

# Vrednovanje varijanata projekta rekonstrukcije raskrižja Vukovarske ulice i Ulice fra Petra Bakule u Posušju primjenom višekriterijske analize

---

Landeka, Maja

Master's thesis / Diplomski rad

2015

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:119:362667>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-27**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Maja Landeka**

**VREDNOVANJE VARIJANATA PROJEKTA**  
**REKONSTRUKCIJE RASKRIŽJA VUKOVARSKÉ ULICE**  
**I ULICE FRA PETRA BAKULE U POSUŠJU**  
**PRIMJENOM VIŠEKRITERIJSKE ANALIZE**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2015.**

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**VREDNOVANJE VARIJANATA PROJEKTA REKONSTRUKCIJE  
RASKRIŽJA VUKOVARSKÉ ULICE I ULICE FRA PETRA BAKULE U  
POSUŠJU PRIMJENOM VIŠEKRITERIJSKE ANALIZE**

**EVALUATION OF PROJECT VARIANTS FOR RECONSTRUCTION  
INTERSECTION VUKOVARSKA ULICA AND ULICA FRA PETRA  
BAKULE IN POSUŠJE BY MULTI CRITERIA DECISION MAKING**

Mentor: doc. dr. sc. Danijela Barić

Student: Maja Landeka

Zagreb, 2015.

# VREDNOVANJE VARIJANATA PROJEKTA REKONSTRUKCIJE RASKRIŽJA VUKOVARSKÉ ULICE I ULICE FRA PETRA BAKULE U POSUŠJU PRIMJENOM VIŠEKRITERIJSKE ANALIZE

## SAŽETAK

Osnovna funkcija raskrižja u mreži je da omogući neometano prometovanje te brže i lakše povezivanje jednog mjesta sa drugim. Porastom količine prometa na raskrižjima se javljaju veliki repovi čekanja, smanjenje propusne moći, povećanje broja prometnih nesreća, što za negativnu posljedicu ima otežano prometovanje, te razina usluge raskrižja uslijed takvih utjecaja se smanjuje. Kako bi se uklonili navedeni problemi potrebno je investirati u prometnice, kako bi one postale mjesto sigurnije i udobnije vožnje. Da bi se postigla što veća sigurnost i razina usluge raskrižja u mreži potrebno je pronaći optimalnu varijantu za rekonstrukciju raskrižja.

Istraživanje u okviru ovog diplomskog rada, obuhvaća detaljnu analizu postojećeg stanja raskrižja Vukovarske ulice i Ulice fra Petra Bakule u Posušju. Na temelju analize postojećeg stanja predložene su nove varijante raskrižja koje je izrađena SWOT analiza, a zatim su varijante vrednovane višekriterijskom analizom primjenom AHP metode uz programsku podršku Expert Choice. Za izabrano optimalno rješenje izrađena je analiza osjetljivosti te je predložen model financiranja.

**KLJUČNE RIJEČI:** cestovni promet; raskrižje; SWOT analiza; višekriterijska analiza; AHP metoda; Expert Choice; analiza osjetljivosti.

# EVALUATION OF PROJECT VARIANTS FOR RECONSTRUCTION INTERSECTION VUKOVARSKA ULICA AND ULICA FRA PETRA BAKULE IN POSUŠJE BY MULTI CRITERIA DECISION MAKING

## SUMMARY

The main function of the intersection in road network is to allow smooth circulation of traffic as well as easier and faster connecting routes. With higher traffic volume on the road network there is a higher rate of traffic jams, reduction of flow capacity, and increased traffic accidents which have negative consequences in normal traffic flow. Additionally, the level of service on that kind of road is then reduced. In order to remove these problems, it is necessary to invest certain resources in roads, so that they become a place of safer and more comfortable driving. In order to achieve higher road safety and higher level of service on intersections it is necessary to find methods for the best optimization for the reconstruction on the intersection.

The research in this diploma thesis includes a detailed analysis of the current situation on intersection of Vukovarska Street and Street Fra Petar Bakula in Posušje. Based on the analysis of the current situation, new variants of intersection are proposed and SWOT analysis is created. Variants are then valued with multi-criteria analysis using AHP method with the support of Expert Choice software. For a selected optimal solution, sensitivity analysis is developed and the funding model is proposed.

**KEYWORDS:** Road Transport; Intersection; SWOT analysis; Multi criteria analysis; AHP method; Expert Choice; Sensitivity analysis.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA.....	3
2.1 Uvid u postojeće stanje.....	3
2.2. Brojanje prometa .....	9
3. PRIJEDLOG VARIJANATA NOVOG RJEŠENJA .....	24
3.1. Raskrižje kao element cestovne i ulične mreže .....	24
3.1.1. Kvaliteta odvijanja prometa .....	24
3.1.2. Ekonomičnost rješenja .....	24
3.1.3. Obilježja terena i okoliša.....	25
3.1.4. Sigurnost prometa .....	26
3.2. Predložene varijante za rekonstrukciju raskrižja .....	27
3.2.1. Varijanta I .....	27
3.2.2. Varijanta II .....	29
3.2.3. Varijanta III.....	31
4. SWOT ANALIZA PREDLOŽENIH VARIJANATA .....	33
4.1. Značajke elemenata SWOT analize.....	33
4.2. SWOT matrica.....	34
4.2.1. SWOT matrica Varijante I .....	36
4.2.2. SWOT matrica Varijante II.....	37
4.2.3. SWOT matrica Varijante III .....	37
5. VREDNOVANJE VARIJANTNIH RJEŠENJA PRIMJENOM AHP METODE .....	39
5.1. Definiranje hijerarhijske strukture AHP modela .....	42
5.2. Vrednovanje varijanata prema predloženim kriterijima .....	44
5.3. Vrednovanje predloženih varijanata primjenom AHP metode.....	46

5.4. Prijedlog modela financiranja.....	69
6. IZBOR OPTIMALNE VARIJANTE I ANALIZA OSJETLJIVOSTI .....	72
7. ZAKLJUČAK .....	75
<i>LITERATURA</i> .....	77
<i>POPIS TABLICA</i> .....	78
<i>POPIS SLIKA</i> .....	80
<i>PRILOZI</i> .....	82

## 1. UVOD

Raskrižja u cestovnoj mreži su mjesta u kojima se povezuju dvije ili više cesta, a prometni tokovi se spajaju, razdvajaju, križaju ili prepliću. Zbog prometnih radnji i mogućih konflikata, koji se ne pojavljuju na otvorenim potezima ceste, na raskrižjima su izrazito naglašeni problemi propusnosti i sigurnosti prometa [4].

Sa gledišta sigurnosti prometa treba smanjiti broj kritičnih točaka na raskrižju, a to se postiže poduzimanjem određenih mjera kroz izbor optimalnog varijantnog rješenja. Za raskrižje koje nije upravljano prometnim svjetlima predlaže se uvođenje prometnih svjetala na već postojeće raskrižje ili promjena građevinsko-prometnog rješenja raskrižja koje će bit upravljano kao raskrižje s kružnom tokom prometa.

Način na koji će biti upravljano ovisi o različitim kriterijima među kojima su najvažniji propusna moć raskrižja, broj prometnih nezgoda, ekonomičnost, uklapanje u okoliš, važnost ceste koju raskrižje spaja.

Tema ovog rada je **Vrednovanje varijanata projekta rekonstrukcije raskrižja Vukovarske ulice i Ulice fra Petra Bakule u Posušju primjenom višekriterijske analize**. Na navedenom raskrižju u proteklih nekoliko godina dogodilo se više prometnih nezgoda sa smrtno stradalima, teže i lakše povrijeđenim osobama i velikom materijalnom štetom čime se ukazuje na ugroženost sudionika u prometu i smanjenoj propusnoj moći te je stoga potrebno izvršiti rekonstrukciju.

Diplomski rad se sastoji od slijedećih sedam poglavlja:

1. Uvod
2. Analiza postojećeg stanja
3. Prijedlog varijanata novog rješenja
4. SWOT analiza predloženih varijanata
5. Vrednovanje varijanata primjenom AHP metode
6. Izbor optimalnog rješenja s analizom osjetljivosti



## 7. Zaključak

U drugom dijelu rada prikazano je stvarno stanje na raskrižju Vukovarske ulice i Ulice fra Petra Bakula u Posušju sa prikazanim podacima o prometnom opterećenju raskrižja. Zatim se, utvrđuju se nedostaci i opasnosti raskrižja koje se moraju popraviti. Također se prikazuje uloga raskrižja u prometnoj mreži.

U trećem poglavlju ponuđene su moguće varijante rješenja rekonstrukcije raskrižja sa svojim značajkama odnosno prednostima, manama i načinom izvedbe. Prikazuje se promjena na raskrižju za svaku varijantu i slikovni prikaz pojedinog rješenja izrađenog u programskom alatu AutoCAD-u.

U četvrtom poglavlju predložene varijante dalje se analiziraju kroz SWOT analizu gdje se prikazuju snage, slabosti, prilike i prijetnje s kojima se projektanti i zajednica suočavaju.

U petom dijelu se određuju kriteriji na temelju kojih se vrši vrednovanje svake od predloženih varijanti za rekonstrukciju raskrižja primjenom AHP metode uz pomoć programskog alata Expert Choice. Tu se prikazuju prednosti i nedostaci svake varijante također u petom poglavlju je prikazan Prijedlog modela financiranja projekta.

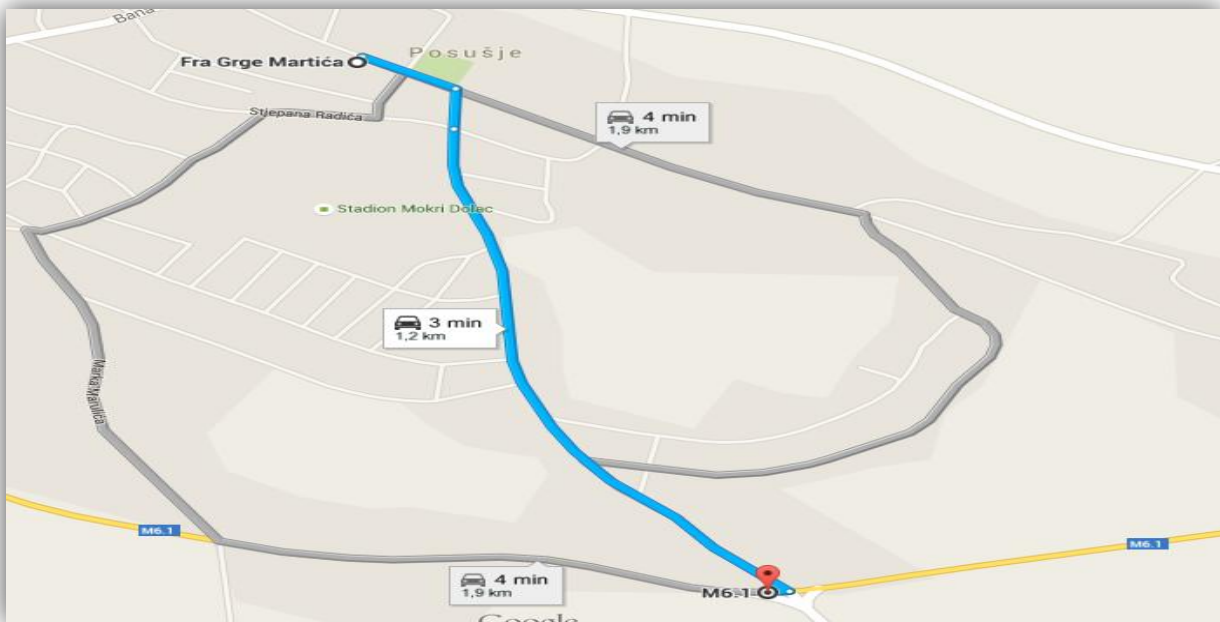
U šestom poglavlju prikazan je izbor optimalne varijante kao rješenje rekonstrukcije raskrižja uz analizu osjetljivosti. Analiza osjetljivosti projekta predstavlja procjenu prihvatljivosti projekta, ako se vrijednosti parametara projekta budu razlikovale od planiranih u tijeku dosadašnje analize.

U završnom, sedmom, poglavlju navedena su zaključna razmatranja o predmetnom istraživanju rekonstrukcije raskrižja i razmatranja o izboru optimalne varijante.

## 2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

### 2.1 Uvid u postojeće stanje

U prigradskom dijelu Općine Posušje nalazi se prometno raskrižje Vukovarske ulice i Ulice fra Petra Bakule, udaljeno 1,0 km južno od centra grada (Slika1.). Postojeće raskrižje egzistira kao četverokrako raskrižje koje nije upravljano prometnim svjetlima. Glavna funkcija ovog raskrižja je povezivanje Općine Posušje prema istočnom djelu s gradom Mostarom koji je ujedno i glavno središte južnog dijela Bosne i Hercegovine, prema jugu omogućuje povezanost s Grudama, Ljubuškim i Međugorjem, prema zapadu omogućuje povezanost sa graničnim prijelazom Vinjani Gornji i Tomislavgradom, dok sjeverni privoz omogućuje povezanost južnog dijela grada sa centrom Posušja. Promet Vukovarskom ulicom iz godine u godinu raste, no znatno je veći u ljetno vrijeme zbog pojačanog prometa prema moru odnosno prema graničnom prijelazu Vinjani Gornji (Imotski) - Posušje. Zadnje dvije godine PGDP<sup>1</sup> je naglo porastao zbog novootvorenog tunela Sv. Ilija kroz Biokovo.



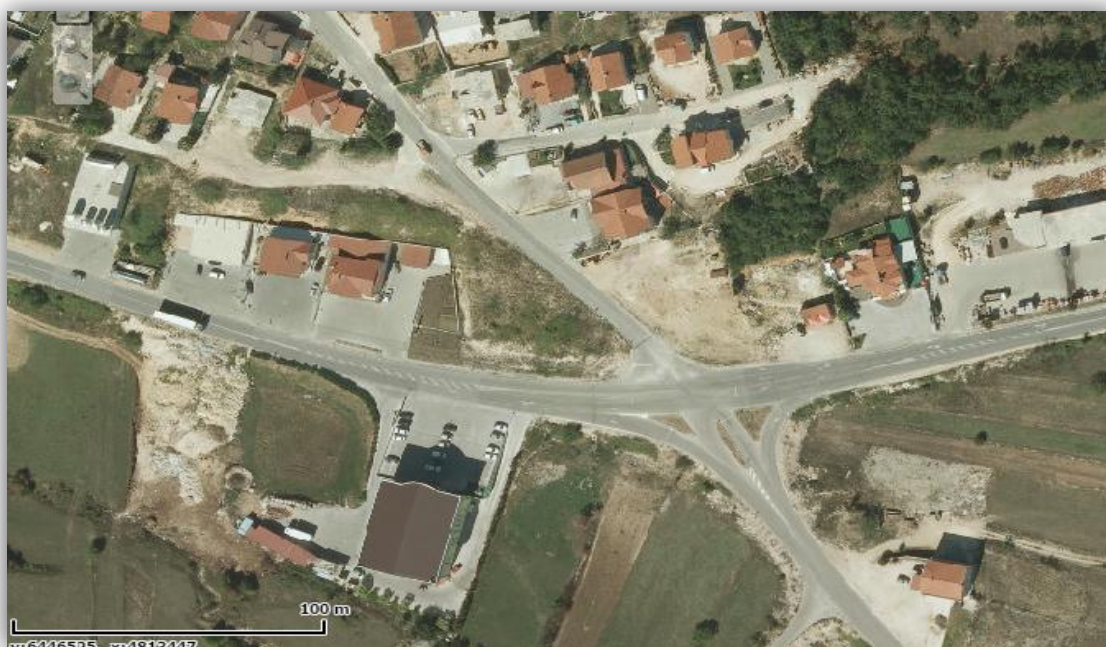
**Slika 1. Prikaz položaja raskrižja u odnosu na centar grada**

Izvor: Google maps

---

<sup>1</sup> Prosječni godišnji dnevni promet

Po svom tlocrtnom rješenju navedeno raskrižje predstavlja standardno raskrižje glavne i sporedne ceste (Slika 2.). Vukovarska ulica dominira kao glavna cesta, odnosno cesta sa većim PGDP u odnosu na Ulicu fra Petra Bakule. U zoni raskrižja su izgrađeni objekti što predstavlja određena ograničenja pri projektiranju, ali ne i presudna u izboru tehničkih elemenata novog rješenja. Problematika ovog raskrižja je višestruka: klasično raskrižje koje nije upravljano prometnim svjetlima, nije osvijetljeno, nema kvalitativno rješenje za kanalizacijske odvodnje te nema definirane pješačke prijelaze. Raskrižje svojim tehničkim elementima omogućava veliku brzinu prolaska vozila kroz isto, te zbog toga je ono postalo mjesto učestalih prometnih nesreća sa velikom materijalnom štetom i smrtno stradanim osobama. Najveći problem nastaje zbog nedostatka preglednosti sa glavnog pravca prema sjevernom privozu koji se u odnosu na glavni pravac nalazi pod kutom od  $45^\circ$  [1]. Kada se zbroji utjecaj četverokrakog klasičnog raskrižja u razini koje nije upravljano prometnim svjetlima, sa velikim brojem konfliktnih točaka i sa omogućenim velikim brzinama prolaska kroz samo raskrižje dobijemo "crnu točku" u prometnoj mreži i maksimalnu ugroženost svih sudionika u prometu.



***Slika 2. Satelitski prikaz postojećeg stanja raskrižja***

*Izvor: katastar.ba/geoportal*

Istočni privoz nalazi se na glavnom pravcu i generira veliku količinu prometa. Stoji se od traka za desno skretanje i prolaznog traka (Slika 3.). Zagušenja na ovom pravcu nastaju tijekom vršnog sata. Analizom je utvrđeno da istočni privoz u odnosu na ostala tri privoza ima najveće polje preglednosti pa je tako ovaj privoz najsigurniji.



***Slika 3. Istočni privoz raskrižju***

*Izvor: Projekt o rekonstrukciji raskrižja na križanju cesta M-6.1 i R-420 u Posušju, km 3+450 dionica 009 u raskrižju sa kružnim tokom prometa, Integra d.o.o. Mostar, svibanj, 2013*

Na južnom privozu Ulice fra Petra Bakule u smjeru prema Gruda nalazi se po jedan ulazni i izlazni trak te klinove za desno ulijevanje i izlijevanje vozila sa glavnog pravca sa izdignutom otocima za usmjeravanje prometa (Slika 4.). Analizom je utvrđena nepreglednost gdje desni skretači oduzimaju pravo prednosti vozilima koji idu iz smjera Tomislavgrada prema Vukovarskom ulicom prema Mostaru.





***Slika 4. Južni privoz raskrižju***

*Izvor: Projekt o rekonstrukciji raskrižja na križanju cesta M-6.1 i R-420 u Posušju, km 3+450 dionica 009 u raskrižju sa kružnim tokom prometa, Integra d.o.o. Mostar, svibanj, 2013*

Analizom je utvrđeno da sjeverni privoz iz centra Posušja prema raskrižju nije proširen tako da je sav kompletan promet umjeren na jedan ulazni i jedan izlazni trak bez izdignutih otoka za usmjeravanje čime je vozilima onemogućen slobodan ulazak u raskrižje i produljeno je vrijeme čekanja na raskrižju. Zbog uzdužnog nagiba od 11% kojeg ima ovaj privoz javlja se polje nepreglednosti za lijeve skretače (Slika 5.). Sa smanjenom preglednošću se uključuju na cestu s prednošću prolaska po kojoj se vozila gibaju brzinom većom od dopuštene te takva situacija uvjetuje velik broj nesreća.



***Slika 5. Sjeverni privoz raskrižju***

*Izvor: Projekt o rekonstrukciji raskrižja na križanju cesta M-6.1 i R-420 u Posušju, km 3+450 dionica 009 u raskrižje sa kružnim tokom prometa, Integra d.o.o. Mostar, svibanj, 2013*

Kod zapadnog privoza analizom su utvrđeni u vršnom satu zastoji i često se stvaraju repovi uslijed čekanja. Lijevim skretačima koji se kreću glavnim pravcem zapadnog privoza u smjeru Mostara oduzima se pravo prednosti zbog vozila iz suprotnog smjera koji prolaze kroz raskrižje velikom brzinom. Prometni trak za desne skretače odvojen je izdignutim otokom pa je zapadni privoz za desne skretače dobro riješen (Slika 6.).



***Slika 6. Zapadni privoz raskrižju***

*Izvor: Projekt o rekonstrukciji raskrižja na križanju cesta M-6.1 i R-420 u Posušju, km 3+450 dionica 009 u raskrižje sa kružnim tokom prometa, Integra d.o.o. Mostar, svibanj, 2013*

## 2.2. Brojanje prometa

Brojanje prometa predstavlja osnovicu prometnog prognoziranja, planiranja, projektiranja i gospodarenja prometnim sustavom i cestama. Podatci dobiveni brojanjem prometa predstavljaju stvarnu trenutačnu sliku dinamike prometnih tokova. Cilj je brojenja prometa sustavno prikupljanje podataka o značajkama cestovnog prometa na što je moguće većem dijelu cestovne mreže u svrhu:

- prometnog i urbanističkog planiranja;
- planiranja perspektive prometne mreže nekoga većeg područja ili oblikovanja nekoga prometnog čvora;
- eventualne rekonstrukcije postojeće prometne mreže i izgradnje novih prometnih pravaca;
- reorganizacija prometnih tokova.

Kvalitetan sustav brojanja prometa na cestama od posebne je važnosti jer prikupljeni i statistički obrađeni podaci omogućuju praćenje i analiziranje prometnih potreba privrede i stanovništva, uočavanje nedostataka te na činjenicama utemeljeno prognoziranje, planiranje i projektiranje raznovrsnih elemenata modernog prometnog i transportnog sustava. Brojanje prometa se može provoditi tokom jednog ili više dana, kontinuirano ili prekidno. Prilikom svakog brojanja potrebno je odrediti vremenske intervale unutar jednog dana, odnosno broji li se samo nekoliko specifičnih sati u danu ili kontinuirano svi sati.

Postojeća podjela načina brojanja prometa je [2]:

- ručno;
- automatsko;
- kamerom;
- naplatno;
- satelitsko;
- brojanje vozila prevezenih trajektima;
- brojanje na parkirališnim površinama.

Za potrebe rekonstrukcije raskrižja Vukovarske ulice i Ulice fra Petra Bakule u Posušju 04. lipnja 2015. Obavljeno je ručno brojanje prometa u jutarnjem i popodnevnom vršnom



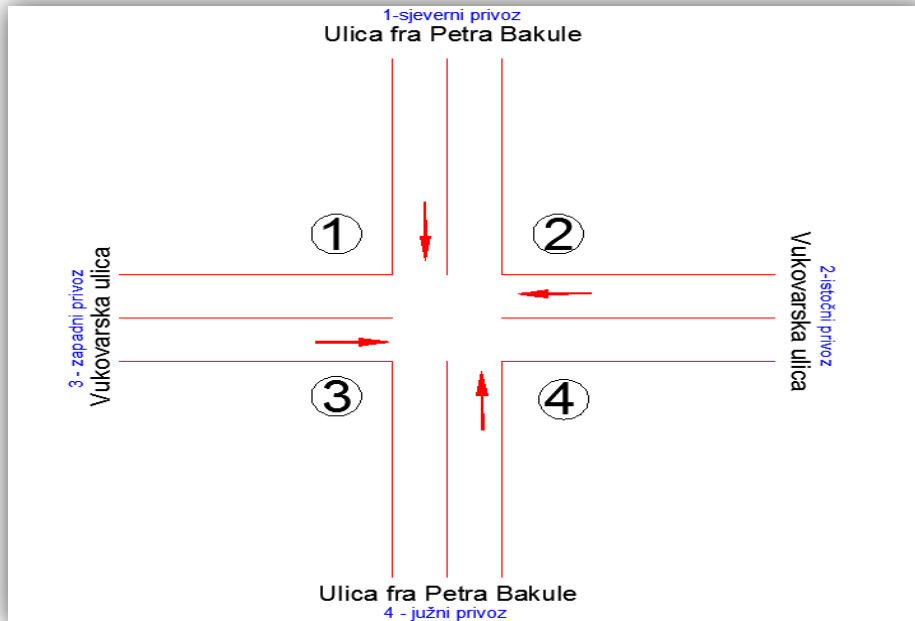
opterećenju (07:00 do 08:00 h i 16:00 do 17:00 h). Promet su ručno brojila četiri brojača na raskrižju, što je prikazano na Slici 7. Brojanjem je utvrđen broj vozila u vršnom satu za svaki privoz, te je za svaki privoz prikazan broj vozila koja su se kretala ravno ili skretala desno, odnosno lijevo (Slika 8. i Slika 9.). Brojanje je izvršeno u intervalima po 15 minuta, brojana su osobna vozila, laka teretna vozila, teška teretna vozila, autobusi, motocikli i pješaci. Svaka kategorija vozila i množena je određenim koeficijentom i tako svedeni na jedinstvenu jedinicu mjerenja odnosno dobiveno je prometno opterećenje raskrižja prikazano u broju vozila i EJA<sup>2</sup> jedinicama kako bi se omogućila pretvorba nehomogenog prometnog toka u homogeni za određivanje propusne moći raskrižja. Dobiveni rezultati prikazani su u Tablicama 1-24.

Koeficijenti za množenje određenih kategorija su [3]:

- Osobni automobili = 1
- Laka teretna vozila = 1,5
- Teška teretna vozila = 2
- Motocikli = 0,7
- Autobusi = 2

---

<sup>2</sup>EJA = ekvivalent jedinice automobila



**Slika 7. Brojačka mjesta na raskrižju**

U jutarnjem vršnom satu na brojačkom mjestu 1, brojač je brojao vozila koja su ušla u raskrižje iz centra Posušja. Ukupno je prošlo 91 vozilo, od toga 30 vozila su skretala desno, 22 su skretala lijevo i 39 vozila su se kretala ravno.

**Tablica 1. Rezultati brojanja prometa iz smjera centra Posušja desni skretači (07:00-08:00h)**

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci	
Sjeverni privoz raskrižja - Ulica fra Petar Bakula	0 – 15'	2	0	0	0	0	2	
	15 – 30'	4	1	1	0	0	4	
	30 – 45'	3	5	0	1	0	7	
	45 – 60'	5	7	0	1	0	4	
	Ukupno		14	13	1	2	0	17
	EJA		14	19,5	2	1,4	0	0
Sveukupno vozila		<b>30</b>						
Sveukupno EJA		<b>36,9</b>						

**Tablica 2. Rezultati brojanja prometa iz smjera centra Posušja, lijevi skretači (07:00-08:00h)**

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Sjeverni privoz raskrižja - Ulica fra Petar Bakula	0 – 15'	3	0	0	1	0	0
	15 – 30'	4	2	0	0	0	3
	30 – 45'	3	4	0	0	0	5
	45 – 60'	2	3	0	0	0	4
	Ukupno	12	9	0	1	0	12
	EJA	12	13,5	0	0,7	0	
Sveukupno vozila		<b>22</b>					
Sveukupno EJA		<b>26,2</b>					

**Tablica 3. Rezultati brojanja prometa iz smjera centra Posušja), vozila koja idu pravo (07:00-08:00h)**

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Sjeverni privoz raskrižja - Ulica fra Petar Bakula	0 – 15'	5	1	0	0	0	4
	15 – 30'	7	3	0	0	0	3
	30 – 45'	6	1	1	2	0	6
	45 – 60'	9	4	0	0	0	4
	Ukupno	27	9	1	2	0	17
	EJA	27	13,5	2	1,4	0	
Sveukupno		<b>39</b>					
Sveukupno EJA		<b>43,9</b>					

U jutarnjem vršnom satu na brojačkom mjestu 2, brojač je brojao vozila koja prolaze kroz Vukovarskom ulicom, smjer istok - zapad. Ukupno su prošla 177 vozila, od kojih su 26 vozila desni skretači, 32 lijevi skretači, a najveći broj vozila, njih 119 se kretalo ravno cestom.

**Tablica 4. Rezultati brojanja prometa iz smjera Mostara desni skretači (07:00-08:00h)**

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Istočni privoz - Vukovarska ulica	0 – 15'	4	1	0	0	0	0
	15 – 30'	3	1	0	0	0	0
	30 – 45'	8	2	0	0	0	2
	45 – 60'	7	0	0	0	0	0
	Ukupno	22	4	0	0	0	2
	EJA	22	6	0	0	0	0
Sveukupno vozila							<b>26</b>
Sveukupno EJA							<b>28</b>

**Tablica 5. Rezultati brojanja prometa iz smjera Mostara, lijevi skretači (07:00-08:00h)**

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Istočni privoz - Vukovarska ulica	0 – 15'	5	1	2	0	0	0
	15 – 30'	7	2	0	1	0	2
	30 – 45'	7	0	0	0	0	1
	45 – 60'	4	1	1	1	0	5
	Ukupno	23	4	3	2	0	8
	EJA	23	6	6	1,4	0	
Sveukupno vozila							<b>32</b>
Sveukupno EJA							<b>36,4</b>

**Tablica 6. Rezultati brojanja prometa iz smjera Mostara, vozila koja idu pravo (07:00-08:00h)**

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Istočni privoz - Vukovarska ulica	0 – 15'	19	7	4	0	0	5
	15 – 30'	16	7	6	0	1	2
	30 – 45'	19	5	3	3	1	2
	45 – 60'	21	3	3	1	0	1
	Ukupno	75	22	16	4	2	10
	EJA	75	33	32	2,8	4	0
Sveukupno vozila		<b>119</b>					
Sveukupno EJA		<b>146,8</b>					

U popodnevnom vršnom satu na brojačkom mjestu 3, brojač je brojao vozila koja prolaze kroz Vukovarskom ulicom u smjeru zapad - istok. Ovaj privoz je najopterećeniji privoz jer je uz njega smješten prodajni centar "Divna". Ovim privozom ukupno su prošla 214 vozila, od kojih su 79 vozila desni skretači, 34 lijevi skretači i 101 vozilo kretalo se ravno cestom.

**Tablica 7. Rezultati brojanja prometa Vukovarske ulice, desni skretači (07:00-08:00h)**

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Zapadni privoz - Vukovarska ulica	0 – 15'	11	5	0	0	1	0
	15 – 30'	14	4	2	0	0	3
	30 – 45'	17	7	3	0	0	2
	45 – 60'	14	6	1	0	0	1
	Ukupno	56	22	6	0	1	6
	EJA	56	33	12	0	2	0
Sveukupno vozila		<b>85</b>					
Sveukupno EJA		<b>103</b>					

**Tablica 8. Rezultati brojanja prometa Vukovarske ulice, lijevi skretači (07:00-08:00h)**

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Zapadni privoz - Vukovarska ulica	0 – 15'	3	0	0	0	0	0
	15 – 30'	7	0	0	0	0	2
	30 – 45'	9	2	0	1	0	1
	45 – 60'	10	2	0	0	0	5
	Ukupno	29	4	0	1	0	8
	EJA	29	6	0	0,7	0	0
Sveukupno vozila	<b>34</b>						
Sveukupno EJA	<b>35,7</b>						

**Tablica 9. Rezultati brojanja prometa Vukovarske ulice, vozila koja idu pravo (07:00-08:00h)**

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Zapadni privoz - Vukovarska ulica	0 – 15'	13	7	8	0	0	1
	15 – 30'	16	7	4	2	0	1
	30 – 45'	19	5	2	4	1	2
	45 – 60'	16	3	2	1	0	2
	Ukupno	64	22	16	7	1	6
	EJA	64	33	32	4,9	2	0
Sveukupno vozila	<b>107</b>						
Sveukupno EJA	<b>132,9</b>						

U jutarnjem vršnom satu na brojačkom mjestu 4, brojač je brojao vozila koja prolaze kroz Ulicu fra Petra Bakule u smjeru jug – sjever. Ovaj privoz ima dobro polje preglednosti u odnosu na ostale prilaze zbog postavljenih otoka koji omogućuju sigurno uljevanje i izljevanje vozila. Ovim privozom su ukupno prošla 189 vozila od kojih su 43 desni skretači, 85 lijevi skretači i 61 vozilo kretalo se ravno.

**Tablica 10. Rezultati brojanja prometa), desni skretači sa Ulice fra Petar Bakula (07:00-08:00h)**

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Južni privoz - Ulica fra Petar Bakula	0 – 15'	4	1	2	0	1	0
	15 – 30'	6	0	4	0	0	0
	30 – 45'	8	2	1	0	0	0
	45 – 60'	4	1	3	0	0	0
	Ukupno	22	4	10	0	1	0
	EJA	22	6	20	0	2	0
Sveukupno vozila	<b>43</b>						
Sveukupno EJA	<b>30.9</b>						

**Tablica 11. Rezultati brojanja prometa, lijevi skretači sa ulice fra Petra Bakula (07:00-08:00h)**

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Južni privoz - Ulica fra Petar Bakula	0 – 15'	11	4	4	0	0	0
	15 – 30'	12	7	2	2	0	0
	30 – 45'	10	5	3	2	1	0
	45 – 60'	15	3	3	1	0	0
	Ukupno	48	19	12	5	1	0
	EJA	48	28,5	24	3,5	2	0
Sveukupno vozila	<b>85</b>						
Sveukupno EJA	<b>106</b>						

**Tablica 12. Rezultati brojanja prometa Ulicom fra Petar Bakula, vozila koja idu pravo (07:00-08:00h)**

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Južni privoz - Ulica fra Petar Bakula	0 – 15'	6	5	3	0	0	0
	15 – 30'	4	6	4	0	0	0
	30 – 45'	11	3	1	0	0	0
	45 – 60'	13	2	2	1	0	0
	Ukupno	34	16	10	1	0	0
	EJA	34	24	20	0,7	0	0
Sveukupno vozila	<b>61</b>						
Sveukupno EJA	<b>78,7</b>						

U popodnevnom vršnom satu na brojačkom mjestu 1, brojač je brojao vozila koja su ušla u raskrižje iz centra Posušja. Ukupno su prošla 82 vozila, od toga 20 vozila su skretala desno, 27 su skretala lijevo i 35 vozila su se kretala ravno.

**Tablica 13. Rezultati brojanja prometa iz smjera centra Posušja, desni skretači (16:00-17:00h)**

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Sjeverni privoz raskrižja - Ulica fra Petar Bakula	0 – 15'	2	3	0	0	0	1
	15 – 30'	3	1	0	0	0	2
	30 – 45'	3	1	0	1	0	1
	45 – 60'	4	2	0	0	0	3
	Ukupno	12	7	0	1	0	7
	EJA	12	10,5	0	0,7	0	0
Sveukupno vozila		<b>20</b>					
Sveukupno EJA		<b>23,2</b>					

**Tablica 14. Rezultati brojanja prometa iz smjera centra Posušja, lijevi skretači (16:00-17:00h)**

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Sjeverni privoz raskrižja - Ulica fra Petar Bakula	0 – 15'	4	1	0	0	0	2
	15 – 30'	7	1	0	0	0	1
	30 – 45'	6	2	1	0	0	3
	45 – 60'	5	1	0	0	0	4
	Ukupno	22	5	0	0	0	10
	EJA	22	7,5	0	0	0	0
Sveukupno vozila		<b>27</b>					
Sveukupno EJA		<b>29,5</b>					



**Tablica 15. Rezultati brojanja prometa iz smjera centra Posušja, vozila koja idu pravo (16:00-17:00h)**

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Sjeverni privoz raskrižja - Ulica fra Petar Bakula	0 – 15'	8	1	0	0	0	2
	15 – 30'	7	2	0	0	0	1
	30 – 45'	5	2	1	0	0	3
	45 – 60'	5	1	1	0	0	3
	Ukupno	25	6	2	2	0	9
	EJA	25	9	4	1,4	0	0
Sveukupno		<b>35</b>					
Sveukupno EJA		<b>39,4</b>					

U popodnevnom vršnom satu na brojačkom mjestu 2, brojač je brojao vozila koja prolaze kroz Vukovarskom ulicom, smjer istok - zapad. Ukupno je prošlo 141 vozilo, od kojih su 19 vozila desni skretači, 24 lijevi skretači, a 98 vozila se kretalo ravno cestom.

**Tablica 16. Rezultati brojanja prometa iz smjera Mostara, desni skretači (16:00 - 17:00h)**

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Istočni privoz - Vukovarska ulica	0 – 15'	5	0	0	0	0	0
	15 – 30'	3	0	0	0	0	0
	30 – 45'	4	2	0	1	0	2
	45 – 60'	4	0	0	0	0	0
	Ukupno	16	2	0	1	0	2
	EJA	16	3	0	0,7	0	0
Sveukupno vozila		<b>19</b>					
Sveukupno EJA		<b>19,7</b>					

**Tablica 17. Rezultati brojanja prometa iz smjera Mostara, lijevi skretači (16:00 - 17:00h)**

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Istočni privoz - Vukovarska ulica	0 – 15'	4	0	0	0	0	3
	15 – 30'	4	2	0	1	0	2
	30 – 45'	5	0	0	0	0	1
	45 – 60'	7	1	1	0	0	0
	Ukupno	19	3	1	1	0	6
	EJA	19	4,5	2	0,7	0	0
Sveukupno vozila	<b>24</b>						
Sveukupno EJA	<b>26,2</b>						

**Tablica 18. Rezultati brojanja prometa iz smjera Mostara, vozila koja idu pravo (16:00-17:00h)**

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Istočni privoz - Vukovarska ulica	0 – 15'	12	4	4	0	0	3
	15 – 30'	14	3	6	0	1	2
	30 – 45'	16	5	3	3	1	4
	45 – 60'	18	4	3	1	0	1
	Ukupno	60	16	16	4	2	10
	EJA	60	24	32	2,8	4	0
Sveukupno vozila	<b>98</b>						
Sveukupno EJA	<b>122,8</b>						

U popodnevnom vršnom satu na brojačkom mjestu 3, brojač je brojao vozila koja prolaze kroz Vukovarskom ulicom u smjeru zapad - istok. Ovim privozom ukupno su prošla 178 vozila, od kojih su 68 vozila desni skretači, 25 lijevi skretači i 85 vozilo kretalo se ravno cestom.

**Tablica 19. Rezultati brojanja prometa Vukovarske ulice, desni skretači (16:00-17:00h)**

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Zapadni privoz - Vukovarska ulica	0 – 15'	12	4	0	0	0	0
	15 – 30'	15	2	1	2	0	0
	30 – 45'	11	2	1	0	0	2
	45 – 60'	18	0	0	0	0	1
	Ukupno	56	8	2	2	0	3
	EJA	56	12	4	1,4	0	0
Sveukupno vozila		<b>68</b>					
Sveukupno EJA		<b>73,4</b>					

**Tablica 20. Rezultati brojanja prometa Vukovarske ulice, lijevi skretači (16:00-17:00h)**

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Zapadni privoz - Vukovarska ulica	0 – 15'	2	1	1	0	0	2
	15 – 30'	5	2	0	2	0	0
	30 – 45'	4	1	0	0	0	1
	45 – 60'	7	0	0	0	0	4
	Ukupno	18	4	1	2	0	7
	EJA	18	6	2	1,4	0	0
Sveukupno vozila		<b>25</b>					
Sveukupno EJA		<b>27,4</b>					

**Tablica 21. Rezultati brojanja prometa Vukovarske ulice, vozila koja idu pravo (16:00-17:00h)**

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Zapadni privoz - Vukovarska ulica	0 – 15'	14	4	1	1	0	0
	15 – 30'	16	3	1	2	2	4
	30 – 45'	18	4	3	0	0	3
	45 – 60'	12	2	2	0	0	0
	Ukupno	60	13	7	3	2	7
	EJA	60	19,5	14	2,1	4	0
Sveukupno vozila		<b>85</b>					
Sveukupno EJA		<b>99,6</b>					

U popodnevnom vršnom satu na brojačkom mjestu 4, brojač je brojao vozila koja prolaze kroz Ulicu fra Petra Bakule u smjeru jug - sjever. Ovim privozom su ukupno je prošlo 120 vozila od kojih su 34 desni skretači, 47 lijevi skretači i 39 vozila kretalo se ravno.

**Tablica 22. Rezultati brojanja prometa, desni skretači sa Ulice fra Petar Bakula (16:00-17:00h),**

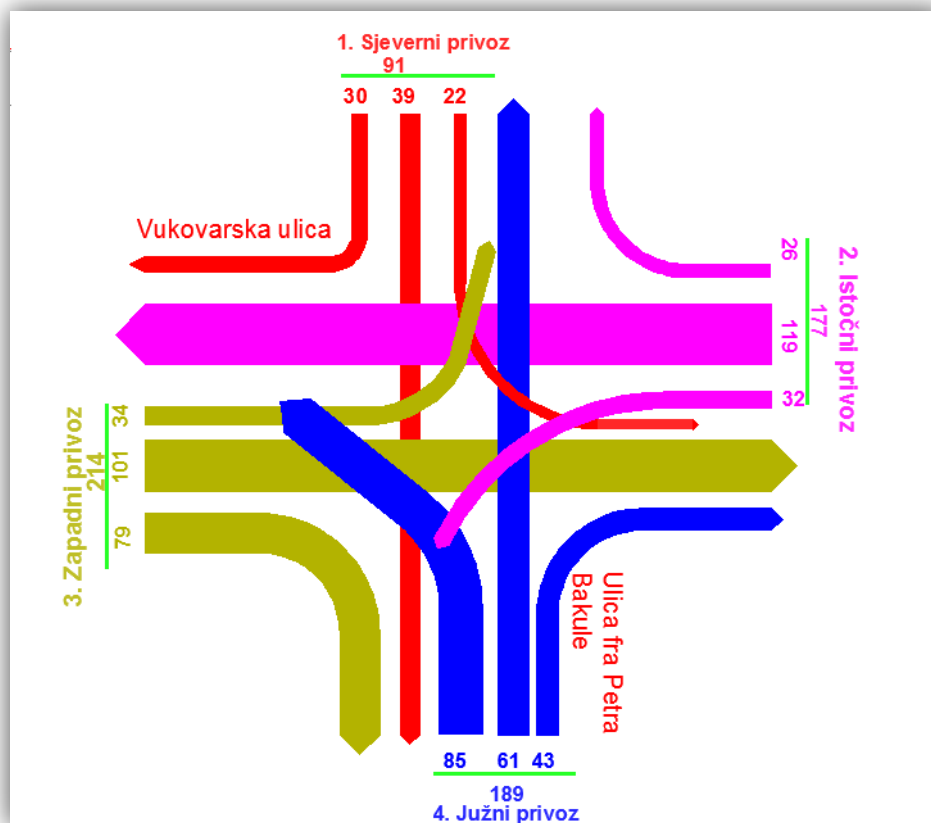
Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Južni privoz - Ulica fra Petar Bakula	0 – 15'	4	1	0	0	0	0
	15 – 30'	7	2	0	1	0	0
	30 – 45'	4	1	2	1	0	0
	45 – 60'	6	2	1	2	0	0
	Ukupno	21	6	3	4	0	0
	EJA	21	9	6	2,8	0	0
Sveukupno vozila	<b>34</b>						
Sveukupno EJA	<b>38,8</b>						

**Tablica 23. Rezultati brojanja prometa, lijevi skretači sa ulice fra Petra Bakula (16:00-17:00h)**

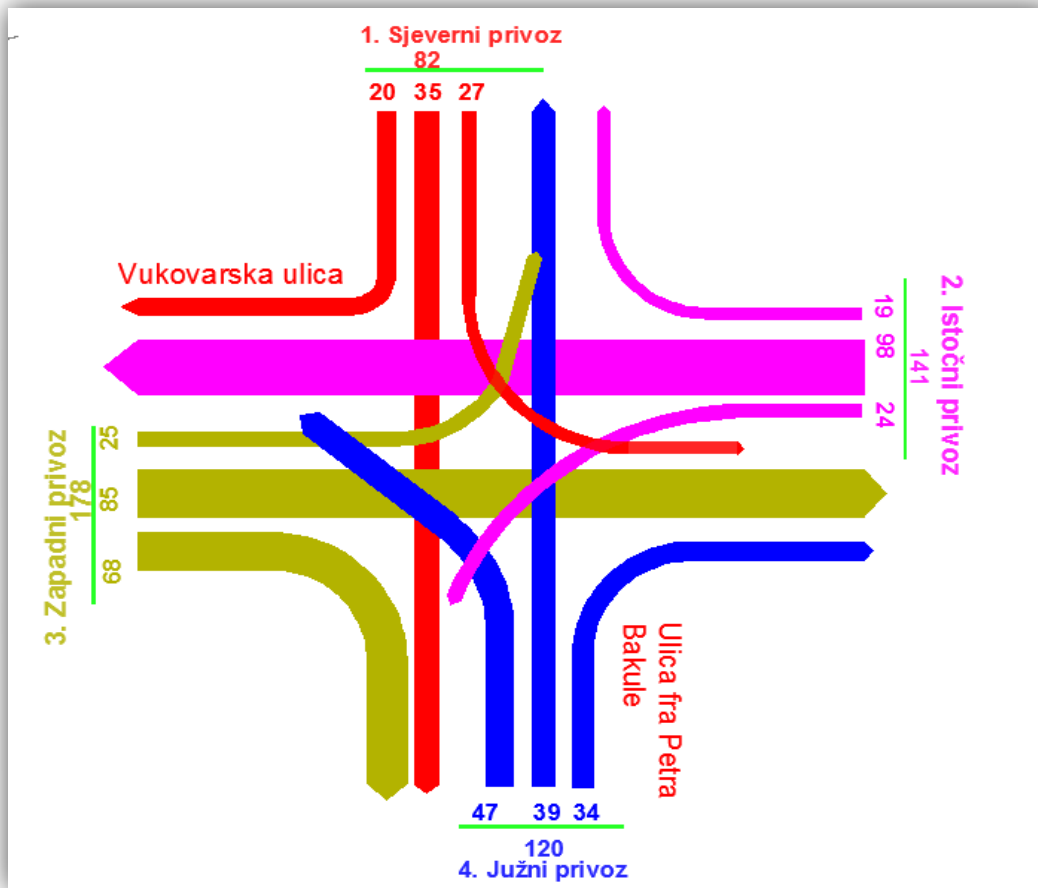
Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Južni privoz - Ulica fra Petar Bakula	0 – 15'	9	1	1	0	0	0
	15 – 30'	7	1	3	2	0	0
	30 – 45'	8	2	1	0	0	0
	45 – 60'	10	1	1	0	0	0
	Ukupno	34	5	6	2	0	0
	EJA	34	7,5	12	1,4	0	0
Sveukupno vozila	<b>47</b>						
Sveukupno EJA	<b>54,9</b>						

Tablica 24. Rezultati brojanja prometa Ulicom fra Petar Bakula, vozila koja idu pravo (16:00-17:00h)

Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
Južni privoz - Ulica fra Petar Bakula	0 – 15'	5	2	0	0	0	0
	15 – 30'	3	1	2	1	0	0
	30 – 45'	7	4	1	1	0	0
	45 – 60'	9	1	2	0	0	0
	Ukupno	24	8	5	2	0	0
	EJA	24	12	10	1,4	0	0
Sveukupno vozila	<b>39</b>						
Sveukupno EJA	<b>47,4</b>						



Slika 8. Prometno opterećenje u jutarnjem vršnom satu



Slika 9. Prometno opterećenje u popodnevnom vršnom satu

### **3. PRIJEDLOG VARIJANATA NOVOG RJEŠENJA**

#### **3.1. Raskrižje kao element cestovne i ulične mreže**

Raskrižje je površina na kojoj se križaju ili spajaju dvije ili više cesta, a i šira prometna površina koja nastaje križanjem odnosno spajanjem cesta. Raskrižja u mreži javnih cesta pojavljuju se u više oblikovnih modaliteta kao što su: raskrižja u jednoj ili više razina, te na raskrižja sa kružnim tokom ili kombinirana raskrižja. U ovom primjeru radi se o raskrižju u razini. Odabir oblikovnog modaliteta raskrižja ovisi o brojnim čimbenicima [4]:

- kvaliteta odvijanja prometa:
- ekonomičnost rješenja;
- obilježja terena i okoliša;
- sigurnost prometa.

##### **3.1.1. Kvaliteta odvijanja prometa**

Dostatana kvaliteta odvijanja prometnih tokova treba biti uvijek osigurana, osobito na onim područjima u cestovnoj mreži gdje su prisutne nemotorizirane vrste prometa. Na raskrižjima s pješačkim i biciklističkim prometom miješaju se nestandardni prometni tokovi pa je veća opasnost od prometnih konflikata i nesigurniji promet u cjelini.

Odabrani tip i oblik raskrižja mora udovoljiti zahtjevima razine usluge, odnosno imati dovoljnu propusnu moć. Dostatna propusna moć mora bit zadovoljena posebno u vršnim opterećenjima bez duljih repova čekanja, kako na produženim smjerovima tako i na smjerovima u skretanju. Uz pomoć svjetlosne signalizacije može se, manjem produljenju čekanja, povećati propusna moć za raskrižja u razini [4]. Kod raskrižja s kružnim tokom prometa bitna je propusna moć privoza. Dok propusna moć raskrižja izvan razine ovisi o propusnosti spojnih cesta.

##### **3.1.2. Ekonomičnost rješenja**

Odabrano raskrižje mora biti ekonomično, odnosno omjer troškova i koristi u planskom razdoblju korištenja mora biti povoljan (troškove čine početni troškovi za izgradnju, te troškovi korištenja i održavanja u projektnom razdoblju raskrižja, a koristi su uštede u vremenu putovanja,

uštede u trošku goriva, količina ispušnih plinova, manji broj nesreća, itd.). Ova usporedba se može izvršiti metodom neto sadašnje vrijednosti [5]. Ujedno, gore navedeni, a to su troškovi građenja i održavanja, vremenski i eksploatacijski troškovi, te troškovi prometnih nezgoda su jedni od glavnih elemenata vrednovanja projekta odnosno raskrižja.

Budući da se uvijek treba zahtijevati dostatna sigurnost rješenja, neophodno je odrediti odnos troškova i prometno-sigurnosne komponente. Potrebno je također izračunati koji je trošak primjeren i dostatan za određenu kvalitetu prometnog toka (za sve sudionike u prometu i za određeni kvaliteta okoliša).

Troškovno usmjerene strategije, (npr. minimalizacija korištenja zemljišta, veličina investicije, opreme i održavanja), mogu biti induktivne i često odlučne u izboru projektnog rješenja.

### **3.1.3. Obilježja terena i okoliša**

Uz zadovoljavanje prometne potražnje razmještaj i položaj raskrižja mora biti sagledan kao element cjelokupnog okoliša u koji se mora uklopiti. Prilikom određivanja lokacije raskrižja potrebno je prepoznati sve značajne vrijednosti okoliša i predvidjeti utjecaj na njih. Prirodne vrijednosti koje se trebaju razmatrati prilikom planiranja položaja raskrižja su:

- stupanj narušavanja okoliša;
- kontrola zagađenja vode i zraka, buke, zaštita životinjskih i biljnih ekosustava;
- okupiranost i rascjepkanost zemljišta.

Izgled krajolika i prirodne bit će manje narušene ako su zadovoljena sljedeća načela:

- raskrižja se u postupku lociranja moraju prilagoditi okolišu;
- građevine u sklopu i pred raskrižjem moraju se dobro komponirati i uklopiti u okolinu;
- trebaju se uvažavati povijesne znamenitosti i ambijentalne vrednote;
- nastojati ozeleniti površine raskrižja, ali ne na štetu preglednosti i opće sigurnosti;
- vertikalnu signalizaciju i oznake za vođenje racionalno postaviti u prometno-sigurnosnom pogledu.



Buka i onečišćenje zraka od prometa mogu se smanjiti ako se ispune pretpostavke:

- smanjiti izrazita ubrzanja u raskrižju;
- smanjiti broj zastoja i „stani-kreni“ vožnju;
- dobro uskladiti rad svjetlosne signalizacije s prometnom potražnjom;
- smanjiti nagib trase s raskrižjem već u studijsko-projektnoj fazi;
- uskladiti izbor zastora sa zahtjevima dobre hvatljivosti i smanjene bučnosti.

Okupiranost i razdvajanje površina zemljišta trebaju se predvidjeti u razumnim okvirima mjera:

- zadržati racionalni odnos između prostorne i uporabne komponente rješenja;
- predvidjeti mjesta poprečnih prijelaza;
- racionalno trošiti površine zemljišta, posebno u blizini naselja.

#### **3.1.4. Sigurnost prometa**

Glede vozača, pješaka i drugih sudionika svako raskrižje mora pružiti visok stupanj sigurnosti. Sa sigurnosnog stajališta dobro osmišljena i koncipirana raskrižja moraju udovoljiti bitnim zahtjevima, kao što su [4]:

- pravovremena prepoznatljivost koja mora biti omogućena sa svih privoza;
- preglednost;
- shvatljivost da vozač s jednim pogledom može obuhvatiti cijelu površinu raskrižja;
- dostatna provoznost i (prohodnost).

Raskrižje mora biti projektirano na način da vozačima omogući pravilno, jednoznačno određeno usmjeravanje, odnosno uključivanje i isključivanje iz glavnog toka. To se postiže s i gradnjom otoka, postavljanjem znakova prednosti i sporedne ceste, poljima za usmjeravanje prometa i ostalom horizontalnom, vertikalnom i svjetlosnom signalizacijom te osiguranjem preglednosti uklanjanjem prepreka (zelenila i sl.) [5]. U rubnim gradskim dijelovima potrebno je polučiti najviši stupanj sigurnosti prometa, posebno za najugroženije učesnike (biciklisti, pješaci, starija i najmlađa populacija) jer se od njih ne može očekivati stalna opreznost, povremeno zapažanje i očekivane reakcije.

Sigurnost prometa na raskrižju Vukovarske ulice i Ulice fra Petra Bakule u Posušju je čimbenik koji predstavlja glavni kriterij zbog čega je potrebno rekonstruirati raskrižje. To je vidljivo iz velikog broja konfliktnih točaka što dovodi do učestalih prometnih nesreća u samom području raskrižja.

### 3.2. Predložene varijante za rekonstrukciju raskrižja

Na osnovu svih prethodno navedenih uvjeta i zaključaka istraživanja za potrebe idejnog rješenja uređene su tri varijante za rekonstrukciju raskrižja:

- Varijanta I - raskrižje upravljano prometnim svjetlima;
- Varijanta II - jednotračno raskrižje s kružnim tokom prometa s direktnim desnim skretanjem "bypass-om" iz centra Posušja;
- Varijanta III - jednotračno raskrižje s kružnim tokom prometa s novoprojektiranom trasom iz pravca Posušja.

#### 3.2.1. Varijanta I

Varijantom I rekonstrukcije raskrižja Vukovarske ulice i Ulice fra Petra Bakule predlaže se uvođenje prometnih svjetla na postojeće raskrižje (Slika 10.).

Ova varijanta je ima najniže troškove jer ne zahtjeva velika investicijska ulaganja što se očituje kroz minimum građanskih radova u odnosu na Varijantu II i III gdje se predviđa potpuna rekonstrukcija raskrižja koja iziskuje velike troškove građenja. S obzirom da trenutačno građevinsko stanje raskrižja koje je nepovoljno zbog nedovoljnog kuta preglednosti sjevernog privoza onemogućuje kvalitetno postavljanje prometnih svjetala, što bitno smanjuje propusnu moć i ne postiže se željeni učinak, a to je povećanje stupnja sigurnosti.

Veličine potrebne za analizu i projektiranje raskrižja upravljanog prometnim svjetlima:

- **Geometrijski uvjeti** predstavljaju tip područja na kojem se raskrižje nalazi, broj trakova na privozima, širina trakova, uzdužni nagib privoza, posebni ili zajednički trakovi za lijevo i desno skretanje, prostor za parkiranje u zoni raskrižja.

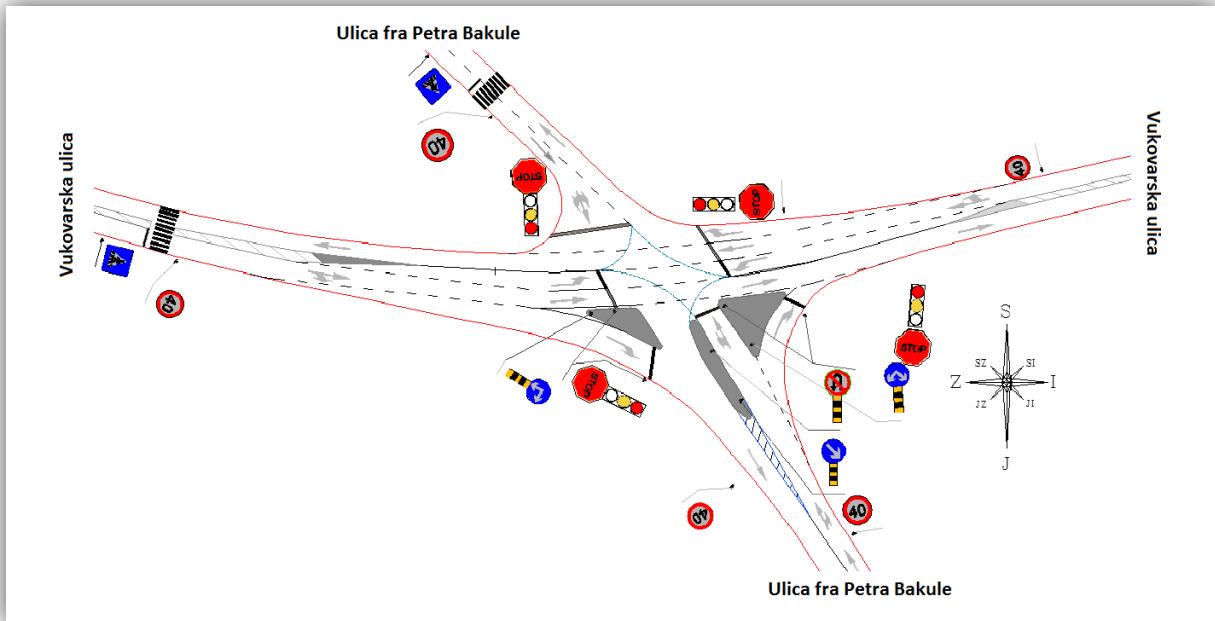
- **Prometni uvjeti predstavljaju** brojanje prometa, osnovni zasićeni tok, faktor vršnog sata, utjecaj teških (teretnih) vozila, pješački promet, biciklistički promet, stajališta javnog gradskog

prometa u području raskrižja, broj parkiranja u području raskrižja, način dolaska vozila na raskrižje, broj vozila koja dolaze na početku zelene faze, dozvoljena prilazna brzina.

• **Prometna svjetla označavaju** duljinu ciklusa, broj i raspored odvijanja faza, zeleno svjetlo, zaštitno vrijeme, tip upravljanja prometom, minimalna zelena vremena za pješake.

Na raskrižju upravljanom svjetlosnom signalizacijom se prometni tokovi vremenski razdvajaju. Prometnim svjetlima može se povećati stupanj sigurnosti i propusna moć raskrižja. Međutim, na raskrižju kao što je raskrižje Vukovarske ulice i Ulice fra Petra Bakule koje ne ispunjava osnovne geometrijske i prometne uvjete ugradnju prometnih svjetala je teško provesti i ona obično izaziva negativne posljedice.

Projektno oblikovni elementi poput širine kaplje, širine trakova, te radijusa za lijeva i desna skretanja nisu u skladu sa propisima po kojima bi se raskrižje trebalo projektirati, te iz tog razloga nije moguće pješačke prijelaze postaviti odmah uz raskrižje. Pješački prijelaz na zapadnom privozu udaljen je od raskrižja za oko 85 m, dok kod sjevernog privoza je udaljen za 50 m. Na glavnom pravcu su postavljena polja preglednosti za lijeve skretače, te na glavnom pravcu je osigurana duljina za postavljanje vozila  $L_a = Q_{95} * 6$  i osigurana je duljina za usporenje vozila  $l_v = 15m$ , duljina za usporenje vozila određuje se na osnovi projektne brzine  $V = V_{k=V_r} + 20 = 50 + 20 = 70 km/h$



**Slika 10. Prikaz rekonstrukcije raskrižja – Varijanta II**

*Izvor: Autorica doradila prema Projektu o rekonstrukciji raskrižja na križanju cesta M-6.1 i R-420 u Posušju, km 3+450 dionica 009 u raskrižje sa kružnim tokom prometa*

### 3.2.2. Varijanta II

Varijanta II predlaže rekonstrukciju raskrižja s kružnim tokom prometa. Kružna raskrižja se definiraju kao prometne građevine po kojima je kretanje vozila određeno središnjim kružnim otokom, kružnim kolnikom, te privozima s razdjelnim otocima i prometnim znakovima [4]. Kružna raskrižja razvrstavaju po lokaciji, veličini, broju privoza i prometnih trakova i vremenima izvedbe U odnosu na klasična raskrižja, raskrižje s kružnim tokom prometa može se definirati kao raskrižje koje nije upravljano prometnim svjetlima u jednoj razini, u kojima se promet u pravilu odvija [4]:

- na jednotračnom ili dvotračnom kružnom kolniku;
- s jednim ili dva prometna traka na privozima postavljenim što okomitije na ulazu u kružno raskrižje;
- s reguliranom prednošću kružnog prometnog toka u smjeru suprotnom od kazaljke na satu.

Posebnosti i razlikovnosti ovih raskrižja su sljedeće [4]:

- kružna raskrižja su raskrižja s kombinacijom prekinutog i neprekinutog prometnog toka;
- prvenstvo prolaza imaju vozila u kružnom toku pred vozilima na prilazima/privozima, budući da ovdje ne vrijedi "pravilo desnoga";
- kružna raskrižja na javnim cestama, (naročito u naseljima), omogućuju vožnju smanjenim brzinama i s velikim skretnim kutom prednjih kotača;
- vozilo na ulazu u kružno raskrižje se, u slučaju slobodnog kružnog toka, ne treba zaustavljati, već smanjenom brzinom može ući u kružni tok;
- u kružnim raskrižjima je zabranjena vožnja unatrag;
- drugim vozilima je tijekom vožnje dopušteno koristiti i prošireni dio kružnog kolničkog traka (provozni dio središnjeg otoka);
- za pješake i bicikliste vrijede jednaka pravila kao i za druge oblike raskrižja u razini.

Prednosti kružnih raskrižja:

- veća sigurnost prometa zbog manjeg broja konfliktnih točaka od klasičnog raskrižja, smanjena brzina vožnje kroz kružni tok, manje posljedice prometnih nezgoda;
- dobro rješenje za smirivanje prometa u urbanim sredinama;
- kraće vrijeme čekanja na privozima i mogućnost propuštanja jačih prometnih tokova;
- manje buke i emisije ispušnih plinova te zauzimanje manjeg prostora i troškova održavanja;
- dobro rješenje za raskrižja s više privoza (pet ili više) te približno jednakim opterećenjem na glavnom i sporednom smjeru.

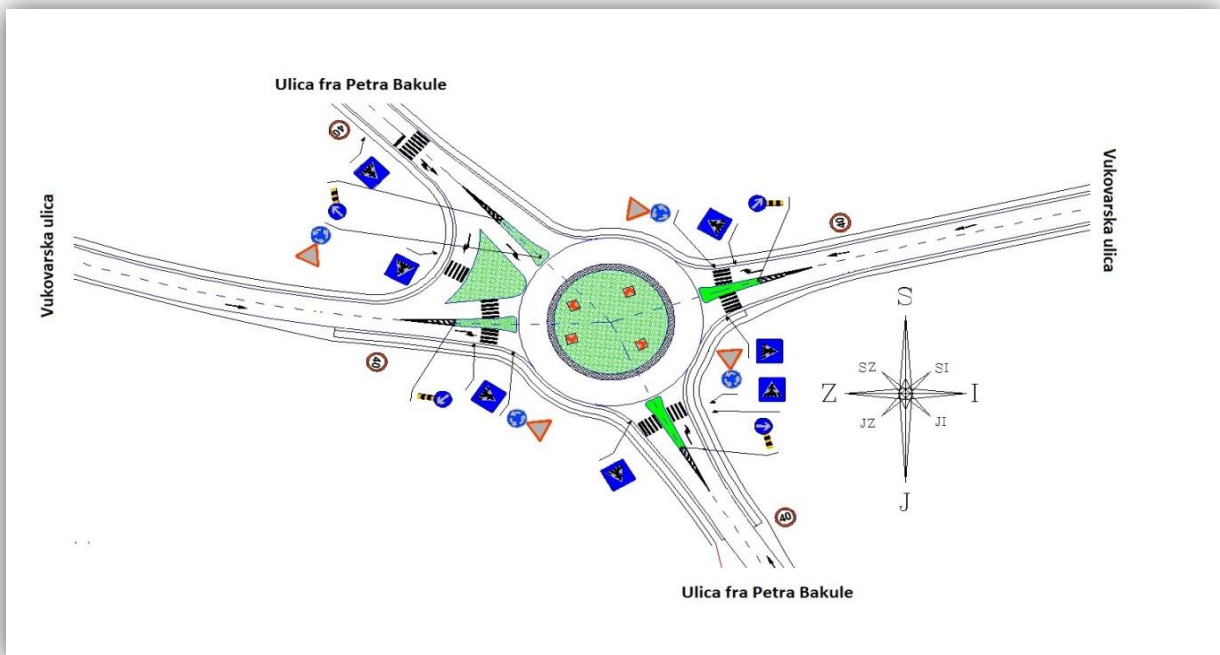
b) Nedostaci kružnih raskrižja [6]:

- povećanjem broja trakova u kružnom toku smanjuje se prometna sigurnost;
- višetračno raskrižje nije prikladno rješenje pred institucijama za invalide, slijepi i slabovidne osobe;
- slabo rješenje kod velikog broja lijevih skretača.

Raskrižje s kružnim tokom prometa u Varijanti II je projektirano kao srednje jednotračno raskrižje s kružnim tokom prometa s direktnim desnim skretanjem "bypass-om" iz centra Posušja

(Slika 11.). Bypass je projektiran zbog toga što se sporedni privoz koji ide iz centra Posušja nalazi pod ostrim kutom od  $45^\circ$  u odnosu na glavnu cestu.

Vanjski polumjer jednotačnog kružnog raskrižja iznosi  $R = 21\text{ m}$ . Širina kružnog kolnika iznosi  $B_k = 6,50\text{ m}$ , dok širina središnjeg otoka koji omogućuje prolazak kamiona s prikolicom iznosi  $1,50\text{ m}$ . Ulazni polumjer iznosi  $R_u = 14\text{ m}$ , a izlazni polumjer iznosi  $B_i = 16\text{ m}$ . Širina kolnika ulaznog privoza  $B_u = 4,50\text{ m}$ , dok širina kolnika izlaznog privoza iznosi  $B_i = 5\text{ m}$ . Širina ulaznog privoza za direktno desno skretanje iz centra Posušja iznosi  $B_u = 5,50\text{ m}$  sa projektiranim unutarnjim radijusom od  $R_u = 18\text{ m}$ .



**Slika 11. Prikaz rekonstrukcije raskrižja – Varijanta II**

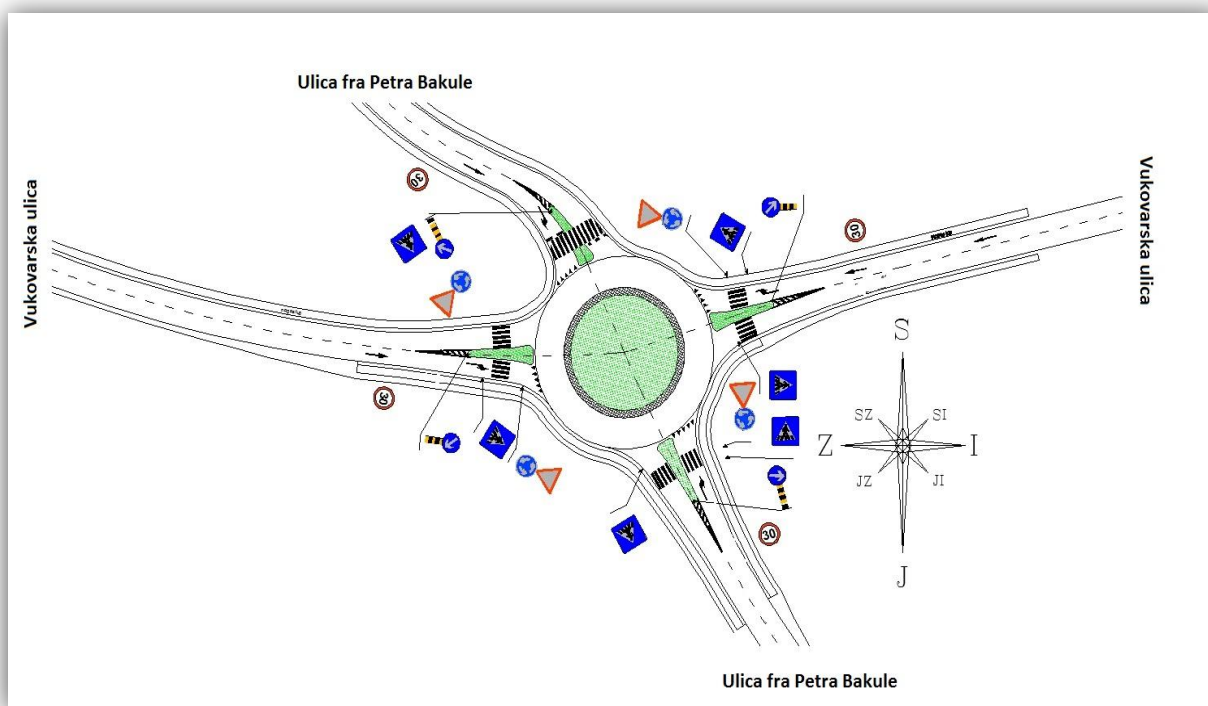
*Izvor: Autorica doradila prema Projektu o rekonstrukciji raskrižja na križanju cesta M-6.1 i R-420 u Posušju, km 3+450 dionica 009 u raskrižje sa kružnim tokom prometa*

### 3.2.3. Varijanta III

Varijanta III također predlaže izgradnju raskrižja sa kružnim tokom prometa. Raskrižje s kružnim tokom prometa u Varijanti III je projektirano kao srednje jednotačno raskrižje s kružnim tokom prometa s novoprojektiranom trasom iz pravca Posušja koja je iz postojećeg

pravca do kružnog raskrižja projektirana u dvoje krivine (Slika 12.). Vrijednosti radijusa projektiranih krivina iznose  $R_1 = 75 \text{ m}$  i  $R_2 = 35 \text{ m}$ .

Izmjenom sjevernog privoza iz centra Posušja dobiva se kvalitetniji i sigurniji priključak na kružno raskrižje u odnosu na pravac iz Varijante II i s obzirom na veliki uzdužni nagib od 11 - 12 %. Vanjski radijus jednostranog raskrižja sa kružnim tokom prometa iznosi  $R_v = 20 \text{ m}$ . Širina kružnog kolnika iznosi  $R_k = 6,50 \text{ m}$ . Ulazni polumjer iznosi  $R_u = 14 \text{ m}$ , a izlazni polumjer iznosi  $B_i = 16 \text{ m}$ . Širina kolnika ulaznog privoza  $B_u = 4,50 \text{ m}$ , dok širina kolnika izlaznog privoza iznosi  $B_i = 5 \text{ m}$ .



**Slika 12. Prikaz rekonstrukcije raskrižja – Varijanta III**

*Izvor: Autorica doradila prema Projektu o rekonstrukciji raskrižja na križanju cesta M-6.1 i R-420 u Posušju, km 3+450 dionica 009 u raskrižje sa kružnim tokom prometa*

## 4. SWOT ANALIZA PREDLOŽENIH VARIJANATA

SWOT<sup>3</sup> analiza je strategijski instrument pomoću kojeg se dinamički sučeljavaju snage i slabosti predmeta analize s prilikama i prijetnjama okruženja radi identificiranja šansi i rizika. SWOT analiza je najjednostavnija metoda za analizu okruženja i od velike je pomoći prilikom planiranja i ocjene određenog projekta. SWOT okvir predstavljen je 1969 godine od strane istraživača s Harvarda, a postao je popularan tijekom 1970-ih zbog pretpostavke koja je u njega ugrađena, a koja glasi: menadžeri mogu planirati usklađivanje resursa poduzeća s njegovim okruženjem.

Cilj SWOT analize je da se minimiziraju slabosti uz istovremeno povećanje snaga poduzeća, te kako što bolje iskoristiti šanse uz istovremeno smanjenje prijetnji iz okruženja. Zatim, identificirati navedene čimbenike (tzv. kritične točke), a zatim utvrditi određene pravce akcije, odnosno razviti strategiju razvoja sustava koji se, u osnovi, temelji na [7]:

- potenciranju korištenja snaga;
- eliminiranju slabosti (minimiziranje);
- iskorištavanju prilika;
- respektiranju mogućeg utjecaja prijetnji.

SWOT analiza se najčešće primjenjuje kod analize županija, gradova, Sveučilišta, fakulteta, poduzeća.

### 4.1. Značajke elemenata SWOT analize

SWOT analizu projektant koristi u kreiranju strategije. Ovo je kvalitativna analitička metoda koja kroz 4 čimbenika nastoji prikazati snage, slabosti, kao unutarnje čimbenike, i prilike i prijetnje kao vanjske čimbenike određene pojave ili situacije. U tom se kontekstu ova analiza može razumjeti kao prikaz unutrašnjih snaga i slabosti organizacije i vanjski prilika i prijetnji s kojima se ta ista organizacija suočava.

"S" - Strengths - snage predstavljaju unutarnja svojstva koja su usmjerena na postizanje odgovarajućih konkurentnih strategijskih prednosti; omogućuju ostvarivanje svojih ciljeva.

---

<sup>3</sup>engl. SWOT analysis - ("S" - Strengths, "W" - Weaknesses, "O" - Opportunities, "T" - Threats)



"W" - Weaknesses – slabosti predstavljaju unutarnja svojstva koja smanjuju konkurentnu sposobnost i uspješnost; odnosno značajno ometaju ili u potpunosti onemogućuju ostvarivanje utvrđenih ciljeva. Slabosti se u praksi iskazuju u obliku nedostataka određenih resursa, odnosno snažnih ograničenja u pogledu iskorištavanja resursa, vještina ili potencijala npr.projekta.

"O" - Opportunities – prilike su oni trenutni ili budući uvjeti i promjene u okolini odnosno vanjski/eksterni utjecaji na projekt predmetnog subjekta koje on može trenutno ili u budućnosti iskoristiti u svrhu poboljšanja svoje konkurentnosti i uspješnosti.

"T" - Threats - prijetnje predstavljaju postojeća ili buduća svojstva i uvjete okoline npr. projekta koji imaju ili će u budućnosti imati negativan utjecaj na konkurentnost i uspješnost projekta[7].

#### 4.2. SWOT matrica

SWOT matrica konceptualni je okvir za identificiranje i analiziranje prijetnji (T – threats) i prilika (O – opportunities) u vanjskom okruženju te procjenjivanje organizacijskih slabosti (W – weaknesses) i snaga (S) u unutarnjem okruženju. Pomoću SWOT matrice se u dvodimenzionalnom obliku povezuju unutarnji (snage, slabost) i vanjski (prilike, prijetnje) čimbenici. Ona pokazuje kako vanjske prilike i prijetnje s kojima se suočava određeni projekt mogu biti suprotstavljene unutarnjim snagama i slabostima, što je prikazano u Tablicama 25. i 26.

**Tablica 25. SWOT matrice**

Unutarnji čimbenici	SNAGE (S)	SLABOSTI (W)
Vanjski čimbenici		
PRILIKE (O)	S – O Strategija	W – O Strategija
PRIJETNJE (T)	S – T strategija	W – T Strategija

*Izvor: Barić, D.: Nastavni materijali iz kolegija Vrednovanje cestovnih projekata, Fakultet prometnih znanosti, akademska godina 2014/2015*

**Tablica 26. Strategije SWOT matrice**

Unutarnji čimbenici Vanjski čimbenici	<b>SNAGE (S)</b> snage u menadžmentu, operacijama, financijama, marketingu, istraživanju i razvitku, konstrukciji	<b>SLABOSTI (W)</b> slabosti u područjima prikazanim u polju "snage"
<b>PRILIKE (O)</b> sadašnji i budući ekonomski uvjeti, političke i društvene promjene, novi proizvodi, usluge tehnologija (vodeći računa i o rizicima)	<b>S – O</b> <b>Strategija</b> potencijalno najuspješnija strategija, uporaba snaga organizacije da bi se iskoristile prilike	<b>W – O</b> <b>Strategija</b> razvojna strategija prevladavanja slabosti u cilju iskorištavanja prilika
<b>PRIJETNJE (T)</b> nedostatak energije, konkurencija i područja slična onima u prethodnom polju prilika	<b>S – T</b> <b>Strategija</b> uporaba snaga da bi se nosilo s prijetnjama ili ih se izbjeglo	<b>W – T</b> <b>Strategija</b> smanjivanje opsega poslovanja, likvidacija ili zajednički pothvat

*Barić, D.: Nastavni materijali iz kolegija Vrednovanje cestovnih projekata, Fakultet prometnih znanosti, akademska godina 2014/2015*

#### 4.2.1. SWOT matrica Varijante I

U Tablici 27. prikazana je SWOT analiza Varijante I, gdje su prikazane snage, slabosti, prilike i prijetnje ukoliko raskrižje bude upravljano prometnim svjetlima.

*Tablica 27. SWOT matrica Varijante I*

<p style="text-align: center;"><b>SNAGE</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– povećanje propusne moći</li><li>– smanjenje repa čekanja</li><li>– smanjenje zagušenja</li><li>– povećana sigurnost pješaka</li><li>– povećanje sigurnosti motornog prometa</li><li>– korištenje već postojeće infrastrukture</li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>SLABOSTI</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– veće zagušenje prometa u vršnim opterećenjima</li><li>– smanjenje sigurnosti povećanjem konfliktnih. točaka</li><li>– visoka ulaganja u rekonstrukciju</li><li>– visoki troškovi održavanja</li><li>– smanjena preglednost</li><li>– veća razina CO2</li><li>– veća razina buke</li></ul>
<p style="text-align: center;"><b>PRILIKE</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– manje onečišćenje zraka</li><li>– lakše uključivanje u promet sa sporednog privoza</li><li>– mogućnost ugradnji led semafora</li><li>– nema narušavanja okoliša</li><li>– Nije potreban otkup zemljišta</li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>PRIJETNJE</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– nepoštivanje crvenog prometnog svjetla noću prilikom manjeg intenziteta prometa</li><li>– opasnost od prometnih nesreća zbog povećane brzine kretanja</li><li>– smanjena preglednost prema sjevernom privozu zbog velikog uzdužnog nagiba od 11 %</li></ul>

#### 4.2.2. SWOT matrica Varijante II

Tablica 28. prikazuje SWOT analizu Varijante II, gdje su prikazane snage, slabosti, prilike i prijetnje raskrižja ukoliko se napravi rekonstrukcija klasičnog raskrižja koje nije upravljano prometnim svjetlima u jednostručno raskrižje s kružnim tokom prometa s direktnim desnim skretanjem "bypass-om" iz centra Posušja.

*Tablica 28. SWOT matrica Varijante II*

<p style="text-align: center;"><b>SNAGE</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– veća sigurnost prometa</li><li>– manji broj konfliktnih točaka</li><li>– niži troškovi održavanja</li><li>– veća propusna moć raskrižja</li><li>– manja proizvodnja CO2 i buke</li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>SLABOSTI</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– veće zauzimanje zemljišne površine</li><li>– visoka ulaganja u rekonstrukciju .</li><li>– smanjena preglednost sjevernog privoza</li><li>– produljenje putanje pješaka</li></ul>
<p style="text-align: center;"><b>PRILIKE</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– mogućnost dobrog uklapanja u okolni prostor</li><li>– smanjenje brzine vozila u samom raskrižju</li><li>– nema zaustavljanja pred samo raskrižje</li><li>– mogućnost izgradnje montažnog raskrižja</li><li>– smirenje prometa u vršnom satu</li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>PRIJETNJE</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– povećanje broja pješaka, biciklista</li><li>– smanjivanje preglednosti</li><li>– povećanje broja vozila na raskrižju</li><li>– nije najpogodnije za osobe s posebnim potrebama</li></ul>

#### 4.2.3. SWOT matrica Varijante III

Tablica 29. prikazuje SWOT analizu Varijante III, gdje su također prikazane snage, slabosti, prilike i prijetnje raskrižja ukoliko se napravi rekonstrukcija klasičnog raskrižja u jednostručno raskrižje s kružnim tokom prometa s novoprojektiranom trasom iz pravca Posušja.

**Tablica 29. SWOT matrica Varijante III**

<p style="text-align: center;"><b>SNAGE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– veća preglednost sjevernog privoza</li> <li>– veća sigurnost prometa u odnosu na VI i VII</li> <li>– manji broj konfliktnih točaka</li> <li>– niži troškovi održavanja</li> <li>– veća propusna moć raskrižja</li> <li>– manja proizvodnja CO<sub>2</sub> i buke</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>SLABOSTI</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– veće zauzimanje zemljišne površine</li> <li>– visoka ulaganja u rekonstrukciju raskrižja i novoprojektiranog pravca</li> <li>– produljenje putanje pješaka i bicikliste</li> <li>– otkup zemljišta</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>PRILIKE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– mogućnost dobrog uklapanja u okolni prostor</li> <li>– Smanjenje brzine vozila u samom raskrižju</li> <li>– nema zaustavljanja pred samo raskrižje</li> <li>– olakšan priključak sa raskrižja na sjeverni privoz</li> <li>– mogućnost izgradnje montažnog raskrižja</li> <li>– smirenje prometa u vršnom satu</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>PRIJETNJE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– povećanje broja pješaka, biciklista</li> <li>– povećanje broja vozila na raskrižju</li> <li>– nije najpogodnije za osobe s posebnim potrebama</li> </ul>

## 5. VREDNOVANJE VARIJANTNIH RJEŠENJA PRIMJENOM AHP METODE

Višekriterijsko odlučivanje podrazumijeva [7] višeciljno i višeatributivno odlučivanje. Metoda Analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP metoda) pripada višeatributivnom odlučivanju. Namijenjena je rješavanju kompleksnih problema odlučivanja u kojima sudjeluje veći broj donositelja odluke, a pojavljuje se i veći broj kriterija i potkriterija. Jedna je od najčešće korištenih metoda za donošenje odluka. Razvio ju je Thomas Saaty 70-tih godina prošloga stoljeća. Osnovna prednost ove metode u odnosu na druge metode odlučivanja očituje se u mogućnosti prilagodbe donositelja odluke u smislu broja atributa, odnosno varijanti i kriterija o kojima se istovremeno odlučuje, a koje je moguće opisati kvantitativno i kvalitativno [7].

AHP je snažan i fleksibilan postupak za donošenje odluka koji pomaže u određivanju prioriteta i dovodi do optimalne odluka. Svođenjem kompleksnog odlučivanja na usporedbe između parova alternativa i sintezom dobivenih rezultata. Metoda se sastoji od četiri dijela:

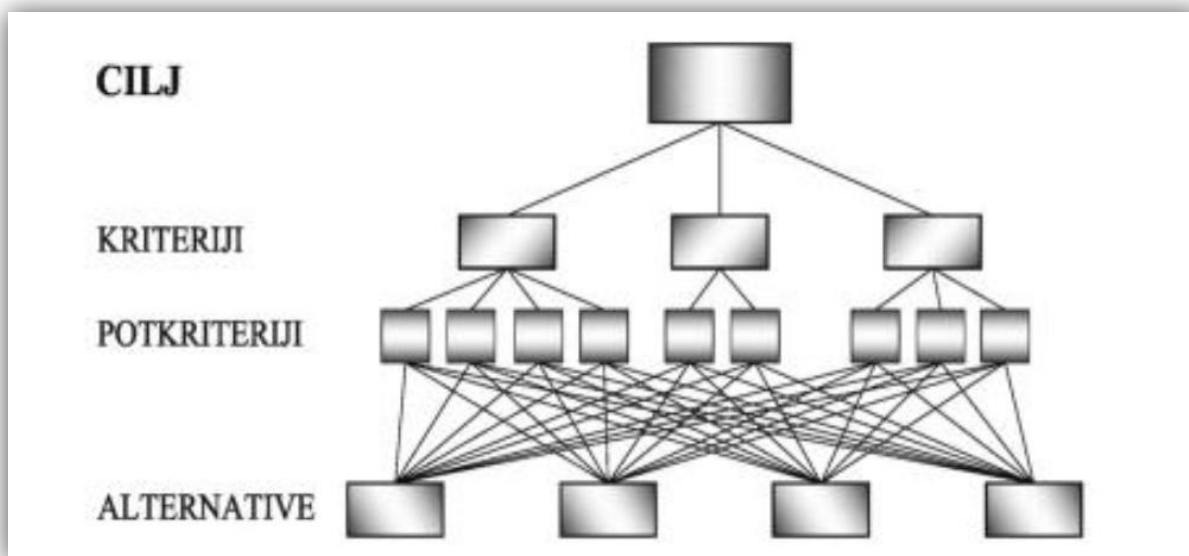
- 1) strukturiranje problema;
- 2) prikupljanje podataka;
- 3) ocjenjivanje relativnih težina;
- 4) određivanje rješenja problema

Postupak rješavanja problema pomoću AHP metode [7]:

- Strukturiranje problema gdje donositelj odluke dodjeljuje "ocjene" svakomu pojedinomu paru atributa na svakoj hijerarhijskoj razini. Najčešća ljestvica ocjena je Saatyjeva ljestvica važnosti ocjena;
- prikupljanje podataka;
- definiranje relativne važnosti kriterija u odnosu na cilj istraživanja, odnosno rangiranje kriterija (usporedba relativne važnosti kriterija po svim parovima kriterija-Saatyjeva skala, proračun težina kriterija);
- rangiranje pojedinih alternativa s obzirom na pojedini kriterij, odnosno proračun vrijednosti alternativa prema kriterijima;

- proračun ukupnog prioriteta za svaku alternativu;
- odabir najbolje alternative.

Dakle, iz gore navedenog može se zaključiti da su osnovni elementi problema u procesu odlučivanja su ciljevi, alternative (varijante), kriteriji i potkriteriji, što je prikazano na Slici 13.



**Slika 13. Hijerarhijska struktura AHP modela**

*Barić, D.: Nastavni materijali iz kolegija Vrednovanje cestovnih projekata, Fakultet prometnih znanosti, akademska godina 2014/2015*

AHP metoda koristi Saatyev-u omjernu skalu koja ima pet stupnjeva intenziteta i četiri međustupnja, što je prikazano u Tablici 30. Svakom od njih odgovara vrijednosni sud o tome koliko se puta veća prednost (prioritet) daje jednoj alternativu (varijanti) u odnosu na drugu, a pri uspoređivanju kriterija koliko je puta jedan kriterij važniji od drugog. Kriteriji se međusobno uspoređuju u parovima u odnosu na to koliko puta je jedan od njih važniji za mjerenje postizanja cilja od drugog, dok se varijante međusobno uspoređuju u parovima po svakom od kriterija procjenjujući u kojoj mjeri se po tom kriteriju jednoj od njih daje prednost u odnosu na drugu.

**Tablica 30. Saaty-eva skala važnosti**

<b>Intenzitet važnosti</b>	<b>Skala</b>	<b>Objašnjenje</b>
<b>1</b>	Jednako važno	Dva atributa jednako pridonose cilju
<b>3</b>	Umjereno važnije	Umjerena prednost jednom atributu u odnosu na drugi
<b>5</b>	Strogo važnije	Strogo se favorizira jedan atribut u odnosu na drugi
<b>7</b>	Vrlo stroga, dokazana važnost	Jedan atribut izrazito se favorizira u odnosu na drugi
<b>9</b>	Ekstremna važnost	Favorizira se jedan atribut u odnosu na drugi s najvećom uvjerljivošću
<b>2, 4, 6, 8</b>	Međuvrijednosti	Vrijednosti kompromisa među odgovarajućim susjednim vrijednostima

*Barić, D.: Nastavni materijali iz kolegija Vrednovanje cestovnih projekata, Fakultet prometnih znanosti, akademska godina 2014/2015*

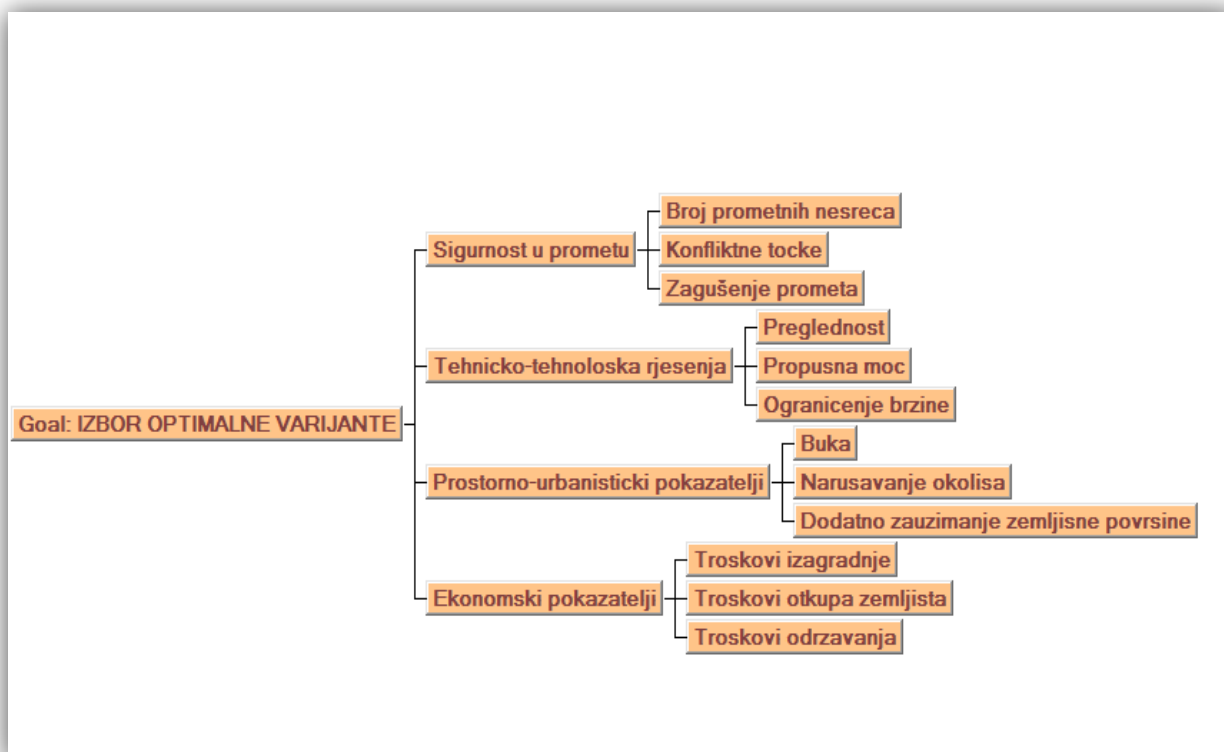
Metoda se pokazala relativno uspješnom pa je za njezinu primjenu razvijen programski softver Expert Choice kojim je dan značajan poticaj razvoju i primjeni sustava za podršku odlučivanju.

Expert choice u potpunosti podržava sve korake karakteristične za primjenu AHP metode, omogućava strukturiranje hijerarhijskog modela problema odlučivanja na više načina te uspoređivanje u parovima također na nekoliko načina. Posebnu vrijednost programu daju različite mogućnosti provođenja detaljne analize osjetljivosti koje se temelje na vizualizaciji posljedica promjena ulaznih podataka. Analizu osjetljivosti moguće je prikazati kroz četiri opcije, odnosno pomoću grafova Performance, Gradient, Dynamic i Head to Head.



## 5.1. Definiranje hijerarhijske strukture AHP modela

Da bi se donijela konačna odluka kod izbora više varijanti potrebno je izraditi hijerarhijsku strukturu AHP modela kako bi se riješili problemi na raskrižju. Kako bi se pravilno izradio AHP model potrebno je na vrhu hijerarhijske strukture odrediti cilj, zatim definirati kriterije i potkriterije koji su na nižoj razini, te alternative kao najniža razina. U analizi predmetnog raskrižja prikazana je hijerarhijska struktura sa kriterijima i potkriterijima vrednovanih u programskom alatu Expert Choice:



*Slika 14. Hijerarhijska struktura AHP modela*

Kriteriji: Sigurnost u prometu, Tehničko-tehnološka rješenja, Prostorno-urbanistički pokazatelji i Ekonomski pokazatelji. Navedenim kriterijima dodijeljeni su određeni potkriteriji, koji su izabrani na osnovu analize postojećeg stanja.

Sigurnost kao prvom kriteriju određena su tri potkriterija: Broj prometnih nesreća, Konfliktne točke i Zagušenje prometa. Kriterij Sigurnost prometa odabran je ponajviše zbog učestalih prometnih nesreća sa velikom materijalnom štetom i smrtno stradanim osobama. U potkriteriju konfliktne točke analizom ih se nastoji smanjiti što direktno utječe na smanjenje broja prometnih

nesreća i manje zagušenje prometa. Potkriterij broj prometnih nesreća je uvršten kako bi se u potpunosti eliminirao broj nesreća koje velikim djelom nastaju zbog nepovoljnih geometrijskih uvjeta, a potkriterij zagušenje prometa prikazuje koliko rekonstrukcija svake varijante može utjecati na odvijanje prometnog toka.

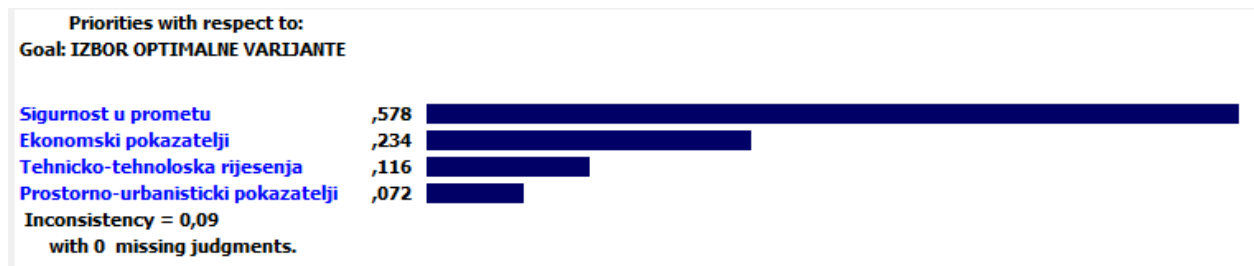
Tehničko-tehnološki kriterij je drugi kriterij analizi. Sastoji se od potkriterija Preglednost, Propusne moći i Ograničenje brzine. Potkriterij preglednost ukazuje na problem nedovoljne preglednosti sa glavnog privoza na sjeverni odnosno sporedni privoz. Nedovoljna preglednost onemogućuje vozaču da pravovremeno prepozna moguće konflikte i na vrijeme poduzme odgovarajuće mjere kako ih izbjeći. Drugi potkriterij propusne moći ukazuje na nedostatak propusne moći sporednih privoza na glavnu cestu, naročito je onemogućena propusna moć lijevim skretačima sa južnog privoza i desnim skretačima sa sjevernog privoza. Treći potkriterij smanjivanje brzine prolaska kroz raskrižje ukazuje na problem da vozači nepoštivanjem dopuštene brzine izazivaju prometne nesreće i ne pridržavaju se postojećih prometnih propisa.

Prostorno-urbanistički pokazatelj je treći kriterij. Sastoji se od potkriterija Buke, Narušavanja okoliša i Dodatnog zauzimanja zemljišne površine. Potkriterij buka izabran je iz razloga što se u blizini nalaze privatni objekti, te se smanjenjem brzine prolaska kroz raskrižje povećava se kvaliteta i udobnost stanovnika u blizini raskrižja. Potkriterij narušavanje okoliša prikazuje u kojoj mjeri utjecaj rekonstrukcije varijanti ima na izgled samog raskrižja i područja oko raskrižja. Potkriterij dodatno zauzimanje zemljišne površine prikazuje koliko novo postojeće stanje zauzima površine.

Ekonomski pokazatelj je naveden kao četvrti kriterij, a dodijeljena su mu tri potkriterija, i to: Troškova izgradnje, Troškova otkupa i Troškova održavanja. Troškovi izgradnje pokazuju prikazuju koliko košta izvedba pojedine varijante, troškovi otkupa zemljišta prikazuju koliko košta otkup zemljišta za svaku varijantu, dok troškovi održavanja prikazuju koliko će koštati održavanje svake pojedine varijante tijekom korištenja.

## 5.2. Vrednovanje varijanata prema predloženim kriterijima

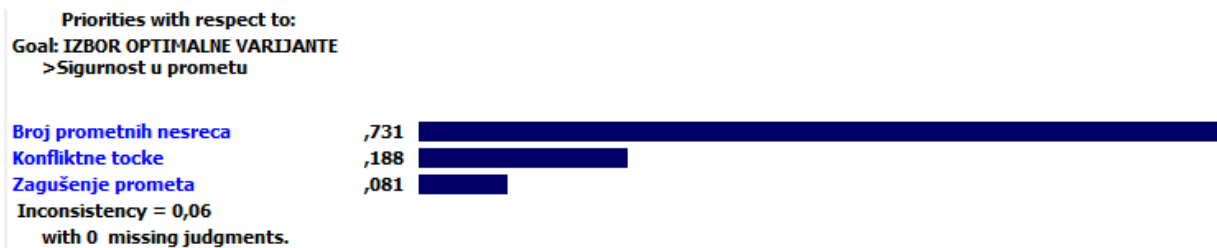
Prvi korak AHP modela je rangiranje kriterija i potkriterija. Drugi korak označava dodavanje težinskih vrijednosti kriterijima i potkriterijima prema Saaty-evoj skali ocjene, kako bi se dobio izračun njihovih lokanih težina na temelju kojeg se vrši njihovo uspoređivanje i izbor optimalne varijante. Težine kriterija prikazane su na Slici 15.



*Slika 15. Rangiranje kriterija prikazano u programskom alatu Expert Choice*

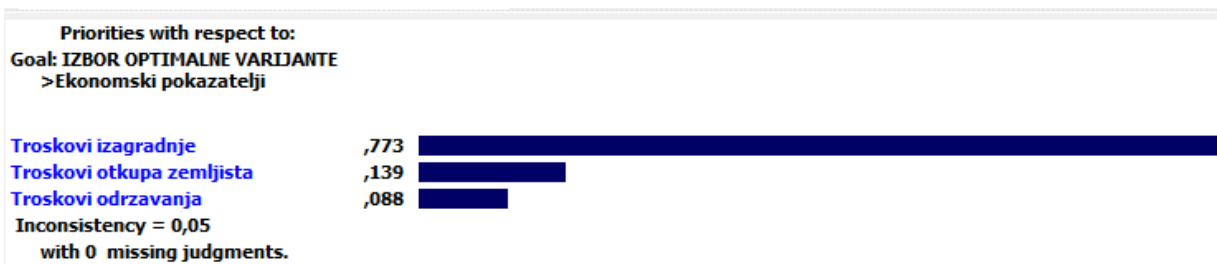
Kriterij sigurnost ima najveću težinu, odnosno važnost u izboru optimalne varijante sa 57,8 % u odnosu na ostale kriterije. Sigurnost predstavlja najvažniju značajku prometa na cestama zbog koje je potrebno vršiti bilo kakvu rekonstrukciju ceste/raskrižja.

Potkriteriji kriterija Sigurnost u prometu rangirani su na način da broj prometnih nesreća ima najveću težinsku vrijednost sa 73,1 % iz razloga što je ovo raskrižje mjesto učestalih prometnih nesreća što ukazuje da na visok stupanje ugroženosti ljudskih života na promatranom raskrižju. Idući potkriterij konfliktne točke sa težinom od 18, 8 % ukazuje da je potrebnom smanjiti broj konfliktnih točaka jer smanjenjem broja konfliktnih točaka smanjuje se mogućnost nastanka prometnih nesreća, što utječe na povećanje sigurnosti prometa. Zadnji potkriterij zagušenje prometa sa važnosti od 8,1 % ukazuje na problem zagušenja prometa koji nastaje u vršnim satima (Slika 16.).



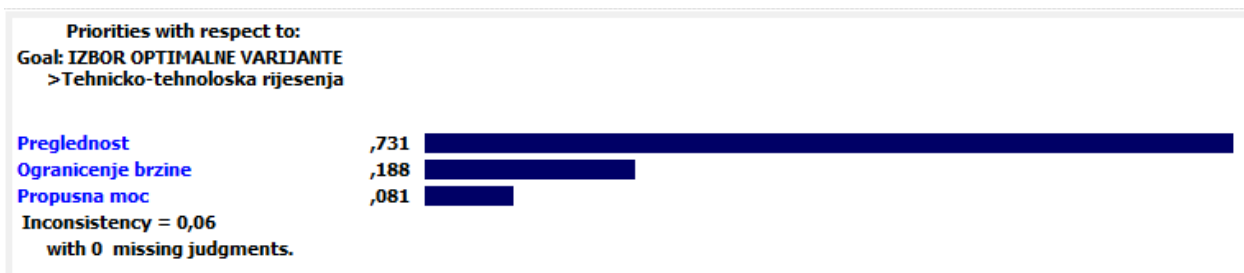
*Slika 16. Rangiranje potkriterija u odnosu na kriterij Sigurnost*

Ekonomskim pokazateljima dodijeljena je težina od 23,4 % i drugi su kriterij po važnosti u odnosu na ostale kriterije. Razlog zašto je ovaj kriterij na drugom mjestu nalazi se tome što je potreban velik najam novca za rekonstrukciju raskrižja, a u državi kao što je Bosna i Hercegovina to presudan i dugotrajan proces zbog nedostatka finansijskih sredstava i nema uređene propise u pogledu građenja autocesta/raskrižja. Potkriteriju troškovi izgradnje dodijeljena je najveća težina od 77,3 % iz razloga što je potrebno izvršiti kompletnu rekonstrukciju Varijante II i Varijante III pa je i cijena zbog znatno veća. Potkriterijima otkupa zemljišta i troškova održavanja dodijeljene su niže vrijednosti težina od 13,9 % i 8,8 % jer ti troškovi zahtijevaju manja finansijska sredstva u odnosu na troškove izgradnje (Slika 17.).



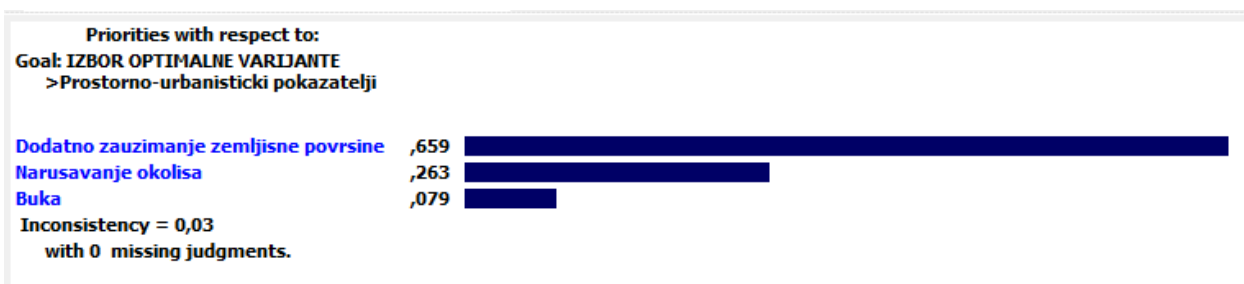
*Slika 17. Rangiranje potkriterija u odnosu na kriterij Ekonomski pokazatelji*

Treći kriterij po važnosti dodijeljen je Tehničko-tehnološkim pokazateljima. Ovom kriteriju dodijeljena su tri potkriterija preglednost, propusna moć i ograničenje brzine. Potkriteriju preglednost sa 73,1 % dodijeljena je najveća važnost od potkriterija ograničenje (18,8%) brzine i potkriterija propusne moći (8,1%). Razlog takvog vrednovanja je nedovoljna preglednost na glavnom i sporednom pravcu utvrđena analizom raskrižja, što smanjuje sigurnost raskrižja i povećava broj nesreća (Slika 18.).



**Slika 18. Rangiranje potkriterija u odnosu na kriterij Tehničko-tehnološki pokazatelji**

Prostorno-urbanistički pokazatelji sa težinom od 7,2% su posljednji kriterij po važnosti. Potkriteriju dodatno zauzimanje zemljišne (65,9 %) površine dodijeljena je najveća važnost u odnosu na potkriterije Narušavanje okoliša sa 26,3 % i buka sa 7,9 %. Razlog tomu je taj što na promatranom raskrižju najviše utječe na kvalitetu života ljudi koji žive u blizini raskrižja. Samo povećanje raskrižja može utjecat na povećanje buke jer je omogućće prolazak više vozila kroz raskrižje bez zastoja jer veći protok proizvodi veću buku od jednog automobila (Slika 19.).



**Slika 19. Rangiranje potkriterija u odnosu na kriterij Prostorno-urbanistički pokazatelji**

### 5.3. Vrednovanje predloženih varijanata primjenom AHP metode

Predložene varijante rekonstrukcije raskrižja Vukovarske ulice i Ulice fra Petra Bakule rangirat će se na osnovu određenih kriterija i potkriterija, te će biti prikazano u programskom alatu Expert Choice. Vrednovanje varijanata prema određenom kriteriju odnosno potkriteriju provodi se na način da se svakoj varijanti prema izabranom kriteriju/potkriteriju dodjeli Saaty-va ocjena važnosti, na temelju takovog takvog vrednovanja varijante se rangiraju po važnosti, da bi na kraju dobili optimalnu varijantu rekonstrukcije raskrižja.

Kod kriterija sigurnost u prometu dodijelit će se Saaty-va ocjena važnosti za svaku varijantu, te se na temelju toga može odrediti koliko svaka varijanta pruža sigurnosti za sve sudionike u

prometu. U ovom dijelu, sigurnost će se vrednovat kroz potkriterije broja prometnih nesreća, Konfliktnih točaka i Zagušenja prometa.

Potkriterij Broj prometnih nesreća podrazumijeva vjerojatnost nastanka prometne nesreće. Svako mjesto na prometnici/raskrižju je potencijalno mjesto za nastanak prometne neće pa se stoga dobrim prometnim rješenjem mora se težiti eliminiranju takvih mjesta kako bi osigurala što veća sigurnost raskrižja. Raskrižje Vukovarske ulice i Ulice fra Petra Bakule je mjesto čestih prometnih nesreća što je vidljivo u Tablici 31., sa ukupno 43 prometne nesreće od čega su 2 osobe smrtno stradale, 18 osoba su dobile tjelesne ozljede, te su ukupno učinjene 23 materijalne štete.

**Tablica 31. Ukupan broj prometnih nesreća na u periodu od 2010 - danas**

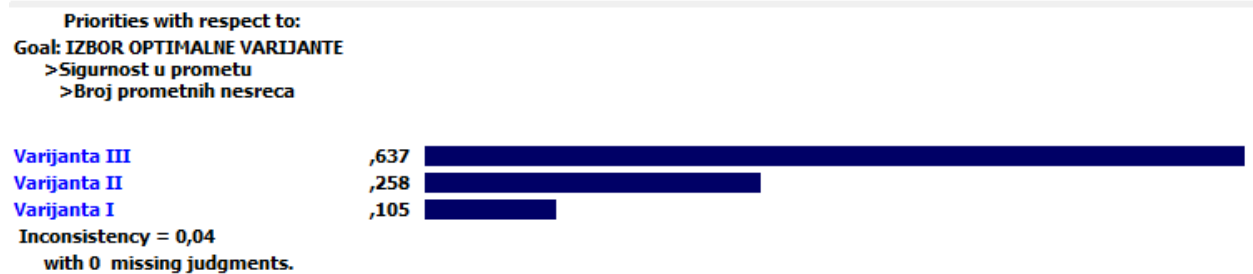
<b>Godina</b>	<b>Materijalna šteta</b>	<b>Osobe sa tjelesnim ozljedama</b>	<b>Smrtno nastradale osobe</b>
<b>2010</b>	3	4	-
<b>2011</b>	6	4	-
<b>2012</b>	3	3	-
<b>2013</b>	7	2	-
<b>2014</b>	2	4	1
<b>2015</b>	2	1	1
<b>UKUPNO</b>	<b>23</b>	<b>18</b>	<b>2</b>

*Izvor: Ministarstvo unutarnjih poslova Zapadnohercegovačke županije - Produžnica Posušje*

Vrijednosti potkriterija mogućnost nastanka prometnih nesreća po varijantama date su temeljem procjena, što je prikazano u Tablici 32., a Slika 20. prikazuje opisne vrijednosti prema kojima su rangirale varijante.

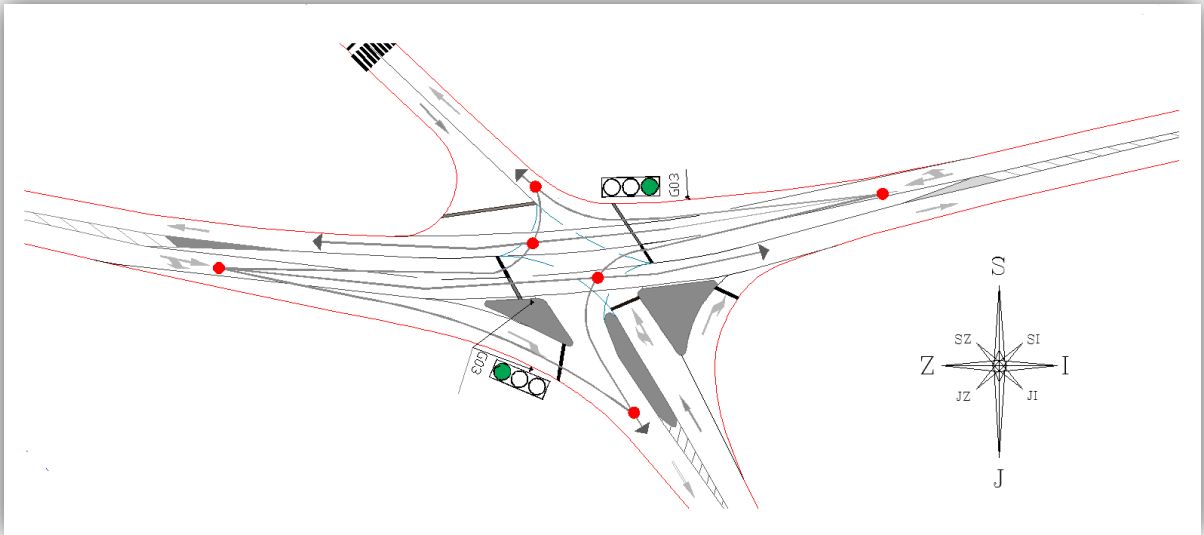
**Tablica 32. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - Mogućnost nastanka prometnih nesreća**

<i>Varijante</i>	<i>Mogućnost nastanka prometnih nesreća</i>	<i>Rang</i>
<i>Varijanta I</i>	Velika	3
<i>Varijanta II</i>	Srednja	2
<i>Varijanta III</i>	Mala	1



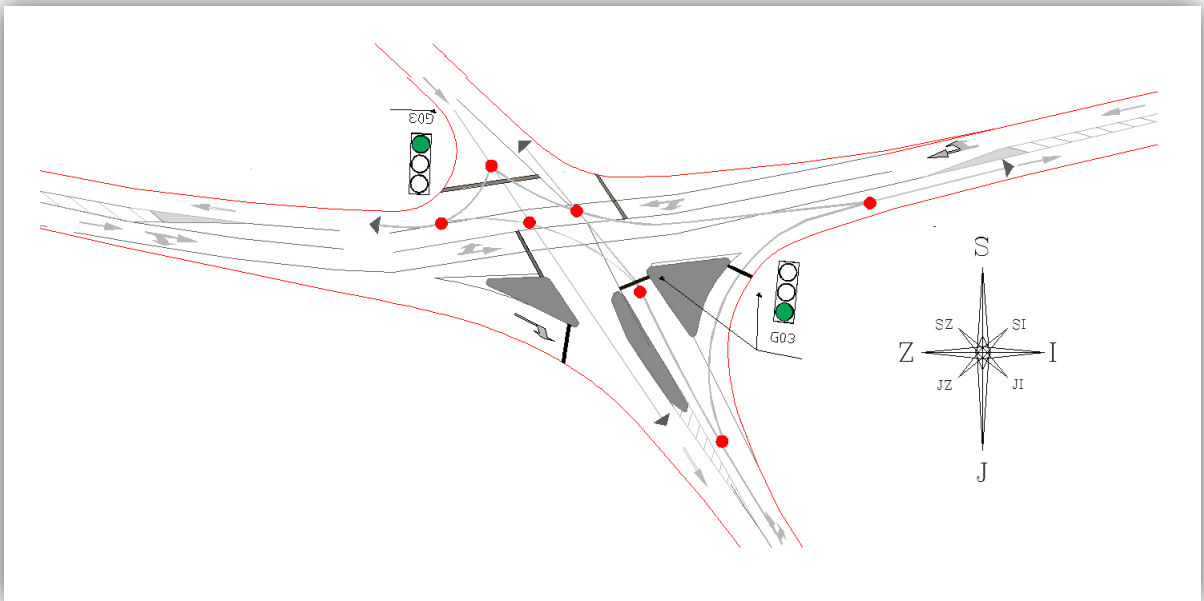
**Slika 20. Vrednovanje varijanti prema podkriteriju Mogućnost nastanka prometnih nesreća**

Potkriterij Konfliktne točke podrazumijeva konfliktnu situaciju koja je uzrokovana prometnim radnjama isplitanja, uplitanja, preplitanja i križanja prometnih tokova. Broj konfliktnih točaka ovisi o tipu i obliku raskrižja, geometrijskom oblikovanju, preglednosti i prometnom opterećenju. Broj konfliktnih točaka kod Varijante I smanjen je sa 32 konfliktne točke na 6 konfliktnih točaka kada je zelenim svjetlom omogućen prolaz vozilima na glavnom prometnom pravcu, također 6 konfliktnih točaka je na raskrižju ukoliko je zelenim omogućen prolaz vozilima sa sporednog privoza, što je vidljivo na Slici 21 i Slici 22.



**Slika 21. Prikaz konfliktnih točaka Varijante I - upaljeno zeleno svjetlo na glavnom pravcu**

Izvor: Autorica doradila prema Projektu o rekonstrukciji raskrižja na križanju cesta M-6.1 i R-420 u Posušju, km 3+450 dionica 009 u raskrižje sa kružnim tokom prometa

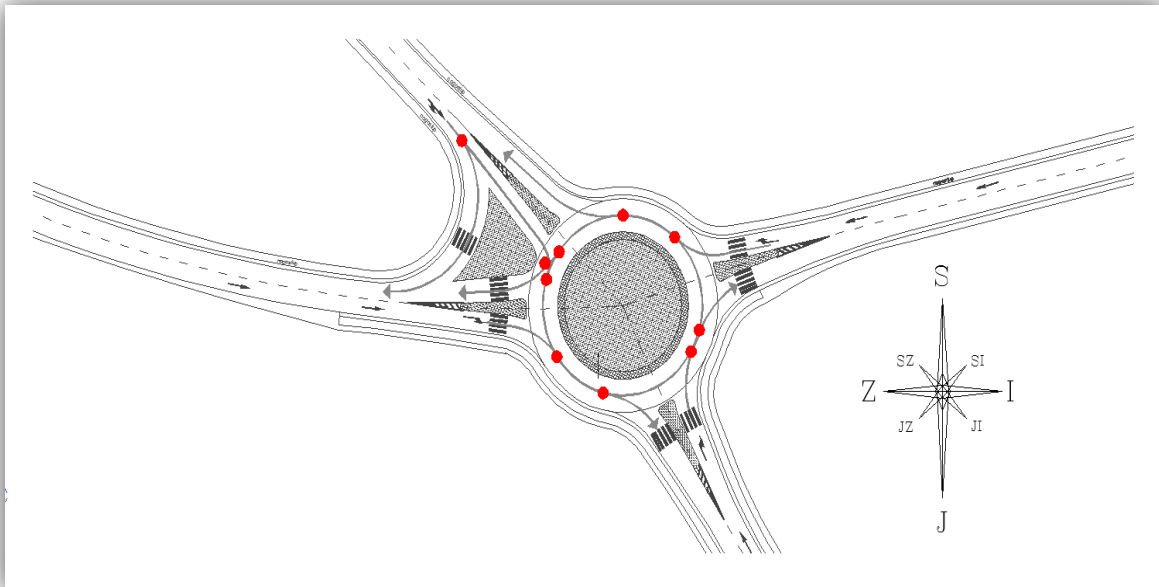


**Slika 22. Prikaz konfliktnih točaka Varijante I - upaljeno zeleno svjetlo na sporednom pravcu**

Izvor: Autorica doradila prema Projektu o rekonstrukciji raskrižja na križanju cesta M-6.1 i R-420 u Posušju, km 3+450 dionica 009 u raskrižje sa kružnim tokom prometa



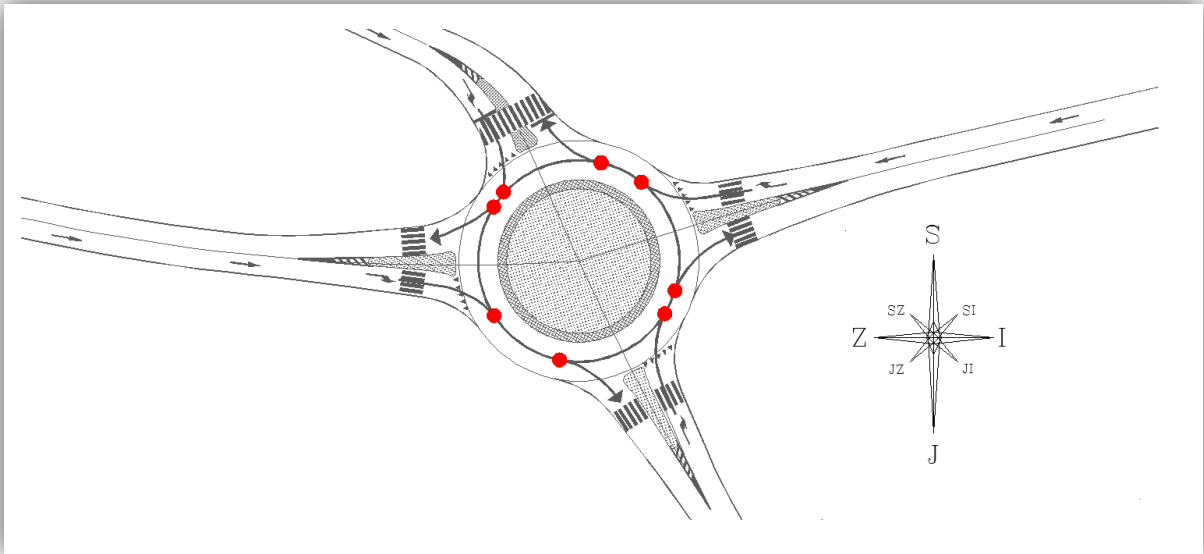
Izgradnjom raskrižja sa kružnim tokom prometa i izgradnjom razdjelnog otokom za desne skretače, odnosno sa bypass-om sa sporednog privoza iz centra Posušja, broj konfliktnih točaka kod Varijante II je smanjen sa 32 konfliktnih točke na 10 konfliktnih točaka, što je prikazano na Slici 23. Ovakvom izgradnjom raskrižja znatno bi se povećala preglednost desnim skretačima sa sjevernog privoza



**Slika 23. Prikaz konfliktnih točaka Varijante II**

*Izvor: Autor doradio prema Projektu o rekonstrukciji raskrižja na križanju cesta M-6.1 i R-420 u Posušju, km 3+450 dionica 009 u raskrižje sa kružnim tokom prometa*

Varijantom III, koja također predstavlja izgradnju raskrižja s kružnim tokom prometa sa novoprojektiranom trasom iz centra Posušja. Novoprojektiranom trasom pridonosi većoj preglednosti cijelog raskrižja bez potrebe umetanja razdjelnog otoka za desne skretače sa sjevernog privoza, odnosno iz centra Posušja. Na Slici 24. vidljivo da Varijanta III predstavlja najbolje rješenje jer bi se broj konfliktnih točaka smanjio sa 32 konfliktnih točke na 8 konfliktnih točaka.



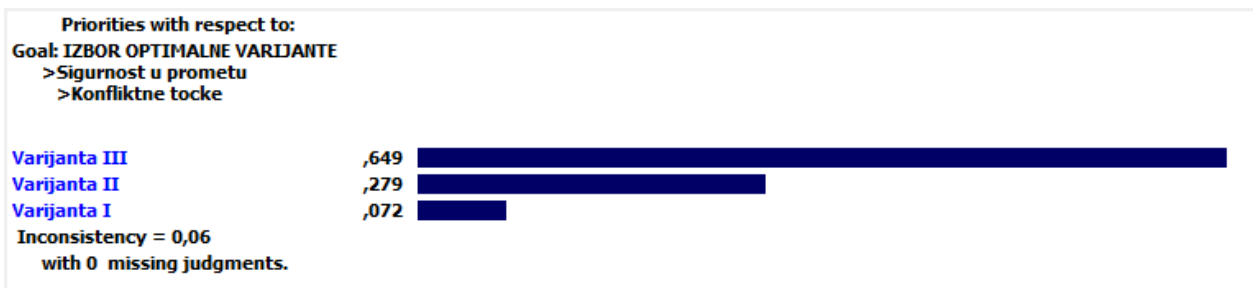
**Slika 24. Prikaz konfliktnih točaka Varijante III**

Izvor: Autor doradio prema Projektu o rekonstrukciji raskrižja na križanju cesta M-6.1 i R-420 u Posušju, km 3+450 dionica 009 u raskrižje sa kružnim tokom prometa

Rangiranje predloženih varijanti prema potkriteriju Broj konfliktnih točaka prikazano je na Slici 25.

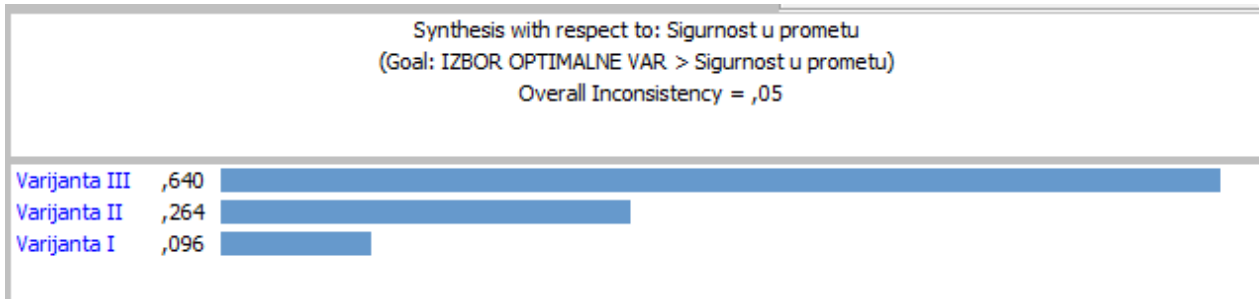
**Tablica 33. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - Broj konfliktnih točaka**

Varijante	Broj konfliktnih točaka	Rang
Varijanta 1	7/6	3
Varijanta 2	10	2
Varijanta 3	8	1



**Slika 25. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Broj konfliktnih točaka**

Na Slici 26. prikazan je kriterij Sigurnost, kojeg u najvećoj mjeri zadovoljava Varijanta III (64,9%) , zatim Varijanta II (27,9 %) i Varijanta I ( 7,2 %), koja je najnesigurnija za sudionike u prometu.



**Slika 26. Vrednovanje varijanti prema kriteriju Sigurnost u prometu**

Kriterij Tehnološko tehnička rješenja opisan je potkriterijima propusne moći, preglednosti i ograničenja brzine. Potkriterij preglednosti raskrižja nije mjereno nego je prikazano opisno što je prikazano u Tablici 34. Rangiranje predloženih varijanti prema potkriteriju Preglednost prikazano je na Slici 27.

U široj zoni raskrižja potrebno je osigurati površinsku i prostornu preglednost. Za sigurno odvijanje prometa u raskrižju treba provjeriti različita polja preglednosti. To su prvenstveno polja za [4]:

- zaustavnu preglednost;
- preglednost kod približavanja;
- privoznu preglednost;
- preglednost za pješake i bicikliste.

Polja preglednosti kod raskrižja sa kružnim tokom prometa trebaju bit osigurana:

- pri ulazu u kružno raskrižje ili čelna preglednost;
- preglednost u lijevo;
- preglednost na kružnom kolniku;
- preglednost do pješačko prijelaza.

Postavljanjem svjetlosne signalizacije ne povećava preglednost raskrižja jer nema dodatne rekonstrukcije raskrižja. Ipak, postavljanje svjetlosne signalizacije omogućuje nesmetani protok vozila i olakšano skretanje vozila posebno kod onih privoza koji se nalaze pod ostrim kutom.

**Tablica 34. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - Preglednost raskrižja**

<i>Varijante</i>	<i>Preglednost raskrižja</i>	<i>Rang</i>
<i>Varijanta 1</i>	Nedovoljna	1
<i>Varijanta 2</i>	Dostatna	2
<i>Varijanta 3</i>	Velika	3



**Slika 27. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Preglednost**

Drugi potkriterij Propusna moć raskrižja predstavlja maksimalni broj vozila koji može proći kroz promatrani presjek cestovno prometnice odnosno raskrižja. Na osnovi poznavanja propusne moći mogu se procijeniti nedostaci cestovne mreže. Čimbenici koji utječu na propusnu moć raskrižja koje je upravljano prometnim svjetlima su:

- fizičko-operativni;
- uvjeti okoline;
- prometne značajke;
- kontrolne mjere.

Kod Varijante I odnosno uvođenjem prometnog svjetla na postojeće raskrižje dolazi do vremenskog razdvajanja prometnih tokova. Za raskrižje upravljano prometnim svjetlima najvažniji su pojmovi ciklus i faza. Ciklus se dijeli na faze, a svaka faza se sastoji od zelenog i zaštitnog vremena. S toga, osnovna zadaća raskrižja opravljanog prometnim svjetlima je

određivanje tri vremenske veličine: ciklus, zelena vremena, zaštitna vremena. Na temelju tih triju veličina određuje se propusna moć raskrižja koje je upravljano prometnim svjetlima.

Kod Varijante II i Varijante III bitna je propusna moć privoza jer se radi o kružnom raskrižju. Rezultati propusne moći za sve varijante prikazani su u Tablici 35. Rangiranje predloženih varijanti prema potkriteriju propusna moć raskrižja prikazana su na Slici 28. Propusna moć računa se prema formuli [3]:

$$N = 1000 \times \frac{\text{projektna brzina}}{\text{razmak između vozila}}$$

$$N_1 = 1000 \times \frac{40}{6,2} = 6452 \text{ [voz/h]}$$

$$N_2 = 1000 \times \frac{40}{6,1} = 6557 \text{ [voz/h]}$$

$$N_3 = 1000 \times \frac{30}{3,8} = 7895 \text{ [voz/h]}$$

**Tablica 35. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - Propusna moć raskrižja**

<i>Varijante</i>	<i>Propusna moć [voz/h]</i>	<i>Rang</i>
<i>Varijanta 1</i>	6452	1
<i>Varijanta 2</i>	6557	2
<i>Varijanta 3</i>	7894	3



**Slika 28. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Propusna moć**

Treći potkriterij Ograničenje brzine važan je iz razloga što vozila često na glavnom pravcu prekoračuju dopuštenu brzinu i čime se oduzima prednost prolaska vozilima sa sporednog

pravca. Ograničenjem brzine smanjuje se rizik od nastanka prometnih nesreća. Dopusštene brzine u područjima raskrižja ovise o:

- tipu i obliku raskrižja;
- veličini i strukturi prometnih tokova;
- okolnoj izgrađenosti;

Na području raskrižja u projektno-oblikovnom razlikujemo sljedeće brzine[4]:

**Projektna brzina  $V_p$  (km/h)** je najveća brzina za koju je zajamčena potpuna sigurnost u slobodnom prometnom toku pod optimalnim vremenskim uvjetima i uz dobro održavanu cestu

**Računska brzina  $V_r$  (km/h)** je najveća očekivana brzina sigurne vožnje u slobodnom prometnom toku u skladu s prihvaćenim modelom njezina utvrđivanja, te ovisno o tlocrtnim i visinskim elementima toga dijela ceste.

**85 percentilna (postotna) brzina  $V_{85}$  (km/h)** predstavlja brzinu koja je dosegnuta od 85% vozila (ili je ispod nje),

**Brzina u raskrižju  $V_k$  (km/h)** je brzina mjerodavna za određivanje bitnih oblikovnih elemenata raskrižja,

**Dopusštena brzina  $V_{dop}$  (km/h)** predstavlja brzinu koja je mjerodavna za određivanje svojstava prometnog toka, oblikovne elemente i razmak raskrižja.

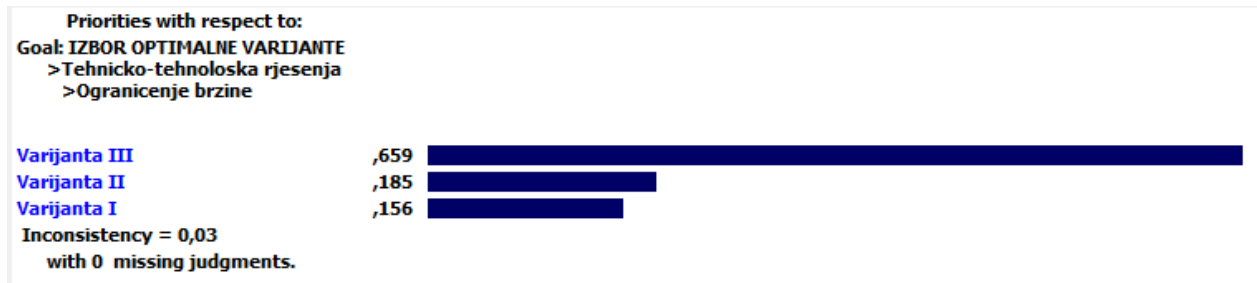
Kod raskrižja u jednoj razini (RuR) mogu se očekivati brzine:

- $V_k \approx 0-40$  km/h za lijeva skretanja -  $V_k$  za glavni tok ima vrijednosti blizu računске brzine,
- $V_k \leq V_r - V_k \leq 30$  (40) km/h na privozima kod kružnog toka

Ograničenje brzine za sve varijante mogu se uvidjeti u Tablici 36. Rangiranje predloženih varijanti prema potkriteriju Ograničenje brzine u raskrižju prikazana su na Slici 29.

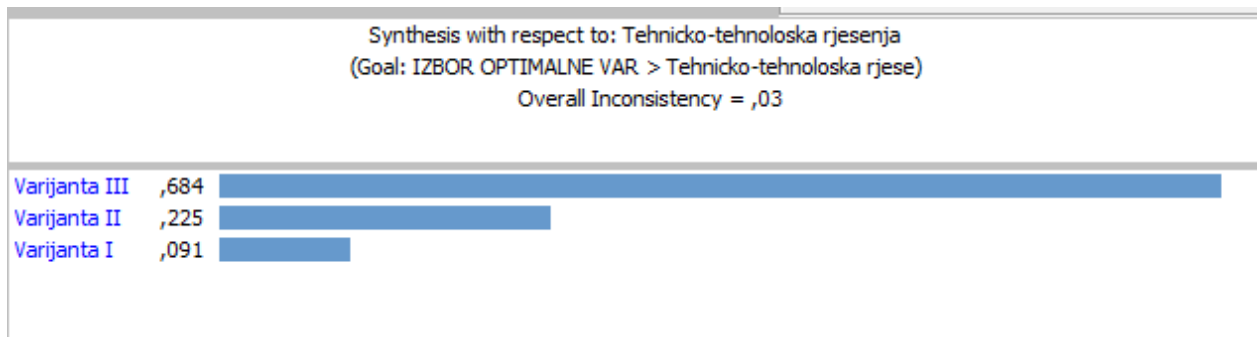
**Tablica 36. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - Ograničenje brzine**

<i>Varijante</i>	<i>Ograničenje brzine [km/h]</i>	<i>Rang</i>
<i>Varijanta 1</i>	40	2
<i>Varijanta 2</i>	40	2
<i>Varijanta 3</i>	30	1



**Slika 29. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Ograničenje brzine**

Na Slici 30. prikazan je kriterij Tehničko-tehnološka rješenja, kojeg u najvećoj mjeri zadovoljava Varijanta III (68,4%) , zatim Varijanta II sa (22,5 %) i Varijanta I (9,1 %), koja zbog svojih loših geometrijskih uvjeta ima najniži postotak.



**Slika 30. Vrednovanje varijanti prema kriteriju Tehničko-tehnološka rješenja**

Kriterij Prostorno-urbanistički pokazatelji govori o tome koliko će odabrane varijante negativno utjecat na okoliš, te koja je odabranih varijanti najmanje štetna za okolinu i ljude.

Buka je jedan od glavnih uzroka smanjenja kvalitete života, ponajprije u urbanim sredinama gdje je konstantno prisutna i negativno utječe na ljudsko zdravlje. Kod odvijanja prometa u raskrižju, povišene razine buke redovito pojavljuju kao posljedica konstrukcije vozila te interakcije vozila i vozne površine. Vozila u prometu proizvode buku svojim pogonskim dijelom,

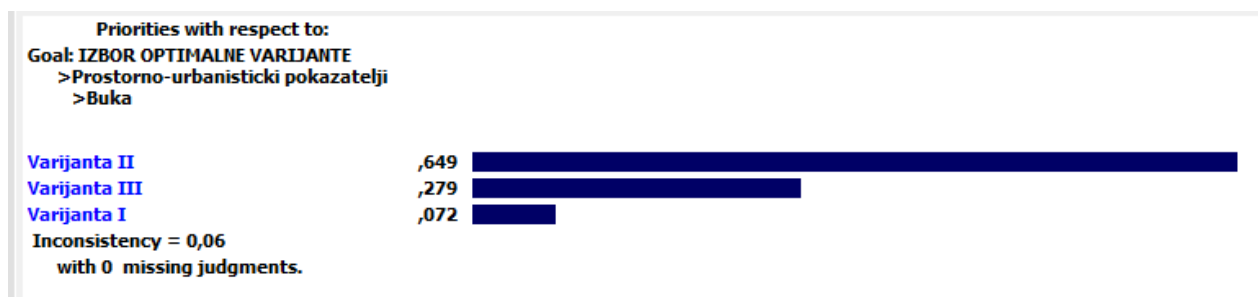
strujanjem ispušnih plinova i dodirrom pneumatika s kolnikom. Pri malim brzinama kretanja vozila utjecaj konstrukcije vozila na razinu buke značajniji je od onog koji ima interakcija vozila i vozne površine. Mogućnost smanjenja buke od interakcije pneumatika i vozne površine može se ostvariti[8]:

- Smanjenjem brzine vozila;
- Odabirom određenog tipa vozne površine;
- Održavanjem cesta i vozila;
- Upravljanje prometom (prometno opterećenje i preusmjeravanje prometa);
- Ponašanje vozača i uvođenjem “zabrana”.

Količina buke se mjeri u decibelima [dB]. Razinu buke u raskrižju nije bilo moguće izmjeriti zbog nedostatka mjernih uređaja koji mjere razinu buke, no vrijednosti buke prikazane su opisno u Tablici 37., rangiranje predloženih varijanti prema potkriteriju Buka prikazane su na Slici 31.

**Tablica 37. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - Buka**

<i>Varijante</i>	<i>Količina buke</i>	<i>Rang</i>
<i>Varijanta 1</i>	Velika	2
<i>Varijanta 2</i>	Srednja	1
<i>Varijanta 3</i>	Mala	1



**Slika 31. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Buka prikazano u programskom alatu Expert Choice**



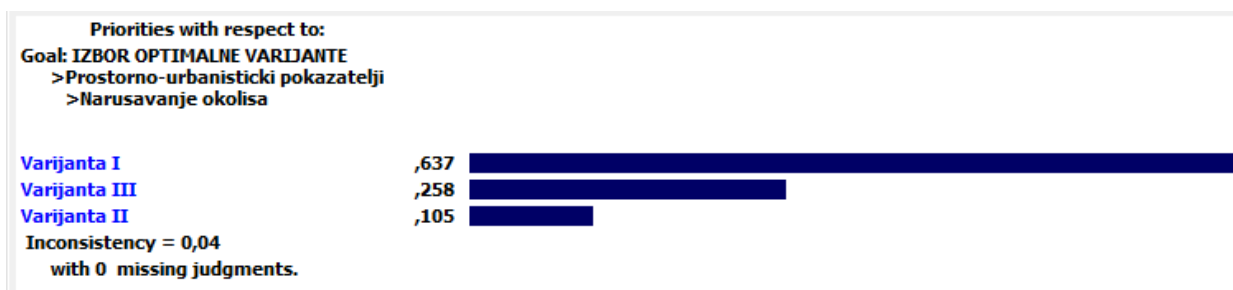
Drugi potkriterij *Narušavanje okoliša* prikazuje koliko koja varijanta svojom izgradnjom narušava okolne površine, odnosno koliko koja varijanta svojom rekonstrukcijom utječe na okolnu vegetaciju.

Varijanta I nema nikakvih utjecaja na narušavanje okoliša jer ugradnja prometnih svjetla postavlja se unutar raskrižja uz minimum radova. Varijantom II dolazi do narušavanja jer zahtjeva dodatnu površinu okolnog područja. Varijanta III u manjoj mjeri narušava okoliš u odnosu na Varijantu II.

Vrijednosti potkriterija *Narušavanje okoliša* po varijantama date su opisno, te se mogu uvidjeti u Tablici 38. Rangiranje varijanti prikazano je na Slici 32.

**Tablica 38. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - *Narušavanje okoliša***

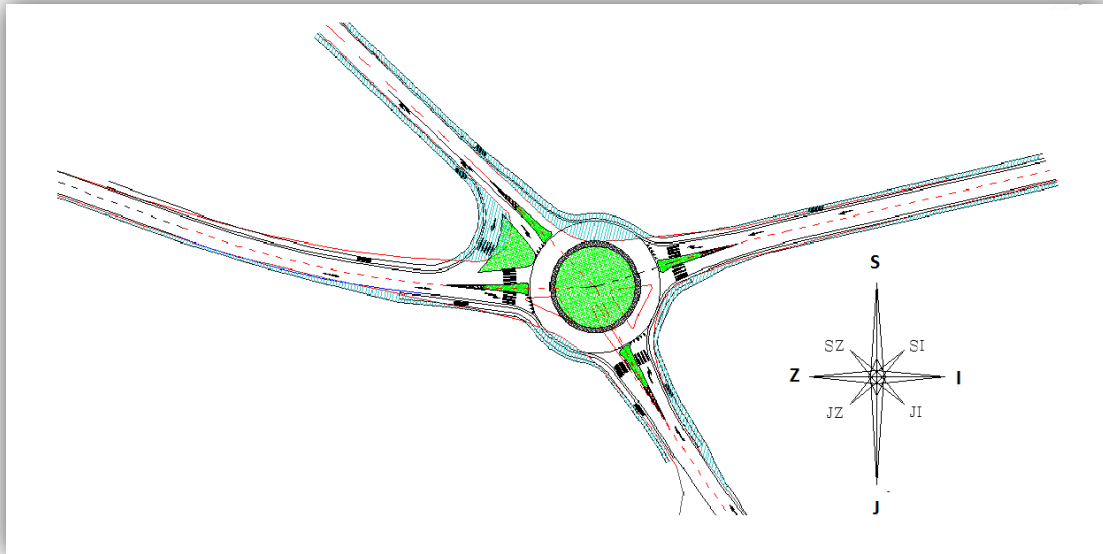
<i>Varijante</i>	<i>Narušavanje okoliša</i>	<i>Rang</i>
<i>Varijanta 1</i>	Nema narušavanja	1
<i>Varijanta 2</i>	Srednje/Veliko	3
<i>Varijanta 3</i>	Srednje	2



**Slika 32. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju *Narušavanje okoliša***

Potkriterij *Dodatno zauzimanje zemljišne površine* prikazuje koja od tri odabrane varijante zahtjeva za dodatno zauzimanje u odnosu na postojeće stanje i koja varijanta zahtijeva otkup zemljišta. Ovaj potkriterij rangiran je brojčano.

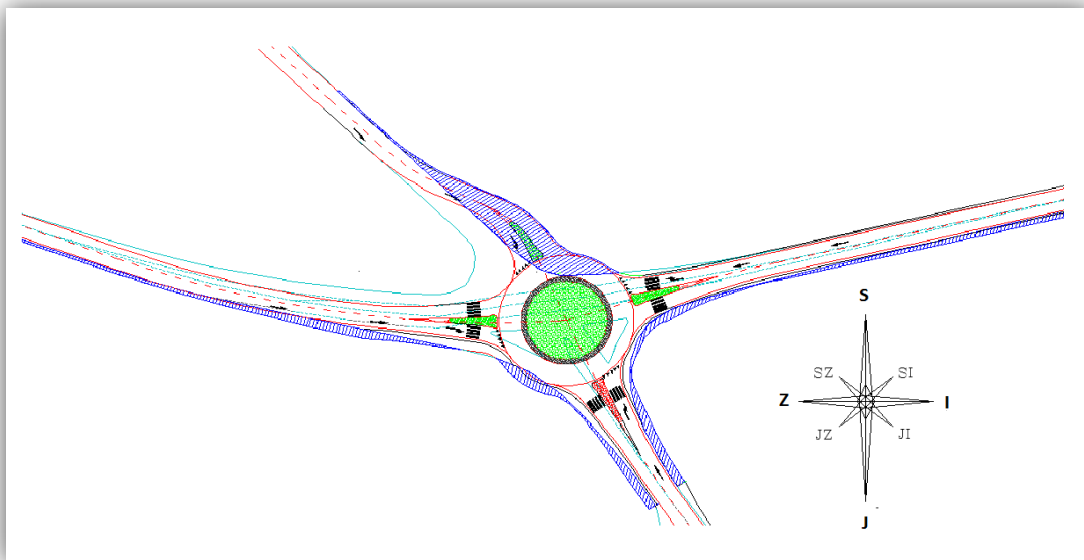
Varijanta I ne zahtjeva dodatan otkup. Za izračun dodatnog zauzimanja površine Varijante II i Varijante III korišten je programski alat AutoCad. Varijanta II zauzima dodatnih 1840 m<sup>2</sup> u odnosu na postojeće stanje. Kod Varijante II potrebno otkupiti 762 m<sup>2</sup>, koje su u privatnom vlasništvu (Slika 33.).



**Slika 33. Dodatno zauzimanje površine - Varijanta II**

*Izvor: Autor doradio prema Projektu o rekonstrukciji raskrižja na križanju cesta M-6.1 i R-420 u Posušju, km 3+450 dionica 009 u raskrižje sa kružnim tokom prometa*

Varijanta III zauzima  $1105 \text{ m}^2$  od čega je potrebno otkupiti  $650 \text{ m}^2$  koja su u privatnom vlasništvu (Slika 34.).



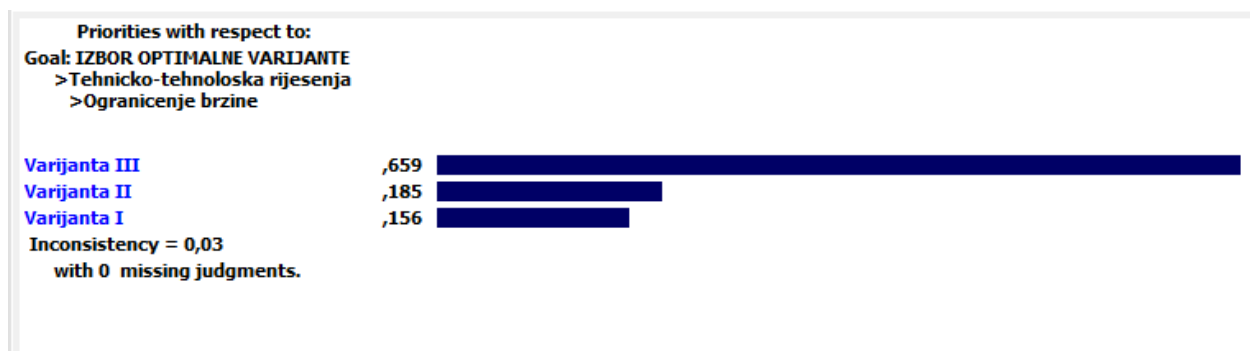
**Slika 34. Dodatno zauzimanje površine - Varijanta III**

*Izvor: Autorica doradila prema Projektu o rekonstrukciji raskrižja na križanju cesta M-6.1 i R-420 u Posušju, km 3+450 dionica 009 u raskrižje sa kružnim tokom prometa*

Rezultate mjerenja Varijante II i Varijante III prikazani su brojčano u Tablici 39. Rangiranje predloženih varijanti prema potkriteriju Dodatno zauzimanje zemljišne površine u raskrižju prikazana su na Slici 35.

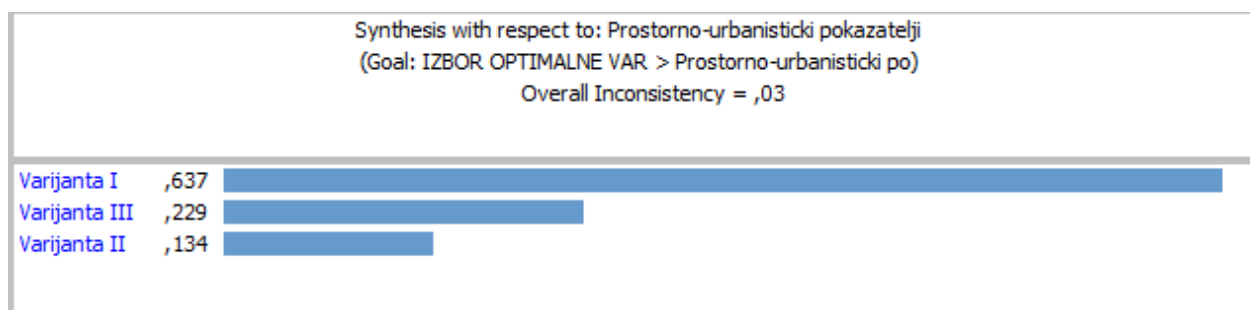
**Tablica 39. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - Dodatno zauzimanje površine**

<i>Varijante</i>	<i>Dodatno zauzimanje površine [m<sup>2</sup>]</i>	<i>Rang</i>
<i>Varijanta 1</i>	Nema dodatnog zauzimanja	3
<i>Varijanta 2</i>	1840/762 otkup	2
<i>Varijanta 3</i>	1105/650otkup	1



**Slika 35. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Dodatno zauzimanje**

Na Slici 36. prikazan je kriterij Prostorno-urbanistički pokazatelji, najveću težinu sa 63,7 % ima Varijanta I zatim Varijanta III sa 22,9 % i Varijanta II sa najmanjom težinom 13,4 %.



**Slika 36. Vrednovanje varijanti prema kriteriju Prostorno-urbanistički pokazatelji**

Podkriteriji Ekonomskih pokazatelja vrednovat će se se kroz troškove izgradnje, troškove otkupa i troškove održavanja. Da bi se rangirale varijante prema podkriteriju Troškovi izgradnje, potrebno je izraditi troškovnik za svaku pojedinu varijantu., Troškovi izgradnje Varijante I su prikazani u Tablici 40. U Tablicama 41-46., prikazana je procjena troškovi Varijante II i Varijante III iz razloga jer su dosta slične. Iz navedenih tablica je vidljivo je da cijena Varijante II i Varijante III zahtijeva ogromna financijska sredstva u odnosu na varijantu I jer se radi o potpunoj rekonstrukciji raskrižja.

**Tablica 40. Troškovi ugradnje svjetlosne signalizacije**

R.b.	Opis radova	Jedinična cijena	Jedinica obračuna	Količina	Ukupna cijena
		[kn]			[kn]
<b>HORIZONTALNO I VERTIKALNO OZNAČAVANJE</b>					
<b>Vertikalno označavanje</b>					
1	Prometni znak (prosjek - ovisi o refleksiji)	156,00	kom	19	2.964,00
2	Betonski temelj za prometni znak	78,00	kom	19	1.482,00
3	Pocinčani stup za prometni znak	30,00	m <sup>1</sup>	19	570,00
4	Postavljanje prometnog znaka	70,00	kom	19	1.330,00
5	Prostorni element (bumbar)	800,00	kom	10	8.000,00
<b>Horizontalno označavanje</b>					
6	Linije	4,67	m <sup>1</sup>	1.600	7.472,00
7	Polja za usmjeravanje prometa	46,74	m <sup>2</sup>	19	888,06
8	Strjelica jednosmjerna	58,43	kom	10	584,30
9	Strjelica trosmjerna	115,00	kom	1	115,00
10	Pješački prijelaz	19,00	m <sup>2</sup>	82	1.571,11
<b>Svjetlosna signalizacija</b>					
11	Prometno svjetlo	5.000,00	kom	4	20.000,00
12	Postavljanje prometnog svjetla	800,00	kom	4	3.200,00
<b>PROMETNO - TEHNOLOŠKI PROJEKTI</b>					
13	Idejno prometno rješenje	5.500,00	projekt	1	5.500,00
14	Glavni i izvedbeni projekt	15.000,00	projekt	1	15.000,00
<b>UKUPNO [kn]</b>					<b>68.676,47</b>

*Izvor: INTEGRA d.o.o Mostar uz doradnu autora*

**Tablica 41. Troškovi izgradnje raskrižja s kružnim tokom prometa - a) pripremni i zemljani radovi**

R.b.	OPIS RADOVA	Jedinica obračuna	Količina	Jedinična cijena	Ukupna cijena
				[kn]	[kn]
<b>PRIPREMNI RADOVI</b>					
1	Izvršavanje potrebnih geodetskih radova	-	1	3.895,00	3.895,00
2	Rušenje i uklanjanje rubnjaka od cementnog betona	m <sup>1</sup>	493,50	21,42	10.572,00
3	Uklanjanje postojećih prometnih znakova	kom	17,00	97,38	1.655,38
4	Rezanje asfaltnih slojeva	m <sup>1</sup>	31,50	15,58	490,77
5	Rušenje i uklanjanje asfaltnih zastora u debljini do 5 cm	m <sup>2</sup>	538,00	13,63	7.334,29
6	Rušenje i uklanjanje asfaltnih zastora u debljini od 6-10 cm	m <sup>2</sup>	683,30	23,37	15.968,72
7	Priprema i obilježavanje gradilišta	-	1	21.422,50	21.422,50
<b>ZEMLJANI RADOVI</b>					
8	Široki iskop meke stijene	m <sup>3</sup>	1.803,74	21,42	38.640,62
9	Iskop stepenice u materijalu III i IV ktg.	m <sup>3</sup>	73,20	27,27	1.995,80
10	Ugradnja nasipa od tvrde stijene odgovarajućim materijalom				
11	Materijal iz pozajmišta	m <sup>3</sup>	434,67	50,64	22.009,52
12	Materijal iz iskopa	m <sup>3</sup>	339,30	23,37	7.929,44
13	Ravnanje i zbijanje posteljice	m <sup>2</sup>	4.732,00	5,84	27.646,71
14	Utovar i odvoz viška materijala iz iskopa	m <sup>3</sup>	1.537,64	11,69	17.967,32
<b>UKUPNO [kn]</b>					<b>177.528,06</b>

Izvor: INTEGRA d.o.o Mostar uz doradnu autora

**Tablica 42. Troškovi izgradnje raskrižja s kružnim tokom prometa - b) radovi na kolniku**

R.b.	OPIS RADOVA	Jedinica obračuna	Količina	Jedinična cijena	Ukupna cijena
				[kn]	[kn]
<b>KOLNIČKE KONSTRUKCIJE</b>					
1	Izrada nevezanog nosivog sloja tampona	m <sup>3</sup>	1520	101,27	153.902,04
2	Izrada sloja BNS22 materijala u debljini d=60mm	m <sup>2</sup>	585	58,43	34.172,78
3	Izrada sloja BNS22 u debljini d=90m	m <sup>2</sup>	3933	87,64	344.678,29
4	Izrada sloja AB16 iz mješavine frakcija eruptivnog kamena i polimernog bitumena	m <sup>2</sup>	4502	56,48	254.233,47
5	Izrada sloja AB11 iz mješavine frakcija krečnjačkog kamena i bitumena	m <sup>2</sup>	717	44,79	32.107,26
6	Ugrađivanje prefabriciranog izdignutog i oborenog rubnjaka	m <sup>1</sup>	977	101,27	98.940,79
7	Nabavka, transport i ugradnja geomreže kod uklapanja kolničke konstrukcije.	m <sup>2</sup>	48	46,74	2.243,52
8	Ugrađivanje prefabriciranog izdignutog rubnjaka iz cementnog betona MB40	m <sup>1</sup>	523	85,69	44.815,87
9	Izrada bankine iz šljunka ili drobljenog prirodnog materijala	m <sup>2</sup>	888	13,63	12.109,75
10	Izrada bankine od betona MB20	m <sup>3</sup>	11	779,00	8.436,57
11	Nabavka, transport i ugradnja granitnih kocki 10/10/10 cm	m <sup>2</sup>	100	389,50	38.950,00
12	Izrada AB zida				13.738,44
13	Humuziranje zelene površine sa valjanjem	m <sup>2</sup>	553	15,58	8.607,95
<b>UKUPNO [kn]</b>					<b>1.046.036,75</b>

Izvor: INTEGRA d.o.o Mostar uz doradnu autora

**Tablica 43. Troškovi izgradnje raskrižja s kružnim tokom prometa - c) sustav odvodnje**

R.b.	OPIS RADOVA	Jedinica obračuna	Količina	Jedinična cijena	Ukupna cijena
				[kn]	[kn]
<b>SUSTAV ODVODNJE</b>					
1	Iskop meke stijene( III i IV ktg)	m <sup>3</sup>	844	42,85	36.161,18
2	Nabavka,transport i ugradnja pijeska	m <sup>3</sup>	54	101,27	5.509,09
3	Nabavka, transport i polaganje u rov PEHD cijevi oborinske odvodnje obodne krutosti SN8.Planimetrirano sa situacije.				
a)	a) Ø 200 mm	m <sup>1</sup>	103	136,33	14.041,48
b)	b) Ø 300 mm	m <sup>1</sup>	462	175,28	80.994,58
4	Nabavka,transport i zatrpavanje rova u slojevima	m <sup>3</sup>	283	101,27	28.649,28
5	Nabavka,transport i zatrpavanje ostatka rova(do razine tampona)	m <sup>3</sup>	358	46,74	16.728,25
5	Izrada betonskih šahtova od MB 30 za teški teretni promet.	kom	17	2.337,00	39.729,00
6	Izrada betonskih slivnika od MB30 sa slivničkom rešetkom za teški promet.	kom	14	1.168,50	16.359,00
7	Izrada jednostruke koritnice i dvostruke koritnice	m <sup>1</sup>	653	74,01	48.340,07
8	Obračun po m' ugrađene jednostruke koritnice.			0,00	0,00
9	Izrada koritnice iz cementnog betona MB40	m <sup>1</sup>	129	52,58	6.756,85
10	Izrada betonskog kanala MB30	m <sup>1</sup>	30	292,13	8.763,75
11	Nabavka, transport i ugradnja montažnog separatora ulja i masti:				
a)	a) 60 l/s	kom	1	37.002,50	37.002,50
b)	a) 80 l/s	kom	1	42.845,00	42.845,00
12	Ispitivanje svih instalacija odvodnje na vodonepropusnost	-	1	3.895,00	3.895,00
<b>UKUPNO [kn]</b>					<b>385.775,02</b>

Izvor: INTEGRA d.o.o Mostar uz doradnu autora

**Tablica 44. Troškovi izgradnje raskrižja s kružnim tokom prometa - d) vertikalno označavanje**

R.b.	OPIS RADOVA	Jedinica obračuna	Količina	Jedinična cijena	Ukupna cijena
				[kn]	[kn]
<b>VERTIKALNA PROMETNA OPREMA</b>					
1	Izrada temelja od cementnog betona MB20	kom	42	97,38	4.089,75
2	Izrada betonskih temelja stupova nosača putokaznih ploča( za čelični I profil) dimenzija 0,8x0,8x1,50m	kom	11	856,90	9.425,90
3	Ugradnja čeličnih stupova	kom	11	701,10	7.712,10
4	Ugradnja stupača za prometni znak promjera 64 mm, duljine 1500 mm.	kom	4	116,85	467,40
5	Ugradnja stupača za prometni znak 64 mm, duljine 2500 mm.	kom	5	194,75	973,75
6	Ugradnja stupača za prometni znak 64 mm, duljine 3500 mm.	kom	8	210,33	1.682,64
7	Ugradnja stupača za prometni znak 64 mm, duljine 4000 mm.	kom	19	222,02	4.218,29
8	Ugradnja stupača za prometni znak promjera 64 mm, duljine 4500 mm.	kom	4	245,39	981,54
9	Ugradnja stupača za prometni znak i promjera 64 mm, duljine 5000 mm.	kom	2	272,65	545,30
10	Pritvrđivanje trokutastog prometnog znaka, duljina stranice a=900 mm.	kom	1	486,88	486,88
11	Pritvrđivanje trokutastog prometnog znaka, , duljina stranice a=1200 mm.	kom	7	740,05	5.180,35
12	Pričvršćivanje okruglog prometnog znaka promjera 600 mm.	kom	8	486,88	3.895,00
13	Pričvršćivanje okruglog prometnog znaka promjera 900 mm.	kom	8	681,63	5.453,00
14	Pričvršćivanje prometnog znaka veličine od 0,21 do 0,40 m <sup>2</sup>	kom	17	272,65	4.635,05
15	Pričvršćivanje prometnog znaka, veličine od 0,71 do 1,00 m <sup>2</sup>	kom	7	389,50	2.726,50
16	Nabavka i pričvršćivanje prometnog znaka veličine od 2,01-5,00 m <sup>2</sup>	kom	3	1.947,50	5.842,50
17	Pričvršćivanje prometnog znaka veličine od 5,01-10,0 m <sup>2</sup>	kom	3	3.310,75	9.932,25
<b>UKUPNO [kn]</b>					<b>68.248,19</b>

Izvor: INTEGRA d.o.o Mostar uz doradnu autora



**Tablica 45. Troškovi izgradnje raskrižja s kružnim tokom prometa - e) horizontalno označavanje**

R.b.	OPIS RADOVA	Jedinica obračuna	Količina	Jedinična cijena	Ukupna cijena
				[kn]	[kn]
<b>HORIZONTALNO OZNAČAVANJE</b>					
1	Izrada tankoslojne uzdužne oznake na kolniku s jednokomponentalnom bijelom bojom	m <sup>1</sup>	1880	4,67	8.787,12
2	Izrada tankoslojne poprečne i ostalih oznaka na kolniku s jednokomponentalnom bijelom bojom širina linije 20-30 cm.(polja za usmjeravanje prometa)	m <sup>2</sup>	29	46,74	1.355,46
3	Izrada tankoslojne poprečne i ostalih oznaka na kolniku s jednokomponentalnom bijelom bojom širina linije 40 cm (zaustavna linija)	m <sup>2</sup>	133	46,74	6.216,42
4	Izrada tankoslojne poprečne za strelice	m <sup>2</sup>	15	58,43	847,16
5	Postavljanje zaštitne ograde za vozila				
a)	klasa zaštite H1 (na bankini)	m <sup>1</sup>	205	311,60	63.722,20
b)	kosi završetci	kom	2	934,80	1.869,60
c)	eliptični završetci	kom	2	194,75	389,50
d)	dodatni rukohvat za pješake	m <sup>1</sup>	143	155,80	22.201,50
6	Nabavka i ugradnja plastičnog smjerokaza dužine 1200 mm	kom	32	58,43	1.869,60
7	Nabavka i ugradnja odbijača svjetlosti na čelične sigurnosne ograde.	kom	20	27,27	545,30
<b>UKUPNO [kn]</b>					<b>107.803,86</b>

Izvor: INTEGRA d.o.o Mostar uz doradnu autora

**Tablica 46. Prikaz ukupnih troškova izgradnje raskrižja s kružnim tokom prometa**

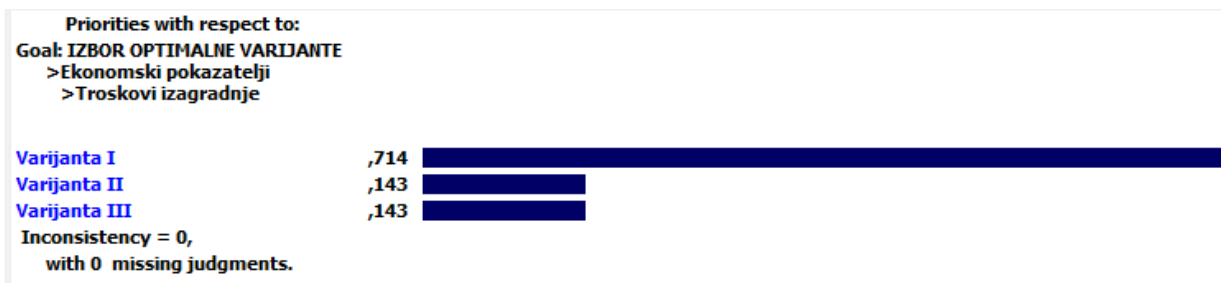
KATEGORIJA	TROŠAK [kn]
<b>PRIPREMNI I ZEMLJANI RADOVI</b>	177.528,06
<b>KONIČKE KONSTRUKCIJE</b>	1.046.936,74
<b>SUSTAV ODVODNJE</b>	385.775,02
<b>VERTIKLNA PROMETNA OPREMA</b>	68.248,19
<b>UZDUŽNE OZNAKE</b>	107.803,86
<b>UKUPNA VRIJEDNOST SVIH RADOVA</b>	1.786.291,87
<b>NEPREDVIĐENI RADOVI 5%</b>	89202,42
<b>UKUPNO</b>	1.875.494,29
<b>PDV 17 %</b>	318834,03
<b>KONAČNA VRIJEDNOST PROJEKTA</b>	<b>2.194.328,32</b>

Izvor: INTEGRA d.o.o Mostar uz doradnu autora

U Tablici 47. rangirane su varijante za potkriterij Troškovi izgradnje. Slika 37. prikazuje rangiranje predloženih varijanti prema potkriteriju Troškovi izgradnje/rekonstrukcije raskrižja.

**Tablica 47. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - Troškovi izgradnje**

Varijante	Troškovi izgradnje[kn]	Rang
<b>Varijanta 1</b>	68.676,47	1
<b>Varijanta 2</b>	2.194.328,32	2
<b>Varijanta 3</b>	2.194.328,32	2

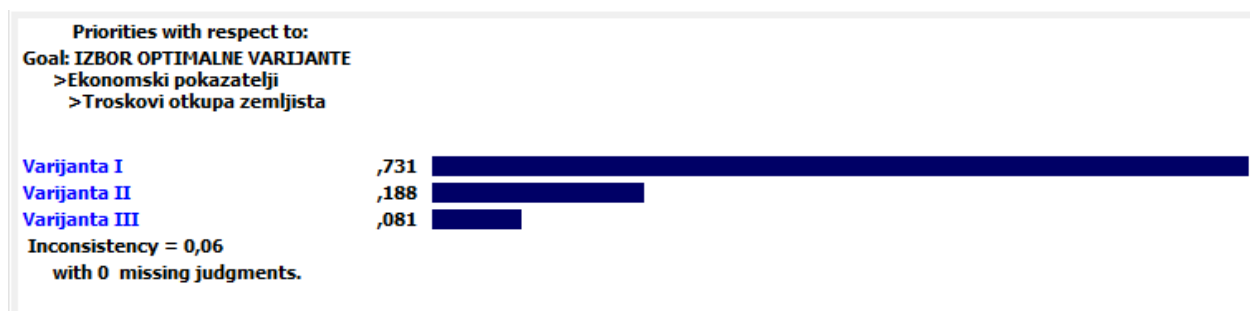


**Slika 37. Rangiranje varijanti prema potkriteriju Troškovi izgradnje**

Prilikom rekonstrukcije raskrižja, potrebno je otkupiti dio zemljišta koji su većinom u privatnom vlasništvu. Cijena zemljišta kojeg je potrebno otkupiti iznosi 30 KM = 116,85 KN. Vrijednost zemljišta kojeg je potrebno otkupiti prikazane su brojčano u Tablici 48., rangiranje predloženih varijanti prema potkriteriju Otkup zemljišta su na slici 36.

**Tablica 48. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - Troškovi otkupa**

<i>Varijante</i>	<i>Troškovi otkupa zemljišta [kn]</i>	<i>Rang</i>
<i>Varijanta 1</i>	Nema troška	1
<i>Varijanta 2</i>	89.039,7	3
<i>Varijanta 3</i>	75.952,5	2



**Slika 38. Rangiranje varijanti prema potkriteriju Troškovi otkupa**

Troškovi održavanja predstavljaju varijabilne troškove koji su potrebni kako bi raskrižje neometano funkcioniralo i osiguralo što veću sigurnost putnika uz to da zadrži postojeću kvalitetu. Troškovi održavanja izraženi su na temelju procjene, tokom jedne godine (Tablica 49.). Rangiranje varijanti prema potkriteriju Troškovi održavanja prikazani su na Slici 39.

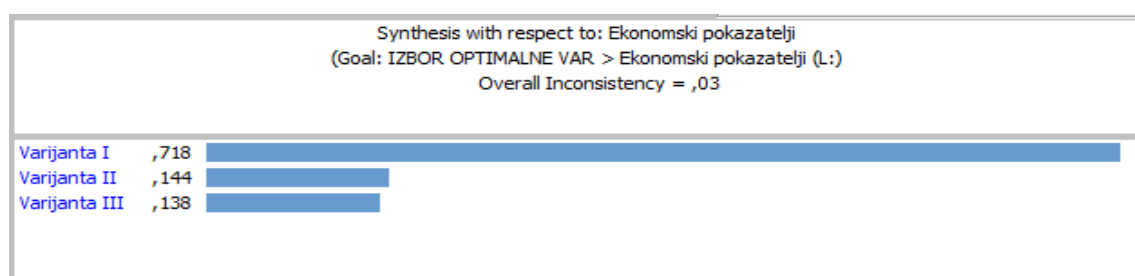
**Tablica 49. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - Troškovi održavanja**

<i>Varijante</i>	<i>Godišnji troškovi održavanja [kn]</i>	<i>Rang</i>
<i>Varijanta 1</i>	5.000,00	1
<i>Varijanta 2</i>	9.000,00	3
<i>Varijanta 3</i>	8.000,00	2



*Slika 39. Rangiranje varijanti prema potkriteriju Troškovi održavanja*

Prema kriteriju Ekonomski pokazatelji, varijante su rangirane po težinama. Slika 40. prikazuje Varijantu I sa najvećom težinom od 71,8 %.



*Slika 40. Vrednovanje varijanti prema kriteriju Ekonomski pokazatelji*

#### 5.4. Prijedlog modela financiranja

U postupku izgradnje/rekonstrukcije prometnih objekata u potrebno je imati investitora odnosno naručitelja projekta. Investitor je pravna ili fizička osoba na čije se ime gradi građevina, odnosno prometni objekt[2]. Naručitelji projekta mogu biti privatni ili javni naručitelji. Privatni naručitelji su poslovni i trgovački centri, bolnice. Javnim naručiteljima vlada Federacije Bosne i Hercegovine povjerila je upravljanje i gospodarenje cestama sljedećim pravnim osobama:

- Javno produzeće Autoceste Federacije BiH d.o.o.;
- Javno produzeće Direkcija cesta Federacije BiH, Sarajevo;
- Javno poduzeće ceste Federacije BiH, Mostar;
- Županijske uprave i općinski organi za ceste za upravljanje, održavanje, rekonstrukciju i izgradnju mreže regionalnih i lokalnih cesta.

Financijska sredstva za održavanje, zaštitu, obnovu, rekonstrukciju i izgradnju javnih cesta

osiguravaju se iz sljedećih izvora [9]:

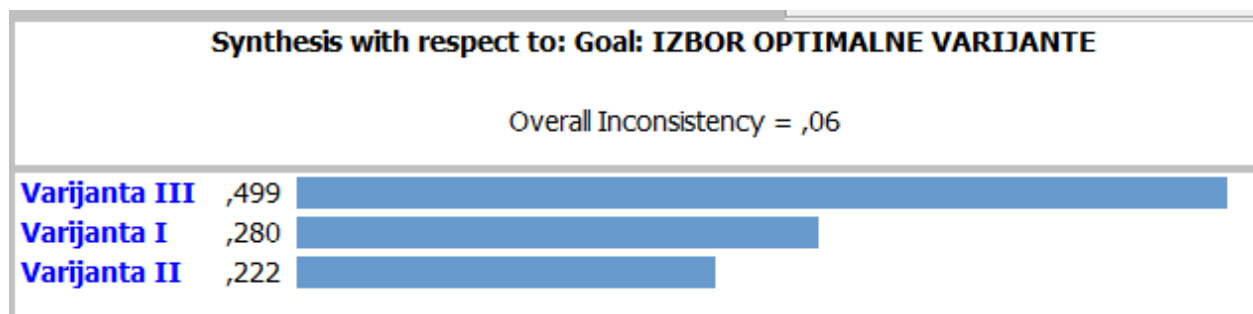
- godišnje naknade za upotrebu cesta koja se plaća pri registraciji za motorna priključna vozila, kao i zaprežna vozila;
- naknadama za ceste iz maloprodajne cijene nafte i naftnih derivata;
- posebnim naknadama za upotrebu javnih cesta, autocesta i određenih objekata na cestama (most, vijadukt, tunel i slično);
- naknadama za ceste na uvezena inozemna motorna i priključna vozila;
- posebnim naknadama za službu "Pomoć - informacije na cestama";
- naknadama za ceste koja se plaća za izvanrednu upotrebu javnih cesta (izvanredni prijevoz);
- naknadama za ceste koja se plaća za prekomjernu upotrebu javnih cesta zbog opterećenja i učestalost vozila;
- naknadama za korištenje cestovnog zemljišta;
- naknadama za korištenje objekata na temelju dobivene koncesije;
- sredstvima domaćih i stranih ulagatelja;
- sredstvima ostvarenim od pratećih djelatnost;
- kreditnim sredstvima od domaćih i inozemnih izvora;
- sredstvima federalnog proračuna i županijskog proračuna;
- sredstvima međunarodnih organizacija (SFOR);
- sredstvima osiguranim po osnovi izvršene privatizacije

Za projekt rekonstrukcije Vukovarske ulice i Ulice fra Petra Bakula u Posušju potrebna je suglasnost nadležnih tijela kojima ceste pripadaju. Potrebno je pribaviti suglasnost od Županijske uprave i općinskih tijela za ceste koji upravljaju, održavanjem, rekonstrukcijom i izgradnjom mreže regionalnih i lokalnih cesta jer se navedeno raskrižje nalazi pod njihovom nadležnosti.

Glavni investitor rekonstrukcije raskrižja je Javno poduzeće ceste Federacije BiH, Mostar. Kao partneri u sufinanciranju uključili bi se Vlada Federacije BIH gdje će se dio novca donirati iz federalnog proračuna jer Vukovarska ulica pripada državnoj cesti M-6.1, zatim Županijske uprave i općinski organi za ceste za upravljanje, održavanje, rekonstrukciju i izgradnju mreže regionalnih i lokalnih cesta, tek mali dio bi financirala Općina Posušje.

## 6. IZBOR OPTIMALNE VARIJANTE I ANALIZA OSJETLJIVOSTI

Na osnovu hijerarhijske strukture kriterija i potkriterija koji su postavljeni u programskom alatu Expert Choice, varijante su rangirane prema težinama odnosno došlo je do rezultata da Varijanta III - jednostručno raskrižje s kružnim tokom prometa s novoprojektiranom trasom iz pravca Posušja predstavlja optimalno rješenje na raskrižju Vukovarske Ulice i Ulice fra Petra Bakule. Na osnovu ocjena u prethodnim poglavljima Varijanta I - raskrižje upravljano prometnim svjetlima smjestila se na drugo mjesto, dok je treća najlošija varijanta ispada Varijanta II - jednostručno raskrižje s kružnim tokom prometa s direktnim desnim skretanjem "bypass-om" iz centra Posušja. Rezultate analize na osnovu tri predložene varijante, prikazani su na Slici 41.

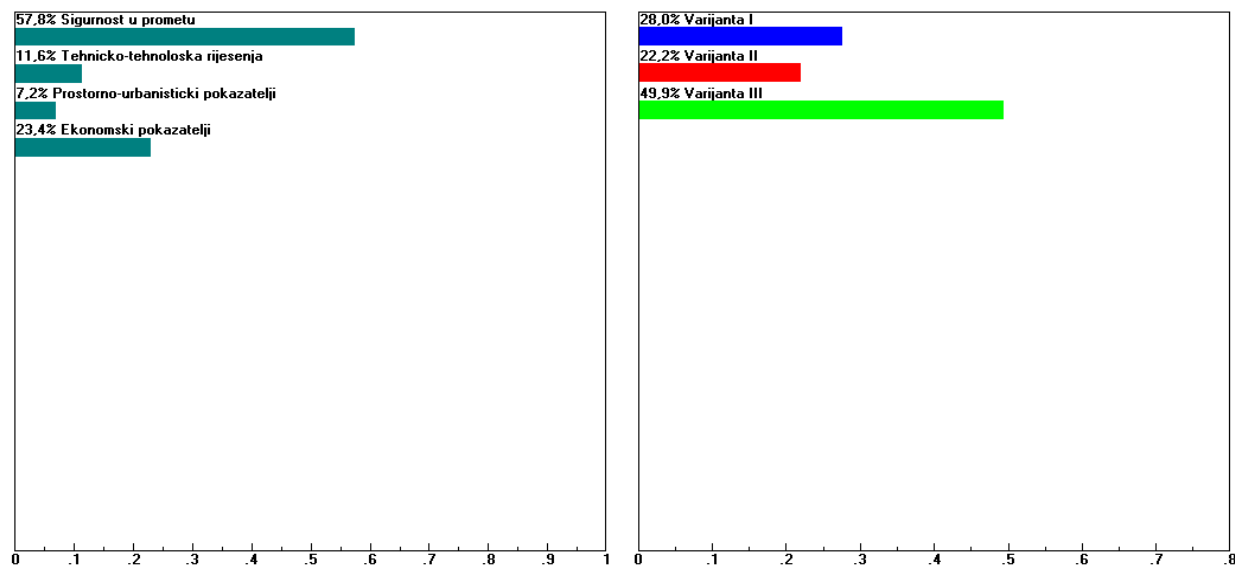


*Slika 41. Vrednovanje varijanti i rezultat analize*

Analiza učinkovitosti investicija koja se naziva i analizom osjetljivosti. Analiza osjetljivosti omogućuje određivanje „kritičkih“ varijabli ili parametara modela, a njezin osnovni cilj je procijeniti prihvatljivost projekta ako vrijednosti kritičnih parametara projekta budu promijenjene. Kritične varijable su one varijable čije varijacije, bilo pozitivne ili negativne, mogu imati najveći utjecaj na financijske ili gospodarske rezultate projekta. Analiza se najčešće provodi na način da se promijeni jedan element čija promjena utječe na promjene IRR interne stope profitabilnosti ili NPV neto sadašnje vrijednosti.

Cilj analize osjetljivosti projekta je procjena prihvatljivosti projekta, ako se vrijednosti kritičnih parametara projekta budu razlikovale od planiranih u tijeku dosadašnje analize. Pod kritičnim parametrima projekta razumijevaju se oni elementi koji značajno utječu na njegovu učinkovitost, ali koji su istovremeno i naglašeno neizvjesni[7].

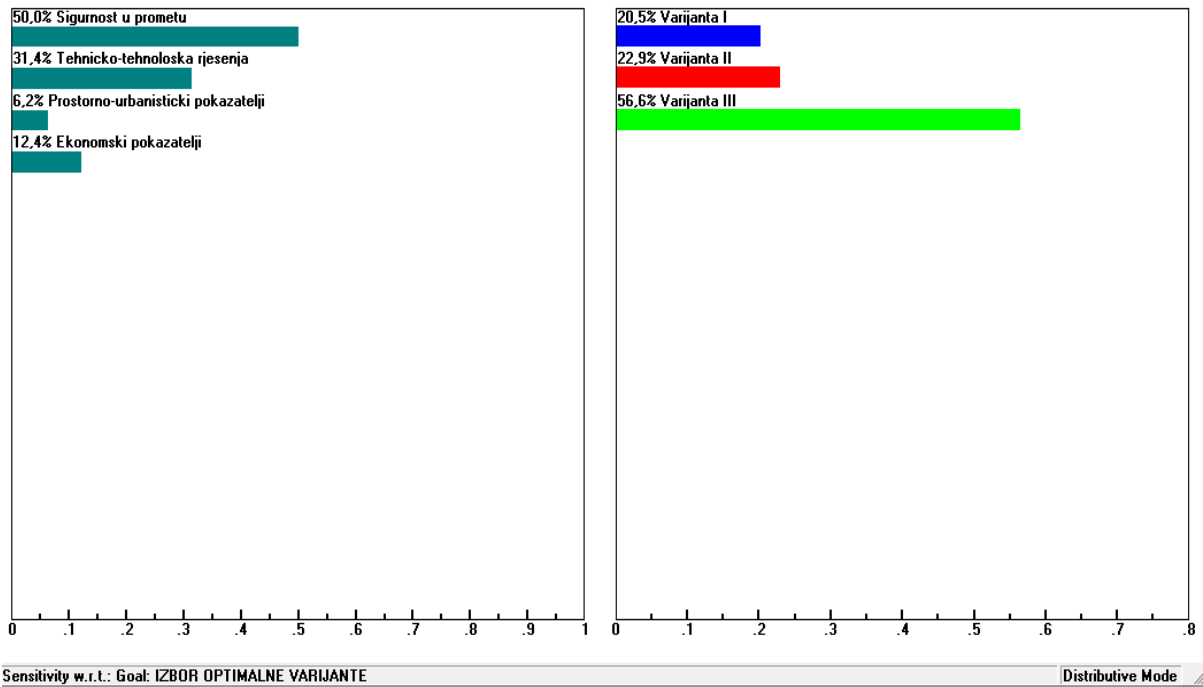
Analiza osjetljivosti varijanti prikazana je na Slici 42. na kojoj je vidljivo da je najvažniji kriterij Sigurnost u prometu, a optimalna varijanta rekonstrukcije raskrižja je Varijanta III.



**Slika 42. Dinamički graf postojećeg stanja**

Slika 43. prikazuje analizu osjetljivosti u slučaju kada je smanjena težina kriterija Ekonomskim pokazateljima sa postojećeg stanja 23,4 % na promijenjeno stanje 12,4 %. Kriteriju Ekonomski pokazatelji dodijeljena je manja važnost iz razloga što prilikom gradnje/rekonstrukcije raskrižja često postoje ograničenja financijskih sredstava posebno u nerazvijenim državama kao što je Bosna i Hercegovina. Ovom analizom, želi se pretpostaviti da ne postoje nikakva financijska ograničenja prilikom gradnje i održavanja. Na temelju te pretpostavke, Varijanta II ima veću težinu u odnosu na Varijantu I, dok je Varijanta III i dalje optimalno rješenje rekonstrukcije raskrižja. Kriterij Tehničko – tehnološka rješenja je drugi po važnosti u analizi.





*Slika 43. Dinamički graf promijenjenog stanja*

## 7. ZAKLJUČAK

Osnovni cilj ovog diplomskog rada je prikazati problematiku raskrižja Vukovarske ulice i Ulice fra Petra Bakule, predložiti nove varijante rješenja te odabrati optimalnu varijantu kako bi se ovo raskrižje učinilo što sigurnijim za sve sudionike u prometu. Kod odabira optimalne varijante bilo je potrebno izvršiti detaljnu analizu postojećeg stanja raskrižja, gdje je utvrđena nedovoljna preglednost raskrižja, problem propusne moći u vršnim satima, nepoštivanje dopuštene brzine prolaska kroz raskrižje i drugi nepovoljni čimbenici koji su uvjetovali nastanak prometnih nesreća na području predmetnog raskrižja.

Kako bi se dobila saznanja o prometnom opterećenju predmetnog raskrižja, bilo je potrebno izvršiti brojanje prometa, što je predstavljalo podloga za prijedlog i nacrt predloženih varijanti. Nakon detaljne analize raskrižja, predložene su tri varijante (raskrižje upravljano prometnim svjetlima, raskrižje s kružnim tokom prometa sa direktnim desnim skretanjem - "bypass-om" i raskrižje s kružnim tokom prometa sa novoprojektiranom trasom iz centra Posušja) rješenja raskrižja kako bi se uklonili postojeći problemi, odnosno koje bi poboljšale funkciju raskrižja u mreži. Predložene varijante bilo je potrebno analizirati pomoću SWOT-a gdje se utvrđuju unutarnji i vanjski čimbenici koji mogu utjecati na sigurno odvijanje prometa u raskrižju.

Kod rješavanja problema raskrižja Vukovarske ulice i Ulice fra Petra Bakule varijante su se vrednovale pomoću AHP metode uz primjenu programskog alata Expert Choice. Na temelju metoda po kojima su se vrednovale varijante došlo je do zaključka da 6je Varijanta III - raskrižje s kružnim tokom prometa sa novoprojektiranom trasom iz centra Posušja optimalno rješenje jer bi se broj konfliktnih točaka smanjio sa 32 na 8 konfliktnih točaka, što direktno utječe na veću propusnu moć raskrižja. Novoprojektiranom trasom bi se povećala preglednost raskrižja, te postavljanjem vertikalne i horizontalne signalizacije doprinosi se većoj sigurnosti i razini usluge raskrižja. Jedini nedostatak Varijante III je visoka cijena izvedbe. Varijanta II je dosta slična Varijanti III no nije odabrana jer iziskuje velike troškove otkupa zemljišta i troškove održavanja. S ekonomskog stajališta, Varijanta I predstavlja najbolje rješenje, no ostale važne parametre kao što su preglednost, propusna moć, broj konfliktnih točaka, broj prometnih nesreća ne zadovoljava.

Primjenom AHP metode, te konstruiranja nacрта u AutoCad-u kod predmetnog raskrižja ukazuje se na veliki problem nedostatka prometnih normi kod projektiranja raskrižja u Bosni i Hercegovini. Raskrižje Vukovarske ulice i Ulice fra Petra Bakule ukazuje na važnu činjenicu da u zemlji postoji mnogo sličnih raskrižja koji nisu regulirani prometnim svjetlima, te nisu upravljani kao raskrižje s kružnim tokom prometa, što za posljedicu ima nastanak velike materijalne štete i u najgorem slučaju gubitak ljudskog života.

## **LITERATURA**

- [1] Projekt o rekonstrukciji raskrižja na križanju cesta M-6.1 i R-420 u Posušju, km 3+450 dionica 009 u raskrižje sa kružnim tokom prometa, Integra d.o.o. Mostar, svibanj, 2013.
- [2] Brlek, P., Dadić I., Šoštarić M.: Prometno tehnološko projektiranje (autorizirana predavanja, radna verzija), Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012.
- [3] Dadić, I., Kos, G.: Nastavni materijali iz kolegija Teorija prometnih tokova, Fakultet prometnih znanosti, akademska godina 2013/2014
- [4] Legac, I.: Raskrižja javnih cesta / Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2008.
- [5] Cvitanić, D.: Prometni kriteriji za izbor tipa kontrole i geometrije raskrižja, Građevinsko-arhitektonski fakultet Split, 2004
- [6] Legac, I., Pilko, H., Banović, I.: Neka iskustva s uvođenjem kružnih raskrižja u Hrvatskoj/Požegi, Radovi Zavoda za znanstveni i umjetnički rad u Požegi, Požega, 2011..
- [7] Barić, D.: Nastavni materijali iz kolegija Vrednovanje cestovnih projekata, Fakultet prometnih znanosti, akademska godina 2014/2015
- [8] Golubić, J.: Nastavni materijali iz kolegija Ekologija u prometu, Fakultet prometnih znanosti, akademska godina 2011/2012
- [9] Zakon o cestama Federacije Bosne i Hercegovine, SN FBiH 88/2010

Korišteni programski alati:

- [1] AutoCAD 2014.
- [2] Microsoft Office Excel 2007.
- [3] Expert Choice 11

## **POPIS TABLICA**

<i>Tablica 1. Rezultati brojanja prometa iz smjera centra Posušja desni skretači (07:00-08:00h)</i> .....	11
<i>Tablica 2. Rezultati brojanja prometa iz smjera centra Posušja, lijevi skretači (07:00-08:00h)</i> .....	12
<i>Tablica 3. Rezultati brojanja prometa iz smjera centra Posušja, vozila koja idu pravo (07:00-08:00h)</i> .....	12
<i>Tablica 4. Rezultati brojanja prometa iz smjera Mostara desni skretači (07:00-08:00h)</i> .....	13
<i>Tablica 5. Rezultati brojanja prometa iz smjera Mostara, lijevi skretači (07:00-08:00h)</i> .....	13
<i>Tablica 6. Rezultati brojanja prometa iz smjera Mostara, vozila koja idu pravo (07:00-08:00h)</i> .....	14
<i>Tablica 7. Rezultati brojanja prometa Vukovarske ulice, desni skretači (07:00-08:00h)</i> .....	14
<i>Tablica 8. Rezultati brojanja prometa Vukovarske ulice, lijevi skretači (07:00-08:00h)</i> .....	15
<i>Tablica 9. Rezultati brojanja prometa Vukovarske ulice, vozila koja idu pravo (07:00-08:00h)</i> .....	15
<i>Tablica 10. Rezultati brojanja prometa), desni skretači sa Ulice fra Petar Bakula (07:00-08:00h)</i> .....	16
<i>Tablica 11. Rezultati brojanja prometa, lijevi skretači sa ulice fra Petra Bakula (07:00-08:00h)</i> .....	16
<i>Tablica 12. Rezultati brojanja prometa Ulicom fra Petar Bakula, vozila koja idu pravo (07:00-08:00h)</i> .....	16
<i>Tablica 13. Rezultati brojanja prometa iz smjera centra Posušja, desni skretači (16:00-17:00h)</i> .....	17
<i>Tablica 14. Rezultati brojanja prometa iz smjera centra Posušja, lijevi skretači (16:00-17:00h)</i> .....	17
<i>Tablica 15. Rezultati brojanja prometa iz smjera centra Posušja, vozila koja idu pravo (16:00-17:00h)</i> .....	18
<i>Tablica 16. Rezultati brojanja prometa iz smjera Mostara, desni skretači (16:00 - 17:00h)</i> .....	18
<i>Tablica 17. Rezultati brojanja prometa iz smjera Mostara, lijevi skretači (16:00 - 17:00h)</i> .....	19
<i>Tablica 18. Rezultati brojanja prometa iz smjera Mostara, vozila koja idu pravo (16:00-17:00h)</i> .....	19
<i>Tablica 19. Rezultati brojanja prometa Vukovarske ulice, desni skretači (16:00-17:00h)</i> .....	20
<i>Tablica 20. Rezultati brojanja prometa Vukovarske ulice, lijevi skretači (16:00-17:00h)</i> .....	20
<i>Tablica 21. Rezultati brojanja prometa Vukovarske ulice, vozila koja idu pravo (16:00-17:00h)</i> .....	20
<i>Tablica 22. Rezultati brojanja prometa, desni skretači sa Ulice fra Petar Bakula (16:00-17:00h),</i> .....	21
<i>Tablica 23. Rezultati brojanja prometa, lijevi skretači sa ulice fra Petra Bakula (16:00-17:00h)</i> .....	21
<i>Tablica 24. Rezultati brojanja prometa Ulicom fra Petar Bakula, vozila koja idu pravo (16:00-17:00h)</i> .....	22
<i>Tablica 25. SWOT matrice</i> .....	34
<i>Tablica 26. Strategije SWOT matrice</i> .....	35
<i>Tablica 27. SWOT matrica Varijante I</i> .....	36
<i>Tablica 28. SWOT matrica Varijante II</i> .....	37
<i>Tablica 29. SWOT matrica Varijante III</i> .....	38
<i>Tablica 30. Saaty-eva skala važnosti</i> .....	41
<i>Tablica 31. Ukupan broj prometnih nesreća na u periodu od 2010 - danas</i> .....	47
<i>Tablica 32. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - Mogućnost nastanka prometnih nesreća</i> .....	48
<i>Tablica 33. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - Broj konfliktnih točaka</i> .....	51
<i>Tablica 34. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - Preglednost raskrižja</i> .....	53
<i>Tablica 35. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - Propusna moć raskrižja</i> .....	54

<i>Tablica 36. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - Ograničenje brzine.....</i>	<i>56</i>
<i>Tablica 37. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - Buka .....</i>	<i>57</i>
<i>Tablica 38. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - Narušavanje okoliša.....</i>	<i>58</i>
<i>Tablica 39. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - Dodatno zauzimanje površine.....</i>	<i>60</i>
<i>Tablica 40. Troškovi ugradnje svjetlosne signalizacije .....</i>	<i>61</i>
<i>Tablica 41. Troškovi izgradnje raskrižja s kružnim tokom prometa - a) pripremni i zemljani radovi.....</i>	<i>62</i>
<i>Tablica 42. Troškovi izgradnje raskrižja s kružnim tokom prometa - b) radovi na kolniku.....</i>	<i>63</i>
<i>Tablica 43. Troškovi izgradnje raskrižja s kružnim tokom prometa - c) sustav odvodnje .....</i>	<i>64</i>
<i>Tablica 44. Troškovi izgradnje raskrižja s kružnim tokom prometa - d) vertikalno označavanje.....</i>	<i>65</i>
<i>Tablica 45. Troškovi izgradnje raskrižja s kružnim tokom prometa - e) horizontalno označavanje.....</i>	<i>66</i>
<i>Tablica 46. Prikaz ukupnih troškova izgradnje raskrižja s kružnim tokom prometa .....</i>	<i>67</i>
<i>Tablica 47. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - Troškovi izgradnje .....</i>	<i>67</i>
<i>Tablica 48. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - Troškovi otkupa.....</i>	<i>68</i>
<i>Tablica 49. Rangiranje varijanti prema potkriteriju - Troškovi održavanja.....</i>	<i>68</i>

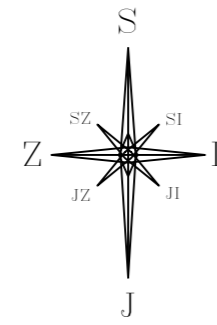
## **POPIS SLIKA**

<i>Slika 1. Prikaz položaja raskrižja u odnosu na centar grada</i> .....	3
<i>Slika 2. Satelitski prikaz postojećeg stanja raskrižja</i> .....	4
<i>Slika 3. Istočni privoz raskrižju</i> .....	5
<i>Slika 4. Južni privoz raskrižju</i> .....	6
<i>Slika 5. Sjeverni privoz raskrižju</i> .....	7
<i>Slika 6. Zapadni privoz raskrižju</i> .....	8
<i>Slika 7. Brojačka mjesta na raskrižju</i> .....	11
<i>Slika 8. Prometno opterećenje u jutarnjem vršnom satu</i> .....	22
<i>Slika 9. Prometno opterećenje u popodnevnom vršnom satu</i> .....	23
<i>Slika 10. Prikaz rekonstrukcije raskrižja – Varijanta II</i> .....	29
<i>Slika 11. Prikaz rekonstrukcije raskrižja – Varijanta II</i> .....	31
<i>Slika 12. Prikaz rekonstrukcije raskrižja – Varijanta III</i> .....	32
<i>Slika 13. Hijerarhijska struktura AHP modela</i> .....	40
<i>Slika 14. Hijerarhijska struktura AHP modela</i> .....	42
<i>Slika 15. Rangiranje kriterija prikazano u programskom alatu Expert Choice</i> .....	44
<i>Slika 16. Rangiranje potkriterija u odnosu na kriterij Sigurnost</i> .....	45
<i>Slika 17. Rangiranje potkriterija u odnosu na kriterij Ekonomski pokazatelji</i> .....	45
<i>Slika 18. Rangiranje potkriterija u odnosu na kriterij Tehničko-tehnološki pokazatelji</i> .....	46
<i>Slika 19. Rangiranje potkriterija u odnosu na kriterij Prostorno-urbanistički pokazatelji</i> .....	46
<i>Slika 20. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Mogućnost nastanka prometnih nesreća</i> .....	48
<i>Slika 21. Prikaz konfliktnih točaka Varijante I - upaljeno zeleno svjetlo na glavnom pravcu</i> .....	49
<i>Slika 22. Prikaz konfliktnih točaka Varijante I - upaljeno zeleno svjetlo na sporednom pravcu</i> .....	49
<i>Slika 23. Prikaz konfliktnih točaka Varijante II</i> .....	50
<i>Slika 24. Prikaz konfliktnih točaka Varijante III</i> .....	51
<i>Slika 25. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Broj konfliktnih točaka</i> .....	51
<i>Slika 26. Vrednovanje varijanti prema kriteriju Sigurnost u prometu</i> .....	52
<i>Slika 27. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Preglednost</i> .....	53
<i>Slika 28. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Propusna moć</i> .....	54
<i>Slika 29. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Ograničenje brzine</i> .....	56
<i>Slika 30. Vrednovanje varijanti prema kriteriju Tehničko-tehnološka rješenja</i> .....	56
<i>Slika 31. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Buka prikazano u programskom alatu Expert Choice</i> .....	57
<i>Slika 32. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Narušavanje okoliša</i> .....	58
<i>Slika 33. Dodatno zauzimanje površine - Varijanta II</i> .....	59
<i>Slika 34. Dodatno zauzimanje površine - Varijanta III</i> .....	59
<i>Slika 35. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Dodatno zauzimanje</i> .....	60
<i>Slika 36. Vrednovanje varijanti prema kriteriju Prostorno-urbanistički pokazatelji</i> .....	60

<i>Slika 37. Rangiranje varijanti prema potkriteriju Troškovi izgradnje .....</i>	<i>67</i>
<i>Slika 38. Rangiranje varijanti prema potkriteriju Troškovi otkupa .....</i>	<i>68</i>
<i>Slika 39. Rangiranje varijanti prema potkriteriju Troškovi održavanja .....</i>	<i>69</i>
<i>Slika 40. Vrednovanje varijanti prema kriteriju Ekonomski pokazatelji .....</i>	<i>69</i>
<i>Slika 41. Vrednovanje varijanti i rezultat analize .....</i>	<i>72</i>
<i>Slika 42. Dinamički graf postojećeg stanja .....</i>	<i>73</i>
<i>Slika 43. Dinamički graf promijenjenog stanja .....</i>	<i>74</i>



***PRILOZI***



Ulica fra Petra Bakule

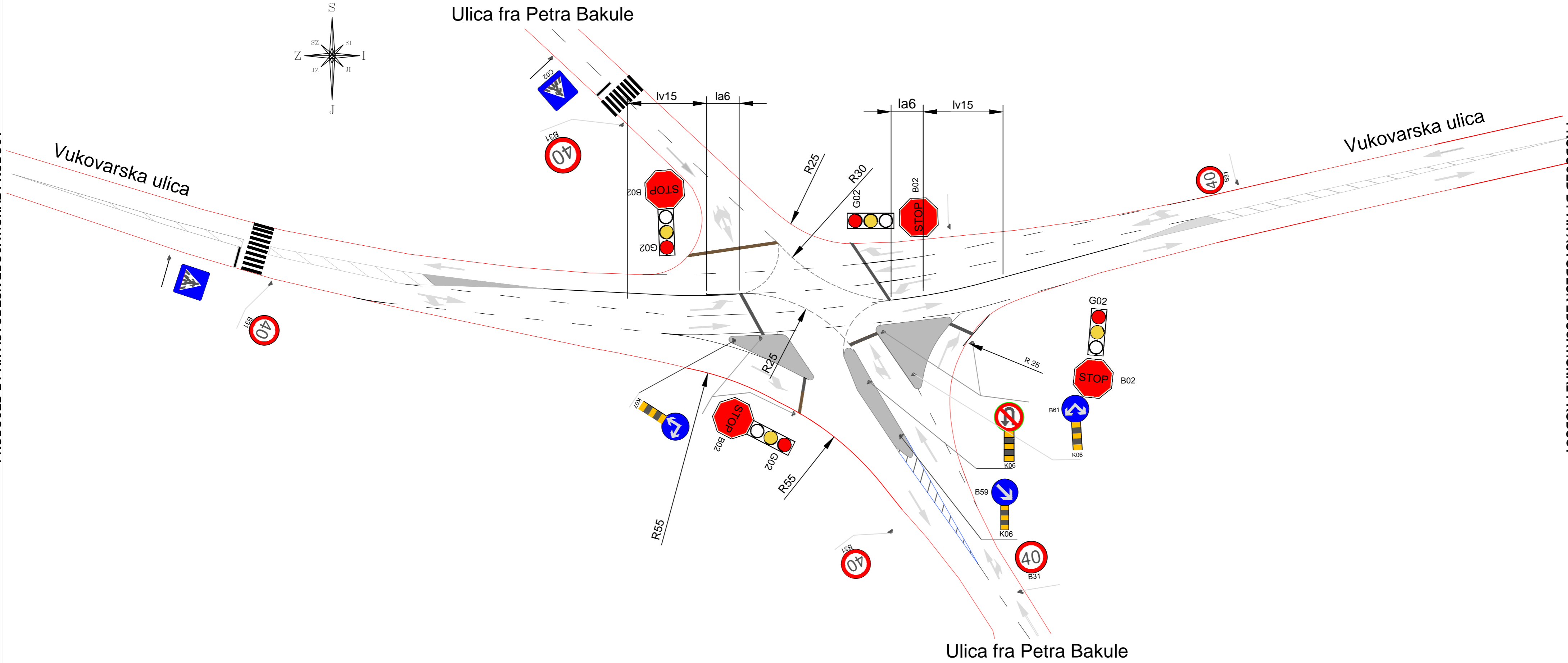
Vukovarska ulica

Vukovarska ulica

Ulica fra Petra Bakule

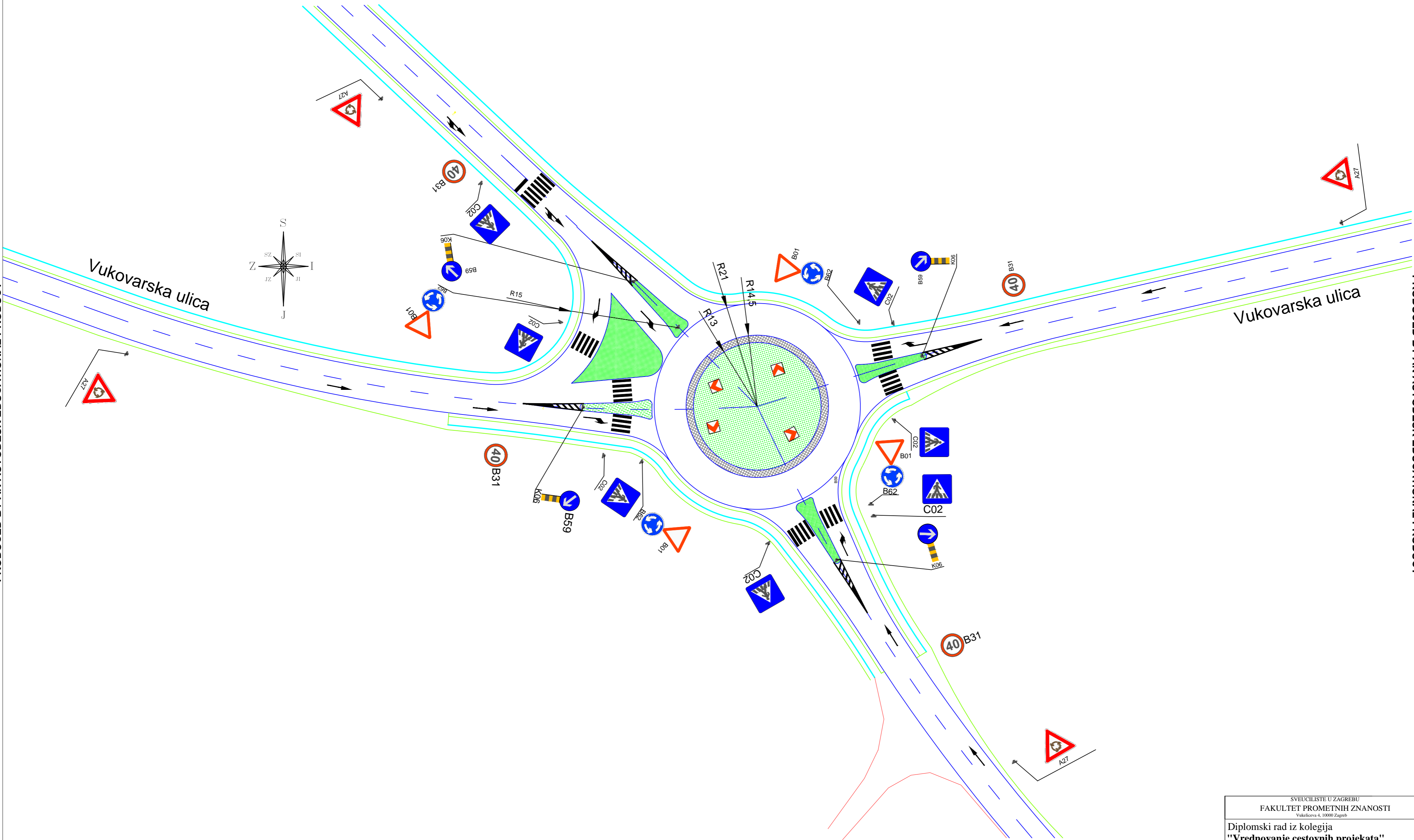
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



SVEUCILISTE U ZAGREBU		
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI		
Vukeljeva 4, 10000 Zagreb		
Diplomski rad iz kolegija		
<b>"Vrednovanje cestovnih projekata"</b>		
Varijanta 1 - raskrizje upravljano prometnim svjetlima		
Datum: 24. 09. 2015.	Prilog broj: 1	Mjerilo: 1:500
Kandidat: Maja Landeka	Mentor: doc. dr. sc. Danijela Barić	

Ulica fra Petra Bakule



Ulica fra Petra Bakule

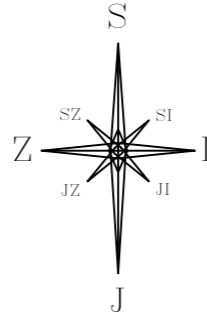
SVEUČILISTE U ZAGREBU		
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI		
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb		
Diplomski rad iz kolegija		
<b>"Vrednovanje cestovnih projekata"</b>		
Varijanta II - jednatračno raskrižje s kružnim tokom prometa s direktnim desnim skretanjem "bypass-om" iz centra Posušja		
Datum: 24. 09. 2015.	Prilog broj: 2	Mjerilo: 1:500
Kandidat: Maja Landeka	Mentor: doc. dr. sc. Danijela Barić	

Ulica fra Petra Bakule

Vukovarska ulica

Vukovarska ulica

Ulica fra Petra Bakule



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

SVEUČILISTE U ZAGREBU		
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI		
Vukeljeva 4, 10000 Zagreb		
Diplomski rad iz kolegija		
<b>"Vrednovanje cestovnih projekata"</b>		
Varijanta III - jednatračno raskrižje s kružnim tokom		
prometa s novoprojektiranom trasom iz pravca Posušja		
Datum: 24. 09. 2015.	Prilog broj: 3	Mjerilo: 1:500
Kandidat: Maja Landeka	Mentor: doc. dr. sc. Danijela Barić	



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## METAPODACI

**Naslov rada:** Vrednovanje varijanata projekta rekonstrukcije raskrižja Vukovarske ulice i Ulice fra Petra Bakule u Posušju primjenom višekriterijske analize.

**Autor:** Maja Landeka

**Mentor:** doc. dr. sc. Danijela Barić

### Naslov na drugom jeziku (engleski):

Evaluation of Project Variants for Reconstruction Intersection Vukovarska ulica and Ulica fra Petra Bakule in Posušje by Multi criteria Decision Making

### Povjerenstvo za obranu:

- doc. dr. sc. Dubravka Hozjan, predsjednik
- doc. dr. sc. Danijela Barić, mentor
- doc. dr. sc. Hrvoje Pilko, član
- doc. dr. sc. Marijan Rajsman, zamjena

**Ustanova koja je dodjela akademski stupanj:** Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

**Zavod:** Zavod za cestovni promet

**Vrsta studija:** sveučilišni

**Naziv studijskog programa:** Promet

**Stupanj:** diplomski

**Akademski naziv:** mag. ing. traff.

**Datum obrane diplomskog rada:** 24.9.2015.



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ diplomski rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenju literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ diplomskog rada

pod naslovom "Vrednovanje varijanata projekta rekonstrukcije raskrižja Vukovarske ulice i

Ulice fra Petra Bakule u Posušju primjenom višekriterijske analize"

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, \_\_\_\_\_ 18.9.2015 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(potpis)