

Idejno rješenje optimizacije prometa Ulice Park Hrvatske mornarice i zone obuhvata u gradu Zagrebu

Batinić, Josip

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:282228>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-28**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Josip Batinić

**IDEJNO RJEŠENJE OPTIMIZACIJE PROMETA ULICE
PARK HRVATSKE MORNARICE I ZONE OBUHVATA U
GRADU ZAGREBU**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2020.

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**IDEJNO RJEŠENJE OPTIMIZACIJE PROMETA ULICE
PARK HRVATSKE MORNARICE I ZONE OBUHVATA U
GRADU ZAGREBU**

**CONCEPTUAL DESIGN OF TRAFFIC OPTIMIZATION IN
PARK HRVATSKE MORNARICE STREET AND THE
COVERAGE AREA IN THE CITY OF ZAGREB**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Dubravka Hozjan

Student: Josip Batinić

JMBAG: 0135236084

Zagreb, rujan 2020.

Zagreb, 1. travnja 2020.

Zavod: **Zavod za cestovni promet**
Predmet: **Cestovne prometnice II**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 5961

Pristupnik: **Josip Batinić (0135236084)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Idejno rješenje optimizacije prometa Ulice Park Hrvatske mornarice i zone obuhvata u gradu Zagrebu**

Opis zadatka:

U diplomskom radu treba analizirati postojeće stanje prometnica sa stajališta sigurnosti i protočnosti prometa, te predložiti idejna rješenja kritičnih dijelova prometnica koja će rezultirati višom razinom usluge i sigurnosti sa stajališta svih sudionika u prometu. Očekuje se vrednovanje predloženih idejnih rješenja i provjera odabranog rješenja korištenjem mjerodavnih simulacijskih alata.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

izv. prof. dr. sc. Dubravka Hozjan

IDEJNO RJEŠENJE OPTIMIZACIJE PROMETA ULICE PARK HRVATSKE MORNARICE I ZONE OBUHVATA U GRADU ZAGREBU

SAŽETAK:

U diplomskom radu napravljena je optimizacija prometa u Ulici Park Hrvatske mornarice, koja je na zapadnom dijelu povezana s Ulicom Siget i Radmanovačkom ulicom, a na istočnom dijelu s Avenijom Većeslava Holjevca. Zbog uočenih problema prometnih zagušenja, nedostatne sigurnosti na raskrižjima, neadekvatne prometne signalizacije i opreme ceste, provedena je detaljna analiza prometa u zoni obuhvata. Na osnovu analize prometa predloženo je nekoliko varijanata rješenja, kako bi se povećala sigurnost prometa, osobito pješaka, te smanjila prometna zagušenja na raskrižjima. Tijekom izrade rada korišteni su programski alati Sidra Intersection i AutoCAD. Predložene varijante vrednovane su pomoću višekriterijske analize AHP metodom, te su provedene simulacije varijanata u programskom alatu PTV Vissim 6. U diplomskom radu daje se prijedlog idejnog rješenja za razmatrano područje kojim se povećava sigurnost i protočnost prometa te ublažavaju posljedice u slučaju prometne nesreće.

KLJUČNE RIJEČI

prometna signalizacija, analiza prometa, optimizacija, sigurnost, idejno rješenje

CONCEPTUAL DESIGN OF TRAFFIC OPTIMIZATION IN PARK HRVATSKE MORNARICE STREET AND THE COVERAGE AREA IN THE CITY OF ZAGREB

SUMMARY

In the thesis, traffic optimization was made in Park Hrvatske mornarice Street, which is connected to Siget Street and Radmanovačka Street in the western part, and to Većeslav Holjevac Avenue in the eastern part. Due to the observed problems of traffic congestion, insufficient safety at intersections, inadequate traffic signals and road equipment, a detailed analysis of traffic in the study area was conducted. Based on the traffic analysis, several

several variant solutions were proposed, in order to increase traffic safety, especially for pedestrians, and reduce traffic congestion at intersections. The software tools Sidra Intersection and AutoCAD were used during the creation of the paper. The proposed variants were evaluated using multicriteria analysis by AHP method, and simulations of variants in the software tool PTV Vissim 6 were performed. This thesis gives a proposal of the conceptual solution for the considered area which increases the safety and flow of traffic and mitigates the consequences in case of a traffic accident.

KEY WORDS

traffic signalization, traffic analysis, optimization, safety, conceptual design

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PROSTORNO-PROMETNE ZNAČAJKE ZONE OBUHVATA	3
2.1. Područje obuhvata	3
2.2. Struktura prometa	5
2.3. Prometno opterećenje promatrane zone	5
3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA PROMETNICA U ZONI OBUHVATA	10
3.1. Analiza postojećeg stanja priključka Ulice Park Hrvatske mornarice na Aveniju Većeslava Holjevca	10
3.2. Analiza postojećeg stanja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice, Radmanovačke ulice i Ulice Siget	12
4. PRIJEDLOZI OPTIMIZACIJE PROMETNIH TOKOVA U ZONI OBUHVATA 15	
4.1. Prijedlog idejnog rješenja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice, Ulice Siget i Radmanovačke ulice.....	15
4.2. Priključak Ulice Park Hrvatske mornarice na Aveniju Većeslava Holjevca s dodatnim prometnim trakovima (varijanta 1).....	16
4.3. Prijedlog projektnog rješenja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice i Avenije Većeslava Holjevca - raskrižje s kružnim tokom prometa (varijanta 2)	18
5. VREDNOVANJE PREDLOŽENIH VARIJANTNIH RJEŠENJA	22
5.1. Expert Choice	22
5.1.1. Značajke Expert Choice-a	22
5.1.2. Postupak korištenja Expert Choice-a	23
5.1.3. Saatyeva skala	23
5.2. Vrednovanje varijanata za raskrižja Avenija Većeslava Holjevca i Ulice Park Hrvatske mornarice.....	24
6. PROVJERA ODABRANOG RJEŠENJA KORIŠTENJEM MJERODAVNIH SIMULACIJSKIH ALATA	26
6.1. Općenito o simulacijskim alatima	26
6.1.1. Sidra Intersection.....	26
6.1.2. PTV Vissim	27
6.2. Provjera odabranih rješenja pomoću simulacijskih alata	28
6.2.1. Provjera odabranog rješenja raskrižja Avenije Većeslava Holjevca i Ulice Park Hrvatske mornarice pomoću simulacijskih alata (varijanta 1).....	29
6.2.2. Provjera odabranog rješenja raskrižja Avenije Većeslava Holjevca i Ulice Park Hrvatske mornarice pomoću simulacijskih alata (varijanta 2).....	31
6.2.3. Provjera odabranog rješenja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice, Radmanovačke ulice Siget ulice	33

7. ZAKLJUČAK	36
LITERATURA	38
POPIS SLIKA	39
POPIS TABLICA	41
POPIS PRILOGA	42

1. UVOD

Ulica Park Hrvatske mornarice nalazi se u južnom dijelu Novog Zagreba u gradskoj četvrti Siget. Na zapadnoj strani povezana je s ulicom Siget i Radmanovačkom ulicom, te se u blizini tog raskrižja nalazi nogometni klub „Hrvatski dragovoljac“ i osnovna škola „Siget“. Na istočnoj strani povezana je s Avenijom Većeslava Holjevca koja je jedna od najprometnijih prometnica u Zagrebu, zato što navedena prometnica u smjeru sjevera vodi prema centru grada, a u smjeru juga prema gradskim četvrtima Soboština, Sopot, Sveta Klara te prema raskrižju izvan razine Buzin na autocesti A3 Bregana-Lipovac.

U promatranj zoni obuhvata uočeno je prometno zagušenje, te repovi čekanja na raskrižju između Ulice Park Hrvatske mornarice i Avenije Većeslava Holjevca. Zbog nedostatka adekvatne prometne signalizacije uočava se smanjena sigurnost prometa, osobito za pješake, zbog ne označavanja pješačkih prijelaza na raskrižjima.

Svrha je istraživanja sa stajališta protočnosti i sigurnosti prometa na problematičnim dijelovima razmatranih prometnica predložiti rješenja kako bih se povećala sigurnost i protočnost prometa. Cilj istraživanja je odabrati optimalno rješenje koje će zadovoljiti sve uvjete za poboljšanje sigurnosti i protočnosti prometa. Najveći problem kritičnih raskrižja je loša prometna signalizacija i loša tehnička izvedba, na pojedinim dijelovima prometnica nije dovoljno široka za dva prometna traka. U radu će se predložiti više varijantna rješenja sa stajališta razine usluge i sigurnosti prometa. Na kraju će se predložiti optimalno rješenje koje zadovoljava sve potrebne parametre.

Tematika diplomskog rada pod naslovom „Idejno rješenje optimizacije prometa Ulice Park Hrvatske mornarice i zone obuhvata u gradu Zagrebu“ je obrađena kroz sedam poglavlja:

1. Uvod
2. Prostorno-prometne značajke zone obuhvata
3. Analiza postojećeg stanja prometnica u zoni obuhvata
4. Prijedlozi optimizacije prometnih tokova u zoni obuhvata
5. Vrednovanje predloženih varijantnih rješenja
6. Provjera odabranog rješenja korištenjem mjerodavnih simulacijskih alata
7. Zaključak

Nakon uvodnog dijela u drugom poglavlju prikazano je i opisano područje obuhvata, te su predočeni rezultati statičkog brojanja prometa.

U trećem poglavlju prikazana su postojeća stanja raskrižja u razini i njihove značajke, te opisani nedostaci raskrižja sa stajališta sigurnosti prometa.

U četvrtom poglavlju daju se prijedlozi idejnih rješenja raskrižja sa stajališta sigurnosti prometa i povećanja razine usluge, kako bih se smanjio rep čekanja.

U petom poglavlju su idejna rješenja vrednovana preko kriterija sigurnosti, ekonomskog kriterija, ekološkog i prometno-tehničkih kriterija. Svaki od tih kriterija ima svoje potkriterije.

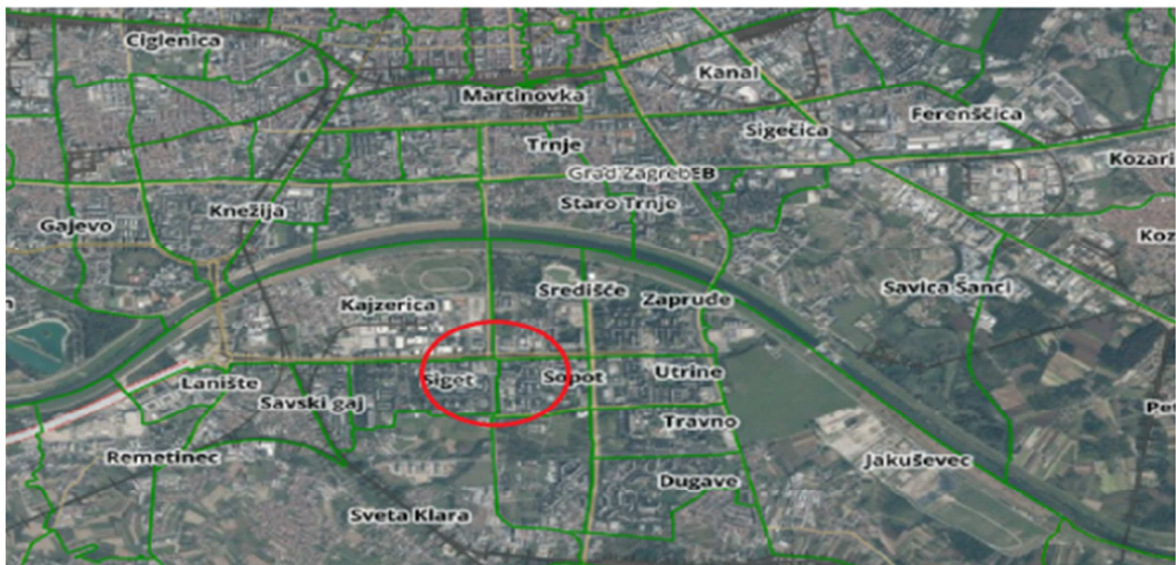
U šestom poglavlju pomoću programskih i simulacijskih alata prikazana je provjera odabranog rješenja.

2. PROSTORNO-PROMETNE ZNAČAJKE ZONE OBUHVATA

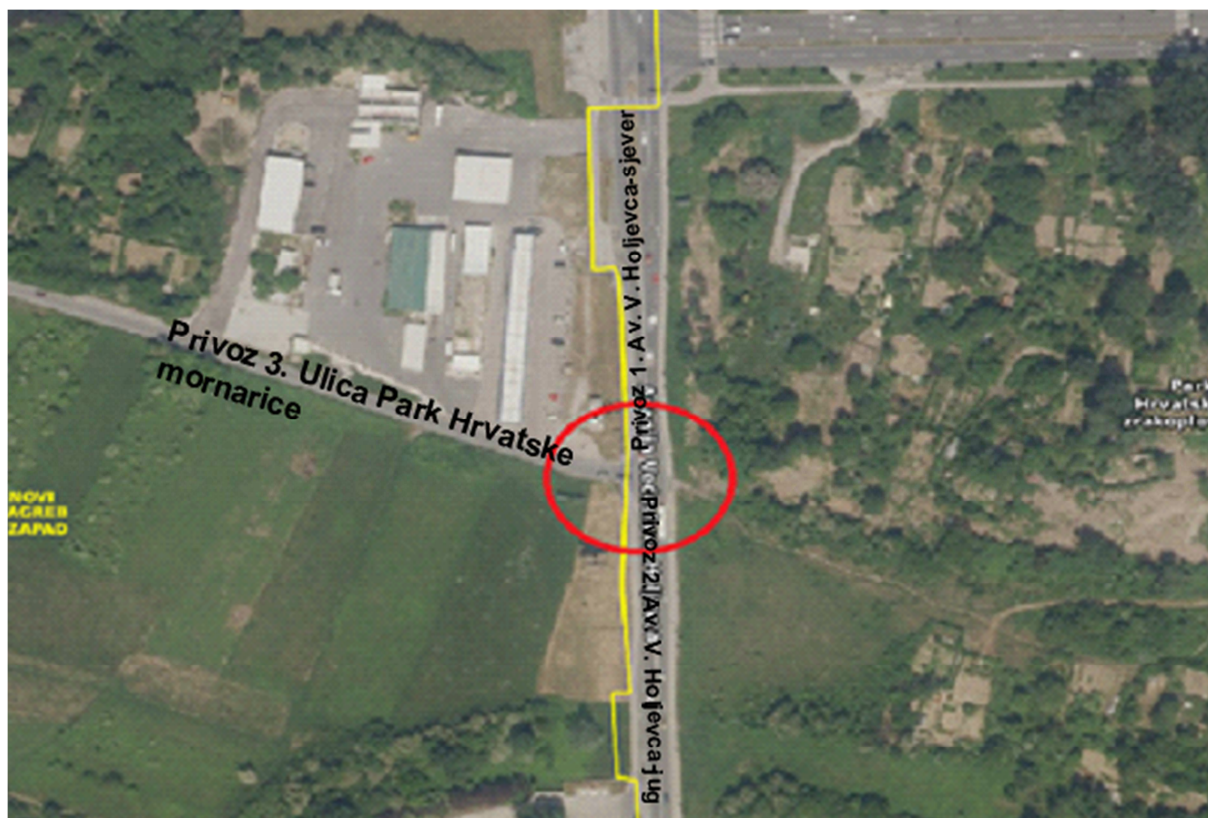
Prostorno-prometno planiranje obuhvaća planiranje prometnog sustava, a posebno prometne mreže unutar zadanog prostora i utvrđivanje interakcije između prijevozne potražnje i društveno-gospodarskih karakteristika zajednice. Planiranje se može vršiti za područja različitih veličina i namjena pa se razlikuje regionalno i gradsko planiranje. [2]

2.1. Područje obuhvata

Promatrana raskrižja se nalaze u južnom dijelu Grada Zagreba, povezuju gradske četvrti Siget, Trnsko, Sveta Klara i Sopot. U blizini raskrižja se nalaze nogometni klub Hrvatski Dragovoljac, dječji vrtić Siget, osnovna škola Siget, trgovački centar, uslužni objekti i jedno od najvećih raskrižja u Gradu Zagreb, raskrižje Avenije Većeslava Holjevca i Avenije Dubrovnik. Navedeno makropodručje prikazano je na slici 1.



Slika 1. Makropodručje lokacije



Slika 2. Mikropodručje raskrižja Ulica Park Hrvatske mornarice i Avenije Većeslava Holjevca

Na slikama 2. i 3. prikazana su raskrižja koja će se analizirati u radu, te njihova mikrolokacija.

Ulica Park Hrvatske mornarice povezuje se na Aveniju Većeslava Holjevca. Sa sjevera Avenije Većeslava Holjevca dolazi velik broj vozila jer se u blizini nalazi Avenija Dubrovnik koja je jedna od najprometnijih prometnica u gradu Zagrebu, a s južne strane Avenije Većeslava Holjevca pristiže velik broj vozila koja dolaze iz smjera Velike Gorice ili se isključuju s autoceste i nastavljaju svoje putovanje prema centru grada.



Slika 3. Mikropodručje raskrižja Ulica Park Hrvatske mornarice, Radmanovačka ulica i Ulice Siget

Najveći promet na raskrižju koje je prikazano na slici 3. odvija se između Ulice Park Hrvatske mornarice i Radmanovačke ulice zato što iz Avenije Većeslava Holjevca velik broj vozila ide prema gradskim četvrtima Trnsko, Siget i Sveta Klara, a te četvrti su povezane s Avenijom Većeslava Holjevca preko Radmanovačke ulice. Također veliku količinu prometa čine vozila koja se uljevaju u Ulicu Park Hrvatske mornarice tijekom određenih sportskih ili školskih manifestacija.

2.2. Struktura prometa

Brojanje prometa je prvi i najvažniji korak pri svakoj analizi odvijanja prometnih tokova i općenito odvijanja prometa na cestovnoj infrastrukturi. Brojanje prometa daje najrealniji uvid u broj vozila koja prođu kroz određeni presjek ceste ili raskrižja, kao i u strukturu prometnog toka. Pomoću prikupljenih podataka je moguće odrediti trenutna opterećenja i mogućnosti prometnica, odnosno trendove prometnih potreba. Brojanje prometa može se provoditi ručno, automatski, kamerom, naplatno, itd.

2.3. Prometno opterećenje promatrane zone

Brojanje ili snimanje prometa uz prognozu prometa čini osnovu za planiranje prometa, a njime se dobiva uvid u trenutno stanje prometa, te podaci koji upućuju na potrebne

rekonstrukcije, izgradnju novih prometnih pravaca ili ostale mjere poboljšanja postojećeg i budućeg prometa.

Prikupljanje podataka potrebno je zbog prometnog i urbanističkog planiranja, zbog planiranja buduće prometne mreže ili oblikovanja nekog čvorišta, zbog eventualne rekonstrukcije postojeće prometne mreže i izgradnje novih prometnih pravaca. [1]

Ručnim brojanjem istraženi su prometni tokovi motornog prometa, biciklista i pješaka. Kako bi se dobiveni podaci mogli usporediti, sve kategorije vozila moraju se svesti na ekvivalentne jedinice automobila. Brojanje prometa provedeno je u srijedu, 26. lipnja 2020. godine na predmetnoj ulici. Brojanje prometa odvijalo se u jutarnjem terminu od 08:00 do 09:00 i popodnevnom terminu 16:00 do 17:00 sati. U tablicama 1-6 prikazani su rezultati brojanja prometa za osobna vozila (OA), laka teretna vozila (LT), teška teretna vozila (TT), autobuse (Bus), motocikle (MOT), pješake.

Analiza raskrižja Avenije Većeslava Holjevca i Ulice Park Hrvatske mornarice

Rezultati ručnog brojanja prometa na raskrižju Ulice Park Hrvatske mornarice, Avenije Većeslava Holjevca prikazani su tablicama 1-3. Navedeni su brojevi osobnih vozila (OA), lakih teretnih vozila (LT), teških teretnih vozila (TT), autobusa, motocikala i pješaka u jutarnjem i popodnevnom vršnom satu.

Tablica 1. Rezultati brojanja privoza 1.

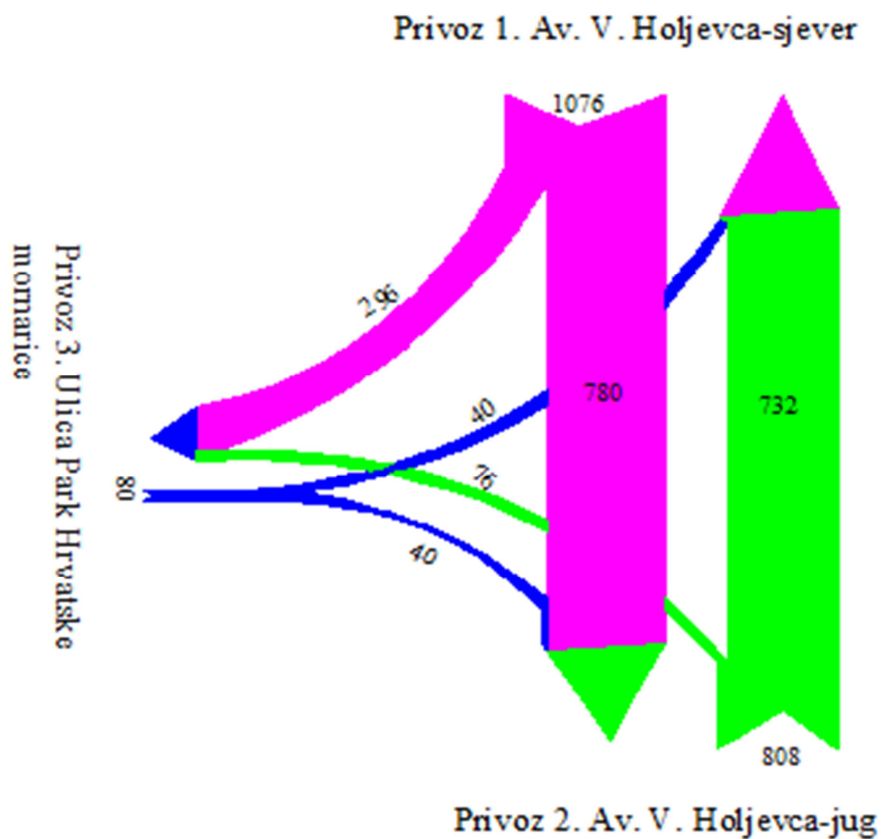
Privoz 1.	Satni interval	OA	LT	TT	Bus	Mot	Pješaci
A.V.Holjevca - sjever	08:00-09:00	1003	80	8	16	12	32
	Suma	1119 vozila					
	16:00-17:00	988	64	4	12	8	40
	Suma	1076 vozila					

Tablica 2. Rezultati brojanja privoza 2.

Privoz 2.	Satni interval	OA	LT	TT	Bus	Mot	Pješaci
A.V.Holjevca - jug	08:00-09:00	809	20	13	6	2	20
	Suma	850 vozila					
	16:00-17:00	780	16	12	4	1	22
	Suma	813 vozila					

Tablica 3. Rezultati brojanja privoza 3.

Privoz 3.	Satni interval	OA	LT	TT	Bus	Mot	Pješaci	
Ulica Parka Hrvatske mornarice - zapad	08:00-09:00	81	13	0	0	2	27	
	Suma	96 vozila						
	16:00-17:00	72	8	0	0	0	20	
	Suma	80 vozila						



Slika 4. Tlocrtni shematski prikaz veličina prometa i smjerova kretanja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice i Avenije Većeslava Holjevca

Analiza raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice, Radmanovačke ulice i Siget ulice

Na raskrižju Ulice Park Hrvatske mornarice, Radmanovačke ulice i Siget ulice ručno brojanje prometa je prikazano u tablicama 4-6. Brojanje je provedeno u jutarnjem vršnom satu od 8:00 do 9:00 i popodnevnom vršnom satu od 16:00 do 17:00.

Tablica 4. Rezultati brojanja privoza 1.

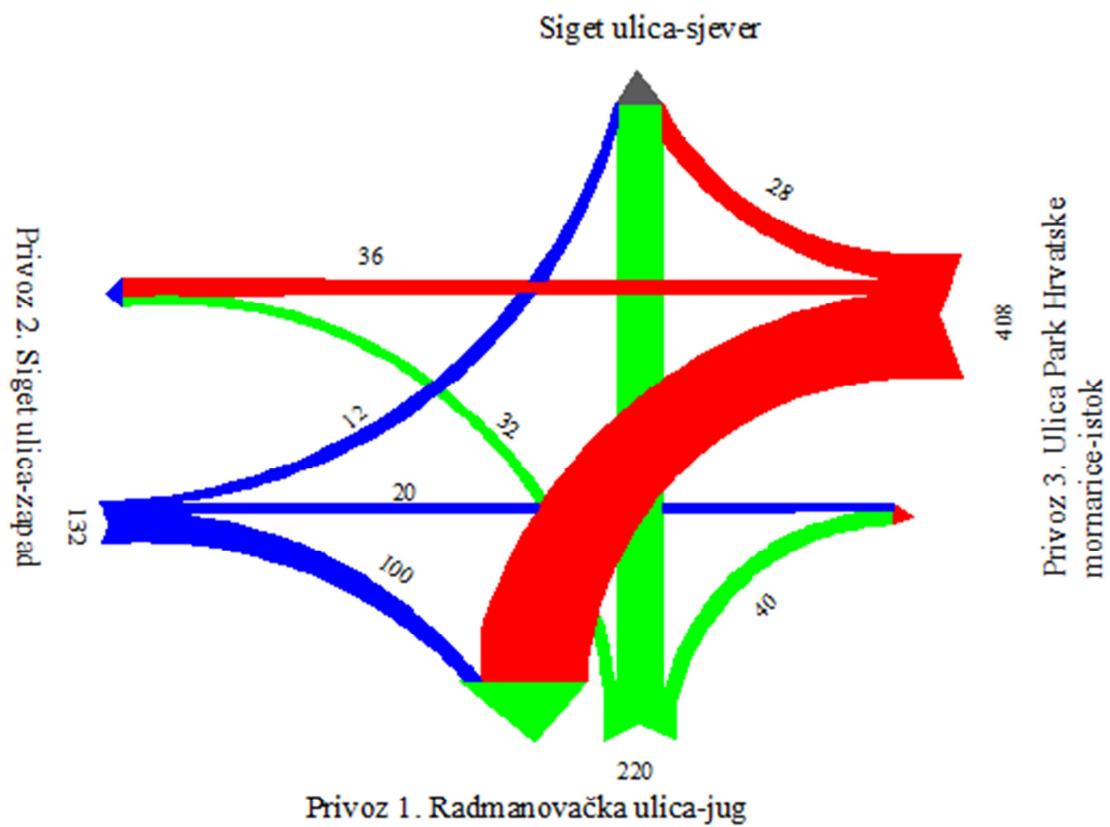
Privoz 1.	Satni interval	OA	LT	TT	Bus	Mot	Pješaci
Radmanovačka ulica	08:00-09:00	232	6	0	0	0	12
	Suma	238 vozila					
	16:00-17:00	212	7	0	0	1	16
	Suma	220 vozila					

Tablica 5. Rezultati brojanja privoza 2.

Privoz 2.	Satni interval	OA	LT	TT	Bus	Mot	Pješaci
Siget ulica	08:00-09:00	136	3	0	0	1	15
	Suma	140 vozila					
	16:00-17:00	128	2	0	0	2	12
	Suma	132 vozila					

Tablica 6. Rezultati brojanja privoza 3.

Privoz 3.	Satni interval	OA	LT	TT	Bus	Mot	Pješaci
Ulica Parka Hrvatske mornarice - istok	08:00-09:00	402	17	0	0	2	27
	Suma	421 vozila					
	16:00-17:00	394	13	0	0	1	22
	Suma	408 vozila					



Slika 5. Tlocrtni shematski prikaz veličina prometa i smjerova kretanja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice, Radmanovačke ulice i Siget ulice

3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA PROMETNICA U ZONI OBUHVATA

Za potrebe kreiranja optimalnog prometnog rješenja provedena je detaljna analiza postojećeg stanja. Analiza postojećeg stanja temeljena je na:

- analizi prometne infrastrukture
- analizi prometnih tokova (ručno brojenje prometa)
- analizi elemenata sigurnosti

Razina usluge je kvalitativna mjera koja opisuje operativne uvjete prometnog toka, a parametri na temelju kojih se utvrđuje su: brzina, vrijeme putovanja, sloboda manevriranja, utjecaj drugog prometa, udobnost. Prema HCM-u (Highway Capacity Manual) definirano je šest razina usluge od A do F. Razina usluge A predstavlja najbolje operativne uvjete, a razina F najlošije. Kod nesemaforiziranih raskrižja razina usluge određuje se na temelju vremena čekanja za svaki prometni trak, ali i za privoze raskrižja, kao i za samo raskrižje na temelju Tablice 7. [3]

Tablica 7. Određivanje razine usluge na temelju prosječnog vremena čekanja

Razina usluge	Prosječna vremena kašnjenja [s/voz]
A	0-10
B	>10-15
C	>15-25
D	>25-35
E	>35-50
F	>50

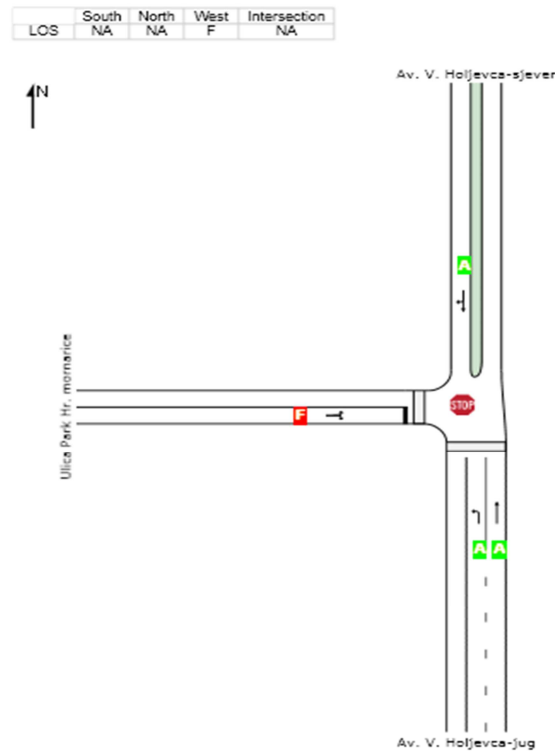
Izvor: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A1090/datastream/PDF/view>

3.1. Analiza postojećeg stanja priključka Ulice Park Hrvatske mornarice na Aveniju Većeslava Holjevca

Raskrižje je izvedeno tako da se Ulica Park Hrvatske mornarice priključuje na Aveniju Većeslava Holjevca, kao klasični priključak, odnosno T raskrižje što je prikazano na slici 6.



Slika 6. Postojeće stanje raskrižja Avenije Većeslava Holjevca i Ulice Park Hrvatske mornarice



Slika 7. Analiza prometnih tokova uporabom simulacijskog alata SIDRA

Na slici 7. uočava se da je u Ulici Park Hrvatske mornarice razina usluge "F", zbog toga što se vozila iz Ulice Park Hrvatske mornarice teško uključuju na Aveniju Većeslava Holjevca radi velikog intenziteta prometa i prvenstva prolaska na Aveniji Većeslava Holjevca.

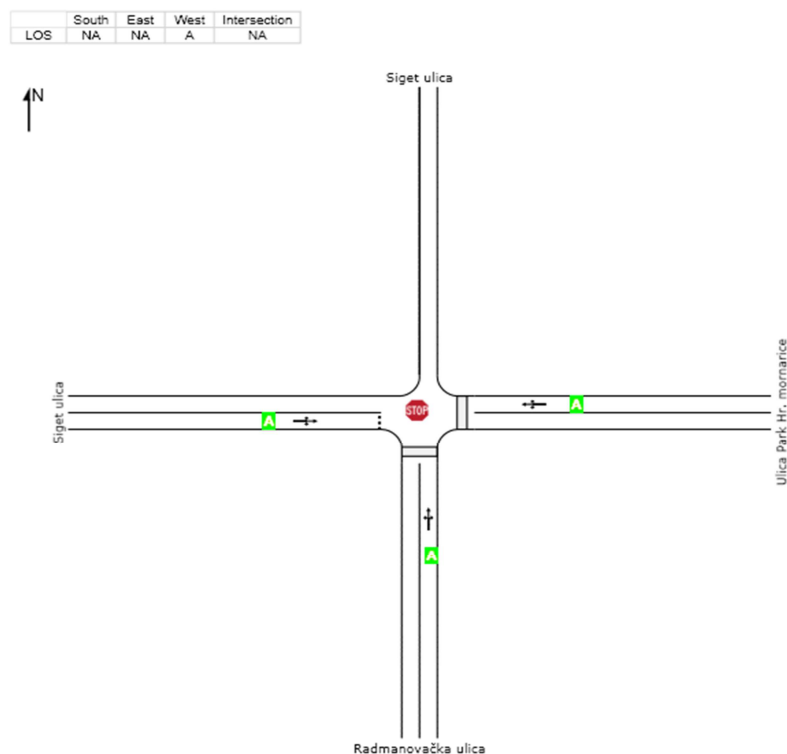
Sa stajališta sigurnosti na slici 6. uočava se nedostatak biciklističkih staza, pješačkog prijelaza i pješačkog nogostupa u Ulici Park Hrvatske mornarice. Navedeno ukazuje na znatno smanjenu sigurnost pješaka i biciklista u prometu.

3.2. Analiza postojećeg stanja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice, Radmanovačke ulice i Ulice Siget



Slika 8. Postojeće stanje raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice, Radmanovačke ulice i Ulice Siget

Na slici 8. prikazano je raskrižje Ulice Park Hrvatske mornarice, Radmanovačke ulice i Ulice Siget. Raskrižje ima četiri privoza, pri čemu se ulice ne sijeku pod kutom od 90° zbog čega dolazi do težeg manevriranja vozila. Prvenstvo prolaska imaju Ulica Park Hrvatske mornarice i Radmanovačka ulica. Također na nekim dijelovima širina prometnice nije dovoljna za dva prometna traka, što može izazvati prometnu nesreću.



Slika 9. Analiza prometnih tokova uporabom simulacijskog alata SIDRA

Iz slike 9. vidljivo je da nema prometnog zagušenja, te da je na svim privozima razina usluge "A". Iz toga proizlazi da nema čekanja vozila dužih od 10 sekundi što ubrzava protok vozila.

Sa stajališta sigurnosti na slici 8. uočava se nedostatak biciklističkih staza, pješačkog prijelaza i pješačkog nogostupa u Ulici Siget i Ulici Park Hrvatske mornarice. Navedeno ukazuje na znatno smanjenu sigurnost pješaka i biciklista u prometu. Također problem nedostatka nogostupa osobito naglašavaju blizina škole, vrtića i nogometnog kluba gdje u prometu sudjeluju djeca, a ona predstavljaju nepredvidljiv čimbenik u donošenju odluka.

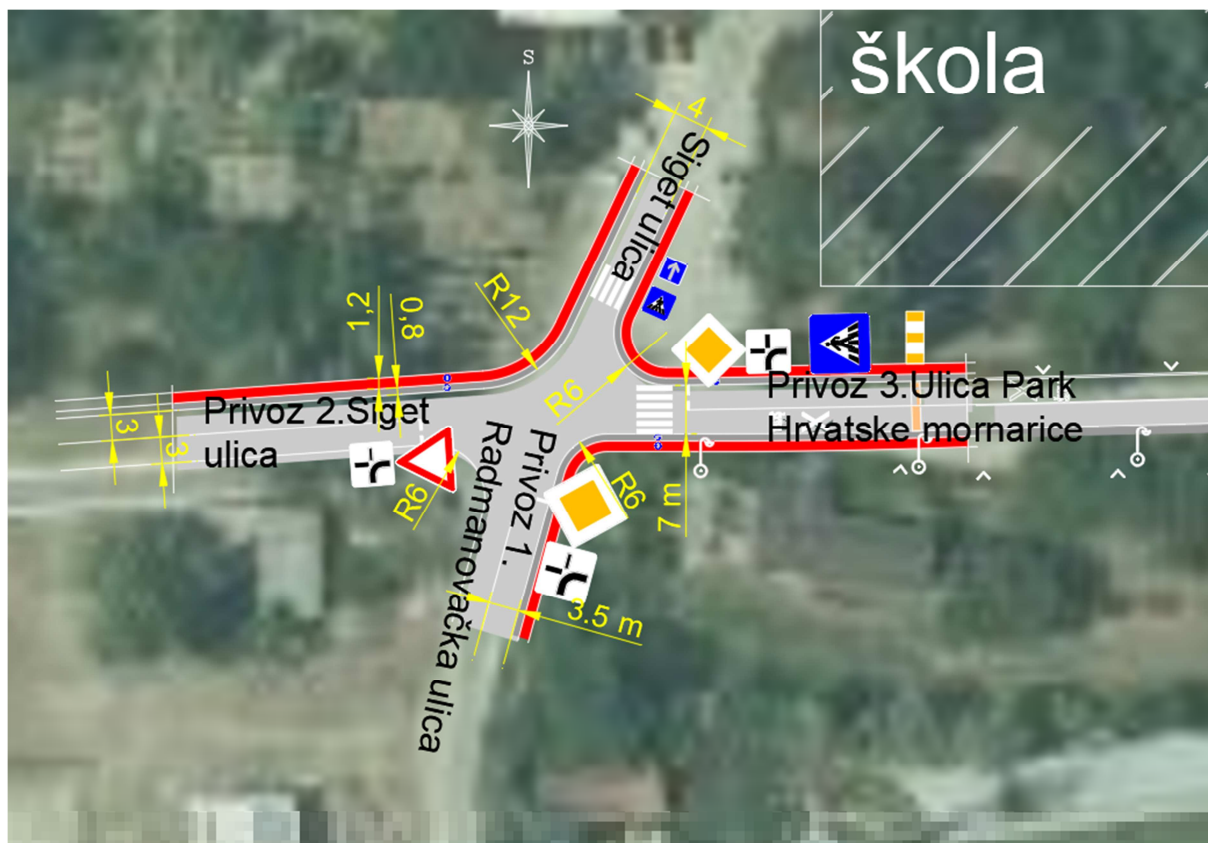
4. PRIJEDLOZI OPTIMIZACIJE PROMETNIH TOKOVA U ZONI OBUHVATA

Rekonstrukciji treba prethoditi izrada i prihvaćanje kvalitetnih studija i projekata za odvijanje prometnih tokova, odnosno organizacija kretanja vozila u uličnoj mreži centra grada, kao i odvijanje i organizacija javnog gradskog prijevoza. Naime, kvalitetnom organizacijom prometnih tokova u postojećoj mreži ulica može se često, uz neznatne zahvate, uvelike pospješiti odvijanje prometa.

Osnovna pravila organizacije prometnih tokova moraju biti uvijek prisutna kod prijedloga rekonstrukcije, odnosno prijedloga prostornih planova središnjih dijelova grada kako bi se prometne potrebe mogle zadovoljiti u odnosu na druge često prioritarnije potrebe, kao što su uređenje pješačkih zona, smanjenje buke, aerozagađenja - devastacija ambijenta. [11]

4.1. Prijedlog idejnog rješenja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice, Ulice Siget i Radmanovačke ulice

Kako bi se povećao veći protok vozila na ovom raskrižju je potrebno promijeniti prvenstvo prolaza na privozima, a za osiguranje veće sigurnosti pješaka potrebno je predložiti projektno rješenje pješačkog prijelaza te izvesti nogostup i biciklističku stazu.



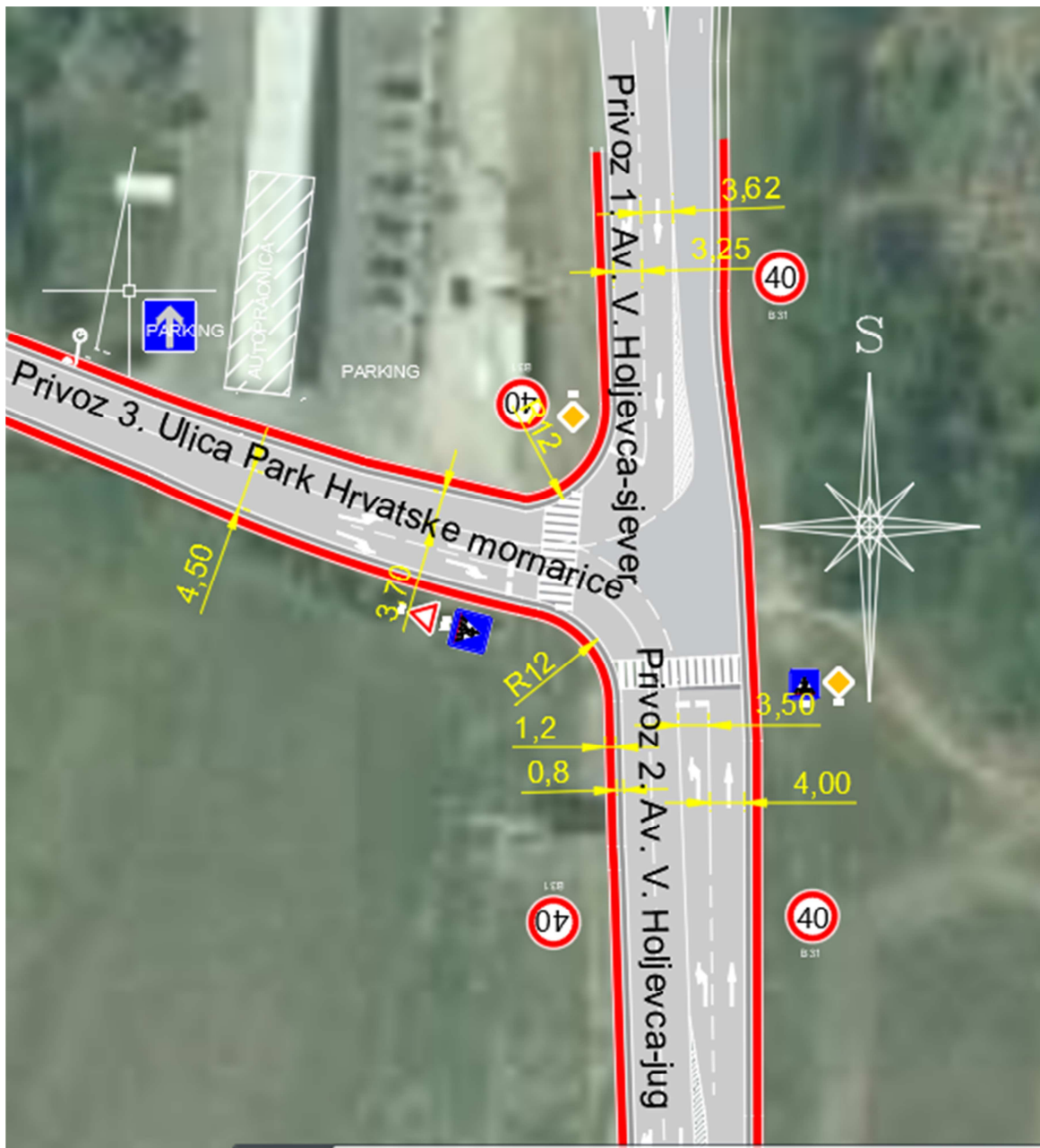
Slika 10. Prikaz idejnog rješenja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice, Ulice Siget i Radmanovačke ulice

Prijedlog idejnog rješenja raskrižja bi bila promjena prvenstva prolaska tako da privoz 1 Radmanovačka ulica i privoz 3 postanu glavni pravac. Ulica Park Hrvatske mornarice ima prvenstvo prolaska iz razloga što se u tim smjerovima kreće najviše vozila, što se može vidjeti iz podataka o brojanju prometa (tablice 4-6). Tako bi se povećala sigurnosti i bolji protok vozila na tom raskrižju, također na slici 10. je prikazano kako je potrebno izvesti nogostup, biciklističku stazu, označiti vertikalnom i horizontalnom signalizacijom pješački prijelaz. Na ovom raskrižju je potrebno posebno obratiti pažnju na pješački promet jer se u blizini nalazi osnovna škola „Siget“, te velik broj pješačkog prometa čine djeca.

Okomizacijom Ulice Siget prema Ulici Park Hrvatske mornarice povećala bi se preglednost raskrižja, te bi vozila mogla lakše manevrirati iz Ulice Siget prema drugim smjerovima.

- 4.2. Priključak Ulice Park Hrvatske mornarice na Aveniju Većeslava Holjevca s dodatnim prometnim trakovima (varijanta 1)

Trak za ubrzavanje dio je kolnika namijenjen za uključivanje vozila u prometni tok sa sporedne ceste, odnosno drugih prilaznih cesta, primjerice s raznih objekata pokraj ceste. Trak za usporavanje dio je kolnika namijenjen za isključivanje vozila iz prometnog toka na cesti. [12]



Slika 11. Prijedlog idejnog rješenja Ulice Park Hrvatske mornarice i Avenije Većeslava Holjevca (varijanta 1.)

Prijedlog projektnog rješenja priključka Ulice Park Hrvatske mornarice i ulice Avenije Većeslava Holjevca vidljiv je na slici 11. Rješenje predviđa odvajanje prometnih trakova za

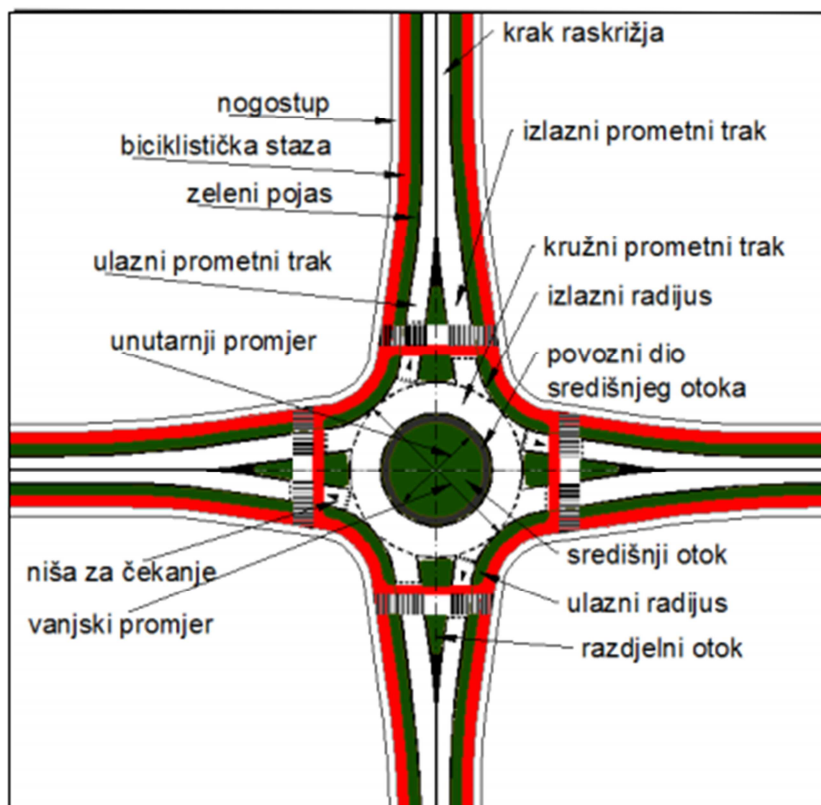
lijevo i desno skretanje na privozu 3 (Ulica Park Hrvatske mornarice) zato što vozila koja skreću lijevo iz privoza 3 prema privozu 1 (Avenija Većeslava Holjevca-sjever) imaju više konfliktnih točaka, pa im treba duže da sigurno skrenu, dok vozila koja skreću desno prema privozu 2 (Avenija Većeslava Holjevca-jug) trebaju manje vremena za obavljanje skretanja, a ovim prijedlogom rješenja ne moraju čekati vozila koja skreću lijevo.

Na privozu 1 (Avenija Većeslava Holjevca-sjever) predviđeno je dodavanje prometnog traka za desno skretanje. Time se postiže bolja protočnost jer je izbjegnuto usporavanje vozila koja skreću desno na privoz 3 (Ulica Park Hrvatske mornarice) a posljedično i usporavanje vozila koja idu prema privozu 2 (Avenija Većeslava Holjevca-jug). Dodavanjem traka za desno skretanje ta vozila bi se prije prestrojila, a vozila koja idu ravno ne bi morala usporavati, čime bi se povećala protočnost.

Sa stajališta sigurnosti iznimno je važno dodavanje i označavanje pješačkog prijelaza, nogostupa, biciklističke staze. Potrebu označavanja pješačkog prijelaza jer se osobito naglašava blizina autobusnog stajališta.

4.3. Prijedlog projektnog rješenja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice i Avenije Većeslava Holjevca - raskrižje s kružnim tokom prometa (varijanta 2)

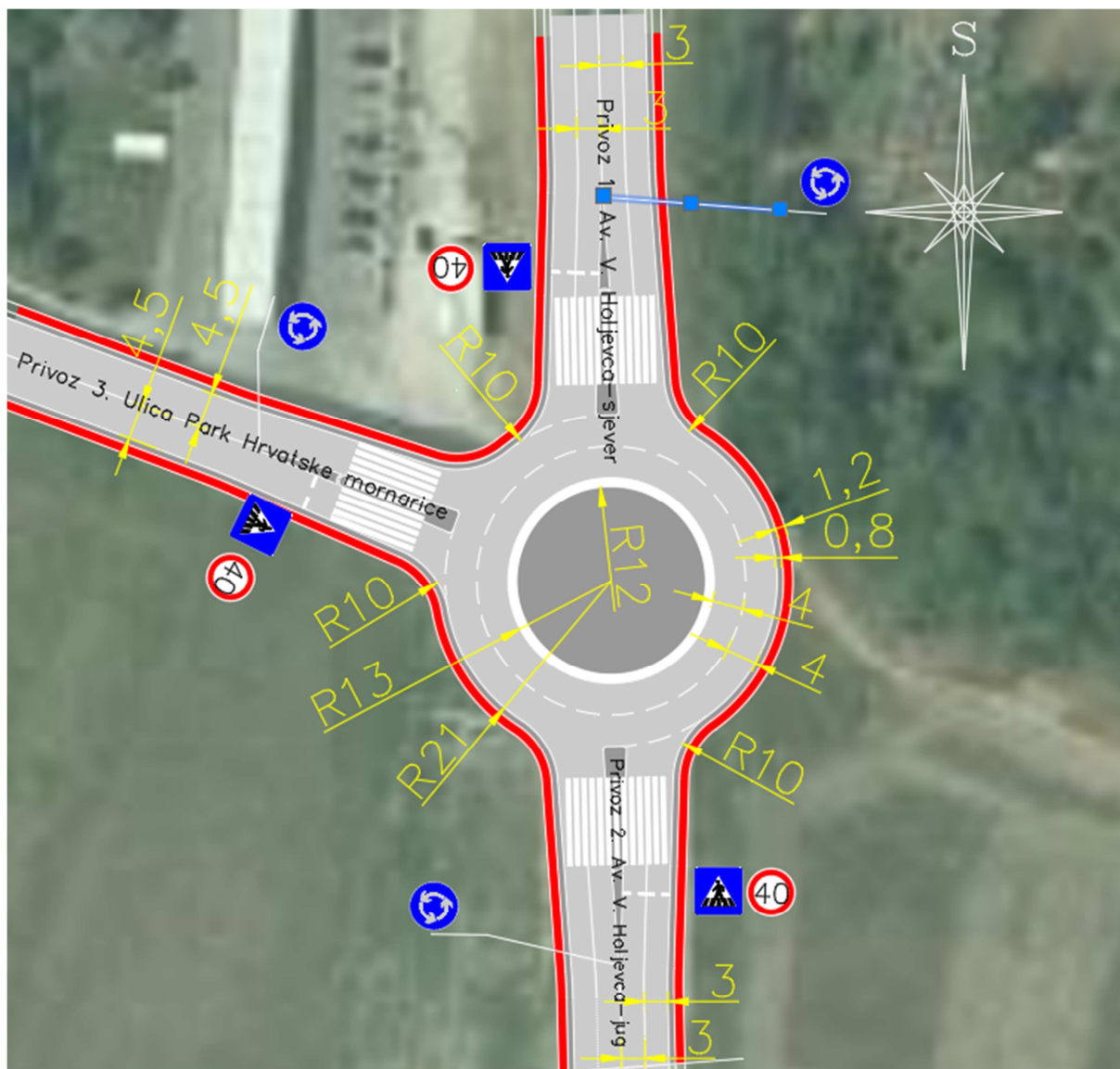
Prema definiciji raskrižje s kružnim tokom prometa (RKT-raskrižje) je raskrižje s kružnim prometnim kolnikom na koji se vežu tri priključne ceste ili više njih i u kojem se promet odvija u smjeru suprotnome od kretanja kazaljke na satu. Prema suvremenoj definiciji kružno raskrižje je prometna građevina, gdje je kretanje vozila određeno središnjim kružnim otokom i kružnim kolnikom te privozima s razdjelnim otocima i s prometnim znakovima. Na slici 12. prikazan je izgled raskrižja s kružnim tokom prometa, a u tablici 8. vanjski polumjeri i okvirni kapaciteti za urbana raskrižja. [13]



Slika 12. Osnovni elementi urbanog RKT-raskrižja

Tablica 8. Urbana kružna raskrižja

Tip kružnog raskrižja	Vanjski polumjer (m)	Okvirni kapacitet (voz/dan)
Mini urbano	7,0-12,5	10.000 (15.000)
Malo urbano	11,0-17,5	15.000 (18.000)
Srednje veliko urbano	15,0-20,0	20.000 (22.000)



Slika 13. Prijedlog idejnog rješenja Avenije Većeslava Holjevca i Ulice Park Hrvatske mornarice (varijanta 2)

Na slici 13. predloženo je idejno rješenje raskrižja s kružnim tokom prometa, tako da kružni kolnik ima dva prometna traka. Privoz 1 (Avenija Većeslava Holjevca-sjever) i privoz 2 (Avenija Većeslava Holjevca-jug) imaju po dva prometna traka u svakom smjeru, a privoz 3 (Ulica Park Hrvatske mornarice) ima po jedan prometni trak u svakom smjeru zato što je manji broj vozila koja prolaze tom prometnicom. Svaki privoz ima označeni pješački prijelaz i između smjerova pješačke otoke, koji omogućuju zaustavljanje pješaka na njima. Raskrižja s kružnim tokom prometa su sa stajališta sigurnosti najpovoljnija zato što imaju najmanji broj konfliktnih točaka. Manjim brojem konfliktnih točaka omogućava se kvalitetnije i sigurnije odvijanje prometa na određenim raskrižjima. Također se na raskrižjima s kružnim tokom

prometa vozila koja se inače nalaze na sporednoj prometnici mogu lakše i sigurnije uključiti u promet na glavnoga pravca.

5. VREDNOVANJE PREDLOŽENIH VARIJANTNIH RJEŠENJA

U ovome poglavlju opisat će se vrednovanje predloženih varijantnih rješenja prema kriterijima sigurnosti prometa, ekološkom, ekonomskom i prometno-tehnološkom kriteriju. Potkriteriji sigurnosti su: konfliktne točke, težina prometnih nesreća; ekonomski: trošak izgradnje, trošak održavanja; ekološki: razina buke, emisije štetnih plinova; prometno-tehnički: prosječno vrijeme putovanja, prosječna brzina kretanja, duljina repa čekanja.

5.1. Expert Choice

Expert Choice u sebi ima implementiranu AHP metodu baziranu na matematičkoj logici čime program može egzaktno računati i prikazivati rezultate. Program se koristi u svim granama industrije, ali i ostalim poslovnim djelatnostima poput poljoprivrede, ekonomije, vojnih strategija itd. Neke od tvrtki koje se koriste aplikacijom su NASA, Washington Gas, Roche, Sprint, MWH, Boeing, Alliance, US Department od defense itd.

Program su napravili Thomas Saaty i Ernest Forman 1983. godine. Ono što taj program omogućuje je formiranje problema te strukturiranje bez ograničenja kompleksnosti strukture. Omogućeno je zadavanje i uspoređivanje važnosti različitih objekata i alternativa na nekoliko načina. Vrlo lako se sistematiziraju informacije, provode ekspertize ili prosudbe. Jednako tako, omogućeno je provođenje "what-if" analize i analize osjetljivosti, to jest ispitivanje promjene ulazne vrijednosti (eng. *input*) na izlaznu vrijednost (eng. *output*). [6]

5.1.1. Značajke Expert Choice-a

Softverska aplikacija Expert Choice dozvoljava mogućnost prosudbe, odnosno uspoređivanje u parovima na numerički, grafički ili verbalni način, gdje svaka prosudba izražava odnos jednog elementa u odnosu na drugi element. Kada se radi usporedba u socijalnom, psihološkom, odnosno političkom kontekstu, jednostavnije je koristiti verbalni način prosudbe. Dok kod usporedbe 29 ekonomskih ili nekih drugih mjerljivih čimbenika, numerički i grafički način usporedbe može biti prednost, moguće je koristiti i verbalni način rada i u tom slučaju.

Da bi ocjenjivanje bilo lakše, ono se vrši uspoređivanjem u parovima (*pairwise comparison*). AHP omogućava da se sve preferencije donositelja odluke vrše uspoređivanjem

u parovima uz pomoć tzv. Saatyjeve skale od devet točaka. Kada se izvrši ocjena svih parova kriterija kao i svih parova varijanti u odnosu na svaki od kriterija, tada softver pridružuje važnost varijanti u odnosu na globalni cilj. Time se dolazi do ranga alternativa, što može direktno biti iskorišteno za donošenje odluka.

Kao posljednji korak vrši se i analiza osjetljivosti, gdje se uz grafičku pomoć softvera utvrđuje osjetljivost (tj. stabilnost) rješenja. Ukoliko za „male“ promjene u ocjeni važnosti kriterija dolazi do promjene ranga varijanata tada se kaže da je dobiveno rješenje nestabilno, tj. osjetljivo na takve promjene. Iskusni donositelji odluke pažljivo analiziraju stabilnost rješenja, jer shvaćaju da je to možda i najbitnija faza u cjelokupnom procesu donošenja odluka.

5.1.2. Postupak korištenja Expert Choice-a

Cijeli postupak korištenja softvera može se definirati kroz sljedeće korake:

1. Definiranje cilja
2. Definiranje kriterija i potkriterija (tzv. strukturiranje problema)
3. Definiranje (generiranje) alternativa
4. Uspoređivanje kriterija u odnosu na cilj (određivanje utjecaja kriterija a na cilj)
5. Uspoređivanje alternativa u odnosu na kriterije (određivanje relativnog utjecaja svake alternative po određenom kriteriju)
6. Sinteza alternativa u odnosu na cilj (agregacija rješenja)
7. Analiza osjetljivosti. [7]

5.1.3. Saatyeva skala

U procjeni vrijednosti omjera težina kriterija i važnosti alternativa pomaže Saaty-eva skala koja omogućuje procjenu omjera važnosti dvaju kriterija kada se njihove vrijednosti izražavaju kvantitativno, kvalitativno i u različitim mjernim jedinicama. Saaty-eva skala je omjerna skala koja ima pet stupnjeva intenziteta i četiri međustupnja, a svakom od njih odgovara vrijednosni sud o tome koliko puta je jedan kriterij važniji od drugog.

Tablica 9. Saaty-eva skala

Intenzitet važnosti	Definicija	Objašnjenje
1	Jednako važno	Dva kriterija ili alternative jednako doprinose cilju
3	Umjereno važnije	Na temelju iskustva i procjena daje se umjerena prednost jednom kriteriju ili

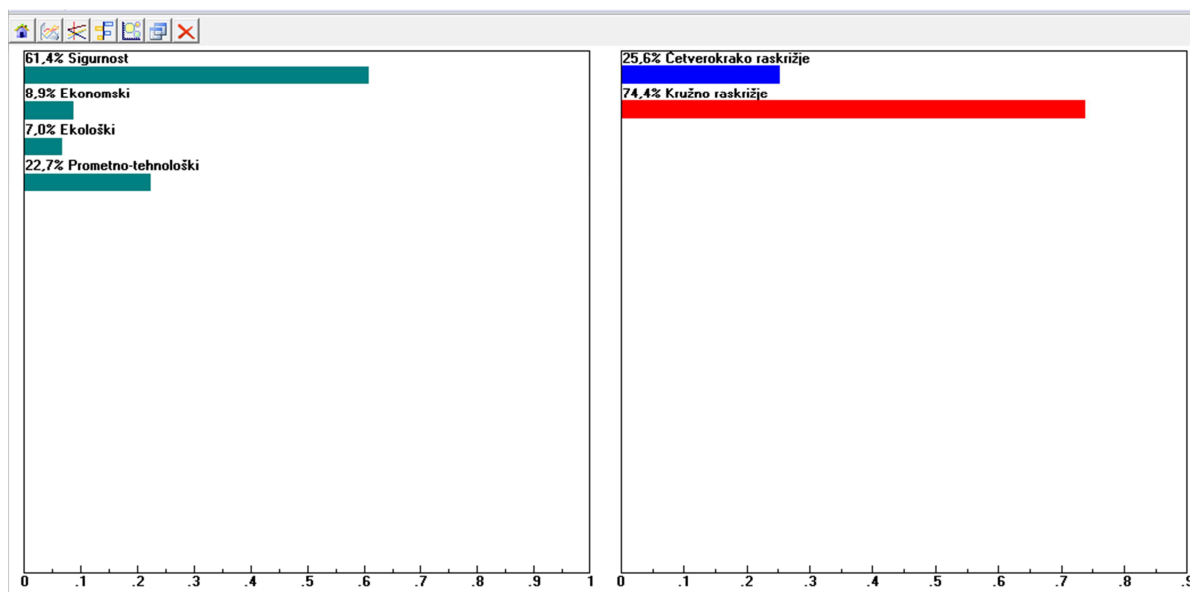
		alternativi u odnosu na drugu
5	Strogo važnije	Na temelju iskustva i procjena strogo se favorizira jedan kriterij ili alternativa u odnosu na drugi
7	Vrlo stroga, dokazana važnost	Jedan kriterij ili alternativa izrazito se favorizira u odnosu na drugi; njegova dominacija dokazuje se u praksi
9	Ekstremna važnost	Dokazi na temelju kojih se favorizira jedan kriterij ili alternativa u odnosu na drugi potvrđeni su s najvećom uvjerljivošću
2,4,6,8		Međuvrijednosti

Izvor: [8]

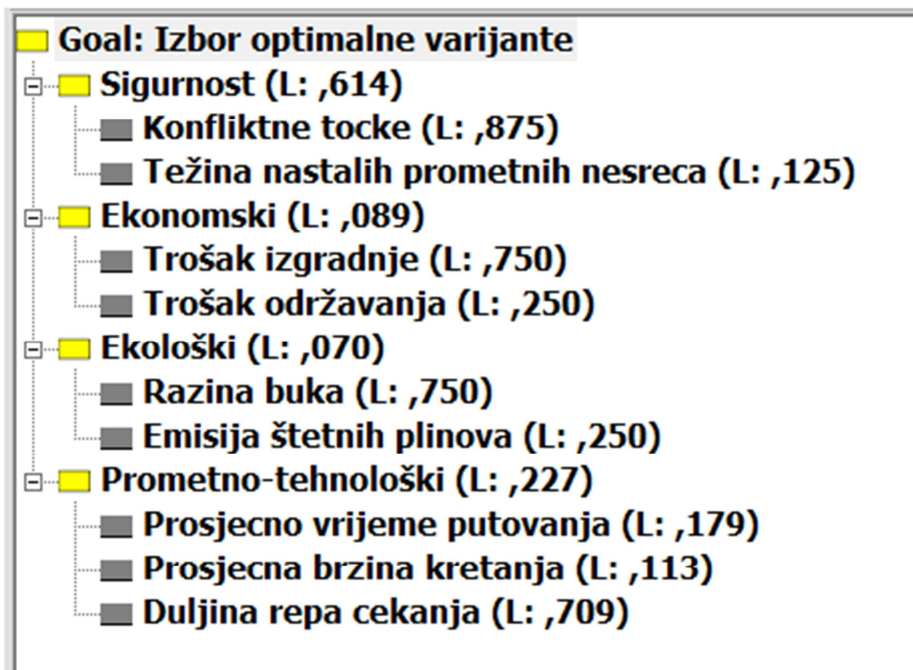
Ista skala koristi se i kod uspoređivanja dviju varijanti, ali u tom slučaju se vrijednosti sa skale interpretiraju kao prosudbe koliko puta veća prednost (prioritet) se daje jednoj varijanti u odnosu na drugu. [8]

5.2. Vrednovanje varijanata za raskrižja Avenija Većeslava Holjevca i Ulice Park Hrvatske mornarice

Tijekom vrednovanja idejnog rješenja za raskrižje Avenije Većeslava Holjevca i Ulice park Hrvatske Mornarice, priključka (varijanta 1) i raskrižja s kružnim tokom prometa (varijanta 2). Najveća vrijednost je dana kriteriju sigurnosti, a nakon nje prometno-tehničkom kriteriju, a zatim ekonomskom koji je neznatno veći od ekološkog kriterija (slika 14.).



Slika 14. Prikaz Dynamic grafa za predložena varijantna rješenja



Slika 15. Izbor optimalne varijante sa svim kriterijima i podkriterijima u Expert Choice-u

Na slici 15. prikazani su svi kriteriji i njihovi potkriteriji, te je svakom kriteriju i potkriteriju pridodana njihova težina. Za kriteriji sigurnosti veća je težina na konfliktnim točkama u odnosu na težinu nastalih prometnih nesreća. Za ekonomski kriteriji trošak izgradnje je tri puta veći od troška održavanja. Kod ekološkog kriterija potkriteriju razina buke dana je veća težina u odnosu na emisiju štetnih plinova. Prometno-tehnički kriteriji daju najveću težinu potkriteriju duljina repa čekanja, zatim slijedi prosječno vrijeme putovanja i na kraju prosječna brzina kretanja.

6. PROVJERA ODABRANOG RJEŠENJA KORIŠTENJEM MJERODAVNIH SIMULACIJSKIH ALATA

Za provjeru idejnih rješenja u radu korišteni su simulacijski alati: PTV Vissim, Sidra Intersection. Navedeni programski alati koji su korišteni u radu za izbor idejnog rješenja te uspoređivanje dobivenih rezultata.

6.1. Općenito o simulacijskim alatima

Simulacija je imitiranje stvarnog objekta, stanja ili procesa. Procesom simulacije želi se stvoriti prikaz određenih ključnih značajki ili ponašanja fizičkog ili apstraktnog sustava. Računalna simulacija je računalni program koji simulira model određenog realnog sustava na računalu ili mreži računala. Simulator prometa predstavlja modeliranje prometnih sustava korištenjem računalnih programa s ciljem boljeg planiranja, dizajniranja i upravljanja tim sustavima.

Sustavno se istraživanje prometa, u svijetu, počelo provoditi prije pedesetak godina, a bilo je potaknuto napretkom tehnologije te naglim porastom broja prijevoznih sredstava što je uzrokovalo daljnji razvoj gradova kao i značajna ulaganja u prometne infrastrukturne građevine. Prvi počeci planiranja temeljili su se na jednostavnom ekspaniranju dotadašnjih stopa rasta prometa i shematskom prikazu prostorne razdiobe putovanja u obliku tabelarnih prikaza s izvorištima i odredištima putovanja. Početke ozbiljnijeg pristupa prometnom planiranju predstavlja otkriće veze između namjene površina i putovanja. Bilježenje i proučavanje navedenih povezanosti omogućilo je razumijevanje prometnih kretanja. [14]

6.1.1. Sidra Intersection

Originalna verzija SIDRA INTERSECTION alata nastala je u periodu između 1975. – 1979. godine od strane australskog prometnog stručnjaka dr. Rahmi Akçelika. Danas se ovaj programski paket izdaje od strane Akçelik & Associates Pty. Ltd. te predstavlja jedan od najmoćnijih alata za analizu različitih tipova raskrižja.

SIDRA INTERSECTION je napredni mikroanalitički računalni alat namijenjen za analizu alternativnih oblika raskrižja u pogledu propusne moći, razine usluge i ostalih prometnih parametara kao što su vrijeme kašnjenja, duljina repa čekanja, kretanje i zaustavljanje vozila i pješaka na raskrižju i slično. Osim navedenog ovaj alat ima mogućnosti analize raskrižja u

pogledu potrošnje goriva, zagađenja okoliša ili troškova putovanja. Ovaj program razvio se kao odgovor na sva istraživanja prometnih stručnjaka Australije i SAD – a kao i cijeloga svijeta. Koristi se u projektiranju novih ali i postojećih semaforiziranih raskrižja, signaliziranih pješačkih prijelaza, kružnih raskrižja, signaliziranih kružnih raskrižja, nesemaforiziranih raskrižja svih tipova kontrole prometa i slično.

Razvojem prometnih sustava upotreba ovog alata ubrzano raste. Korištenje ovog programskog paketa koristi ukupno 1350 organizacija koje posjeduju više od 8500 licenci u 69 zemalja kao što su Australija, SAD, Južna Afrika, Kanada, Novi Zeland, Malezija, Singapur, Arapski poluotok i Europa. [9]

6.1.2. PTV Vissim

VISSIM je mikroskopski simulacijski računalni program koji se temelji na višenamjenskoj simulaciji prometnih tokova, s naglaskom na analizi i optimizaciji prometnih tokova. Programska oprema VISSIM-a temelji se na objektno orijentiranom kodu C++. VISSIM nudi mnoštvo različitih mogućnosti simulacija urbanog i izvan urbanog prometa, te povezivanje simulacija javnog i pojedinačnog prometa. Pomoću modeliranja realnih prometnih uvjeta može se vrlo dobro, s relativno visokim stupnjem sličnosti između realnih i modeliranih prometnih tokova, obuhvatiti kompleksnost uvjeta u prometu. Naravno da je osnova svakog prometnog simulacijskog programa matematički model pomoću kojeg se definiraju osnovne fizikalne zakonitosti prometa (tehničke i organizacijske).

Dakle, mikrosimulacijski programski alat VISSIM predstavlja stohastički (slučajni), diskretan (simulacija diskretnih događaja: izdvajanje samo onih vremenskih intervala u kojima su zabilježene promjene stanja te njihov prikaz u vrlo kratkom vremenu) vremenski prilagođen model. Model rabi psihofizičke karakteristike slijeda vozila (eng.: *Car Following Model*) u njihovom uzdužnom kretanju i algoritme koji se temelje na pravilima vožnje za vozila koja se uključuju iz sporednih pravaca. Koncipiran je na ideji koja proizlazi iz Wiedemannove teorije prometnog toka (Leutzbach W. & Wiedemann R., 1986; Wiedemann R., 1991; Wiedemann & Reiter, 1992) gdje je vrijeme reakcije "vozača" (kao i osnovni kinematički parametri: vrijeme, brzina, ubrzanje) prilagođeno pojedinom vozaču odnosno vozilu. Jedna od karakteristika programskog alata VISSIM je i ta da ne rabi konvencionalni način "link/node" sustava modeliranja, već rabi "link/connector" sustav koji omogućuje modeliranje vrlo kompleksnih geometrija (npr. u više razina).

VISSIM-ovi mikrosimulacijski modeli najčešće su sastavljeni od pet osnovnih elemenata, a to su:

- I. cestovne poveznice ("*linkovi*" i "*connectori*") koje se mogu napraviti s realnom "z" koordinatom, koja omogućava 3D simulacije
- II. prometna signalizacija (semaforizirana, nesemaforizirana);
- III. strukture vozila;
- IV. prometna opterećenja
- V. smjerovi kretanja vozila

Pomoću mikrosimulacijskih modela VISSIM-a mogu se simulirati sve vrste prometnih površina (autoceste, lokalne ceste, biciklističke staze itd.), sve vrste prometa (motorizirani, nemotorizirani), i javni promet (autobusi, tramvaji, podzemne željeznice i sl.).

Mikroskopski simulator prometnih tokova VISSIM sadrži pojedine matematičke modele koji su potrebni za pokretanje i izvođenje simulacija. Programska oprema u osnovi ne obuhvaća specifične podatke za aplikacije ili dodatne alate koje korisnik treba za pokretanje dodatnih, odnosno naprednih modela. Alati za statistiku, vanjski alati za nadzor prometa i alati za kalkulaciju emisija predstavljaju dodatnu programsku opremu u ponudi.

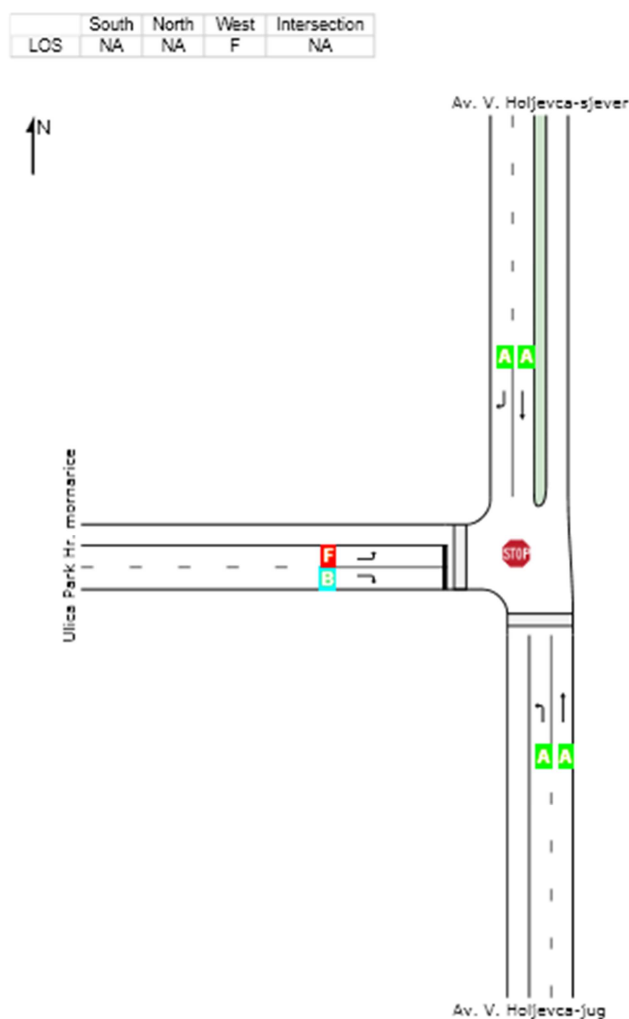
VISSIM se temelji na programskom jeziku C++ i usmjeren je na objektno usmjereno programiranje (eng. *Object Oriented Programming* - OOP). OOP je bio prvobitno namijenjen simulatorima pomorskog prometa, odnosno za simuliranje pomorskih linija. U VISSIM-u postoje razredi vozila u kojima se kategoriziraju pojedine karakteristike s atributnim vrijednostima i metodama upravljanja funkcija. [10]

6.2. Provjera odabranih rješenja pomoću simulacijskih alata

Kako bih se određena idejna rješenja provjerila, potrebno ih je simulirati u određenim programskim alatima, koji omogućuju simulaciju prometa i računaju razinu usluge na određenim privozima.

6.2.1. Provjera odabranog rješenja raskrižja Avenije Većeslava Holjevca i Ulice Park Hrvatske mornarice pomoću simulacijskih alata (varijanta 1)

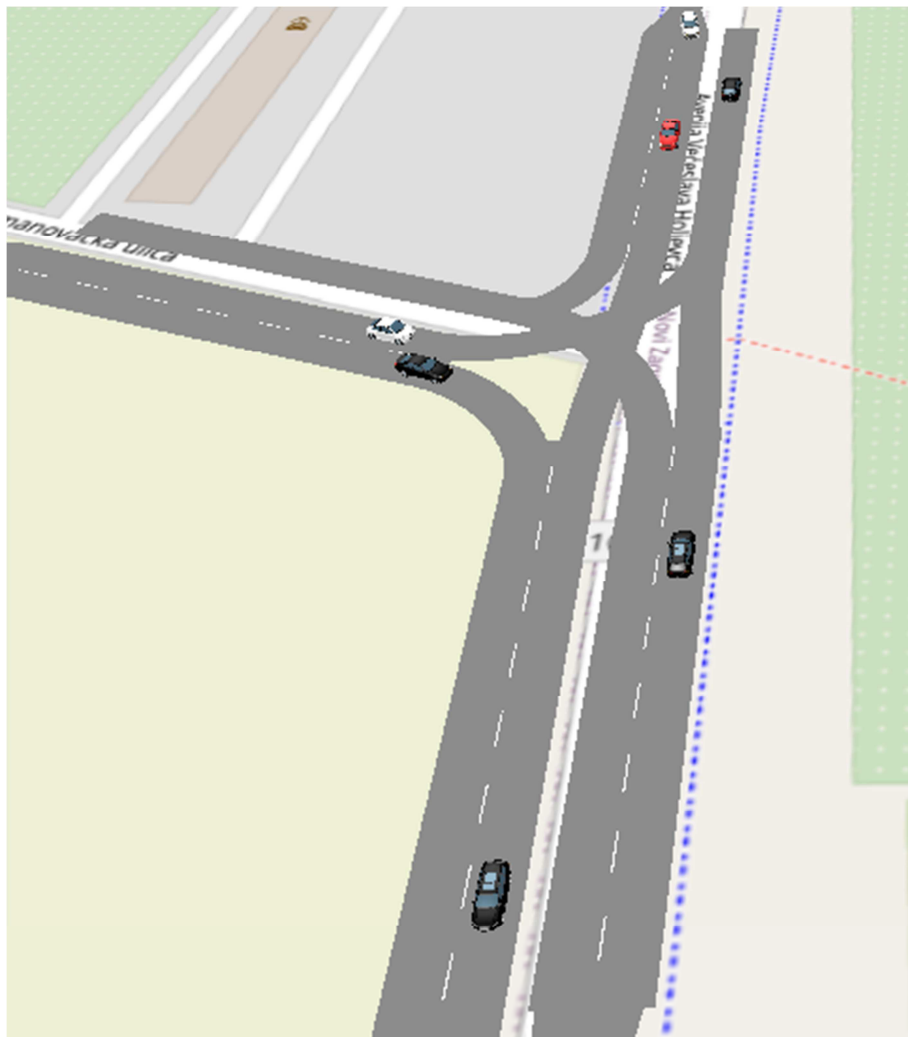
Kako bi se provjerilo idejno rješenje (varijanta 1) potrebno je bilo unijeti sve potrebne parametre u simulacijski alat, a izlazni rezultati omogućuju provjeru kako bi mogli rezultate koji nam pokazuju je li idejno rješenje povećalo sigurnost prometa i protočnost vozila.



Slika 16. Prikaz idejnog rješenja raskrižja pomoću simulacijskog alata „Sidra Intersection „ (varijanta 1)

Simulacijski alat „Sidra Intersection“ prikazuje da idejno rješenje s dodavanjem prometnih trakova nije optimalno rješenje, jer na privozu 3 Ulica Park Hrvatske mornarice

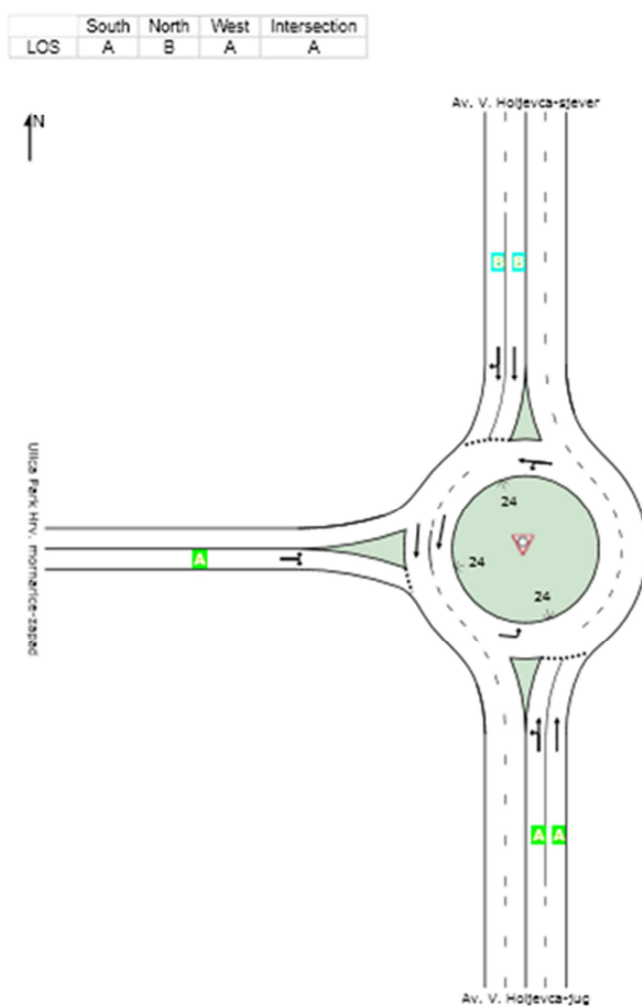
trak za lijevo skretanje ima razinu usluge F (Los F). Razina usluge F znači da vozilo provede više od 50 sekundi kako bih se uključio na privoz 1 Avenija Većeslava Holjevca-sjever (slika 16.).



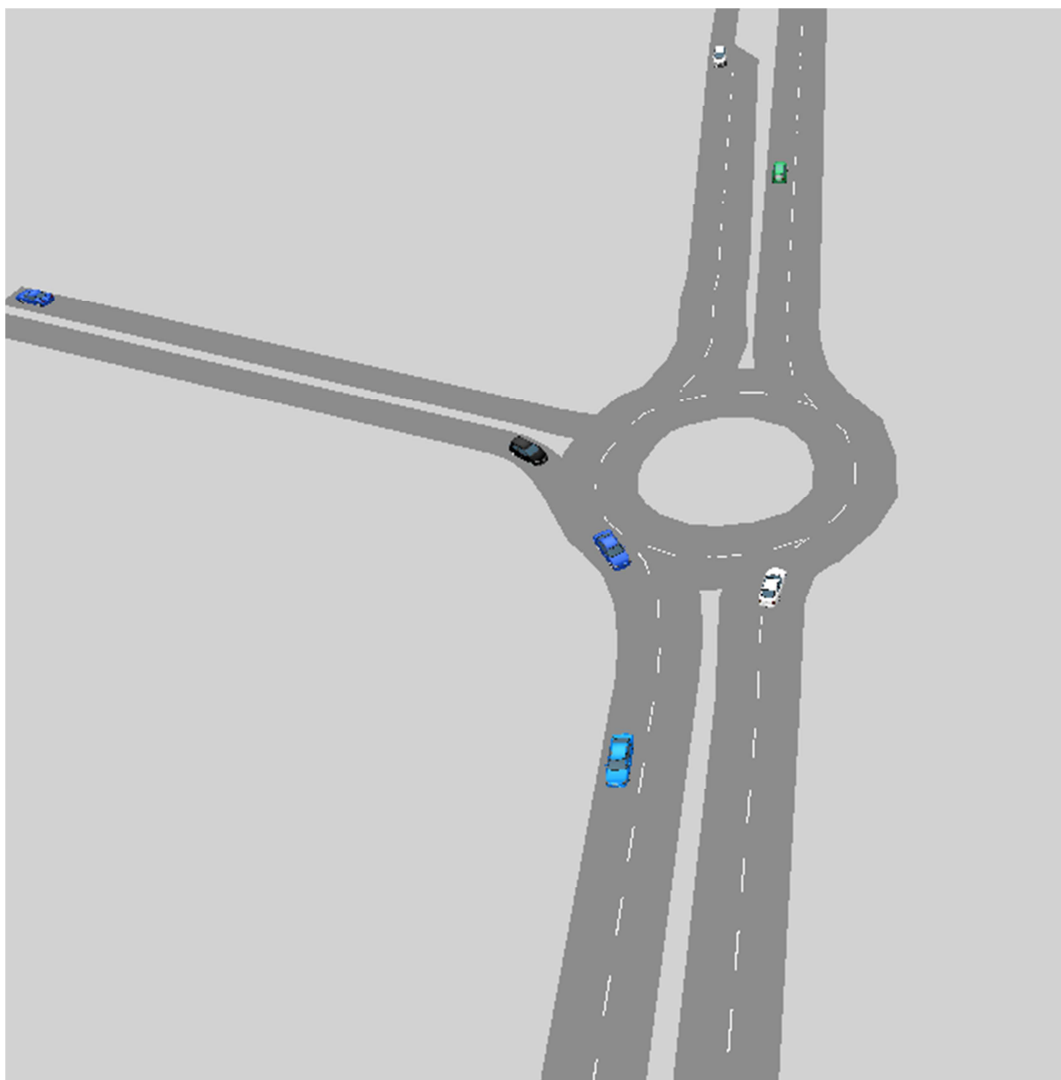
Slika 17. Prikaz idejnog rješenja raskrižja pomoću simulacijskog alata „PTV Vissim „ (varijanta 1)

6.2.2. Provjera odabranog rješenja raskrižja Avenije Većeslava Holjevca i Ulice Park Hrvatske mornarice pomoću simulacijskih alata (varijanta 2)

Pomoću simulacijskog alata prema slici 18. raskrižje s kružnim tokom prometa je optimalno rješenje, zato što je privoz 3 Ulica Park Hrvatske mornarice na prethodnom rješenju imalo razinu usluge F, a na ovom rješenju ima razinu usluge A.



Slika 18. Prikaz idejnog rješenja raskrižja pomoću simulacijskog alata „Sidra Intersection „
(varijanta 2)



Slika 19. Prikaz idejnog rješenja raskrižja pomoću simulacijskog alata „PTV Vissim „
(varijanta 2)

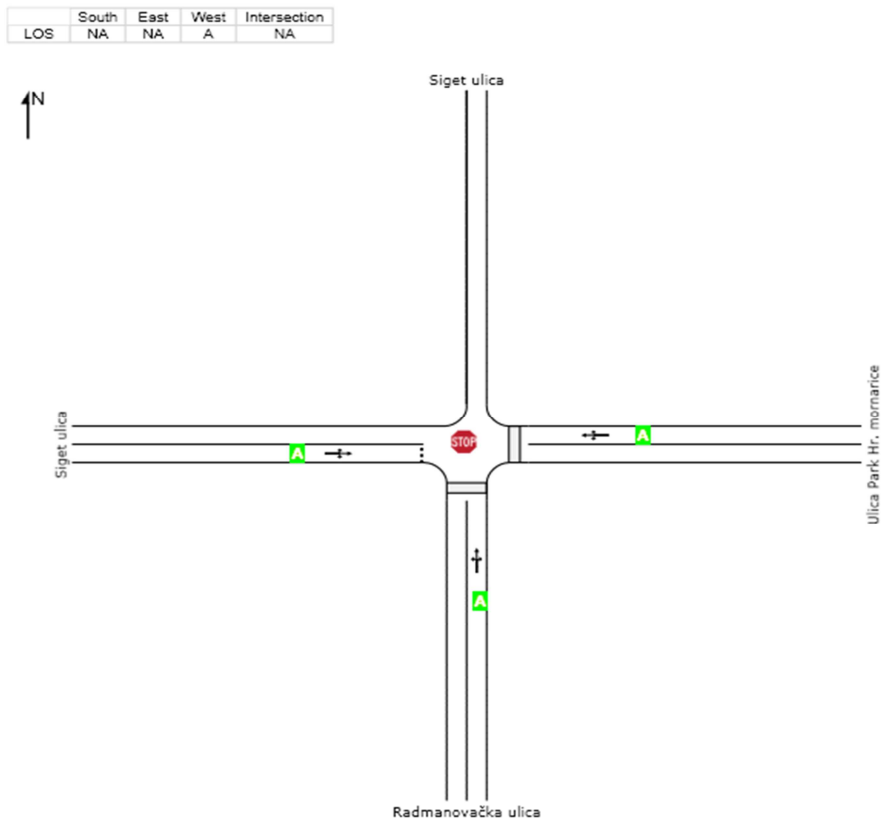
Movement	QLen	VehDelay(All)	LOS(All)	Vehs(All)	Stops(All)
1 - 3@41.0 - 2@12.6	0.45		LOS_A	0	
1 - 3@41.0 - 4@7.2	0.45	2.43	LOS_A	526	0.06
1 - 3@41.0 - 7@3.4	0.45	1.96	LOS_A	46	0.00
1 - 6@64.5 - 2@12.6	0.44	4.51	LOS_A	37	0.30
1 - 6@64.5 - 4@7.2	0.44	6.93	LOS_A	24	0.75
1 - 6@64.5 - 7@3.4	0.44		LOS_A	0	
1 - 10009@2.2 - 2@12.6	0.16	2.03	LOS_A	584	0.03
1 - 10009@2.2 - 4@7.2	0.16		LOS_A	0	
1 - 10009@2.2 - 7@3.4	0.16	1.94	LOS_A	220	0.01

Slika 20. Prikaz parametara idejnog rješenja raskrižja pomoću simulacijskog alata „PTV Vissim „ (varijanta 2)

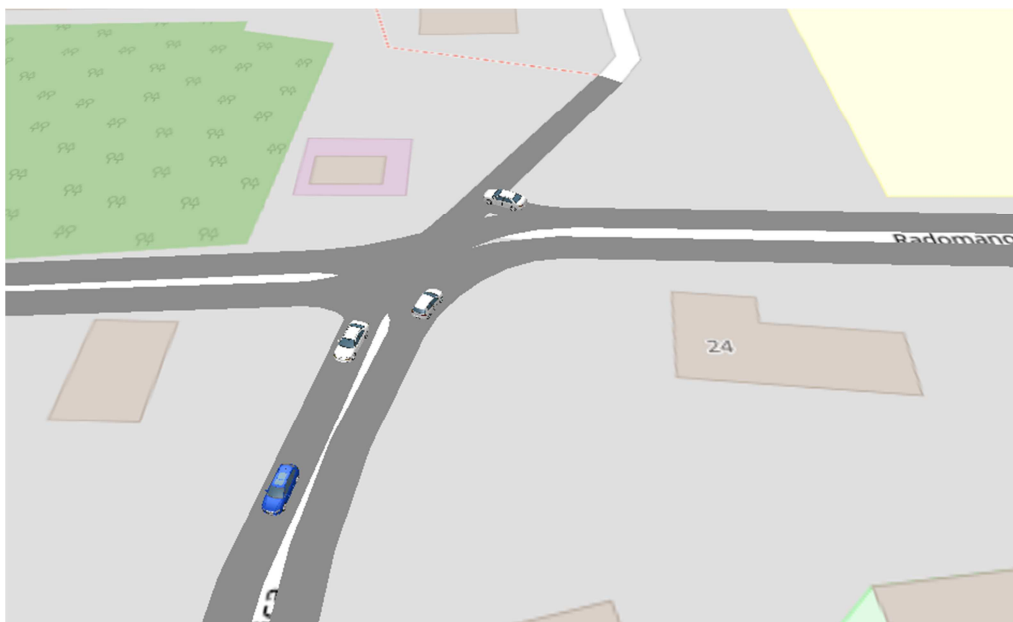
Na slici 20. Prikazani su parametri: duljulina repa čekanja (QLen) u metrima, prosječno vrijeme kašnjenja u sekundama (VehDelay), razina usluge (LOS), broj vozila (Vehs) i broj stajanja (Stops). Prikazane vrijednosti parametara dobivene su pomoću simulacijskog alata za RKT-raskrižje, prema kojima proizlazi da svi privozi imaju razinu usluge A (LOS A).

6.2.3. Provjera odabranog rješenja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice, Radmanovačke ulice Siget ulice

Promjenom prvenstva prolaska na raskrižju povećao se protok vozila, te dodavanjem pješačkih prijelaza povećana je sigurnost pješaka u prometu, također na svim privozima je razina usluge A.



Slika 21. Prikaz idejnog rješenja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice, Radmanovačke ulice i Siget ulice pomoću simulacijskog alata „Sidra Intersection“



Slika 22. Prikaz idejnog rješenja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice, Radmanovačke ulice i Siget ulice pomoću simulacijskog alata „PTV Vissim“

Movement	QLen	Vehs(All)	VehDelay(All)	LOS(All)	Stops(All)
1 - 2@56.5 - 4@14.	0.00	254	0.04	LOS_A	0.00
1 - 2@56.5 - 6@10.	0.00	16	0.00	LOS_A	0.00
1 - 2@56.5 - 7@7.4	0.00	22	0.01	LOS_A	0.00
1 - 3@21.8 - 1@6.4	0.00	34	0.19	LOS_A	0.00
1 - 3@21.8 - 6@10.	0.12	21	1.44	LOS_A	0.05
1 - 3@21.8 - 7@7.4	0.32	99	2.60	LOS_A	0.16
1 - 5@28.8 - 1@6.4	0.00	13	1.99	LOS_A	0.00
1 - 5@28.8 - 4@14.	0.04	77	1.19	LOS_A	0.03
1 - 5@28.8 - 7@7.4	0.00	5	0.58	LOS_A	0.00

Slika 23. Prikaz idejnog rješenja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice, Radmanovačke ulice i Siget ulice pomoću simulacijskog alata „PTV Vissim“

Za idejno rješenje raskrižja Ulica Park Hrvatske mornarice, Radmanovačke ulice i Siget ulice, parametri iz simulacijskog alata „Vissim PTV“ na slici 23. pokazuju da nema prometnih zagušenja i da svi privozi imaju razuninu usluge „LOS A“.

7. ZAKLJUČAK

Provedenom analizom raskrižja Avenije Većeslava Holjevca i Ulice Park Hrvatske mornarice, te raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice, Radmanovačke ulice i Siget ulice uočeno je prometno zagušenje, te nedostaci koji utječu na sigurno odvijanje prometa. U odvijanju prometa na raskrižju javljaju se mjesta ugrožene sigurnosti i smanjenje protočnosti. To su, prije svega, mjesta presijecanja prometnih tokova na kojima postoji mogućnost sudara vozila s velikom konfliktnom energijom. Isto tako, na mjestima ulijevanja i izlijevanja javljaju se konfliktne točke preplitanja prometnih tokova.

Detaljnijom analizom raskrižja problemi koji utječu na sigurno i kvalitetno odvijanje prometa su: nedovoljna preglednost, velike brzine kretanja, velik broj konfliktnih točaka, neadekvatna prometna oprema, nedostatak vertikalne i horizontalne signalizacije, prometno-tehnički elementi u nekim dijelovima nisu zadovoljeni za slobodno manevriranje vozilom. Kako bi se dobila detaljna struktura vozila provedeno je statičko brojanje prometa, također su prikazana postojeća stanja raskrižja, s dimenzijama prometnih trakova. Tijekom brojanja prometa uočen je velik broj pješaka i biciklista, koji se Ulicom Park Hrvatske kreću kolnikom zato što u toj ulici ne postoje nogostup i biciklistička staza. Također se navedeni problem sigurnosti prometa uvećava radi nedostatka rasvjete u Ulici Park Hrvatske mornarice. Temeljem analize svih prometno-tehničkih elemenata predloženo je idejno rješenje kako bih se povećala sigurnost i protok vozila, te adekvatno zaštitili svi sudionici u prometu.

Na raskrižju Radmanovačke ulice, Parka Hrvatske mornarice i Siget ulice predloženo je da Ulica Park Hrvatske mornarice i Radmanovačka ulica budu prometnice s prvenstvom prolaza, jer u tom smjeru prometuje najviše vozila. Predviđeno je također dodavanje pješačkih prijelaza na raskrižju, dodavanje zrcala za bolji pregled, te postavljanje nove vertikalne signalizacije. Zbog blizine škole također se predlaže smanjenje brzine na 30 km/h, kako bi vozači mogli reagirati u koliko dođe do opasne situacije.

Za raskrižje Avenije Većeslava Holjevca predloženo je kao 1. varijantno rješenje T raskrižje/ trokrako raskrižje tako da se u Ulici Park Hrvatske mornarice postojeći prometni trak proširi i postave dva prometna traka jedan za lijevo i drugi za desno skretanje, te da se na privozu 1 (Avenija Većeslava Holjevca-sjever) doda prometni trak za desne skretače kako vozila koja nastavljaju ravno ne bi bila usporavana. Kao 2. varijantno rješenje predloženo je raskrižje s kružnim tokom prometa, kako bi sva vozila mogla lakše promijeniti smjer kretanja

odnosno nastaviti svoje kretanje u željenom smjeru. Na Aveniji Većeslava Holjevca-sjever i Aveniji Većeslava Holjevca-jug postavljena su dva prometna traka za svaki smjer kretanja kako bi se omogućio veći protok vozila, dok je u Ulici Park Hrvatske mornarice po jedan prometni trak za svaki smjer zato što se tom prometnicom kreće manji broj vozila. Za obje varijante rješenja su postavljeni pješački prijelazi kako bih se osigurala sigurnost pješaka i biciklista, postavljena je adekvatna vertikalna i horizontalna signalizacija. Predloženim idejnim rješenjima postiže se optimizacija prometnih tokova jer se smanjuje vrijeme čekanja, povećava razina usluge, te povećava sigurnost prometa.

Pomoću simulacijskih i programskih alata „Sidra Intersection“ i „PTV Vissim“ provjerene su obje varijante. Drugo varijantno rješenje (raskriže s kružnim tokom prometa) se pokazalo kao optimalno zbog manjeg broja konfliktnih točaka i najviše razine usluge na svim privozima.

S predloženim idejnim projektima ostvaren je cilj diplomskog rada a to su veća razina sigurnost prometa i veća protočnost raskrižja.

LITERATURA

- [1] - <https://www.prometna-zona.com/brojanje-ili-snimanje-prometa/>
- [2] - <http://gradst.unist.hr/Portals/9/docs/katedre/prometnice/DSG%20Prometna%20tehnika/Prometna%20tehnika.pdf>
- [3] - <https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A1090/datastream/PDF/view>
- [6] – Margarin, A.: Primjena višekriterijalnog optimiranja pri odabiru načina izrade zupčanika, Diplomski rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu, 2018., Zagreb
- [7] – Kokot, V.: Odabir optimalnog primarnog procesa, Diplomski rad, Sveučilište sjever, 2019., Varaždin
- [8] - <http://www.ho-cired.hr/referati/SO5-05.pdf>
- [9] – Gaši, D: Usporedba različitih metodologija proračuna prometnih parametara raskrižja u razini, Diplomski rad, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2019., Zagreb
- [10] - <http://gfosweb.gfos.hr/portal/images/stories/studij/sveucilisni-diplomski/simulacije-prometa-u-gradskoj-mrezi/Mikrosimulacije%20u%20prometu%20radni%20udzbenik%20s%20primjenom%20VISSIM-a.pdf>
- [11] - <http://files.fpz.hr/Djelatnici/idadic/Teorija-i-organizacija-prometnih-tokova.pdf>
- [12] - <https://autoskola-ispiti.com/prometni-propisi-i-pravila/propisi-u-cestovnom-prometu/sto-je-prometna-traka-za-usporavanje>
- [13] - <http://struna.ihjj.hr/naziv/kruzno-raskrizje/10823/>
- [14] - SIDRA SOLUTIONS: SIDRA INTERSECTION User Guide, Akcelik & Associates Pty Ltd , Greythorn Victoria, Australia, 2012.

POPIS SLIKA

Slika 1. Makropodručje lokacije	3
Slika 2. Mikropodručje raskrižja Ulica Park Hrvatske mornarice i Avenije Većeslava Holjevca	4
Slika 3. Mikropodručje raskrižja Ulica Park Hrvatske mornarice, Radmanovačka ulica i Ulice Siget.....	5
Slika 4. Tlocrtni shematski prikaz veličina prometa i smjerova kretanja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice i Avenije Većeslava Holjevca.....	7
Slika 5. Tlocrtni shematski prikaz veličina prometa i smjerova kretanja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice, Radmanovačke ulice i Siget ulice.....	9
Slika 6. Postojeće stanje raskrižja Avenije Većeslava Holjevca i Ulice Park Hrvatske mornarice.....	11
Slika 7. Analiza prometnih tokova uporabom simulacijskog alata SIDRA.....	12
Slika 8. Postojeće stanje raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice, Radmanovačke ulice i Ulice Siget	13
Slika 9. Analiza prometnih tokova uporabom simulacijskog alata SIDRA.....	14
Slika 10. Prikaz idejnog rješenja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice, Ulice Siget i Radmanovačke ulice	16
Slika 11. Prijedlog idejnog rješenja Ulice Park Hrvatske mornarice i Avenije Većeslava Holjevca (varijanta 1.).....	17
Slika 12. Osnovni elementi urbanog RKT-raskrižja	19
Slika 13. Prijedlog idejnog rješenja Avenije Većeslava Holjevca i Ulice Park Hrvatske mornarice (varijanta 2)	20
Slika 14. Prikaz Dynamic grafa za predložena varijantna rješenja	24
Slika 15. Izbor optimalne varijante sa svim kriterijima i podkriterijima u Expert Choice-u...	25
Slika 16. Prikaz idejnog rješenja raskrižja pomoću simulacijskog alata „Sidra Intersection „ (varijanta 1)	29
Slika 17. Prikaz idejnog rješenja raskrižja pomoću simulacijskog alata „PTV Vissim „ (varijanta 1)	30
Slika 18. Prikaz idejnog rješenja raskrižja pomoću simulacijskog alata „Sidra Intersection „ (varijanta 2)	32
Slika 19. Prikaz idejnog rješenja raskrižja pomoću simulacijskog alata „PTV Vissim „ (varijanta 2)	32
Slika 20. Prikaz parametara idejnog rješenja raskrižja pomoću simulacijskog alata „PTV Vissim „..... (varijanta 2)	33

Slika 21. Prikaz idejnog rješenja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice, Radmanovačke ulice i Siget ulice pomoću simulacijskog alata „Sidra Intersection“.....	34
Slika 22. Prikaz idejnog rješenja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice, Radmanovačke ulice i Siget ulice pomoću simulacijskog alata „PTV Vissim“	34
Slika 23. Prikaz idejnog rješenja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice, Radmanovačke ulice i Siget ulice pomoću simulacijskog alata „PTV Vissim“	35

POPIS TABLICA

Tablica 1. Rezultati brojanja privoza 1.....	6
Tablica 2. Rezultati brojanja privoza 2.....	6
Tablica 3. Rezultati brojanja privoza 3.....	7
Tablica 4. Rezultati brojanja privoza 1.....	8
Tablica 5. Rezultati brojanja privoza 2.....	8
Tablica 6. Rezultati brojanja privoza 3.....	8
Tablica 7. Određivanje razine usluge na temelju prosječnog vremena čekanja.....	10
Tablica 8. Urbana kružna raskrižja.....	19
Tablica 9. Saaty-eva skala	23

POPIS PRILOGA

Prilog 1. Prikaz postojećeg stanja raskrižja Avenije Većeslava Holjevca i Ulice Park Hrvatske mornarice

Prilog 2. Prikaz idejnog rješenja raskrižja Avenije Većeslava Holjevca i Ulice Park Hrvatske mornarice (varijanta 1)

Prilog 3. Prikaz idejnog rješenja raskrižja Avenije Većeslava Holjevca i Ulice Park Hrvatske mornarice (varijanta 2)

Prilog 4. Prikaz postojećeg stanja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice, Radmanovačke ulice i Siget ulice

Prilog 5. Prikaz idejnog rješenja raskrižja Ulice Park Hrvatske mornarice,
Radmanovačke ulice i Siget ulice

