

Višekriterijska analiza varijanata rekonstrukcije raskrižja Put Mostina i Zagorski put u Splitu

Gabrić, Ante

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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:119:935181>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-22**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Ante Gabrić

**VIŠEKRITERIJSKA ANALIZA VARIJANATA REKONSTRUKCIJE RASKRIŽJA
PUT MOSTINA I ZAGORSKI PUT U SPLITU**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2018.
Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**VIŠEKRITERIJSKA ANALIZA VARIJANATA REKONSTRUKCIJE RASKRIŽJA
PUT MOSTINA I ZAGORSKI PUT U SPLITU**

**MULTI-CRITERIA ANALYSIS OF RECONSTRUCTION VARIANTS OF THE
INTERSECTION PUT MOSTINA AND ZAGORSKI PUT IN SPLIT**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Danijela Barić

Student: Ante Gabrić, 0135212437

Zagreb, 2018.

SADRŽAJ

2. UVOD	1
3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA RASKRIŽJA ULICE PUT MOSTINA I ULICE ZAGORSKI PUT U GRADU SPLITA.....	3
1. Općenito o raskrižjima	3
2. Analiza postojećeg stanja raskrižja	5
3. Brojanje prometa	9
3. PRIJEDLOG NOVIH RJEŠENJA ZA REKONSTRUKCIJU PREDMETNOG RASKRIŽJA.....	11
1. Varijanta 1.....	12
2. Varijanta 2.....	13
3. Varijanta 3.....	14
2. VREDOVANJE VARIJANTNIH RJEŠENJA REKONTRUKCIJE RASKRIŽJA PRIMJENOM AHP METODE ..	15
2.1.Rangiranje potkriterija i kriterija	18
2.2. Vrednovanje varijantnih rješenja primjenom AHP metode.....	21
2.3.Analiza rezultata vrednovanja i izbor optimalnog rješenja	39
5. MODEL FINANCIRANJA.....	42
5.1.Model financiranja	42
5.2.Postupak naručivanja poslova projektiranja	42
5.3. Financiranje rekonstrukcije raskrižja	46
6. ZAKLJUČAK.....	47
LITERATURA.....	48

SAŽETAK

Istraživanje obuhvaća analizu postojećeg stanja raskrižja Put Mostina i Zagorski put u gradu Splitu. Provedenom analizom postojećeg stanja predložene su moguće varijante rekonstrukcije predmetnog raskrižja. Sljedeći korak je vrednovanje predloženih varijanti višekriterijskom analizom prema zadanim kriterijima i potkriterijima. Odabrana je AHP metoda višekriterijske analize uz primjenu programskog alata Expert Choice. Nakon što je utvrđena optimalna varijanta rekonstrukcije raskrižja, napravljena je analiza osjetljivosti. Na kraju je predstavljen model financiranja investicije i izneseno je zaključno mišljenje autora.

SUMMARY

The research includes an analysis of the existing state of the crossroads Put Mostina and Zagorski put in the city of Split. An analysis of the existing situation suggested possible variants of reconstruction of the subject intersection. The next step is to evaluate the proposed variants by multi-criteria analysis according to the given criteria and sub-criteria. AHP multicriteria analysis was selected using the Expert Choice toolkit. After determining the optimal variant of the reconstruction of the intersection, sensitivity analysis was performed. Finally, a model of investment financing was presented and the authors' concluding opinion was presented.

2. UVOD

Raskrižja su točke u cestovnoj mreži gdje se povezuju dvije ili više cesta što za posljedicu ima spajanje, razdvajanje, preplitanje i križanje prometnih tokova. U mreži cesta, to su najosjetljivije točke, u kojima se mora osigurati dostatna propusnost i sigurnost prometa.

Na kvalitetu odvijanja prometnih tokova u gradskom području veliki utjecaj ima učinkovitost raskrižja jer su to lokacije gdje se najčešće stvaraju zagušenja i veći zastoji na uličnoj mreži. Kada raskrižje prestane funkcionirati na zadovoljavajući način, potrebno je predložiti moguća rješenja za poboljšanje stanja.

Tema ovog rada je Višekriterijska analiza varijanata rekonstrukcije raskrižja Put Mostina i Zagorski put u Splitu, odnosno raskrižju dviju županijskih cesta.

Na navedenom raskrižju je smanjena protočnost i sigurnost sudionika u prometu te je stoga potrebno izvršiti rekonstrukciju. Prilikom rekonstrukcije raskrižja povećala bi se sigurnost svih sudionika u prometu, osigurala bi se veća protočnost raskrižja i nesmetano odvijanje prometnog toka. Rad se sastoji od sedam sljedećih poglavlja:

1. Uvod
2. Analiza postojećeg stanja raskrižja Put Mostina i Zagorski put u Splitu
3. Prijedlog novih rješenja za rekonstrukciju predmetnog raskrižja
4. Vrednovanje predloženih varijanata primjenom analitičkog hijerarhijskog procesa
5. Izbor optimalne varijante
6. Model financiranja
7. Zaključna razmatranja

U drugom dijelu rada se vrši analiza postojećeg stanja na raskrižju ulica Put Mostina i Zagorski put u Splitu, utvrđuju se nedostaci i opasnosti raskrižja koje se moraju popraviti. Također se prikazuje uloga raskrižja u prometnoj mreži.

U trećem dijelu rada prikazuju se moguća rješenja rekonstrukcije raskrižja Puta Mostina i Zagorskog puta, utvrđuju se prednosti i nedostaci pojedine izvedbe.

U četvrtom dijelu predložene varijante se vrednuju metodom Analitičkog hijerarhijskog procesa odnosno AHP metodom uz pomoć programskog alata Expert Choice. Tu se prikazuju prednosti i nedostaci svake varijante na osnovu kriterija i potkriterija.

U petom dijelu je prikazan izbor optimalnog rješenja rekonstrukcije raskrižja, a u šestom dijelu rada prikazan je model financiranja rekonstrukcije raskrižja.

Na kraju su predstavljena zaključna razmatranja.

3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA RASKRIŽJA ULICE PUT MOSTINA I ULICE ZAGORSKI PUT U GRADU SPLITA

1. Općenito o raskrižjima

Na svakom raskrižju postoji mnogo potencijalno konfliktnih točaka, odnosno mogućnosti za sudar vozila. Mogućnosti za sudar mogu se smanjiti omogućavanjem potrebne preglednosti i prikladnom regulacijom prometa. Smanjenje vjerojatnosti sudara i učinkovitost raskrižja ovisi o svakom pojedinom vozaču, ali i o izvedbi raskrižja. Osiguranje zaustavnog puta na svim mjestima duž ceste, uključujući i pristup raskrižju, je nužan, ali ne i dovoljan preduvjet za sigurno funkcioniranje odnosno odvijanje prometa na raskrižju.

Zaustavna preglednost koju je obvezno osigurati na svim dijelovima ceste osigurava vozilu koje se kreće brzinom koja je ista ili manja od projektne brzine da se može zaustaviti prije mjesta gdje se nalazi neka prepreka. Preglednost ovisi o visini oka vozača iznad površine kolnika, visini objekta iznad površine kolnika te uvjetima na cesti.

Na raskrižjima je zbog kompleksnosti situacije i mnogih konfliktnih radnji, radi sigurnog odvijanja prometa, potrebno osigurati veću duljinu preglednosti od zaustavne. Vozač koji prilazi raskrižju trebao bi imati pregled cijelog raskrižja bez ikakvih prepreka, uključujući i uređaje za regulaciju prometa, te dovoljnu preglednost da može uočiti i izbjeći moguće konflikte. Vozači na sporednoj cesti moraju imati preglednost glavne ceste tako da mogu odabrati trenutak kada će se uključiti u glavni tok. Potrebna preglednost je povezana s brzinom vozila i udaljenosti koju prijeđe vozilo tijekom vremena uočavanja, reakcije i kočenja. Preglednost na raskrižjima omogućava vozačima zaustavljenog vozila pregled raskrižja kako bi mogli ući u raskrižje. Ako je raspoloživa preglednost vozila koja ulaze u raskrižje barem jednaka odgovarajućoj zaustavnoj udaljenosti na glavnoj cesti tada vozač ima dovoljnu preglednost da predvidi i izbjegne sudar. Međutim, u mnogim slučajevima se vozilo na glavnoj cesti mora zaustaviti ili usporiti da bi moglo pratiti kretanje vozila na sporednoj cesti što nije poželjna situacija.

U svrhu ostvarenja bolje preglednosti u postupku projektiranja priključaka treba imati na umu sljedeće[1]:

- Vozaču koji vrši skretanje ulijevo potrebno je više vremena da pogleda u oba smjera i ustanovi uvjete za sigurno izvršenje manevra, nego vozaču koji skreće udesno i mora, u pravilu, pogledati u jednom smjeru.
- Veća duljina preglednosti potrebna je kod višetračnih u odnosu na dvotračne prometnice.
- Vozač mora biti u mogućnosti vidjeti veći dio vozila koje se približava kako bi mogao ustanoviti brzinu približavanja i udaljenost istog te na osnovu toga odabrati prikladnu vremensku prazninu u glavnom toku potrebnu za izvršenje skretanja ulijevo, udesno ili prijelaz preko ceste.
- Procjena trajanja vremenskih praznina između prolazaka vozila u prometnom toku postaje teža povećanjem brzine.
- Starijim vozačima potreban je dulji vremenski razmak među vozilima da bi izvršili manevar u odnosu na mlađe vozače.
- Kut skretanja povećava složenost manevra, prijedenu udaljenost, kao i vremenski interval potreban za sigurno izvršenje istog.
- Vozačima nadolazećih vozila (koji prometuju na glavnoj cesti s prednošću prolaska) također treba vrijeme percepcije i reakcije kako bi zakočili ili izvršili drugu radnju izbjegavanja vozila koje se uključilo u traku ili je presjeklo. Ovo vrijeme se povećava povećanjem broja i gustoće pristupnih cesta na glavnoj cesti.

2. Analiza postojećeg stanja raskrižja

Sukladno svemu prethodno navedenom, na raskrižju ulice Put Mostina i ulice Zagorski put u gradu Splitu koje se razmatra u ovom radu primijećeni su određeni nedostaci, odnosno problemi koji ugrožavaju sigurnost sudionika u prometu.

Raskrižje ulica Put Mostina i ulica Zagorski put u Splitu je nepravilno četverokrako, nesemaforizirano raskrižje (Slika 1.). Raskrižje je regulirano horizontalnom i vertikalnom prometnom signalizacijom (Slika 2.).



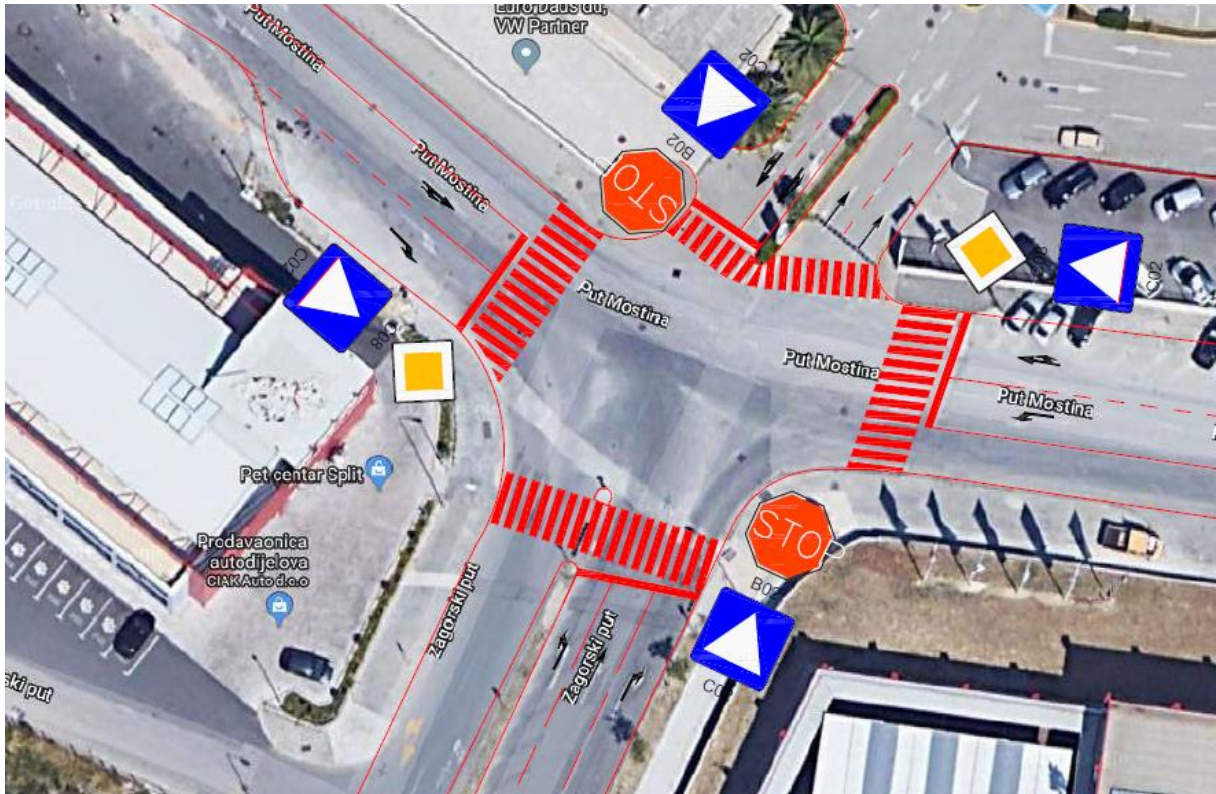
Slika 1. Raskrižje ulice Put Mostina i ulice Zagorski put

Izvor: Google maps

Glavna cesta se proteže ulicom Put Mostina, a sporedna ulicom Zagorski put. Na raskrižju je promet reguliran horizontalnom i vertikalnom prometnom signalizacijom.

Prilikom vršnih sati velike su gužve na raskrižju zbog većeg prometnog opterećenja. Ograničenje brzine na raskrižju je 50 km/h, ali dosta vozača to ne poštuje. To se posebno odnosi na vozače koji prometuju ulicom Put Mostina kojom se pruža cesta s prednošću prolaska. Upravo zbog neprilagođene brzine vozača koji se kreću ulicom Put Mostina i

nedovoljne preglednosti za vozače koji se iz ulice Zagorski put uključuju na glavni prometni tok dolazi do najvećeg broja prometnih nesreća.



Slika 2. Prikaz postojeće prometne signalizacije

S obzirom na navedene probleme raskrižja Puta Mostina i Zagorskog puta u gradu Splitu, potrebno je izvršiti rekonstrukciju raskrižja s ciljem povećanja sigurnosti sudionika u prometu i povećanja protočnosti raskrižja.

Sjeverni privoz raskrižja je prilaz poduzeću Euro Daus i stanici za tehnički pregled vozila. To je privoz najmanjeg intenziteta, što se može vidjeti u podacima o brojanju prometa. Problem ovog privoza je nepreglednost zbog građevina i posađenih ukrasnih biljaka. Također nedostatak je nepropisno označena horizontalna signalizacija (Slika 3).



Slika 3. Sjeverni privoz raskrižju

Južni privoz ima nejasno postavljenu vertikalnu signalizaciju te nejasnu i loše uočljivu horizontalnu signalizaciju (Slika 4). Pošto se radi o sporednom privozu također dodatnu opasnost za sigurno odvijanje prometa stvaraju nepropisno parkirana vozila koja smanjuju preglednost prilikom uključivanja vozila sa Zagorskog puta na Put Mostina. Najveći problem imaju lijevi skretači.



Slika 4. Južni privoz raskrižju

Kada se promatra zapadni privoz raskrižju, vidljivo je da vozači imaju lošu preglednost na vozila koja dolaze sa sjevernog privoza raskrižju (Slika 5). Također je vidljivo da je potrebno obnoviti vertikalnu i horizontalnu prometnu signalizaciju. Prilikom brojanja prometa uočen je veliki broj lijevih skretača za koje na postojećoj horizontalnoj signalizaciji ne postoji ucrtan smjer kretanja. Zbog lijevih skretača koji ulaze u raskrižje dolazi do stvaranja zastoja na južnom privozu.



Slika 5. Zapadni privoz raskrižju

Na istočnom privozu postoji trak za lijeve skretače te ne dolazi do stvaranja prometnih zastoja (Slika 6). Potrebno je obnoviti horizontalnu i vertikalnu prometnu signalizaciju, te povećati preglednost za vozila koja dolaze sa sjevernog privoza raskrižju.



Slika 6. Istočni privoz raskrižju

Izvršenom analizom raskrižja Put Mostina i Zagorski put uočen je smanjen stupanj sigurnosti sudionika u prometu, nepravilno odvijanje prometnog toka i povećanje vremena čekanja sa sporednih privoza, posebno sa južnog privoza.

3. Brojanje prometa

Brojanje prometa predstavlja jedan od glavnih ulaznih podataka pri prometnom planiranju i projektiranju. Podatci dobiveni brojanjem prometa predstavljaju stvarnu trenutačnu sliku dinamike prometnih tokova. Ti podatci se mogu sastojati od informacija kao što su: prometna opterećenja na cestovnim prometnicama, struktura prometnog toka, brzina kretanja vozila u prometnom toku, razmak između vozila u prometnom toku, smjerovi kretanja vozila u cestovnoj mreži, vršna opterećenja u određenim vremenskim rasponima i sl.

Iz takvih podataka dobiva se točna Slika o prometnim zahtjevima unutar neke zone obrade. Na temelju toga mogu se odrediti budući prometni pravci, rekonstrukcija postojeće prometne infrastrukture i napraviti reorganizacija prometnih tokova. Obzirom na razlog analiziranja postojeće situacije, (kontrolno brojanje, projektiranje novih prometnica, rekonstrukcija postojećih, određivanje signalnog plana za potrebe semaforiziranog raskrižja), potrebno je odrediti vremenske periode unutar kojih će se brojanje provoditi. Brojanja se mogu provoditi tokom jednog ili više dana, kontinuirano ili prekidno. Isto tako, potrebno je odrediti

vremenske intervale unutar jednog dana, tj. broji li se samo nekoliko specifičnih sati u danu ili kontinuirano svi sati. Postojeća podjela načina brojanja prometa je [1]:

1. ručno;
2. automatsko;
3. kamerom;
4. naplatno;
5. ručno;
6. automatsko;
7. kamerom;
8. naplatno;
9. satelitsko;
10. brojanje vozila prevezenih trajektima;
11. brojanje na parkirališnim površinama.
12. satelitsko;
13. brojanje vozila prevezenih trajektima;
14. brojanje na parkirališnim površinama.

Na raskrižju Puta Mostina i Zagorskog puta izvršeno je ručno brojanje prometa u vršnim satima opterećenja i to ujutro od 07:00 do 08:00. Promet su ručno brojila četiri brojača na raskrižju te je za svaki privoz mjeren broj vozila koja su se kretala ravno ili skretala lijevo, odnosno desno (Slika 7). Brojanje je izvršeno u intervalima po 15 minuta, a rezultati su prikazani u tablicama. Iz tablica su vidljivi podatci kao što su satna prometna opterećenja raskrižja izražena u broju vozila, satna prometna opterećenja po privozima raskrižja i struktura prometnog toka podijeljena po intervalima. Brojanje je izvršeno 20.07.2017., brojana su osobna vozila, laka teretna vozila, teška teretna vozila, motocikli i pješaci.

Prometno opterećenje raskrižja je prikazano u broju vozila i EJA¹ jedinicama kako bi se omogućila pretvorba nehomogenog prometnog toka u homogeni za određivanje propusne moći raskrižja. Veličina ekvivalenata je u funkciji vrste vozila, dužine vozila, voznodinamičkih karakteristika vozila, karakteristika puta i praktičnog zadatka koji se rješava. Relativne vrijednosti ekvivalenata pomoću kojih se pojedine vrste vozila transformiraju u ekvivalentne jedinice putničkih automobila su [2]:

1. za motocikle ($E < 1$);
2. za putničke automobile ($E = 1$);
3. za sva ostala vozila ($E > 1$).



Slika 7. Prikaz brojačkih mjesta [10]

Izvor: Google maps

Na brojačkom mjestu 1 brojana su vozila sa sjevernog privoza – izlaz iz poduzeća Euro Daus i stanice za tehnički pregled vozila. Ukupan broj vozila je 19, od čega su 4 vozila lijevi skretači, 8 desni skretači i 7 vozila koja idu ravno kroz raskrižje (Tablice 1,2,3.).

¹ EJA = ekvivalent jedinice automobila

Tablica 1. Prikaz rezultata brojanja na brojačkom mjestu 1, Lijevi skretači

Sat	Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
07:00 – 08:00	Sjeverni privoz raskrižju – ulica Put Mostina	0 – 15'	0	1	0	0	0	0
		15 – 30'	0	0	0	0	0	0
		30 – 45'	1	2	0	0	0	0
		45 – 60'	0	0	0	0	0	0
	ukupno	1	3	0	0	0	0	
Sveukupno vozila		4						
Sveukupno EJA		5,5						

Tablica 2. Prikaz rezultata brojanja na brojačkom mjestu 1, vozila koja idu ravno kroz raskrižje

Sat	Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
07:00 – 08:00	Sjeverni privoz raskrižju – Zagorski put	0 – 15'	1	0	0	0	0	0
		15 – 30'	0	1	0	0	0	0
		30 – 45'	2	2	0	0	0	0
		45 – 60'	1	0	0	0	0	0
	Ukupno	4	3	0	0	0	0	
Sveukupno vozila		7						

Sveukupno EJA	8,5
---------------	-----

Tablica 3. Prikaz rezultata brojanja na brojačkom mjestu 1, desni skretači

Sat	Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
07:00 – 08:00	Sjeverni privoz raskrižje – ulica Put Mostina	0 – 15'	1	0	0	0	0	0
		15 – 30'	0	1	0	0	0	1
		30 – 45'	2	2	0	0	0	0
		45 – 60'	1	0	0	0	0	0
	ukupno	4	3	0	0	0	0	1
	Sveukupno vozila		8					
	Sveukupno EJA		8,5					

Na brojačkom mjestu 2 brojana su vozila sa istočnog privoza, vozila koja s Puta Mostina skreću desno u poduzeće Euro Daus i stanicu za tehnički pregled vozila, lijevo na Zagorski put ili prolaze ravno kroz raskrižje (Tablice 4,5,6.).

Tablica 4. Prikaz rezultata brojanja na brojačkom mjestu 2, lijevi skretači

Sat	Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
-----	-------	---------	----------------------	-----------------	------------------	-----------	----------	---------

07:00 – 08:00	Istočni privoz raskrižju – Zagorski pput	0 – 15'	18	3	1	1	0	0
		15 – 30'	13	2	0	3	0	0
		30 – 45'	21	2	3	1	0	2
		45 – 60'	17	3	1	0	0	1
	Ukupno	69	10	5	1	0	3	
	Sveukupno vozila	85						
	Sveukupno EJA	94.7						

Tablica 5. Prikaz rezultata brojanja na brojačkom mjestu 2, vozila koja idu ravno kroz raskrižje

Sat	Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
07:00 – 08:00	Istočni privoz raskrižju – Put Mostina	0 – 15'	28	9	3	0	0	0
		15 – 30'	19	2	0	3	0	4
		30 – 45'	23	1	2	0	0	1
		45 – 60'	26	7	1	1	0	0
	Ukupno	96	19	6	4	0	5	
	Sveukupno vozila	125						
	Sveukupno EJA	139,3						

Tablica 6. Prikaz rezultata brojanja na brojačkom mjestu 2, desni skretači

Sat	Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
07:00 – 08:00	Istočni privoz raskrižju - Zagorski put	0 – 15'	2	0	2	0	0	0
		15 – 30'	0	1	0	0	0	1
		30 – 45'	1	0	2	0	0	0
		45 – 60'	0	3	0	0	0	1
	Ukupno	3	4	4	0	0	2	
	Sveukupno vozila	11						
	Sveukupno EJA	17						

U tablicama 7,8 i 9 prikazani su rezultati brojenja prometa na brojačkom jestu broj 3.

Tablica 7. Prikaz rezultata brojanja na brojačkom mjestu 3, lijevi skretači

Sat	Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
07:00 – 08:00	Južni privoz raskrižju – Put Mostina	0 – 15'	67	8	2	1	0	5
		15 – 30'	60	3	3	3	0	2
		30 – 45'	58	12	1	0	0	4
		45 – 60'	64	4	4	1	0	2
	ukupno	249	27	9	5	0	13	
Sveukupno vozila		290						
Sveukupno EJA		311						

Tablica 8. Prikaz rezultata brojanja na brojačkom mjestu 3, vozila koja idu ravno kroz raskrižje

Sat	Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
07:00 – 08:00	Južni privoz raskrižju – Zagorski put	0 – 15'	2	1	0	0	0	3
		15 – 30'	1	0	1	0	0	0
		30 – 45'	3	3	0	1	0	2
		45 – 60'	2	2	2	0	0	1
	ukupno	8	6	3	1	0	6	
Sveukupno vozila		18						

Sveukupno EJA	23,7
---------------	------

Tablica 9. Prikaz rezultata brojanja na brojačkom mjestu 3, desni skretači

Sat	Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
07:00 – 08:00	Južni privoz	0 – 15'	6	2	0	0	0	9
		15 – 30'	2	0	2	1	0	12
	ju – Put Mostina	30 – 45'	4	3	0	2	0	11
		45 – 60'	3	5	3	0	0	8
		ukupno	15	10	5	3	0	40
Sveukupno vozila		33						
Sveukupno EJA		42,1						

Na brojačkom mjestu 4 brojana su vozila sa zapadnog privoza, vozila sa Puta Mostina koja skreću lijevo u poduzeće Euro Daus i stanicu za tehnički pregled vozila, desno na Zagorski put ili prolaze ravno kroz raskrižje (Tablice 10,11,12).

Tablica 10. Prikaz rezultata brojanja na brojačkom mjestu 4, lijevi skretači

Sat	Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
07:00 – 08:00	Zapadni privoz	0 – 15'	3	2	0	0	0	0
		15 – 30'	2	1	1	0	0	2
	raskriž	30 – 45'	1	5	3	0	0	1

00	ju –	45 – 60'	2	0	1	1	0	0
	Zagorski put	ukupno	8	8	5	1	0	3
	Sveukupno vozila		22					
	Sveukupno EJA		30,7					

Tablica 11. Prikaz rezultata brojanja na brojačkom mjestu 4, vozila koja idu ravno kroz raskrižje

Sat	Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
07:00 – 08:00	Zapadni privoz raskrižju – Put Mostina	0 – 15'	12	0	2	2	0	1
		15 – 30'	9	3	0	0	0	0
		30 – 45'	7	2	2	3	0	0
		45 – 60'	15	4	1	0	0	0
		ukupno	43	9	5	5	0	1
	Sveukupno vozila		62					
	Sveukupno EJA		70					

Tablica 12. Prikaz rezultata brojanja na brojačkom mjestu 4, desni skretači

Sat	Smjer	15'-int	Osobni automobili	Laka teretna	Teška teretna	Motocikli	Autobusi	Pješaci
07:00 –	Istočni privoz	0 – 15'	37	11	2	4	0	4
		15 – 30'	28	8	4	0	0	3

08:00	raskrižju – Zagorski put	30 – 45'	43	3	1	2	0	2
		45 – 60'	21	14	7	1	0	4
		ukupno	129	35	14	7	0	13
	Sveukupno vozila	185						
	Sveukupno EJA	214,4						

3. PRIJEDLOG NOVIH RJEŠENJA ZA REKONSTRUKCIJU PREDMETNOG RASKRIŽJA

Analizirajući postojeće stanje i uočavanje svih problema, predstavljene su tri varijante rješenja za rekonstrukciju raskrižja. Svaka varijanta doprinosi povećanju sigurnosti prometa i većoj protočnosti vozila. Varijante su analizirane na temelju ukupnog broja prometa svakog privoza, uočavanja svih prednosti i nedostataka svakog privoza, te na temelju izvedene loše vertikalne i horizontalne signalizacije raskrižja.

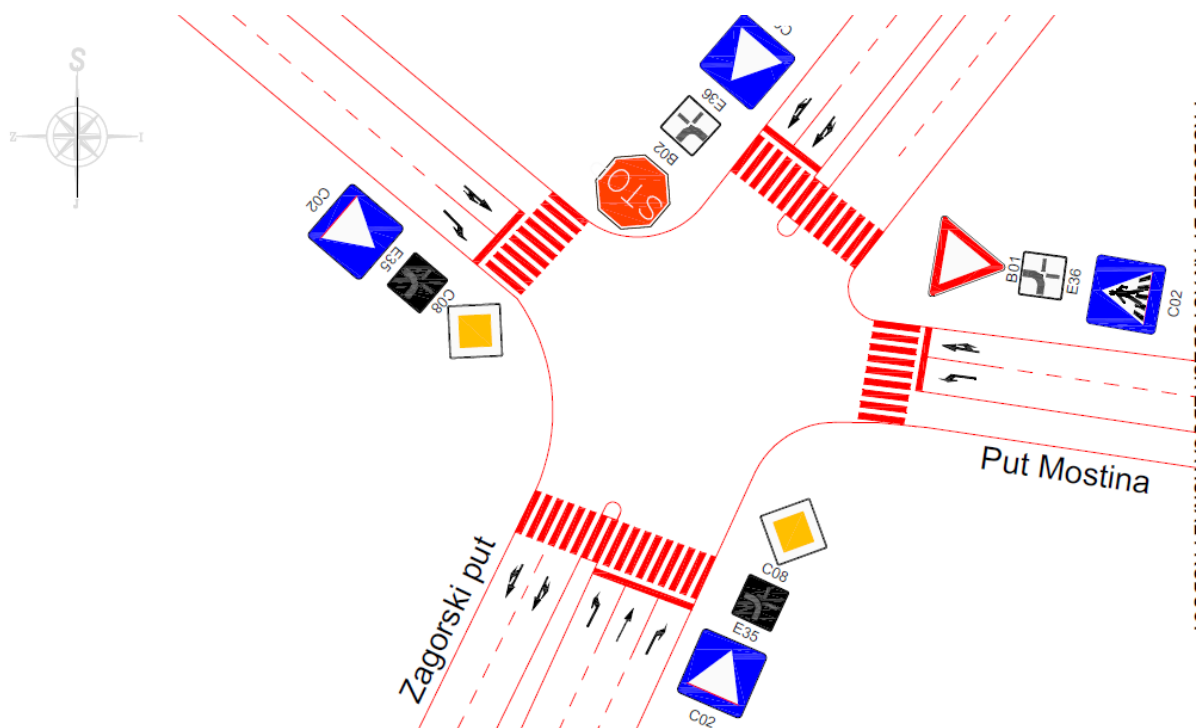
1. Varijanta 1

Varijanta 1 predstavlja promjenu horizontalne i vertikalne signalizacije raskrižja (Slika 8). Južni privoz s većim brojem prometa koji je do sada bio sporedan, postavljen je kao glavni privoz. Time je povećana propusna moć raskrižja, te su se smanjile konfliktne točke. Potrebno je postaviti znak koji obavještava vozače o cesti s prednošću prava prolaska.

Osim promjene vertikalne i horizontalne prometne signalizacije, potrebno je obnoviti postojeću vertikalnu i horizontalnu prometnu signalizaciju, koja je uslijed kišnog i oblačnog vremena praktički nevidljiva.

S ciljem povećanja preglednosti raskrižja, postavili bi se stupići na istočni i zapadni privoz raskrižju zbog vozila koja često budu parkirana u samom raskrižju.

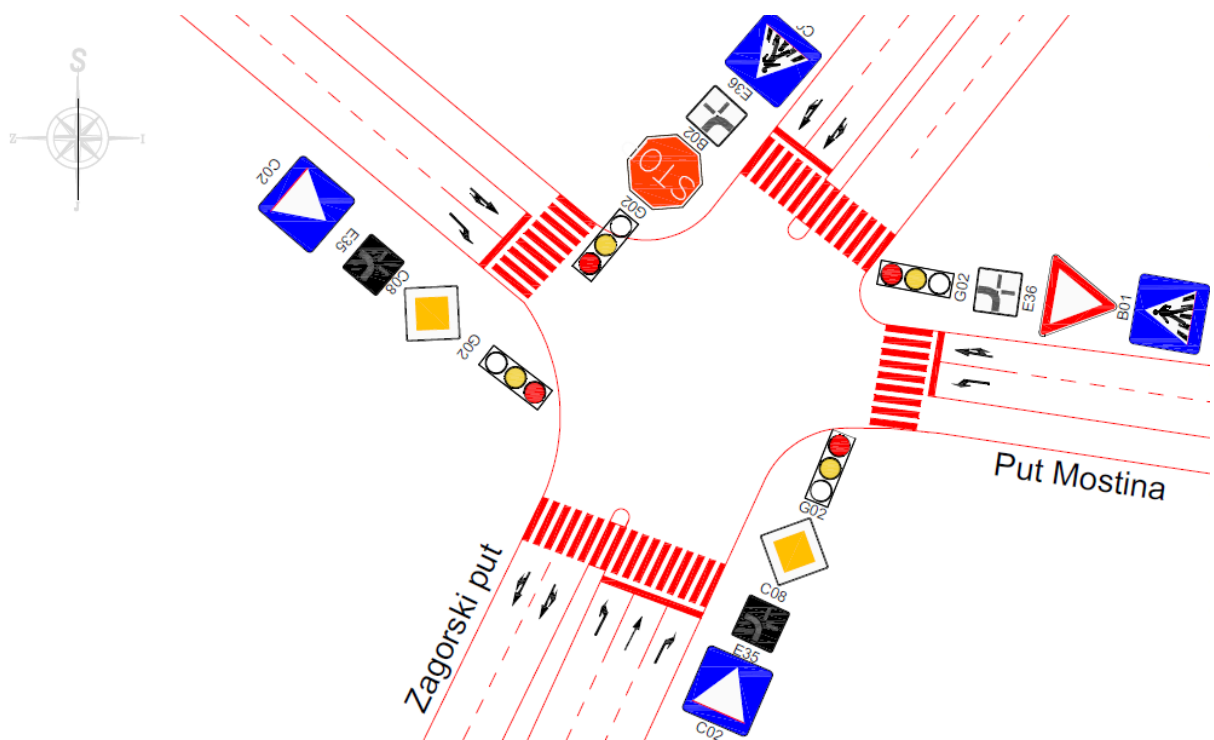
Što se tiče kretanja pješaka, potrebno je pomaknuti pješački prijelaz sjevernog privoza dalje od ruba raskrižja. Trenutni položaj pješačkog prijelaza uzrokuje zaustavljanje vozača unutar raskrižja da bi propustili pješake, a time se smanjuje propusna moć raskrižja i normalno odvijanje prometnog toka.



Slika 8. Prikaz Varijante 1 rekonstrukcije raskrižja

2. Varijanta 2

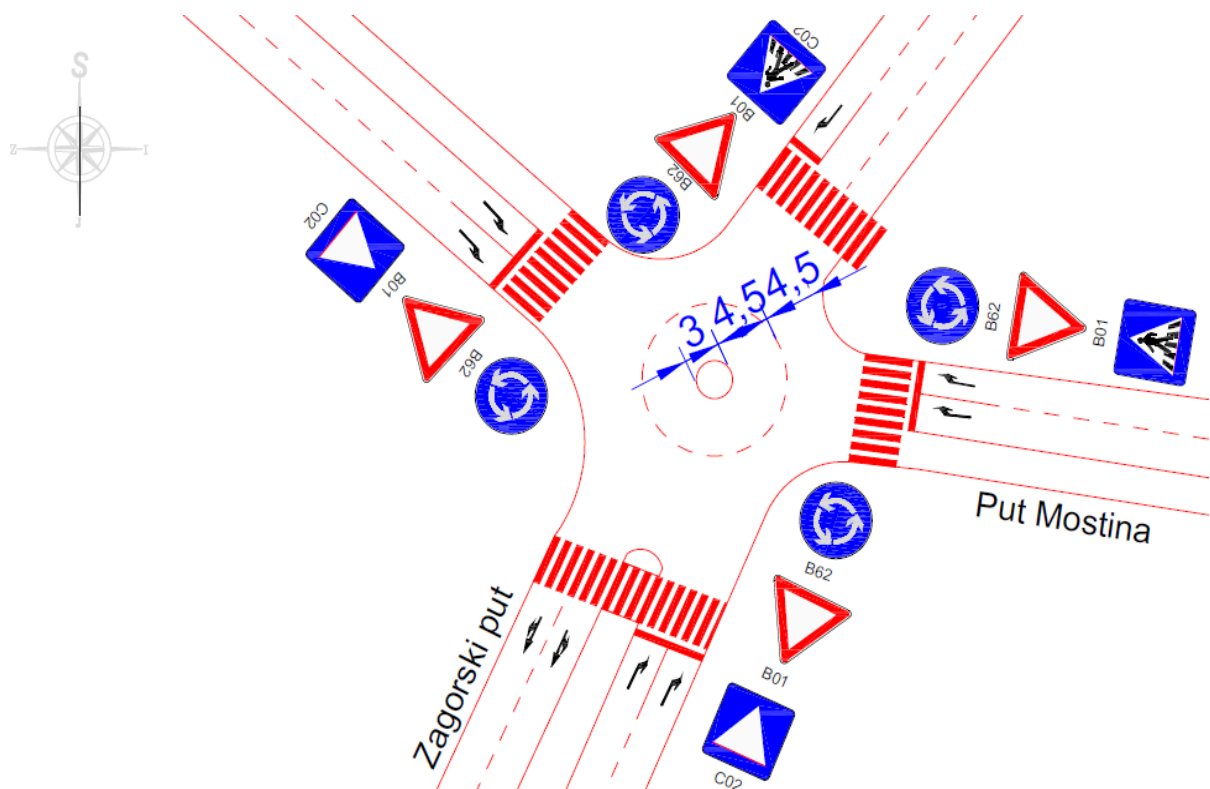
Varijanta 2 predstavlja poboljšanu verziju Varijante 1. Glavni i sporedni privoz su promijenjeni kao i u Varijanti 1, čime opstaje veća protočnost vozila kroz raskrižje. Osim toga, postavljeni su semafori. Radi slabije preglednosti sjevernog privoza zbog poslovnih zgrada i biljaka, ali i radi preglednosti ostalih privoza, postavljanje semafora je sigurnija varijanta za prolazak vozila kroz raskrižje. Osim preglednosti, sigurniji je prolazak pješaka kroz raskrižje. Osim vertikalne signalizacije, predstavljena je promijenjena i obnovljena horizontalna signalizacija koja je jednako važan segment na raskrižju (Slika 9).



Slika 9. Prikaz Varijante 2 rekonstrukcije raskrižja

3. Varijanta 3

U posljednjoj varijanti, Varijanti 3, predstavljena je izrada raskrižja s kružnim tokom prometa (Slika 10.). Uzeti su u obzir svi dosadašnji čimbenici i nedostaci raskrižja, s time da se ovom varijantom smanjila brzina prolaska kroz raskrižje, što je najveći problem ovog raskrižja jer se postavljena ograničenja ne poštuju. Predstavljeno kružno tok je izrađen u ravnini ceste zbog teretnih vozila koji posjećuju obližnji Centar za vozila i veliku trgovinu građevnog materijala i namještaja „Bauhaus“, te im je tako omogućeno dovoljno prostora za skretanje i manevriranje. Osim toga, uloženo je manje financijskih sredstava u izradu kružnog toka, nego u postavljanje semafora, koji nakon postavljanja, zahtjeva stalnu kontrolu i obnovu pojedinih elemenata. Kružnim tokom prometa riješen je problem nepreglednosti raskrižja, posebice sjevernog privoza. Izvedbom raskrižja s kružnim tokom prometa, svi privozi imaju jednaku i dostatnu preglednost. Manja raskrižja s kružnim tokom prometa određena su s vanjskim promjerom $D_v \leq 24$ (26) m. Promjer kružnog otoka je 3 – 10 m, a širina kružnog kolnika B je 4,0 – 5,0 m [3]. Promjer kružnog otoka ove varijante je 3 m, a širina kolnika 4,5 m.



Slika 10. Prikaz Varijante 3 rekonstrukcije raskrižja – raskrižje s kružnim tokom prometa

2. VREDOVANJE VARIJANTNIH RJEŠENJA REKONSTRUKCIJE RASKRIŽJA PRIMJENOM AHP METODE

Varijante rješenja rekonstrukcije raskrižja se vrednuju primjenom AHP metode za višekriterijsko odlučivanje. Višekriterijsko odlučivanje predstavlja proces optimizacije jedne ili više funkcija cilja u skupu mogućih rješenja [4].

- više kriterija (funkcija cilja, funkcija kriterija) za odlučivanje;
- više varijanti (rješenja) za izbor;
- proces izbora jedne konačne varijante.

Rješavanje složenih problema odlučivanja pomoću AHP metode temelji se na njihovom rastavljanju na niz „manjih“, lakše rješivih problema koji se nakon toga hijerarhijski rangiraju. Osnovne komponente na koje se problem rastavlja su:

- cilj;
- kriteriji;
- varijante.

Ti elementi se zatim povezuju u model s više razina (hijerarhijsku strukturu) pri čemu je na vrhu cilj, a na prvoj nižoj razini su glavni kriteriji. Kriteriji se mogu rastaviti na potkriterije, a na najnižoj razini se nalaze varijante.

Općenito, rješavanje problema pomoću AHP metode sastoji se od četiri dijela:

- strukturiranje problema;
- prikupljanje podataka;
- ocjenjivanje relativnih težina;
- određivanje rješenja problema;

Elementi AHP modela su cilj, kriteriji (potkriteriji) i varijante. Navedeni elementi povezuju model s više razina, hijerarhijsku strukturu. Na vrhu hijerarhijske strukture je cilj, na prvoj nižoj razini su glavni kriteriji, na sljedećoj nižoj su potkriteriji, a na najnižoj razini su varijante.

Prilikom definiranja korišteni su sljedeći kriteriji i potkriteriji (Slika 11.):

1. TEHNOLOŠKO-TEHNIČKA RJEŠENJA

1.1. Propusna moć

1.2. Preglednost

2. SIGURNOST

2.1. Prometne nesreće

2.2. Utjecaj na tokove pješaka

3. EKOLOŠKI I PROSTORNO URBANISTIČKI POKAZATELJI

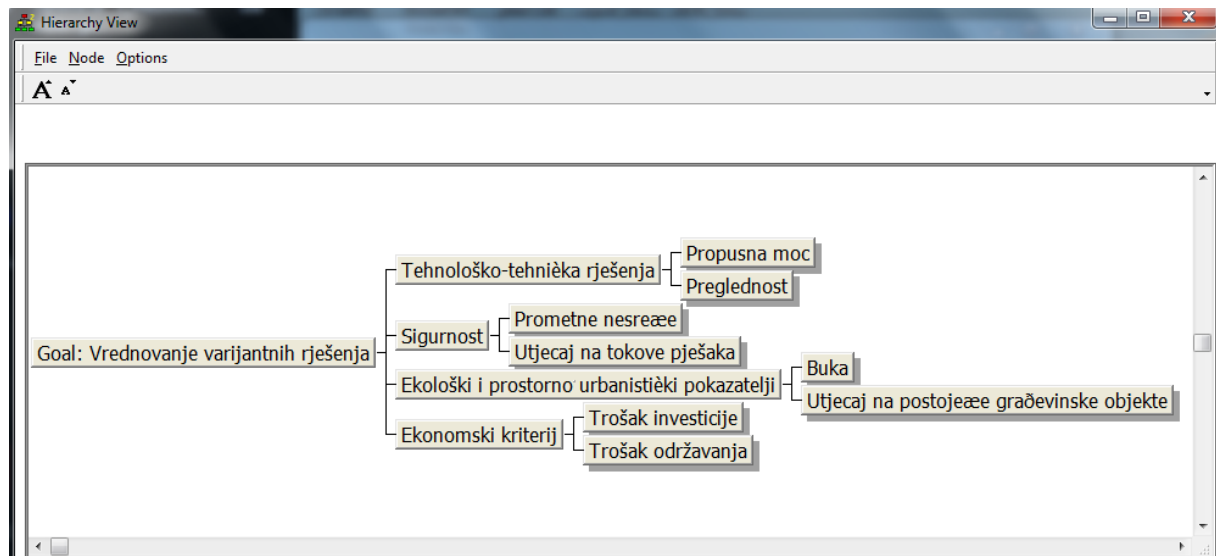
3.1. Buka

3.2. Utjecaj na postojeće građevinske objekte

4. EKONOMSKI KRITERIJ

4.1. Vrijednost investicije

4.2. Trošak održavanja



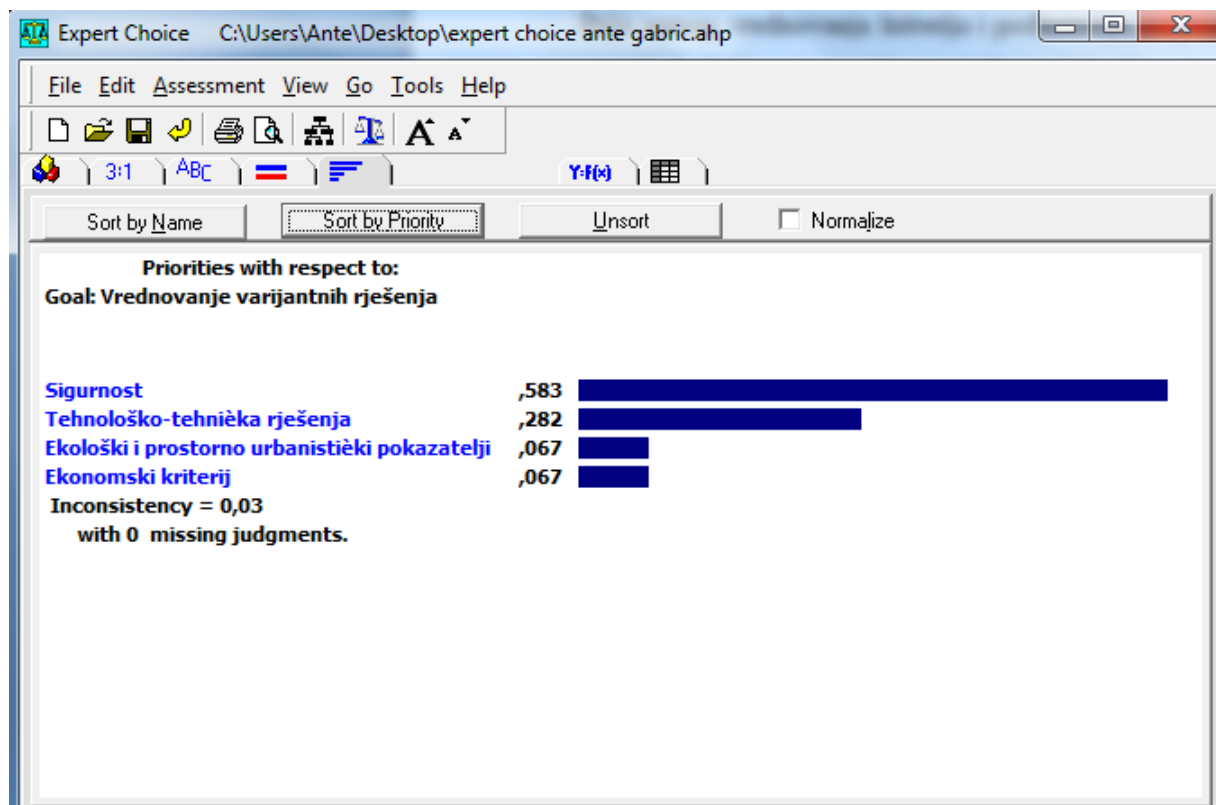
Slika 11. Hijerarhijska struktura prikazana u programskom paketu Expert Choice

Najvažniji kriterij prilikom rangiranja je sigurnost. Potkriteriji kriterija sigurnost su prometne nesreće na navedenom raskrižju i utjecaj na tokove pješaka. Sljedeći po važnosti je kriterij

tehnološko-tehnička rješenja. Potkriteriji su propusna moć i preglednost, preglednost ima veću težinu. Nakon toga slijede dva podjednako važna kriterija, a to su ekološki i prostorno urbanistički pokazatelji i ekonomski kriterij. Potkriteriji kriterija ekološki i prostorno urbanistički pokazatelji su buka i utjecaj na postojeće građevinske objekte, veću težinu ima potkriterij utjecaj na postojeće građevinske objekte. Potkriteriji ekonomskog kriterija su vrijednost investicije i trošak održavanja.

2.1. Rangiranje potkriterija i kriterija

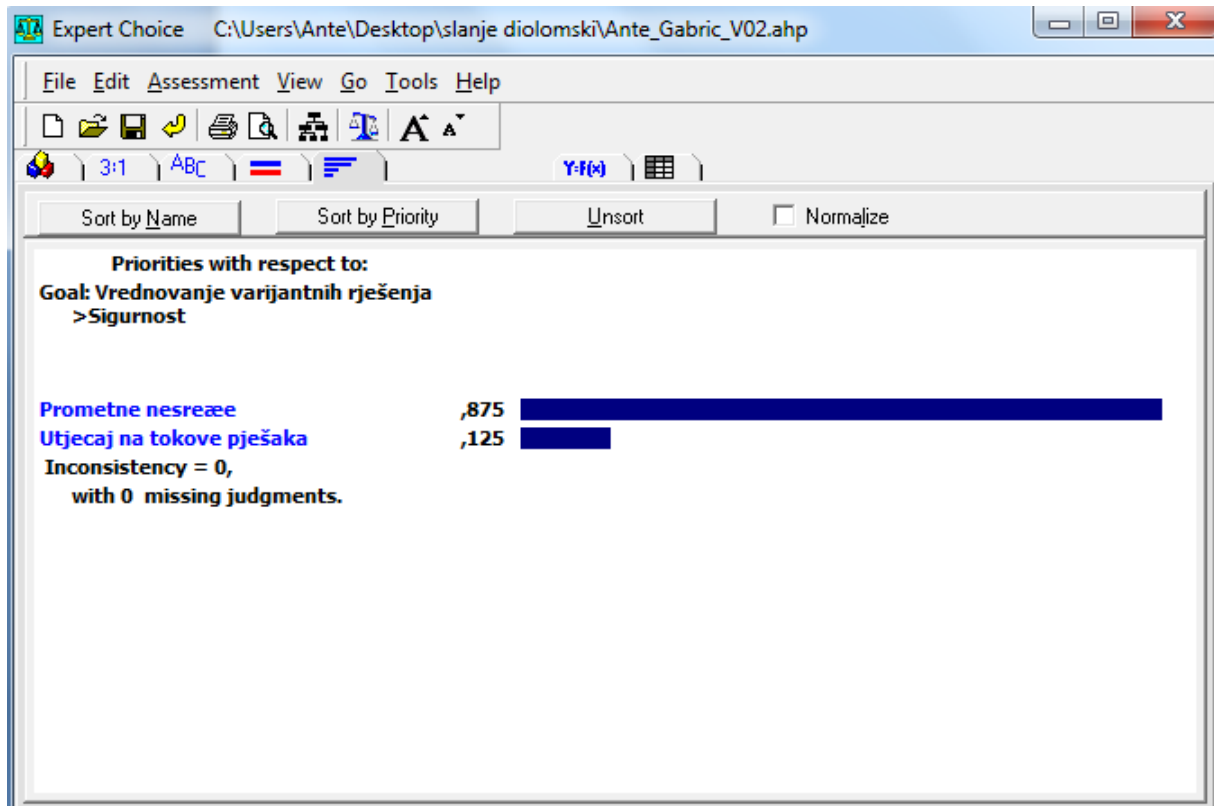
Prije vrednovanja kriterija i potkriterija vrši se njihovo rangiranje. Rangiranje kriterija i potkriterija se vrši dodjeljivanjem težina pojedinom kriteriju i potkriteriju prema Saatyjevoj skali važnosti. Težine pojedinog kriterija su prikazane na slici 12.



Slika 12. Rangiranje kriterija

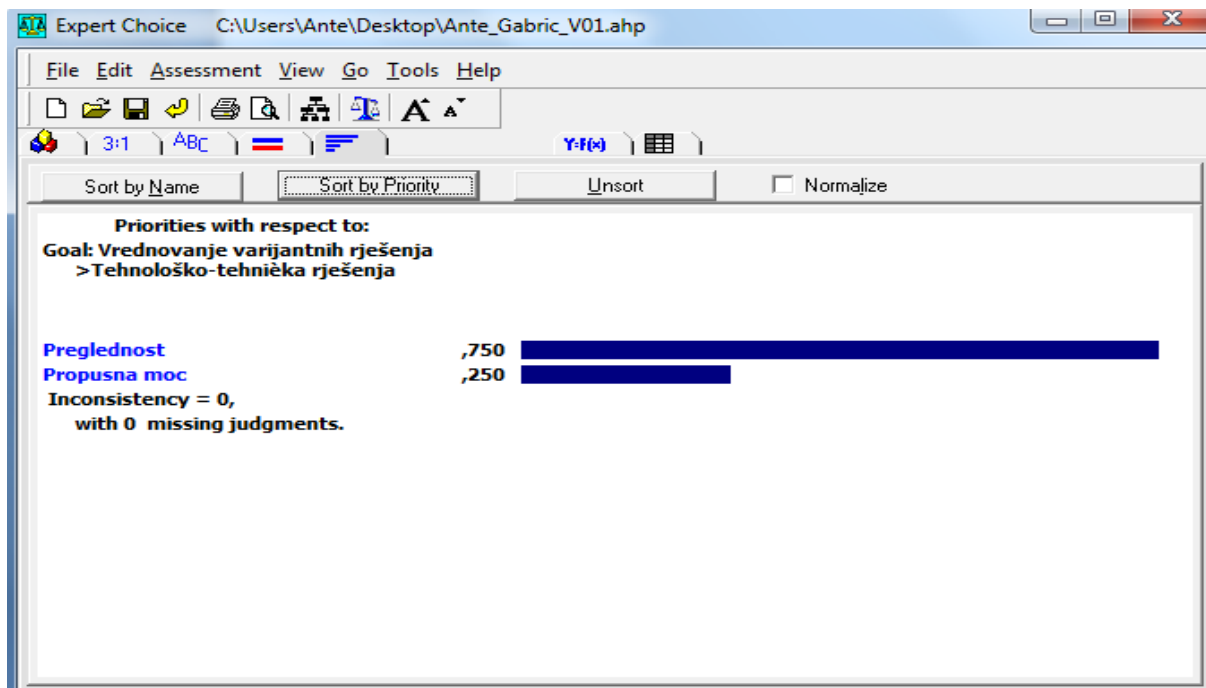
Najveća težina je dodijeljena kriteriju sigurnost zbog loše horizontalne i vertikalne signalizacije, relativno niske propusne moći raskrižja i preglednosti za vozila koja dolaze s sjevernog privoza raskrižju.

Potkriteriji kriterija sigurnost su prometne nesreće i utjecaj na tokove pješaka. Rangirani su na način da je veća težina dana potkriteriju prometne nezgode (Slika 13).



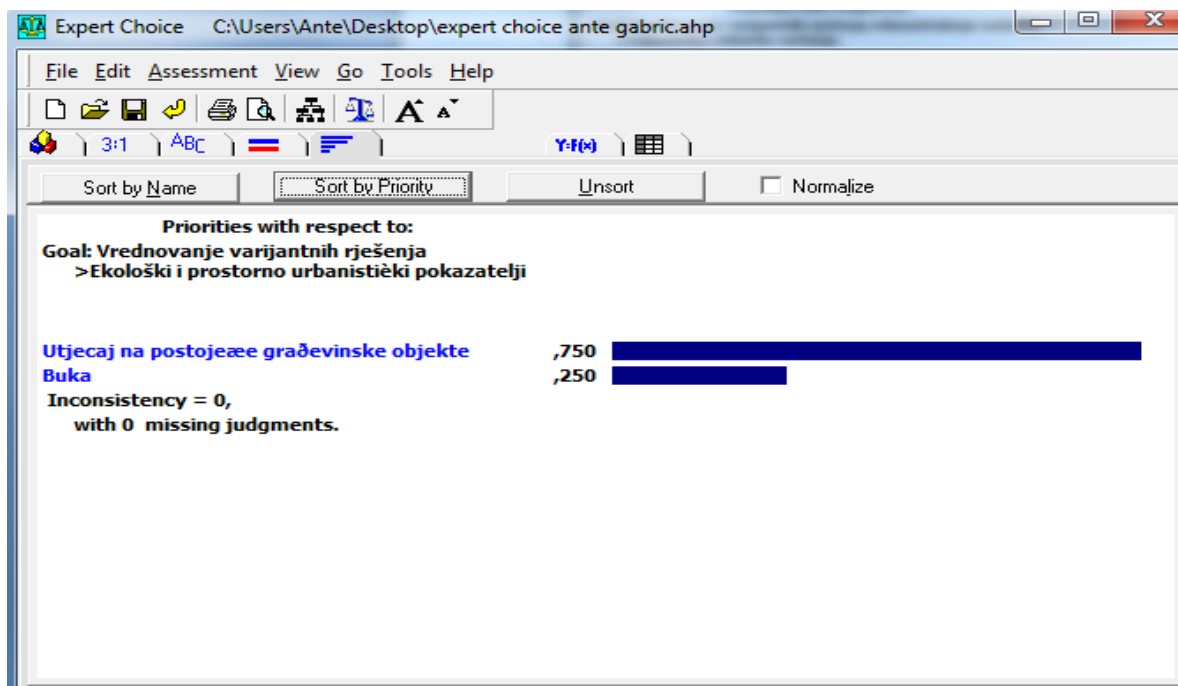
Slika 13. Rangiranje potkriterija kriterija Sigurnost

Drugi po važnosti je kriterij Tehnološko-tehnička rješenja. Potkriteriji su preglednost i propusna sposobnost raskrižja. Prilikom rangiranja potkriterija, veća važnost je dana potkriteriju preglednost, vidljivo na slici 14.



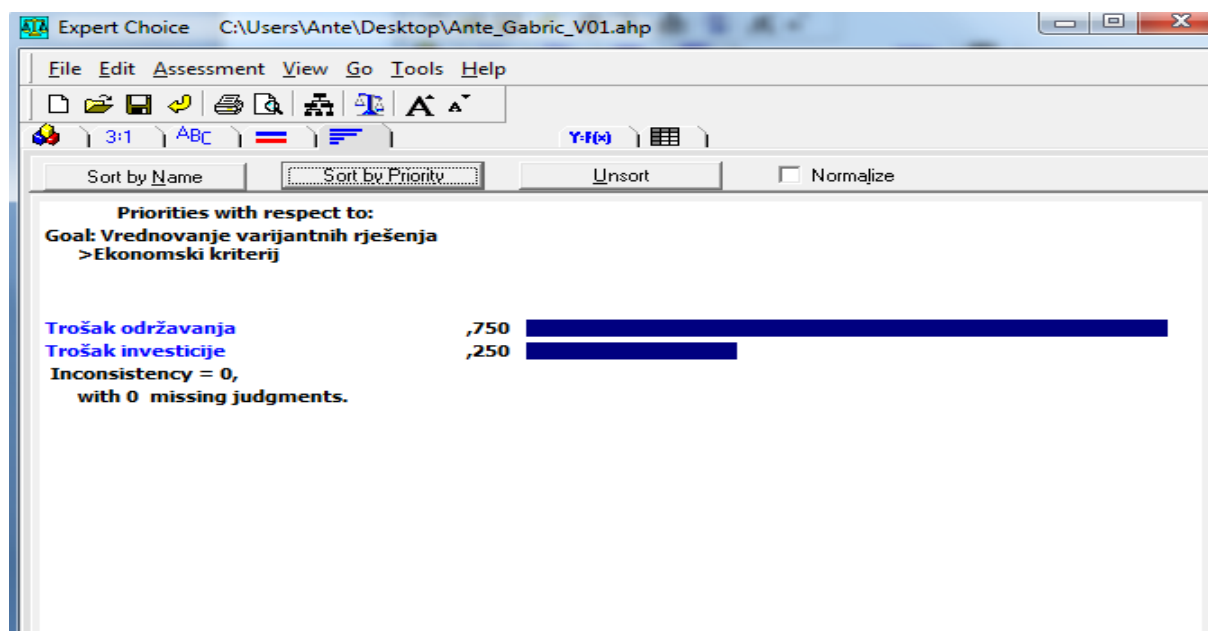
Slika 14. Rangiranje potkriterija kriterija Tehnološko-tehnička rješenja

Idući po važnosti je kriterij Ekološki i prostorno urbanistički pokazatelji. Potkriteriji ovog kriterija su utjecaj na postojeće građevinske objekte i buka (Slika 15.). Prilikom rangiranja potkriterija, veća je važnost dana potkriteriju utjecaj na postojeće građevinske objekte, zato što se dosta gledalo na uklopljenost raskrižja u postojeću infrastrukturu i samu okolinu raskrižja. Također vrlo je bitan potkriterij buke zbog utjecaja na životne navike okolnog stanovništva.



Slika 15. Rangiranje potkriterija kriterija Ekološki i prostorno urbanistički pokazatelji

Zadnji po važnosti je Ekonomski kriterij. Podkriteriji ovog kriterija su trošak investicije i trošak održavanja. Prilikom rangiranja, veća težina je dana potkriteriju trošak održavanja gledajući dugoročno na zahtjeve održavanja rekonstruiranog raskrižja (Slika 16.).



Slika 16. Rangiranje potkriterija Ekonomskog kriterija

2.2. Vrednovanje varijantnih rješenja primjenom AHP metode

Vrednovanje varijantnih rješenja rekonstrukcije raskrižja Put Mostina i Zagorski put izvršeno je putem AHP metode u programskom softveru Expert Choice. Vrednovanje varijantnih rješenja se provodi tako da se za svaki kriterij i potkriterij odabire najpovoljnija varijanta, te se tako dolazi di optimalne varijante (cilja).

U tablicama koje slijede, (Tablica 13. – Tablica 22), prikazano je vrednovanje varijanti s obzirom na kriterije i potkriterije. Prvi kriterij je Tehnološko-tehnička rješenja, potkriteriji su propusna sposobnost i preglednost.

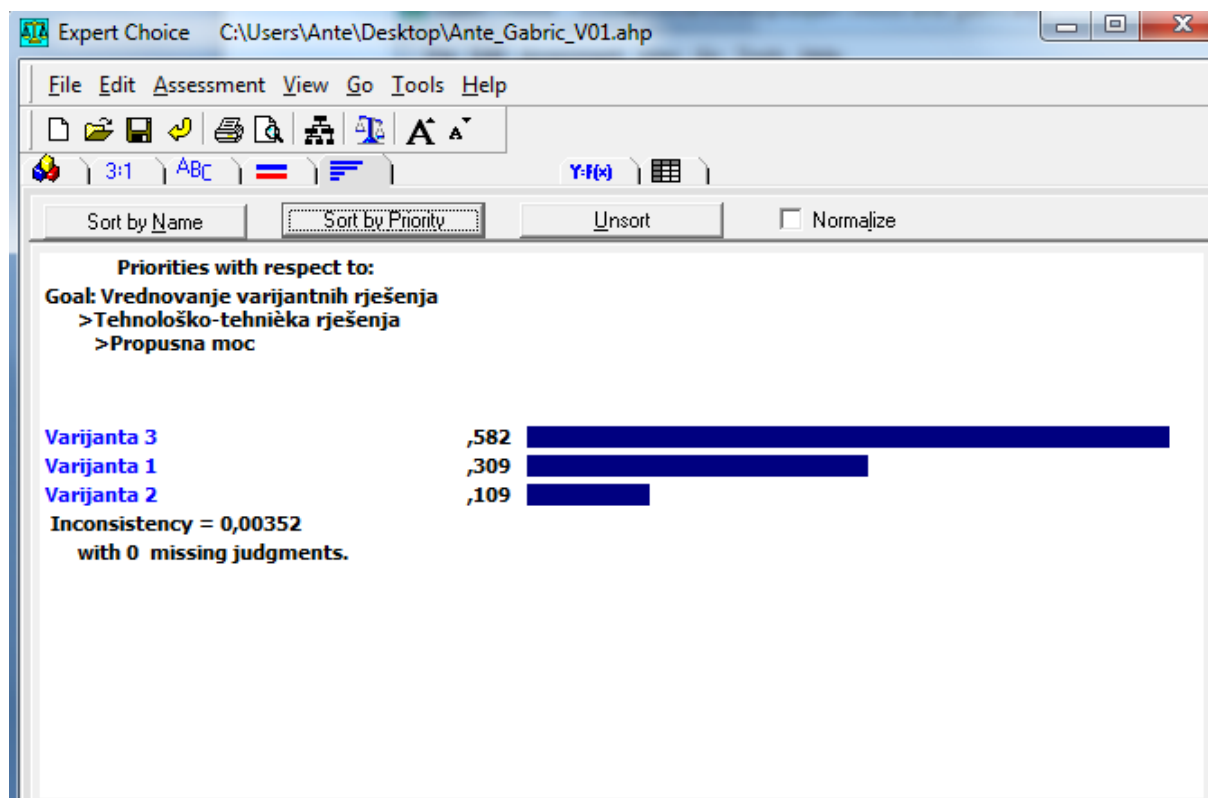
Prvi potkriterij potkriterij kriterija tehnološko tehnička rješenja je propusna moć raskrižja. Propusna moć je utvrđena prema formuli[2]:

$$N = 1000 \times \frac{\text{brojvozila}}{\text{razmakizmeđuvozila}}$$

Mjerna jedinica propusne moći je voz/dan. Propusna moć prema varijantama je prikazana u tablici 13, a na slici 17 je prikazano vrednovanje varijanti prema potkriteriju propusna moć.

Tablica 13. Rangiranje varijanti prema potkriteriju propusna moć

Varijante	Propusna moć [voz/dan]	Rang
Varijanta 1	21.358,00	2
Varijanta 2	18.960,00	3
Varijanta 3	25.785,00	1



Slika 17. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Propusna moć

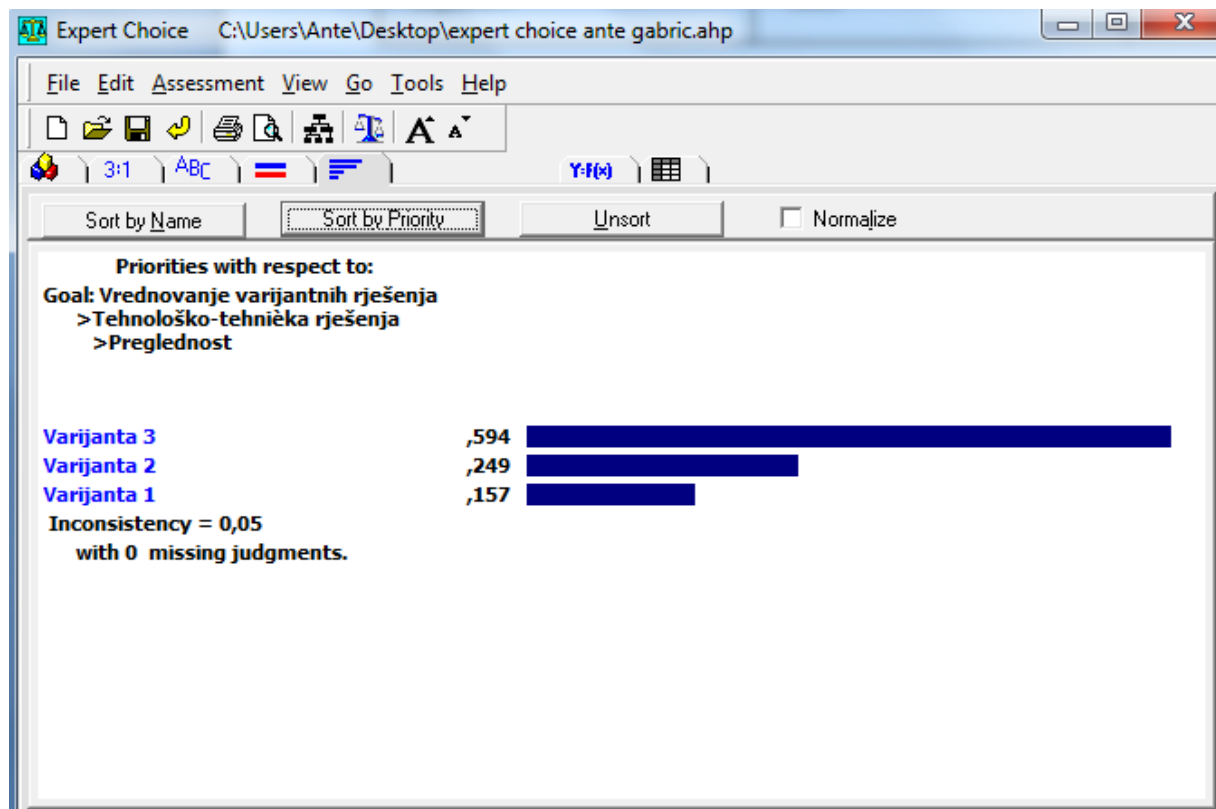
Drugi potkriterij tehnološko-tehničkog kriterija je preglednost. Potkriterij preglednosti nije mjeran, nego je određen opisno. Pri opisu preglednosti se pazilo na sigurno uključivanje vozila sa svih privoza raskrižju i na mogućnost izbjegavanja sudara.

Rangiranje varijanti je prikazano u tablici 14, a vrednovanje prema potkriteriju preglednost na slici 18. Na kraju je prikazano rangiranje varijanti prema kriteriju Tehnološko-tehnička rješenja (Slika 19).

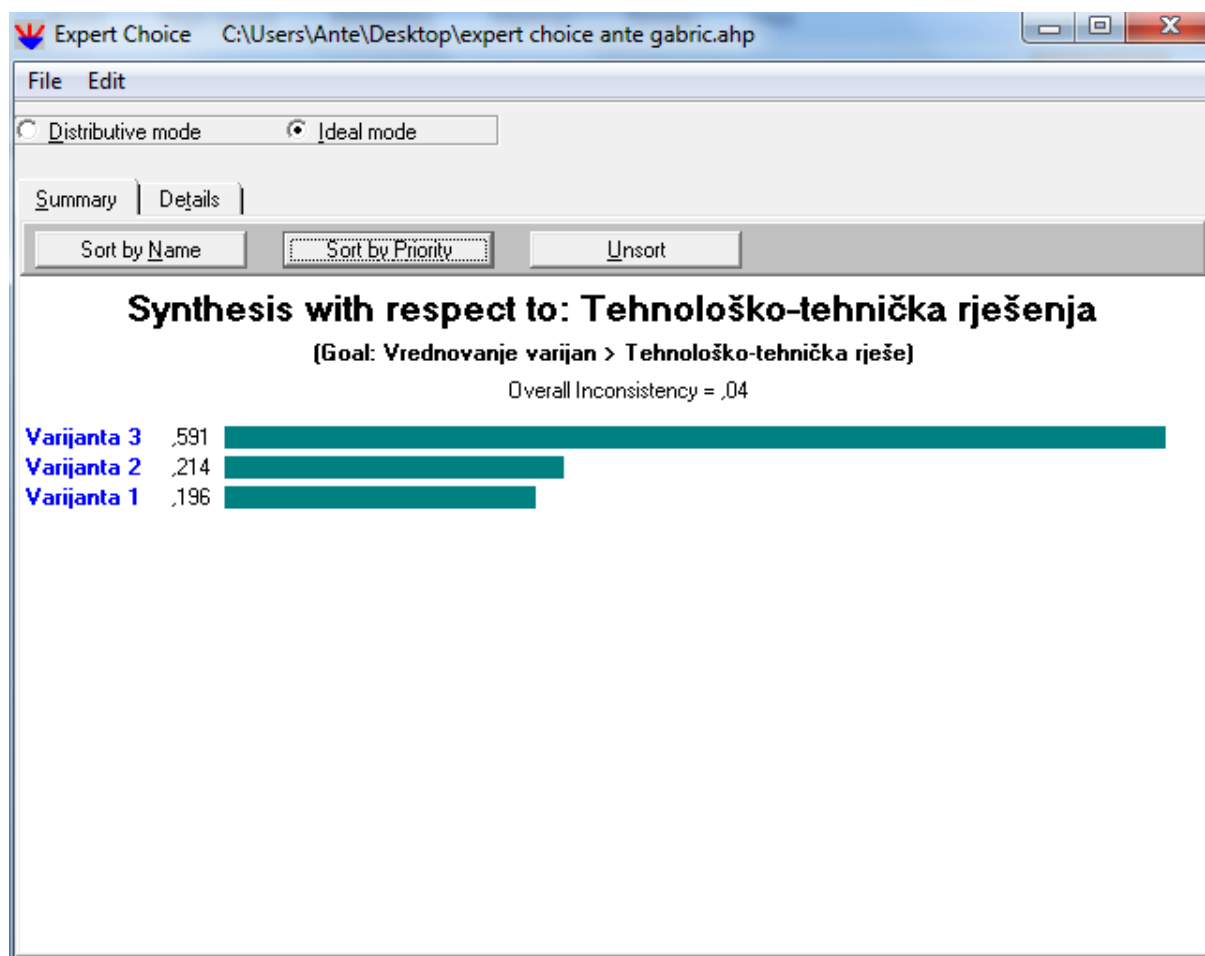
Tablica 14. Rangiranje varijanti prema potkriteriju preglednost

Varijante	Preglednost	Rang
Varijanta 1	Nedovoljna	3
Varijanta 2	Dostatna	2
Varijanta 3	Velika	1

Preglednost je jako bitna za kretanje vozača u raskrižju kako bi pravovremeno reagirali na moguće situacije u raskrižju i izbjegli mogući sudar. Najmanju preglednost u raskrižju ima Varijanta 1 i to najviše zbog vozača sa sjevernog privoza kojima je preglednost zaklonjena objektima i visokom ogradom prostora tvrtke Euro Daus d.d. Varijantom 2 predlaže se izvedba raskrižja upravljano promjetnim svjetlima koja bi povisila razinu preglednosti raskrižja. U varijanti 3 bi se građevinskim zahvatom uklonila ograda i manji dio objekta uz samo raskrižje tako da bi ova varijanta imala najveću preglednost.



Slika 18. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Preglednost

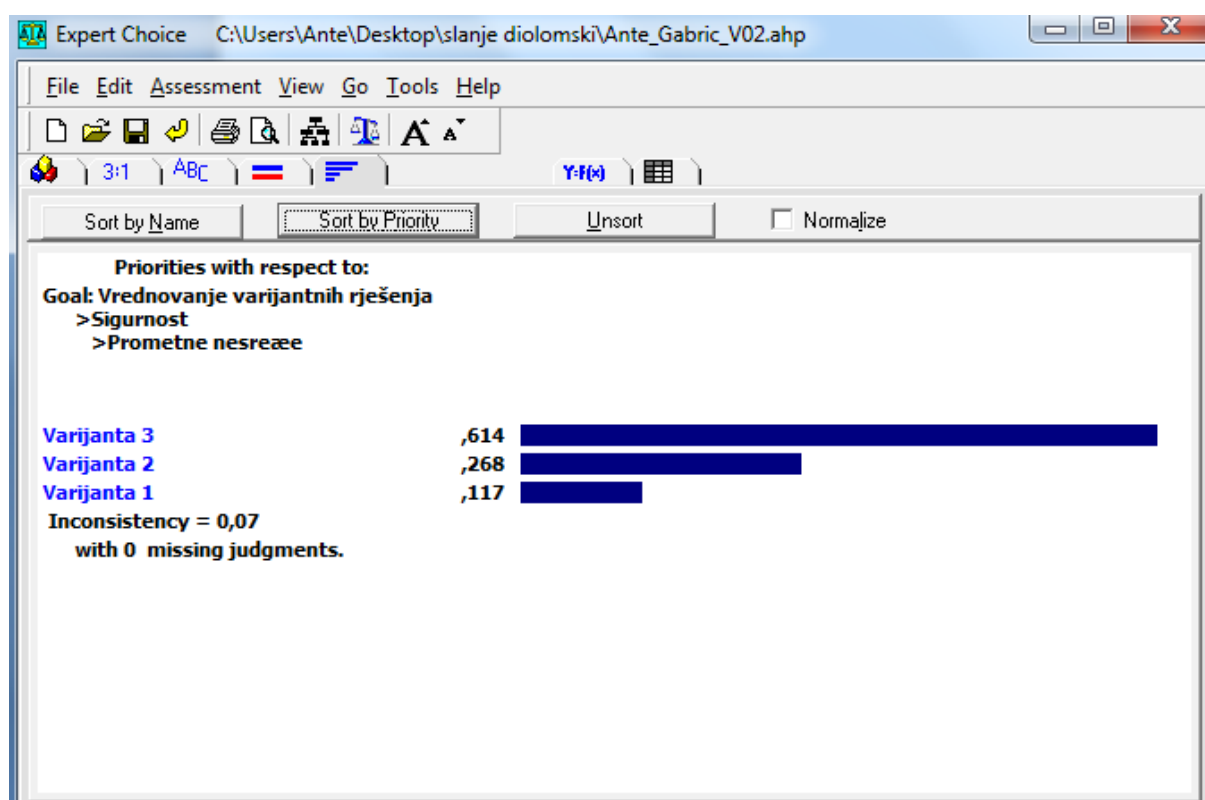


Slika 19. Vrednovanje varijanti prema kriteriju Tehnološko-tehnička rješenja

Sljedeći kriterij je Sigurnost. Potkriteriji ovog kriterija su prometne nesreće i utjecaj na tokove pješaka. Rangiranje varijanti s obzirom na potkriterij prometne nezgode je prikazan u tablici 15, a vrednovanje varijanti s obzirom na navedeni potkriterij je prikazano na slici 20.

Tablica 15. Rangiranje varijanti s obzirom na potkriterij Prometne nezgode

Varijante	Prometne nesreće	Rang
Varijanta 1	Manje	3
Varijanta 2	Rijetko	2
Varijanta 3	Vrlo rijetko	1



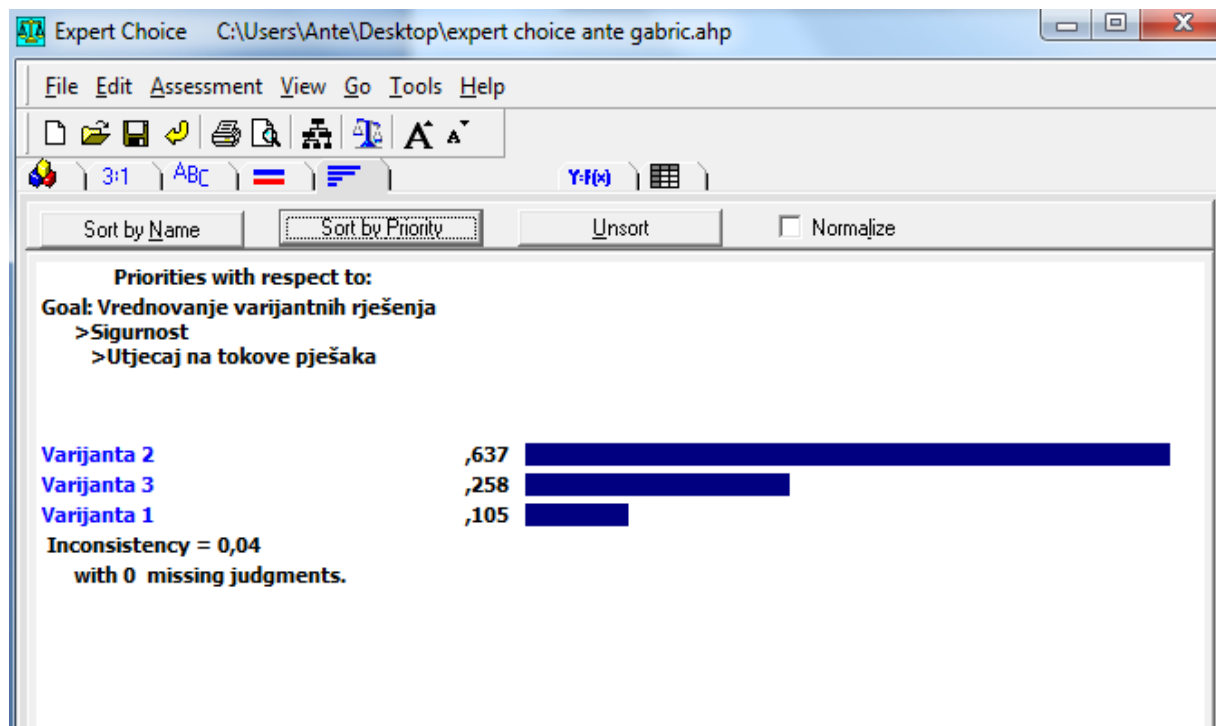
Slika 20. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Prometne nesreće

Prometne nesreće ovise o preglednosti na samom raskrižju i o konfliktnim točkama na raskrižju pa su na taj način varijante rangirane.

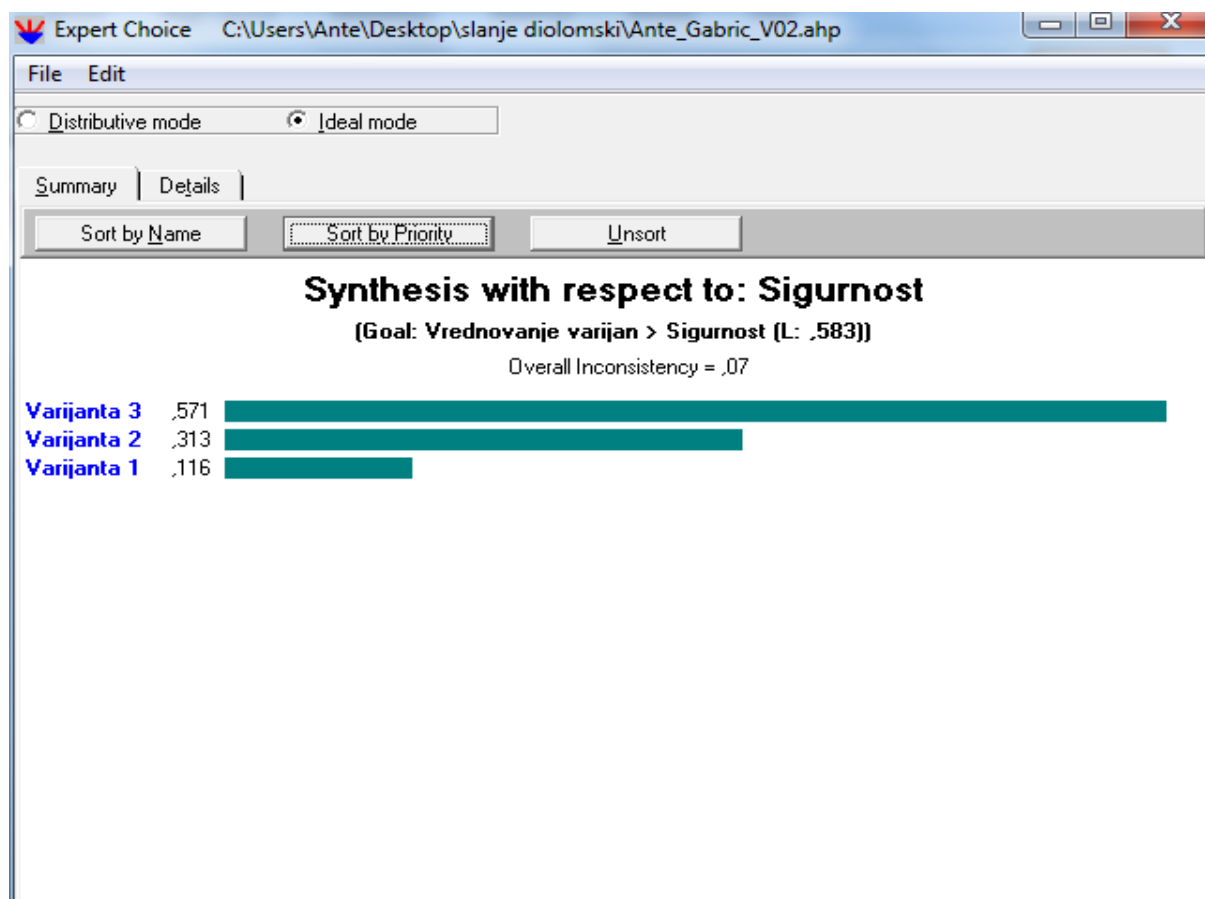
Tablica 16. Rangiranje varijanti s obzirom na potkriterij Utjecaj na tokove pješaka

Varijante	Utjecaj na tokove pješaka	Rang
Varijanta 1	Velik	3
Varijanta 2	Mali	1
Varijanta 3	Srednji	2

Sljedeći potkriterij kriterija Sigurnost je Utjecaj na tokove pješaka na raskrižju. Poznato je da je semaforizacijom omogućeno nesmetano kretanje po signalnim skupinama, kako vozila tako i pješaka te se prema potkriteriju Utjecaj na tokove pješaka, varijanta semaforizacije smatra se optimalnom. Rangiranje varijanti prema potkriteriju Utjecaj na tokove pješaka je prikazano u tablici 16, a vrednovanje varijanti na slici 21. Na kraju je prikazano vrednovanje varijanti prema kriteriju Sigurnost (Slika 22).



Slika 21. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Utjecaj na tokove pješaka



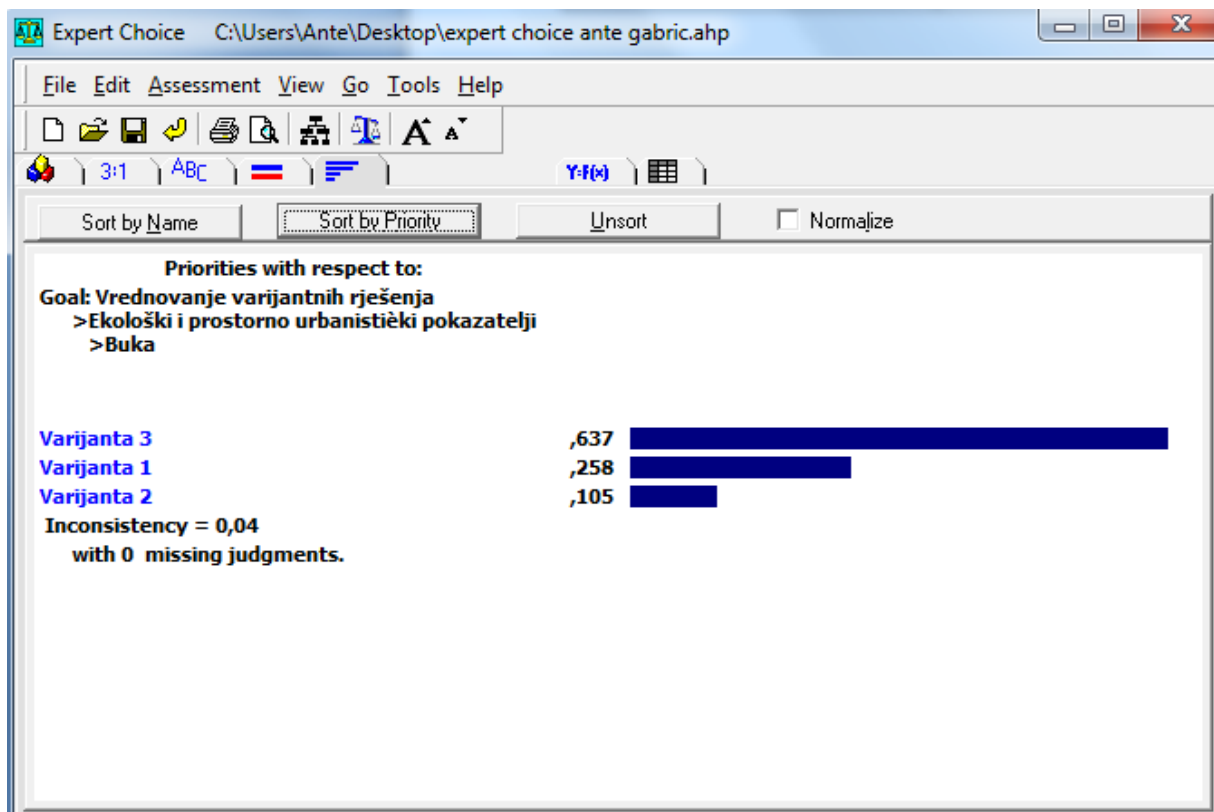
Slika 22. Vrednovanje varijanti prema kriteriju Sigurnost

Idući kriterij je Ekološki i prostorno urbanistički pokazatelji. Potkriteriji ovog kriterija su Buka i Utjecaj na postojeće građevinske objekte.

Na promatranom raskrižju nije bilo mogućnosti za mjerenje buke pa je potkriterij buke određen opisno prema varijantama. Rangiranje varijanti je prikazano u tablici 17., a vrednovanje varijanti na slici 23.

Tablica 17. Rangiranje varijanti prema potkriteriju Buka

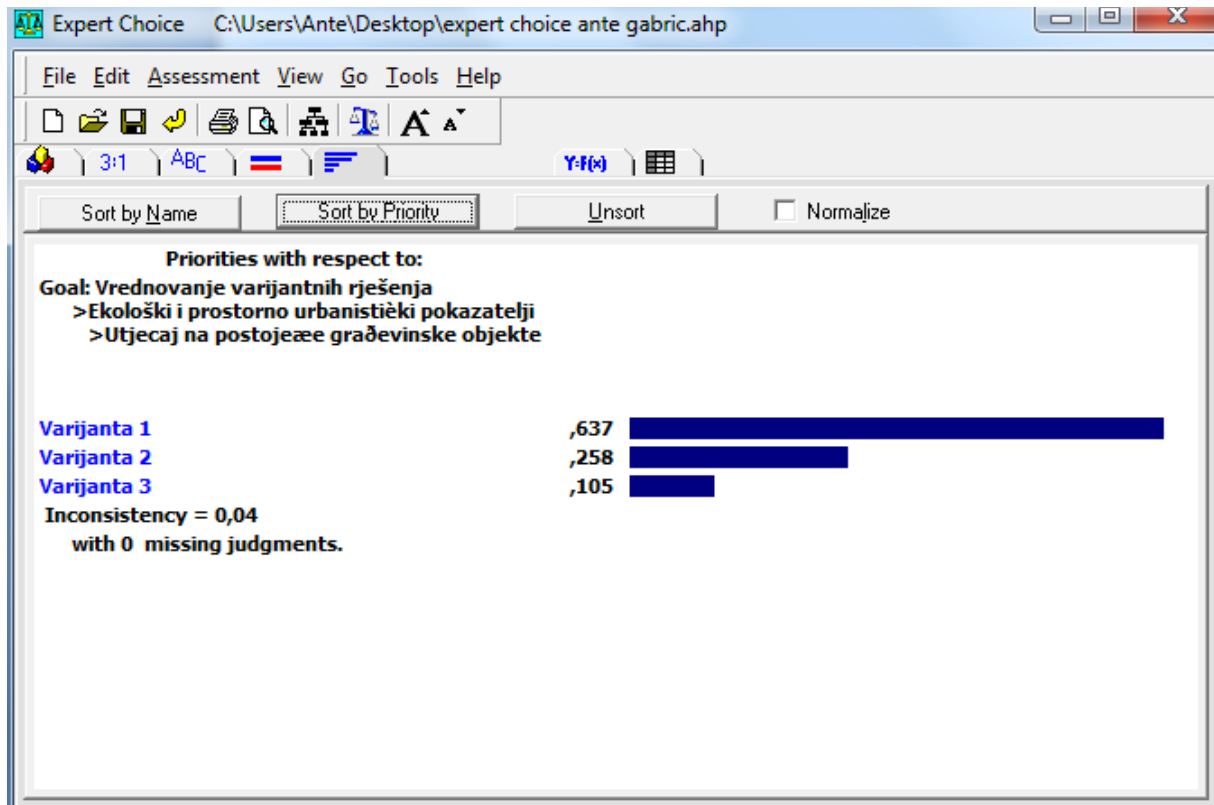
Varijante	Buka	Rang
Varijanta 1	Srednja	3
Varijanta 2	Niska	2
Varijanta 3	Iznimno niska	1



Slika 23. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Buka

Kao što je vidljivo na slici 23, najveću težinu ima Varijanta 3, odnosno raskrižje s kružnim tokom prometa. Boku na raskrižju stvaraju zastoji i izrazita ubrzanja ili usporenja. Za raskrižje s kružnim tokom prometa prema potkriteriju Buka može se reći da je optimalno. Uzrok tome je mogućnost uočavanja vozila u raskrižju, a samim time nema ni izrazitih ubrzanja ni usporenja. Rijetko se javljaju zastoji, vozači mogu procijeniti vremenske praznine za uključenje u kružni tok i prolazak raskrižjem. Promatramo li Varijantu 1, vidljivo je da potkriterij buke ima veću vrijednost zbog izrazitih ubrzanja i usporenja te zastoja na promatranom raskrižju. Što se tiče Varijante 2, ona nije ni optimalna ni nepovoljna. Dobrom regulacijom semaforizacije na raskrižju moguće je smanjiti čekanje na raskrižju i ubrzavanje, odnosno usporavanje vozila na raskrižju.

Sljedeći potkriterij je Utjecaj na postojeće građevinske objekte. Varijante su rangirane u tablici 18. Rangiranje varijanti je vidljivo na slici 24.

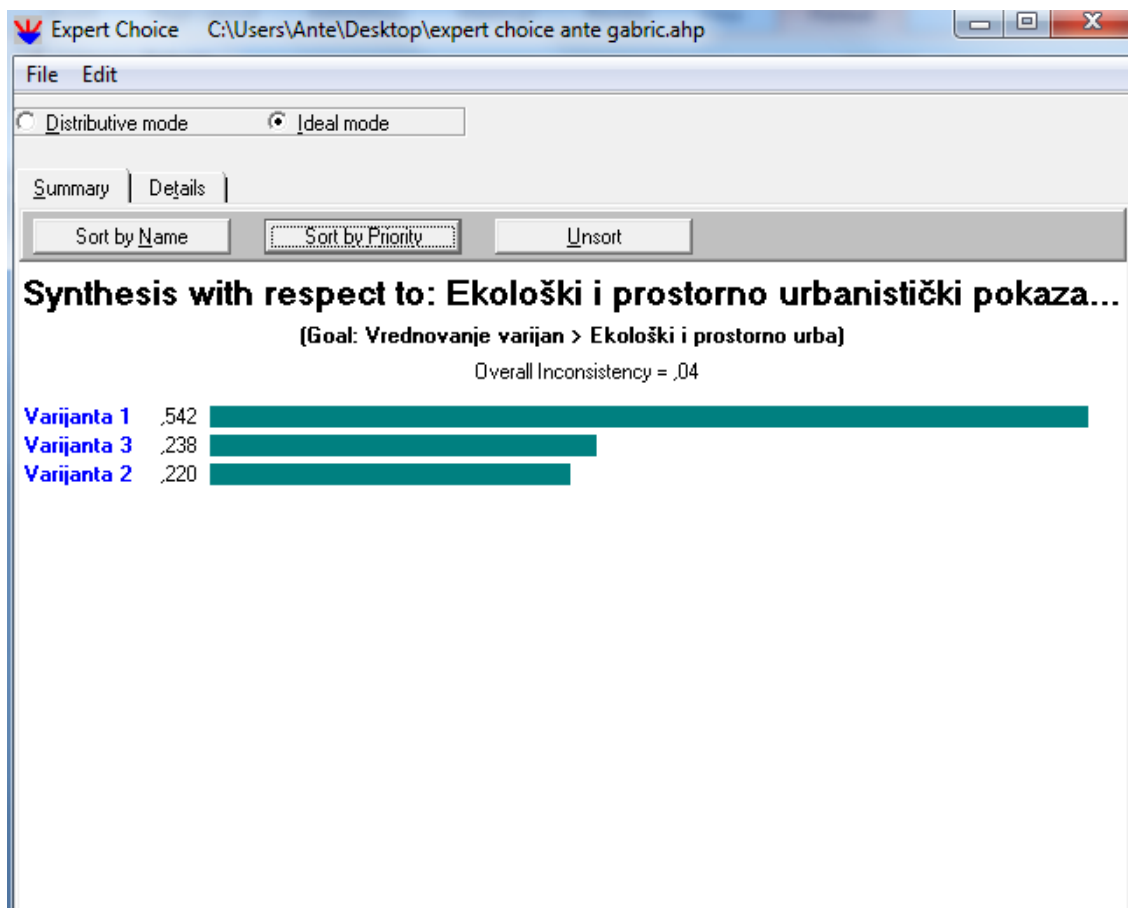


Slika 24. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Utjecaj na postojeće građevinske objekte

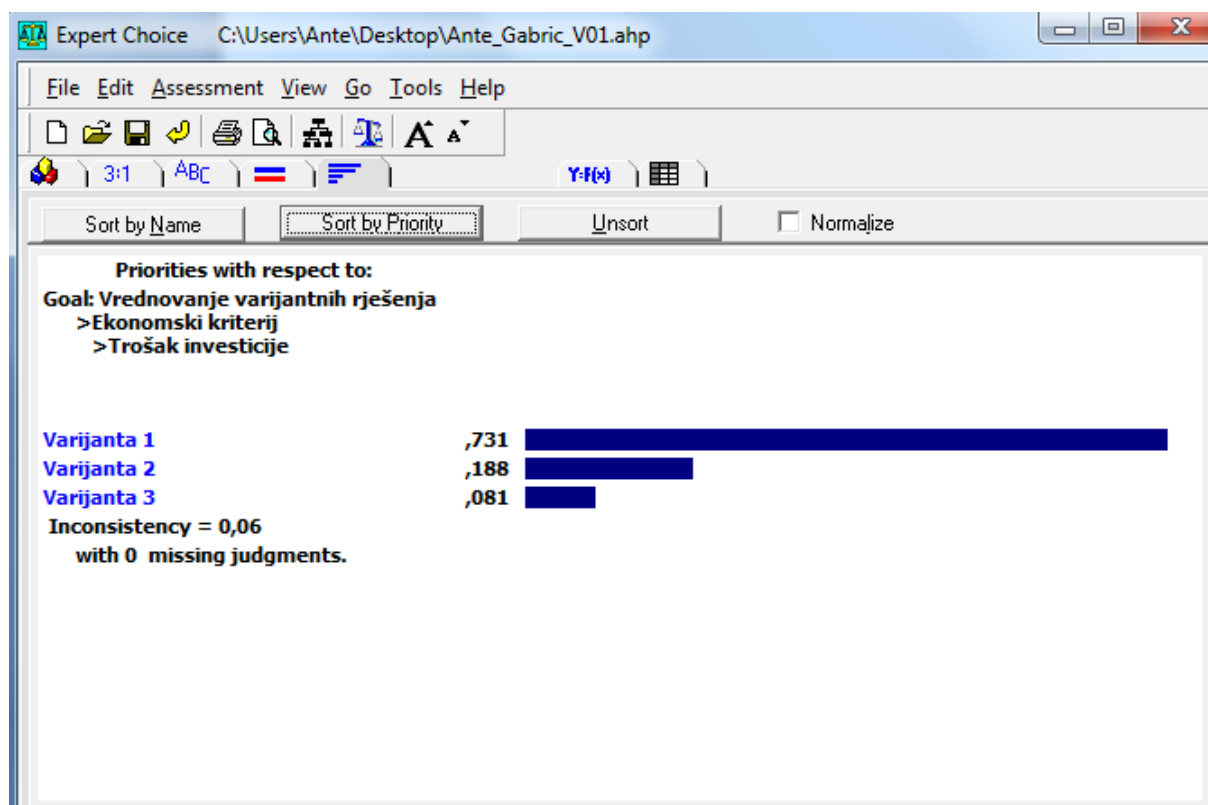
Optimalna varijanta prema potkriteriju Utjecaj na postojeće građevinske objekte je Varijanta 1, zato što kod Varijante 1 dolazi do promjene vertikalne i horizontalne signalizacije koja ne utječe na postojeće građevinske objekte. Kod Varijante 2, dolazi do semaforizacije raskrižja. Ovaj tip rekonstrukcije raskrižja ima mali utjecaj na postojeće građevinske objekte. Varijanta 3 predstavlja izgradnju raskrižja s kružnim tokom prometa, te je kod ove varijante rekonstrukcije raskrižja potreban otkup dijela zemljišta zbog samog oblikovanja raskrižja. To se posebno odnosi na sjeverni privoz raskrižju jer je na ovom privozu potreban otkup rubnog dijela zemljišta koncerna Euro Daus.

Tablica 18. Rangiranje varijanti prema potkriteriju Utjecaj na postojeće građevinske objekte

Varijante	Utjecaj na postojeće građevinske objekte	Rang
Varijanta 1	Nema utjecaja	1
Varijanta 2	Mali utjecaj	2
Varijanta 3	Srednji utjecaj	3



Slika 25. Vrednovanje varijanti prema kriteriju Ekološki i prostorno urbanistički pokazatelji



Slika 26. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Trošak investicije

Prvi potkriterij Ekonomskog kriterija je trošak investicije. U tablicama 19., 20. i 21. su prikazani troškovi za rekonstrukciju raskrižja po varijantama. Vidljivo je da je ekonomski najisplativija Varijanta 1, a najskuplja je Varijanta 3, odnosno izgradnja raskrižja s kružnim tokom prometa.

Tablica 19. Proračun troškova za Varijantu 1

R.b.	Opis radova	Jedinična cijena [kn]	Jedinica obračuna	Količina	Ukupna cijena [kn]
HORIZONTALNO VERTIKALNO OZNAČAVANJE I					
	Vertikalno označavanje				
1.	Prometni znak (prosjek - ovisi o refleksiji)	650	kom	10	6.500,00
2.	Postavljanje prometnog znaka	70	kom	10	702
	Horizontalno označavanje				
3.	Linije	3,5	m ¹	130	455
4.	Strjelica jednosmjerna	95	kom	8	760
5.	Strjelica dvosmjerna	125	kom	4	500
6.	Pješački prijelaz	25	m ²	73,2	1.825,00
PROMETNO TEHNOLOŠKI PROJEKTI -					
7.	Idejno prometno rješenje		projekt	1	2.000,00
8.	Glavni i izvedbeni projekt		projekt	1	2.500,00
	UKUPNO [kn]				15.240,00

Tablica 20. Proračun troškova za Varijantu 2

R.b.	Opis radova	Jedinična cijena [kn]	Jedinica obračuna	Količina	Ukupna cijena [kn]
HORIZONTALNO I VERTIKALNO OZNAČAVANJE					
Vertikalno označavanje					
1.	Prometni znak (prosjek - ovisi o refleksiji)	650	kom	10	6.500,00
2.	Postavljanje prometnog znaka	70	kom	10	700
Horizontalno označavanje					
3.	Linije	3,5	m ¹	130	455
4.	Strjelica jednosmjerna	95	kom	8	760
5.	Strjelica dvosmjerna	125	kom	4	500
6.	Pješački prijelaz	25	m ²	73,2	1.825,00
SVJETLOSNA SIGNALIZACIJA					
7.	Semaforski uređaj	7.000,00	kom	4	28.000,00
8.	Postavljanje semaforškog uređaja	1.000,00	kom	4	4.000,00
PROMETNO TEHNOLOŠKI PROJEKTI					
9.	Idejno prometno rješenje		projekt	1	2.000,00
10.	Glavni i izvedbeni projekt		projekt	1	2.500,00
UKUPNO [kn]					47.240,00

Tablica 21. Proračun troškova za Varijantu 3

R.b.	Opis radova	Jedinična cijena [kn]	Jedinica obračuna	Količina	Ukupna cijena [kn]
GRAĐEVINSKI RADOVI					
Pripremni radovi					
1.	Rezanje asfalta	18,5	m ¹	85	1.572,5
2.	Raskopavanje asfalta i odvoz	36,8	m ²	128	4.710,40
3.	Izrada gornjeg stroja, sabijanje, poravnavanje, dovoz materijala	159,9	m ³	230	36.777,00
Asfaltiranje					
4.	Izravnavajući sloj asfalta	519	t	6,5	3.373,50
5.	Asfaltiranje gornjeg sloja asfalta	58,8	m ²	86	5.056,80
6.	Betonski rubnjak 18x24x100 cm + temelj	141	m ¹	85	11.985,00
7.	Betonski rubnjak 8x20x50 cm + temelj	98,1	m ¹	85	8.338,50
HORIZONTALNO I VERTIKALNO OZNAČAVANJE					
Vertikalno označavanje					
8.	Prometni znak (prosjek - ovisi o refleksiji)	650	kom	12	7.800,00
9.	Postavljanje prometnog znaka	70	kom	12	840
Horizontalno označavanje					
10.	Linije	3,5	m ¹	130	455
11.	Strjelica jednosmjerna	95	kom	8	760
12.	Strjelica dvosmjerna	125	kom	4	500
13.	Pješački prijelaz	25	m ²	73,2	1.825,00
14.	Polja za usmjeravanje prometa	25	m ²	20	500

PROMETNO - TEHNOLOŠKI PROJEKTI					
15.	Idejno prometno rješenje		projekt	1	2.000,00
14.	Glavni i izvedbeni projekt		projekt	1	2.500,00
UKUPNO [kn]					88.993,7

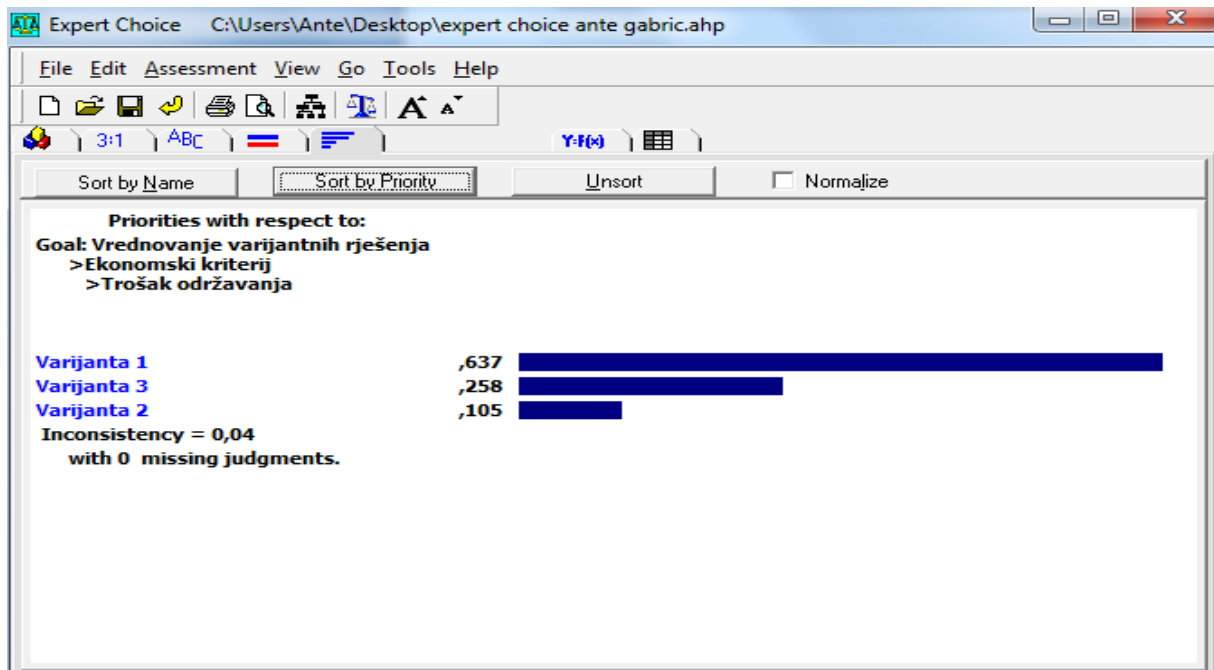
Tablica 22. Rangiranje varijanti prema potkriteriju Trošak investicije

Varijante	Trošak investicije [kn]	Rang
Varijanta 1	12.740,00	1
Varijanta 2	44.740,00	2
Varijanta 3	85.993,70	3

Tablica 23. i Slika 27. prikazuju rangiranje varijanti i njihovo vrednovanje prema potkriteriju Trošak održavanja. Vidljivo je da Varijanta 1, ekonomski najisplativija, a Varijanta 3 najskuplja, što se tiče održavanja raskrižja.

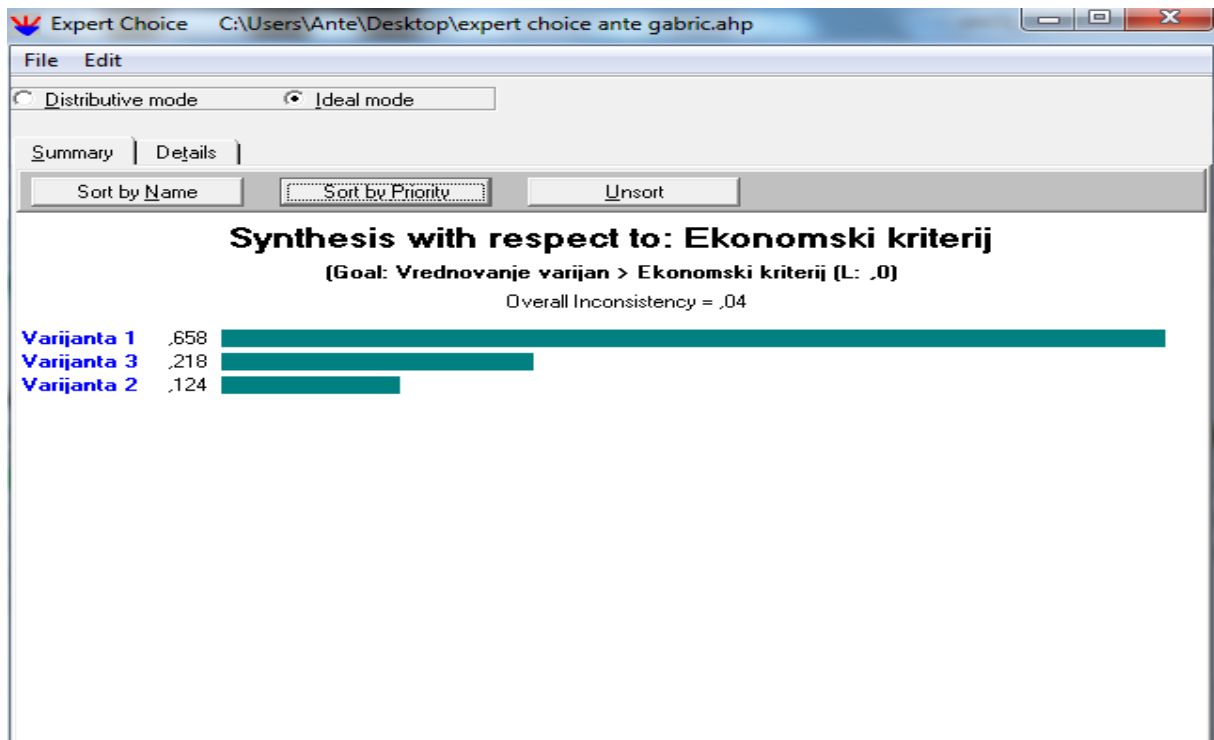
Tablica 23. Rangiranje varijanti prema potkriteriju Trošak održavanja

Varijante	Trošak održavanja [kn/god]	Rang
Varijanta 1	5.000,00	1
Varijanta 2	10.000,00	2
Varijanta 3	18.000,00	3



Slika 27. Vrednovanje varijanti prema potkriteriju Trošak održavanja

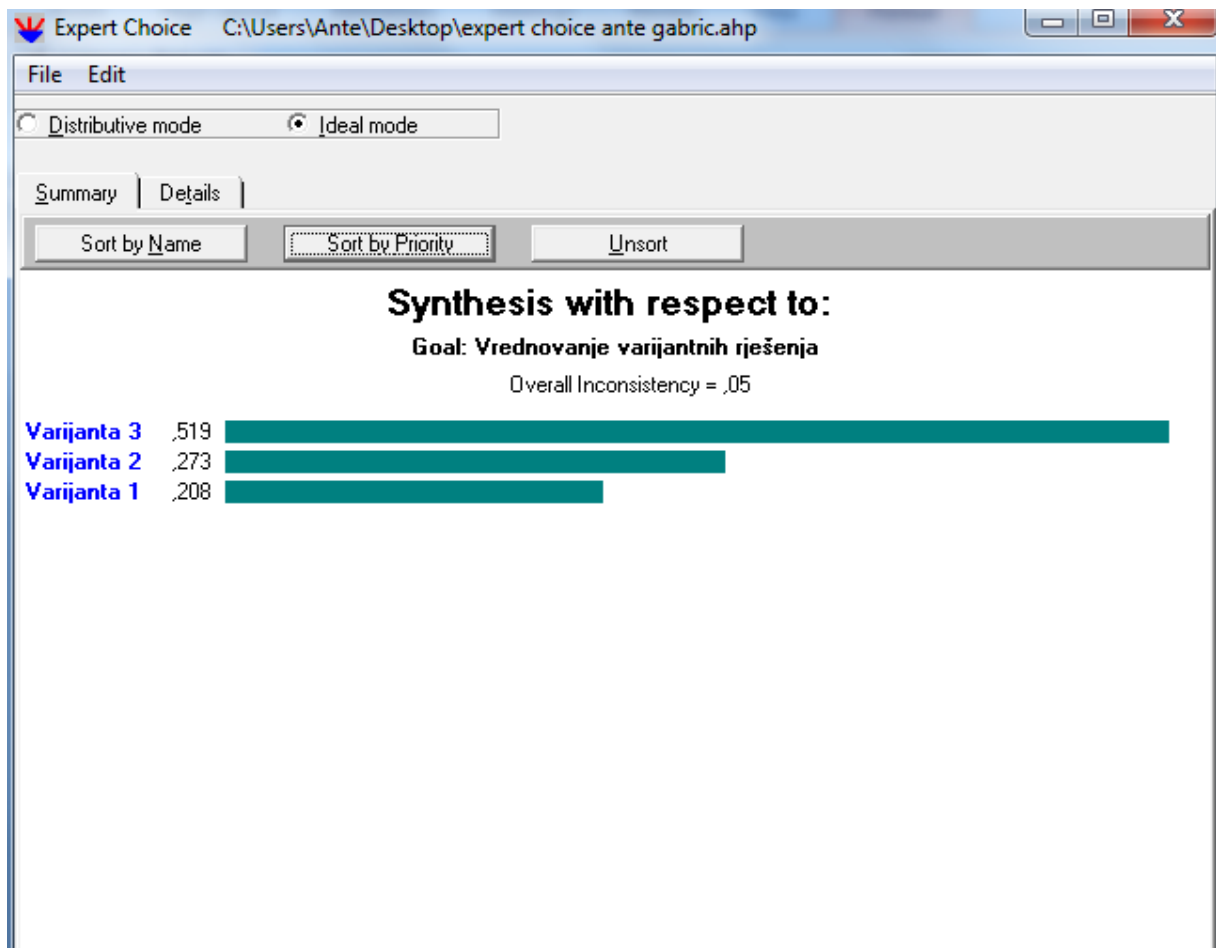
Slika 28. prikazuje vrednovanje varijanti prema Ekonomskom kriteriju, te je sa slike vidljivo kako je najpovoljnija Varijanta 1.



Slika 28. Vrednovanje varijanti prema Ekonomskom kriteriju

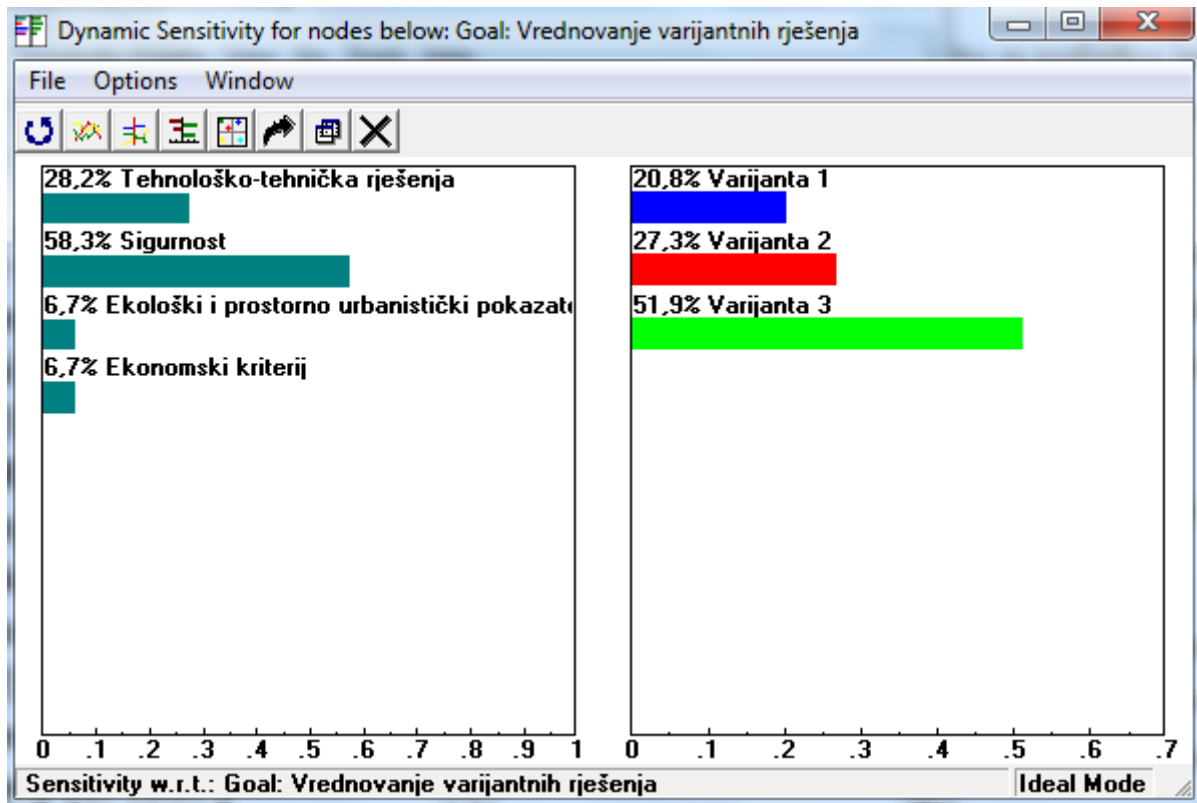
2.3. Analiza rezultata vrednovanja i izbor optimalnog rješenja

Prema postavljenim kriterijima i potkriterijima prema kojima vrednovane su varijante rekonstrukcije raskrižja ulice Put Mostina i Zagorski put, Varijanta 3 predstavlja optimalno rješenje rekonstrukcije. Varijante su rangirane prema kriterijima i potkriterijima koji su postavljeni u programskom softveru Expert Choice. S obzirom na hijerarhiju kriterija i potkriterija, optimalno rješenje rekonstrukcije je izgradnja raskrižja s kružnim tokom prometa (Slika 29.).



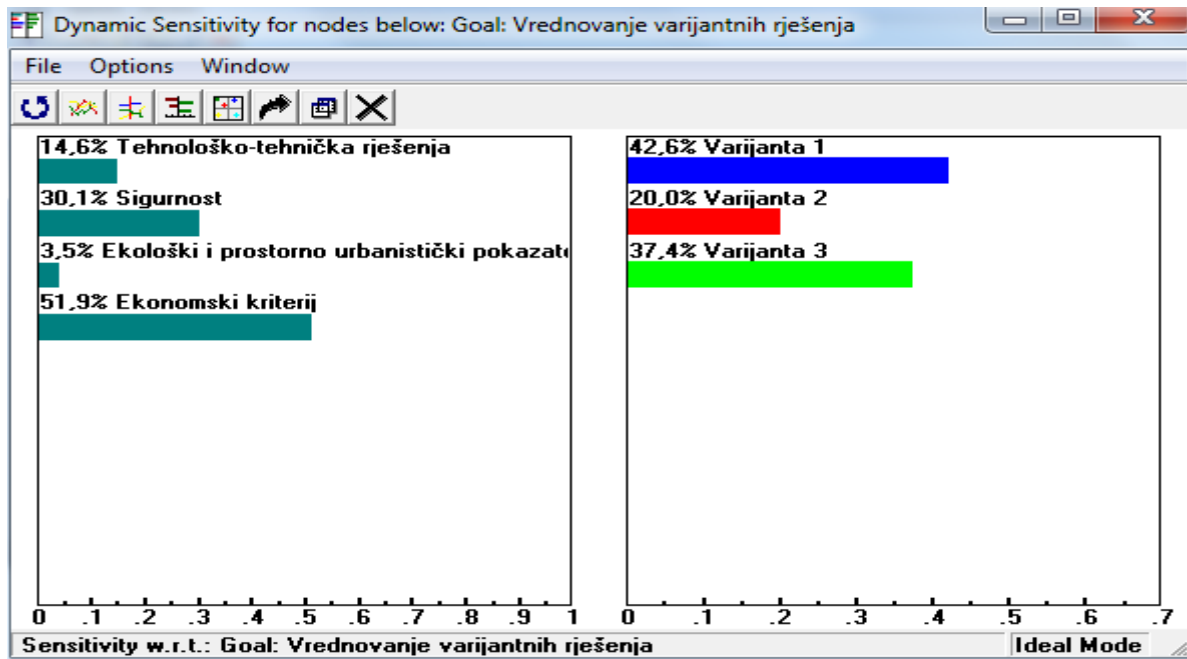
Slika 29. Vrednovanje varijanti i rezultat analize

U radu je provedena i analiza osjetljivosti pojedinih varijanti rekonstrukcije raskrižja ulica Put mostina i Zagorski put u gradu Splitu. Pomoću analize osjetljivosti jasno je vidljivo koji je kriterij i u kolikoj mjeri utjecao na izbor optimalnog rješenja rekonstrukcije raskrižja. Na slici 30 je vidljivo da je najvažniji kriterij Sigurnost, a optimalna varijanta rekonstrukcije raskrižja je Varijanta 3.



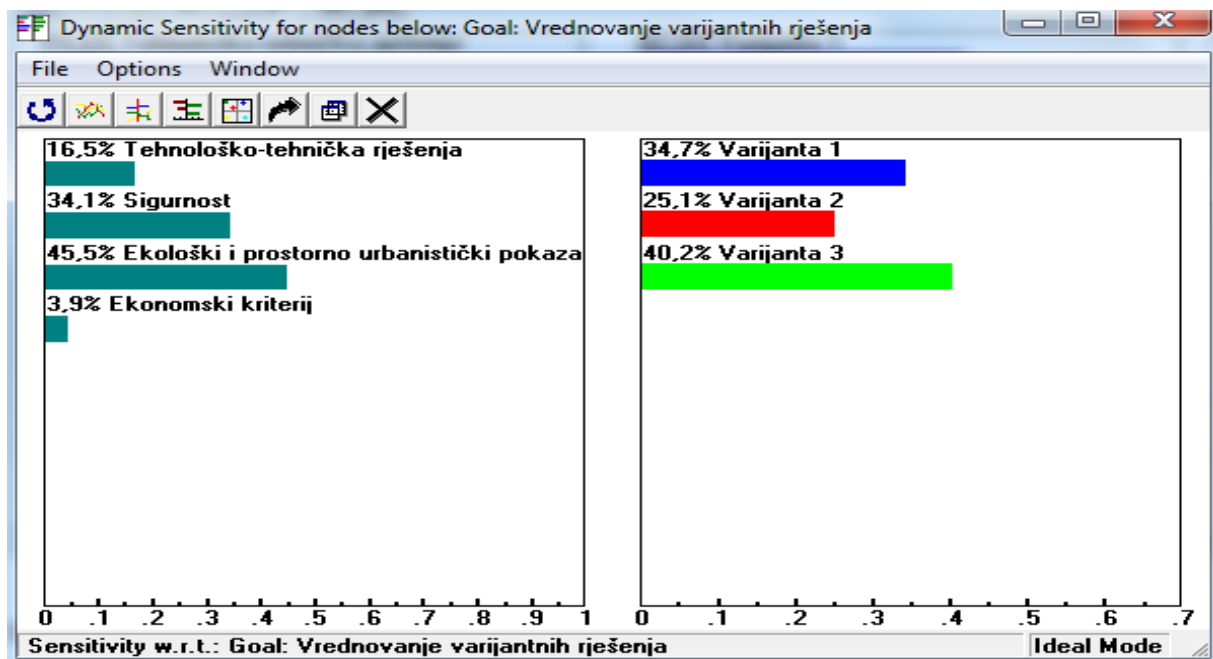
Slika 30: Prikaz analize osjetljivosti optimalnog rješenja rekonstrukcije raskrižja

Na slici 31 prilikom povećanja težine Ekonomskog kriterija vidljivo je da je najvažniji od navedenih kriterija Ekonomski kriterij. Prilikom dodjeljivanja težine Ekonomskom kriteriju, Varijanta 3 više nije optimalno rješenje rekonstrukcije raskrižja. Optimalno rješenje rekonstrukcije raskrižja je tada Varijanta 1, dok je Varijanta 3 druga po redu.



Slika 31: Prikaz analize osjetljivosti prilikom povećanja težine Ekonomskog kriterija

Prilikom povećanja težine kriterija Ekološki i prostorno urbanistički pokazatelji, optimalno rješenje rekonstrukcije je Varijanta 3. Također se može primjetiti da Varijanta 1 ima povećanu težinu, a težina Varijante 2 se smanjuje. Varijanta 1 se približava Varijanti 3 prema težini.



Slika 32: Prikaz analize osjetljivosti varijanti prilikom povećanja težina kriterija Ekološki i prostorno urbanistički pokazatelji

5. MODEL FINANCIRANJA

5.1. Model financiranja

Svi projekti u pravilu moraju imati naručitelja, odnosno investitora. Naručitelj ili investitor naručuje posao projektiranja od izrađivača projekta, odnosno projektantske tvrtke. Naručitelji prometnih projekata mogu biti privatni ili javni. Privatni naručitelji prometnih projekata mogu biti trgovački i poslovni centri, hoteli, privatne bolnice, privatne benzinske postaje, operateri privatnih javnih garaža, privatni koncesionari prometne infrastrukture itd. Javni naručitelji prometnih projekata mogu biti ministarstva (Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture, Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja), jedinice regionalne i lokalne samouprave (Splitsko–dalmatinska županija), društva za upravljanje prometnom infrastrukturom kojima je osnivač država (Hrvatske ceste d.o.o., Hrvatske autoceste d.o.o., Autocesta Zagreb-Rijeka d.d.), županijske uprave za ceste (ŽUC Splitsko-dalmatinske županije), itd.

5.2. Postupak naručivanja poslova projektiranja

Naručivanje posla projektiranja, odnosno ugovaranje projektiranja moguće je na dva načina[5]:

- Neposredno naručivanje
- Naručivanje postupkom javne nabave

Neposredno naručivanje podrazumijeva odabir izrađivača projekta prema osobnom kriteriju naručitelja. Naručivanje postupkom javne nabave podrazumijeva odabir izrađivača prema jednom od postupaka propisanom Zakonom o javnoj nabavi – najčešće postupkom javnog nadmetanja u kojem se traži više ponuda za isti posao projektiranja te se odabire ponuda s najnižom cijenom.

Neposredno naručivanje posla može se ugovoriti s privatnim ili javnim naručiteljima. S privatnim naručiteljima poslovi projektiranja mogu se ugovarati neovisno o vrijednosti posla i referencama, rokovima izvođenja i ostalim elementima. Privatni naručitelji mogu samostalno odlučivati o kriterijima izbora projektanta te o visini naknade projektantu (cijeni usluge), tj. mogu neovisno izabrati projektanta s kojim žele raditi. Privatni naručitelj nije dužan provoditi postupak javne nabave, ali ga može provoditi radi optimizacije troškova ili racionalizacije

projekta. Javni naručitelji mogu neposredno naručiti uslugu projektiranja za izradu projekta čija cijena iznosi manje od 70.000 kuna bez poreza na dodanu vrijednost.

Naručivanje postupkom javne nabave obavlja se prema proceduri propisanoj zakonom. Postupak javne nabave propisan je Zakonom o javnoj nabavi (Narodne novine 90/2011, 83/2013)

Zakon o javnoj nabavi primjenjuju [1]:

- državna tijela Republike Hrvatske,
- jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave,
- pravne osobe koje su osnovane za određene svrhe radi zadovoljavanja potreba u općem interesu, koje nemaju industrijski ili trgovački značaj i ispunjavaju jedan od sljedećih uvjeta:
 - da se u iznosu većem od 50% financiraju iz sredstava državnog proračuna Republike Hrvatske ili sredstava područne ili lokalne samouprave ili drugih pravnih osoba,
 - da nadzor nad poslovanjem tih pravnih osoba obavljaju državna tijela Republike Hrvatske, jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave ili druge pravne osobe,
 - da imaju skupštinu, nadzorni odbor ili upravu čijih više od polovice članova imenuju državna tijela Republike Hrvatske, jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave ili druge pravne osobe,
- udruge koje su osnovala državna tijela Republike Hrvatske ili jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave ili pravne osobe.

Zakon o javnoj nabavi primjenjuje se kod obavljanja djelatnosti na području vodoopskrbe, energetike, prometa i poštanskih usluga.

Osnovni subjekti u javnoj nabavi su:

- **Naručitelj** – javni naručitelj i naručitelj koji obavlja djelatnosti na području vodoopskrbe, energetike, prometnih i poštanskih usluga koji gospodarskom subjektu ima namjeru dati ili ugovorom daje nalog za izvršenje nabave,
- **Ponuditelj** – gospodarski subjekt ili udruženje gospodarskih subjekata, koji je dostavio ponudu.

Vrste postupaka javne nabave se: [1]

- *Otvoreni postupak javne nabave* – postupak u kojem svaki zainteresirani gospodarski subjekt može podnijeti ponudu,
- *Ograničeni postupak javne nabave* – postupak u kojem svaki zainteresirani gospodarski subjekt može zatražiti da sudjeluje u postupku, pri čemu samo oni gospodarski subjekti koje naručitelj pozove mogu podnijeti ponudu,
- *Natjecateljski dijalog* – postupak u kojem svaki zainteresirani gospodarski subjekt može zatražiti da sudjeluje u postupku, pri čemu naručitelj s natjecateljima primljenim u taj postupak vodi dijalog s ciljem razvijanja jednog ili više prikladnih rješenja koja mogu udovoljiti njegovim zahtjevima, a i na temelju kojih su izabrani natjecatelji pozvani da podnesu ponude,
- *Pregovarački postupak javne nabave* – postupak u kojem se naručitelj obrada gospodarskim subjektima po vlastitom izboru i dogovara uvjete ugovora s jednim ili s više gospodarskih subjekata,
- *Natječaj* – postupak koji omogućava dobivanje plana ili projekta koji je odabrao ocjenjivački sud, uglavnom u području prostornog planiranja, arhitekture i graditeljstva, inženjerstva ili obrade podataka, nakon provedenog natjecanja, s dodjelom ili bez dodjele nagrada,
- *Okvirni sporazum* – sporazum između jednog ili više naručitelja i jednog ili više gospodarskih subjekata svrha kojega je utvrditi uvjete pod kojima se sklapaju ugovori tijekom određenog razdoblja, posebice u pogledu cijene i, prema potrebi, predviđenih količina,
- *Elektronička dražba* – način provedbe dijela postupka koji se ponavlja i koji uključuje elektronički sustav za predstavljanje novih cijena, izmijenjenih naniže, i/ili novih vrijednosti koje se odnose na određene elemente ponuda, a odvija se nakon početne potpune procjene ponuda i omogućava njihovo rangiranje pomoću automatskih metoda procjene. Ugovori o javnim uslugama i ugovori o javnim radovima čiji je predmet intelektualni rad, poput projektiranja, ne mogu biti predmetom elektroničke dražbe.

5.3. Financiranje javnih cesta

Izvor financiranja javnih cesta reguliran je Zakonom o cestama.²

Prema Zakonu o cestama (čl.86.) propisano je 13 izvora sredstava za financiranje javnih cesta

Izvori sredstava za financiranje javnih cesta jesu:

- 1) godišnja naknada za uporabu javnih cesta, koja se plaća pri registraciji motornih i priključnih vozila ,
- 2) cestarina za uporabu autoceste i objekta s naplatom (most, tunel, vijadukt i slično),
- 3) naknada za uporabu javnih cesta motornim i priključnim vozilima registriranim izvan Republike Hrvatske,
- 4) naknada za izvanredni prijevoz,
- 5) naknada za prekomjernu uporabu,
- 6) korisnička naknada,
- 7) naknada za korištenje cestovnog zemljišta,
- 8) naknada za obavljanje pratećih djelatnosti,
- 9) naknada za koncesije,
- 10) sredstva državnog proračuna,
- 11) naknada za financiranje građenja i održavanja javnih cesta,
- 12) naknada za osnivanje prava služnosti i prava građenja na javnoj cesti i
- 13) ostali izvori.

Svakako najznačajniji izvor za financiranje javnih cesta je naknada za financiranje građenja i održavanja javnih cesta. Tu su naknadu dužni plaćati proizvođači i uvoznici naftnih derivata te nadležno tijelo državne uprave za robne zalihe po litri isporučenih i uvezenih naftnih derivata, i to: 0,60 kuna na račun Hrvatskih autocesta d.o.o. te 0,60 kuna na račun Hrvatskih cesta d.o.o. Ta sredstva nisu prihod tih trgovačkih društava već predstavljaju javni kapital za koji se propisuje namjena. Iz tih sredstava Republika Hrvatska financira građenje i održavanje javnih cesta, povrat kredita kojima se financira građenje državnih cesta te dokapitalizacija Hrvatskih autocesta d.o.o. i Hrvatskih cesta d.o.o.

² Zakon o cestama NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13 i 92/14.

5.4. Financiranje rekonstrukcije raskrižja

Budući da je u ovom diplomskom radu dan prijedlog rekonstrukcije raskrižja dviju županijskih cesta, nadležnost nad tim raskrižjem imaju Hrvatske ceste d.o.o. i Županijska uprava za ceste Splitsko-dalmatinske županije.

Za realizaciju, odnosno financiranje navedenog projekta potrebna je suglasnost Hrvatskih cesta d.o.o te nadležne županijske uprave za ceste. Samim time potrebna je suglasnost za opravdanost poduzimanja predloženih mjera, odnosno načina rješenja promatranog problema. Nakon izdavanja suglasnosti, odnosno nakon ocjene studija i projekata koji su napravljeni za analizirano raskrižje može se krenuti u realizaciju projekta.

Izvori financiranja navedeni su u prethodnom poglavlju. Način financiranja ovisi o predviđenim planovima rekonstrukcije javnih cesta, za koje su unaprijed osigurana sredstva iz državnog proračuna, te ostalih naknada. Za sanaciju promatranog raskrižja ponajviše su zainteresirani vlasnici poslovnih objekata uz samo raskrižje.

6. ZAKLJUČAK

Analizom postojećeg stanja raskrižja ulica Put Mostina i Zagorski put u gradu Splitu, uočeni su brojni nedostaci u izvedbi raskrižja poput nepreglednost raskrižja iz perspektive vozača motornog vozila (zbog nepropisno parkiranih vozila u zoni raskrižja), nejasno označena horizontalna prometna signalizacija i dr.

Da bi se dogodili određeni pomaci, odnosno ukazalo na utvrđene probleme, te pristupilo njihovom rješavanju, a s ciljem dobivanja realnog stanja na raskrižju u prvoj fazi rada izvršeno je brojanje prometa te su njegovi rezultati i prikazani. Sukladno dobivenim rezultatima predložena su tri moguća rješenja rekonstrukcije raskrižja, odnosno tri varijante. Svaka od varijanti ima svoje prednosti i nedostatke. S ciljem izbora optimalne, utvrđeni su kriteriji i potkriteriji prema kojima su varijante vrednovane višekriterijskim odlučivanjem odnosno AHP metodom. Pri izboru kriterija i potkriterija važnost je stavljena na uvjete odvijanja prometa na promatranom raskrižju te specifičnosti samog raskrižja.

Kao optimalna varijanta izabrana je varijanta 3, odnosno izgradnja raskrižja s kružnim tokom prometa. Varijanta 3 pokazala se kao optimalan izbor prema postavljenim kriterijima. Izgradnjom raskrižja s kružnim tokom prometa smanjuje se mogućnost pojavljivanja prometnih nezgoda, a samim time povećava se sigurnost sudionika u prometu na promatranom raskrižju. Izgradnja raskrižja s kružnim tokom prometa zadovoljava sve postavljene uvjete pri izboru rješenja.

Sukladno svemu navedenom, a ponajviše analizi postojećeg stanja na raskrižju, nadležne institucije, ponajprije Hrvatske ceste d.o.o., odnosno Županijska uprava za ceste bi uz podršku lokalne samouprave te vlasnika poslovnih objekata koji se nalaze uz samo raskrižje trebale krenuti u realizaciju rekonstrukcije promatranog raskrižja. Budući da postoje tendencije vlasnika poslovnih objekata za realizacijom rekonstrukcije promatranog raskrižja, kako bi omogućili svojim posjetiteljima sigurno kretanje raskrižjem nadamo se da će uskoro bit i realizirano.

LITERATURA

- [1] Brlek, P., Dadić I., Šoštarić M.: Prometno tehnološko projektiranje (autorizirana predavanja, radna verzija), Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012.
- [2] Dadić, I., Kos, G.: Nastavni materijali iz kolegija Teorija prometnih tokova, akademska godina 2012/2013.
- [3] Novačko, L.: Nastavni materijali s vježbi iz kolegja Cestovne prometnice I
- [4] Barić, D.: Nastavni materijali iz kolegija Vrednovanje cestovnih projekata, akademska godina 2012/2013.
- [5] Legac, I.: Gradske prometnice, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2011.
- [6] Zakon o cestama, NN 84/2011, 92/2014
- [7] Softverski program Microsoft Office Excel 2007.
- [8] Softverski program AutoCAD 2011.
- [9] Softverski program Expert Choice.
- [10] <https://www.google.com/maps/@43.5258633,16.4834314,143m/data=!3m1!1e3>