

# Vrednovanje varijanata projektnih rješenja željezničko-cestovnog prijelaza Sokolska u Zagrebu primjenom metode Analitičkog hijerarhijskog procesa

---

**Džambo, Antonija**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

*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:119:434017>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-20**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Antonija Džambo

**VREDNOVANJE VARIJANATA PROJEKTNIH RJEŠENJA ŽELJEZNIČKO-  
CESTOVNOG PRIJELAZA SOKOLSKA U ZAGREBU PRIMJENOM  
METODE ANALITIČKOG HIJERARHIJSKOG PROCESA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2019.

Zagreb, 22. ožujka 2019.

Zavod: **Zavod za cestovni promet**  
Predmet: **Vrednovanje cestovnih projekata**

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 5033

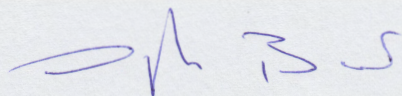
Pristupnik: **Antonija Džambo (0135232592)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Vrednovanje varijanata projektnih rješenja željezničko-cestovnog prijelaza Sokolska u Zagrebu primjenom metode Analitičkog hijerarhijskog procesa**

### Opis zadatka:

Istraživanje u diplomskom radu treba obuhvatiti analizu postojećeg stanja željezničko-cestovnog prijelaza Sokolska koje se nalazi na križanju pruge DG - Savski Marof - Zagreb Gk (M101) i Sokolske ulice u Zagrebu. Temeljem analize postojećeg stanja željezničko-cestovnog prijelaza Sokolska i cestovnih prometnica u okruženju potrebno je predložiti nova rješenja za rekonstrukciju. Za predložene varijante potrebno je izraditi SWOT analizu, a zatim varijante vrednovati metodom Analitičkog hijerarhijskog procesa. U tu svrhu potrebno je definirati relevantne kriterije i potkriterije koji će činiti hijerarhijsku strukturu AHP modela. Za vrednovanje varijanata metodom Analitičkog hijerarhijskog procesa predlaže se primjena programskog alata Expert Choice. Nakon utvrđene optimalne varijante, potrebno je izraditi analizu osjetljivosti. Zaključno, autor treba dati svoj osvrt na izabrano optimalno rješenje dobiveno temeljem rezultata višekriterijske analize te predložiti izvor financiranja investicije.

Mentor:



izv. prof. dr. sc. Danijela Barić

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

DIPLOMSKI RAD

**VREDNOVANJE VARIJANATA PROJEKTNIH RJEŠENJA ŽELJEZNIČKO-  
CESTOVNOG PRIJELAZA SOKOLSKA U ZAGREBU PRIMJENOM  
METODE ANALITIČKOG HIJERARHIJSKOG PROCESA**

**PROJECT VARIANTS EVALUATION OF SOKOLSKA LEVEL CROSSING IN  
ZAGREB BY APPLYING ANALYTIC HIERARCHY PROCESS**

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

Student:  
Antonija Džambo, univ. bacc. ing. traff.  
JMBAG: 0135232592

Zagreb, rujan 2019.

## SAŽETAK

Željezničko-cestovni prijelazi su mjesta prijelaza cestovne prometnice preko željezničke pruge, odnosno, mjesta neposrednoga sučeljavanja željezničkoga i cestovnoga prometa pa s gledišta sigurnosti predstavlja potencijalnu točku visokoga rizika. Prilikom prelaska preko željezničko-cestovnog prijelaza, vozači i pješaci imaju važnu ulogu u očuvanju vlastite sigurnosti, ali i sigurnosti putnika u vlaku. Ovaj rad analizira željezničko-cestovni prijelaz (ŽCP) lokalnog naziva Sokolska u Zagrebu. Željezničko-cestovni prijelaz Sokolska je prijelaz u razini i nalazi se u KM 428 + 686 međunarodne pruge M101 DG – Savski Marof – Zagreb Gk. Osiguran je branicima kojim upravlja čuvar prijelaza. Glavni problem predmetnog ŽCP-a predstavljaju dugo spuštene branice koji onemogućavaju slobodno odvijanje cestovnog prometa, pješaka i biciklista, a to uzrokuje i nepoštivanje prometnih pravila, odnosno ilegalan prelazak pješaka i biciklista preko ŽCP-a. Neuređene površine za prometovanje vozila, pješaka i biciklista, dugi repovi čekanja, prelazak pješaka preko željezničke pruge nedaleko od ŽCP-a, ubrzavanje vozila i „provlačenje“ istih za vrijeme spuštanja branika, lomovi branika samo su neki od problema na predmetnom ŽCP-u. Sukladno navedenom, u radu je detaljno analizirano postojeće stanje željezničko-cestovnog prijelaza Sokolska. Na temelju dobivenih rezultata provedene analize postojećeg stanja predložene su tri moguće varijante za rekonstrukciju predmetnog ŽCP-a. Za predložene varijante, provedena je SWOT analiza i višekriterijska analiza primjenom metode Analitičkog hijerarhijskog procesa i programskog alata Expert Choice. Zaključno je izrađena analiza osjetljivosti te je određena optimalna varijanta za rekonstrukciju.

Ključne riječi: željezničko-cestovni prijelaz, sigurnost prometa, višekriterijsko odlučivanje, analitički hijerarhijski proces, AHP metoda

## SUMMARY

Level crossings are the crossing points of a road through a railway track (line), i.e., the points of direct interface between rail and road traffic and therefore, from a safety point of view, they present a potential high risk point. When crossing a level crossing, drivers and pedestrians play an important role when it comes to maintaining their own safety as well as the safety of passengers on the train. This paper analyses the level crossing (LC) locally known as Sokolska which is situated in Zagreb. The Sokolska level crossing is located in km 428 + 686 of the international railway M101 DG – Savski Marof – Zagreb Gk. It is secured by road bumpers operated by a crossing guard. The main problem of the LC in question is manifested in long lowered bumpers which prevent the free “flow” of road traffic, pedestrians and cyclists, which also causes disregard of traffic rules, i.e., the illegal crossing of pedestrians and cyclists across the LC. The unregulated areas for traffic circulation of vehicles, pedestrians and cyclists, long waiting lines, pedestrians crossing across the railway track not far from the LC, the acceleration of vehicles and them “squeezing through” during the lowering of the bumper, bumper damages are just some of the problems on the railway in question. Accordingly, the current situation of the Sokolska level crossing is analysed in detail in this paper. Based on results obtained from the analysis of the current situation, three possible variants for the reconstruction of the LC in question were proposed. SWOT analysis and multiple-criteria analysis were carried out using the Analytical Hierarchical Process method and the Expert Choice software tool for the proposed variants. Finally, a sensitivity analysis was performed and the optimal variant for reconstruction was determined.

Key word: Level Crossing, Safety, Multi-Criteria Decision Making, Analytical Hierarchy Process, AHP Method

## SADRŽAJ:

1.	UVOD .....	1
2.	ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA ŽELJEZNIČKO-CESTOVNOG PRIJELAZA SOKOLSKA .....	3
2.1.	Prostor i položaj željezničko-cestovnog prijelaza Sokolska .....	3
2.2.	Analiza stanja sigurnosti na željezničko-cestovnim prijelazima u Republici Hrvatskoj .....	5
2.3.	Definiranje problema.....	8
2.4.	Tehničke značajke prometne infrastrukture .....	9
2.5.	Metodologije prikupljanja podataka.....	11
2.5.1.	Metoda brojanja prometa.....	12
2.5.2.	Metoda anketiranja.....	18
3.	PRIJEDLOZI RJEŠENJA NOVIH VARIJANATA ŽELJEZNIČKO-CESTOVNOG PRIJELAZA SOKOLSKA .....	22
3.1.	Varijanta 1 .....	22
3.2.	Varijanta 2 .....	27
3.3.	Varijanta 3 .....	32
4.	VREDNOVANJE PREDLOŽENIH VARIJANATA METODOM SWOT ANALIZE 34	
4.1.	SWOT analiza Varijante 1.....	35
4.2.	SWOT analiza Varijante 2.....	36
4.3.	SWOT analiza Varijante 3.....	37
5.	VREDNOVANJE VARIJANATA PRIMJENOM METODE ANALITIČKOG HIJERARHIJSKOG PROCESA.....	38
5.1.	Hijerarhijska struktura AHP modela .....	40
5.2.	Rangiranje kriterija i potkriterija.....	40
5.3.	Vrednovanje varijanata .....	44
5.3.1.	Sigurnost na ŽCP-u .....	44
5.3.2.	Tehničko-tehnološki pokazatelji .....	46
5.3.3.	Ekonomski pokazatelji .....	49
5.3.4.	Društveni pokazatelji .....	51
5.3.5.	Ekološki i prostorno-urbanistički pokazatelji.....	52
5.3.6.	Potrebno vrijeme za rekonstrukciju.....	54
6.	IZBOR OPTIMALNE VARIJANTE I ANALIZE OSJETLJIVOSTI.....	56
6.1.	Izbor optimalne varijante.....	56
6.2.	Analiza osjetljivosti.....	56

7. ZAKLJUČAK .....	58
LITERATURA.....	60
POPIS SLIKA.....	62
POPIS TABLICA .....	64
POPIS GRAFIKONA.....	65
POPIS PRILOGA .....	65



# 1. UVOD

Željezničko-cestovni prijelazi (ŽCP) mjesta su sučeljavanja željezničkog i cestovnog prometa zbog čega često dolazi do prometnih nesreća u kojim su posljedice uglavnom smrt za korisnike cestovnih prometnica, pješake i bicikliste. Unatoč velikoj usmjerenosti povećavanja sigurnosti, sigurnost na željezničko-cestovnim prijelazima je još uvijek ozbiljan problem kako za cestovni tako i za željeznički promet. Za sudionike u prometu, uslijed nepoštivanja prometnih propisa i pravila, željezničko-cestovni prijelazi mogu predstavljati vrlo opasna mjesta radi velikih razlika u brzinama kretanja cestovnih i željezničkih vozila, njihovih masa te naročito zaustavnih puteva.

U Republici Hrvatskoj postoji 1512 željezničko-cestovnih prijelaza s pasivnim i aktivnim osiguranjem. Prema statističkim podacima [1] svake se godine u prosjeku dogodi više od 20 nesreća na ŽCP-ima u kojima većina izgubi život ili su teško ozlijeđeni te uz to nastane velika materijalna šteta. Uzrok prometnih nesreća, u većini slučajeva, je nepoštivanje prometnih propisa korisnika ŽCP-a. Usprkos visokim novčanim kaznama, pješaci i dalje prelaze preko željezničko-cestovnog prijelaza za vrijeme spuštenih branika iz čega se može zaključiti da je razina svjesnosti o opasnosti na željezničko-cestovnim prijelazima vrlo niska.

Cilj rada je odrediti optimalnu varijantu načina osiguranja željezničko-cestovnog prijelaza Sokolska u Zagrebu koja će povećati sigurnosti na navedenom željezničko-cestovnom prijelazu, smanjiti zagađenje okoliša, povećati protok vozila u zoni navedenog željezničko-cestovnog prijelaza, smanjiti zagušenja na samom prijelazu i na okolnim prometnicama. U tu svrhu analizirat će se postojeće stanje predmetnog željezničko-cestovnog prijelaza i cestovnih prometnica u okruženju temeljem kojega će se predložiti nova rješenja za rekonstrukciju koja će biti vrednovana relevantnim metodama u svrhu izbora optimalne varijante. Prema [2] za vrednovanje prometno-tehnoloških projekata najčešće se primjenjuju metode SWOT analize, višekriterijske analize i analize troškova i koristi. U ovom diplomskom radu, u svrhu izbora optimalne varijante načina osiguranja željezničko-cestovnog prijelaza Sokolska u Zagrebu primijenit će se metoda SWOT analize i metoda Analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP metoda). Metoda Analitičkog hijerarhijskog procesa jedna je od najčešće korištenih metoda višekriterijske analize u postupku vrednovanja infrastrukturnih projekata i projekata iz područja prometa. [2], [3], [4], [5]

Diplomski rad sadrži sedam poglavlja:

1. Uvod
2. Analiza postojećeg stanja željezničko-cestovnog prijelaza Sokolska
3. Prijedlozi rješenja novih varijanata željezničko-cestovnog prijelaza Sokolska

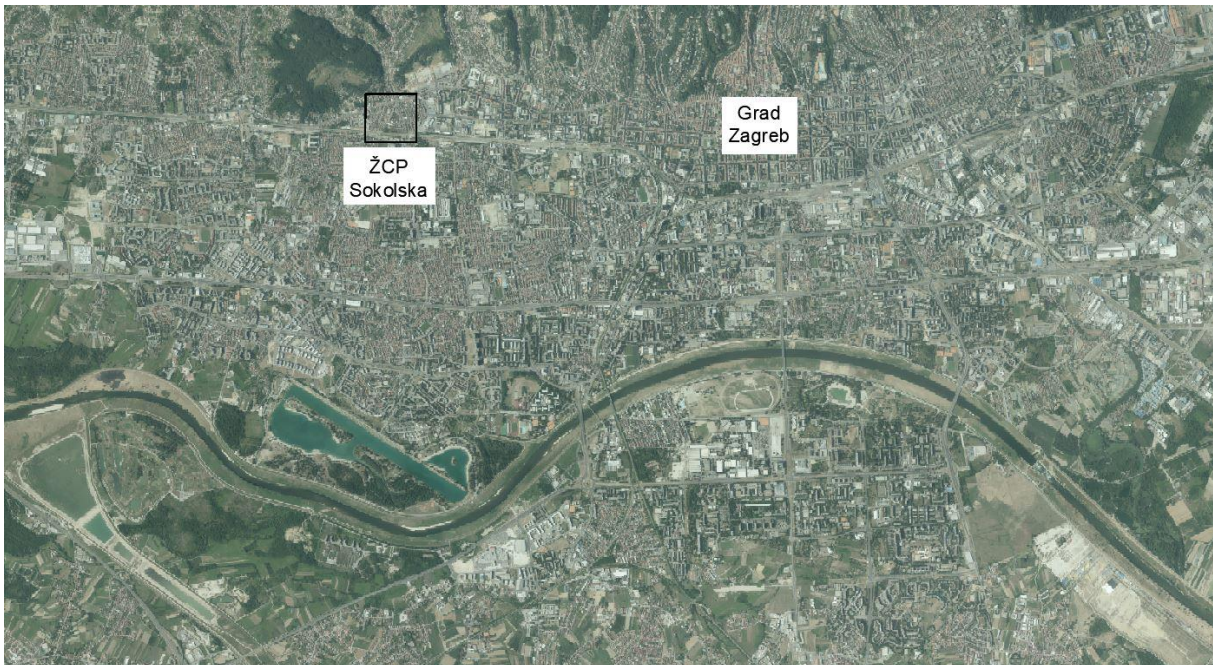
4. Vrednovanje predloženih varijanata metodom SWOT analize
5. Vrednovanje varijanata primjenom metode analitičkog hijerarhijskog procesa
6. Izbor optimalne varijante i analize osjetljivosti
7. Zaključak

Nakon uvodnog poglavlja, u drugom poglavlju izrađena je analiza postojećeg stanja željezničko-cestovnog prijelaza Sokolska. U trećem poglavlju predložene su tri varijante za rekonstrukciju predmetnog ŽCP-a. U četvrtom poglavlju izrađene su SWOT matrice za predložene varijante temeljem provedene SWOT analize. U petom poglavlju, predložene varijante vrednovane su primjenom metode Analitičkog hijerarhijskog procesa. U šestom poglavlju opisana je optimalna varijanta koja je rezultat metode Analitičkog hijerarhijskog procesa te je izrađena analiza osjetljivosti. Zadnje poglavlje je zaključak u kojem je opisan osvrt autora na cjelokupni rad.

## 2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA ŽELJEZNIČKO-CESTOVNOG PRIJELAZA SOKOLSKA

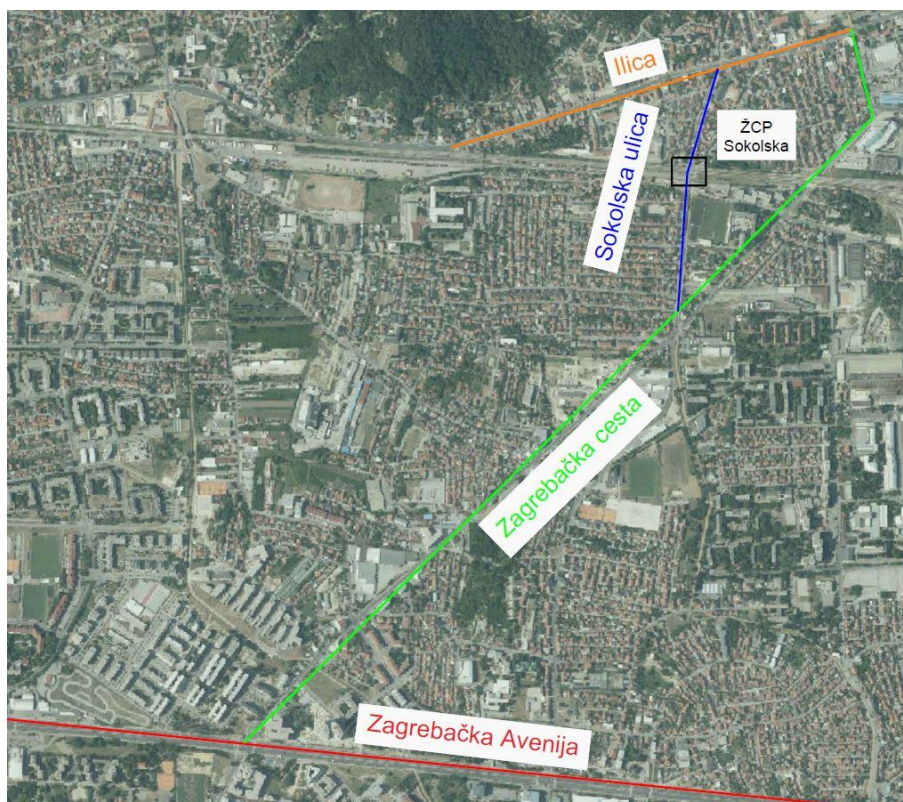
### 2.1. Prostor i položaj željezničko-cestovnog prijelaza Sokolska

Sokolska ulica smještena je u zapadnom dijelu Zagreba u gradskoj četvrti Črnomerec. Spomenuta ulica povezuje Ilicu sa Zagrebačkom cestom koja vodi do jedne od najprometnijih prometnica, Zagrebačka Avenija. Duljina Sokolske ulice iznosi cca 800 m. U Sokolskoj ulici, nalazi se željezničko-cestovni prijelaz u razini lokalnog naziva Sokolska, vidljivo na Slici 1. Nalazi se na KM 428+686 međunarodne pruge M101 DG – S. Marof – Zagreb GK [6]. Govori se o međunarodnoj pruzi najvišeg ranga za koji postoji preporuka za izbjegavanje prijelaza u razini. Najveća dopuštena brzina prometovanja vlakova na navedenoj dionici iznosi 60 [km/h]. [6]



*Slika 1. Makroskopski prikaz željezničko-cestovnog prijelaza Sokolska [7]*

Kao što je spomenuto, predmetna ulica ima veliki značaj u povezivanju Ilice sa Zagrebačkom Avenijom. Na Slici 2., vidljivo je da je svim vozilima koja se kreću Ilicom, iz smjera zapada te im je cilj Zagrebačka Avenija, Sokolska ulica, zapravo „prečica“ jer izbija na Zagrebačku cestu i skraćuje putovanje za oko 750 m. Također, treba uzeti u obzir da je raskrižje Ilica – Zagrebačka cesta usko grlo pa se zbog toga u jutarnjim i popodnevnim satima stvaraju dugi repovi čekanja na Ilici. Sukladno tome, dobro uređena Sokolska ulica može uvelike skratiti putovanje.



Slika 2. Položaj Sokolske ulice u odnosu na Ilicu i Zagrebačku cestu [7]

Na Slici 3., vidljivo je kako pojačanom cestovnom prometu na Sokolskoj ulici, doprinosi i Stipanovićeve ulica i Ulica Sv. Nikole Tavelića koje se protežu neposredno uz željezničku prugu i spajaju se na Sokolsku ulicu na samom početku ŽCP-a. Nadalje, paralelno uz industrijski kolosijek proteže se Poljačka ulica koja se, također, priključuje na Sokolsku ulicu. Južno od ŽCP-a Sokolska, uglavnom je stambena zona dok se sjeverno od ŽCP-a nalazi i stambena i poslovna zona.



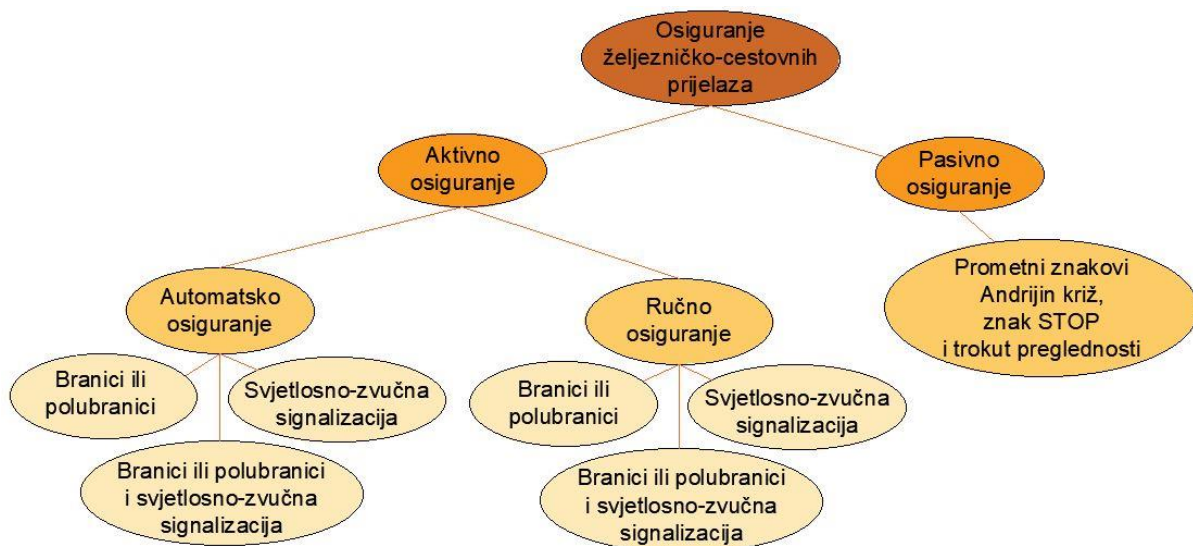
Slika 3. Mikroskopski prikaz željezničko-cestovnog prijelaza Sokolska [8]

## 2.2. Analiza stanja sigurnosti na željezničko-cestovnim prijelazima u Republici Hrvatskoj

Prema preporukama Europske željezničke agencije (eng. ERA – European Railway Agency), s obzirom na način osiguranja željezničko-cestovni prijelazi dijele se na [9]:

- Željezničko-cestovni prijelazi s aktivnim osiguranjem - svaki način osiguranja koji reagira promjenom svog stanja (svjetlosno-zvučnog ili zaštitnog) [10]
- Željezničko-cestovni prijelazi s pasivnim osiguranjem - svaki prijelaz koji je opremljen bilo kojim znakom upozorenja, uređajima ili nekom drugom zaštitnom opremom koja je stalna i koja se ne mijenja u ovisnosti o bilo kojoj prometnoj situaciji. U Republici Hrvatskoj, prometni znakovi koji se smatraju pasivnim osiguranjem su sljedeći prometni znakovi: „Andrijin križ“, i „STOP“, uz propisani trokut preglednosti [10]

Navedenu podjelu moguće je vidjeti na Slici 4.



Slika 4. Podjela ŽCP-a po načinu osiguranja [9]

U Republici Hrvatskoj postoji 1512 željezničko-cestovnih prijelaza, od kojih je 71 pješačkih prijelaza [11]. Aktivnim osiguranjem osigurano je 554 ŽCP-a, a pasivnim 887 ŽCP-a [11]. Detaljnija podjela načina osiguranja ŽCP-a, u Republici Hrvatskoj, može se vidjeti u Tablici 1.

Tablica 1. Podjela ŽCP-a po načinu osiguranja [11]

ŽCP-i osigurani PZ + trokut preglednosti	Pješački prijelazi osigurani MO + trokut preglednosti	Pješački prijelazi osigurani MO + SV + ZV	ŽCP-i osigurani automatskim ili mehaničkim uređajima			
			Mehanički branici s ručnim postavljanjem	SV + ZV + POL	SV + ZV	UKUPNO ŽCP + P
887	60	11	44	388	122	1512

Oznake:

ŽCP – željezničko-cestovni prijelaz

PZ – prometni znak

MO – mimoilazna ograda

SV – svjetlosno osiguranje

ZV – zvukovno osiguranje

POL – polubranik

PP – pješački prijelaz

Izvanredni događaj u željezničkom prometu je neželjeni, nenamjerni ili neočekivani događaj ili slijed takvih događaja, koji ima za posljedicu bilo koju vrstu štete, bez obzira na visinu štete [9]. Dijele se u četiri osnovne kategorije [12]:

1. Ozbiljna nesreća
2. Nesreća
3. Poremećaj je bilo koji događaj povezan sa željezničkim prometom koji utječe na siguran tijek prometa, osim ozbiljne nesreće i nesreće.
4. Izbjegnuta nesreća je izvanredni događaj u željezničkom prometom koji je za posljedicu mogao imati tešku tjelesnu ozljedu najmanje jedne osobe i/ili štetu.

Ozbiljna nesreća je izvanredni događaj u željezničkom prometom koji je za posljedicu imao smrt najmanje jedne osobe, i/ili tešku tjelesnu ozljedu pet ili više osoba, i/ili veću štetu [12]. Broj ozbiljnih prometnih nesreća na ŽCP-ima u Republici Hrvatskoj, s obzirom na način osiguranja ŽCP-a, u razdoblju od 2010. godine do 2018. godine, prikazan je u Tablici 2. Vidljivo je kako se u tom razdoblju dogodilo najviše ozbiljnih nesreća na ŽCP-ima osiguranim svjetlosno-signalnim uređajima, odnosno oko 55%. Na ŽCP-ima osiguranim prometnim znakovima dogodilo se nešto manje ozbiljnih nesreća, oko 42%, a na pješačkim prijelazima samo oko 3% ozbiljnih nesreća. To ukazuje da najveći problem na ŽCP-ima nije način osiguranja već neosviještenost vozača i njihovo nepoštivanje prometnih pravila.

Tablica 2. Popis ozbiljnih nesreća na ŽCP-ima za vremensko razdoblje od 2010. do 2018. godine [13]

Ozbiljne nesreće	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.
Osigurano SS-uređajima	1	8	3	5	1	4	0	5	5
Osigurano prometnim znakovima	4	4	5	3	2	2	2	1	2
Pješački prijelaz	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Ukupno ozbiljne nesreće	5	13	8	8	4	6	2	6	7

Nesreća je izvanredni događaj u željezničkom prometu sa štetnim posljedicama kao što je teška tjelesna ozljeda do četiri osobe, i/ili šteta koja se može odmah procijeniti do 5.000.000,00 kuna [12]. U Tablici 3., vidljiv je broj nesreća, također, u razdoblju od 2010. godine do 2018. godine. Broj nesreća je znatno veći u odnosu na broj ozbiljnih nesreća.

*Tablica 3. Popis nesreća na ŽCP-ima za vremensko razdoblje od 2010. do 2018. godine [13]*

Nesreće	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.
Osigurano SS-uređajima	11	13	17	11	11	9	8	9	5
Osigurano prometnim znakovima	25	20	20	18	22	14	17	22	24
Pješački prijelaz	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<b>Ukupno nesreće</b>	<b>36</b>	<b>33</b>	<b>37</b>	<b>29</b>	<b>33</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>31</b>	<b>30</b>

U Tablici 4., može se vidjeti broj smrtno stradalih osoba u razdoblju od 2010. godine do 2018. godine.

*Tablica 4. Broj smrtno stradalih na ŽCP-ima za vremensko razdoblje od 2010. do 2018. godine [13]*

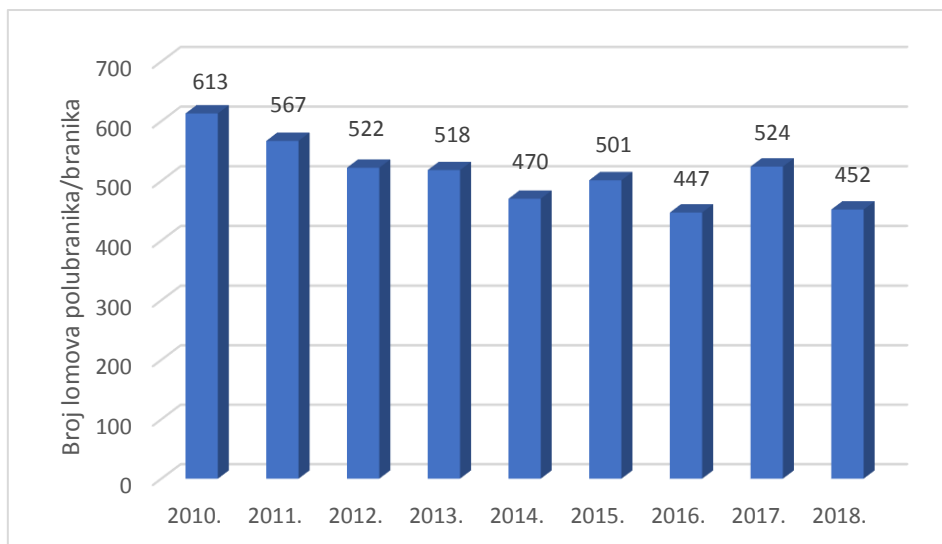
Smrtno stradali	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.
Osigurano SS-uređajima	1	10	3	6	1	6	0	6	6
Osigurano prometnim znakovima	6	4	5	5	5	2	2	1	2
Pješački prijelaz	0	1	0	0	1	0	0	0	0
<b>Ukupno usmrćeno</b>	<b>7</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>8</b>

U Tablici 5., vidljiv je broj teže ozlijeđenih osoba na željezničko-cestovnim prijelazima za razdoblje od 2010. godine do 2018. godine. Iz tablice teško ozlijeđenih i smrtno stradalih, također, se može vidjeti da nema velikih razlika između aktivno i pasivno osiguranih ŽCP-a. U nekim godinama je broj smrtno stradalih i ozlijeđenih čak bio veći na prijelazima s aktivnim osiguranjem. To ukazuje na veliki problem u ponašanju korisnika ŽCP-a.

*Tablica 5. Broj teško ozlijeđenih osoba na ŽCP-ima za vremensko razdoblje od 2010. do 2018. godine [13]*

Teško ozlijeđeni	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.
Osigurano SS-uređajima	5	4	9	7	0	7	2	2	1
Osigurano prometnim znakovima	4	4	6	5	5	4	3	3	4
Pješački prijelaz	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ukupno teško ozlijeđenih</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

Lomovi polubranika/branika ukazuju na to kako vozači nisu svjesni opasnosti prelaska preko ŽCP-a te kako im fali edukacije o opasnosti prelaska preko ŽCP-a. Prilikom svakog loma polubranika/branika, moglo je doći do ozbiljne nesreće. Na Grafikonu 1., prikazani su podaci o lomovima branika za razdoblje od 2010. do 2018. godine. Vidljivo je da u 2018. godini ima ukupno 452 loma polubranika/branika, što je u odnosu na 2017. godinu smanjenje od oko 13,7%. U posljednjih devet godina, samo je u 2016. godine bilo manje lomova polubranika/branika u odnosu na 2018. godinu.



*Grafikon 1. Lomovi branika/polubranika u vremenskom razdoblju od 2010. do 2018. godine [13]*

Statistika izvanrednih događaja na ŽCP-u Sokolska, prikazana je u Tablici 6. Na ovom prijelazu, u posljednjih 8 godina, dogodile su se dvije nesreće s jednom teže ozlijeđenom osobom. Željezničko-cestovni prijelaz Sokolska ima puno više lomova branika što se moglo i pretpostaviti, obzirom da ŽCP koriste više vozila nego pješaci. U Tablici 6., vidljivo je kako je u posljednjih 9 godina bilo 10 lomova polubranika/branika. Unatoč tome, što prema statistici nema značajan broj prometnih nesreća, na željezničko-cestovnom prijelazu Sokolska svakodnevno se krše pravila prelaska preko ŽCP-a iz čega se može zaključiti da postoji potencijalna opasnost od prometnih nesreća.

*Tablica 6. Analiza izvanrednih događaja na ŽCP-u Sokolska [13]*

Kategorija	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.
Ozbiljne nesreće na ŽCP-u	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nesreće na ŽCP-u	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Smrtno stradalo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Teže ozlijeđeno	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Lomovi branika	3	0	1	1	1	0	3	1	0

### 2.3. Definiranje problema

Maksimalna brzina kojom se vlakovi kreću na predmetnoj dionici je 60 km/h što uzrokuje dugo čekanje jer se branici moraju spustiti već kada vlak dođe na udaljenost od 1700 m od ŽCP-a [6]. Predmetni ŽCP koriste pješaci, biciklisti i vozači. Na navedenom ŽCP-u glavni problem predstavlja nepoštivanje prometnih pravila, odnosno ilegalan prelazak preko ŽCP-a kako od strane pješaka i biciklista tako i od strane vozila zbog dugog čekanja na prelazak. Kada vozači vide da se branici spuštaju, odmah povećavaju brzinu te prelaze sve dok se branici ne spuste skoro do kraja. Zbog toga često dolazi do lomova branika. Također, predviđeni prostor za



kretanje pješaka i biciklista je nedovoljan te često dolazi do kolizije tokova kretanja pješaka i motornih vozila. Zbog neposredne blizine željezničke postaje Kustošija, često dolazi do kretanja pješaka uzduž pruge kako bi skratili put do željezničke postaje. Također, putnici koji izlaze iz putničkih vlakova na željezničkoj postaji Kustošija često hodaju uzduž pruge kako bi lakše stigli do ŽCP-a. Željeznička postaja za drugi smjer (istok – zapad), nalazi se oko 150 metara od ŽCP-a i isto tako od kućice na kojoj se mogu kupiti karte. Zbog toga putnici, također, hodaju uzduž pruge kako bi skratili put. Bitno je napomenuti kako je u noćnim uvjetima, osvijetljenje ŽCP-a vrlo loše što ŽCP čini još opasnijim za pješake, bicikliste i vozače koji se kreću noću. Problem je i to što područje ŽCP-a Sokolska nije uređeno što je vidljivo na Slici 5.



*Slika 5. Izgled i način osiguranja ŽCP-a Sokolska*

## 2.4. Tehničke značajke prometne infrastrukture

ŽCP Sokolska čini dvokolosječna pruga na glavnom smjeru koja povezuje zapadni dio grada s Glavnim kolodvorom i obrnuto. Udaljenost između glavnih kolosijeka iznosi 3 m. Navedena pruga namijenjena je za odvijanje putničkog prometa. Također, uz navedenu prugu, postoji i industrijski kolosijek koji povezuje kontejnerski terminal Vrapče na kojem se odvija isključivo teretni željeznički promet. Industrijski kolosijek udaljen je od glavnih kolosijeka 22 m. Normalna širina kolosijeka iznosi 1435 mm te je ista primijenjena u cijeloj Hrvatskoj. Između dvokolosječne pruge i industrijskog kolosijeka nalazi se željeznička stanica Kustošija koja dodatno otežava prolazak ŽCP-om zbog zadržavanja vlaka na stanici. Podloga na dvokolosječnoj pruzi izrađena je od asfaltne podloge i drvenih pragova. Na Slici 6., vidljiva je dotrajalost prometne infrastrukture kako kolnika, branika i prometne signalizacije tako i

podloge. Širina kolnika namijenjena za pješake je 0,6 metara te nije u skladu sa zakonom. Dakle, prilikom prelaska preko ŽCP-a pješaci su u ozbiljnoj opasnosti jer se kreću istom površinom kao i vozila, a prometna površina kojom se kreću nema, širinu koja je neophodna za sigurno kretanje pješaka.



*Slika 6. Postojeće stanje na ŽCP-u Sokolska*

Budući da se na predmetnom ŽCP-u nalazi željeznička stanica Kustošija, veliki broj ljudi nakon izlaska iz vlaka kreće prema autobusnoj stanici koja se nalazi na Ilici. Najbliža autobusna stanica nalazi se na udaljenosti cca 480 m od predmetnog ŽCP-a. Na Slici 7., vidljive su lokacije autobusnih postaja u odnosu na ŽCP.



*Slika 7. Položaj najbližih autobusnih stajališta u odnosu na ŽCP Sokolska [7]*

Željezničko-cestovni prijelaz Sokolska osiguran je branicama kojima upravlja čuvar prijelaza. Kada vlak dođe na udaljenost od 1700 m od ŽCP-a, čuvar dobiva zvučni signal nakon kojeg može podignuti branike. Na Slici 8., vidljiva je oprema koja čuvaru daje zvučni signal te predmet koji čuvar koristi kako bi mogao podići branike. Na prijelazu postoje četiri branika, dva branika osiguravaju dvokolosiječnu prugu koja je namijenjena za promet putničkih vlakova, dok preostala 2 branika osiguravaju industrijski kolosijek namijenjen za teretni promet vlakova. Osim navedenih aktivnih mjera osiguranja, postoje i pasivne mjere, odnosno znak Stop.



*Slika 8. Oprema za kontroliranje branika*

## 2.5. Metodologije prikupljanja podataka

Željezničko-cestovni prijelaz Sokolska koriste motorna vozila, pješaci i biciklisti. Kako bi se dobio uvid u broj pješaka koji prelaze nepropisno te razlozi nepropisnog prelaska, koristile su se dvije metode:

1. Metoda brojanja prometa
2. Metoda anketiranja

### 2.5.1. Metoda brojanja prometa

Brojanje je metodološki postupak znanstvenog otkrića jer se brojanjem može doći do važnih informacija koje su potrebne za koncipiranje teorijske postavke. Jedna od važnijih faza procesa otkrića je prikupljanje podataka i informacija. Time se uspostavljaju nove, usavršavaju ili mijenjaju teorijske strukture, a ne radi se o dokazivanju njene ispravnosti [14].

Budući da se radi o vrlo frekventnom ŽCP-u koji koriste pješaci, biciklisti i motorna vozila, brojanjem prometa cilj je dobiti uvid u podatke o broju korisnika koji prelaze ŽCP propisno ili nepropisno. Također, jedan od ciljeva je dobiti uvid o opterećenju prometnih tokova u određenim smjerovima te hoće li video nadzor utjecati na poštivanje prometnih propisa.

Metoda brojanja prometa koja je korištena u ovom snimanju je ručno brojanje prometa. Prije početka ove vrste brojanja prometa potrebno je izvršiti dobru pripremu brojača kako ne bi došlo do pogreške. Kod ovog brojanja koristila se mobilna aplikacija Brojilo, prikazana na Slici 9.

Kao što je vidljivo na Slici 9., na aplikaciji se mogu odabrati različite kategorije sudionika u prometu te jesu li branici podignuti ili spušteni. Isto tako, raspoređeni su smjerovi kako bi se vidjelo kretanje pješaka/biciklista/motornih vozila. Aplikacija sprema podatke svaki sat vremena kako bi se mogle vidjeti razlike u određenim satima.

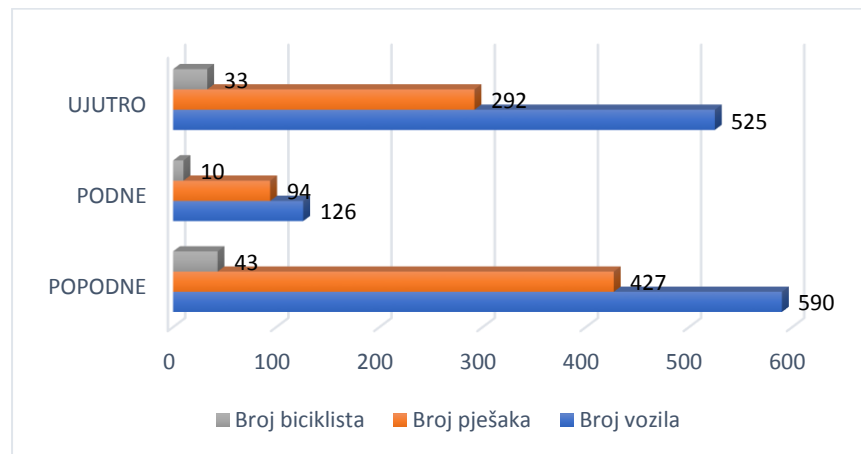


Slika 9. Mobilna aplikacija FPZ-a za brojanje prema kategorijama sudionika u prometu

Ručno brojanje provodilo se u organizaciji Fakulteta prometnih znanosti. Brojanje se odvijalo 07.02.2019. u jutarnjim vršnim satima od 6.30 do 9.30, podnevnim satima 11.00 do 12.00 i popodnevnim satima od 14.30 do 17.30. Brojanje su provodili studenti Fakulteta prometnih znanosti te su prilikom brojanja imali svu potrebnu opremu kako ne bi ugrozili sigurnost u prometu.

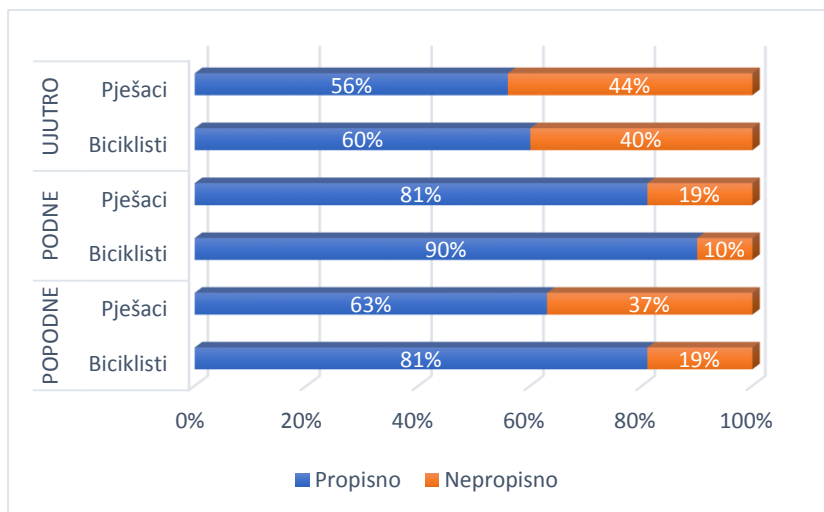
### 2.5.1.1. Analiza tokova pješaka, biciklista i motornih vozila

Na Grafikonu 2., vidljiv je ukupan broj korisnika željezničko-cestovnog prijelaza. Moguće je vidjeti kako ŽCP Sokolska najviše koriste vozila, nešto malo manje od njih pješaci te vrlo malo biciklisti.



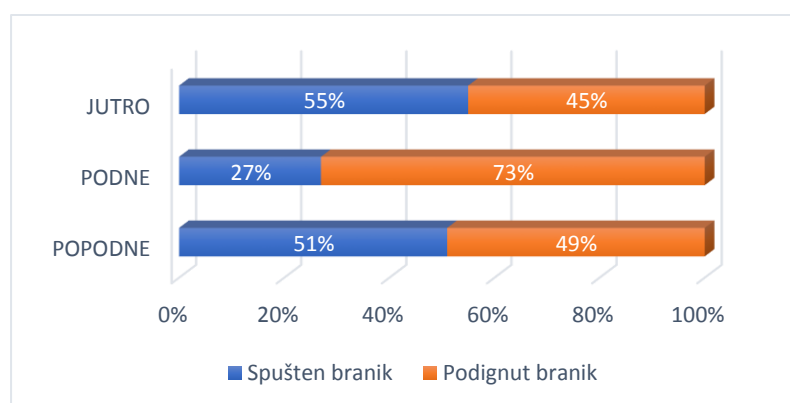
*Grafikon 2. Ukupan broj korisnika ŽCP-Sokolska u jutarnjim, podnevnim i popodnevnim satima*

Na Grafikonu 3., vidljiv je postotni udio pješaka i biciklista od ukupnog broja korisnika. Vidljivo je kako pješaci i biciklisti nepropisno prelaze u bilo koje vrijeme, no u jutarnjim satima najviše. U jutarnjim satima od ukupno 292 pješaka, njih 163 prešlo je propisno dok je ostalih 129 pješaka prešlo nepropisno. Kada se govori o biciklistima, od ukupno 33, njih 20 prijelaz je prešlo propisno, a ostalih 13 prešlo je nepropisno. U podnevnim satima od ukupno 94 pješaka, njih 77 prešlo je propisno, a ostalih 17 prešlo je nepropisno. U popodnevnim satima bilo je najviše pješaka, odnosno 427 pješaka, od kojih je 269 prešlo propisno dok je ostalih 158 pješaka prešlo nepropisno. Od ukupno 43 biciklista u popodnevnim satima, njih 35 prešlo je propisno dok je ostalih 8 prešlo nepropisno. Na Grafikonu 4, vidljivo je kako su u jutarnjim satima branici najviše vremena spuštani. Stoga se može zaključiti da je jedan od najčešćih razloga nepropisnog prelaska preko ŽCP-a, zapravo, žurba na posao, školu i dr. Također, može se vidjeti kako je u podne najmanje nepropisnog prelaženja, no treba uzeti obzir da vlakovi vrlo rijetko prometuju od 11.00 do 12.00 sati te su branici vrlo rijetko spuštani što se može vidjeti iz Grafikona 4.



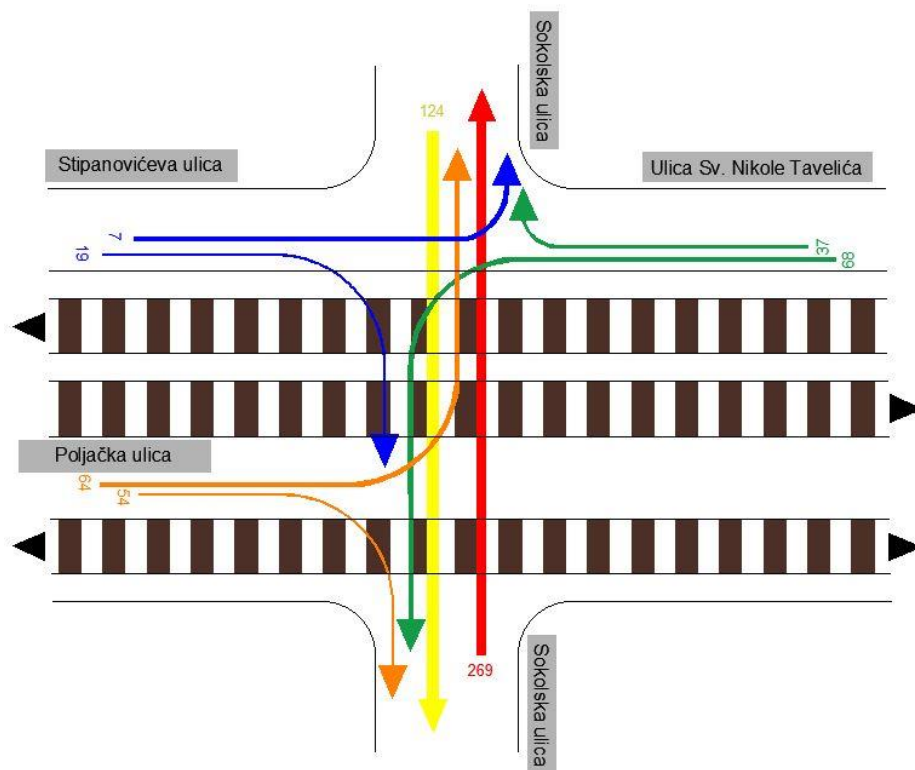
*Grafikon 3. Prikaz sumiranih analiziranih podataka na ŽCP-u Sokolska*

Također, jedan od razloga nepropisnog prelaska korisnika su dugo spuštene branice. Nakon prikupljenih i obrađenih podataka o vremenu zatvorenosti ŽCP-a Sokolska u jutarnjim vršnim satima od 06.30 do 09.30, podnevnim satima od 11.00 do 12.00 i popodnevnim vršnim satima od 14.30 do 17.30 izrađen je Grafikon 4. Može se vidjeti da su branice ujutro spuštene oko 55% vremena, odnosno da je omogućen slobodan prolazak vozilima, pješacima i biciklistima oko 45% vremena. Ti podaci govore da se branice često spuštaju što navodi korisnike da ne poštuju prometna pravila i propise. U jutarnjim vršnim satima, branice su bili spuštene ukupno oko 98 minuta dok su u popodnevnim satima branice bili spuštene oko 80 minuta. U periodu od 11.00 do 12.00 sati, branice su bili spuštene oko 16 minuta. Najdulje vrijeme spuštenosti branika u jutarnjim vršnim satima bilo je 484 s, u podnevnim satima 271 s, a u popodnevnim vršnim satima 519 s.

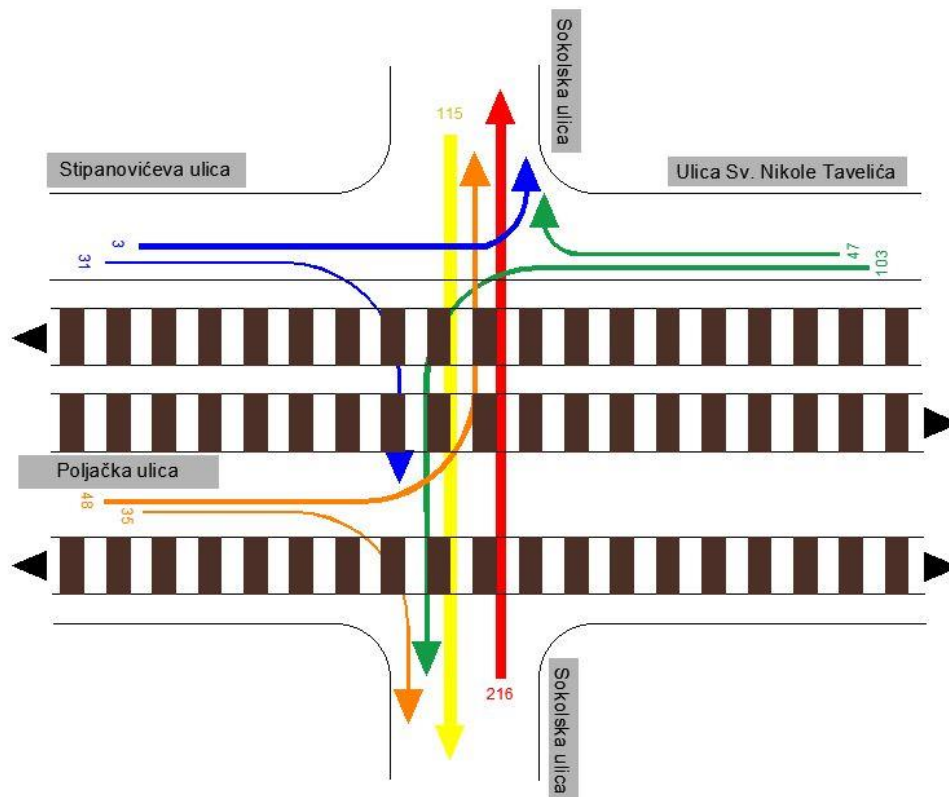


*Grafikon 4. Zatvorenost ŽCP-a Sokolska*

Na Slici 10. i Slici 11., prikazana su opterećenja prometnih tokova motornim vozilima. Na Slici 10., prikazano je prometno opterećenje u periodu od 06.30 do 9.30 dok je na Slici 11., prikazano prometno opterećenje od 14.30 do 17.30.

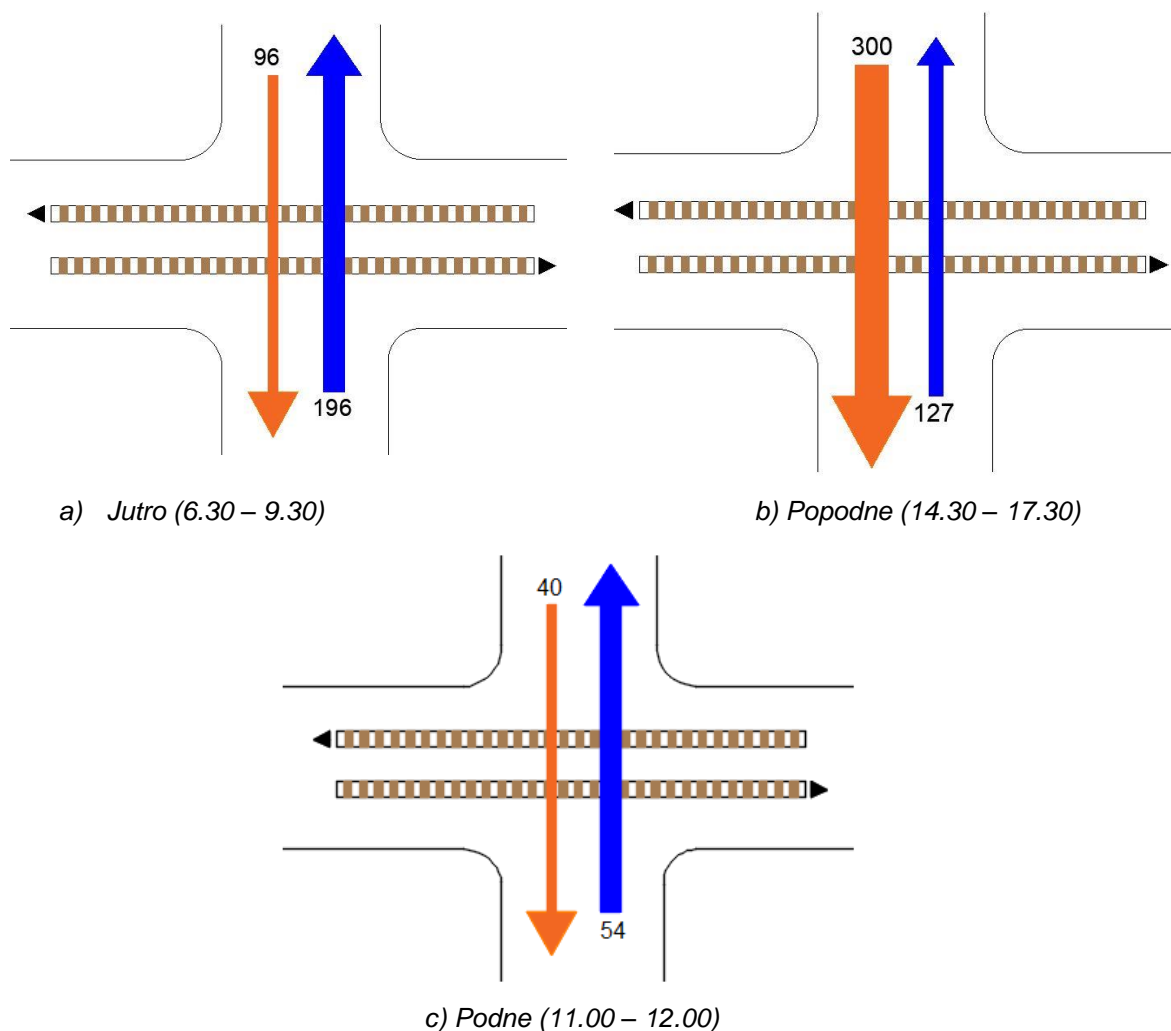


Slika 10. Opterećenje prometnih tokova motornim vozilima u jutarnjim vršnim satima (6.30 – 9.30)



Slika 11. Opterećenje prometnih tokova motornim vozilima u popodnevnom vršnim satima (14.30 – 17.30)

Na Slici 12., prikazana su opterećenja prometnih tokova pješacima. Na lijevoj strani prikazano je prometno opterećenje u periodu od 06.30 do 9.30 dok je na desnoj strani prikazano prometno opterećenje od 14.30 do 17.30.



Slika 12. Opterećenje prometnih tokova motornim vozilima u jutarnjim, podnevnim i popodnevnim vršnim satima

Prilikom brojanja prometa zapaženo je da osnovnoškolci vrlo malo koriste ŽCP. Prilikom intervjua s djelatnikom HŽ-a saznalo se kako je razlog tome što naselje južno od ŽCP Sokolska ima svoju osnovnu školu, a naselje sjeverno od ŽCP-a, također, ima svoju osnovnu školu.

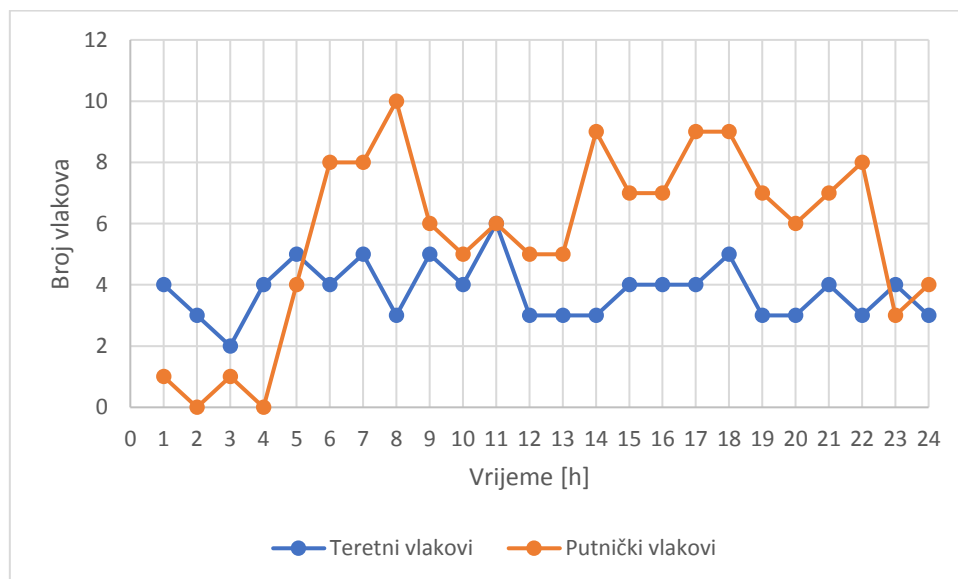


### 2.5.1.2. Analiza tokova željezničkog prometa

Podaci o tokovima željezničkog prometa na području ŽCP-a Sokolska dobiveni su od HŽ Putničkog prijevoza d.o.o. Vrste vlakova su [15]:

1. Vlakovi za prijevoz putnika
  - EC, IC, EN i brzi
  - Ostali
  - Posebni vlakovi
2. Teretni vlakovi
  - Redovni vlakovi iz međunarodnog prometa
  - Redovni vlakovi iz unutarnjeg prometa
  - Redovni lokomotivski vlakovi
  - Vlakovi po potrebi
  - Vlakovi za potrebne infrastrukture

Podaci o broju putničkih i teretnih vlakovima na predmetnoj dionici, prikazani su u na Grafikonu 5. Ukupan broj putnički vlakova u 24 sata je 135 vlakova dok je teretnih vlakova 91. Dakle, ukupan broj vlakova koji prolaze ŽCP-om Sokolska u 24 sata je 226. [16]



Grafikon 5. Vozni red vlakova [16]

## 2.5.2. Metoda anketiranja

Metoda anketiranja je postupak kojim se na temelju anketnog upitnika istražuju i prikupljaju podaci, informacije pomoću kojih se može doći do podataka o stavovima i mišljenjima ispitanika o predmetu istraživanja. Prilikom prikupljanja podataka, vrlo je važno to da su podaci pouzdani jer o tome ovisi valjanost provedenog istraživanja. [1]

Uzorak u ovom predmetu istraživanja u velikoj većini bili su studenti. Ova metoda provodila se od 16. travnja 2018. do 21. travnja 2018. godine u svrhu prikupljanja podataka za istraživanje koje su provodili studenti te rezultate objavili u studentskom radu pod nazivom „Identifikacija uzroka rizičnog ponašanja korisnika željezničko-cestovnih prijelaza i primjena VR tehnologije u edukaciji i prevenciji“ nagrađenom Rektorovom nagradom Sveučilišta u Zagrebu, a čiji je jedan od autora ujedno i autor ovoga diplomskog rada [1]. U ovom radu nastavno će biti sažeto prikazani rezultati provedenog istraživanja u svrhu prikaza prometnog ponašanja i navika korisnika željezničko-cestovnog prijelaza Sokolska.

Anketu su provodili studenti Fakulteta prometnih znanosti, u jutarnjim (7.00 – 10.00) i popodnevnim (15.00 – 18.00) vršnim satima. Anketa je sadržavala 9 kratkih i jasnih pitanja. Anketom su se dobile informacije o spolu, dobnoj strukturi ispitanika i mjestu boravišta. Također, dobile su se informacije o razlozima nepropisnog prelaska preko ŽCP-a te o tome koliko su ispitanici upoznati sa visinom kazne koja je propisana za nepropisan prelazak preko ŽCP-a. Navedeni anketni obrazac prikazan je na Slici 13.

1.	Spol	Ž	M		
2.	Dob	<18 g	18-26	26-60	>60
3.	Koliko često prelazite preko ovog ŽCP?				
	a) Svakodnevno				
	b) Tjedno				
	c) Mjesečno				
	d) Godišnje				
4.	U kojem kvartu stanujete?				
5.	Stanujete li u radijusu do 500 m od ovog ŽCP?			DA	NE
6.	Svrha/razlozi prelaska preko ovog ŽCP:				
	posao	škola	fakultet	kupovina	
	ostalo				
7.	Prelazite li nepropisno preko ŽCP-a?			DA	NE
8.	Koji su razlozi Vašeg nepropisnog prelaska preko ŽCP?				
9.	Znate li kolika je kazna za nepropisni prelazak preko ŽCP?			DA	NE

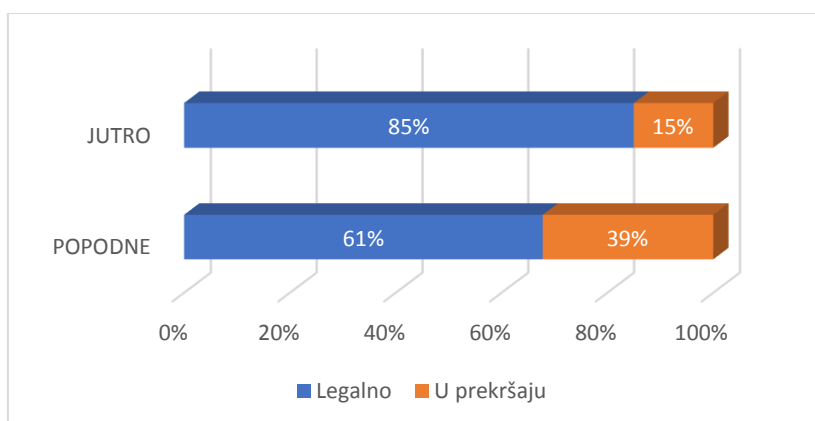
Slika 13. Anketni upitnik korišten na ŽCP-u Sokolska [17]

Kako bi se vidio utjecaj policijskog službenika na korisnike ŽCP-a prvi dan anketiranje u jutarnjim vršnim satima odvijalo se uz nazočnost policijskih dok se anketiranje u popodnevним satima provodilo bez nazočnosti policijskih službenika (Slika 14).



Slika 14. Anketiranje ispitanika na ŽCP-u Sokolska [1]

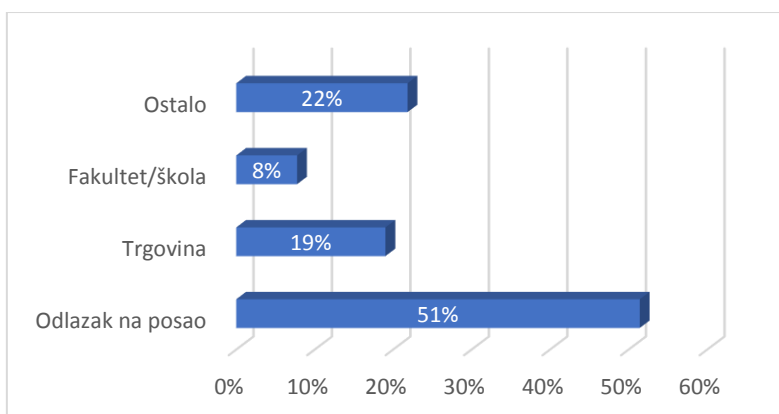
Iz Grafikona 6., može se vidjeti kako nazočnost policijskih službenika utječe na korisnike ŽCP-a. U jutarnjim satima, kada su bili prisutni policijski službenici, od ukupno 301 korisnika, njih 256 prešlo je ŽCP legalno, a ostalih 45 korisnika prešlo je ŽCP dok su branici bili spušteni. U popodnevним satima, kada policijski službenici nisu bili prisutni, broj korisnika koji su prešli ilegalno porastao je za 10%.



Grafikon 6. Udio propisnog i nepropisnog prelaska preko ŽCP-a pri nazočnosti policijskih službenika i bez njihove nazočnosti [1]

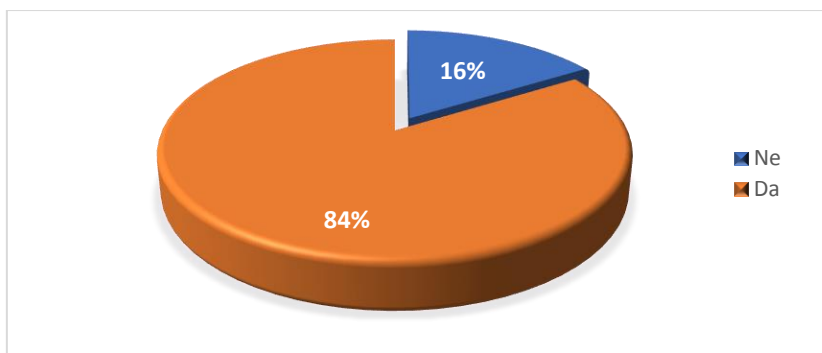
Od ukupno 142 ispitanika, 45% bilo je muških ispitanika dok su ostalih 55% činile osobe ženskog spola. Prilikom anketiranja došlo se do informacije da ŽCP najviše koriste osobe od 26 do 60 godina. Veći dio ispitanika, odnosno njih 69% živi u blizini ŽCP-a dok ostalih 31% stanuje izvan Zagreba te vlakom putuje na posao.

Razlozi prelaska preko ŽCP-a su različiti. Čak 51% ispitanika kao razlog je navelo odlazak na posao. Na Grafikonu 7., prikazani su ostali razlozi prelaska preko ŽCP-a.



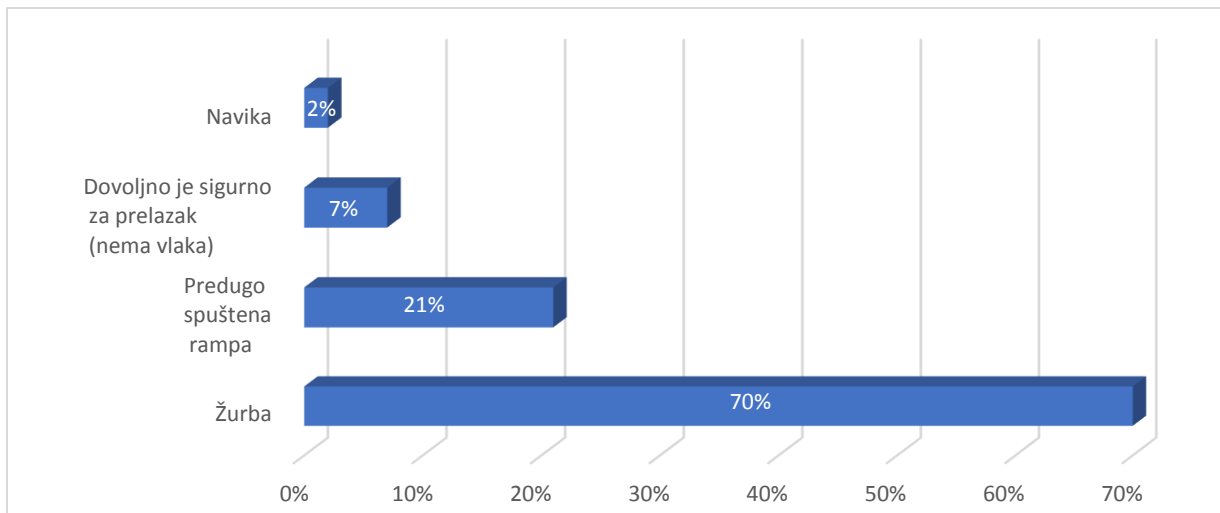
*Grafikon 7. Razlozi prelaska preko ŽCP-a Sokolska [1]*

Jedno od pitanja u anketnom upitniku bilo je i to „Prelaze li ŽCP nepropisno“. Na Grafikonu 8., vidljivo je kako je 84%, odnosno 120 odgovorilo da prelaze ŽCP dok su branici spušteni, a samo njih 16%, odnosno 23 ne prelazi ŽCP dok su branici spušteni.



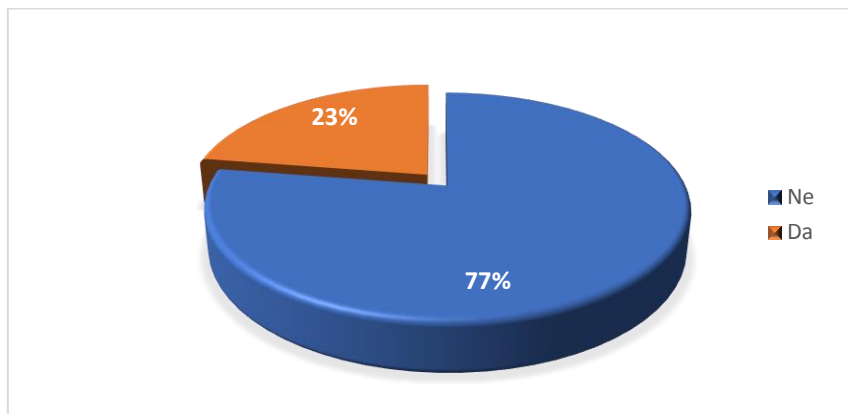
*Grafikon 8. Udio propisnog i nepropisnog prelaska preko ŽCP [1]*

Nakon što bi odgovorili da ŽCP prelaze nepropisno, za ispitanike je slijedilo pitanje koji se razlog nepropisnog prelaska preko ŽCP-a. Iz Grafikona 9., vidljivo je kako je najveći razlog žurba, a odmah nakon toga predugo spušteni branici. Ispitanici su rekli kako se branici spuštaju puno prije nego vlak nailazi te se zbog toga odluče na nepropisan prelazak.



*Grafikon 9. Razlog nepropisnog prelaska preko ŽCP-a [1]*

Iz Grafikona 10., može se vidjeti kako većina ispitanika nije upoznata s kaznom za nepropisan prelazak. Dio ispitanika uopće nije znao da postoji kazna za nepropisan prelazak preko ŽCP-a. Od ukupno 142 ispitanika, njih 110 nije znalo visinu kazne za nepropisan prelazak preko ŽCP-a dok je 32 ispitanika upoznato s visinom kazne.



*Grafikon 10. Upoznatost ispitanika s kaznom za nepropisan prelazak preko ŽCP-a [1]*

Kao što se moglo i pretpostaviti, prisutnost policijskih službenika na ŽCP-u ima utjecaja na prelazak preko ŽCP-a. Vidljivo je kako je 10% više korisnika ilegalno prešlo ŽCP. Kazna za nepropisan prelazak je gotovo nepoznanica za korisnike ŽCP-a. Prilikom anketiranja neki korisnici uopće nisu znali da postoji kazna te da nikada nisu vidjeli da su policijski službenici bili na ŽCP-ima kako bi kaznili one koji prolaze za vrijeme spuštenih branika. Iz navedenog je vidljivo kako je najveći problem prelaska za vrijeme spuštenih branika žurba. Dakle, obzirom da korisnici ŽCP-a znaju da se na putu do odredišta nalazi ŽCP trebali bi uzeti u obzir to da se može dogoditi da su branici spuštени radi prolaska vlaka. Stoga bi trebali računati na vrijeme čekanja na ŽCP-u te si dati malo više vremena za putovanje do odredišta.

### **3. PRIJEDLOZI RJEŠENJA NOVIH VARIJANATA ŽELJEZNIČKO-CESTOVNOG PRIJELAZA SOKOLSKA**

#### **3.1. Varijanta 1**

Željezničko-cestovnim prijelazom Sokolska kreću se pješaci, biciklisti i motorna vozila. Širina kolnika na ŽCP-u iznosi 7,70 m iz čega se može zaključiti da širina ŽCP-a nije dovoljna za sigurno odvijanje prometa. Prema osobnim mjerenjima, tijekom istraživanja utvrđeno je kako u vršnim satima, kada je najveći broj korisnika ŽCP-a i kada vlakovi često prolaze predmetnim prijelazom, branici budu spušteni gotovo 9 minuta (više u poglavlju 2.5.1.). Na ŽCP-u se stvore dugi repovi čekanja kako motornih vozila tako i pješaka i biciklista. Kada se branici podignu, svi korisnici kreću u isto vrijeme zbog čega vrlo lako dolazi do kolizije tokova kretanja pješaka/biciklista i motornih vozila. Zbog toga je iz sigurnosnih razloga neophodno razdvojiti prijelaz preko ŽCP-a za pješake i bicikliste i prijelaz preko ŽCP-a za motorna vozila. Analizom tokova pješaka, utvrđeno je da u jutarnjim i popodnevnim vršnim satima prosječno 40% pješaka prelazi preko ŽCP-a nepropisno. Također, problem su Stipanovićeve ulica, Ulica Sv. Nikole Tavelića i Poljačka ulica koje se spajaju na Sokolsku ulicu neposredno uz ŽCP. Budući da u vršnim satima branici vrlo često budu spušteni, događa se da se spomenute sporedne ulice ne uspiju isprazniti jer se branici ponovno spuste. Uz to, spomenute sporedne ulice nemaju niti dovoljan radijus kako bi se mogle sigurno uključiti na Sokolsku ulicu. Između Sokolske ulice i ulice Sv. Nikole Tavelića, koja je jednosmjerna ulica u smjeru juga, nalazi se vodotok Kustošak. Sokolska ulica i ulica Sv. Nikole Tavelića spojene su objektom širine 4,80 m. Problem nastaje kada se na objektu nalazi vozilo koje skreće lijevo na ŽCP-u te čeka da se branici podignu. Vozila koja se nalaze iza, žele skrenuti desno na Sokolsku ulicu te se stoga odlučuju na obilazak vozila koje čeka što je vrlo rizično obzirom da objekt nema širinu koja je dovoljna za siguran obilazak.

Analizom tokova pješaka, utvrđeno je da u jednom vršnom satu prijeđe i do 190 pješaka. Iz navedenog, vidljivo je kako su pješaci i biciklisti najveći problem na ŽCP-u Sokolska. Obzirom na navedenu problematiku, kao Varijanta 1, predlaže se izgradnja pothodnika za pješake i bicikliste. Izgradnjom pothodnika osigurao bi se nesmetan prelazak pješaka i biciklista preko vrlo frekventne željezničke pruge. Pothodnik bi se gradio na sadašnjem mjestu ŽCP-a Sokolska. Duljina pothodnika bila bi oko 45 metara. Protezao bi se od Ulice Sv. Nikole Tavelića, odnosno Stipanovićeve ulice, ispod željezničkih kolosijeka za putničke vlakove i ispod industrijskog kolosijeka te izlaz pored industrijskog kolosijeka. Pothodnik bi imao 5 ulaza, odnosno izlaza. Prvi ulaz/izlaz, bio bi između predmetnog ŽCP-a i Stipanovićeve ulice, a drugi bi bio između predmetnog ŽCP-a i Ulice Sv. Nikole Tavelića. Na obje strane potreban je

ulaz/izlaz kako u vršnim satima ne bi dolazilo do konflikta motornih vozila i pješaka/biciklista koji prelaze Sokolskom ulicom. Tijekom brojanja prometa, utvrđeno je kako se između 7.00 i 8.00 sati veliki broj pješaka kreće od željezničke stanice Kustošija (smjer zapad-istok) prema ravnateljstvu policije koje se nalazi u Skladišnoj ulici, udaljeno 200 m od ŽCP-a. Isti pješaci kreću se u suprotnom smjeru oko 16.00 sati. Također, ulaz/izlaz između Ulice Sv. Nikole Tavelića i ŽCP-a Sokolska neophodan je zbog pješaka koji dolaze od željezničke stanice Kustošija (smjer istok-zapad). Naime, tijekom brojanja utvrđeno je kako navedeni pješaci idu do objekta u kojem se prodaju karte za vožnju vlakom, a koji se nalazi između industrijskog kolosijeka i kolosijeka za putnički promet, neposredno uz željezničku stanicu Kustošija (smjer zapad-istok). Sljedeći ulaz/izlaz bio bi između industrijskog kolosijeka i kolosijeka namijenjen za putnički promet, neposredno uz željezničku stanicu Kustošija (smjer zapad-istok). Ovaj ulaz/izlaz namijenjen je za putnike koji putuju vlakom. Četvrti ulaz/izlaz bio bi uz industrijski kolosijek (sa istočne strane Sokolske) te zadnji ulaz/izlaz bio bi također uz industrijski kolosijek, ali sa zapadne strane Sokolske. Zadnji ulaz/izlaz neophodan je iz istog razloga kao i prvi ulaz/izlaz. Budući da je pothodnik, osim za pješake, predviđen i za bicikliste, potrebno je prilagoditi prometnu infrastrukturu. Dakle, neophodno je postavljanje ulazno/izlaznih rampi za bicikliste, a i osobe s invaliditetom. Također, pri projektiranju pothodnika potrebno je paziti na to da pothodnici ne budu, duboki, uski i mračni kako se korisnici pothodnika ne bi osjećali ugroženi. Sukladno tome, pothodnik bi trebao biti otvoren, svijetao i prozračan kako bi se korisnici pothodnika osjećali sigurno prilikom korištenja pothodnika. Dakle, samu izradu pothodnika, potrebno je prilagoditi pravilima struke.

Budući da je razina svijesti o opasnosti prelaska preko ŽCP-a, za vrijeme spuštenih branika, vrlo niska postoji mogućnost da pješaci neće koristiti izgrađeni pothodnik. Stoga je nužno pronaći način na koje će se korisnike motivirati na korištenje izgrađenog pothodnika. Sukladno tome, predlaže se dodatna oprema na ŽCP-u Sokolska. Duž Stipanovićeve ulice, postoji ograda koja je u vrlo lošem stanju te je napravljena tako da ju korisnici prijelaza mogu lako prijeći. Uz to postavljena na kratkom potezu te kao takva nema nikakvu funkciju. Navedena ograda, vidljiva je na Slici 15.



*Slika 15. Postojeća zaštitna ograda duž Stipanovićeve ulice*

Predlaže se postavljanje nove zaštitne ograde koja će biti takva da kroz nju neće biti moguć prolaz. Zaštitna ograda postavila bi se duž Stipanovićeve ulice do ograde kojom je ogradena zgrada ravnateljstva policije. Duljina te ograde iznosila bi oko 60 metara. Također, na suprotnu stranu bi se postavila ograda u duljini od oko 130 metara koja bi se protezala od ulaza/izlaza u pothodnik do željezničke stanice Kustošija (smjer istok-zapad). Postavljanje zaštitne ograde predviđeno je i s druge strane ŽCP-a, odnosno pored industrijskog kolosijeka. Na Slici 16., vidljiva je pozicija zaštitne ograde na predmetnom ŽCP-u. Zaštitna ograda, označena je plavom bojom.



*Slika 16. Pozicija predviđene prometne opreme na ŽCP-u Sokolska*



Uz zaštitnu ogradu, predviđeno je i postavljanje anti-trespass panela. To je nova inovacija koja sprječava hodanje pješaka po pruzi. Njezin cilj je stvoriti fizičku barijeru koja ograničava pristup pješaka na mjestima koja nisu predviđena za prelazak. Ovisno o proizvođaču, površine panela mogu biti izrađene od različitih materijala kao što su drvo, guma itd. Sastoje se od piramida koje nisu iste veličine što dodatno otežava hodanje preko panela. Povećava sigurnost prelaska preko ŽCP-a, a vrlo je jednostavna za ugradnju te se lako uklanja i zamjenjuje. Može se rezati kako bi se što bolje mogla pričvrstiti te je vijek trajanja preko 25 godina. Navedeni paneli, postavili bi se s obje strane ŽCP-a, odnosno između tračnica te pored njih. Na Slici 17., vidljiv je izgled navedenih panela. Pozicija anti-trespass panela na predmetnom ŽCP-u, označena je žutom bojom na Slici 16.



*Slika 17. Anti-trespass paneli [18]*

Osim ograde i anti-trespass panela, neophodno je i postavljanje novih branika. Postojeći branici su takvi da ih korisnici vrlo lako mogu proći tako što se provuku ispod njih. Sukladno tome, potrebno je postaviti branike koji će potpuno onemogućiti prolaz pješacima i biciklistima. Na slici 18., prikazan je tip polubranika koji se predlaže postaviti u svrhu sprečavanja provlačenja pješaka ispod polubranika.



*Slika 18. Izgled branika koji se predlaže postaviti na predmetnom ŽCP-u [19]*

Budući da se Poljačka ulica nalazi između kolosijeka za putničke vlakove i industrijskog kolosijeka te zbog njihovog vrlo teškog uključivanja na Sokolsku ulicu u vršnim satima, predlaže se zatvaranje Poljačke ulice te preusmjeravanje vozila u Svačićevu ulicu koja je povezana s nizom ulica koje se spajaju na Sokolsku ulicu.



*Slika 19. Preusmjeravanje Poljačke ulice u Svačićevu ulicu*

Kako bi se riješio problem uključivanja motornih vozila na Sokolsku ulicu iz Stipanovićeve ulice i Ulice Sv. Nikole Tavelića, predlaže se uvođenje zatvaranje pojedinih izlaza neposredno ispred ŽCP-a Sokolska te uvođenje jednosmjernih i slijepih ulica. Uvođenjem jednosmjernih i slijepih ulica olakšao bi prilaz ŽCP-u Sokolska iz Stipanovićeve ulice i Ulice Sv. Nikole Tavelića.

Analizom prometnih tokova utvrđeno je kako iz Stipanovićeve ulice nema puno vozila (detaljnije o tome u poglavlju 2.5.1.1.). Sukladno tome, predlaže se zatvaranje izlaza za motorna vozila iz Stipanovićeve ulice na Sokolsku ulicu, odnosno Stipanovićeva ulica postala bi slijepa ulica. Motorna vozila iz Stipanovićeve ulice preusmjerila bi se kroz Glinsku ulicu iz koje se mogu sigurno uključiti na Sokolsku ulicu.

Kako bi se riješio problem izlaza iz Ulice Sv. Nikole Tavelića prema ŽCP-u Sokolska predlaže se postavljanje prometnog znaka B54 (obvezno skretanje desno). Cesta bi bila pod određenim kutom kako vozila ne bi opće imala mogućnost skretanja lijevo prema ŽCP-u. Put Marijana Matkovića bio bi jednosmjernan u smjeru Sokolske te bi se izgradio objekt preko kojeg bi vozila

mogla izaći na Sokolsku ulicu. Širina objekta bila bi minimalno 5,00 m. Također, potrebno je predvidjeti obilježen prijelaz za pješake jer se duž Sokolske, pored vodotoka Kustošak, proteže pješačka staza. Prilikom preuređenja prometnih tokova potrebno je predvidjeti novu prometnu signalizaciju za vozače motornih vozila. Prometni tok ulica, moguće je vidjeti na Slici 19.



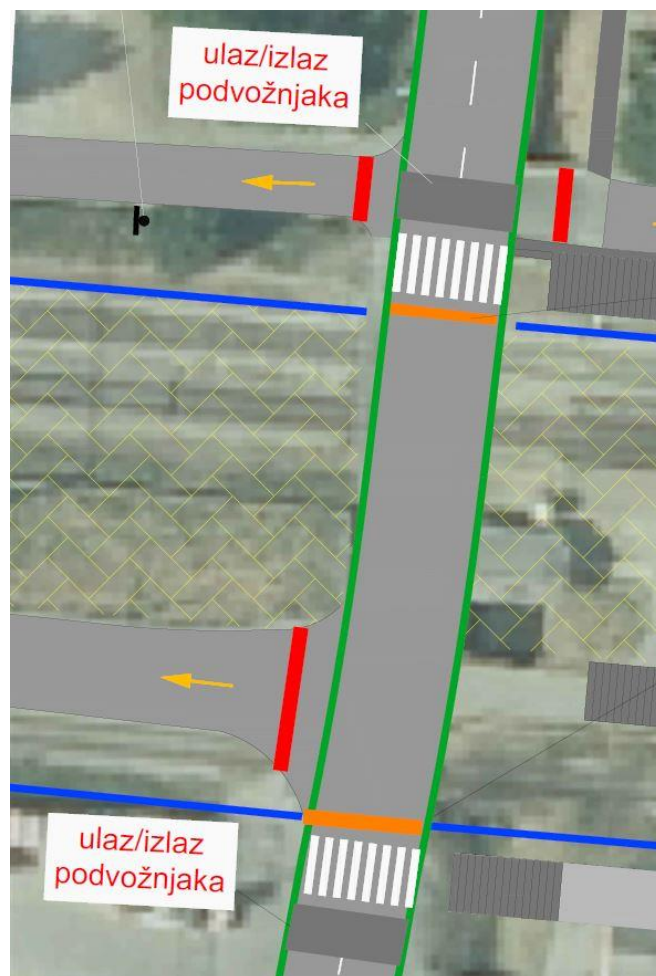
Slika 20. Smjerovi ulica koje se nalaze sjeverno od ŽCP-a Sokolska

### 3.2. Varijanta 2

Nedaleko od ŽCP-a Sokolska nalaze se dva podvožnjaka. Zračna udaljenost podvožnjaka na Zagrebačkoj cesti je 350 metara od ŽCP-a Sokolska dok je podvožnjak na ulici Oranice udaljen 1400 metara. Vozila koja prometuju podvožnjakom na Zagrebačkoj cesti najviše dolaze iz smjera Ilice. No, prije navedenog podvožnjaka vozila nailaze na usko grlo koje se nalazi kada vozila skreću iz Ilice na Zagrebačku cestu. Zbog uskog grla na Ilici, stvaraju se dugi repovi čekanja. Dodatne probleme stvaraju trgovački centri i javne institucije te parkirna mjesta koja se nalaze neposredno uz kolnik. Analizom prometnih tokova, utvrđeno je da u vršnom satu Ilicom prođe i do 70 autobusa [20]. U blizini raskrižja Ilica - Zagrebačka cesta nalaze se

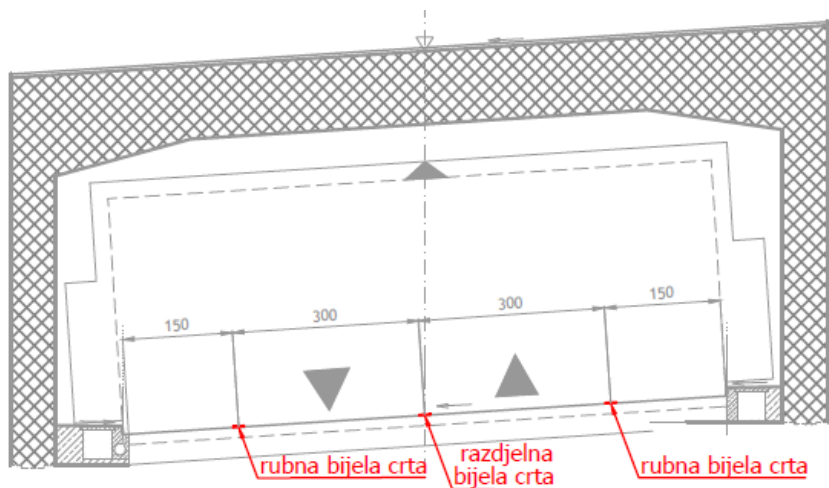
autobusna stajališta koja nemaju ugibalište, što dodatno otežava odvijanje prometa u vršnim satima.

Obzirom na navedenu problematiku, iako je podvožnjak na Zagrebačkoj cesti udaljen samo 350 metara, kao Varijanta 2, predlaže se izgradnja podvožnjaka za motorna vozila. Podvožnjakom bi se potpuno razdvojio cestovni promet od željezničkog promet te bi sigurnost prometa bila znatno veća. Na Slici 21., prikazan je izgled podvožnjaka na Sokolskoj ulici. Zelena boja označava rubove podvožnjaka, a cijelu dužinu podvožnjaka moguće je vidjeti u Prilogu 3.



Slika 21. Podvožnjak za motorna vozila na Sokolskoj ulici

Podvožnjak bi se protezao od raskrižja Sokolska ulica – Glinska ulica do raskrižja Sokolska ulica – Gupčeva ulica. Ukupna duljina podvožnjaka bila bi oko 300 metara. Na podvožnjaku su predviđene dvije prometne trake, širine 2 x 3 metra. Poprečni presjek podvožnjaka, prikazan je na Slici 22.



Slika 22. Poprečni presjek podvožnjaka za motorna vozila

Izgradnjom podvožnjaka, očekuje se povećanje prometnog opterećenja Sokolskom ulicom. Sukladno tome, potrebno je urediti radijus skretanja iz Ilice u Sokolsku ulicu. Naime, radijus skretanja iz Ilice u Sokolsku ulicu je vrlo mali te ga je potrebno povećati kako bi vozila mogla lakše skretati. Pitanje vlasništva zemljišta nije potrebno rješavati jer bi se zahvat radio na način da se pješački koridor smanji kako bi se dobio optimalan radijus skretanja.

Također, zbog očekivanog povećanja prometnog opterećenja, potrebno je urediti i raskrižje Sokolske ulice, Rudeške ulice i Zagrebačke ceste. Naime, predlaže se izvedba posebnog prometnog traka za desno skretanje na Zagrebačkoj cesti (sjeveroistočni privoz). Posebni desni trak bit će odvojen od traka za ravno trokutastim otokom. Budući da se nakon izgradnje podvožnjaka očekuje veće prometno opterećenje, potrebno je napraviti izmjenu signalnih planova na raskrižju Sokolska ulica, Rudeška ulica i Zagrebačka cesta.



Slika 23. Prometna situacija raskrižja Sokolska ulica, Rudeška ulica i Zagrebačka cesta

Na sjevernoj strani od ŽCP-a, pored kolnika nalazi se prirodni vodotok Kustošak koji je jedan od rijetkih koji nisu zatvoreni. Stoga je potrebno riješiti pitanje prirodnog vodotoka Kustošak. Izgradnja podvožnjaka jedna je od zahtjevnijih izgradnji, ali maksimalno povećava sigurnost i skraćuje vrijeme putovanja korisnicima koji putuju Sokolskom ulicom.

Stipanovićeve ulica i Ulica Sv. Nikole Tavelića postaju slijepe ulice. Dakle, vozila iz Stipanovićeve ulice bit će preusmjerena u Glinsku ulicu dok će vozila iz Ulice Sv. Nikole Tavelića biti preusmjerena na put Marijana Matkovića.



Slika 24. Smjerovi ulica koje se nalaze sjeverno od ŽCP-a Sokolska

Također, predviđeno je da se Poljačka ulica zatvori te se vozila odatle preusmjere u Svačićevu ulicu koja je povezana sa Sokolskom ulicom s više ulica. Pasančeva ulica ostala bi slijepa ulica, ali bi postala zatvorena prilikom skretanja sa Sokolske u Pasančevu, a bila bi otvorena prilikom skretanja iz Pasančeve ulice u Svačićevu ulicu. Smjer slijepa ulice okreće se zbog toga jer se vozila zbog podvožnjaka ne bi mogla uključiti na Sokolsku ulicu. No, južnije od navedene ulice nalazi se nekoliko ulica iz koje se vozila mogu uključiti na Sokolsku ulicu.



Slika 25. Smjerovi ulica koje se nalaze južno od ŽCP-a Sokolska

Za pješake i bicikliste, predviđena je izgradnja pothodnika. Pothodnik bi bio sličan kao pothodnik u Varijanti 1. Naime, razlika je u tome što bi u ovoj varijanti bila sveukupno četiri ulaza/izlaza u/iz pothodnika. Pozicije ulaza/izlaza u/iz pothodnika kao i sam pothodnik prikazani su na Slici 26.

Kao i u Varijanti 1, uz navedena rješenja, predlaže se postavljanje dodatne opreme. Dodatna oprema uključuje: zaštitne ograde, anti-tresspas panele te novi branici. Oprema se postavlja kao i u prethodnoj varijanti. Na Slici 26., vidljiva je pozicija predviđene prometne opreme. Plavom bojom, označena je nova zaštitna ograda, žutom bojom označeni su anti-tresspas paneli, a narančastom novi branici.



Slika 26. Pozicija predviđene prometne opreme

Glavni nedostatak ovakvog rješenja bio bi taj što je izgradnja podvožnjaka vrlo zahtjevna i zahtjeva puno prostora, a Sokolska ulica nije toliko široka. Problem je na južnom dijelu Sokolske ulice jer bi se moralo rušiti neke postojeće objekte te rješavati pitanje vlasništva zemljišta. Rješavanje vlasništva zemljišta stvara visoke troškove, a obzirom na analizu prometnih tokova, pitanje je koliko je ovo rješenje financijski isplativo. Prednost ovakvog rješenja je to što bi se maksimalno povećala sigurnost svih sudionika u prometu. Samom izgradnjom podvožnjaka privukao bi se veći prometni tok, a samim time bi bila veća i gustoća prometa.

### 3.3. Varijanta 3

Kako bi se maksimalno povećala sigurnost na željezničko-cestovnom prijelazu, najbolje rješenje bilo bi izgradnja podvožnjaka. No, izgradnja podvožnjaka vrlo je zahtjevna i u građevinskom, a i ekonomskom smislu. Međutim, obzirom na analizu prometnih tokova dolazi se do pitanja ekonomske isplativosti izgradnje pothodnika.

Obzirom da se susjedni podvožnjak nalazi samo 350 metara od predmetnog ŽCP-a, kao Varijanta 3, predlaže se zatvaranje željezničko-cestovnog prijelaza Sokolska za motorna vozila. Dakle, motorna vozila na željezničko-cestovnom prijelazu Sokolska bila bi preusmjerena na podvožnjak na Zagrebačkoj cesti ili na podvožnjak koji se nalazi u ulici Oranice, udaljen 1400 m od predmetnog ŽCP-a.

Željezničko-cestovni prijelaz bi i dalje ostao otvoren za pješake i bicikliste. No, kako bi se konflikti između pješaka/biciklista i željezničkih vozila potpuno izbjegli, predlaže se izgradnja pothodnika za pješake i bicikliste.

Pothodnik bi se gradio na sadašnjem mjestu ŽCP-a Sokolska. Samu izradu pothodnika, potrebno je prilagoditi pravilima struke. Prilikom projektiranja pothodnika, vrlo je bitno paziti da se pothodnik uklapa u okolinu. Na Slici 27., prikazan je primjer pothodnika koji zadovoljava prometne potrebe i uklapa se u ambijent.





*Slika 27. Primjer pothodnika u Tucson, Arizona [21]*

Obzirom da je predviđeno zatvaranje predmetnog ŽCP-a za motorna vozila, potrebno je predvidjeti izmiještanje Poljačke ulice. Poljačka ulica riješila bi se kao u Varijanti 1.

Kao i u prethodnim varijantama, kako bi se pješake/bicikliste motiviralo na korištenje novoizgrađenog pothodnika predviđa se postavljanje dodatne opreme. Dodatnu opremu u Varijanti 3 čine: zaštitna ograda, anti-trespass paneli i branici koji onemogućavaju prolaz.

Prednost ove varijante je to što bi se branici ne bi morali podizati i spuštati. Sukladno tome, smanjilo bi se jedno radno mjesto, što je financijski dobro za Hrvatske željeznice.

## 4. VREDNOVANJE PREDLOŽENIH VARIJANATA METODOM SWOT ANALIZE

SWOT analiza je subjektivna procjena podataka koji su organizirani uz pomoć tzv. SWOT formata u logičan slijed koji pomaže razumijevanju problema, njegovoj prezentaciji, raspravi, a u konačnici i donošenju odluke. Kako bi se rezultati SWOT analize prikazali na pregledan način, koristi se SWOT matrica koja se sastoji od četiri polja i time omogućuje u dvodimenzionalnom obliku povezivanje unutarnjih (snage i slabosti) i vanjskih (prilike i prijetnje) čimbenika. Time predstavlja suvremeno sredstvo za analizu prilika i prijetnji u vanjskom okruženju kao i njihovih veza s unutarnjim slabostima i snagama predmeta analize. [22]

Kao što je navedeno ranije ova analiza ima četiri glavna elementa koja podrazumijevaju sljedeće [22]:

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

## 4.1. SWOT analiza Varijante 1

Kao Varijanta 1, predlaže se izgradnja pothodnika za pješake i bicikliste. Također, preusmjeravaju se Stipanovićeve ulica i Ulica Sv. Nikole Tavelića. Poljačka ulica se zatvara, odnosno vozila se preusmjeravaju u Svačićevu ulicu. Kako bi se maksimalno povećala sigurnost prelaska pješaka i biciklista preko ŽCP-a, predviđeno je postavljanje dodatne opreme. Pod dodatnu opremu misli se na zaštitnu ogradu, anti-trespas panele i branici ispod kojih se pješaci i biciklisti neće moći provući u slučaju da su branici zatvoreni. U Tablici 7., prikazana je SWOT matrica za Varijantu 1.

Tablica 7. SWOT matrica Varijante 1

SNAGE	SLABOSTI
<ul style="list-style-type: none"><li>• sigurno kretanje pješaka i biciklista na ŽCP-u</li><li>• povećanje propusne moći tokova pješaka i biciklista</li><li>• nema konfliktnih točaka između pješaka/biciklista, motornih vozila i vlakova</li><li>• veća sigurnost vozila koja su se iz Stipanovićeve, Tavelićeve i Poljačke ulice kretala prema ŽCP-u</li><li>• nema otkupa zemljišta</li><li>• povećanje udobnosti putovanja pješaka i biciklista</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• potrebno preuređenje ulica kroz koje se preusmjerava promet</li><li>• visoki troškovi izgradnje</li><li>• visoki troškovi održavanja</li></ul>
PRILIKE	PRIJETNJE
<ul style="list-style-type: none"><li>• lakše uključivanje vozila iz Stipanovićeve, Tavelićeve i Poljačke u Sokolsku ulicu</li><li>• mogućnost iskorištenja EU fondova</li><li>• uklanjanje potencijalnih prometnih nesreća</li><li>• bolja mobilnost pješaka i biciklista</li><li>• viša razina prometne kulture</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• dugo vrijeme čekanja</li><li>• slab interes nadležnih institucija za rekonstrukciju</li></ul>

## 4.2. SWOT analiza Varijante 2

Kao Varijanta 2, predlaže se izgradnja pothodnika za pješake i bicikliste te izgradnja podvožnjaka za motorna vozila. Također, preusmjeravaju se Stipanovićeve ulica, Ulica Sv. Nikole Tavelića i Poljačka ulica. Uz to je predviđeno uređenje raskrižja Sokolska ulica – Rudeška ulica – Zagrebačka cesta. Radijus skretanja iz Ilice u Sokolsku ulicu bit će povećan kako bi vozila mogla lakše izvršiti radnju skretanja. Kako bi se maksimalno povećala sigurnost prelaska pješaka i biciklista preko ŽCP-a, predviđeno je postavljanje dodatne opreme. Pod dodatnu opremu misli se na zaštitnu ogradu, anti-trespas panele i branici ispod kojih se pješaci i biciklisti neće moći provući u slučaju da su branici zatvoreni. U Tablici 8., prikazana je SWOT matrica za Varijantu 2.

Tablica 8. SWOT matrica Varijante 2

SNAGE	SLABOSTI
<ul style="list-style-type: none"><li>nema konfliktnih točaka između pješaka/biciklista, motornih vozila i vlakova</li><li>povećanje udobnosti putovanja</li><li>nema prometnih zagušenja</li><li>sigurno kretanje pješaka i biciklista na ŽCP-u</li><li>veća brzina kretanja motornih vozila</li><li>veća propusna moć tokova pješaka i biciklista i motornih vozila</li><li>smanjenje razine buke i emisija ispušnih plinova</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>visoki troškovi održavanja pothodnika</li><li>visoki troškovi izgradnje</li><li>visoki troškovi otkupa zemljišta</li><li>dodatno zauzimanje zemljišta</li><li>izmjena signalnih planova na raskrižju Sokolske ulice, Rudeške ulice i Zagrebačke ceste</li></ul>
PRILIKE	PRIJETNJE
<ul style="list-style-type: none"><li>prometno rasterećenje Ilice</li><li>moćnost iskorištenja EU fondova</li><li>nema dugih repova čekanja</li><li>minimalno vrijeme čekanja</li><li>bolja mobilnost pješaka i biciklista</li><li>viša razina prometne kulture</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>nedostatak financijskih sredstava</li><li>narušavanje prirodnog okoliša</li><li>slab interes nadležnih institucija za rekonstrukciju</li><li>neriješeni imovinsko pravni odnosi</li></ul>

### 4.3. SWOT analiza Varijante 3

Kao Varijanta 3, predlaže se zatvaranje ŽCP-a za motorna vozila budući da se 300 m zapadno od predmetnog ŽCP-a nalazi podvožnjak za motorna vozila. Za pješake i bicikliste predviđena je izgradnja pothodnika. Kako bi se maksimalno povećala sigurnost prelaska pješaka i biciklista preko ŽCP-a, predviđeno je postavljanje dodatne opreme. Pod dodatnu opremu misli se na zaštitnu ogradu, anti-tresspas panele i branici ispod kojih se pješaci i biciklisti neće moći provući u slučaju da su branici zatvoreni. U Tablici 9., prikazana je SWOT matrica za Varijantu 3.

Tablica 9. SWOT matrica Varijante 3

SNAGE	SLABOSTI
<ul style="list-style-type: none"><li>• nema konfliktnih točaka između pješaka/biciklista, motornih vozila i vlakova</li><li>• veća propusna moć tokova pješaka i biciklista</li><li>• veća udobnost putovanja pješaka i biciklista</li><li>• sigurno kretanje pješaka i biciklista na ŽCP-u</li><li>• kraće vrijeme putovanja za pješake i bicikliste</li><li>• nema otkupa zemljišta</li><li>• smanjenje razine buke i emisija ispušnih plinova</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• visoki troškovi održavanja pothodnika</li><li>• visoki troškovi izgradnje</li><li>• povećanje gustoće prometa na susjednim podvožnjacima</li></ul>
PRILIKE	PRIJETNJE
<ul style="list-style-type: none"><li>• prometno rasterećenje Sokolske ulice od motornih vozila</li><li>• smanjena mogućnost nastanka prometnih nesreća</li><li>• smanjeno vrijeme čekanja</li><li>• bolja mobilnost pješaka i biciklista</li><li>• viša razina prometne kulture</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• dugi repovi čekanja na Ilici</li><li>• prometno zagušenje na Zagrebačkoj ulici</li><li>• slab interes nadležnih institucija za rekonstrukciju</li></ul>

## 5. VREDNOVANJE VARIJANATA PRIMJENOM METODE ANALITIČKOG HIJERARHIJSKOG PROCESA

Višekriterijsko odlučivanje predstavlja proces optimizacije jedne ili više funkcija cilja u skupu mogućih rješenja. Ono može biti [23]:

1. Višeciljno odlučivanje - primjenjuje se u rješavanju tzv. dobro strukturiranih problema, a karakterizira ga više kriterijskih funkcija, odnosno funkcija cilja (metode: višekriterijska simpleks metoda, Zions-Walleniusova metoda, metoda koraka STEM, metoda pomičnog ideala, etc.)
2. Višeatributivno odlučivanje (višekriterijska analiza) – predstavlja loše strukturiran problem, odnosno problem čiji su kriteriji definirani atributima, cilj je loše definiran, ograničenja su neaktivna i odnose se, u pravilu, na izbor varijanata (metode: metoda dominacije, ELEKTRE I-IV, PROMETHEE I-IV, metoda analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP), metoda višekriterijskog kompromisnog rangiranja (VIKOR), etc.)

Metoda analitičkog hijerarhijskog procesa (engl. Analytic Hierarchy Process) jedna je od najpoznatijih i najčešće korištenih metoda višekriterijskog odlučivanja u prometu [23].

AHP metodu utemeljio je Thomas L. Saaty, 1980-ih godina. Ova metoda koristi se u cilju rješavanja kompleksnih problema odlučivanja. Omogućava fleksibilnost procesa odlučivanja i pomaže donositeljima odluke postaviti prioritete te donijeti najbolju odluku uzevši u obzir i kvalitativne i kvantitativne aspekte odluke. Metoda se pokazala izrazito uspješnom za rješavanje svih problema odlučivanja te je zbog olakšavanja primjene metode razvijen programski alat Expert Choice. [23]

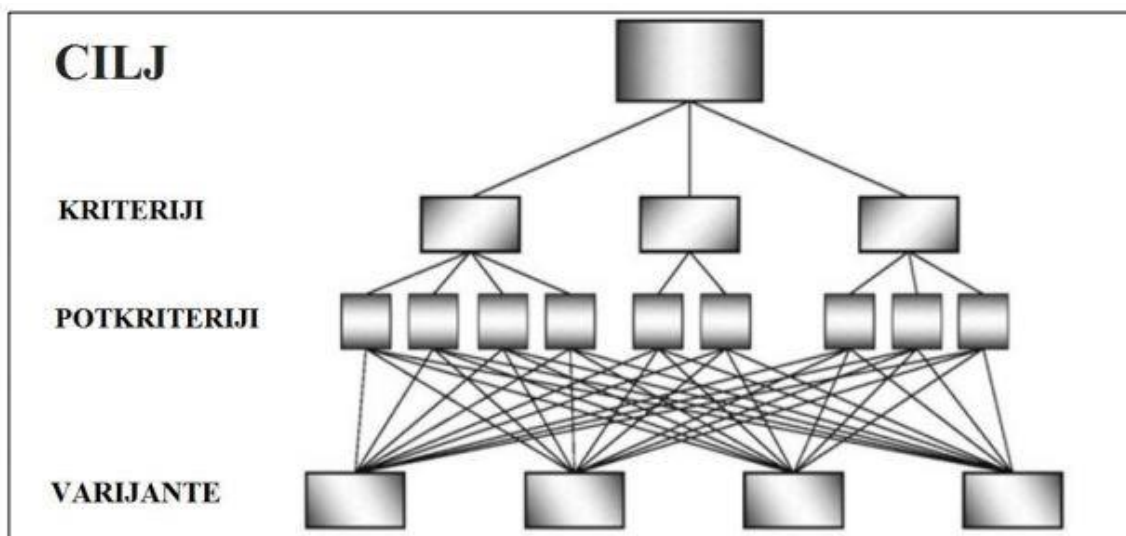
Rješavanje problema pomoću AHP metode sastoji se od četiri dijela [23]:

- Strukturiranje problema
- Prikupljanje podataka
- Ocjenjivanje relativnih težina
- Određivanje rješenja problema.

Rješavanje složenih problema odlučivanja pomoću ove 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 (potkriteriji) i varijante. [23]

Navedeni 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 nalaze se varijante. Na Slici 28., prikazana je hijerarhijska struktura AHP modela.



Slika 28. Opći prikaz hijerarhijske strukture AHP modela [22]

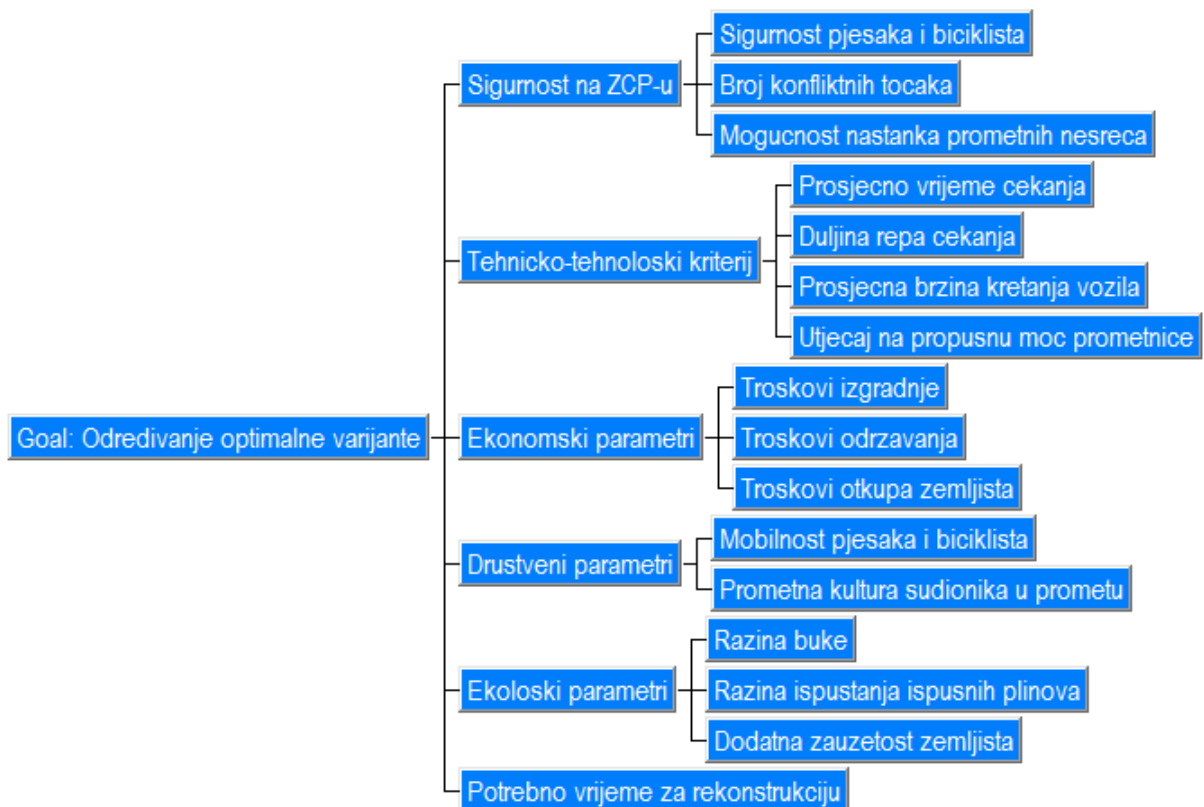
U procjeni vrijednosti omjera težina kriterija, potkriterija i važnosti varijanata pomaže Saaty-eva skala koja omogućava procjenu omjera važnosti dvaju atributa kada se njihove vrijednosti izražavaju kvantitativno, kvalitativno i u različitim mjernim jedinicama. Saaty-eva skala je omjerna skala koja ima pet stupnjeva intenziteta i četiri međustupnja, a svakom od njih odgovara vrijednosni sud o tome koliko puta je jedan kriterij važniji od drugog. Vrijednosti ocjena u Saaty-evoj skali, vidljive su u Tablici 10. [23]

Tablica 10. Saaty-eva skala [24]

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

## 5.1. Hijerarhijska struktura AHP modela

Najzahtjevniji dio AHP metode je dobro strukturiranje problema i odabir realnih težinskih udjela odabranih kriterija i potkriterija. Sukladno tome, vrlo je bitno napomenuti da su rezultati dobiveni AHP modelom samo podrška u odlučivanju te ih ne treba uzimati kao jedini čimbenik pri odluci jer se drugačijom strukturom modela i raspodjelom težinskih udjela mogu dobiti drugačiji rezultati. [25] Stoga je nužno izraditi analizu osjetljivosti. Hijerarhijska struktura predloženog modela prikazana je na Slici 29.



Slika 29. Grafički prikaz hijerarhijske strukture AHP modela

## 5.2. Rangiranje kriterija i potkriterija

Vrednovanje varijanata AHP metodom vrši se u programskom alatu Expert Choice na temelju postavljenih kriterija i potkriterija. Kriteriji se međusobno uspoređuju u parovima u odnosu na to koliko puta je jedan od njih važniji za mjerenje postizanja cilja od drugog. Rangiranje potkriterija vrši se na isti način kao i rangiranje kriterija, tj. parovi potkriterija rangiraju se međusobno u podskupini određenog kriterija. Na Slici 30., prikazano je rangiranje kriterija u programskom alatu Expert Choice.





Slika 30. Grafički prikaz rangiranja kriterija u programskom alatu Expert Choice

### Sigurnost na željezničko-cestovnim prijelazima

Mnogi vozači i pješaci svakodnevno bivaju teško ozlijeđeni ili usmrćeni na ŽCP-ima širom svijeta. Europske statistike pokazuju da je broj poginulih na ŽCP-ima u ukupnom broj poginulih u cestovnom prometu tek 2%, ali ako se uzme u obzir ukupan broj poginulih u nesrećama vezanim za željeznički promet, to je čak trećina poginulih. Zbog toga se kriteriju „*Sigurnost na ŽCP-u*“ dodjeljuje najveća važnost. Navedeni kriterij određen je s tri potkriterija:

- Sigurnost pješaka i biciklista
- Broj konfliktnih točaka
- Mogućnost nastanka prometnih nesreća

Iz Slike 31., vidljivo je rangiranje potkriterija kriterija „*Sigurnost na željezničko-cestovnom prijelazu*“. Prema procjeni autora, potkriteriju „*Sigurnost pješaka i biciklista*“ dodijeljena je najveća važnost, potom potkriteriju „*Mogućnost nastanka prometnih nesreća*“, a potkriteriju „*Broj konfliktnih točaka*“ dodijeljena je najmanja važnost.



Slika 31. Grafički prikaz rangiranja potkriterija kriterija „*Sigurnost na ŽCP-u*“

### Tehničko-tehnološki kriterij

Iz ovog kriterija direktno se dobivaju informacije o kvaliteti odvijanja prometnih tokova. Ovaj kriterij je drugi po važnosti jer na temelju njegovih informacija, vozači odlučuju kojim će se rutama kretati. Navedeni kriterij određen je s četiri potkriterija:

- Prosječno vrijeme čekanja
- Duljina repa čekanja
- Prosječna brzina kretanja motornih vozila
- Utjecaj na propusnu moć prometnice

Iz Slike 32., vidljivo je rangiranje potkriterija kriterija „*Tehničko-tehnološki kriterij*“. Prema procjeni autora, vidljivo je kako je u skupini potkriterija potkriterij „*Utjecaj na propusnu moć prometnice*“ najvažniji. Zatim slijedi „*Prosječno vrijeme čekanja*“ pa „*Duljina repa čekanja*“, a

zadnji je „Prosječna brzina kretanja motornih vozila“.



Slika 32. Grafički prikaz rangiranja potkriterija kriterija „Tehničko-tehnološkog kriterija“

### Ekonomski pokazatelji

Pomoću ovog kriterija dobiva se uvid u sve troškove vezane za izgradnju, održavanje i otkup zemljišta navedenih varijantnih rješenja. Okvirni troškovi izgradnje određene varijante vrlo su bitni jer ovaj kriterij ima veliku važnost pri odabiru jedne od varijanata. Navedeni kriterij određen je s pet potkriterija:

- Troškovi izgradnje
- Troškovi održavanja
- Troškovi otkupa zemljišta

Iz Slike 33., vidljivo je rangiranje potkriterija kriterija „Ekonomski pokazatelji“. Prema procjeni autora, najveća važnost dodijeljena je potkriteriju „Troškovi izgradnje“, potom potkriteriju „Troškovi otkupa“ zemljišta, a najmanja važnost dodijeljena je potkriteriju „Troškovi održavanja“.



Slika 33. Grafički prikaz rangiranja potkriterija kriterija „Ekonomski pokazatelji“

### Društveni pokazatelji

Društveni pokazatelji predstavljaju one pokazatelje kojima se poboljšava kvaliteta života ljudi koji se kreću ŽCP-om i njegovom okolicom. Odnosi se na prometnu infrastrukturu kojom se kreću pješaci i biciklisti. Navedeni kriterij određen je s dva potkriterija:

- Mobilnost pješaka i biciklista
- Prometna kultura sudionika u prometu

Iz Slike 34., vidljivo je rangiranje potkriterija kriterija „Društveni pokazatelji“. Prema procjeni autora, veća važnost dodijeljena je potkriteriju „Prometna kultura sudionika u prometu“ u odnosu na potkriterij „Mobilnost pješaka i biciklista“.



Slika 34. Grafički prikaz rangiranja potkriterija kriterija „Društveni parametri“

#### Ekološki i prostorno-urbanistički pokazatelji

Budući da je Sokolska ulica vrlo naseljena potrebno je uzeti u obzir ekološke kriterije. Također, zbog sve većih ekoloških standarda, vrednovat će se koliko koja varijanta utječe na smanjenje razine buke i ispuštanja štetnih plinova. Kroz prostorno-urbanističke parametre sagledava se prostorna površina koja je potrebna za izvođenje pojedine varijante. Navedeni kriterij određen je s tri potkriterija:

- Razina buke
- Razina ispuštanja ispušnih plinova
- Dodatna zauzetost zemljišta [m<sup>2</sup>]

Iz Slike 35., vidljivo je rangiranje potkriterija kriterija „Ekološki i prostorno-urbanistički pokazatelji“. Prema procjeni autora, najveća važnost dodijeljena je potkriteriju „Razina ispuštanja ispušnih plinova“, potom potkriteriju „Razina buke“, a najmanja važnost dodijeljena je potkriteriju „Dodatna zauzetost zemljišta“.



Slika 35. Grafički prikaz rangiranja potkriterija kriterija „Ekološki i prostorno-urbanistički pokazatelji“

#### Potrebno vrijeme za rekonstrukciju

Budući da se radi o željezničko-cestovnom prijelazu visokog intenziteta prometa, vrijeme koje je potrebno za provedbu određene varijante iznimno je važno. Vrijeme potrebno za rekonstrukciju u korelaciji je s troškovima. Naime, vrijeme trajanja provedbe radova proporcionalno je troškovima, odnosno što radovi dulje traju i troškovi se povećavaju što može dovesti do znatnog uvećanja ukupnih troškova rekonstrukcije.

## 5.3. Vrednovanje varijanata

### 5.3.1. Sigurnost na ŽCP-u

U posljednjih nekoliko godina u Republici Hrvatskoj puno se radi na podizanju svijesti o sigurnosti na ŽCP-ima. Unatoč tome, puno ljudi i dalje nepropisno prelazi preko ŽCP-a. Sukladno tome, definiran je potkriterij Sigurnost pješaka i biciklista.

Prema procjeni autora, u odnosu na postojeće stanje, sigurnost pješaka i biciklista povećana je kod sve tri varijante jer je kod sve triju varijanti predviđena izgradnja pothodnika za pješake i bicikliste te postavljanje zaštitne ograde, anti-tresspas panela te branika. No, budući da se kod Varijante 3, ŽCP zatvara za motorna vozila, najveća sigurnost pješaka i biciklista bit će upravo kod spomenute varijante jer pješaci i biciklisti nikako ne mogu doći u kontakt s vozilima. Varijanta 1 i Varijanta 2 su jednake jer je predviđena ista vrsta pothodnika, a vozila se i dalje kreću Sokolskom ulicom u obje varijante. Navedena oprema onemogućava pješacima i biciklistima nepropisan prelazak preko ŽCP-a te ih motivira da koriste pothodnike koji su predviđeni u sve tri varijante (Tablica 11., Slika 36).

Tablica 11. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Sigurnost pješaka i biciklista“

VARIJANTE	Sigurnost pješaka i biciklista	RANG
Varijanta 1	Srednja	2
Varijanta 2	Srednja	2
Varijanta 3	Visoka	1

Priorities with respect to:  
Goal: Određivanje optimalne varijante  
>Sigurnost na ZCP-u  
>Sigurnost pjesaka i biciklista

Varijanta 3 ,600  
Varijanta 1 ,200  
Varijanta 2 ,200

Inconsistency = 0,  
with 0 missing judgments.



Slika 36. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Sigurnost pješaka i biciklista“ u programskom alatu Expert Choice

Konfliktna situacija može se definirati kao zbroj svih konfliktnih točaka koje su uzrokovane prometnim radnjama izlijevanja, ulijevanja, preplitanja i presjecanja prometnih tokova na površini raskrižja.

Prijelazi preko ŽCP-a stvaraju ozbiljne konfliktne točke između cestovnih i željezničkih vozila. Na postojećem stanju uz ŽCP nalaze se i dva priključka (Ulica sv. Nikole Tavelića i Stipanovićeve ulica) na Sokolsku ulicu. Dakle ispred ŽCP-a, zapravo se nalazi četverokrako

raskrižje čime se broj konfliktnih točaka povećava. Također, između kolosijeka na ŽCP-u Sokolska postoji Poljačka ulica koja stvara „T“ raskrižje unutar ŽCP-a.

Konfliktnih točaka između cestovnih i željezničkih vozila, kod Varijante 2 i 3 uopće neće biti jer su pravci kretanja između cestovnih i željezničkih vozila u potpunosti razdvojeni. Broj konfliktnih točaka kod Varijante 1 smanjuje se jer se Poljačka ulica zatvara, odnosno preusmjerava što znači da je 9 konfliktnih točaka manje u odnosu na postojeće stanje. Ostalih 18 konfliktnih točaka ostaje. No, poboljšanje je u tome što konfliktne točke više neće biti odmah uz ŽCP (Tablica 12., Slika 37.).

Tablica 12. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Broj konfliktnih točaka“

VARIJANTE	Broj konfliktnih točaka	RANG
Varijanta 1	18+9	2
Varijanta 2	0	1
Varijanta 3	0	1

Priorities with respect to:  
 Goal: Određivanje optimalne varijante  
 >Sigurnost na ZCP-u  
 >Broj konfliktnih tocaka



Slika 37. Grafički prilaz rangiranja varijanata prema potkriteriju „Broj konfliktnih točaka“ u programskom alatu Expert Choice

Za vrijeme promatranja i analiziranja ponašanja sudionika u prometu na ŽCP-u uočeno je kako puno pješaka i biciklista prelazi preko ŽCP-a, neovisno o tome jesu li branici podignuti ili spušteni. Također, iz poglavlja 2.2. *Analiza stanja sigurnosti na željezničko-cestovnim prijelazima u Republici Hrvatskoj*, vidljivo je kako je u razdoblju od 2010. do 2018. godine bilo ukupno 10 lomova branika što govori o prometnoj kulturi vozača na predmetnom ŽCP-u. Iz navedenog se može zaključiti kako na predmetnom ŽCP-u postoji potencijalna opasnost od nastanka prometnih nesreća.

Prema procjeni autora, Varijanta 1 sadrži konfliktne točke te je mogućnost nastanka prometnih nesreća najviša u odnosu na Varijantu 2 i Varijantu 3 koje nemaju konfliktnih točaka. Kod Varijante 2 nešto je manja mogućnost nastanka prometnih nesreća jer ona nema konfliktnih točaka te ne dolazi do sučeljavanja željezničkog i cestovnog prometa. Mogućnost nastanka prometnih nesreća kod Varijante 3 je najmanje moguća obzirom da je ŽCP zatvoren za motorna vozila, odnosno ŽCP-om se kreću samo pješaci i biciklisti i to pothodnikom. Kada se promatraju pješaci u ovom potkriteriju, oni su kod sve tri varijante jednako osigurani, odnosno

kod svih varijanata predviđena je prometna oprema koja onemogućava ilegalan prelazak preko ŽCP-a (Tablica 13., Slika 38.).

Tablica 13. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Mogućnost nastanka prometnih nesreća“

VARIJANTE	Mogućnost nastanka prometnih nesreća	RANG
Varijanta 1	Visoka	3
Varijanta 2	Srednja	2
Varijanta 3	Mala	1



Slika 38. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Mogućnost nastanka prometnih nesreća“ u programskom alatu Expert Choice

### 5.3.2. Tehničko-tehnološki pokazatelji

Vrijeme čekanja je vrijeme proteklo dok vozilo dođe na kraj repa čekanja do trena kad prođe stop ili zaustavnu liniju [26]. Prema trenutnoj situaciji, na ŽCP-u Sokolska, prosječno vrijeme čekanja je 260 s, a uzrokovano je zatvorenosti ŽCP-a branicima. Što je vrijeme čekanja duže povećava se mogućnost da će netko doći na ideju o obilasku branika ili prelaska preko prijelaza i samim time ugrožava vlastitu ali i sigurnost drugih sudionika.

Obzirom da se u Varijanti 1 predviđa promjena smjerova ulica i izgradnja pothodnika može se zaključiti da to ne uklanja probleme na predmetom ŽCP-u. Stoga, prosječno vrijeme čekanja se neće promijeniti. Varijanta 2 predviđa izgradnju podvožnjaka za motorna vozila te u budućnosti očekuje znatno smanjenje prosječnog vremena čekanja. Budući da se u Varijanti 3 zatvara ŽCP za motorna vozila i preusmjerava ih se na susjedne podvožnjake, čekanja vozila nema (Tablica 14., Slika 39).

Tablica 14. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Prosječno vrijeme čekanja“

VARIJANTE	Prosječno vrijeme čekanja [s]	RANG
Varijanta 1	260	3
Varijanta 2	30	2
Varijanta 3	0	1



Slika 39. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Prosječno vrijeme čekanja“ u programskom alatu Expert Choice

Rep čekanja je duljina dijela ceste ispred raskrižja koju vozila zauzmu čekajući na prolaz tim raskrižjem [26]. Prema [26] broj vozila u repu čekanja s 95% sigurnošću, računa se prema sljedećoj formuli (1):

$$Q_{95} \approx 900T \left[ \frac{v_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_{m,x}}\right)\left(\frac{v_x}{c_{m,x}}\right)}{150T}} \right] \left(\frac{c_{m,x}}{3600}\right) \quad (1)$$

gdje je:

$Q_{95}$  - 95% rep čekanja (vozila)

$v_x$  – protok za manevar x

$c_{m,x}$  – realni kapacitet manevra x

T – analizirani period (0.25 za 15-minutni period).

Obzirom da se ne radi o običnom raskrižju upravljanom prometnim svjetlima, nego o ŽCP-u, formula je prilagođena te dobivene vrijednosti vidljive su u Tablici 15.

Obzirom na rezultate, Varijanta 2 bilo bi najbolje rješenje u kojem se ne očekuju dulji repovi čekanja. Kod Varijante 1 očekuju se jednake duljine repova čekanja kao i do sada jer se u tom pogledu kod Varijante 1 nije ništa mijenjalo. Budući da se u Varijanti 3 zatvara ŽCP za motorna vozila i preusmjerava ih se na susjedne podvožnjake, duljina repa čekanja ne može se navesti (Tablica 15., Slika 40.).

Tablica 15. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Duljina repa čekanja“

VARIJANTE	Duljina repa čekanja [voz]	RANG
Varijanta 1	184	3
Varijanta 2	92	2
Varijanta 3	0	1

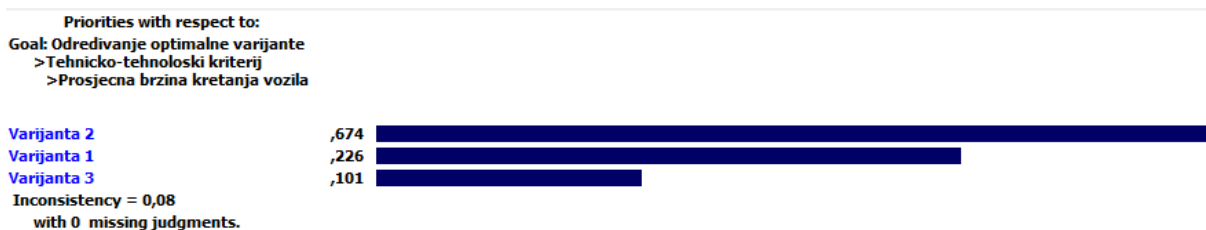


Slika 40. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Duljina repa čekanja“ u programskom alatu Expert Choice

Ograničenje brzine kod Varijante 1 ostaje kao i u postojećem stanju, 40 km/h. Kod Varijante 2, prilikom vožnje podvožnjakom predviđeno je ograničenje od 50 km/h jer više nema branika koji bi zatvarali ŽCP. Brzina kretanja vozila prema pojedinoj varijanti predložena je na temelju Zakona o sigurnosti prometa na cestama [27]. Sukladno tome, najbolja varijanta bila bi Varijanta 2 jer bi bio brži protok vozila i ne bi se stvarali repovi čekanja. Budući da se u Varijanti 3 zatvara ŽCP za motorna vozila i preusmjerava ih se na susjedne podvožnjake, prosječna brzina kretanja vozila je 0 [km/h] te je najlošija varijanta prema ovom potkriteriju (Tablica 16., Slika 41.).

Tablica 16. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Prosječna brzina kretanja motornih vozila“

VARIJANTE	Prosječna brzina kretanja motornih vozila [km/h]	RANG
Varijanta 1	40	2
Varijanta 2	50	1
Varijanta 3	0	3



Slika 41. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Prosječna brzina kretanja motornih vozila“ u programskom alatu Expert Choice

Propusna moć prometnice je maksimalni broj vozila koji može proći u jedinici vremena kroz promatrani presjek cestovne prometnice [26]. Prema [26] računa se prema sljedećoj formuli (2):

$$c = s \cdot \left( \frac{g_i}{C} \right) \quad (2)$$



- q – duljina zelenog vremena (s)
- s - zasićen tok (voz/h)
- c – propusna moć promatrane grupe trakova (voz/h)
- C – duljina trajanja ciklusa

Obzirom na specifičnu situaciju, formula je prilagođena, a dobivene vrijednosti opisane su u Tablici 17.

Obzirom na rezultate, najveća propusna moć bila bi kod Varijante 2 u kojoj je predviđena izgradnja podvožnjaka. Kod Varijante 1, propusna moć ostala bi ista kao i do sada jer u navedenoj varijanti promet na ŽCP-u se i dalje regulira branicima. Budući da se u Varijanti 3 zatvara ŽCP za motorna vozila i preusmjerava ih se na susjedne podvožnjake, propusna moć je najmanja u odnosu na ostale varijante (Slika 42.).

Tablica 17. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Utjecaj na propusnu moć prometnice“

VARIJANTE	Utjecaj na propusnu moć prometnice	RANG
Varijanta 1	Srednja	2
Varijanta 2	Visoka	1
Varijanta 3	Niska	3



Slika 42. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Utjecaj na propusnu moć prometnice“ u programskom alatu Expert Choice

### 5.3.3. Ekonomski pokazatelji

Troškovi izgradnje je jedan od najvažnijih kriterija pri rangiranju varijanata. Cijena projekta uvelike utječe na izbor varijante. Okvirne cijene izgradnje i održavanja dobivene su iz dvije tvrtke koje se bave projektiranjem, građenjem i nadzorom. Konačne vrijednosti temelje se na gruboj procjeni prema dostupnim podacima. Budući da je Varijanta 2 vrlo zahtjevna zbog predviđenog podvožnjaka i pothodnika, ona ima i najvišu cijenu. Varijanta 1 je najjeftinija jer ne zahtjeva izgradnju velikih objekata, osim pothodnika. Varijanta 3 je nešto skuplja od Varijante 1 jer je predviđeni pothodnik nešto kompliciraniji od pothodnika u Varijanti 1 (Tablica 18., Slika 43.).

Tablica 18. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Troškovi izgradnje“

VARIJANTE	Troškovi izgradnje [kn]	RANG
Varijanta 1	3.730.000,00	1
Varijanta 2	11.240.000,00	3
Varijanta 3	5.130.000,00	2

Priorities with respect to:  
 Goal: Određivanje optimalne varijante  
 >Ekonomski parametri  
 >Troškovi izgradnje



Slika 43. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Troškovi izgradnje“ u programskom alatu Expert Choice

Kod potkriterija „Troškovi održavanja“ Varijanta 1 bi bila najjeftinija jer najveći trošak održavanja je pothodnik. Varijanta 3 bila bi nešto skuplja jer je održavanje pothodnika koji je predviđen skuplji. Varijanta 2 bila bi najskuplja varijanta za održavanje jer je osim pothodnika za pješake potrebno održavati i podvožnjak za motorna vozila (Tablica 19., Slika 44.).

Tablica 19. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Troškovi održavanja“

VARIJANTE	Troškovi održavanja [kn]	RANG
Varijanta 1	13.000,00	1
Varijanta 2	50.500,00	3
Varijanta 3	32.000,00	2

Priorities with respect to:  
 Goal: Određivanje optimalne varijante  
 >Ekonomski parametri  
 >Troškovi održavanja

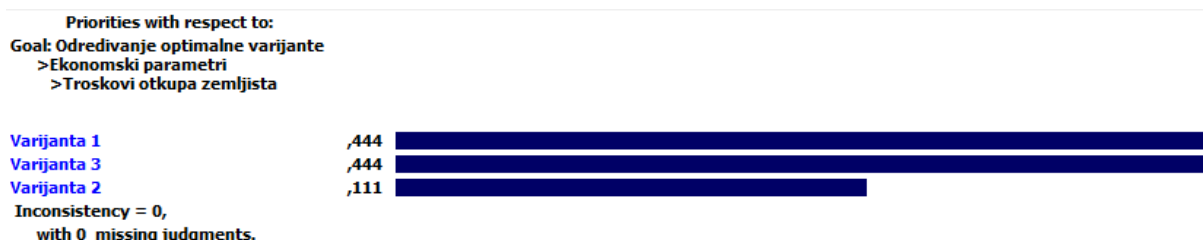


Slika 44. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Troškovi održavanja“ u programskom alatu Expert Choice

Troškovi otkupa zemljišta su vrlo bitni jer njihova cijena uvelike oblikuje ukupan trošak. Kvadrat zemljišta u Kustošiji iznosi oko 1.600,00 kn [28]. Kako bi se Varijantu 2 mogla izgraditi potrebno je najprije otkupiti oko 790 m<sup>2</sup> zemljišta što predstavlja trošak od oko 480.000,00 kn. Sukladno tome, Varijanta 2 je najmanje ekonomski opravdana. Varijanta 1 i 3 su ekonomski najopravdanije jer za njihovu gradnju nije potreban dodatan otkup zemljišta (Tablica 20., Slika 45.).

Tablica 20. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Troškovi otkupa zemljišta“

VARIJANTE	Troškovi otkupa zemljišta [kn]	RANG
Varijanta 1	0,00	1
Varijanta 2	1.264.000,00	2
Varijanta 3	0,00	1



Slika 45. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Troškovi otkupa zemljišta“ u programskom alatu Expert Choice

### 5.3.4. Društveni pokazatelji

Prilikom rangiranja potkriterija „Mobilnost pješaka i biciklista“ važnost se dodjeljuje varijanti koja omogućuje najveću mobilnost pješaka i biciklista. Budući da je u Varijanti 3 predviđena izgradnja pothodnika čiji je ulaz/izlaz reguliran blagim uzdužnim nagibom, prema procjeni autora, očekuje se najbolja mobilnost pješaka i biciklista. Nešto manja razina mobilnosti bila bi u Varijanti 2 gdje je pothodnik kraći u odnosu na Varijantu 1. (Tablica 21., Slika 46.).

Tablica 21. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Mobilnost pješaka i biciklista“

VARIJANTE	Mobilnost pješaka i biciklista	RANG
Varijanta 1	Srednja	2
Varijanta 2	Niska	3
Varijanta 3	Visoka	1



Slika 46. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Mobilnost pješaka i biciklista“ u programskom alatu Expert Choice

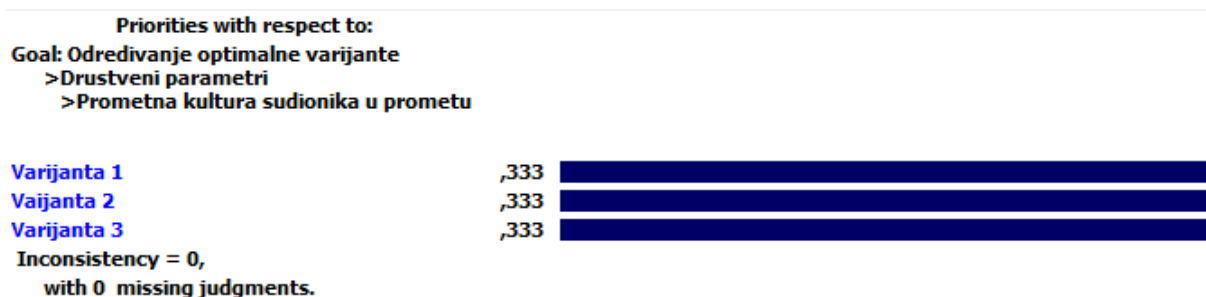
Kako bi se održala sigurnost u određenim situacijama te smanjio broj prometnih nesreća vrlo je bitna prometna kultura sudionika u prometu. Prometna kultura pješaka i biciklista koji prelaze preko ŽCP-a Sokolska iznimno je niske razine na što ukazuje i provedeno istraživanje korisnika

željezničko-cestovnog prijelaza Sokolska opisano u drugom poglavlju. Dakle, iz poglavlja 2.5.2. *Metoda anketiranja*, vidljivo je kako 84% pješaka i biciklista koji se kreću predmetnim ŽCP-om ne mare jesu li branici spuštene ili podignuti, oni jednostavno prolaze.

Zbog vrlo niske razine prometne kulture u prometu kod svih varijanta predviđeno je postavljanje zaštitne ograde, anti-trespass panela te branika preko kojih je nemoguće prijeći dok su spuštene. Sukladno tome, sudionici u prometu bit će primorani poštivati pravila ŽCP-a. Budući da su iste mjere postavljene kod sve tri varijante, sve tri varijante imaju istu važnost (Tablica 22., Slika 47.).

Tablica 22. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Prometna kultura sudionika u prometu“

VARIJANTE	Prometna kultura sudionika u prometu	RANG
Varijanta 1	Visoka	1
Varijanta 2	Visoka	1
Varijanta 3	Visoka	1



Slika 47. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Prometna kultura sudionika u prometu“ u programskom alatu Expert Choice

### 5.3.5. Ekološki i prostorno-urbanistički pokazatelji

Razina buke u prometu nikada nije konstantna, ona se mijenja s brojem, vrstom i brzinom vozila koji proizvode buku. Navedeni potkriterij vrlo je važan za ljude. Povećanjem broja vozila znatno se povećala i razina buke u prometu. Razina buke u prometu uvelike stvara dodatne probleme čovjeku kao što su povećanje krvnog tlaka i brzine otkucaja srca, povišene razine hormona stresa u tijelu itd [29]. Sukladno tome, u Tablici 23., prikazana je procjena autora o razini buke za sve Varijante.

Varijanta 3 ima prednost kada se radi o razina buke jer se u Varijanti 3 ŽCP zatvara za sva motorna vozila. Stoga je promet u predmetnim ulicama minimalan, odnosno ulicama se kreću samo stanari. Odmah nakon nje slijedi Varijanta 2 gdje se očekuje manja buka u odnosu na Varijantu 1 jer je u Varijanti 2 predviđen podvožnjak za vozila koji se ukopava u zemlju. Stoga, količina razine buke u Varijanti 2 trebala bi biti manja nego u Varijanti 1 (Slika 48.).

Tablica 23. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Razina buke“

VARIJANTE	Razina buke	RANG
Varijanta 1	Visoka	3
Varijanta 2	Srednja	2
Varijanta 3	Niska	1

Priorities with respect to:  
 Goal: Određivanje optimalne varijante  
 >Ekološki parametri  
 >Razina buke



Slika 48. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Razina buke“ u programskom alatu Expert Choice

Budući da cestovni promet ostavlja brojne posljedice za čovjeka i okoliš, vrlo je bitno pripaziti na emisije ispušnih plinova. Prema procjeni autora, najbolja varijanta bila bi Varijanta 3 jer se njome predviđa zatvaranje ŽCP-a za motorna vozila. Zatim bi slijedila Varijanta 2 zbog predviđenog podvožnjaka, a nakon nje Varijanta 1 jer emisije ispušnih plinova ostaju jednake kao i u postojećem stanju jer se u tom smislu nije ništa mijenjalo (Tablica 24., Slika 49.).

Tablica 24. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Razina ispuštanja ispušnih plinova“

VARIJANTE	Razina ispuštanja ispušnih plinova	RANG
Varijanta 1	Visoka	3
Varijanta 2	Srednja	2
Varijanta 3	Niska	1

Priorities with respect to:  
 Goal: Određivanje optimalne varijante  
 >Ekološki parametri  
 >Razina ispuštanja ispušnih plinova



Slika 49. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Razina ispuštanja ispušnih plinova“ u programskom alatu Expert Choice

Kada je riječ o dodatnoj zauzetošću zemljišta može se reći kako je tu Varijanta 2 najmanje pogodna jer zahtjeva dodatni otkup od 790 m<sup>2</sup>. Varijanta 1 i 3 su podjednake jer bi se moglo iskoristiti postojeće zemljište odnosno nije potrebno dodatno zauzimanje zemljišta (Tablica 25., Slika 50.).

Tablica 25. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Dodatna zauzetost zemljišta (m<sup>2</sup>)“

VARIJANTE	Dodatna zauzetost zemljišta [m <sup>2</sup> ]	RANG
Varijanta 1	0	1
Varijanta 2	790	2
Varijanta 3	0	1



Slika 50. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Dodatna zauzetost zemljišta“ u programskom alatu Expert Choice

### 5.3.6. Potrebno vrijeme za rekonstrukciju

Rekonstrukcija Varijante 1 uključuje izgradnju pothodnika, promjenu smjera prometnih tokova, preusmjeravanje Poljačke ulice, postavljanje zaštitne ograde, anti-trespass panela i novih branika. Rekonstrukcija Varijante 2 uključuje izgradnju podvožnjaka i pothodnika, promjenu smjera prometnih tokova, preusmjeravanje Poljačke ulice, uređenje raskrižja Sokolska ulica – Rudeška cesta – Zagrebačka cesta, oblikovanje radijusa prilikom skretanja iz Ilice u Sokolsku ulicu, postavljanje zaštitne ograde, anti-trespass panela i novih branika.

Rekonstrukcija Varijante 3 uključuje izgradnju pothodnika, zatvaranje ŽCP-a za cestovna motorna vozila, postavljanje zaštitne ograde, anti-trespass panela i novih branika.

Iz navedenog se može zaključiti da bi se Varijanta 1 najbrže izgradila jer ne zahtjeva nikakve dodatne radove osim pothodnika i prometne opreme. Kod Varijante 3 predviđen je pothodnik koji je kompleksniji u odnosu na pothodnik iz Varijante 1 pa se može zaključiti kako će za izgradnju trebati i više vremena u odnosu na Varijantu 1. Budući da je Varijanta 2 najzahtjevnija ona zahtjeva i puno više vremena od ostalih varijanti (Tablica 26., Slika 51.)

Tablica 26. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Potrebno vrijeme za rekonstrukciju“

VARIJANTE	Potrebno vrijeme za rekonstrukciju [dan]	RANG
Varijanta 1	240	2
Varijanta 2	365	3
Varijanta 3	180	1

Priorities with respect to:  
Goal: Određivanje optimalne varijante  
>Potrebno vrijeme za rekonstrukciju



Slika 51. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Potrebno vrijeme za rekonstrukciju“ u programskom alatu Expert Choice

## 6. IZBOR OPTIMALNE VARIJANTE I ANALIZE OSJETLJIVOSTI

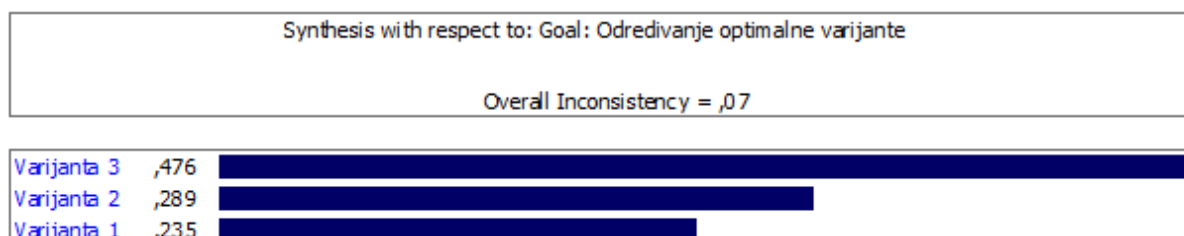
### 6.1. Izbor optimalne varijante

Nakon primjene metode Analitičkog hijerarhijskog procesa u programskom alatu Expert Choice, definiranih i međusobno rangiranih kriterija i potkriterija te vrednujući predložene varijante prema definiranim kriterijima i potkriterijima dobilo se optimalno rješenje. Naime, Varijanta 3, zatvaranje ŽCP-a za motorna vozila, izgradnja pothodnika te postavljanje prometne opreme za sprječavanje ilegalnog prelaska pokazala se kao najbolja varijanta. Vrijednost Varijante 3 iznosi 47,6% (Slika 52.).

Kao druga najbolja varijanta, pokazala se Varijanta 2, izgradnja podvožnjaka, pothodnika, preuređenje susjednog četverokrakog raskrižja, zatvaranje, odnosno preusmjeravanje Poljačke ulice, uređenje radijusa iz Ilice u Sokolsku ulicu te postavljanje prometne opreme za sprječavanje ilegalnog prelaska. Vrijednost Varijante 2 iznosi 28,9%.

Zadnje mjesto zauzela je Varijanta 1 s težinom od 23,5%. Varijantom 1 predviđena je izgradnja pothodnika, preusmjeravanje ulica, preusmjeravanje Poljačke ulice te postavljanje prometne opreme za sprječavanje ilegalnog prelaska.

#### Synthesis: Summary



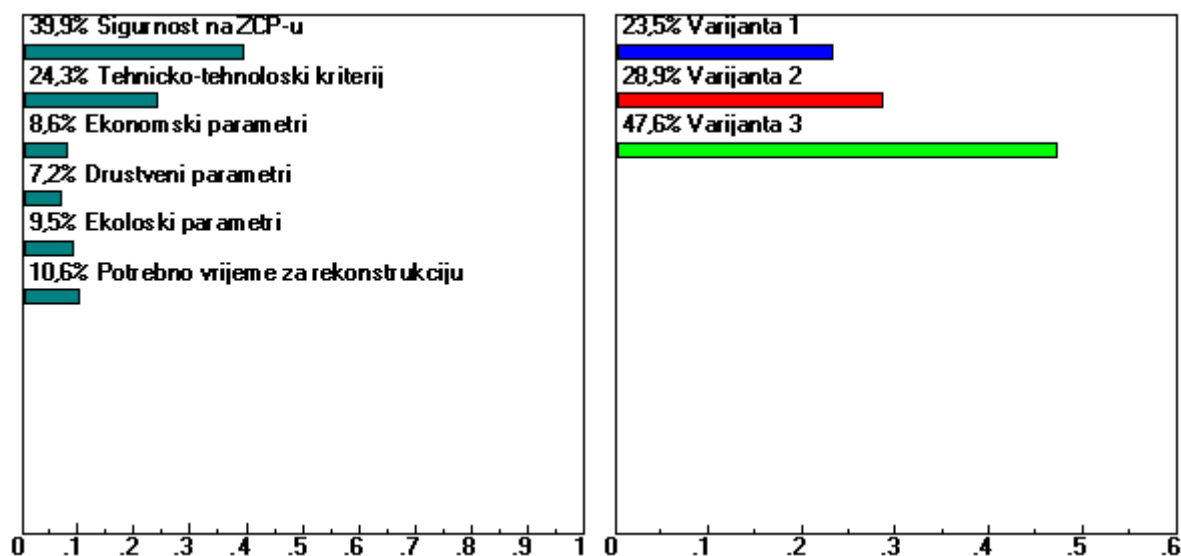
Slika 52. Izbor optimalne varijante

### 6.2. Analiza osjetljivosti

Analiza osjetljivosti je analiza koja omogućuje određivanje „kritičnih“ 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. Dakle, analizom osjetljivosti može se vizualizirati korelacije između cilja, kriterija i varijanata. [22]

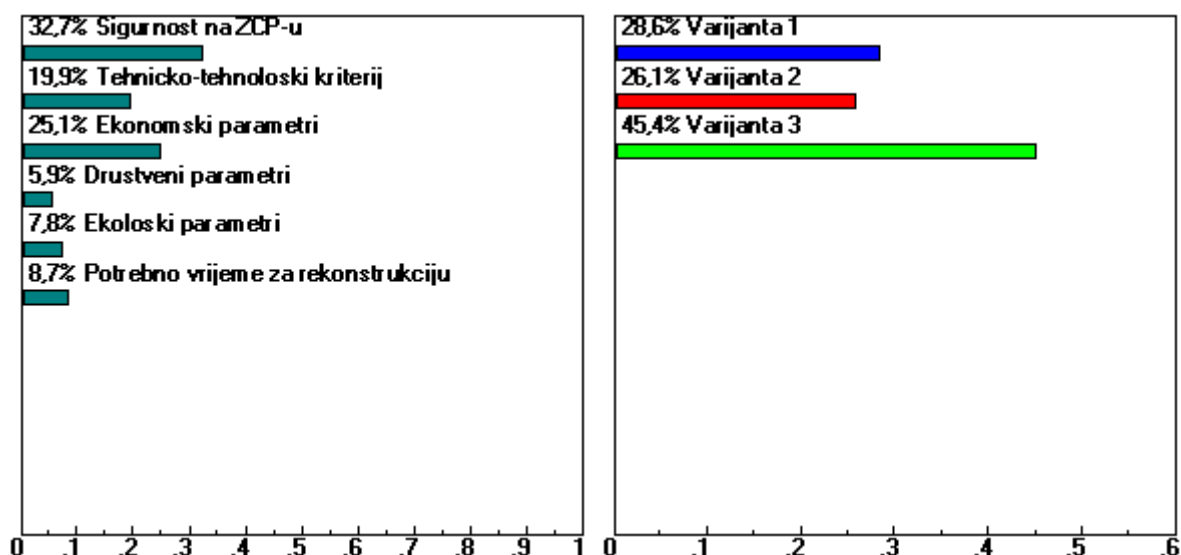


Konačni rezultati analize pokazuju kako je Varijanta 3 najbolja varijanta, a najviše rangirani kriterij je Sigurnost na ŽCP-u čija je vrijednost 39,9% (Slika 53.).



Slika 53. Dinamički graf postojećeg stanja

Kako bi se uvidjela osjetljivost varijanata na promjene važnosti kriterija, promijenjena je važnost ekonomskog parametra. Naime, kod velikih investicija često dolazi do promjene troškova tijekom planiranja projekta. Zbog toga se testirao model s promjenom ekonomskih parametara kako bi se vidjelo hoće li promjena utjecati na izbor optimalne varijante. Važnost ekonomskog parametra, povećana je s 8,6% na 25,1%. Nakon toga, najbolje prometno rješenje postaje Varijanta 3, a drugo mjesto zauzima Varijanta 1, što je vidljivo iz Slike 54.



Slika 54. Dinamički graf promijenjenog stanja

## 7. ZAKLJUČAK

U Republici Hrvatskoj postoji 1512 željezničko-cestovnih prijelaza od kojih je 71 pješački prijelaz. U posljednjih 9 godina, sveukupno se dogodilo 59 ozbiljnih nesreća i 278 nesreća od čega je 73 smrtno stradalo te 75 teško ozlijeđeno. Prometna kultura vozača cestovnih vozila vidljiva je iz podataka o lomovima branika/polubranika na ŽCP-ima. Naime, u posljednjih 9 godina bilo je sveukupno 4.614 lomova branika/polubranika u Republici Hrvatskoj, što prosječno godišnje iznosi petstotinjak lomova. Unatoč tome što prema statistici nema značajan broj prometnih nesreća, na ŽCP-u Sokolska svakodnevno se krše pravila prelaska preko ŽCP-a iz čega se može zaključiti da postoji potencijalna opasnost od nastanka prometnih nesreća. Također treba istaknuti intenzivan promet motornih vozila, pješaka i biciklista.

Metode korištene tijekom ovog istraživanja za prikupljanje podataka su metoda brojanja prometa i metoda anketiranja. Metoda brojanja provela se kako bi se dobio uvid u podatke o broju korisnika koji prelaze preko ŽCP-a kao i podaci i prometnom opterećenju prometnih tokova. Također, htjelo se vidjeti kako će prisustvo video nadzora i policijskih službenika utjecati na korisnike ŽCP-a. Uz to, video nadzor, tijekom brojanja, koristio se i radi verifikacije brojanja prometa. Metodom anketiranja prikupljali su se podaci, stavovi i mišljenja o predmetu istraživanja. Anketa je sadržavala osam kratkih pitanja kako bi se osigurao veći odaziv ispitanika.

Metodom brojanja dobio se uvid kako 23% pješaka prelazi preko ŽCP-a nepropisno dok ostalih 67% pješaka prelazi propisno. U vrijeme vršnog sata, branici na predmetnom ŽCP-u budu spuštene oko 53%. Također, ova metoda omogućila je uvid u ponašanje korisnika ŽCP-a u prisustvu policijskih službenika. Naime broj nepropisnih prelazaka smanjio se gotovo tri puta. Iako je prisutnost policijskih službenika utjecala na većinu korisnika ŽCP-a, postojao je i mali broj koji nisu obraćali pozornost na njih i prešli su prijelaz iako su branici bili spuštene.

Metodom anketiranja utvrđeno je da ŽCP najviše koriste osobe od 26 do 60 godina. Veći dio ispitanika, odnosno njih 69% živi u blizini ŽCP-a dok ostalih 31% stanuje izvan Zagreba te vlakom putuje na posao. Ukupno 84% ispitanika odgovorilo je da nepropisno prelazi preko ŽCP-a, a ostalih 16% prelazi samo u slučaju kada su branici podignuti. Većina korisnika, nepropisan prelazak preko ŽCP-a, opravdali su žurbom na posao. Prilikom anketiranja, utvrđeno je kako 77% ispitanika nije upoznato sa kaznom koja slijedi za nepropisan prelazak preko ŽCP-a. Dio ispitanika uopće nije znao da za nepropisan prelazak preko ŽCP-a postoji kazna.

Nakon provedenih metoda, utvrđeni su i problemi na željezničko-cestovnom prijelazu Sokolska. Naime, na predmetnom ŽCP-u, primarni problem predstavlja nepoštivanje

prometnih pravila, odnosno ilegalan prelazak preko ŽCP-a. Razlog tome proizilazi iz duge zatvorenosti željezničko-cestovnog prijelaza. Osim pješaka i biciklista, vozači cestovnih vozila nerijetko se zaletavaju kako bi uspjeli proći ispod branika koji su se već krenuli spuštati zbog čega dolazi do lomova branika. No, prometnih nesreća bi sigurno bilo više da branike ne kontrolira čuvar prijelaza koji često zaustavi spuštanje branika kako ne bi došlo do prometnih nesreća. Sljedeći problem je nedovoljna širina ŽCP-a zbog čega dolazi do kolizija tokova kretanja pješaka, biciklista i motornih vozila. Nerijetka pojava je i to da pješaci hodaju uzduž ŽCP-a kako bi si skratili put. Dodatni problem stvara i rasvjeta koja nedovoljno osvjetljava ŽCP.

Na temelju postojećeg stanja, predložene su tri varijante za rekonstrukciju ŽCP-a. U Varijanti 1 predviđena je izgradnja pothodnika, promjena smjera prometnih tokova, zatvaranje Poljačke ulice, postavljanje zaštitne ograde, anti-tresspas panela i novih branika. U Varijanti 2 predviđena je izgradnja podvožnjaka i pothodnika, promjena smjera prometnih tokova, zatvaranje Poljačke ulice, uređenje raskrižja Sokolska ulica – Rudeška cesta – Zagrebačka cesta, oblikovanje radijusa prilikom skretanja iz Ilice u Sokolsku ulicu, postavljanje zaštitne ograde, anti-tresspas panela i novih branika. U Varijanti 3 predviđena je izgradnja pothodnika, zatvaranje ŽCP-a za cestovna motorna vozila, postavljanje zaštitne ograde, anti-tresspas panela i novih branika.

Nakon predloženih varijanata provedena je SWOT analiza kako bi se mogle vidjeti snage, slabosti, prilike i prijetnje svake varijante. Kako bi se odredila optimalna varijanta predložene varijante vrednovane se višekriterijskom analizom, odnosno metodom Analitičkog hijerarhijskog procesa. Radi olakšanja cjelokupnog postupka korišten je programski alat Expert Choice. Predložene varijante su vrednovane na temelju definiranih kriterija i potkriterija.

Rezultati provedene analize pokazali su da je optimalno prometno rješenje Varijanta 3.

Obzirom na postojeće stanje, Varijanta 3 optimalna, a u usporedbi s Varijantom 2, nameće se zaključak kako još uvijek predmetni ŽCP nije dovoljno frekventan da bi se za rekonstrukciju izabrala Varijanta 2. Također, s istočne i sa zapadne strane, nedaleko od predmetnog ŽCP postoje podvožnjaci za motorna vozila te raspodjelom prometa s predmetnog ŽCP-a ne bi trebalo dovesti do novih problema, a predviđeni tzv. „plitki“ pothodnik bi olakšao prelazak preko predmetnog ŽCP-a.

Izvedba Varijante 3 omogućit će veću propusnu moć pješaka i biciklista te udobnost tijekom prolaska ŽCP-om Sokolska te će maksimalno povećati sigurnost pješaka i biciklista. Također, nema konfliktnih točaka između motornih vozila i pješaka/biciklista što znači da je mogućnost nastanka prometnih nesreća minimalna. Uz to, razina buke i emisije ispušnih plinova bit će znatno manja te će se poboljšati iskoristivost susjednih podvožnjaka te će se otežati nepropisan prelazak pješaka i biciklista preko ŽCP-a.

# LITERATURA

- [1] Džambo A, Širol M, Selanac T, Miletić I. Identifikacija uzroka rizičnog ponašanja korisnika željezničko-cestovnog prijelaza i primjena VR tehnologije u edukaciji i prevenciji, Zagreb. 2018.
- [2] Barić D, Čurepić D, Radačić Ž. Implementation of Relevant Methods in Assessing Traffic-Technological Projects. *Promet - Traffic&Transportation*. 2007; 19(5):329-36.
- [3] Deluka-Tibljaš A, Karleuša B, Benac Č. AHP Methodology Application in Garage-parking Facility Location Selection. *Promet - Traffic&Transportation*. 2011; 23(4):303-1.
- [4] Amponsah TC. An Integrated Approach for Prioritizing Projects for Implementation Using AHP, ISAHP 2013, Kuala Lumpur, Malaysia, June 23 - 26, 2013.
- [5] Podvezko V, Sivilevičius H. The Use of AHP and Rank Correlation Methods for Determining the Significance of the Interaction between the Elements of a Transport System Having a Strong Influence on Traffic Safety. *Transport*. 28(4): 389-403.
- [6] Izvješće o mreži 2018, HŽ infrastruktura d.o.o., prilog 3.13
- [7] <http://het.hr/gis-karta/> [Pristupljeno: ožujak 2019.].
- [8] <https://www.google.com/maps> [Pristupljeno: ožujak 2019.].
- [9] Barić D, Starčević M, Pilko H. Analiza ponašanja sudionika u prometu na željezničko-cestovnim prijelazima. 2016; 15(3): 7-17.
- [10] Starčević M. Model procjene rizika na željezničko-cestovnim prijelazima. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, doktorska disertacija; 2014.
- [11] Godišnje izvješće o sigurnosti 2017., HŽ Infrastruktura d.o.o., 2018.
- [12] Pravilnik o izvanrednim događajima u željezničkom prometu, NN 64/09
- [13] Analiza izvanrednih događaja u 2017. godini, broj: 526/17, HŽ Infrastruktura, Zagreb, 2018.
- [14] Zelenika R. Metodologija i tehnologija izrade znanstvenog i stručnog djela. Rijeka: Ekonomski fakultet; 2000.
- [15] Zakon o željeznici, NN 32/19
- [16] <http://www.hzpp.hr/tvrtka?m=294&r=294> [Pristupljeno: rujan 2019.].
- [17] <http://www.fpz.unizg.hr/projekt-sigurnost-na-zcp/> [Pristupljeno: ožujak 2019.].
- [18] <https://www.rosehillrail.com/products/anti-trespass-panels/> [Pristupljeno: rujan 2019.].
- [19] [https://www.yourlocalguardian.co.uk/news/1070442\\_1.level-crossing-failure-by-ashtead-station-two-hour-delays-reported/](https://www.yourlocalguardian.co.uk/news/1070442_1.level-crossing-failure-by-ashtead-station-two-hour-delays-reported/) [Pristupljeno: rujan 2019.].
- [20] <http://www.zet.hr/autobusni-prijevoz/dnevne-linije-251/251> [Pristupljeno: kolovoz 2019.].

- [21] [http://pedbikesafe.org/bikesafe/countermeasures\\_detail.cfm?CM\\_NUM=3](http://pedbikesafe.org/bikesafe/countermeasures_detail.cfm?CM_NUM=3)  
[Pristupljeno: rujan 2019.].
- [22] Barić D. Model planiranja prometno-tehnoloških projekata u funkciji razvoja željeznice. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, doktorska disertacija; 2010.
- [23] Barić D. Nastavni materijali iz kolegija Vrednovanje cestovnih projekata, Fakultet prometnih znanosti, akademska godina 2017./2018.
- [24] Saaty TL. Decision making with the analytic hierarchy process, International Journal of Services Sciences. 2008; 1(1): 83–98, 2008.
- [25] Holjevac N, Kuzle I, Zidar M, Modrovčić M. Razvoj modela analitičkog hijerarhijskog procesa i njegovo korištenje pri donošenju odluke o prelasku na 20 KV pogonski napon, Hrvatski ogranak međunarodne elektrodistribucijske konferencije – HO CIRED; 2014.
- [26] Legac I. Raskrižja javnih cesta, Cestovne prometnice II. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2008.
- [27] Zakon o sigurnosti prometa na cestama, NN 70/19
- [28] [https://www.crozilla-nekretnine.com/zagreb-kustosija/gr\\_adevinska-zemljista](https://www.crozilla-nekretnine.com/zagreb-kustosija/gr_adevinska-zemljista)  
[Pristupljeno: rujan 2019.].
- [29] <https://multifizika.hr/baza-znanja/buka/utjecaj-buke-na-zdravlje-covjeka/> [Pristupljeno: rujan 2019.].

## POPIS SLIKA

Slika 1. Makroskopski prikaz željezničko-cestovnog prijelaza Sokolska .....	3
Slika 2. Položaj Sokolske ulice u odnosu na Ilicu i Zagrebačku cestu .....	4
Slika 3. Mikroskopski prikaz željezničko-cestovnog prijelaza Sokolska.....	4
Slika 4. Podjela ŽCP-a po načinu osiguranja.....	5
Slika 5. Izgled i način osiguranja ŽCP-a Sokolska .....	9
Slika 6. Postojeće stanje na ŽCP-u Sokolska .....	10
Slika 7. Položaj najbližih autobusnih stajališta u odnosu na ŽCP Sokolska .....	10
Slika 8. Oprema za kontroliranje branika .....	11
Slika 9. Mobilna aplikacija FPZ-a za brojanje prema kategorijama sudionika u prometu.....	12
Slika 10. Opterećenje prometnih tokova motornim vozilima u jutarnjim vršnim satima.....	15
Slika 11. Opterećenje prometnih tokova motornim vozilima u popodnevnom vršnim satima ..	15
Slika 12. Opterećenje prometnih tokova motornim vozilima u jutarnjim, podnevnim i popodnevnom vršnim satima .....	16
Slika 13. Anketni upitnik korišten na ŽCP-u Sokolska.....	18
Slika 14. Anketiranje ispitanika na ŽCP-u Sokolska.....	19
Slika 15. Postojeća zaštitna ograda duž Stipanovićeve ulice .....	24
Slika 16. Pozicija predviđene prometne opreme na ŽCP-u Sokolska.....	24
Slika 17. Anti-tresspas paneli .....	25
Slika 18. Izgled branika koji se predlaže postaviti na predmetnom ŽCP-u .....	25
Slika 19. Preusmjeravanje Poljačke ulice u Svačićevu ulicu .....	26
Slika 20. Smjerovi ulica koje se nalaze sjeverno od ŽCP-a Sokolska .....	27
Slika 21. Podvožnjak za motorna vozila na Sokolskoj ulici .....	28
Slika 22. Poprečni presjek podvožnjaka za motorna vozila.....	29
Slika 23. Prometna situacija raskrižja Sokolska ulica, Rudeška ulica i Zagrebačka cesta .....	29
Slika 24. Smjerovi ulica koje se nalaze sjeverno od ŽCP-a Sokolska .....	30
Slika 25. Smjerovi ulica koje se nalaze južno od ŽCP-a Sokolska .....	31
Slika 26. Pozicija predviđene prometne opreme .....	31
Slika 27. Primjer pothodnika u Tucson, Arizona.....	33
Slika 28. Opći prikaz hijerarhijske strukture AHP modela .....	39
Slika 29. Grafički prikaz hijerarhijske strukture AHP modela.....	40
Slika 30. Grafički prikaz rangiranja kriterija u programskom alatu Expert Choice .....	41
Slika 31. Grafički prikaz rangiranja potkriterija kriterija „Sigurnost na ŽCP-u“ .....	41
Slika 32. Grafički prikaz rangiranja potkriterija kriterija „Tehničko-tehnološkog kriterija“ .....	42
Slika 33. Grafički prikaz rangiranja potkriterija kriterija „Ekonomski pokazatelji“ .....	42
Slika 34. Grafički prikaz rangiranja potkriterija kriterija „Društveni parametri“ .....	43
Slika 35. Grafički prikaz rangiranja potkriterija kriterija „Ekološki i prostorno-urbanistički pokazatelji“ .....	43
Slika 36. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Sigurnost pješaka i biciklista“ u programskom alatu Expert Choice.....	44
Slika 37. Grafički prikaz rangiranja varijanata prema potkriteriju „Broj konfliktnih točaka“ u programskom alatu Expert Choice.....	45
Slika 38. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Mogućnost nastanka prometnih nesreća“ u programskom alatu Expert Choice.....	46
Slika 39. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Prosječno vrijeme čekanja“ u programskom alatu Expert Choice.....	47

Slika 40. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Duljina repa čekanja“ u programskom alatu Expert Choice .....	48
Slika 41. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Prosječna brzina kretanja motornih vozila“ u programskom alatu Expert Choice.....	48
Slika 42. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Utjecaj na propusnu moć prometnice“ u programskom alatu Expert Choice.....	49
Slika 43. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Troškovi izgradnje“ u programskom alatu Expert Choice.....	50
Slika 44. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Troškovi održavanja“ u programskom alatu Expert Choice.....	50
Slika 45. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Troškovi otkupa zemljišta“ u programskom alatu Expert Choice .....	51
Slika 46. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Mobilnost pješaka i biciklista“ u programskom alatu Expert Choice.....	51
Slika 47. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Prometna kultura sudionika u prometu“ u programskom alatu Expert Choice.....	52
Slika 48. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Razina buke“ u programskom alatu Expert Choice .....	53
Slika 49. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Razina ispuštanja ispušnih plinova“ u programskom alatu Expert Choice.....	53
Slika 50. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Dodatna zauzetost zemljišta“ u programskom alatu Expert Choice.....	54
Slika 51. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Potrebno vrijeme za rekonstrukciju“ u programskom alatu Expert Choice.....	55
Slika 52. Izbor optimalne varijante .....	56
Slika 53. Dinamički graf postojećeg stanja.....	57
Slika 54. Dinamički graf promijenjenog stanja .....	57

# POPIS TABLICA

Tablica 1. Podjela ŽCP-a po načinu osiguranja .....	6
Tablica 2. Popis ozbiljnih nesreća na ŽCP-ima za vremensko razdoblje od 2010. do 2018. godine .....	6
Tablica 3. Popis nesreća na ŽCP-ima za vremensko razdoblje od 2010. do 2018. godine ....	7
Tablica 4. Broj smrtno stradalih na ŽCP-ima za vremensko razdoblje od 2010. do 2018. godine .....	7
Tablica 5. Broj teško ozlijeđenih osoba na ŽCP-ima za vremensko razdoblje od 2010. do 2018. godine .....	7
Tablica 6. Analiza izvanrednih događaja na ŽCP-u Sokolska .....	8
Tablica 7. SWOT matrica Varijante 1 .....	35
Tablica 8. SWOT matrica Varijante 2 .....	36
Tablica 9. SWOT matrica Varijante 3 .....	37
Tablica 10. Saaty-eva skala .....	39
Tablica 11. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Sigurnost pješaka i biciklista“ .....	44
Tablica 12. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Broj konfliktnih točaka“ .....	45
Tablica 13. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Mogućnost nastanka prometnih nesreća“ .....	46
Tablica 14. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Prosječno vrijeme čekanja“ .....	46
Tablica 15. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Duljina repa čekanja“ .....	47
Tablica 16. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Prosječna brzina kretanja motornih vozila“ .....	48
Tablica 17. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Utjecaj na propusnu moć prometnice“ .....	49
Tablica 18. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Troškovi izgradnje“ .....	50
Tablica 19. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Troškovi održavanja“ .....	50
Tablica 20. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Troškovi otkupa zemljišta“ .....	51
Tablica 21. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Mobilnost pješaka i biciklista“ .....	51
Tablica 22. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Prometna kultura sudionika u prometu“ .....	52
Tablica 23. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Razina buke“ .....	53
Tablica 24. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Razina ispuštanja ispušnih plinova“ .....	53
Tablica 25. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Dodatna zauzetost zemljišta (m <sup>2</sup> )“ .....	54
Tablica 26. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Potrebno vrijeme za rekonstrukciju“ .....	54



## POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Lomovi branika/polubranika u vremenskom razdoblju od 2010. do 2018. godine	8
Grafikon 2. Ukupan broj korisnika ŽCP-Sokolska u jutarnjim, podnevnim i popodnevnim satima .....	13
Grafikon 3. Prikaz sumiranih analiziranih podataka na ŽCP-u Sokolska .....	14
Grafikon 4. Zatvorenost ŽCP-a Sokolska.....	14
Grafikon 5. Vozni red vlakova.....	17
Grafikon 6. Udio propisnog i nepropisnog prelaska preko ŽCP-a pri nazočnosti policijskih službenika i bez njihove nazočnosti.....	19
Grafikon 7. Razlozi prelaska preko ŽCP-a Sokolska .....	20
Grafikon 8. Udio propisnog i nepropisnog prelaska preko ŽCP.....	20
Grafikon 9. Razlog nepropisnog prelaska preko ŽCP-a .....	21
Grafikon 10. Upoznatost ispitanika s kaznom za nepropisan prelazak preko ŽCP-a.....	21

## POPIS PRILOGA

Prilog 1. Vozni red vlakova.....	67
Prilog 2. Situacija projektiranog stanja – Varijanta 1.....	68
Prilog 3. Situacija projektiranog stanja – Varijanta 2.....	69

## **PRILOZI**












Legenda:

	Zaštitna ograda
	Zatvorena ulica
	Novi branici
	Rub podvoznjaka
	Anti - trespass paneli
	novi prometni znakovi
	postojeći prometni znakovi

Izradila:	Antonija Džambo
Sadržaj:	Situacija projektiranog stanja Varijante 1
Datum:	rujan, 2019.
Mjerilo:	1:1000

Izradila:	Antonija Džambo
Sadržaj:	Situacija projektiranog stanja Varijante 2
Datum:	rujan, 2019.
Mjerilo:	1:1000

Legenda:	
	Zaštitna ograda
	Zatvorena ulica
	Novi branici
	Rub podvožnjaka
	Anti - trespass paneli
	novi prometni znakovi
	postojeći prometni znakovi





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 objavljenu 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 PROJEKTNIH RJEŠENJA ŽELJEZNIČKO-CESTOVNOG PRIJELAZA SOKOLSKA U ZAGREBU PRIMJENOM METODE

ANALITIČKOG HIJERARHIJSKOG PROCESA

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

Student/ica:

U Zagrebu, 12. rujna 2019.

Antonija Džawbo  
(potpis)