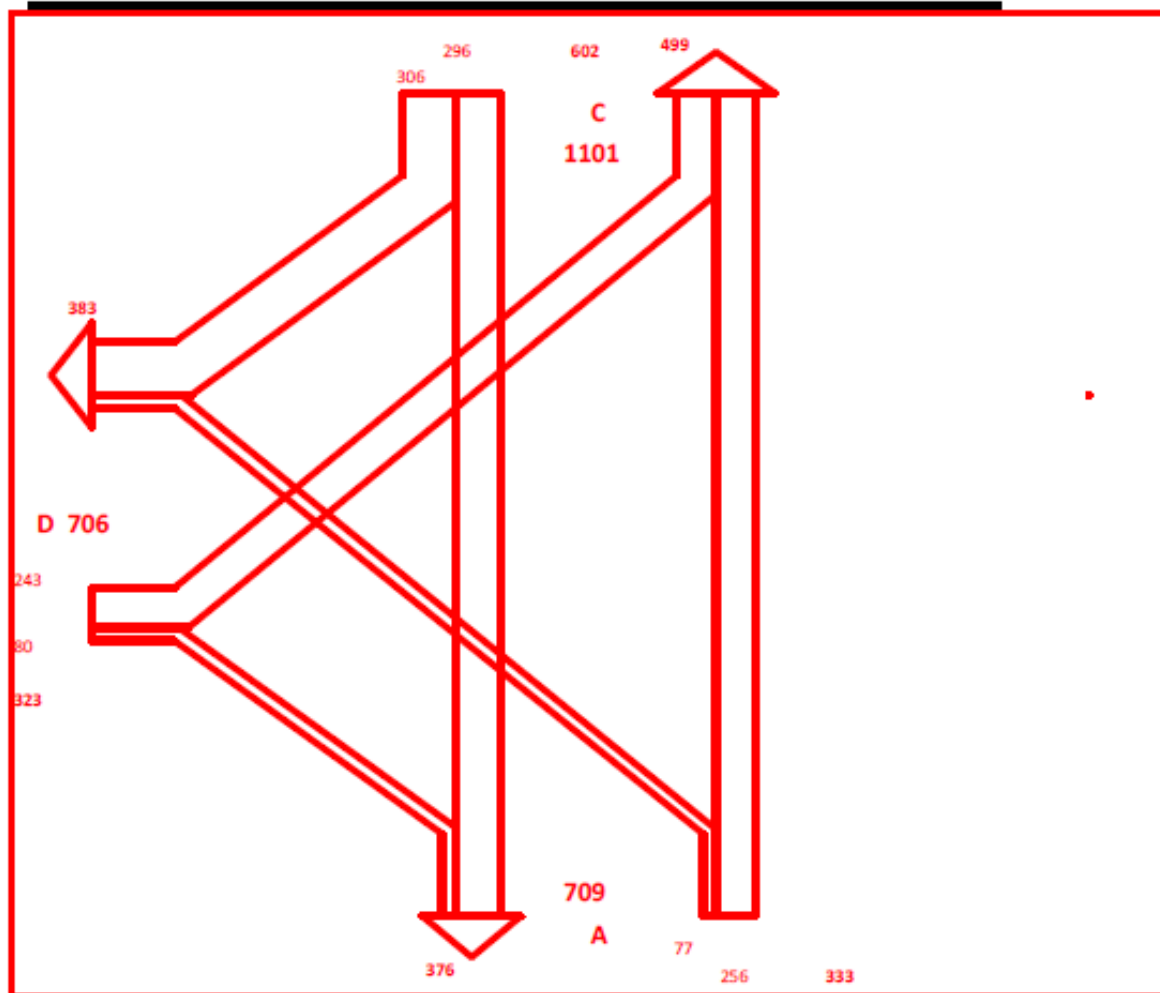
Datum štetja: 22/06/2021

Številka štetja: 1

Časovni interval: od 08:15 do 09:15

Vrsta vozil: EOv

A	strada nuova per opicina
C	strada nuova per opicina
D	salita a conconello



PRILOGA A-2: FAKTOR URNE KONICE KRIŽIŠČA K1 (08:15-09:15)

Faktor urne konice (PHF)

Šifra križišča: K1

Ime križišča: salita a conconello

Tip križišča: ACD

Naslov štetja: trst-stetje

Datum štetja: 22/06/2021

Številka štetja: 1

Ura konice: od 08:15 do 09:15

Vrsta vozil: EOv

Križišče:	0.97
-----------	------

Priključek A :	0.87
----------------	------

Dovoz:

Levo	0.74
------	------

Naravnost	0.71
-----------	------

Priključek C :	0.91
----------------	------

Dovoz:

Desno	0.86
-------	------

Naravnost	0.94
-----------	------

Priključek D :	0.88
----------------	------

Dovoz:

Desno	0.69
-------	------

Levo	0.84
------	------

PRILOGA A-3: ANALIZA ZAVIJALCEV PO STRUKTURI PROMETA KRIŽIŠČA K1(08:15-09:15)

Analiza zavijalcev po strukturi prometa

Šifra križišča: K1

Ime križišča: salita a conconello

Tip križišča: ACD

Naslov štetja: trst-stetje

Datum štetja: 22/06/2021

Številka štetja: 1

Časovni interval: od 08:15 do 09:15

Priključek \ Dovož	Levo	% levo	Naravnost	% naravnost	Desno	% desno	Skupaj	% skupaj
A								
osebni	77	25%	215	69%	0	0%	292	94%
tovorni	0	0%	12	4%	0	0%	12	4%
avtobus	0	0%	7	2%	0	0%	7	2%
vlačilec	0	0%	1	0%	0	0%	1	0%
tav / Skupaj	0	0%	20	9%	0	0%	20	6%
Skupaj	77	25%	235	75%	0	0%	312	100%
B								
osebni	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
tovorni	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
avtobus	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
vlačilec	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
tav / Skupaj	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Skupaj	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
C								
osebni	0	0%	276	47%	292	50%	568	97%
tovorni	0	0%	4	1%	1	0%	5	1%
avtobus	0	0%	4	1%	6	1%	10	2%
vlačilec	0	0%	1	0%	0	0%	1	0%
tav / Skupaj	0	0%	9	3%	7	2%	16	3%
Skupaj	0	0%	285	49%	299	51%	584	100%
D								
osebni	231	73%	0	0%	78	25%	309	98%
tovorni	1	0%	0	0%	0	0%	1	0%
avtobus	5	2%	0	0%	1	0%	6	2%
vlačilec	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
tav / Skupaj	6	3%	0	0%	1	1%	7	2%
Skupaj	237	75%	0	0%	79	25%	316	100%

PRILOGA A-4: DIAGRAM PROMETNIH OBREMENITEV KRIŽIŠČA K1(16:30-17:30)

Diagram prometnih obremenitev

Šifra križišča: K1

Ime križišča: salita a conconello

Tip križišča: ACD

Naslov štetja: trst-stetje

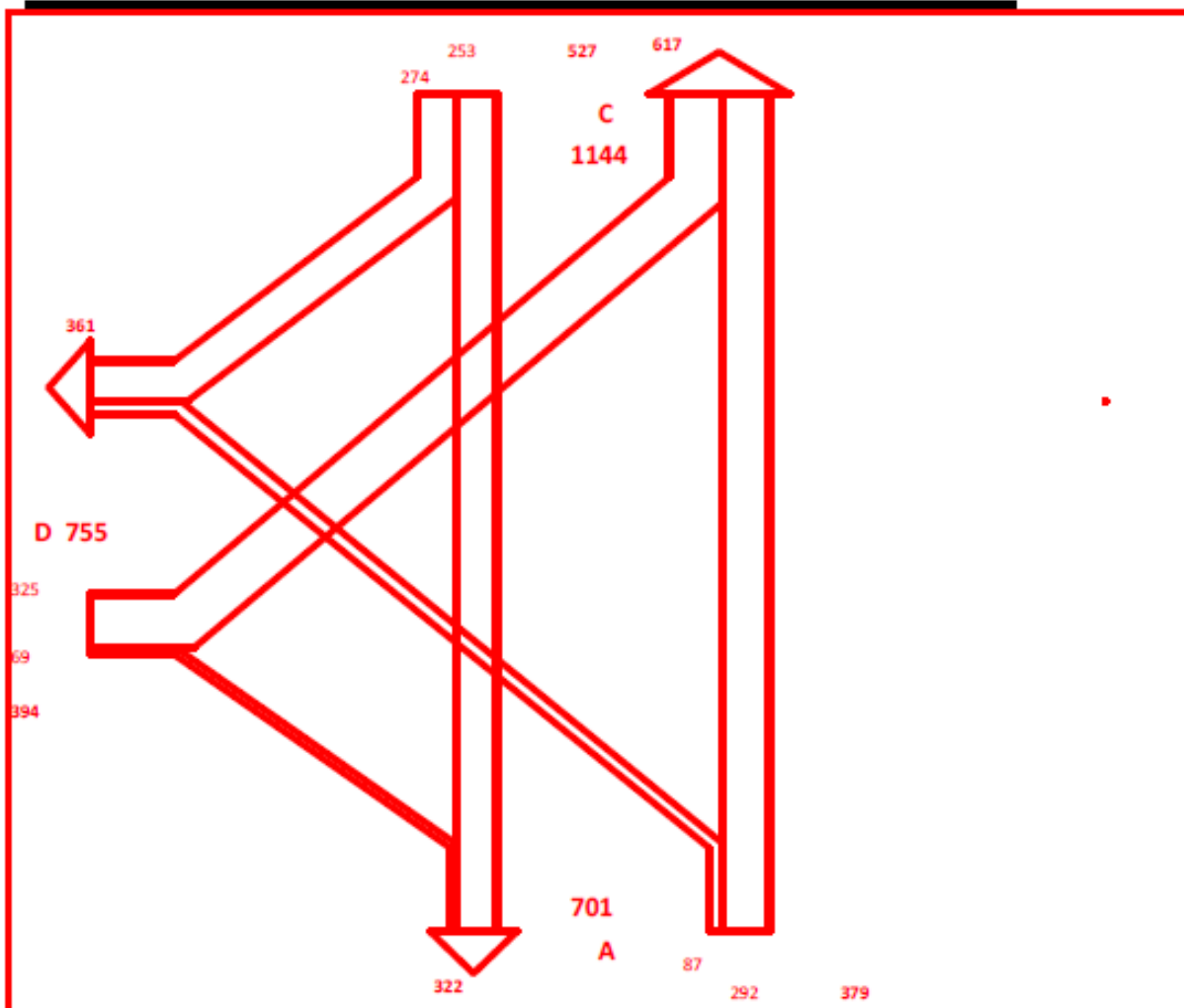
Datum štetja: 22/06/2021

Številka štetja: 1

Časovni interval: od 16:30 do 17:30

Vrsta vozil: EOv

A	strada nuova per opicina
C	strada nuova per opicina
D	saòita a conconello



PRILOGA A-5: FAKTOR URNE KONICE KRIŽIŠČA K1 (16:30-17:30)

Faktor urne konice (PHF)	
Šifra križišča: K 2	
Ime križišča: via della bellavista	
Tip križišča: ABC	
Naslov štetja: trst-stetje	Datum štetja: 22/06/2021
Številka štetja: 1	Ura konice: od 16:30 do 17:30
Vrsta vozil: EOV	
Križišče:	
0.92	
Priključek A :	
0.88	
Dovoz:	
Desno	0.58
Naravnost	0.89
Priključek B :	
0.63	
Dovoz:	
Desno	0.57
Levo	0.58
Priključek C :	
0.92	
Dovoz:	
Levo	0.53
Naravnost	0.93

PRILOGA A-6: ANALIZA ZAVIJALCEV PO STRUKTURI PROMETA KRIŽIŠČA K1 (16:30-17:30)

Analiza zavijalcev po strukturi prometa

Šifra križišča: K1

Ime križišča: salita a conconello

Tip križišča: ACD

Naslov štetja: trst-stetje

Datum štetja: 22/06/2021

Številka štetja: 1

Časovni interval: od 16:30 do 17:30

Dovoz Prilidjuček	Levo	% levo	Naravnost	% naravnost	Desno	% desno	Skupaj	% skupaj	
A	osebni	83	23%	266	74%	0	0%	349	97%
	tovorni	1	0%	6	2%	0	0%	7	2%
	avtobus	1	0%	0	0%	0	0%	1	0%
	vlačilec	0	0%	4	1%	0	0%	4	1%
	tav / Skupaj	2	2%	10	4%	0	0%	12	3%
Skupaj	85	24%	276	76%	0	0%	361	100%	
B	osebni	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	tovorni	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	avtobus	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	vlačilec	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	tav / Skupaj	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Skupaj	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	
C	osebni	0	0%	245	47%	262	51%	507	98%
	tovorni	0	0%	2	0%	0	0%	2	0%
	avtobus	0	0%	2	0%	6	1%	8	2%
	vlačilec	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	tav / Skupaj	0	0%	4	2%	6	2%	10	2%
Skupaj	0	0%	249	48%	268	52%	517	100%	
D	osebni	313	81%	0	0%	69	18%	382	98%
	tovorni	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	avtobus	6	2%	0	0%	0	0%	6	2%
	vlačilec	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	tav / Skupaj	6	2%	0	0%	0	0%	6	2%
Skupaj	319	82%	0	0%	69	18%	388	100%	

PRILOGA B-1: DIAGRAM PROMETNIH OBREMENITEV KRIŽIŠČA K2 (08:15-09:15)

Diagram prometnih obremenitev

Šifra križišča: K 2

Ime križišča: via della bellavista

Tip križišča: ABC

Naslov štetja: trst-stetje

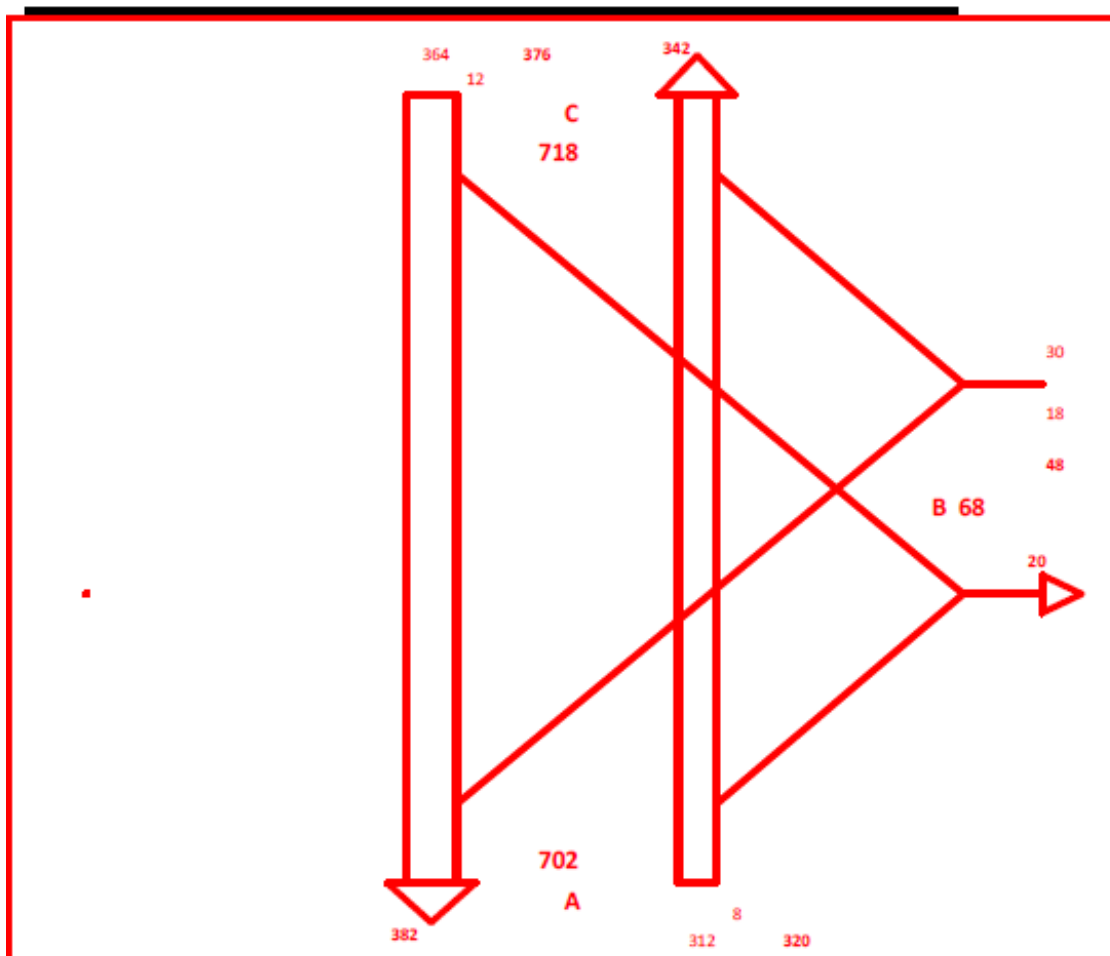
Datum štetja: 22/06/2021

Številka štetja: 1

Časovni interval: od 08:15 do 09:15

Vrsta vozil: EOv

A	strada nuova per opicina
B	via della bellavista
C	strada nuova per opicina



PRILOGA B-2: FAKTOR URNE KONICE KRIŽIŠČA K2 (08:15-09:15)

Faktor urne konice (PHF)

Šifra križišča: K 2

Ime križišča: via della bellavista

Tip križišča: ABC

Naslov štetja: trst-stetje

Datum štetja: 22/06/2021

Številka štetja: 1

Ura konice: od 08:15 do 09:15

Vrsta vozil: EOV

Križišče:	0.94
-----------	------

Priključek A :	0.86
----------------	------

Dovoz:

Desno	0.67
-------	------

Naravnost	0.86
-----------	------

Priključek B :	0.80
----------------	------

Dovoz:

Desno	0.83
-------	------

Levo	0.75
------	------

Priključek C :	0.95
----------------	------

Dovoz:

Levo	0.60
------	------

Naravnost	0.97
-----------	------

PRILOGA B-3: ANALIZA ZAVIJALCEV PO STRUKTURI PROMETA KRIŽIŠČA K2 (08:15-09:15)

Analiza zavijalcev po strukturi prometa

Šifra križišča: K 2

Ime križišča: via della bellavista

Tip križišča: ABC

Naslov štetja: trst-stetje

Datum štetja: 22/06/2021

Številka štetja: 1

Časovni interval: od 08:15 do 09:15

Dovoz Prilidjuček	Levo	% levo	Naravnost	% naravnost	Desno	% desno	Skupaj	% skupaj	
A	osebni	0	0%	280	93%	4	1%	284	94%
	tovorni	0	0%	11	4%	0	0%	11	4%
	avtobus	0	0%	5	2%	2	1%	7	2%
	vlačiliec	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	tav / Skupaj	0	0%	16	5%	2	33%	18	6%
Skupaj	0	0%	296	98%	6	2%	302	100%	
B	osebni	12	28%	0	0%	26	60%	38	88%
	tovorni	1	2%	0	0%	2	5%	3	7%
	avtobus	2	5%	0	0%	0	0%	2	5%
	vlačiliec	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	tav / Skupaj	3	20%	0	0%	2	7%	5	12%
Skupaj	15	35%	0	0%	28	65%	43	100%	
C	osebni	10	3%	344	95%	0	0%	354	97%
	tovorni	1	0%	3	1%	0	0%	4	1%
	avtobus	0	0%	5	1%	0	0%	5	1%
	vlačiliec	0	0%	1	0%	0	0%	1	0%
	tav / Skupaj	1	9%	9	3%	0	0%	10	3%
Skupaj	11	3%	353	97%	0	0%	364	100%	
D	osebni	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	tovorni	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	avtobus	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	vlačiliec	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	tav / Skupaj	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Skupaj	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	

PRILOGA B-4: DIAGRAM PROMETNIH OBREMENITEV KRIŽIŠČA K2 (16:30-17:30)

Diagram prometnih obremenitev

Šifra križišča: K 2

Ime križišča: via della bellavista

Tip križišča: ABC

Naslov štetja: trst-stetje

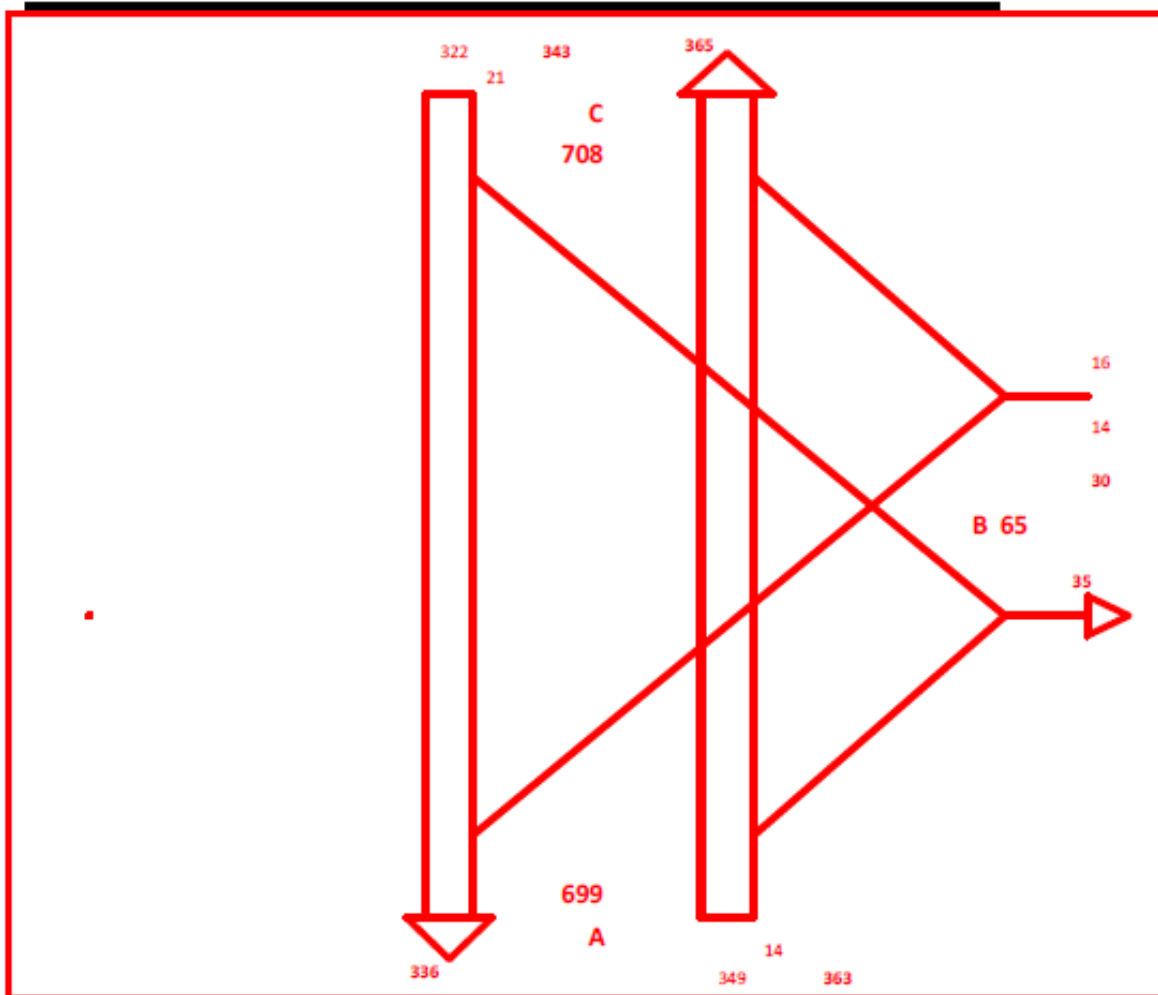
Datum štetja: 22/06/2021

Številka štetja: 1

Časovni interval: od 16:30 do 17:30

Vrsta vozil: EOV

A	strada nuova per opicina
B	via della bellavista
C	strada nuova per opicina



PRILOGA B-5: FAKTOR URNE KONICE KRIŽIŠČA K1 (16:30-17:30)

Faktor urne konice (PHF)	
Šifra križišča: K 2	
Ime križišča: via della bellavista	
Tip križišča: ABC	
Naslov štetja: trst-stetje	Datum štetja: 22/06/2021
Številka štetja: 1	Ura konice: od 16:30 do 17:30
Vrsta vozil: EOY	
Križišče:	
0.92	
Prilidjuček A :	
0.88	
Dovoz:	
Desno	0.58
Naravnost	0.89
Prilidjuček B :	
0.63	
Dovoz:	
Desno	0.57
Levo	0.58
Prilidjuček C :	
0.92	
Dovoz:	
Levo	0.53
Naravnost	0.93

PRILOGA B-6: ANALIZA ZAVIJALCEV PO STRUKTURI PROMETA KRIŽIŠČA K2 (16:30-17:30)

Analiza zavijalcev po strukturi prometa

Šifra križišča: K 2

Ime križišča: via della bellavista

Tip križišča: ABC

Naslov štetja: trst-stetje

Datum štetja: 22/06/2021

Številka štetja: 1

Časovni interval: od 16:30 do 17:30

Dovoz Priključek	Levo	% levo	Naravnost	% naravnost	Desno	% desno	Skupaj	% skupaj	
A	osebni	0	0%	333	94%	10	3%	343	97%
	tovorni	0	0%	7	2%	0	0%	7	2%
	avtobus	0	0%	1	0%	2	1%	3	1%
	vlačilec	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	tav / Skupaj	0	0%	8	2%	2	17%	10	3%
Skupaj	0	0%	341	97%	12	3%	353	100%	
B	osebni	10	36%	0	0%	16	57%	26	93%
	tovorni	1	4%	0	0%	0	0%	1	4%
	avtobus	1	4%	0	0%	0	0%	1	4%
	vlačilec	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	tav / Skupaj	2	17%	0	0%	0	0%	2	7%
Skupaj	12	43%	0	0%	16	57%	28	100%	
C	osebni	19	6%	312	93%	0	0%	331	98%
	tovorni	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	avtobus	1	0%	5	1%	0	0%	6	2%
	vlačilec	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	tav / Skupaj	1	5%	5	2%	0	0%	6	2%
Skupaj	20	6%	317	94%	0	0%	337	100%	
D	osebni	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	tovorni	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	avtobus	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	vlačilec	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	tav / Skupaj	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Skupaj	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	