

# Vrednovanje varijanata rekonstrukcije željezničko-cestovnih prijelaza na području Zapadnog kolodvora u Zagrebu primjenom Analitičkog hijerarhijskog procesa

---

**Gotić, Tomislav**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2016**

*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:119:512017>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-13**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Tomislav Gotić

**VREDNOVANJE VARIJANATA REKONSTRUKCIJE ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIH  
PRIJELAZA NA PODRUČJU ZAPADNOG KOLODVORA U ZAGREBU PRIMJENOM  
ANALITIČKOG HIJERARHIJSKOG PROCESA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.

Sveučilište u Zagreb  
Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**VREDNOVANJE VARIJANATA REKONSTRUKCIJE ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIH  
PRIJELAZA NA PODRUČJU ZAPADNOG KOLODVORA U ZAGREBU PRIMJENOM  
ANALITIČKOG HIJERARHIJSKOG PROCESA**

**EVALUATION OF SOLUTIONS FOR LEVEL CROSSINGS RECONSTRUCTION AT  
THE ZAPADNI KOLODOVOR AREA IN ZAGREB BY APPLYING ANALYTIC  
HIERARCHY PROCESS**

Mentor: doc. dr. sc. Danijela Barić

Student: Tomislav Gotić

JMBAG: 0135222157

Zagreb, rujan 2016.

## SAŽETAK

Sigurnost i održiva mobilnost predstavljaju veliki izazov gradovima budući da je cilj predložiti i realizirati nova, suvremena, pametna rješenja kako bi se eliminirala nepovoljna postojeća rješenja koja imaju nepovoljne ekološke i društvene posljedice. Ovaj rad bavi se problematikom prometnih tokova na području Zapadnog kolodvora u Zagrebu, gdje se nalaze dva željezničko-cestovna prijelaza koja zbog intenzivnog željezničkog prometa karakterizira veliki udio vremena kada su branici spušteni i time onemogućavaju i usporavaju slobodno kretanje cestovnog prometa. Posljedice su duga vremena i repovi čekanja u cestovnom prometu, velike emisije ispušnih plinova, ali i nepoštivanje zabrane prolaska biciklista i pješaka, naleti vozila na spuštene branike, a zabilježen je i naleta vlaka na pješaka sa smrtnim posljedicama. Zbog toga, navedeni željezničko-cestovni prijelazi predstavljaju prometne točke visokog rizika, a to ujedno ukazuje i na nisku razinu urbane mobilnosti. Kontinuiranim promatranjem i brojanjem te istovremenom edukacijom sudionika u prometu željelo se uvidjeti utjecaj na prometnu disciplinu i kulturu prekršitelja prometnih propisa te utvrditi temeljne prometne parametre kojima će se iznaći dugoročno prometno rješenje za otklanjanje barijera slobodnijem kretanju prometnih tokova na području Zapadnog kolodvora. Na temelju provedene analize predložena su nova prometna rješenja za otklanjanje problema prometnih tokova na području Zapadnog kolodvora i unaprjeđenje prometnog sustava u cjelini. Kako bi se izabralo optimalno rješenje, za predložene varijante novog rješenja, provedena je višekriterijska analiza primjenom metode Analitičkog hijerarhijskog procesa uz korištenje programskog alata „Expert Choice“. Na kraju je izrađena analiza osjetljivosti te određeno optimalno prometno rješenje koje će doprinijeti povećanju sigurnosti, protočnosti, smanjenju repova čekanja, povećanju urbane mobilnosti te poticanju ekološke osviještenosti i u konačnici održivom prometnom sustavu. Za optimalno rješenje autor je izradio i simulacija u programskom alatu PTV Vissim.

*Ključne riječi:* sigurnost prometa, urbana mobilnost, ekološka održivost, višekriterijska analiza

## SUMMARY

Urban mobility is a major challenge for cities because the aim is to propose and implement a new, modern, smart solutions in order to eliminate unfavorable existing solutions that have adverse environmental and social consequences. This paper deals with the problems of traffic flows in the area of Zapadni kolodvor railway station in Zagreb, where are also two rail-road level crossings with a large proportion of time when the bumpers are down due to the intensive rail transport. The crossings are preventing the free movement of road traffic. The consequences are long waiting times and the queues in road traffic, large exhaust gas emissions, but also a failure to comply with restriction by cyclists and pedestrians, vehicle impacts on the lowered bumpers and a few cases when train hits pedestrian resulting in death. Because of that, mentioned rail-road crossings are traffic points of high risk level, which also means there is a low level of urban mobility. Through continuous observation, traffic counting and simultaneous education of the traffic participants, it was planned to see the influence on traffic discipline and traffic restriction offenders culture and to establish the basic traffic parameters by which a long-term traffic solution for the removal of barriers to more free movement of traffic flows in the Zapadni kolodvor railway station area could be found. After evaluating of traffic parameters, an alternative solutions for traffic flow problems in the area of the Zapadni kolodvor and improving the whole traffic system have been proposed. To choose the right solution, the Analytic Hierarchy Process method, which belongs to the group of multi-criteria decision making methods, in the "Expert Choice" program tool. In the end, a sensitivity analysis was made and the optimum transport solution was proposed, that will contribute to increasing security, flow, reducing waiting queues, increasing urban mobility and encouraging environmental awareness and ultimately sustainable transport system. For optimal solution is made simulation in software tool PTV Vissim.

Key word: Traffic Safety, Urban Mobility, Environmental Sustainability, Multi-Criteria Analysis

# SADRŽAJ

SAŽETAK

SUMMARY

SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. VREDNOVANJE PROMETNIH PROJEKATA VIŠEKRITERIJSKIM ODLUČIVANJEM .....	3
2.1 Višeciljno odlučivanje .....	3
2.2 Višeatributivno odlučivanje.....	4
2.3 Pregled dosadašnjih istraživanja primjene metoda višekriterijskog odlučivanja u prometu.....	4
3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIH PRIJELAZA NA PODRUČJU ZAPADNOG KOLODVORA U ZAGREBU .....	6
3.1 Povijesni razvoj i položaj Zapadnog kolodvora .....	6
3.2 Analiza željezničko-cestovnih prijelaza na području Zapadnog kolodvora .....	8
3.2.1 Infrastrukturne značajke .....	8
3.2.2 Analiza izvanrednih događaja na željezničko-cestovnim prijelazima Republike Austrije i Vodovodna .....	10
3.3 Analiza prometnih tokova na željezničko-cestovnim prijelazima na području Zapadnog kolodvora .....	11
3.3.1 Analiza tokova pješaka, biciklista i tokova motornih vozila .....	11
3.3.2 Analiza prometnih tokova željezničkog prometa .....	25
3.4 Uočeni nedostaci predmetnih željezničko-cestovnih prijelaza.....	25
4. PRIJEDLOZI NOVIH PROMETNIH RJEŠENJA.....	26
4.1 Varijanta 1 .....	26
4.2 Varijanta 2 .....	29
4.3 Varijanta 3 .....	31
5. VREDNOVANJE PREDLOŽENIH VARIJANATA METODOM ANALITIČKOG HIJERARHIJSKOG PROCESA.....	35
5.2 Hijerarhijska struktura AHP modela.....	36
5.3 Rangiranje kriterija .....	37
5.4 Rangiranje potkriterija .....	38
5.4 Rangiranje varijanata .....	43
5.4.1 Sigurnost na željezničko-cestovnim prijelazima.....	43
5.4.2 Funkcionalna učinkovitost.....	45
5.4.3 Povećanje urbane mobilnosti.....	49
5.4.4 Prostorno–urbanistički pokazatelji.....	50
5.4.5 Ekološki pokazatelji .....	53
5.4.6 Ekonomski pokazatelji .....	54
5.4.7 Društveni pokazatelji .....	57

6. IZBOR OPTIMALNE VARIJANTE I ANALIZA OSJETLJIVOSTI .....	58
6.1 Izbor optimalne varijante .....	58
6.2 Analiza osjetljivosti .....	59
6.3 Simulacija u programskom alatu PTV Vissim .....	61
7. ZAKLJUČAK.....	65
LITERATURA .....	67
POPIS SLIKA .....	69
POPIS TABILCA.....	71
POPIS GRAFIKONA.....	72
PRILOZI .....	73

# 1. UVOD

Sigurnost, mobilnost, smanjenje vremena i duljine putovanja, ekonomska održivost temeljne su odrednice modernog društva i prometnog sustava. Postizanje urbane mobilnosti jedan je od najvažnijih ciljeva današnjih gradova, a zahtjeva multidisciplinarni pristup i suradnju više dionika i više sektora. Održiva mobilnost predstavlja veliki izazov gradovima budući da je cilj predložiti i realizirati nova, suvremena, pametna rješenja kako bi se eliminirala nepovoljna postojeća rješenja koja imaju nepovoljne ekološke i društvene posljedice. Prometna infrastruktura, ali i vozila moraju zadovoljavati sve više kriterije ka ostvarivanju sigurnijeg, udobnijeg, bržeg i ekološki prihvatljivijeg načina putovanja. Na razini Europske unije, a u kontekstu održivog prometa i mobilnosti, mogu se izdvojiti tri osnovna strateška dokumenta: *Action Plan on Urban Mobility (2009.)* [1], *Transport White Paper (2011.)* [2] i *Urban mobility package (2013.)* [3]. Europska komisija u *Bijeloj knjizi* [2] navodi da se u sektoru prometa do 2050. godine emisije CO<sub>2</sub> trebaju smanjiti za 60 % u odnosu na razinu iz 1990. godine. Kako bi se postigli zacrtani ciljevi potrebno je poduzeti niz mjera na prometnoj infrastrukturi i suprastrukturi.

Na nacionalnoj razini strateški dokument, ključan za područje prometne politike, pa tako i urbane mobilnosti, jest *Strategija prometnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje od 2014. do 2030. godine* [4]. Naime, u aktualnoj Strategiji po prvi je puta uvedena gradska, prigradska i regionalna mobilnost kao zaseban sektor u kojem su identificirane 22 mjere (U.1 – U.22). U skladu s istraživanjem i temom ovog rada, posebno se mogu izdvojiti mjere: razvoj infrastrukture, odvajanje vidova prometa – određivanje prioriteta u javnom prometu, eliminacija uskih grla, razvoj stanica i stajališta, stanice za punjenje alternativnim gorivom, zaštita okoliša, unapređenje zaštite i sigurnosti.

Nakon svog otvaranja Zagreb Zapadni kolodvor (dalje u tekstu Zapadni kolodvor) postao je glavni pokretač gospodarskog, političkog ali i kulturnog života grada Zagreba. Veliki uzlet i razvitak grada nisu pratila potrebna poboljšanja prometnog sustava, stoga su pruga Zidani Most – Zagreb – Sisak i Zapadni kolodvor uskoro postali velika barijera, koja je fizički razdvajala zagrebačke kvartove Trešnjevka i Črnomerec. Željezničko-cestovni prijelazi lokalnih naziva Vodovodna i Republike Austrije sve više su otežavali normalno odvijanje prometnih tokova na tome području. Kao kolodvor na periferiji grada služio je ponajviše industriji i vojsci, a kako se grad širio uskoro je postao okružen brojnim stambenim zonama [5]. Danas, Zapadni kolodvor okružuju brojne poslovne, stambene, sportske i kulturne zone koje su usko povezane sa linijama javnog gradskog prijevoza u neposrednoj blizini, a koje kao rezultat imaju veliku produkciju i atrakciju prometnih tokova. Tokovi pješaka i biciklista kreću se preko željezničko-cestovnog prijelaza Republike Austrije i Vodovodna, dok se tokovi motornog prometa ponajviše odvijaju preko željezničko-cestovnog prijelaza Vodovodna.

Povećanje obujma prometnih tokova preko željezničko-cestovnih prijelaza nije pratio način odvijanja i osiguranja prometa na samim prijelazima, te se unatoč brojnim suvremenim načinima osiguranja i odvijanja prometa na željezničko-cestovnim prijelazima zadržao klasičan način odvijanja prometa sa križanjima u razini i sustavom branika koje podižu i spuštaju čuvari prijelaza. Zbog intenzivnog željezničkog prometa i zahtjevima za osiguranjem željezničko-cestovnih prijelaza branici moraju biti spuštene veliki dio vremena, što se posebno očituje u jutarnjim i popodnevnim vršnim satima. Posljedica toga je znatan broj ljudi koji unatoč spuštenim branicima prelaze preko željezničko-cestovnog prijelaza i na taj način nepoštivanjem prometnih propisa ugrožavaju svoju sigurnost, ali i sigurnost odvijanja prometa. Istodobno iz istog razloga, vozila stvaraju repove čekanja, a što se



posebno ističe na željezničko-cestovnom prijelazu Vodovodna te se na taj način stvaraju veće emisije ispušnih plinova, produljuje vrijeme i smanjuje udobnost putovanja.

U ovome radu, na temelju utvrđene analize postojećeg stanja predložiti će se prometne varijante novih rješenja koje bi trebale doprinijeti poboljšanju urbane mobilnosti, povećanju protočnosti, smanjenju vremena čekanja, poticanju ekoloških vidova prometa te povećanju prometne sigurnosti, a sve kako bi se uklonili problemi prometnih tokova na području Zapadnog kolodvora. Primjenom Analitičkog hijerarhijskog procesa, jedne od metoda višekriterijske analize, uz korištenje programskog alata Expert Choice, koji se temelji na postupku međusobne usporedbe varijanata, u skladu s relevantnim kriterijima i potkriterijima izabrat će se optimalna varijanta koja će omogućavati sigurno i ekološki održivo odvijanje prometa na području Zapadnog kolodvora.

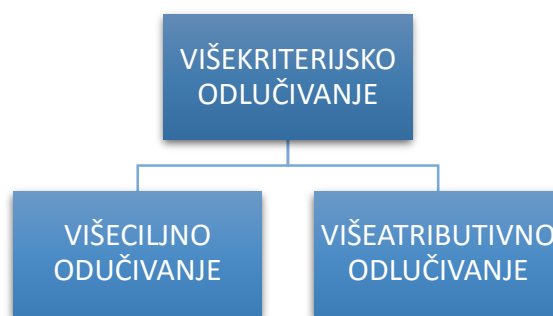
Utvrđena optimalna prometna varijanta prikazati će se u simulacijskom alatu Vissim u svrhu evaluacije prometnih parametara.

## 2. VREDNOVANJE PROMETNIH PROJEKATA VIŠEKRITERIJSKIM ODLUČIVANJEM

Višekriterijsko odlučivanje predstavlja proces optimizacije jedne ili više funkcija cilja na skupu mogućih rješenja. Višekriterijski problemi (u usporedbi s jednokriterijskim problemima) podrazumijevaju postojanje [6]:

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

Višekriterijsko odlučivanje dijeli se na višeciljno odlučivanje i višeatributivno odlučivanje (Slika 1.).



Slika 1. Podjela višekriterijskog odlučivanja [6]

### 2.1 Višeciljno odlučivanje

Višeciljno odlučivanje primjenjuje se u rješavanju tzv. dobro strukturiranih problema, a karakterizira ga više kriterijskih funkcija, odnosno funkcija cilja. Dobro strukturirani problemi su oni kod kojih je poznato sadašnje stanje i željeno konačno stanje (ciljevi) kao i način postizanja željenog stanja. Model obuhvaća beskonačan ili vrlo velik broj varijanti rješenja koje nisu eksplicitno poznate na početku, postoje ograničenja, a do najbolje varijante se dolazi rješavanjem matematičkog modela [7]. Neke od metoda višeciljnog odlučivanja su [6]:

- Višekriterijska simpleks metoda
- Zionts-Walleniusova metoda
- Metoda koraka STEM
- Metoda pomičnog ideala

## 2.2 Višeatributivno odlučivanje

Višeatributivno odlučivanje predstavlja loše strukturiran problem, odnosno problem čiji su kriteriji definirani atributima, cilj je loše definiran (implicitan), ograničenja su neaktivna (uključena su u attribute) i odnose se na izbor varijanata (rješenja koja su poznata) [6]. Loše strukturirani problemi su oni kod kojih su ciljevi vrlo složeni, često nejasno formulirani, postoje brojne neizvjesnosti, a priroda promatranog problema postupno se mijenja tijekom njegovog rješavanja. Slaba strukturiranost onemogućuje dobivanje jednoznačnog rješenja. Uzroci ne jednoznačnosti potječu od ciljne strukture, koja je složena i izražena različitim kvantitativnim i kvalitativnim mjernim jedinicama. Posljedica slabe strukturiranosti problema su višedimenzionalni kriteriji za vrednovanje rješenja, te promjenjiva ograničenja. Model obuhvaća konačan broj varijanti rješenja koje su poznate na početku. Problem se rješava pronalaskom najbolje varijante ili skupa dobrih varijanti u odnosu na definirane attribute/kriterije i njihove težine [7].

Neke od višeatributivnih metoda odlučivanja su [6]:

- Metoda dominacije
- ELEKTRE I-V
- PROMETHE I-V
- Metoda analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP)
- Metoda višekriterijskog kompromisnog rangiranja (VIKOR)

## 2.3 Pregled dosadašnjih istraživanja primjene metoda višekriterijskog odlučivanja u prometu

Potreba za dolaskom do optimalnog prometnog rješenja, temelji se na uspoređivanju prednosti i nedostatka različitih varijanata projektnih rješenja. Stoga različiti autori koriste upravo metode višekriterijskog odlučivanja za postizanje optimalnog prometnog rješenja u različitim područjima prometnih znanosti.

Ocjena investicijskih projekata podrazumijeva skup aktivnosti čiji je osnovni cilj utvrditi opravdanost i prihvatljivost projekta, stoga je *Barić D.* u radu *Metode za ocjenu i izbor investicijskih projekata u prometu* analizirala metodu analize troškova i koristi, metode višekriterijskog odlučivanja i metodu SWOT analize a sve s ciljem određivanja redoslijeda njihove primjene i dobivanja što točnijih podataka koji su temelj donošenja kvalitetne investicijske odluke [6].

U okviru Studije *Studija i program unapređenja sigurnosti i funkcioniranja jednorazinskih putnih prijelaza preko pruga HŽ-a na području grada Zagreba* analizirane su željezničke pruge područja grada Zagreba sa osnovnim značajkama, lokacije, vrste i značaj željezničko-cestovnih i pješačkih prijelaza preko pruge, stanje, tehnička opremljenost i zaštita prijelaza. Posebna pozornost posvećena je analizi prometnih tokova, i to željezničkih vlakova, cestovnih vozila, pješaka i biciklista, kao i dinamici korištenja željezničko-cestovnih i pješačkih prijelaza. Također, analizirani su tehnološki parametri putnih prijelaza, odnosno njihova zauzetost zbog prolaska vlakova, cestovnih vozila, duljine redova čekanja na prijelazima preko pruge, kao i vremena čekanja. Analiza sigurnosti željezničko-cestovnih i pješačkih prijelaza istražena je za razdoblje 2001. - 2009. godine, s posebnim osvrtom na posljedice izvanrednih događaja (prometnih nesreća) i lomove branika i polubranika. Na temelju dobivenih prometnih parametara predložena su nova prometna rješenja, odnosno definirane varijante rješenja

s aspekta poboljšanja tehničko – sigurnosnih uvjeta željezničko-cestovnih prijelaza i pješačkih prijelaza preko pruga [8].

*Starčević, M.* u svojoj doktorskoj disertaciji analizira stanje sigurnosti na željezničko-cestovnim prijelazima u Republici Hrvatskoj i u ostalim zemljama Europske unije. Predlaže model procjene rizika na željezničko-cestovnim prijelazima na temelju istraživanja domaće i međunarodne stručne i znanstvene literature te rezultata provedene ankete među važnim domaćim i stranim stručnjacima [9].

Utvrđivanje razloga nelegalnih prelazaka preko željezničke pruge na ne dozvoljenim mjestima, utvrđivanje specifičnih mjesta takvih prelazaka te profila ljudi koji čine takve prekršaje odrednice su doktorske disertacije *Silla, A.* pod nazivom *Improving safety on Finnish railways by prevention of trespassing*. Kako bi se došlo do željenih rezultata, korištene su metode anketiranja, intervjuiranja i opažanja na terenu [10].

Definiranje kriterija za odabir kopnene prometne trase, željezničke pruge i ceste, te njihovo ocjenjivanje i vrednovanje bio je cilj rada pod naslovom *Kriteriji za vrednovanje kopnene prometne trase* [11]. Rezultati analize ekspertnih mišljenja iz područja planiranja i projektiranja kopnene prometne infrastrukture korišteno je za definiranje tematskih skupina kriterija i potkriterija kao i za određivanje njihovih težinskih koeficijenata. Na osnovu dobivenih rezultata istraživanja i analizom mišljenja stručnjaka autori vrednuju tematske skupine kriterija i potkriterije po njihovoj važnosti. Definiran je težinski koeficijent za svaku tematsku skupinu kriterija i za svaki pojedini potkriterij te je postavljen model za odabir trase željezničke pruge i model za odabir trase ceste.

Između više različitih postupaka višekriterijske optimizacije u radu *Višekriterijska analiza u valoriziranju Paneuropskog koridora VB*, korišten je postupak PROMETHEE. Rad se temelji na postizanju veće konkurentnosti Paneuropskog koridora VB na srednjoeuropskom području kao strateškom tranzitnom tržištu koridora kroz smjernice na razini transportnih subjekta koji sudjeluju u proizvodnji prometne usluge, a u pogledu kvalitete i cijene prometne usluge [12].

*Pilko H.* koristio je metodu Analitičkog hijerarhijskog procesa za stvaranja kvalitativne i kvantitativne baze prometnih podataka koja je potrebna za izradu matematskoga modela optimiziranja oblikovne, služne i sigurnosne komponente raskrižja s kružnim tokom prometa. Za potrebe definiranja modela provedena su dodatna istraživanja koja su rezultirala vrednovanjem utjecaja pojedinih (prometnih) parametara, odnosno njihovoga korelacijskoga odnosa [13].

*Kumar Agarwal P., Kumar Patil P., Mehar R.* koristili su Analitički hijerarhijski proces za vrednovanje različitih sigurnosnih kriterija za postizanje faktora sigurnosti na ravnim dionicama ceste, na dionicama ceste u zavoju te na raskrižjima. Na temelju dobivenih faktora sigurnosti određuju se prioriteti rješavanja crnih točaka na prometnicama [14].

### 3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIH PRIJELAZA NA PODRUČJU ZAPADNOG KOLODVORA U ZAGREBU

#### 3.1 Povijesni razvoj i položaj Zapadnog kolodvora

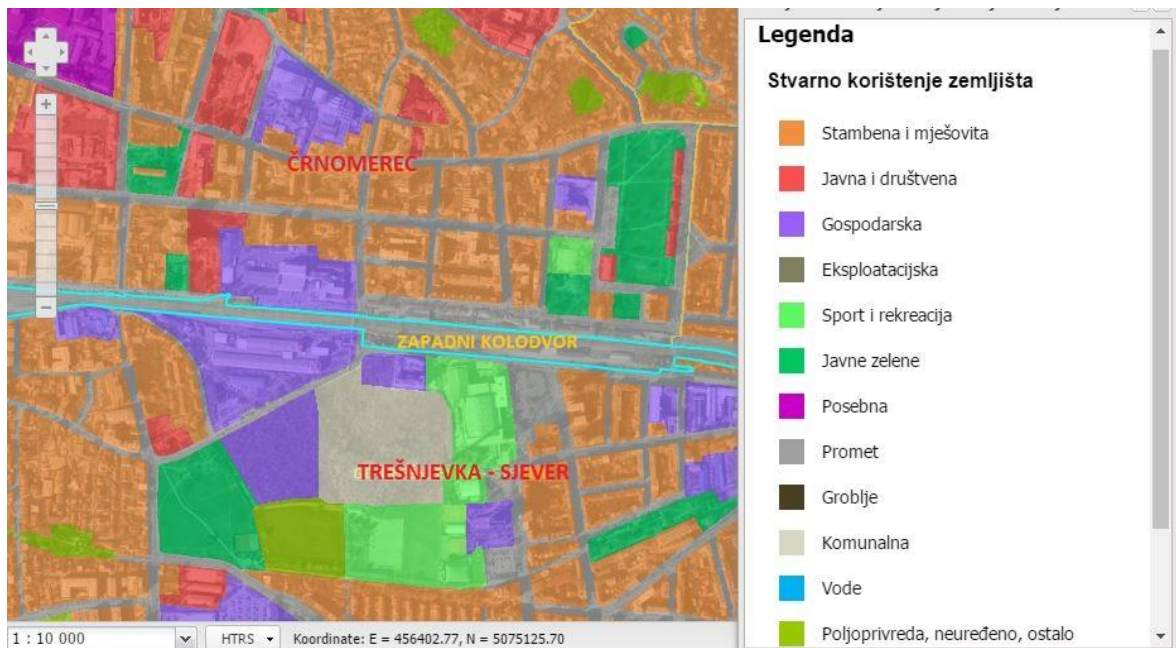
Zapadni kolodvor najstariji je zagrebački kolodvor, a njegova izgradnja počela je s izgradnjom pruge Zidani Most – Zagreb – Sisak, 60-ih godina 19. stoljeća. Nakon puštanja pruge u promet, u razdoblju između 1862. i 1892. bio je središnji zagrebački kolodvor pod imenom „Zagreb južni kolodvor“. U vremenu njegovog puštanja u promet nalazio se na krajnjoj gradskoj periferiji, iz razloga da sadržaji koje željeznica privlači na sebe poput industrije, vojske, itd. budu podalje stambenog područja [5].

Sve veći gospodarski, kulturni, politički značaj grada Zagreba uzrokovao je priljev velikog broja stanovništva te je od kolodvora na periferiji Zapadni kolodvor postao kolodvor u središnjem dijelu grad (Slika 2.).



Slika 2. Makro položaj Zapadnog kolodvora [15]

Granična crta između zagrebačkog kvarta Črnomerec sa sjeverne strane i Trešnjevka sa južne strane upravo je Zapadni kolodvor. Kao prvi zagrebački kolodvor imao je veliki utjecaj na razvitak tih dvaju kvartova. Stambene zone sa svih strana okružuju kolodvor, što uzrokuje veliku fluktuaciju pješačkih tokova, ali i tokova automobila. Tramvajska linija koja završava u neposrednoj blizini kolodvora, ali i tramvajska linija koja se proteže Ilicom i završava na okretištu Črnomerec, a nalaze se sa sjeverne strane kolodvora također privlače velike tokove biciklista i pješaka. S južne strane kolodvora nalaze se brojni sportski objekti poput sportske dvorane Dom sportova, teniskog kluba, stadiona nogometnog kluba Zagreb, također i drugi objekti koji povremeno, ali i kontinuirano privlače veći broj ljudi poput hotela, muzeja, škola, itd. (Slika 3.) [16].



Slika 3. Namjena korištenja zemljišta u okolici Zapadnog kolodvora [16]

Svojem položajem na granici između dva povećća zagrebačka kvarta Zapadni kolodvor od same izgradnje predstavlja barijeru koja otežava pješački, biciklistički i promet automobila. Da bi se spriječilo kretanje pješaka po kolosijecima na području kolodvora (i time smanjila mogućnost nesreća) i ujedno neregulirano prelaženje preko kolosijeka, uzduž Magazinske ulice sagrađen je tokom 70-ih godina zid od betonskih blokova na cijelom potezu između željezničko-cestovnih prijelaza Republike Austrije i Vodovodna (Slika 4.). Međutim kako je svaki od navedenih prijelaza osiguran branicima, a zbog velike frekvencije vlakova onu su učestalo spuštene, pješaci su razbijanjem zida ponovno oslobodili stazu koja omogućuje prolaz iz Magazinske ulice preko kolosijeka do Međimurske ulice i dalje prema Ilici (Slika 5.) [5].



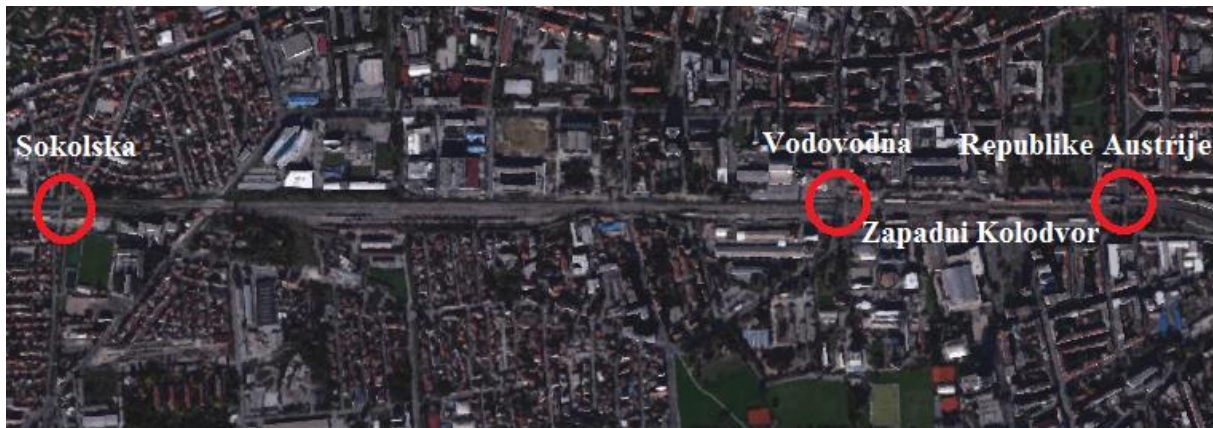
Slika 4. Zid od betonskih blokova uzduž Magazinske ulice [17]



Slika 5. Prolaz u zidu [17]

## 3.2 Analiza željezničko-cestovnih prijelaza na području Zapadnog kolodvora

Na pruzi broj M 101 koja se proteže od Državne granice (Dobova) preko Savskog Marofa do Zagreb Glavnog kolodvora ukupno postoji deset željezničko-cestovnih prijelaza, od toga na području Grada Zagreba i u blizini Zapadnog kolodvora tri, a to su željezničko-cestovni prijelazi lokalnog naziva Sokolska, Vodovodna i Republike Austrije. U ovom radu analizirati će se željezničko-cestovni prijelazi Vodovodna i Republike Austrije jer oni direktno utječu na prometne tokove područja Zapadnog kolodvora (Slika 6.).



Slika 6. Željezničko-cestovni prijelazi na području Zapadnog kolodvora [15]

### 3.2.1 Infrastrukturne značajke

Željezničke pruge u Republici Hrvatskoj, u svrhu određivanja načina upravljanja i gospodarenja željezničkom infrastrukturom te planiranja njezinoga razvoja, u skladu s Zakonom o željeznici razvrstavaju se na [18]:

- Pruge za međunarodni promet,
- Pruge za regionalni promet,
- Pruge za lokalni promet.

Željezničke pruge za međunarodni promet su [18]:

- glavne (koridorske) pruge, koje se nalaze na međunarodnim željezničkim koridorima i njihovim ograncima,
- ostale pruge za međunarodni promet, koje unutar željezničkih čvorišta i izvan njih funkcionalno povezuju glavne (koridorske) pruge ili koje međunarodne morske i riječne luke te terminale povezuju s glavnim (koridorskim) prugama.

Željeznička pruga koja se proteže od Državne granice (Dobova) preko Savskog Marofa do Zagreb Glavnog kolodvora, a prolazi područjem Zapadnog kolodvora, ima oznaku M 101, što označava da je to pruga za međunarodni promet i spada u podskupinu glavne (koridorske) pruge.

U ovom radu analizirati će se dva željezničko-cestovna prijelaza, lokalnih naziva Republike Austrije i Vodovodna (Tablica 1.).

Tablica 1. Oznaka pruge i stacionaža željezničko-cestovnih prijelaza R. Austrije i Vodovodna

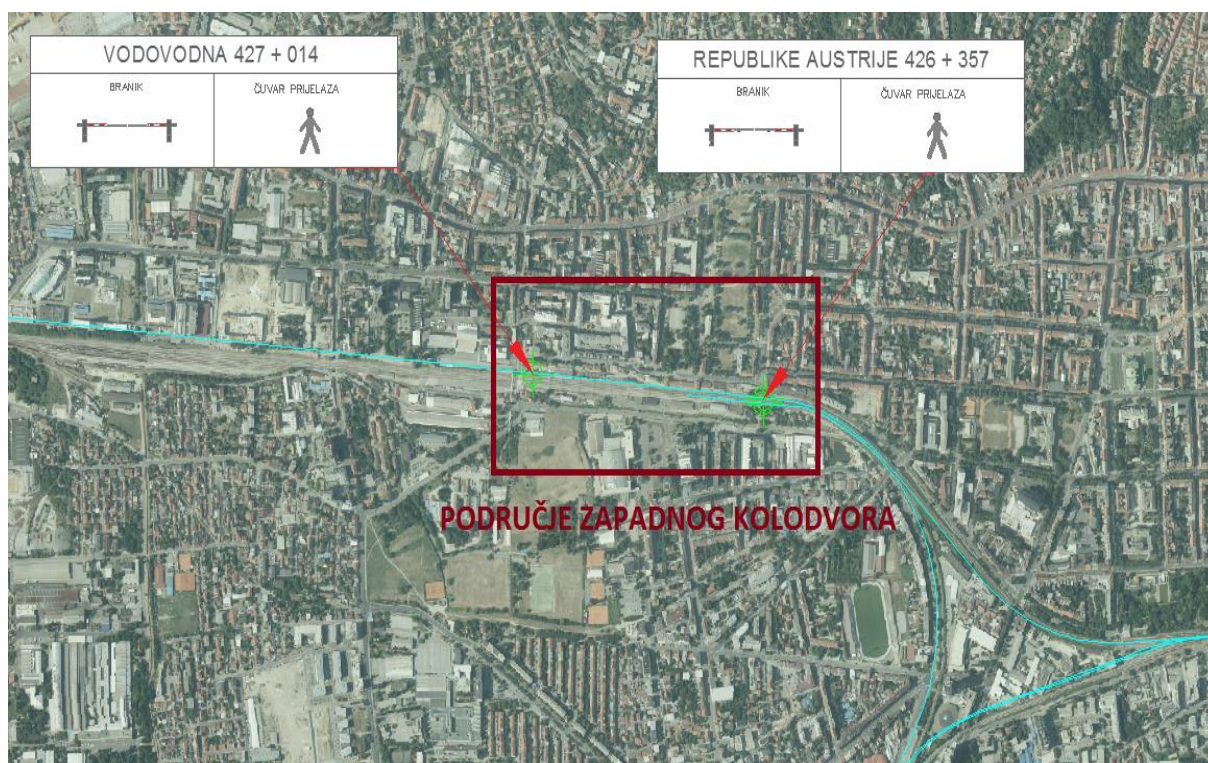
Oznaka pruge	Naziv pruge	Lokalni naziv	Stacionaža
<b>M 101</b>	DG - Savski Marof - Zagreb Gk	Republike Austrije	426 + 357
<b>M 101</b>	DG - Savski Marof - Zagreb Gk	Vodovodna	427 + 014

Željezničko-cestovnim prijelazom u razini naziva se mjesto prijelaza cestovne prometnice preko željezničke pruge ili industrijskog kolosijeka, odnosno, građevinski promatrano, mjesto križanja kolnika i gornjeg ruba tračnice [19]. Željezničko-cestovni prijelazi kao mjesta povećanog rizika izvanrednih događaja moraju se propisno osigurati kako bi se omogućilo sigurno odvijanje prometa. Europska željeznička agencija (ERA) dala je preporuke za osiguranje željezničko-cestovnih prijelaza, a podrazumijeva pasivno i aktivno osiguranje. Aktivnim osiguranjem smatra se svaki način osiguranja koji reagira promjenom svog stanja (svjetlosno-zvučnog ili zaštitnog), a ono se dijeli na automatsko pomoću branika/polubranika, svjetlosno zvučna signalizacija i kombinacija prvih dvaju rješenja, te kao ručna zaštita i upozorenje pomoću branika/polubranika, svjetlosno zvučne signalizacije i kombinacije tih dvaju rješenja [9]. Željezničko-cestovni prijelaz s pasivnim osiguranjem smatra se 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 [9]. Pod pasivnim osiguranjem željezničko-cestovnih prijelaza smatra se cestovni prometni znakovi i trokut preglednosti.

Željezničko-cestovni prijelaz lokalnog naziva Republike Austrije, nalazi se s istočne strane Zapadnog kolodvora, a povezuje Jagićevu ulicu sa sjeverne strane kolodvora i Magazinsku s južne strane. Međutim, zbog neuređenog kolničkog zastora ne predstavlja važnu poveznicu između navedenih ulica za promet motornih vozila. Motorna vozila koja se kreću tim prijelazom svoje odredište imaju na neuređenom parkirališnom prostoru u neposrednoj blizini. Željezničko-cestovni prijelaz Republike Austrije najviše koriste pješaci i biciklisti te ne predstavlja važnu poveznicu između navedenih ulica za promet motornih vozila. Od aktivnih mjera osiguranja postoje ručno kontrolirani branici i svjetlosni uređaji s čuvarom prijelaza. Znak Stop i Andrijin križ te trokut preglednosti pasivne su mjere osiguranja na željezničko-cestovnom prijelazu Republike Austrije (Slika 7.).

Na zapadnoj strani Zapadnog kolodvora nalazi se ŽCP lokalnog naziva Vodovodna. Ovaj prijelaz služi za povezivanje Magazinske i Vodovodne ulice. Osim velikih tokova pješaka i biciklista, karakterizira ga i intenzivan promet motornih vozila, te također i promet teretnih vozila jer se u području od 500 metara od ovog ŽCP nalaze tvornica „Franck“, gradska toplana i elektrana. Od aktivnih mjera osiguranja postoje ručno kontrolirani branici i svjetlosni uređaji s čuvarom prijelaza. Znak Stop i Andrijin križ te trokut preglednosti pasivne su mjere osiguranja na željezničko-cestovnom prijelazu Vodovodna (Slika 7.).





Slika 7. Način osiguranja željezničko-cestovnih prijelaza na području Zapadnog kolodvora

### 3.2.2 Analiza izvanrednih događaja na željezničko-cestovnim prijelazima Republike Austrije i Vodovodna

Prema *Pravilniku o izvanrednim događajima u željezničkom prometu* [20], izvanredni događaj je neželjeni, nenamjerni ili neočekivani događaj ili slijed takvih događaja, koji ima za posljedicu bilo koju vrstu štete, bez obzira na visinu štete.

Izvanredni događaji dijele se u četiri osnovne kategorije [20]:

- Ozbiljna nesreća – izvanredni događaj u željezničkom prometu koji je za posljedicu imao smrt najmanje jedne osobe, i/ili tešku tjelesnu ozljedu pet ili više osoba, i/ili veću štetu;
- Nesreća – 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;
- Poremećaj – bilo koji događaj povezan sa željezničkim prometom koji utječe na siguran tijek prometa, osim ozbiljne nesreće i nesreće;
- Izbjegnuta nesreća – izvanredni događaj u željezničkom prometu koji je za posljedicu mogao imati tešku tjelesnu ozljedu najmanje jedne osobe i/ili štetu.

Na željezničko-cestovnom prijelazu Republike Austrije od 2001. godine, prema navedenoj klasifikaciji prometnih nesreća Hrvatskih Željeznica, dogodilo se ukupno pet izvanrednih događaja od čega dvije ozbiljne nesreće s smrtnim posljedicama i tri nesreće (Tablica 2.). Izvanredni događaji na ŽCP Vodovodna nisu zabilježeni.

Tablica 2. Broj izvanrednih događaja na željezničko-cestovnim prijelazima R. Austrije i Vodovodna

Lokalni naziv željezničko-cestovnog prijelaza	Broj izvanrednih događaja	Broj poginulih	Broj teško ozlijeđenih
Republike Austrije	5	2	3
Vodovodna	0	0	0

### 3.3 Analiza prometnih tokova na željezničko-cestovnim prijelazima na području Zapadnog kolodvora

#### 3.3.1 Analiza tokova pješaka, biciklista i tokova motornih vozila

Brojanje prometa vrši se zbog određivanja opterećenja pojedinih prometnica i određivanja vrsta vozila na prometnicama te smjerovi kretanja vozila, odnosno, za određivanje strukture prometnog toka, broja pješaka, biciklista i vremensku razdiobu opterećenja. Brojanja prometa služi kao početna faza za planiranje prometa. Kao izlazni rezultat dobiva se uvid u postojeće stanje prometa na prometnicama, isto tako dobiveni podaci upućuju na predlaganje novih rješenja za poboljšanje odvijanja prometa i prometnog sustava u cjelini. Brojanje prometa potrebno je provoditi zbog prometnog i urbanističkog planiranja, planiranja prometne mreže nekog većeg područja ili oblikovanje prometnih čvorova te zbog rekonstrukcije postojeće prometne mreže ili izgradnje novih prometnih pravaca [21].

Neke od prednosti koje donosi brojanje prometa su: mogućnost dobivanja rezultata o broju vozila, strukturi prometnog toka, smjerovima kojima se vozila kreću unutar raskrižja, brojači mogu zapaziti određene anomalije prilikom brojanja i zabilježiti ih (prometne nesreće, kvar semafora, kvarovi na branicima i polubranicima i sl.), a obrasci se lako koriste pri daljnjoj obradi podataka, relativno niski troškovi brojanja ako se radi o brojanju u kraćem vremenskom periodu [21].

##### 3.3.1.1 Metodologija prikupljanja podataka

Analiza postojećeg stanja vršila se u razdoblju od 4. do 8. travnja 2016. godine na željezničko-cestovnim prijelazima Republike Austrije i Vodovodnoj u vršnim satnim opterećenjima od 7:00 do 10:00 i od 15:00 do 18:00 sati. Analiza je organizirana u suradnji Fakulteta prometnih znanosti, HŽ-infrastrukture i Ministarstva unutarnjih poslova (MUP). Metodologija prikupljanja podataka preuzeta je iz istraživanja na Fakultetu prometnih znanosti u okviru projekta *Istraživanje mjera povećanja sigurnosti na željezničko-cestovnim prijelazima* [22], a podrazumijevala je video-snimanje postojećeg stanja, brojanje prometa, anketiranje prema sljedećoj dinamici:

1. i 2. Dan: Prvi i drugi dan analize postojećeg stanja brojači su bili skriveni od prolaznika i automobila te su brojali promet u prostorijama koje su namijenjene za podizanje i spuštanje branika željezničko-cestovne rampe, također sukladno brojačima kamera je bila također sakrivena.

3. Dan: Treći dan odnosno 6. travnja brojači i kamere bili su vidljivi i u propisanim retroreflektirajućim prslucima da ih svi sudionici jasno primjećuju.

4. Dan: Četvrti dan udružile su se sve snage, brojači i anketari iz Fakulteta prometnih znanosti, policija iz MUP-a i članovi preventivno-edukativnog programa „Vlak je uvijek brži“. Svi sudionici akcije bili su u

odgovarajućim prslucima i svi su radili svoj dio zadatka. Brojači su nastavili brojati pješake, bicikliste i vozila, anketari su bili zaduženi za provedbu ankete koja se sastojala od 8 brzih i kratkih pitanja, dok je policija kontrolirala prelazak pješaka i biciklista željezničko-cestovnim prijelazom. Članice preventivno-edukativnog programa *Vlak je uvijek brži* dijelile su letke i upozoravale sudionike u prometu koliko je važno paziti prilikom prolaska preko željezničko-cestovnog prijelaza i da svakako pričekaju slobodan prolazak. Također treba napomenuti da su na oba željezničko-cestovna prijelaza bila postavljena po dva jumbo plakata koja su upozoravala na opasnost od nailaska vlakova ako se ŽCP-a nepropisno prelazi i ne manje važno, koliko je kazna nepropisnog prolaska pješaka i biciklista ukoliko su spušteni branici.

5. Dan: Zadnji dan analize bili su postavljeni edukativni plakati od prethodnog dana, a kamere su postavljene na mjesta gdje nisu vidljive korisnicima ŽCP-a. Ovakvim pristupom željelo se utvrditi jesu li i u kolikoj mjeri korisnici ŽCP-a pod dojmom prethodnog dana kada je bila provedena velika edukativna akcija i u kojoj mjeri je ona utjecala na njihovo buduće ponašanje na ŽCP-i. U tu svrhu su ostavljeni posteriji koji su trebali podsjetiti korisnike ŽCP-a na opasnosti i prethodni edukativni dan.

Cilj metodologije je u prva dva dana utvrditi broj korisnika željezničko-cestovnog prijelaza, odnosno utvrditi broj korisnika koji su u prekršaju tj. prolaze ispod ili pokraj spuštenih branika. Treći dan želi se uvidjeti hoće li se broj ilegalnih prolazaka smanjiti s obzirom da je vidljiva osoba koja bilježi broj korisnika ŽCP i kamera. Četvrtog dana dijeljenjem promotivnih letaka i prisustvom policije te provođenjem anketnog upitnika želi se utjecati na svijest ljudi koliko je važno poštivati prometne propise i koliko kršenje istih može biti opasno. Peti dan ukazuje na uspješnost same metodologije, te dali su ljudi postali svjesniji opasnosti koja se javlja prilikom nepropisnog prolaska preko željezničko-cestovnog prijelaza nakon provedene edukativne akcije prethodnoga dana (Tablica 3.).

Tablica 3. Prikaz metodologije istraživanja

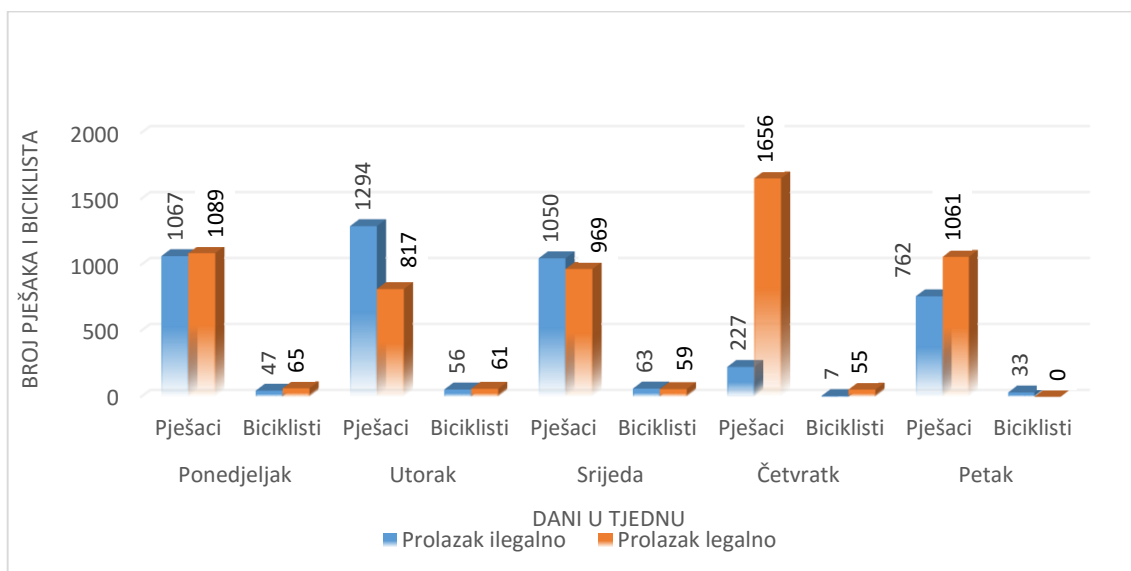
Dan	Kamere		Autor		Policijski službenik	Anketa	Edukativni posteriji	HŽ čuvar prijelaza
	skrivena	vidljive	skriven	vidljiv				
Ponedjeljak	✓		✓					✓
Utorak	✓		✓					✓
Srijeda		✓		✓				✓
Četvrtak		✓		✓	✓	✓	✓	✓
Petak	✓		✓				✓	✓

### 3.3.1.2 Prometni tokovi pješaka, biciklista i tokova motornih vozila

Analiza podataka o prometnim tokovima na željezničko-cestovnom prijelazu Republike Austrije dobivenih temeljem provedenog brojanja prometa prikazati će se u nastavku grafičkim i tabličnim prikazima.

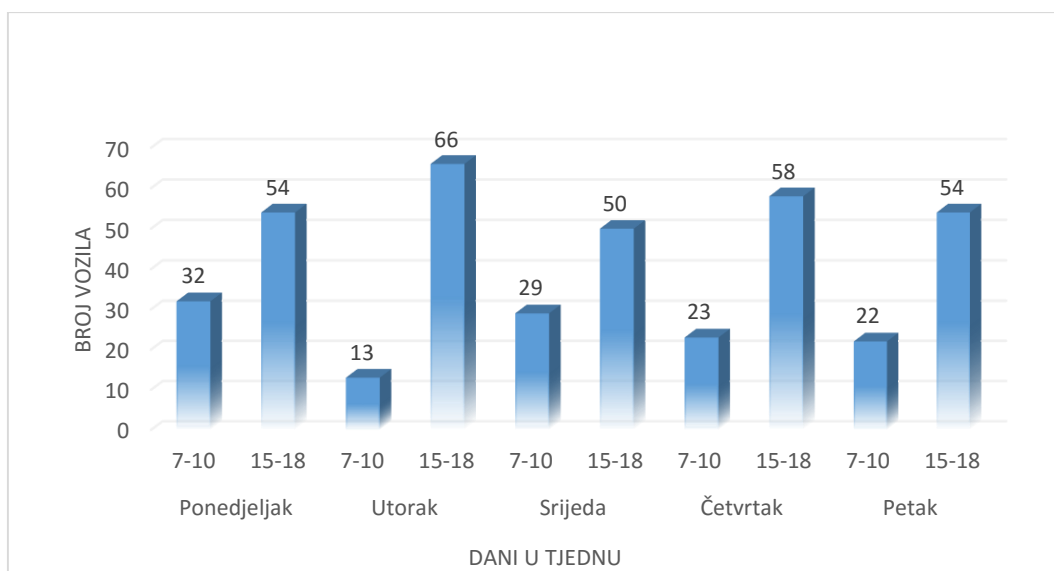
Iz Grafikona 1. može se vidjeti ukupna suma svih pješaka i biciklista u promatranom razdoblju analize postojećeg stanja u jutarnjem i popodnevnom vršnom satu na ŽCP Republike Austrije. Vidljivo je da broj ilegalnih i legalnih biciklista u prva tri dana približno jednak. U četvrtak se broj ilegalnih biciklista smanjio i to u tolikoj mjeri da je samo 7 korisnika prešlo nepropisno ŽCP, dok je broj legalnih ostao jednak kao i u prva tri dana. Zadnji dan provođenja analize, broj ilegalnih prelaska biciklista je porastao i to na 33 prekršitelja, dok legalni prelasci nisu zabilježeni. U ponedjeljak je broj legalnih i ilegalnih

prelaska pješaka na ŽCP bio skoro identičan. Drugi dan analize, broj ilegalnih prelazaka iznosio je 61 %, odnosno 1294 ilegalnih naspram 817 legalnih. U srijedu je bila slična situacija kao i prvi dan što pokazuje razlika između ilegalnih i legalnih na Grafikonu 1. Četvrtak donosi drugačiju sliku legalnih i ilegalnih prelaska pa je tako 1656 korisnika željezničko-cestovnog prijelaza (88 %) prošao legalno dok je 22%, odnosno 227 korisnika željezničko-cestovnog prijelaza ilegalno. Zadnji dan analize ukupni broj pješaka iznosio je 1823, od kojih je 41 %, odnosno 762 zabilježeno u ilegalnom prelasku ŽCP.



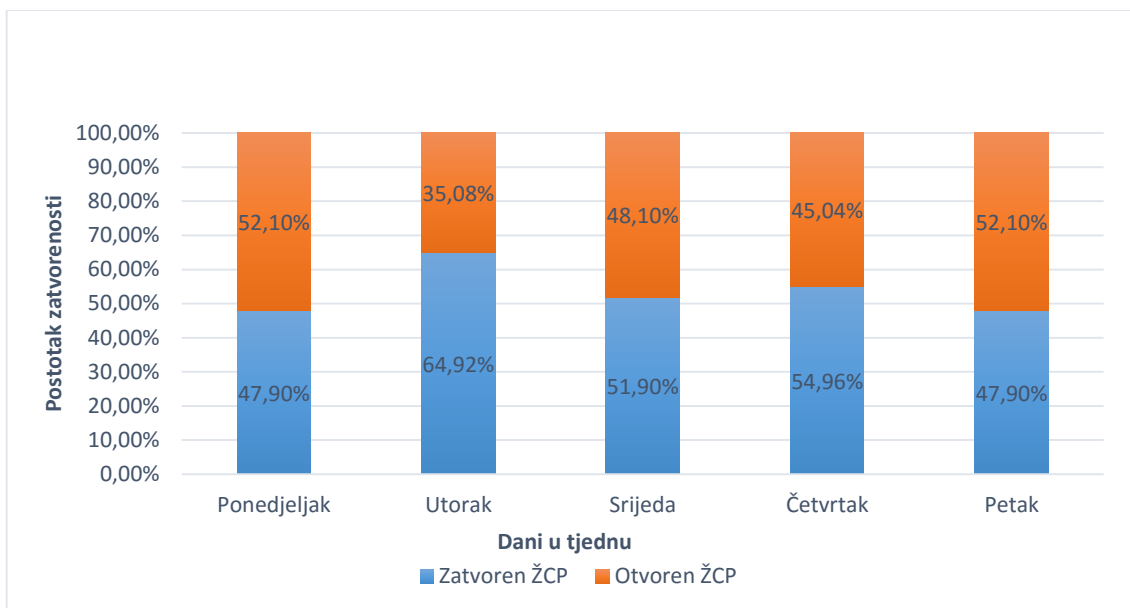
Grafikon 1. Rezultati sumiranih podataka za pješake i bicikliste na ŽCP Republike Austrije

Grafikon 2. prikazuje broj vozila na ŽCP-u Republike Austrije kroz tjedan analiziranja od ponedjeljka do petka u jutarnjem i popodnevnom vršnom satu. Vidljivo je da broj motornih vozila u popodnevnom vršnom satu nešto veći i kreće se od 50 vozila u srijedu pa sve do 66 vozila u utorak. U jutarnjem vršnom satu broj motornih vozila je nešto manji i kreće se od 13 vozila u utorak pa do 32 vozila u ponedjeljak.



Grafikon 2. Rezultati brojanja motornih vozila na ŽCP Republike Austrije

Iz Grafikona 3. vidljivi su podaci o udjelu zatvorenosti željezničko-cestovnog prijelaza Republike Austrije u razdoblju od 7:00 do 10:00 sati ujutro i poslijepodne od 15:00 do 18:00 sati. Može se zaključiti da su branici spuštteni oko 50 % vremena, odnosno da je omogućen slobodan prolazak vozilima, pješacima i biciklistima također 50 % vremena, izuzev utorka kada su branici u prvom jutarnjem vršnom satu od 7:00 do 8:00 sati bili spuštteni čak 94 % pa sveukupno vrijeme kada je bio zatvoren ŽCP iznosi 64,92 %. Usporedbom grafičkih prikaza o broju pješaka i biciklista te grafičkog prikaza o zatvorenosti ŽCP dolazi se do zaključka da postotak spušttenih branika odgovara postotku pješaka i biciklista koji ilegalno prolaze ŽCP.



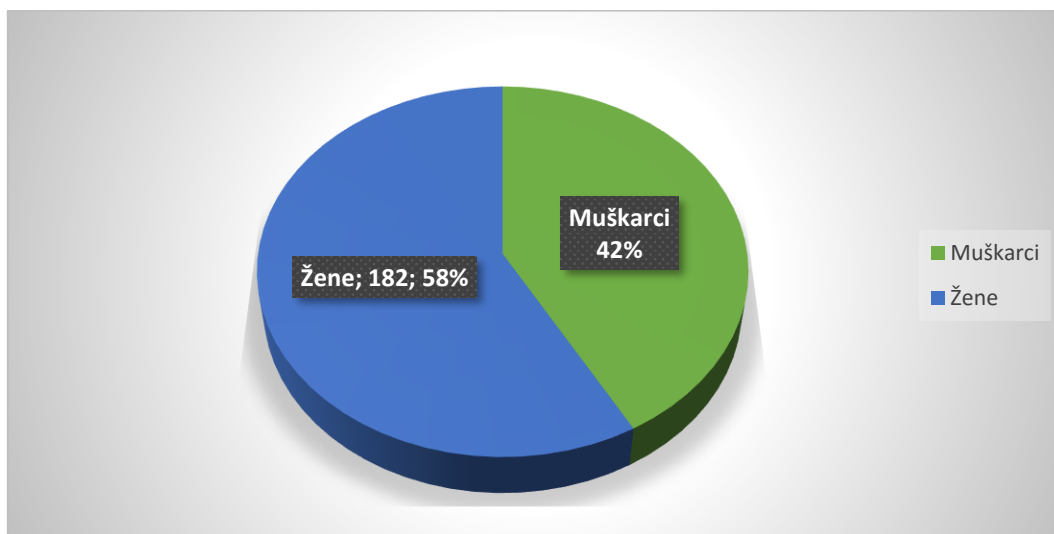
Grafikon 3. Prikaz zatvorenosti željezničko-cestovnog prijelaza Republike Austrije

Sukladno metodologiji četvrtog dana brojanja prometa, provedena je anketa, na uzorku od 313 ispitanika, kako bi se uvidjeli razlozi ilegalno prolaska ljudi, te prikupili ostali bitni podaci za donošenje kvalitetne odluke o prometnom rješenju (Slika 8.)



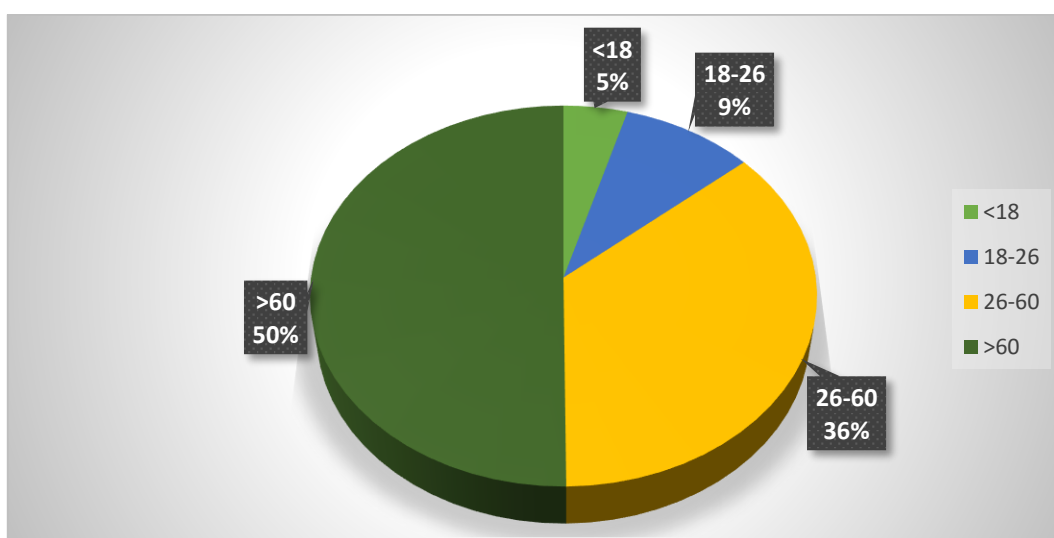
Slika 8. Anketiranje korisnika željezničko-cestovnog prijelaza Republike Austrije

Prema ukupno broju ljudi koji su koristili željezničko-cestovni prijelaz (Grafikon 4.), muških je bilo 42 % odnosno 131 muškarac i 58 % žena tj. 182 žene.



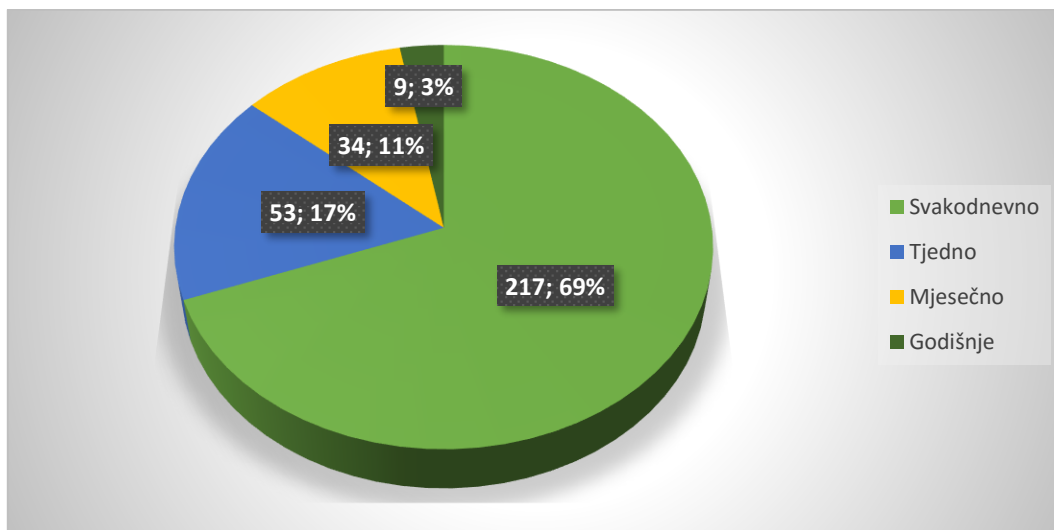
Grafikon 4. Prikaz anketiranih ljudi po spolu na ŽCP Republike Austrije

Prema dobnoj strukturi (Grafikon 5.) željezničko-cestovnim prijelazom najviše se koriste ljudi stariji od 60 godina, odnosno njih 50 % tj. 157 anketiranih ljudi, slijede osobe srednje životne dobi s 36 % ili 113 anketiranih ljudi. Željezničko-cestovnim prijelazom prošlo je 29 ljudi mlađe životne dobi od 18 do 26 godina, odnosno njih 9 % i 14 osoba mlađih od 18 godina, odnosno njih 4 % od ukupno anketiranih.



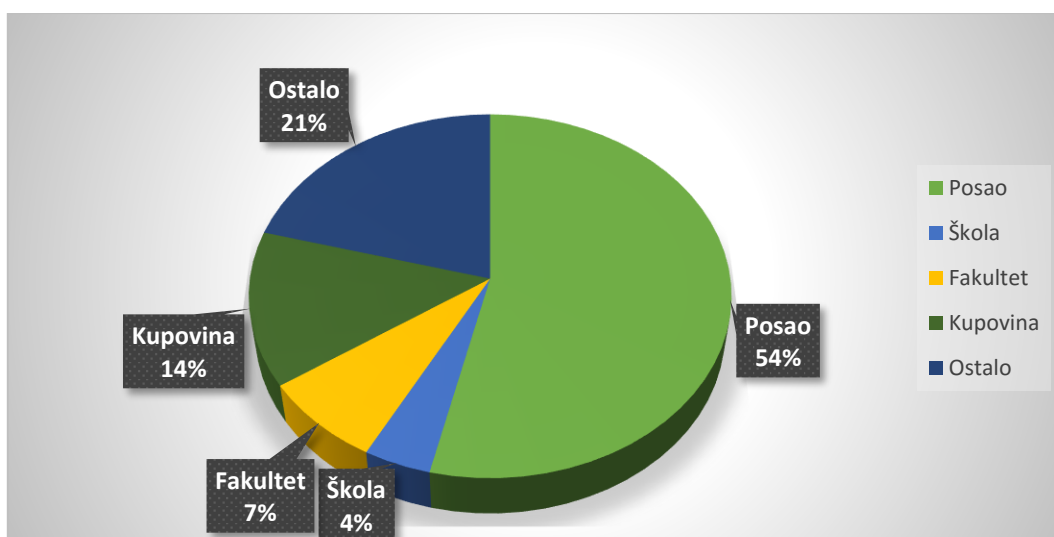
Grafikon 5. Dobna struktura anketiranih ljudi na ŽCP Republike Austrije

Grafikon 6. prikazuje koliko često ljudi koriste željezničko-cestovni prijelaz Republike Austrije. Najveći broj anketiranih koristi se njim svakodnevno, odnosno 69 % anketiranih ljudi. Tjedno se prijelazom koristi 17 % anketiranih ljudi, mjesečno 11 % i oni koji samo godišnje prođu par puta njih 3 %.



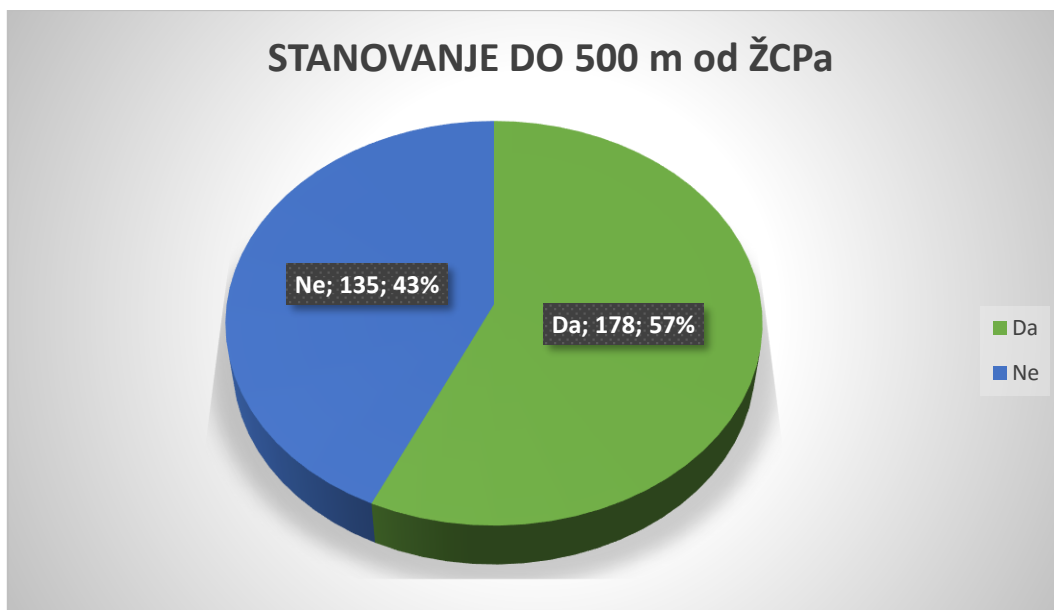
Grafikon 6. Učestalost korištenja željezničko-cestovnog prijelaza Republike Austrije

Iz Grafikona 7. vidljivo je da najveći broj anketiranih ljudi, njih 54 %, kao svrhu prelaska navodi odlazak na posao i s posla, što je i razumljivo jer veliki broj ljudi vlakom stiže do Zapadnog kolodvora i dalje put nastavljaju pješice ili javnim gradskim prijevozom. Kao razlog ostalo navodi njih 21 %, a neki od tih razloga su bili: odlazak u bolnicu, odlazak na rekreaciju, posjet prijateljima i rodbini te slično. Kao razlog odlaska u kupovinu izjasnilo se 14 % anketiranih korisnika ŽCP, na fakultet njih 7 % i u školu 4 %.



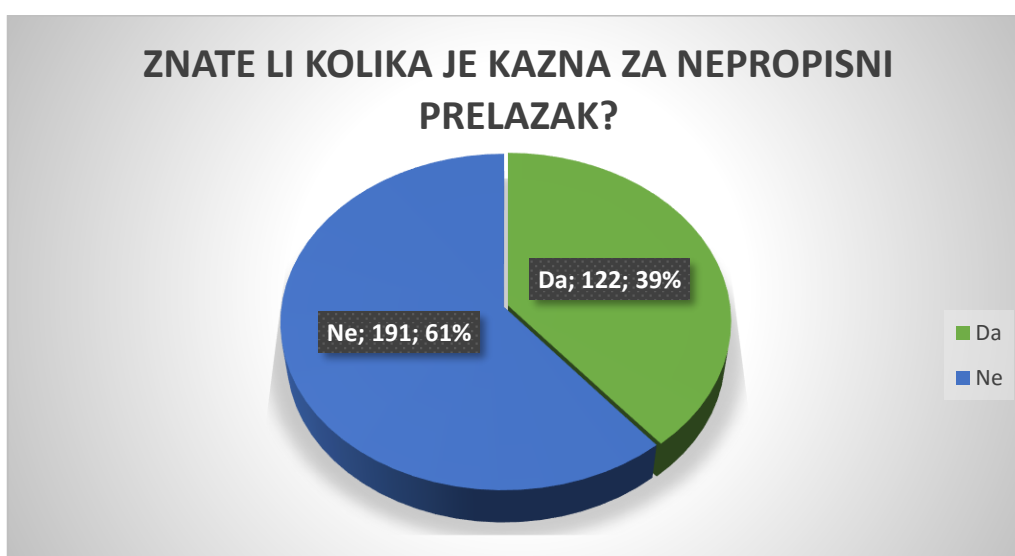
Grafikon 7. Svrha prelaska željezničko-cestovnim prijelazom Republike Austrije

Grafikon 8. prikazuje da 178 anketiranih ljudi, odnosno 57 %, živi u blizini željezničko-cestovnog prijelaza, što dovodi do zaključka da oni svakodnevno koriste ovaj ŽCP za dnevne migracije. Da ne živi u blizini željezničko-cestovnog prijelaza Republike Austrije izjasnilo se 135 anketiranih ljudi, odnosno 43 %.



Grafikon 8. Prikaz anketiranih ljudi po blizini stanovanja ŽCP Republike Austrije

Od ukupno 313 anketiranih ljudi njih 39 % zna kolika je kazna za nepropisno prelaženje preko željezničko-cestovnog prijelaza, dok 191 anketirana osoba, odnosno 61 % ne zna kolika je visina novčane kazne (Grafikon 9.). Jedno od pitanja u provedenoj anketi bilo je *Zašto prolazite željezničko-cestovnim prijelazom kada su branici spuštteni* (Tablica 4.). Najveći broj anketiranih ljudi, njih 159 (50,8 %), izjasnio se da su branici dugo spuštteni, 98 (31,3 %) njih izjasnilo se da žure na posao u školu i slično. Čak 14 (4,5 %) osoba izjasnilo se da im se ne da čekati, 12 (3,8 %) da nije bilo vlaka, a 2 (0,6 %) da to čine iz navike.



Grafikon 9. Prikaz anketiranih ljudi po znanju o kazni za nepropisan prelazak ŽCP Republike Austrije

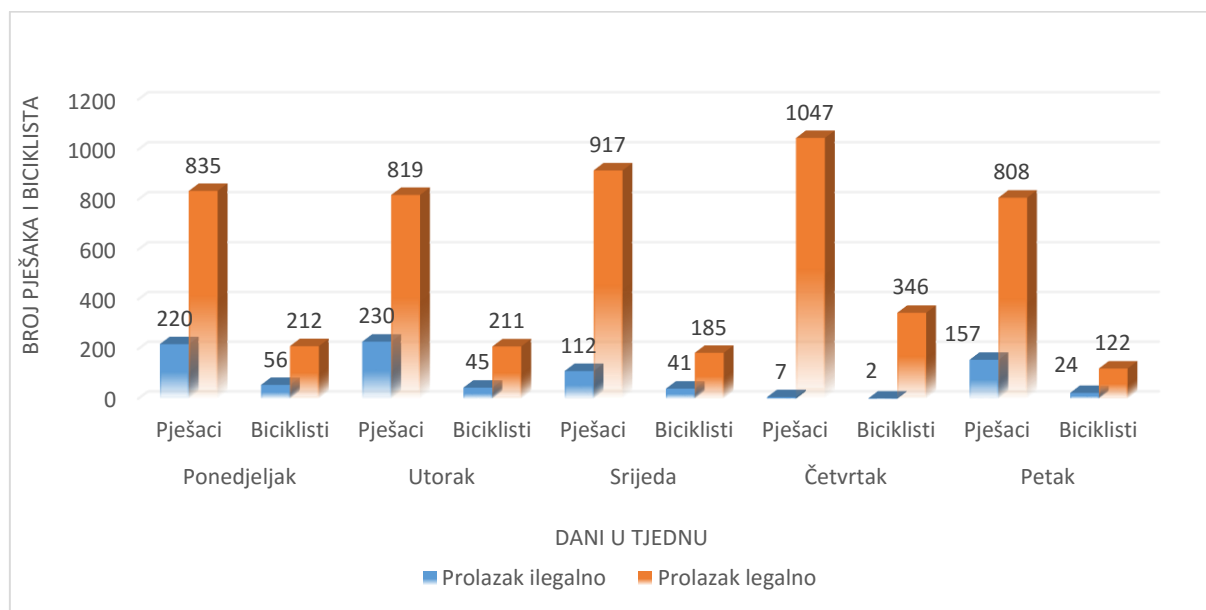


Tablica 4. Razlozi nepropisnog prelaska željezničko-cestovnim prijelazom Republike Austrije

RAZLOZI ILEGALNO PRELASKA	BROJ KORISNIKA ŽCP	UDIO
Dugo spuštena rampa	159	50,80%
Žurba	98	31,30%
Ne prolazi nepropisno	22	7,00%
Neda mi se čekati	14	4,50%
Nije bilo vlaka	12	3,80%
Svi prelaze	3	1%
Navika	2	0,60%
Lijenost HŽ-a	1	0,30%
Nepostojanje alternativnog prijelaza	1	0,30%
Ovo nije rampa nego štanga	1	0,30%

Analiza podataka o prometnim tokovima na željezničko-cestovnom prijelazu Vodovodna dobivenih temeljem provedenog brojanja prometa prikazati će se u nastavku grafičkim i tabličnim prikazima.

U Grafikonu 10. prikazani su podaci o broju pješaka i biciklista po danu u tjednu i broj onih koji se nisu pridržavali pravila prolaska željezničko-cestovnim prijelazom Vodovodna.



Grafikon 10. Prikaz sumiranih analiziranih podataka na ŽCP Vodovodna

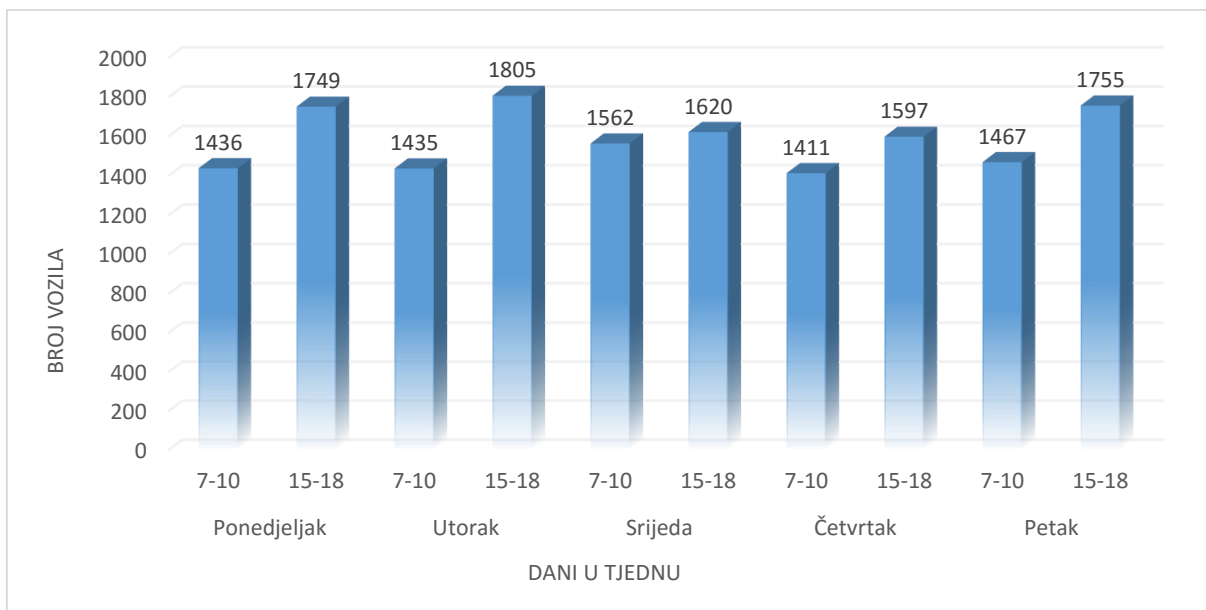
Iz analiziranih podataka se može zaključiti da je svakodnevno prošlo oko 1050 pješaka i oko 250 biciklista, osim u petak kada je taj broj nešto manji iz razloga pogoršanih vremenskih prilika. Vrijedi spomenuti da broj prekršitelja u prva dva dana kada su brojači i kamera bili sakriveni približno jednak, odnosno oko 225 pješaka (21,3 %) i 50 biciklista (20 %). Treći dan broj pješaka u prekršaju smanjio se za pola, dok su biciklisti i dalje kršili pravila prolaska. Četvrtog dana brojanja prema metodologiji sudjelovali su i predstavnici MUP-a, HŽ-infrastrukture tj. članice iz „Vlak je uvijek brži“ te anketari i brojači. U jutarnjim vršnim satima zabilježeno je 1.411 vozila, dok je u popodnevnim vršnim satima zabilježeno 1.597 vozila. Broj pješaka je nešto drugačiji nego u protekla tri dana analiziranja, pa je tako

željezničko-cestovnim prijelazom u vremenu od 7:0 do 10:00 sati prošlo 515 pješaka, a u popodnevnom vršnim satima 539 pješaka od toga samo 3 prekršitelja u jutarnjim vršnim satima, odnosno 4 prekršitelja u popodnevnom vršnim satima. Takvoj situaciji uvelike je razlog prisutnost prije navedenih osoba. Biciklisti također nisu kršili pravila prolaska ŽCP Vodovodna te u jutarnjim vršnim satima nije zabilježeno kršenje prometnih propisa od strane biciklista, dok su u poslijepodnevnom vršnim satima samo dvojica biciklista bila u prekršaju. U petak se broj prekršitelja opet približio broju sličnoj kao u prva dva dana iako su bili postavljeni plakati koji su upozoravali na opasnost prolaska i to čak 157 pješaka (16 %) i 24 biciklista (18 %) je ilegalno prošlo ŽCP. Slika 9. prikazuje svakodnevnu situaciju kršenja prometnih propisa na ŽCP Vodovodna.



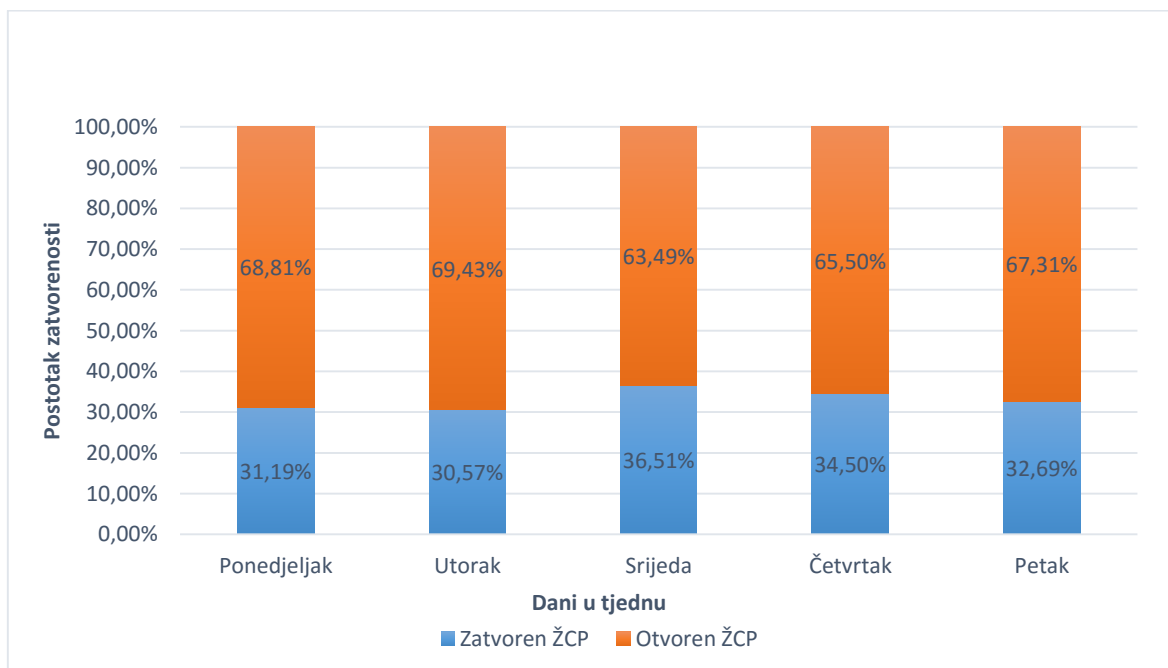
*Slika 9. Nepoštivanje prometnih propisa na ŽCP Vodovodna*

Grafikon 11. prikazuje broj vozila na ŽCP Vodovodna u tjednu od 4. do 8. travnja 2016. godine, odnosno od ponedjeljka do petka u jutarnjim i popodnevnom vršnim satima. Vidljivo je da broj motornih vozila u popodnevnom vršnim satima nešto veći i kreće se od 1.620 vozila u srijedu pa sve do 1.805 vozila u utorak. U jutarnjim vršnim satima broj motornih vozila je nešto manji i kreće se od 1.411 vozila u četvrtak pa do 1.467 vozila u petak.



Grafikon 11. Prikaz analiziranih podataka za motorna vozila na ŽCP Vodovodna

Iz Grafikona 12. vidljivi su podaci prikazani u postotcima o količini zatvorenosti željezničko-cestovnog prijelaza Vodovodna u razdoblju od 7:00 do 10:00 sati ujutro i poslijepodne od 15:00 do 18:00 sati. Može se zaključiti da su branici spuštteni oko 35 % vremena odnosno da je omogućen slobodan prolazak vozilima, pješacima i biciklistima oko 65 %.

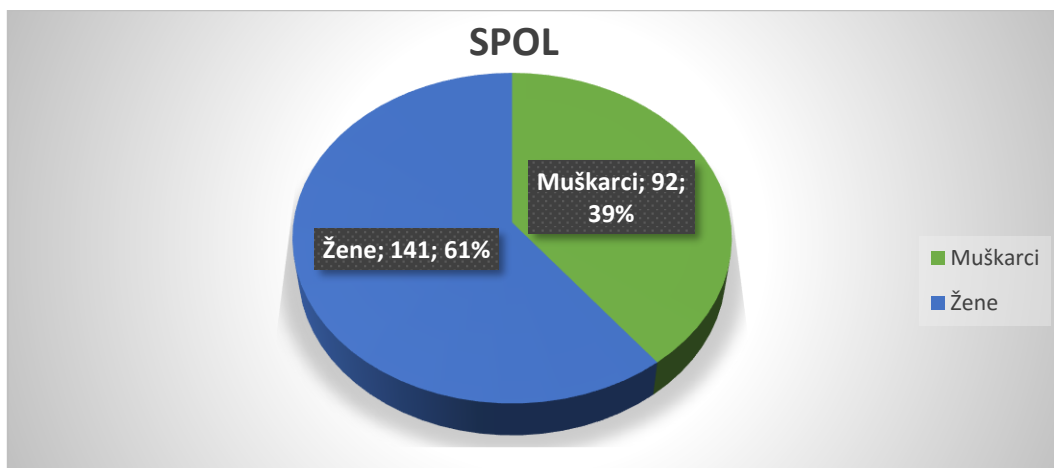


Grafikon 12. Prikaz zatvorenosti željezničko-cestovnog prijelaza Vodovodna

Anketa se provodila dana 8. travnja 2016. godine na lokaciji ŽCP Vodovodna u organizaciji Fakulteta prometnih znanosti, na uzorku od 233 ispitanika. Anketu su provodili studenti opremljeni anketnim listićima i odgovarajućim prslucima da ne bi ugrožavali sigurnost i protočnosti prometnih tokova na navedenoj lokaciji. Anketa se sastojala od 8 kratkih i jasnih pitanja gdje je prioritet istražitelja bio

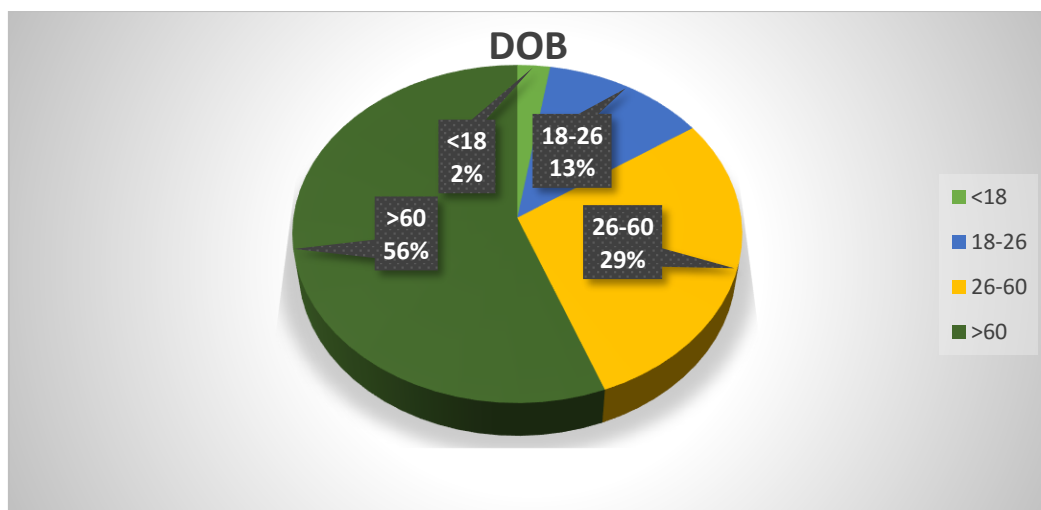
saznati broj ljudi koji prolazi ŽCP, koliko često prolazi te dali krše pravila prolaska i ukoliko krše koji su to razlozi. Rezultati anketa biti će prikazani na grafičkim prikazima u nastavku.

Iz Grafikona 13. može se vidjeti da je ukupno anketirano 233 ispitanika, od čega je žena bilo 61 % odnosno 141 ispitanica i 39 % muškaraca, odnosno 92 ispitanika.



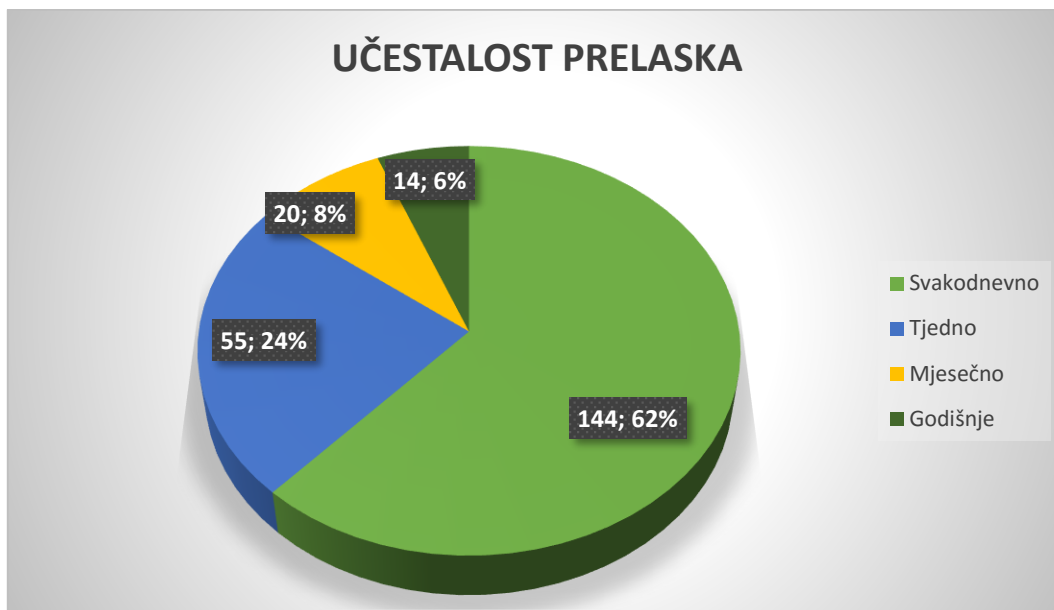
Grafikon 13. Prikaz anketiranih ljudi po spolu na ŽCP Vodovodna

Grafikon 14. prikazuje ukupan broj anketiranih raspodijeljenih po starosnim skupinama i to mlađim od 18 godina, od 18 do 26 godina, od 26 do 60 godina i ljudima starijim od 60 godina. Pa tako u skupinu onih mlađih od 18 godina spada njih 6 što čini 3 % od ukupnog broja ispitanih, sljedeća skupina tj. njih 30 spada u skupinu od 18-26 godina i čine 13 % ukupno anketiranih. U skupinu od 26 do 60 godina ulazi 29 % ispitanih i to je točnije brojka od 67 ljudi, i zadnja skupina po starosti je i ona koja je bila najviše anketirana, a to su ljudi stariji od 60 godina i njih je anketirano 130 odnosno 56 % ukupnog broja anketa.



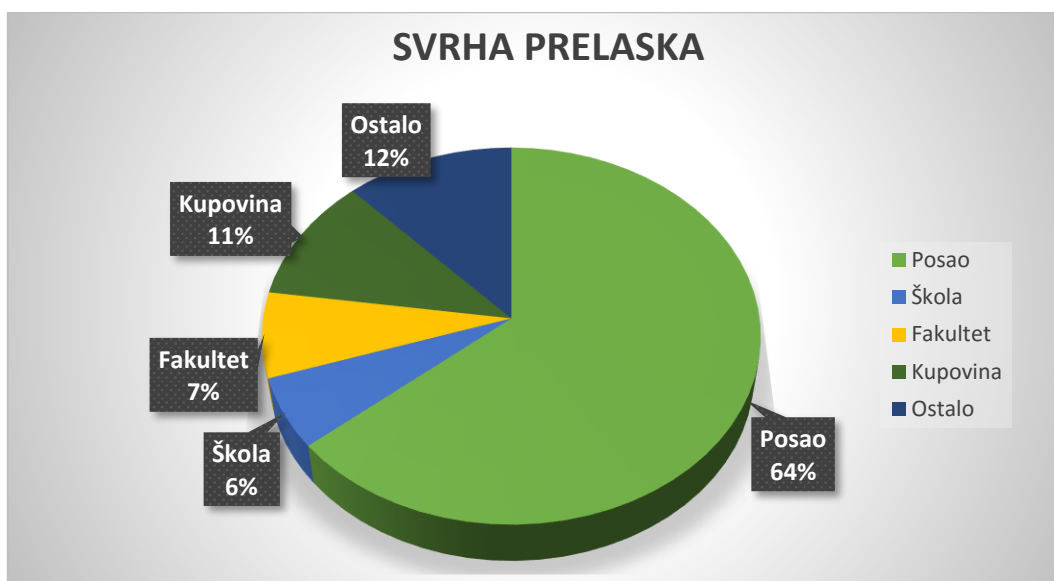
Grafikon 14. Prikaz anketiranih ljudi po starosti na ŽCP Vodovodna

Iz Grafikona 15. može se vidjeti učestalost prelaska ljudi željezničko-cestovnim prijelazom Vodovodna. Svakodnevno tim ŽCP prolazi 144 ljudi odnosno 61,80 % od ukupnog broja prelaska. Tjedno prolazi 23,61 % anketiranih, mjesečno 8,58 % i godišnje tek nešto više od 6 %.



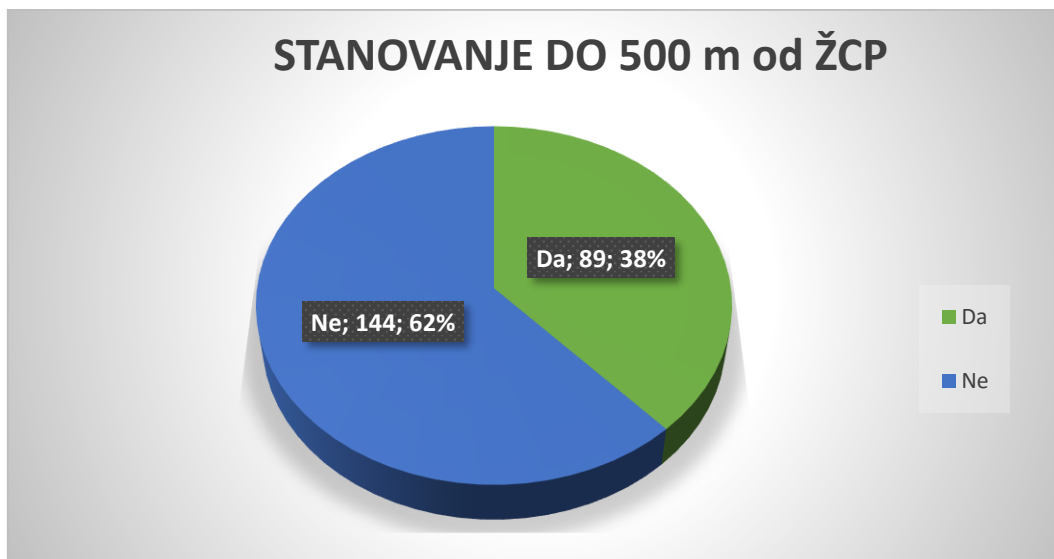
Grafikon 15. Prikaz anketiranih ljudi po učestalosti prelaska na ŽCP Vodovodna

Grafikon 16. prikazuje da većina korisnika željezničko-cestovnog prijelaza, odnosno njih 64 %, kao svrhu prelaska navodi odlazak na posao i s posla. Drugi po redu razloga prelaska je kupovina, ali to je i logičan slijed jer je u Grafikonu 5. prikazan podatak da 56 % ljudi starijih od 60 godina. Slijede korisnici željezničko-cestovnog prijelaza koji odlaze na fakultet i školu te čine 7 % odnosno 6 %. Od ukupnog broja anketiranih njih 12 % je navelo neki drugi razlog svog prelaska ŽCP.



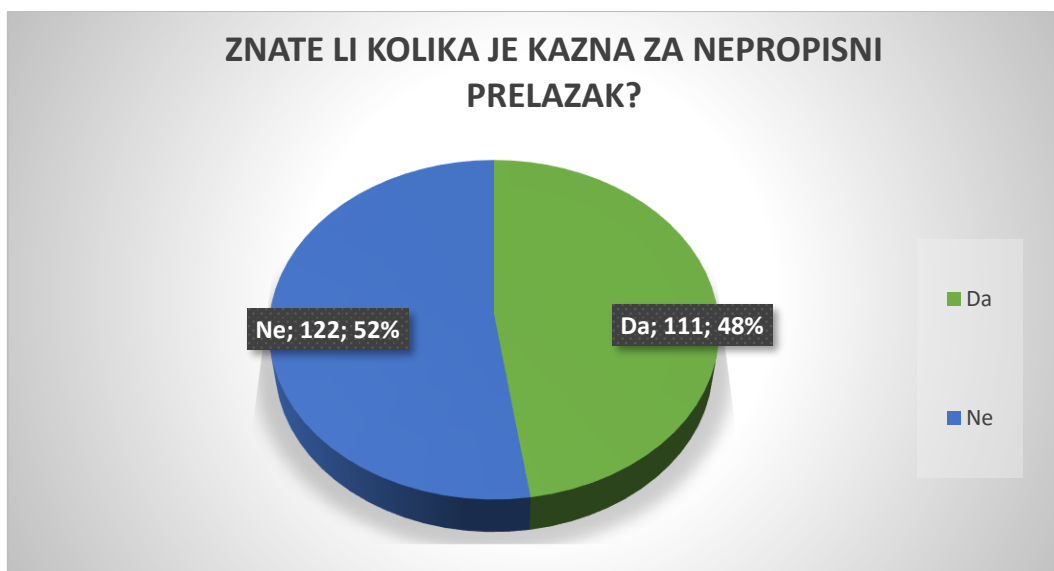
Grafikon 16. Prikaz anketiranih ljudi po svrsi prelaska na ŽCP Vodovodna

Grafikon 17. prikazuje blizinu stanovanja ljudi koji su bili anketirani na željezničko-cestovnom prijelazu Vodovodna. Vidljivo je da od ukupnog broja anketiranih njih 144 tj. 62 % ne stanuje u blizini ŽCP dok njih 38 % stanuje u blizini odnosno do 500 m od ŽCP.



Grafikon 17. Prikaz anketiranih ljudi po blizini stanovanja ŽCP Vodovodna

Zadnje pitanje u anketnom listiću bilo je dali ljudi koji prelaze ŽCP znaju koliko je kazna za nepropisan prelazak. Rezultati su prikazani u Grafikonu 18. i vidljivo je da nešto više od polovice ljudi, točnije 52 % ljudi ne zna koliko je kazna za nepropisan prelazak, dok njih 48 % zna koliko će iznositi kazna ukoliko se odluče za nepropisan prelazak ŽCP. Jedno od pitanja u provedenoj anketi bilo je i *Zašto prelazite željezničko-cestovnim prijelazom kada je rampa spuštena?* Najveći broj ispitanika reklo je da ne prelazi, njih 109 (50,7 %), slijede oni koji su se izjasnili da je njihov razlog žurba, točnije 91 (42,3 %). Ostali razlozi nepropisnog prelaska prikazani su u Tablici 5.

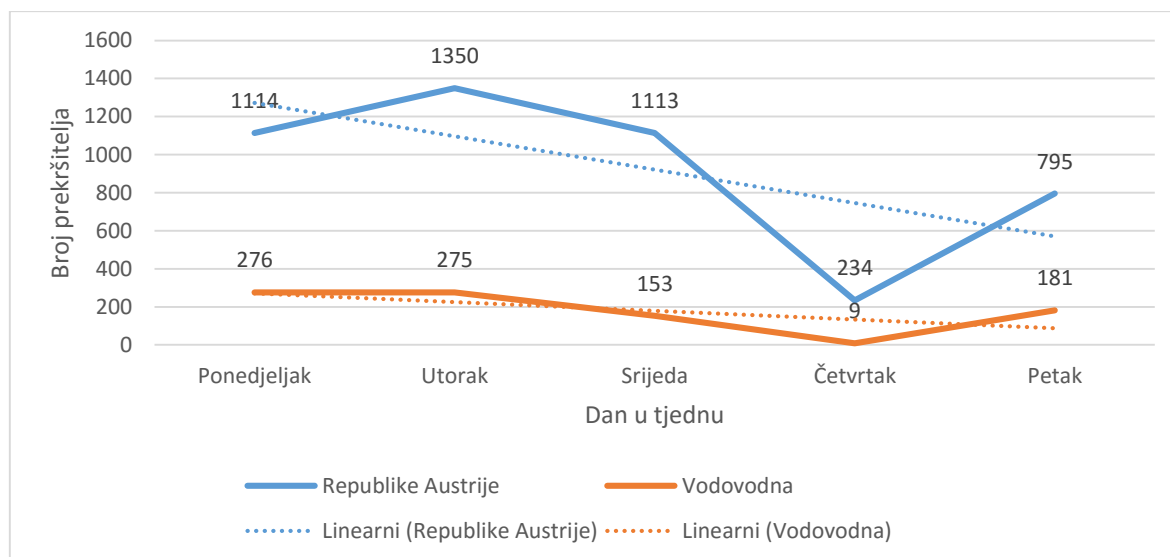


Grafikon 18. Prikaz anketiranih ljudi po znanju o kazni za nepropisan prelazak ŽCP Vodovodna

Tablica 5. Razlozi ilegalnog prelaska željezničko-cestovnim prijelazom Vodovodna

RAZLOZI ILEGALNOG PRELASKA	BROJ KORISNIKA ŽCP	UDIO
Ne prelazi	109	50,70%
Žurba	91	42,30%
Sigurno je	8	3,70%
Neda mi se čekati	3	1,40%
Nemarnost	3	1,40%
Nema vlaka	1	0,50%

Nakon izvršene analize vidljivo je da da je na svakom od analiziranih željezničko-cestovnih prijelaza uočena promjena broja prekršitelja u odnosu na provođenje metodologije analize. Tako je iz Grafikona 19. vidljivo da je linija trenda prekršitelja u opadanju s obzirom na dan provođenja metodologije. Najmanji broj prekršitelja je na svakom od željezničko-cestovnih prijelaza u četvrtak, što je i očekivani rezultat s obzirom da je taj dan predviđena akcija s policijom i anketarima. Petak donosi povećanje broja prekršitelja ali je taj broj znatno manji u odnosu na prva tri dana analize, što ukazuje na uspješnost provedene preventivno – edukativne akcije u četvrtak.



Grafikon 19. Broj korisnika ŽCP u prekršaju s obzirom na dan analize

### 3.3.2 Analiza prometnih tokova željezničkog prometa

Prometni tokovi u željezničkom prometu na području Zapadnog kolodvora procijenjeni su temeljem prikupljenih podataka iz HŽ Putničkog prijevoza d.o.o. za putničke i posebne vlakove te HŽ Carga d.o.o. za teretne i posebne vlakove. Dnevni broj vlakova na pruzi M101 DG - Savski Marof - Zagreb Gk, iznosi ukupno 231 vlakova, od kojih je 117 putničkih, 90 teretnih i 24 posebna (Prilog 1.).

### 3.4 Uočeni nedostaci predmetnih željezničko-cestovnih prijelaza

Provedenom analizom vidljivi su mnogobrojni prometni problemi koji se javljaju na području Zapadnog kolodvora. Najveća barijera slobodnom kretanju prometnih tokova zasigurno su dugo spuštene branicke na željezničko-cestovnim prijelazima Vodovodna i Republike Austrije, što za posljedicu ima mnogo nelegalnih prolazaka pješaka ispod spuštenih branika. Takva prometna situacija rezultirala je nažalost s pet prometnih nesreća od čega dvije sa smrtnim posljedicama i tri s teškim tjelesnim povredama. Tokovi automobila u stalnim su prekidima te se stvaraju repovi čekanja, koji pak rezultiraju većim emisijama ispušnih plinova i buke. Područje Zapadnog kolodvora okruženo je znatnim brojem industrijskih zona, što stvara veliku fluktuaciju pješaka, koji na svoja radna mjesta stižu pretežno javnim gradskim prijevozom, a čija se stajališta nalaze sa druge strane kolosijeka te je nužan prolazak preko željezničko-cestovnih prijelaza. Njihovo kretanje zbog takove prometne situacije uvelike je otežano, a posebno valja napomenuti veliki udio vremena spuštenih branika na željezničko-cestovnom prijelazu Republike Austrije, koji je drugog dana analize bio zatvoren čak 69 % vremena analize. Tijekom analize brojanja prometa na željezničko-cestovnim prijelazima mnogobrojni prolaznici osvrnuli su se na neodrživu prometnu situaciju koja je već dugi niz godina prisutna na tome području, te izrazili svoju iskrenu nadu za pronalaskom adekvatnog prometnog rješenja.



## 4. PRIJEDLOZI NOVIH PROMETNIH RJEŠENJA

### 4.1 Varijanta 1

Kako bi se omogućio nesmetani prolazak pješaka i biciklista iz južnog dijela Zapadnog kolodvora odnosno Trešnjevke prema Črnomercu, ali i obratno potrebno je iznaći prometno rješenje koje će omogućiti nesmetano i sigurno odvijanje prometnih tokova. Trenutna veza između ta dva zagrebačka kvarta su željezničko-cestovni prijelazi Republike Austrije s istočne strane Zapadnog kolodvora i željezničko-cestovni prijelaz Vodovodna s zapadne strane. Analizom prometnih tokova cilj je bio utvrditi broj pješaka, biciklista i automobila koji koriste navedene željezničko-cestovne prijelaze.

Analizom je utvrđeno da željezničko-cestovnim prijelazom Republike Austrije u jutarnjim vršnim satima, od 7:00 do 10:00 sati i popodnevnim vršnim satima, od 15:00 do 18:00 sati, prolazi prosječno 1.000 pješaka, 50 biciklista i 40 vozila, a zabrinjavajući je podatak da 50 % tih ljudi prolazi ispod spuštenih branika i na taj način ugrožavaju svoju sigurnost.

Kako bi se omogućio nesmetani prolazak i otklonio problem sigurnosti kao prvo varijantno rješenje predlaže se izgradnja pothodnika na sadašnjem mjestu željezničko-cestovnog prijelaza Republike Austrije. Pothodnik bi se protezao od Magazinske ulice, ispod željezničkih kolosijeka do tramvajskog stajališta Jagićeva u nastavku ispod Hanuševe ulice i izlaz pokraj tramvajske stanice Talovčeva (Slika 12., Privitak 2.). Pothodnik bi se nalazio na trenutnoj lokaciji ŽCP, stoga je nužno zabraniti promet motornih vozila. Navedena zabrana ne bi uvelike utjecala na prometne tokove automobila u bližoj zoni pothodnika jer se na udaljenosti od 400 metara nalazi podvožnjak koji omogućava nesmetani prolaz automobila Adžijinom ulicom i dalje prema ostalom dijelu prometne mreže grada.

Velikom broju pješaka i biciklista koji svakodnevno koriste ŽCP Republike Austrije, a u budućnosti pješačko/biciklistički pothodnik svakako treba osigurati adekvatnu površinu za nastavak svoga kretanja. Pješačka i biciklistička staza (označeno žutom bojom na Slici 12. ) nalazila bi se sa južne strane Zapadnog kolodvora, a protezala bi se uzduž Magazinske ulice. Sa istočne strane staza bi se mogla protezati dalje prema Brozovoj ulici, ulici Florijana Andraševca i u nastavku prema južnom dijelu grada. Izgrađena pješačko biciklistička staza vodila do dvorane Doma sportova što bi olakšalo kretanje pješaka i biciklista prilikom održavanja različitih sportskih aktivnosti i priredbi.

Kako bi se omogućilo nesmetano kretanja biciklista nužna je prilagodne prometne infrastrukture. Stoga bi pothodnik na mjestu ŽCP Republike Austrije ima ulaze/izlazne rampe prilagođene biciklistima i osobama s invaliditetom. Primjer dobrog uklapanja pothodnika prometnim potrebama i ambijentu prikazano je na Slikama 10. i 11.



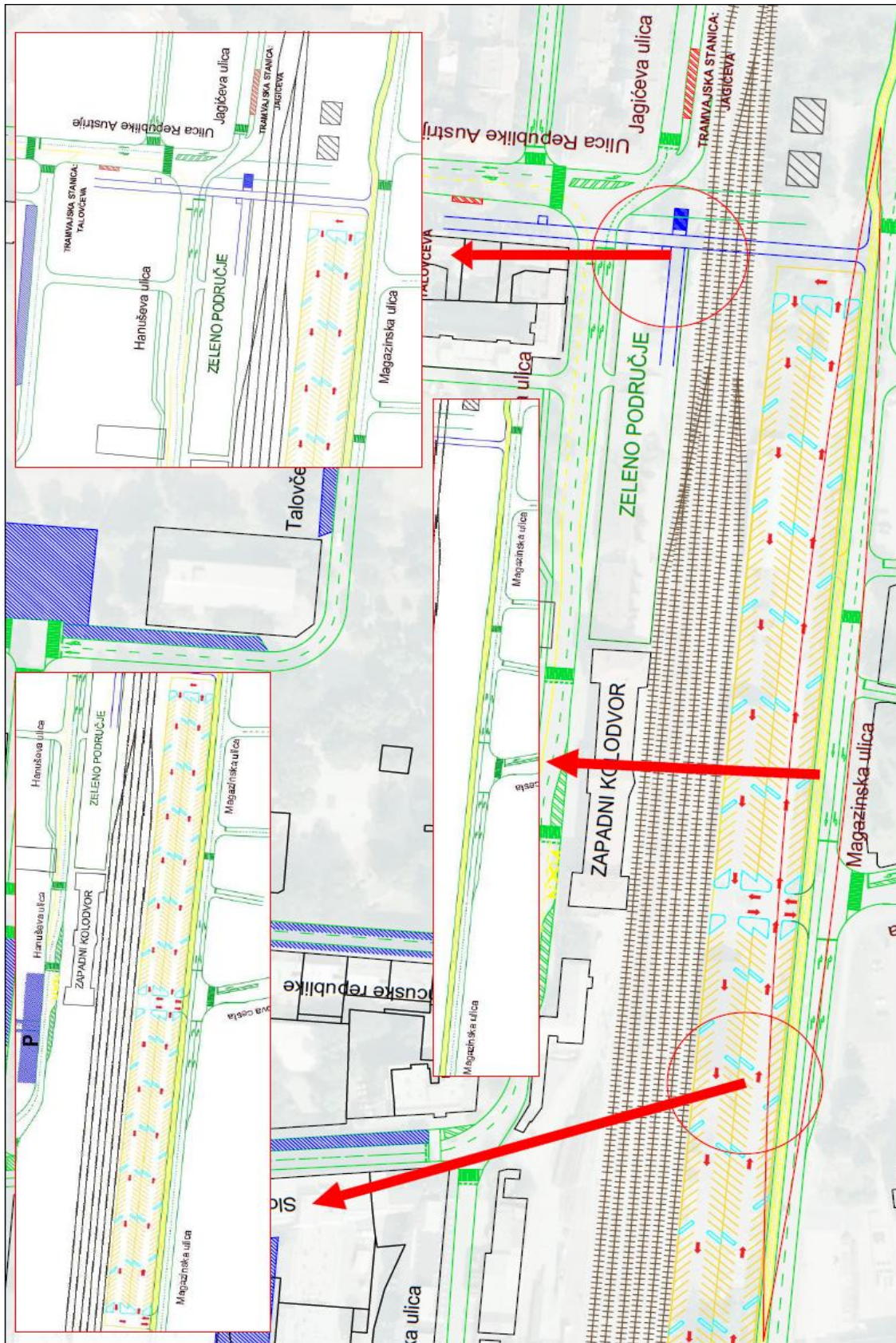
Slika 10. Primjer pothodnika Greensboro, North Carolina, USA [23]



Slika 11. Primjer pothodnika u Boulder, Colorado, USA [24]

Veliki broj automobila koji koristi ŽCP Republike Austrije zapravo se kreće prema neuređenom parkirališnom prostoru u vlasništvu Hrvatskih željeznica, a koje se nalazi s južne strane kolodvora između kolosijeka i Magazinske ulice. Parkirališni prostor koriste zaposlenici obližnjih poduzeća i stanovnici stambenih zona u okruženju. Iako ne osiguran i ne adekvatan vozači ondje ostavljaju svoja vozila jer za to ne plaćaju nikakvu naknadu. Uređeni parkirališni prostor zasigurno bi privukao veći broj vozača koji bi ondje ostavljali svoja vozila za vrijeme radnog vremena. Analizom spomenutog prostora, autor je utvrdio da ga je moguće urediti i prenamijeniti u uređenu parkirališnu površinu kapaciteta 488 parkirališnih mjesta (Slika 12., Prilog 2.). Također parkiralište bi mogli koristiti i posjetitelji različitih sportskih aktivnosti koje se odvijaju u dvorani Doma sportova. Kako bi se olakšao pristup parkiralištu potrebno je izgraditi priključke na Magazinsku ulicu.

Cjelokupnu vizuru kolodvora upotpunilo bi tzv. „zeleno područje“ (označeno tamno zelenom bojom na Slici 12., Prilog 2.) koje bi omogućilo putnicima koji stignu vlakom do Zapadnog kolodvora unajmljivanje bicikl za daljnje kretanje gradom, dok bi putnici koji biciklom dolaze do kolodvora u tom području mogli ostaviti svoj bicikl. Također zeleno područje sadržavalo bi i punionicu električnih automobila, gdje bi vlasnici električnih automobila mogli napuniti svoje vozilo te se dalje kretati gradom ili pak unajmiti električni automobil. Ulazak električnih automobila omogućio bi se sa Hanuševe ulice, a istim priključkom koristili bi se biciklisti i pješaci.

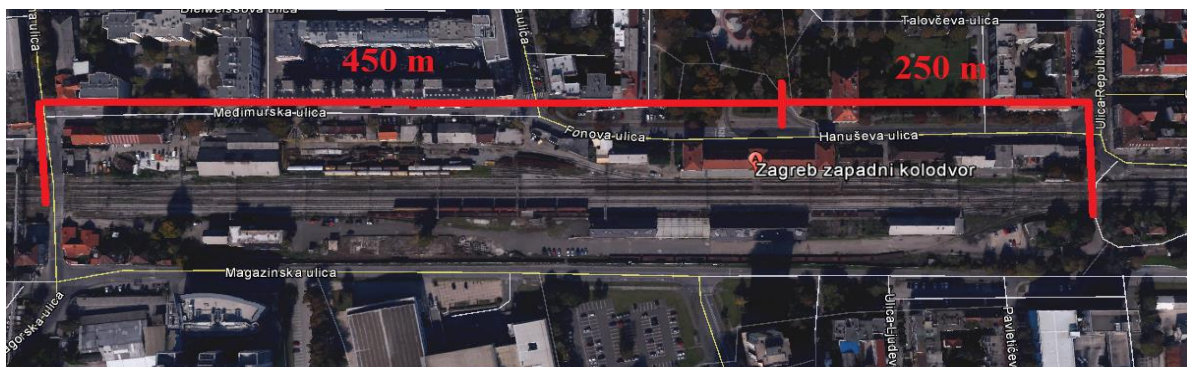


Slika 12. Prikaz Varijante 1

## 4.2 Varijanta 2

Varijanta 2 sadržavala bi sva već navedena rješenja s Varijante 1, ali s dopunama prikazanim u nastavku.

Korisnici željezničkog prometa, odnosno putnici koji vlakom pristižu u Zapadni kolodvor ili pa putuju iz Zapadnog kolodvora do dolazno/odlaznih perona mogu stići jedino sa sjeverne strane, odnosno iz Hanuševe ulice. Ukoliko dolaze iz Magazinske ulice jedini legalni prijelaz je preko željezničko-cestovnih prijelaza Vodovodna i Republike Austrije. Međutim problem je da se ti prijelazi nalaze na udaljenostima od 450 i 250 metara (Slika 13.), stoga putnici ilegalno prolaze preko željezničkih kolosijeka prema željenom odredištu.

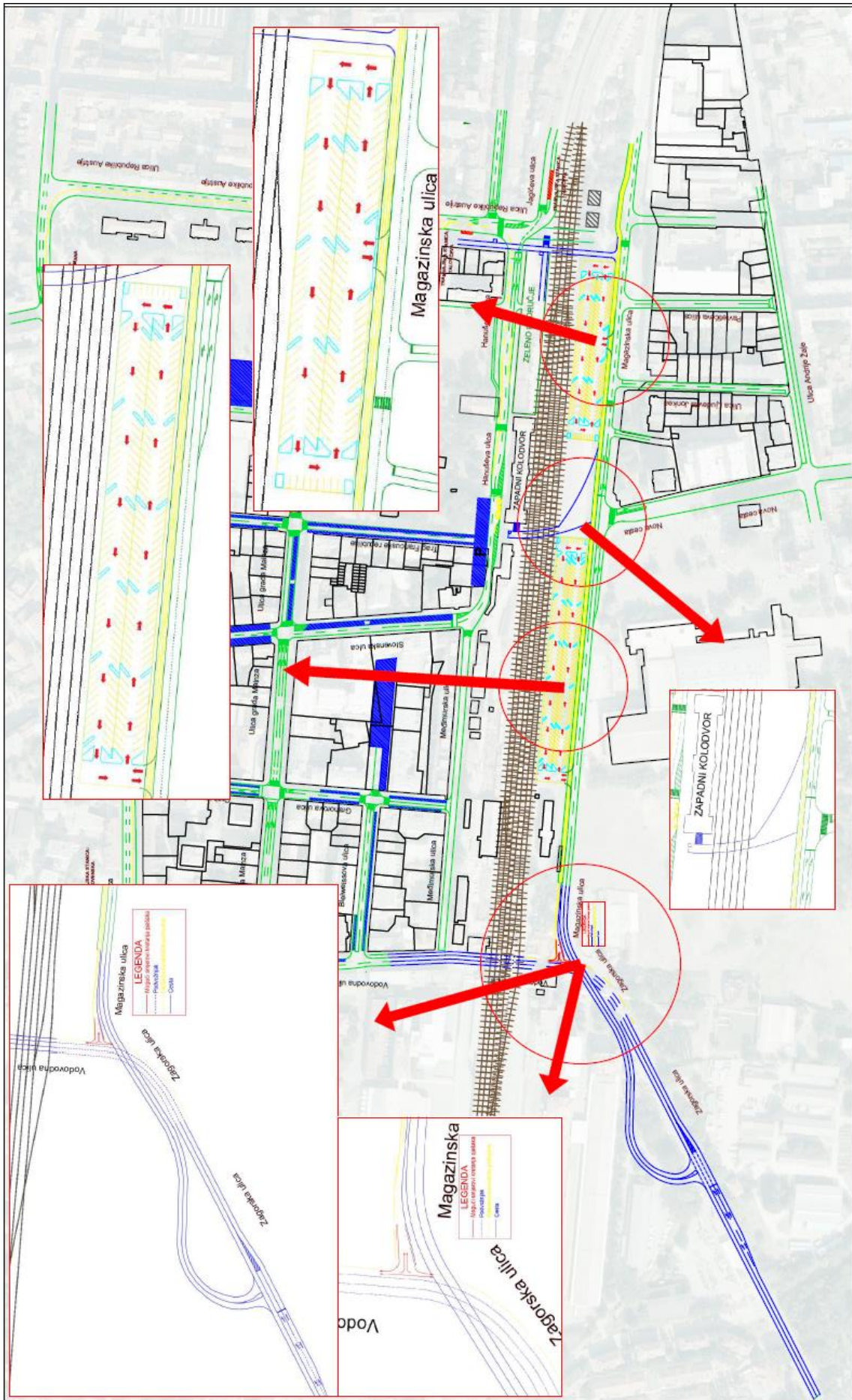


Slika 13. Prikaz udaljenosti željezničko-cestovnih prijelaza od Zapadnog kolodvora

Pothodnik (označen plavom bojom na Slici 14. i Prilog 3.) koji bi se protezao iz Magazinske ulice, ispod kolosijeka te izlazio kraj zgrade Zapadnog kolodvora omogućio bi nesmetano kretanje putnika prema gradu sa južne strane kolodvora ili pak dolazak s južne strane na putničke perone.

Izvedba pothodnika u središnjem dijelu zbog duljine pristupne rampe, kako bi se omogućio ulazak i izlazak invalida, pješaka i biciklista potrebno izgraditi dva manja parkirališna, jedno s 150 parkirališnih mjesta i drugo s 213 (Slika 14., Prilog 3.)

Kako bi se u potpunosti riješili problemi na željezničko-cestovnim prijelazima Republike Austrije i Vodovoda, ovom varijantom predviđa se izgradnja pješačko-biciklističkih pothodnika na ŽCP Republike Austrije i Vodovodna, a veliko prometno opterećenje koje je zabilježeno prilikom analize brojanja prometa na ŽCP Vodovodna, nametnulo je potrebu za potpunom denivelacijom navedenog prijelaza, odnosno potrebom da prijelaz bude deniveliran za vozila i za pješake. Zbog prostornih zahtjeva, osim denivelacije prijelaza potrebno je izgraditi pristupnu cestu u obliku trube kako bi se omogućio spoj Magazinske ulice na novo izgrađeni podvožnjak te kako bi bilo omogućeno kretanje vozila u svim smjerovima nakon izlaska ili ulaska u podvožnjak. Predviđena denivelacija i spojna cesta u obliku trube označeni su plavom bojom, dok je dio predviđen na razini -1 označen isprekidanim linijama. Detaljniji prikaz deniveliranog dijela za pješake i bicikliste prikazan je na Slici 14. Ovakvo varijantno rješenje omogućilo bi izgradnju pješačko/biciklističke staze uzduž podvožnjaka odnosno u smjeru kretanja sjever – jug te dodatnog spoja koji bi spajao pješačko/biciklističku stazu koja se proteže uzduž Magazinske ulice s podvožnjakom. Također denivelacija bi uključivala otkup dijela zemljišta kako bi se mogla izgraditi spojna cesta. Izgradnjom nove spojne ceste stvorilo bi se novo raskrižje „T“ oblika, sa dodatnim trakom za lijevo skretanje na glavnom smjeru (Slika 14)



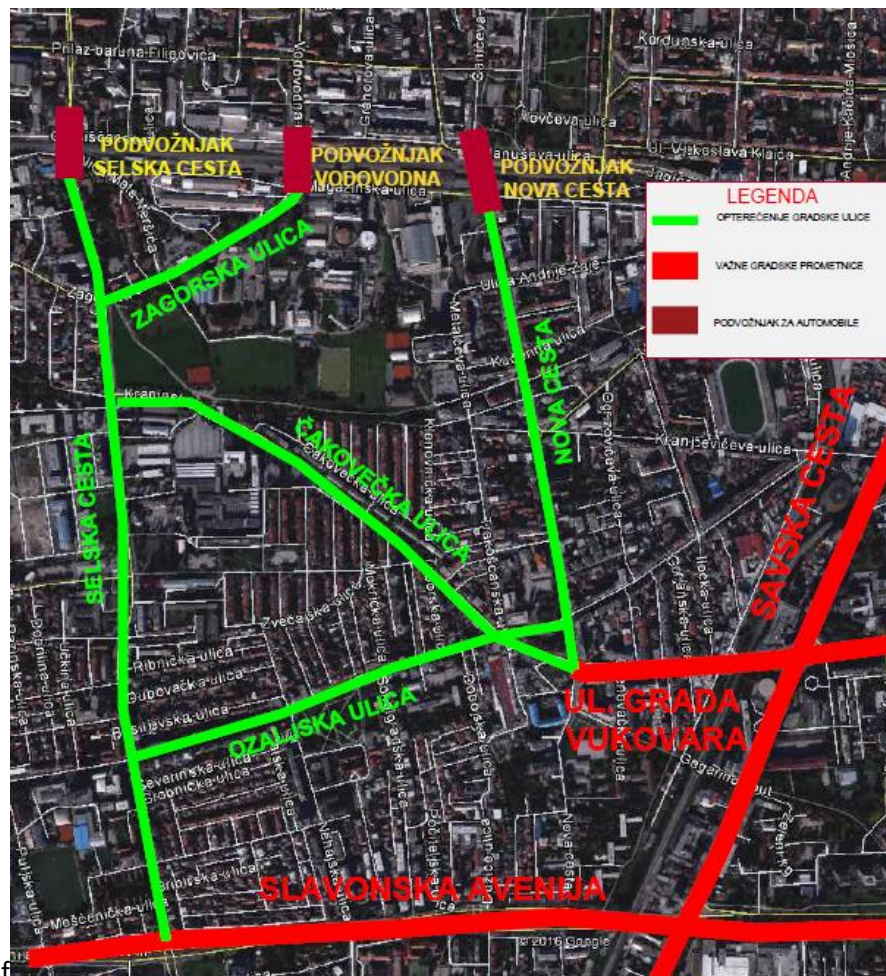
Slika 14. Prikaz Varijante 2

### 4.3 Varijanta 3

Treće varijantno rješenje uključivalo bi sva predložena rješenja u Varijanti 1 i dopunu prikazanu u nastavku.

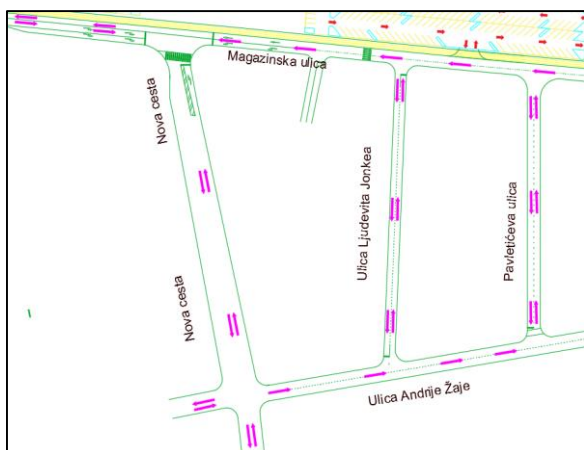
Glavni nedostatak denivelacije ŽCP Vodovodna je u potrebi za dodatnim zemljištem, što bi stvaralo dodatne visoke troškove. Položaj ovog podvožnjaka zapravo je ,na udaljenosti od 500 metara zračne linije od već postojećeg podvožnjaka na Selskoj cesti. Također položaj u gradskoj mreži prometnica nije najbolji, jer se do predviđenog podvožnjaka na ŽCP Vodovodna dolazi Selskom cestom ulicom kao i do podvožnjaka na istoimenoj ulici. Stoga se nameće pitanje je li njegov položaj odgovarajući s pogleda na širu mrežu gradskih ulica (Slika 15.).

Položaj pothodnika koji bi se nalazio na Novoj cesti, a prolazio bi ispod kolosijeka, pokraj zgrade Zapadnog kolodvora i izlazio u ulici Trg Francuske republike nameće se kao bolje rješenje. Ovo prometno rješenje već je predloženo u studiji pod nazivom: „STUDIJA I PROGRAM UNAPREĐENJA SIGURNOSTI I FUNKCIONIRANJA JEDNORAZINSKIH PUTNIH PRIJELAZA PREKO PRUGA HŽ-a NA PODRUČJU GRADA ZAGREBA“ [8]. Korisnici novo izgrađenog podvožnjaka do njega pristupali Novom cestom koja vodi do samog središta kvarta Trešnjevka i do velikih gradskih prometnica kao što su Vukovarska i Savska ulica (Slika 15.).

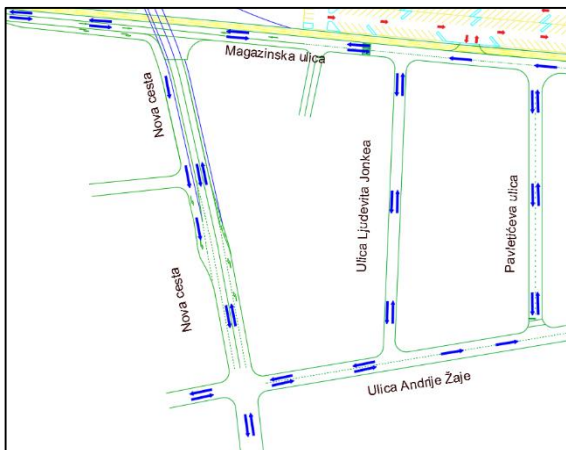


Slika 15. Prikaz položaj podvožnjaka u gradskoj mreži prometnica

Zbog nove regulacije prometa iz Magazinske ulice se više neće moći skrenuti na Novcu cestu, stoga je potrebno promijeniti smjernost ulice Andrije Žaje iz jednosmjerne u dvosmjernu kako bi se omogućio prilaz podvožnjaku. Također na sjevernom dijelu podvožnjaka potrebo je promijeniti smjernosti ulice grada Mainza na kraćem dijelu između ulice Trg Francuske republike i Slovenske ulice kako bi se omogućio prilaz na istu. Ovakvom promjenom smjernosti omogućilo bi se kretanje u svim smjerovima nakon izlaska ili ulaska u podvožnjak (Slika 16. i Slika 17.)

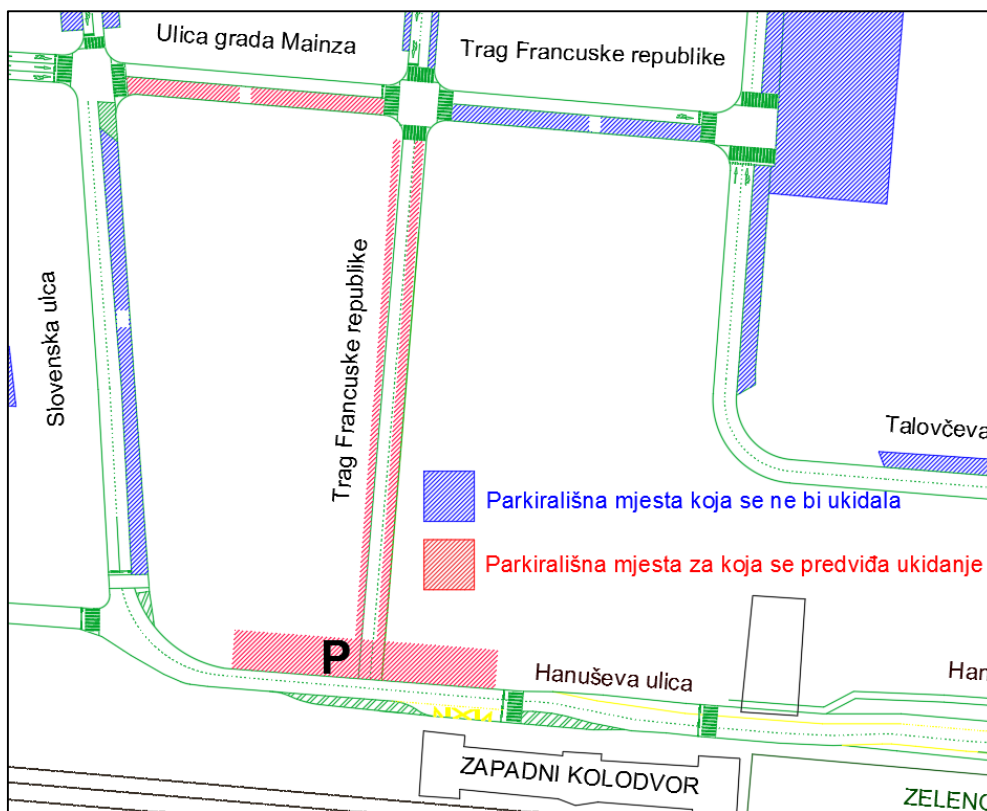


Slika 17. Sadašnji način regulacije prometa



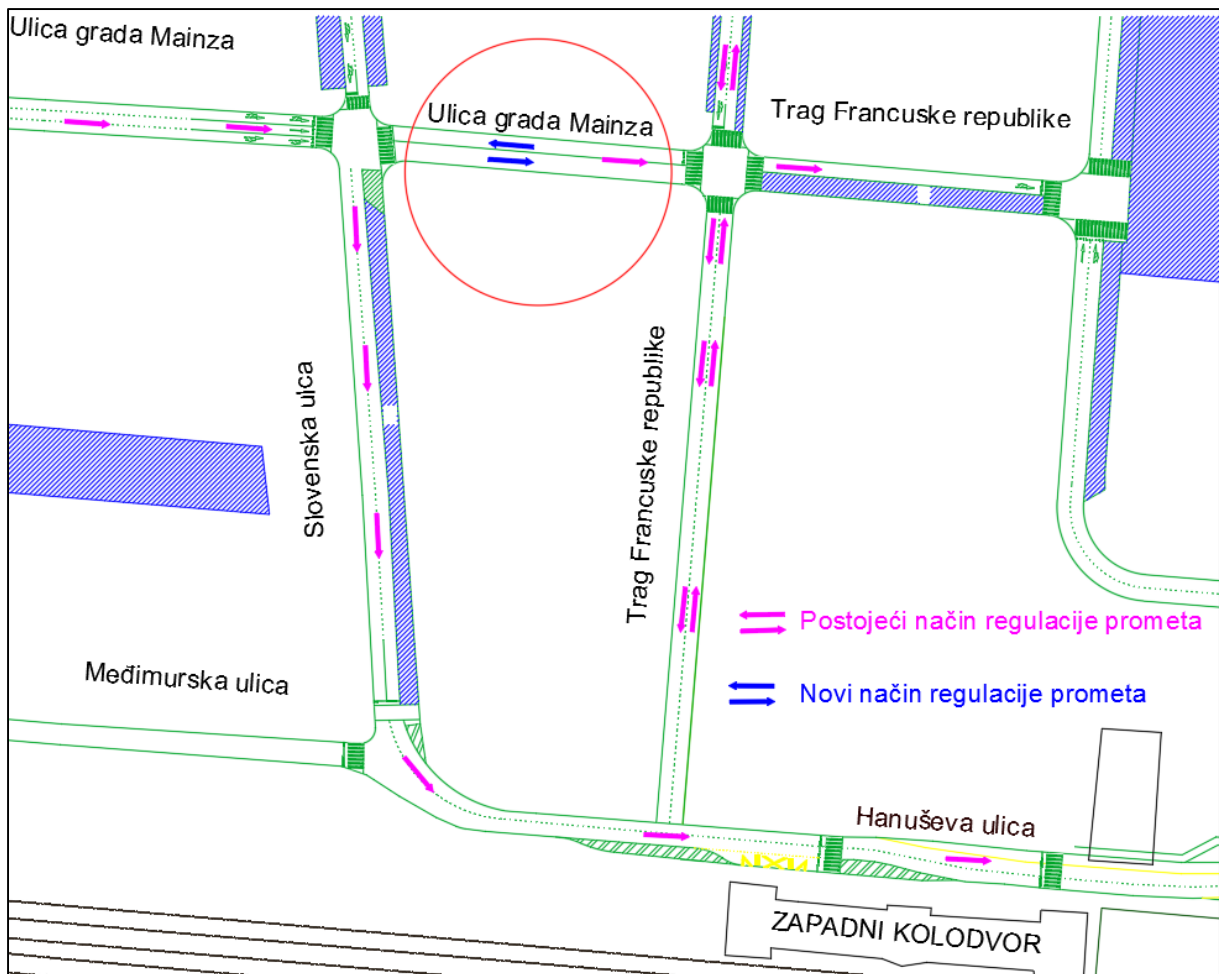
Slika 16. Predloženi način regulacije prometa

Promjena usmjerenja ulica i izgradnja podvožnjaka zahtijevala bi ukidanje uličnih parkirališta uzduž ulice Trg Francuske Republike i na kraćem dijelu ulice grada Mainza (Slika 18.).



Slika 18. Prikaz uličnih parkirališta

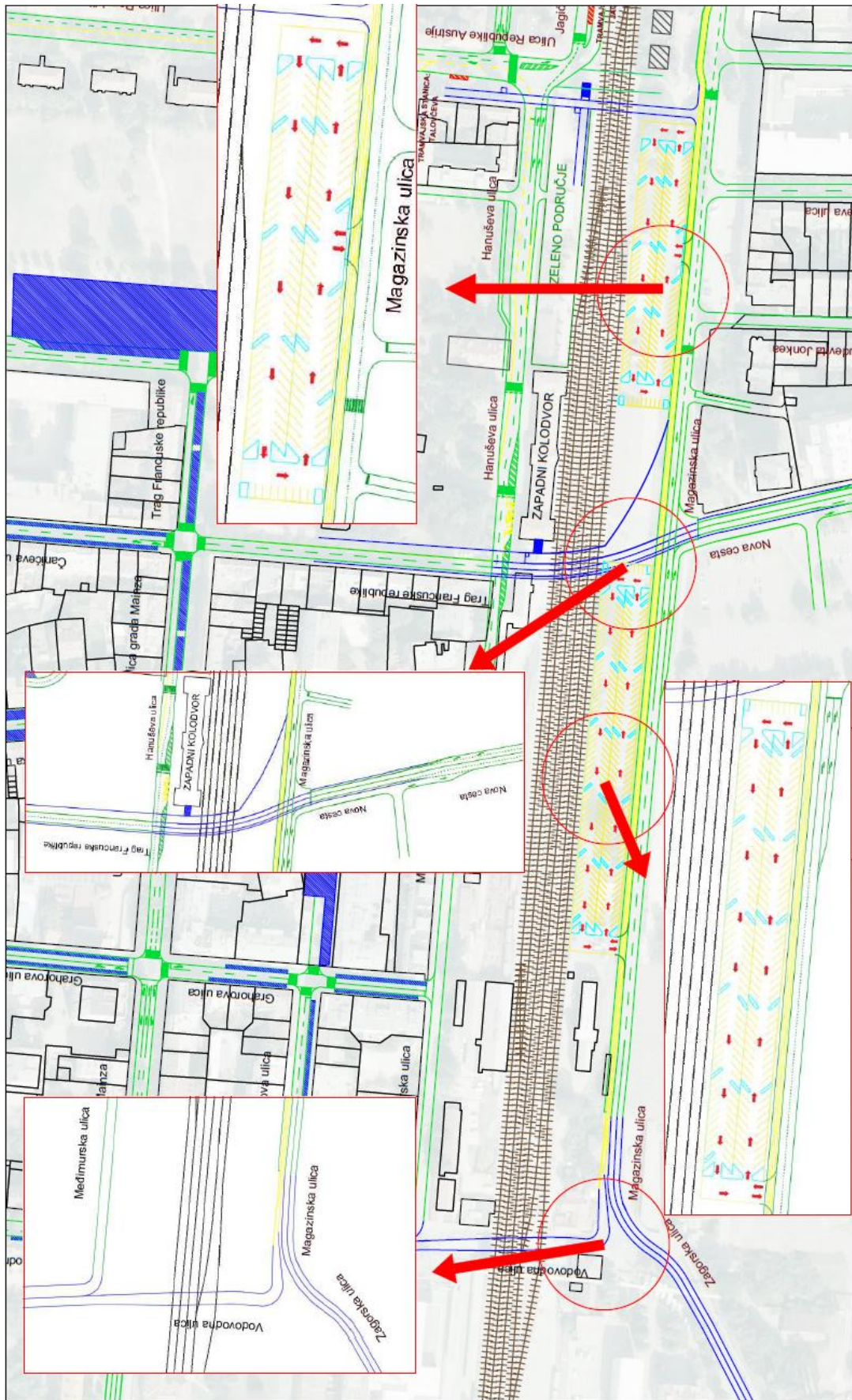
Prenamjena prostora, odnosno ukidanje uličnog parkiranja u ulici Trg Francuske republike služila bi za izgradnju podvožnjaka, dok bi se ukidanjem uličnog parkirališta na kraćem dijelu ulice grada Mainza stvorila mogućnost za promjenu regulacije iz jednosmjernog u dvosmjernan promet, a time bi se postigla mogućnost kretanja vozila u svim pravcima izlaskom iz podvožnjaka (Slika 19.).



Slika 19. Prijedlog promjene prometne regulacije u ulici grada Mainza

Osim podvožnjaka na navedenoj lokaciji, varijanta bi uključivala izgradnju pješačko biciklističkog pothodnika na mjestu ŽCP Vodovodna. Analizom je utvrđeno da željezničko-cestovnim prijelazom Vodovodna u jutarnjim vršnim satima, od 7:00 do 10:00 sati i popodnevnim vršnim satima, od 15:00 do 18:00 sati, prolazi prosječno 500 pješaka i 170 biciklista, dok su u istom vremenu branici spuštene oko 30 % vremena, a ispod spuštenih branika prolazi 19 % ljudi. Provedbom ankete utvrđeno je da se željezničko-cestovnim prijelazom Vodovodna svakodnevno koristi 60 % anketiranih ljudi, što je jasan argument za izgradnju pothodnika (Slika 20. i Prilog 4.).

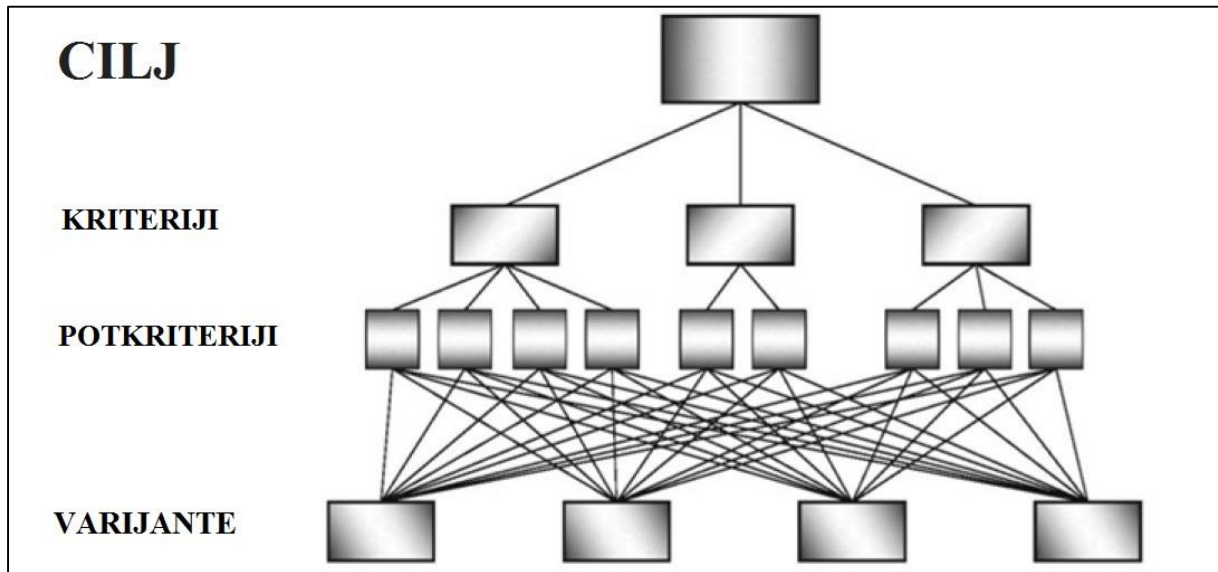




Slika 20. Prikaz Varijante 3

## 5. VREDNOVANJE PREDLOŽENIH VARIJANATA METODOM ANALITIČKOG HIJERARHIJSKOG PROCESA

Analitičko hijerarhijski proces je metoda koja se temelji na usporedbi parova mogućih rješenja, svaka sa svakom, gdje donositelj odluke određuje ocjenu, odnosno težinu preferencije jedne varijante u odnosu na drugu unutar postavljenih kriterija i potkriterija. AHP metodu utemeljio je 70-tih godina prošlog stoljeća Thomas L. Saaty u cilju rješavanja kompleksnih problema odlučivanja u kojima sudjeluje veći broj donositelja odluka, a pojavljuje se veći broj kriterija i potkriterija [25]. Hijerarhijsku strukturu AHP modela čine cilj, kriteriji, potkriteriji i varijante (Slika 21.).



Slika 21. Hijerarhijska struktura AHP modela [6]

Na temelju ove metode definiraju se kriteriji i provodi se njihovo vrednovanje. Cilj ove analize je utvrditi najbolje prometno rješenje koje će otkloniti probleme prometnih tokova na području Zapadnog kolodvora, a u tu svrhu predložene su četiri varijantne mogućih i prihvatljivih rješenja.

Nakon postupka strukturiranja problema slijedi drugi korak, koji podrazumijeva usporedbu parova atributa (varijanata, kriterija) na svakoj hijerarhijskoj razini, u ovisnosti o svakom atributu više razine (donositelj odluke dodjeljuje ocjene svakom pojedinom paru atributa na svakoj hijerarhijskoj razini).

Usporedba po parovima formalno se može opisati na način [6] [25]:

Neka su  $a_i$  i  $a_j$  varijante koje je potrebno usporediti u odnosu na kriterij  $C_k$ . Tada postoje tri osnovne mogućnosti:

1. donositelj odluke je indiferentan, tj. varijante  $a_i$  i  $a_j$  su jednako preferirane u odnosu na kriterij  $C_k$ ;
2. donositelj odluke preferira varijantu  $a_i$  pred  $a_j$  u odnosu na kriterij  $C_k$ ;
3. donositelj odluke preferira varijantu  $a_j$  pred  $a_i$  u odnosu na kriterij  $C_k$ .

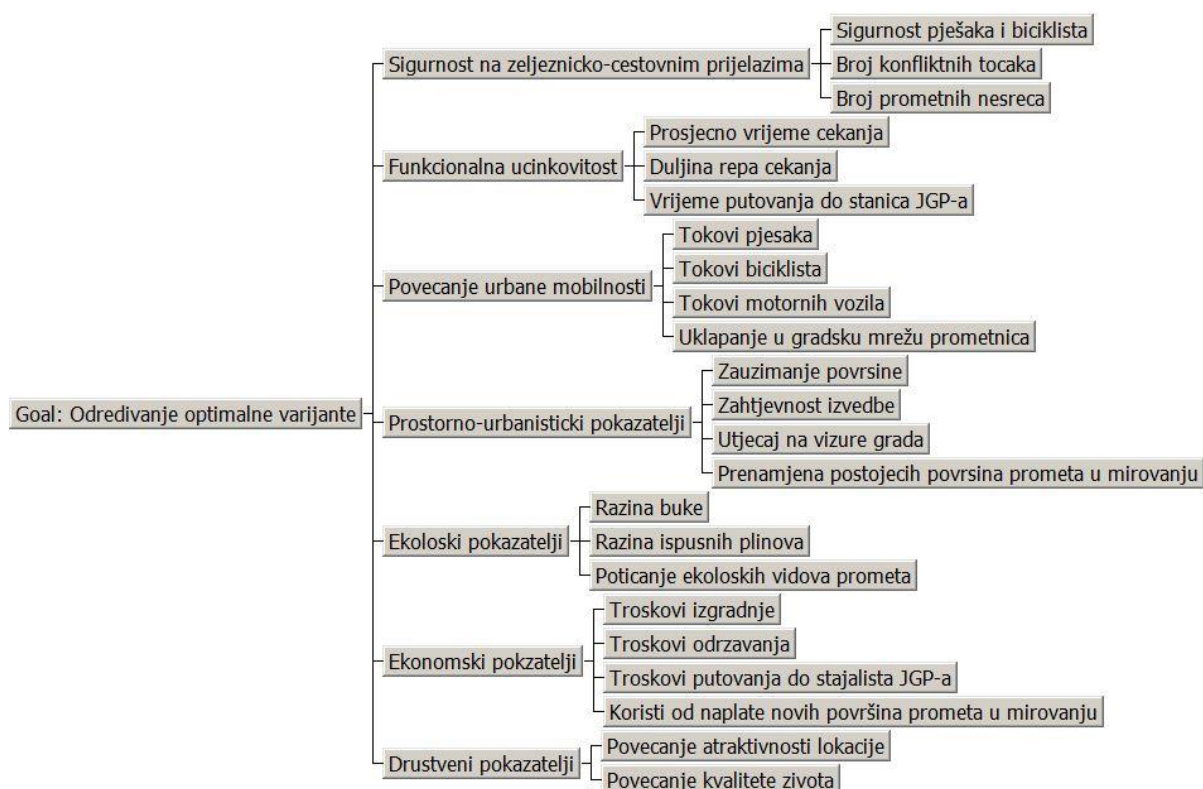
Međutim, nije dovoljno definirati samo preferenciju varijante, nego je potrebno odrediti i težinu preferencije. Prema Saatyju postoji: slaba, jaka, vrlo jaka i apsolutna prednost. To su opisne preferencije kojima se pridružuje numerička skala tzv. Saaty-eava skala važnosti (Tablica 6.) [6] [25].

Tablica 6. Saatyeva skala [6] [25]

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

## 5.2 Hijerarhijska struktura AHP modela

Hijerarhijska struktura AHP modela sastoji se od cilja odnosno odabir optimalne varijante, kriterija i potkriterija prikazanih na Slici 22.



Slika 22. Hijerarhijska struktura AHP modela

Cilj provedbe metode Analitičkog hijerarhijskog procesa je odabir optimalne prometne varijante između tri predložene. Prva varijanta uključuje izgradnju pješačko/biciklističkih pothodnika na mjestu ŽCP Republike Austrije te odgovarajuću pješačko/biciklističku stazu koje bi povezivala pothodnik s uličnom gradskom mrežom te bi uključivala i izgradnju zelenog područja i parkirališnih površina.

Drugom Varijantom predviđa se izgradnja svih rješenja iz Varijante 1 s dodatkom pješačko/biciklističkog pothodnika koji bi povezivao putničke perone i Magazinsku ulicu. Također, predviđa i izgradnju podvožnjaka na mjestu ŽCP Vodovodna. Treća Varijanta predviđa izgradnju pješačko/biciklističkog pothodnika na mjestu ŽCP Vodovodna, izgradnju podvožnjaka koji bi povezivao Novu cestu i ulicu Trg Francuske republike a prolazio ispod putničkih perona i kraj zgrade Zapadnog kolodvora te parkirališnog prostora na mjestu današnjeg zapuštenog prostora Hrvatskih željeznica između kolosijeka i Magazinske ulice. Osim navedenog, predviđa i izgradnju pješačko/biciklističkog prostora na mjestu ŽCP Republike Austrije, zelenog područja i pješačko/biciklističke staze.

Odabir optimalne varijante vršiti će se prema slijedećim kriterijima:

- Sigurnost na željezničko-cestovnim prijelazima
- Funkcionalna učinkovitost
- Povećanje urbane mobilnosti
- Urbanistički pokazatelji
- Ekološki pokazatelji
- Ekonomski pokazatelji
- Društveni pokazatelji

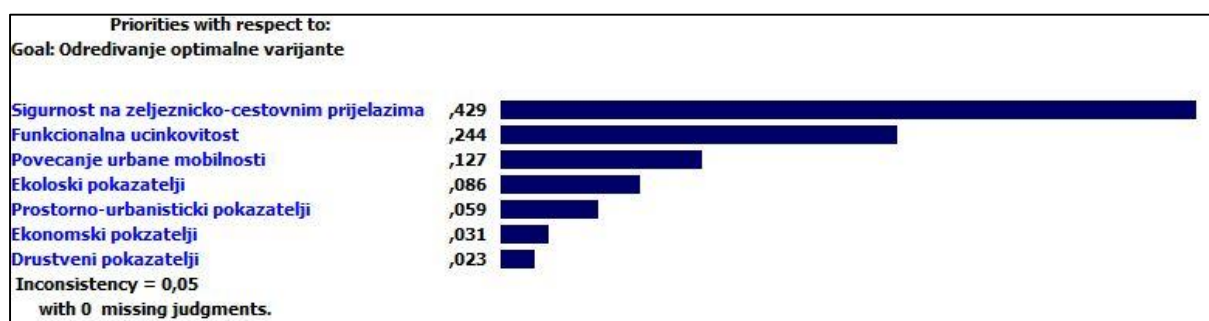
### 5.3 Rangiranje kriterija

Kriteriji se međusobno uspoređuju u parovima u odnosu na to koliko puta je jedan od njih važniji za mjerenje postizanja cilja od drugog.

Zbog teških posljedica koje sa sobom nose prometne nesreće na željezničko-cestovnim prijelazima kriteriju „Sigurnost na željezničko-cestovnim prijelazima“ dodijeljena je najveća važnosti u skupini kriterija. Drugi po važnosti kriterija je kriterij „Funkcionalna učinkovitost“. Cilj ovog kriterija je istaknuti važnost poboljšanja prometnih parametara kako bi se ostvarilo nesmetano odvijanje prometnih tokova na području Zapadnog kolodvora. Poboljšanjem prometnih parametara slijedno se dolazi do kriterija koji će vrednovati povećanje nesmetanosti odvijanja prometnih tokova, odnosno sagledati poboljšanje urbane mobilnosti Zapadnog kolodvora. Slijedeći prema važnosti sagledanih kriterija su „Ekološki pokazatelji“. Zbog sve većih ekoloških standarda i ozbiljne potrebe za smanjenjem emisija ispušnih plinova, vrednovati će se koje varijantno rješenje najviše utječe na smanjenje istih, te koliko takva varijanta potiče na korištenje ekoloških vidova prometa. „Prostorno-urbanistički pokazatelji“ slijedeći su po važnosti kriterija, s ciljem da istaknu važnost racionalnog korištenja zemljišta i važnosti uklapanja prometnog rješenja u cjelokupni sustav grada Zagreba. Slijede „Ekonomski pokazatelji“ koje će sagledati troškove i koristi koje sa sobom nose svaka od varijanata. Posljednji prema važnosti je kriterij „Društveni pokazatelji“ koji sagledava društvene koristi predviđenih varijanata. Međusobno dodijeljene ocjene prikazane su u Tablici 7., dok su rangirani kriteriji u programskom alatu Exper Choice prikazani na Slici 23.

Tablica 7. Dodijeljene ocjene prema Saaty-u za kriterije

	Sigurnost na ŽCP	Funkcionalna učinkovitost	Povećanje urbane mobilnosti	Prostorno-urbanistički pokazatelji	Ekološki pokazatelji	Ekonomski pokazatelji	Društveni pokazatelji
Sigurnost na ŽCP	1	3	5	7	6	8	9
Funkcionalna učinkovitost	1/3	1	3	5	4	7	8
Povećanje urbane mobilnosti	1/5	1/3	1	3	2	5	6
Prostorno-urbanistički pokazatelji	1/7	1/5	1/3	1	1/2	3	4
Ekološki pokazatelji	1/6	1/4	1/2	2	1	4	5
Ekonomski pokazatelji	1/8	1/7	1/5	1/3	1/4	1	2
Društveni pokazatelji	1/9	1/8	1/6	1/4	1/5	1/2	1



Slika 23. Prikaz rangiranih kriterija u programskom alatu Expert Choice

## 5.4 Rangiranje potkriterija

Rangiranje potkriterija vrši se prema istoj metodologiji kao i međusobno rangiranje kriterija. Parovi potkriterija rangiraju se međusobno u podskupini određenog kriterija.

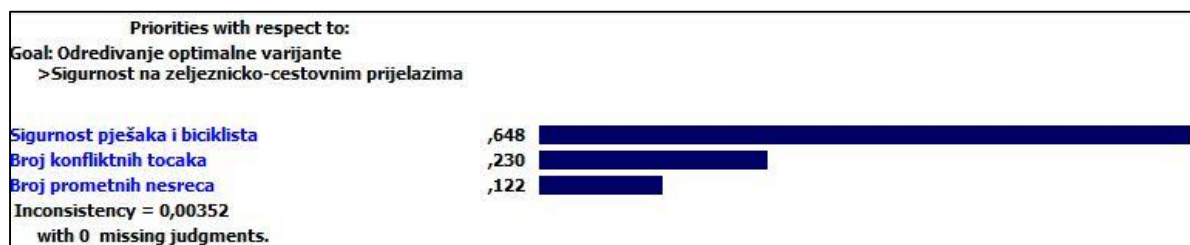
Rangiranje potkriterija kriterija „Sigurnost na željezničko-cestovnim prijelazima“ prikazano je u Tablici 8. i Slici 24.

Potkriterij sigurnost pješaka i biciklista umjereno je važniji od kriterija broj konfliktnih točaka i strogo važniji od potkriterija broj prometnih nesreća. Potkriteriju broj konfliktnih točaka dodijeljena je među vrijednost između jednako važnog i umjereno važnijeg.

Ovakvim rangiranje hitjelo se ukazati na potrebu za povećanje sigurnosti pješaka i biciklista, koji su najugroženiji sudionici u prometnu, s obzirom na povijesne podatke i opasnosti koje se kroz konfliktne točke željezničkog i cestovnog te pješačkog i biciklističkog prometa pojavljuju kao moguće mjesta budućih nesreća.

Tablica 8. Dodijeljene ocjene prema Saaty-u za potkriterije u skupini kriterija „Sigurnost na ŽCP“

	Sigurnost pješaka i biciklista	Broj konfliktnih točaka	Broj prometnih nesreća
Sigurnost pješaka i biciklista	1	3	5
Broj konfliktnih točaka	1/3	1	2
Broj prometnih nesreća	1/5	1/2	1



Slika 24. Prikaz rangiranih potkriterija u skupini kriterija „Sigurnost na ŽCP“ u programskom alatu Expert Choice

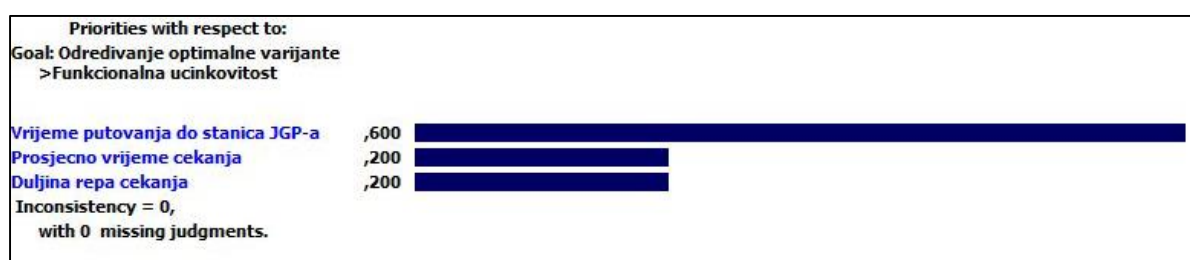
Rangiranje potkriterija kriterija „Funkcionalna učinkovitost“ prikazano je u Tablici 9. i Slici 25.

Potkriteriju „Prosječno vrijeme čekanja“ i „Duljina repa čekanja“ dodijeljena je jednaka važnost. Ovakva ocjena dodijeljena je s obzirom da je duljina repa čekanja proporcionalna prosječnom vremenu čekanja, odnosno smanjenjem vremena čekanja proporcionalno se smanjuje i rep čekanja. Potkriterij „Vrijeme putovanja do stanica JGP-a“ umjereno je važniji od već navedenih potkriterija.

Takvim rangiranjem ponovno se htjela dodati veća vrijednost varijanti koja više sagledava, odnosno daje prednost tokovima pješaka i biciklista.

Tablica 9. Dodijeljene ocjene prema Saaty-u za potkriterije u skupini kriterija „Funkcionalna učinkovitost“

	Prosječno vrijeme čekanja	Duljina repa čekanja	Vrijeme putovanja do stanica JGP-a
Prosječno vrijeme čekanja	1	1	1/3
Duljina repa čekanja	1	1	1/3
Vrijeme putovanja do stanica JGP-a	3	3	1



Slika 25. Prikaz rangiranih potkriterija u skupini kriterija „Funkcionalna učinkovitost“ u programskom alatu Expert Choice

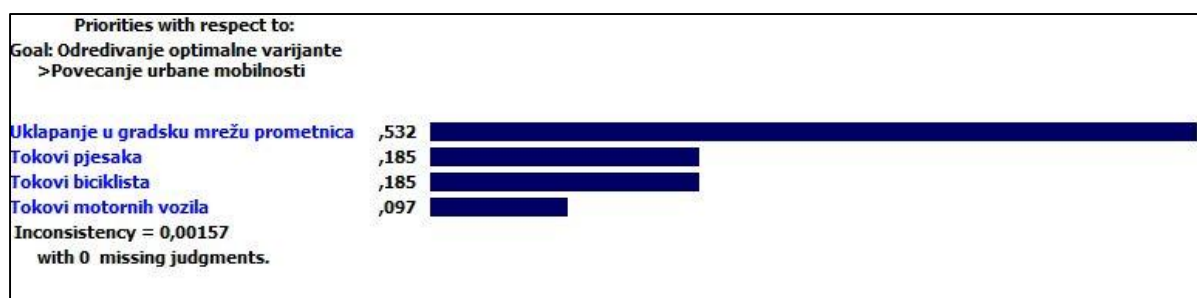
Rangiranje potkriterija kriterija „Povećanje urbane mobilnosti“ prikazano je u Tablici 10. i Slici 26.

Potkriterijima „Tokovi pješaka“ i „Tokovi biciklista“ dodijeljena je ista važnost. Navedeni potkriteriji bolji su za među ocjenu između jednako važno i umjereno važnije od potkriterija „Tokovi motornih vozila“. Potkriterij „Uklapanje u gradsku mrežu prometnica“ umjereno je važniji od potkriterija „Tokovi pješaka“ i „Tokovi biciklista“ te strogo važniji od potkriterija „Tokovi motornih vozila“.

Ovakvim rangiranjem hitjelo se ukazati koliko je važno da se novo prometno rješenje funkcionalno dobro uklopi u postojeću prometnu mrežu kako bi cijeli prometni sustav trebamo imati čim manje korekcija.

Tablica 10. Dodijeljene ocjene prema Saaty-u za potkriterije u skupini kriterija „Povećanje urbane mobilnosti“

	Tokovi pješaka	Tokovi biciklista	Tokovi motornih vozila	Uklapanje u gradsku mrežu prometnica
Tokovi pješaka	1	1	2	1/3
Tokovi biciklista	1	1	2	1/3
Tokovi motornih vozila	1/2	1/2	1	1/5
Uklapanje u gradsku mrežu prometnica	3	3	5	1



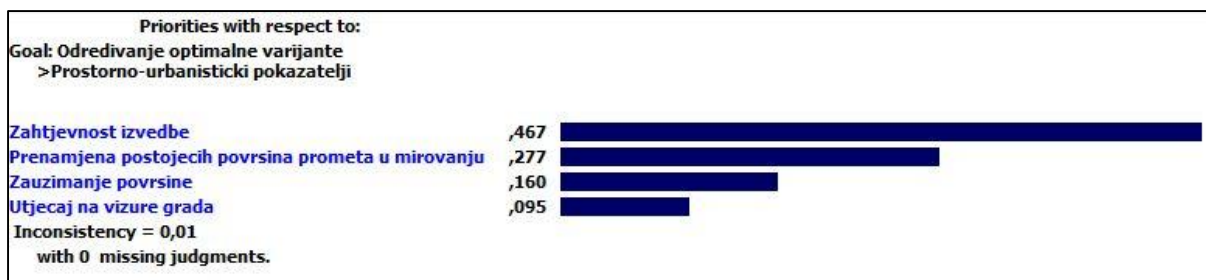
Slika 26. Prikaz rangiranih potkriterija u skupini kriterija „Povećanje urbane mobilnosti“ u programskom alatu Expert Choice

Rangiranje potkriterija kriterija „Prostorno-urbanistički pokazatelji“ prikazano je u Tablici 11. i Slici 27.

Potkriterij „Zahtjevnost izvedbe“ dobiva najveću važnost, slijedi ga potkriterij „Prenamjena postojećih površina prometa u mirovanju“, zatim „Zauzimanje površine“ i posljednji je potkriterij „Utjecaj na vizure grada“. Ovakvom dodjelom važnosti htjela se je istaknuti potreba za prometnim rješenjem koje će se jednostavno uklopiti u postojeći prometni sustav te neće zahtijevati veće prenamjene postojećih prometnih površina i gradski površina.

Tablica 11. Dodijeljene ocjene prema Saaty-u za potkriterije u skupini kriterija „Prostorno-urbanistički pokazatelji“

	Zauzimanje površine	Zahtjevnost izvedbe	Utjecaj na vizure grada	Prenamjena postojećih površina prometa u mirovanju
Zauzimanje površine	1	1/3	2	1/2
Zahtjevnost izvedbe	3	1	4	2
Utjecaj na vizure grada	1/2	1/4	1	1/3
Prenamjena postojećih površina prometa u mirovanju	2	1/2	3	1



Slika 27. Prikaz rangiranih potkriterija u skupini kriterija „Prostorno-urbanistički pokazatelji“ u programskom alatu Expert Choice

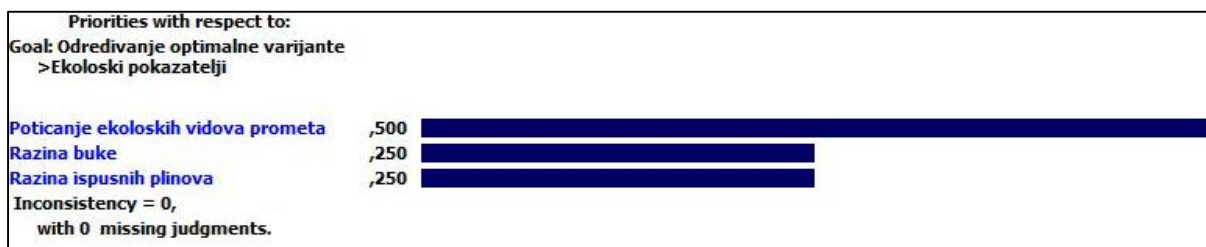
Rangiranje potkriterija kriterija „Ekološki pokazatelji“ prikazano je u Tablici 12. i Slici 28.

Najveća važnost dodijeljena je potkriteriju „Poticanje ekoloških vidova prometa“ koji je bolji za među vrijednost između jednako važan i umjereno važniji od potkriterija „Razina buke“ i „Razina ispušnih plinova“.

Cilj je dodijeliti veću važnost varijanti koja će dugoročnije doprinijeti poboljšanju ekoloških parametara te poticati ekološki prihvatljive vidove prometa poput javnog gradskog prijevoza, bicikla i ostalo.

Tablica 12. Dodijeljene ocjene prema Saaty-u za potkriterije u skupini kriterija „Ekološki pokazatelji“

	Razina buke	Razina ispušnih plinova	Poticanje ekoloških vidova prometa
Razina buke	1	1	1/2
Razina ispušnih plinova	1	1	1/2
Poticanje ekoloških vidova prometa	2	2	1



Slika 28. Prikaz rangiranih potkriterija u skupini kriterija „Ekološki pokazatelji“ u programskom alatu Expert Choice

Rangiranje potkriterija kriterija „Ekonomski pokazatelji“ prikazano je u Tablici 13. i Slici 29.

Najveća ocjena dodijeljena je potkriteriju „Troškovi izgradnje“ koje je bolji za među vrijednost između jednako važan i umjereno važniji od potkriterija „Troškovi održavanja“, umjereno važniji od potkriterija „Troškovi putovanja do stajališta JGP-a“ i strogo važniji od potkriterija „Koristi od naplate novih površina prometa u mirovanju“.

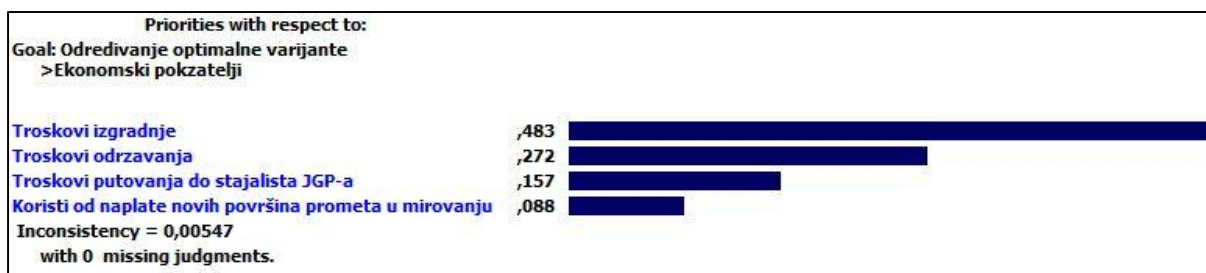
Potkriterij „Troškovi održavanja“ bolji je za među vrijednost između jednako važan i umjereno važniji od potkriterija „Troškovi putovanja do stajališta JGP-a“ i umjereno važniji od potkriterija „Koristi od naplate novih površina prometa u mirovanju“.

„Troškovi putovanja do stajališta JGP-a“ bolji je za među vrijednost između jednako važan i umjereno važniji od potkriterija „Koristi od naplate novih površina prometa u mirovanju“.



Tablica 13. Dodijeljene ocjene prema Saaty-u za potkriterije u skupini kriterija „Ekonomski pokazatelji“

	Troškovi izgradnje	Troškovi održavanja	Troškovi putovanja do stajališta JGP-a	Koristi od naplate novih površina prometa u mirovanju
Troškovi izgradnje	1	1/3	2	1/2
Troškovi održavanja	3	1	4	2
Troškovi putovanja do stajališta JGP-a	1/2	1/4	1	1/3
Koristi od naplate novih površina prometa u mirovanju	2	1/2	3	1



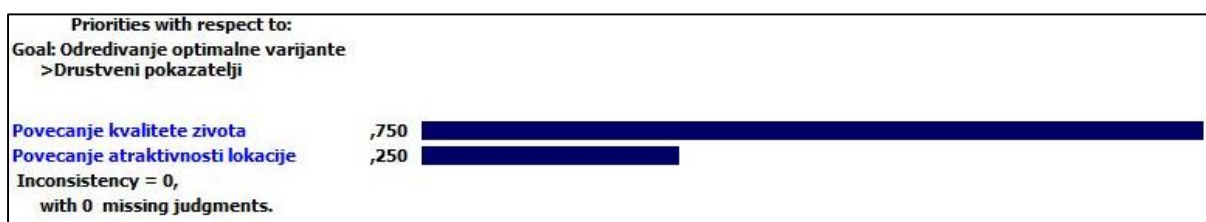
Slika 29. Prikaz rangiranih potkriterija u skupini kriterija „Ekonomski pokazatelji“ u programskom alatu Expert Choice

Rangiranje potkriterija kriterija „Društveni pokazatelji“ prikazano je u Tablici 14. i Slici 30.

Potkriteriju „Povećanje kvalitete života“ dodijeljena je vrijednost umjereno važnije od potkriterija „Povećanje atraktivnosti lokacije“.

Tablica 14. Dodijeljene ocjene prema Saaty-u za potkriterije u skupini kriterija „Društveni pokazatelji“

	Povećanje atraktivnosti lokacije	Povećanje kvalitete života
Povećanje atraktivnosti lokacije	1	1/3
Povećanje kvalitete života	3	1



Slika 30. Prikaz rangiranih potkriterija u skupini kriterija „Društveni pokazatelji“ u programskom alatu Expert Choice



Tablica 16. Trošak (€) po posljedici prometne nesreće u Hrvatskoj, u odnosu na prosjek EU [26]

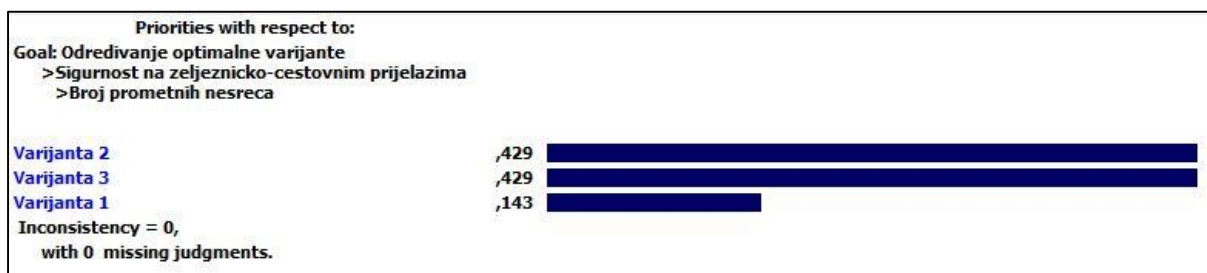
Država	Prometne nesreće sa smrtnim posljedicama	Prometne nesreće s teško ozlijeđenima osobama	Prometne nesreće s lakše ozlijeđenim osobama
Hrvatska	1.333.000 €	173.300 €	13.300 €
Europska unija (prosjek)	1.870.000 €	243.100 €	18.700 €

Sukladno Tablici 16. prometne nesreće na željezničko-cestovnom prijelazu Republike Austrije ukupno su koštale 3.185.900,00 €, odnosno 23.894.250,00 kn. Prilikom vrednovanja željezničko-cestovni prijelaz Republike Austrije voditi će se kao naj nesigurnije mjesto ukoliko varijanta bude uključivala zadržavanje trenutnog načina odvijanja prometa.

Prema navedenom, najnesigurnija varijanta je Varijanta 1, jer sagledava uklanjanje problema samo na željezničko-cestovnom prijelazu Republike Austrije. Varijanta 2 i 3 imaju podjednaku ocjenu sigurnosti jer uklanjaju mogućnost nastanka nesreća na današnjim crnim točkama (Tablica 17., Slika 32.).

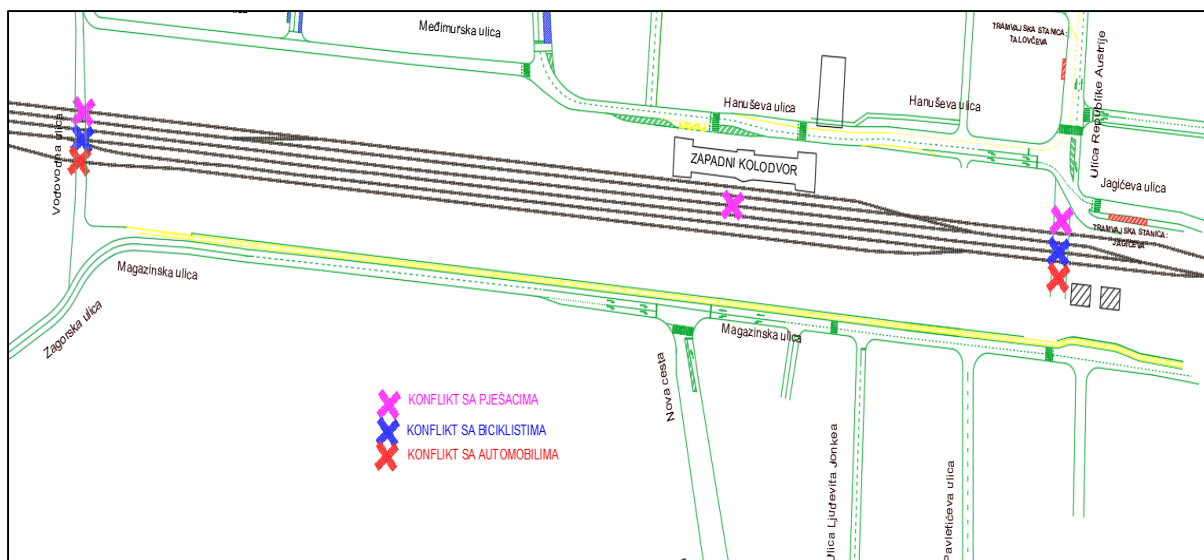
Tablica 17. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Broj prometnih nesreća“

VARIJANTE	RANG
VARIJANTA 1	2
VARIJANTA 2	1
VARIJANTA 3	1



Slika 32. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Broj prometnih nesreća“ u programskom alatu Expert Choice

Potkriterij broj konfliktnih točaka, podrazumijeva broj konfliktnih točaka u interakciji između željezničkih i cestovnih vozila te pješaka i biciklista. Željezničko-cestovni prijelazi Republike Austrije i Vodovodna imaju po tri konfliktna točka, dok je na području putničkih perona samo jedna konfliktna točka između pješaka i željezničkih vozila (Slika 33.).

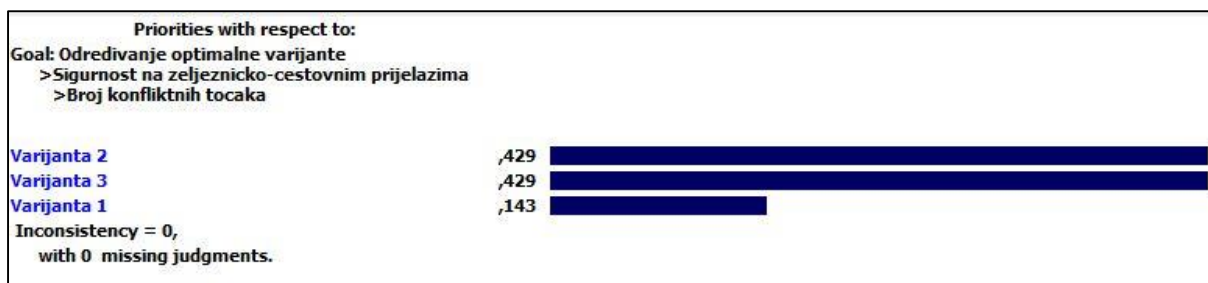


Slika 33. Prikaz konfliktnih točaka

Varijantom 1, rješavaju se samo konfliktni točke na ŽCP Republike Austrije dok se Varijantama 2 i 3 rješavaju sve konfliktni točke navedenog područja (Tablica 18., Slika 34.)

Tablica 18. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Broj konfliktnih točaka“

VARIJANTE	BROJ KONFLIKTNIH TOČAKA	RANG
VARIJANTA 1	4	2
VARIJANTA 2	0	1
VARIJANTA 3	0	1



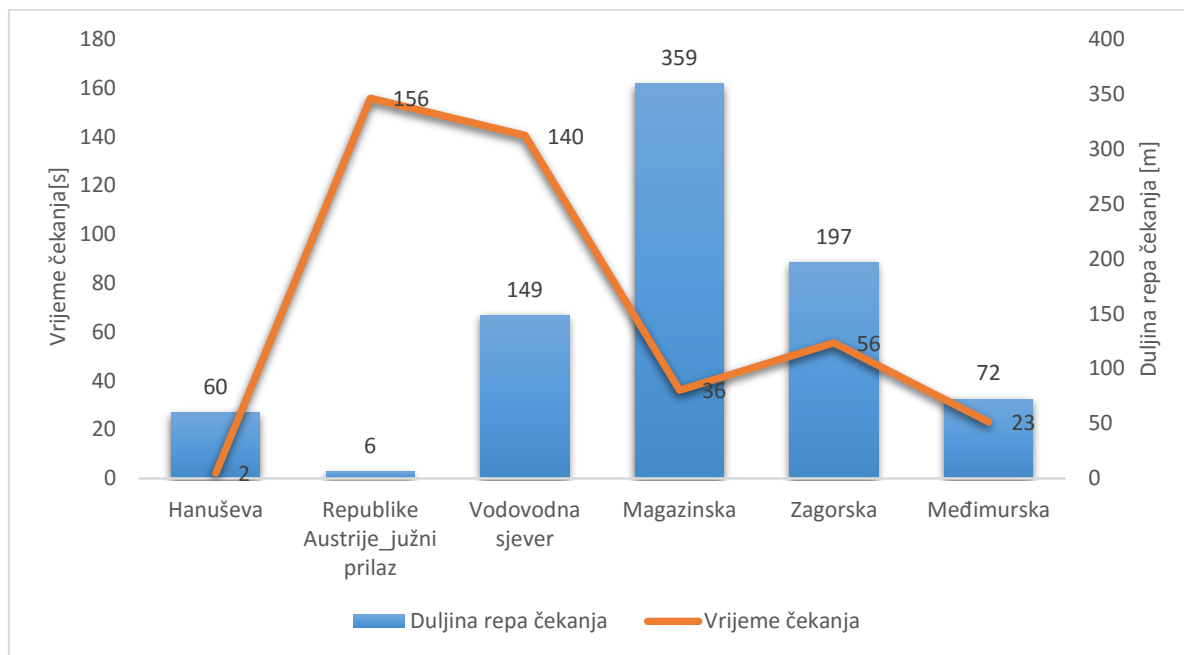
Slika 34. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Broj konfliktnih točaka“ u programskom alatu Expert Choice

## 5.4.2 Funkcionalna učinkovitost

Funkcionalna učinkovitost na željezničko-cestovnim prijelazima uzima u obzir prometno-tehnički elementi koji su bitni za određivanje razine usluge prijelaza koja utječe na udobnost i vrijeme putovanja. Uključuje potkriterije: prosječno vrijeme čekanja, duljina repa čekanja, vrijeme putovanja do stajališta JGP.

Potkriterij prosječno vrijeme čekanja i duljina repa čekanja u uskoj su vezi i međusobnoj interakciji. Sagledavaju vrijeme čekanja odnosno duljinu repa čekanja na slobodan prolazak preko promatranih željezničko-cestovnih prijelaza. Grafikon 20. prikazuje nam da se na Hanuševoj ulici stvara rep čekanja zbog propuštanja pješaka od 60 metara, ali vrijeme čekanja nije toliko značajno i iznosi 2 sekunde. Vidljivo je da se na željezničko-cestovnom prijelazu Republike Austrije stvara rep čekanja od jednog vozila, ali je vrijeme čekanja 156 sekundi, a uzrokovano je spuštenim branicima. Na Vodovodnoj ulici,

odnosno sa sjeverne strane željezničko cestovnog prijelaza stvara se rep čekanja od 149 metara, a vrijeme čekanja iznosi 140 sekundi. Na Magazinskoj ulici stvorio se najduži rep čekanja od 359 metara, uzrokovan spuštenim branicima na željezničko-cestovnom prijelazu Vodovodna, ali samo vrijeme čekanja nije toliko značajno jer je to cesta s prednošću prolaska i iznosi 36 sekundi. Na zagorskoj ulici koja je nalazi s južne strane željezničko-cestovnog prijelaza Vodovodna stvorio se rep čekanja od 197 metara, a vrijeme čekanja iznosi 56 sekundi. Na Međimurskoj ulici koja se nalazi tik do željezničko-cestovnog prijelaza Vodovodna, stvara se rep čekanja od 72 metra s vremenom čekanja od 23 sekunde.

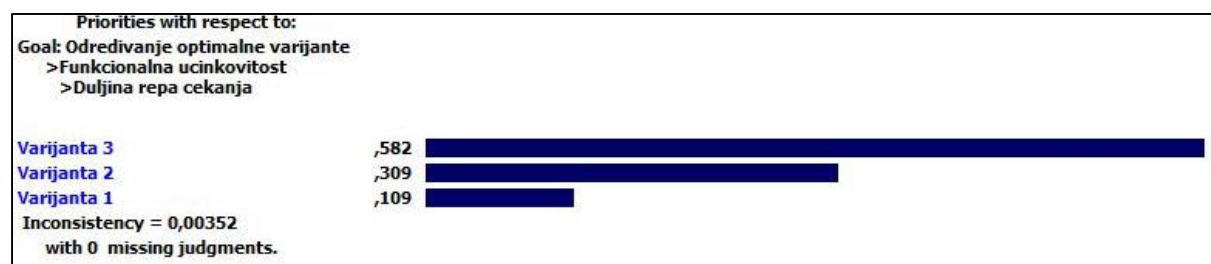


Grafikon 20. Prosječno vrijeme čekanja i duljina repa čekanja

Varijanta 2 predviđa izgradnju novog raskrižja Magazinske ulice i Zagorske ulice te je tu potencijalna mogućnost stvaranja većih repova čekanja, a Varijanta 1 ne uklanja probleme na ŽCP Vodovodna, stoga je Varijanta 3 najbolje rješenje prema ovom potkriteriju (Tablica 19., Slika 35.)

Tablica 19. Rangiranje varijanata prema potkriterijima „Duljina repa čekanja“ i „Prosječno vrijeme čekanja“

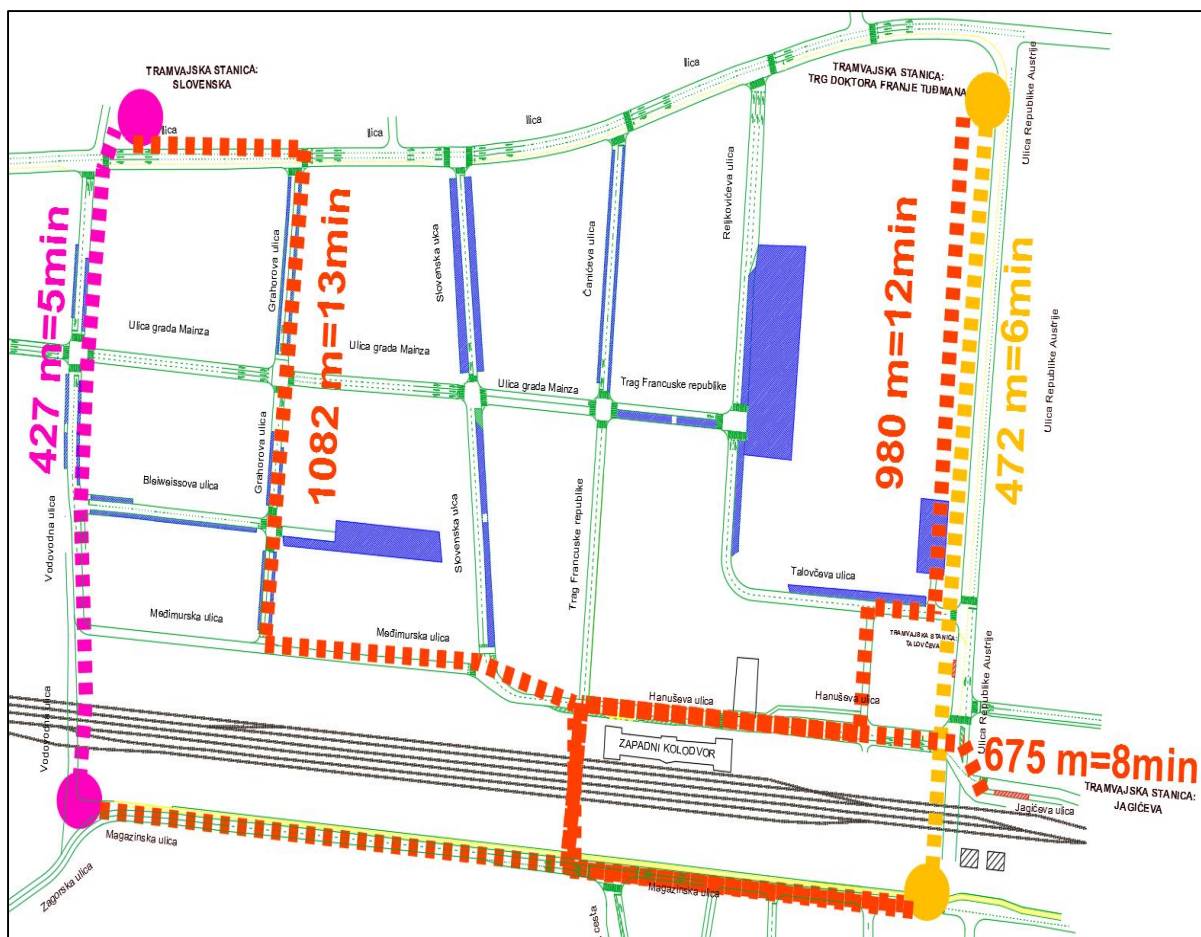
VARIJANTE	RANG
VARIJANTA 1	3
VARIJANTA 2	2
VARIJANTA 3	1



Slika 35. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Duljina repa čekanja“ u programskom alatu Expert Choice

Vrijeme putovanja do stanica javnog gradskog prijevoza važan je čimbenik za određivanje položaja pješačko-biciklističkog pothodnika. Pješaci, ali i biciklisti nisu skloni produživanju puta putovanja već oni koriste najkraći i najbrži put, ne mareći pritom koliko je takva putanja sigurna. Postavlja se pitanje jesu li potrebna dva pješačko/biciklistička pothodnika, na mjestu ŽCP Republike Austrije i središnji pothodnik, u tako neposrednoj blizini. Analizom udaljenosti pješačko/biciklističkih pothodnika od stanica javnog gradskog prijevoza, koje su pretpostavljeno pravci kretanja prometnih tokova, dolazi se do odgovora. Slika 36. prikazuje da ukoliko bi se izgradio pothodnik na mjestu ŽCP Republike Austrije, pješaci bi morali ,ukoliko žele stići na tramvajsku stanicu Trg doktora Franje Tuđmana, prevaliti put od 472 metra, što bi značilo ako prosječno hodaju 5km/h da to putovanje traje 6 minuta. Također, odmah nakon prolaska željezničkih perona nalazi se tramvajska stanica Jagićeva. Ukoliko bi se izgradio samo pothodnik na mjestu ispod putničkih perona i kraj zgrade kolodvora, putovanje do tramvajske stanice Trg doktora Franje Tuđmana bi iznosilo 12 minuta, odnosno 980 metara, a također do tramvajske stanice Jagićeva potrebno bi bilo prevaliti put od 675 metara, odnosno putovanje bi trajalo 8 minuta (Slika 36.). Poučeni iskustvom nikakve barijere u obliku zida ne bi spriječile kretanje ljudi, dovodi do zaključka da smo izgradnja pothodnika na mjestu ŽCP Republike Austrije ne bi otkloni problem nelegalno prolaska pješaka preko putničkih perona do zgrade kolodvora, a također smo izgradnja središnjeg pothodnika kraj putničke zgrade ne bi rezultirala uklanjanjem nepropisnog kretanja pješaka na ŽCP Republike Austrije.

Putovanje od mjesta ulaska u pothodnik na mjestu ŽCP Vodovodna do tramvajske stanice Slovenska trajalo bi 5 minuta odnosno pješaci bi trebali prevaliti put od 427 metra, brzinom hoda od 5 km/h. Ukoliko se podvožnjak za bicikliste i pješake ne bi izgradio na mjestu ŽCP Vodovodna, putovanje preko središnjeg pothodnika trajalo bi 13 minuta odnosno pješaci i biciklisti bi morali prevaliti put od 1082 metra (Slika 36.). Izgradnja pothodnika na mjestu ŽCP Vodovodna omogućio bi siguran prelazak pješaka i biciklista, te zaposlenici obližnjih poduzeća ne bi više ugrožavali svoju sigurnost da dođu do tramvajske zone koja se nalazi sa sjeverne strane kolodvora (Slika 36.).

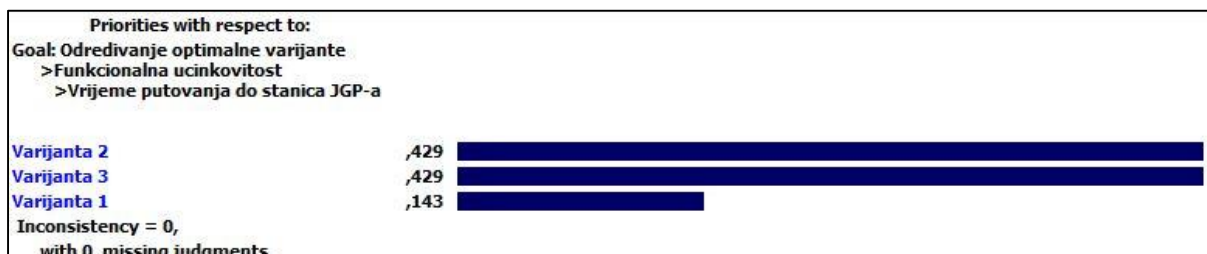


Slika 36. Duljine i vremena putovanja pješaka do stanica JGP-a

Varijanta 2 i 3 predviđaju izgradnju pothodnika na svim referentnim mjestima za prolazak pješaka, stoga proizlaze kao najbolje rješenje prema ovom potkriteriju, dok Varijanta 1 postaje drugo najbolje rješenje (Tablica 20. i Slika 37.).

Tablica 20. Rangiranje varijanata prema potkriteriju "Vrijeme putovanja do stanica JGP-a"

VARIJANTE	RANG
VARIJANTA 1	2
VARIJANTA 2	1
VARIJANTA 3	1



Slika 37. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Vrijeme putovanja do stanica JGP-a“ u programskom alatu Expert Choice

### 5.4.3 Povećanje urbane mobilnosti

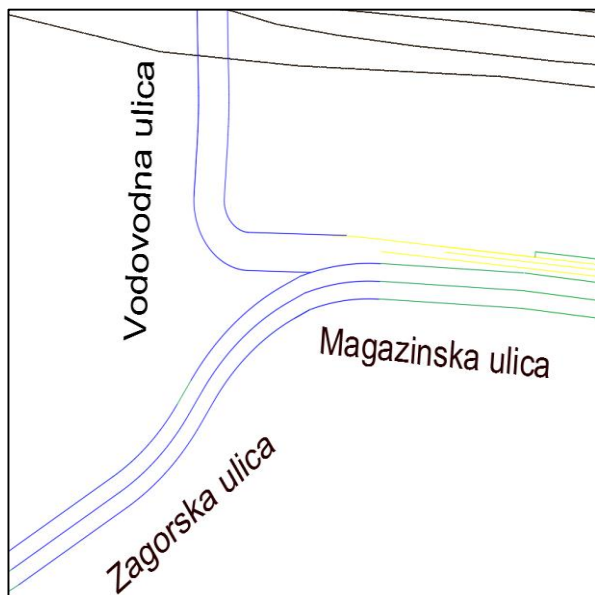
Potreba za povećanjem mobilnosti i sukladno tome prijevozne potražnje, uz prostornu, energetska, ekološka i ekonomsku racionalnost zahtjeva novi pristup u rješavanju urbanih transportnih problema. Današnji uvjeti života zahtijevaju svakodnevnu prostorno vremensku distribuciju stanovništva, što producira prijevoznu potražnju. Strategije upravljanja prijevoznom potražnjom imaju za cilj optimalno iskoristiti raspoloživu prometnu infrastrukturu urbane sredine, te racionalizirati i destimulirati putovanja osobnim automobilom kada upotreba osobnog vozila nije nužno potrebna.

Ovaj kriterij uključuje slijedeće potkriterije:

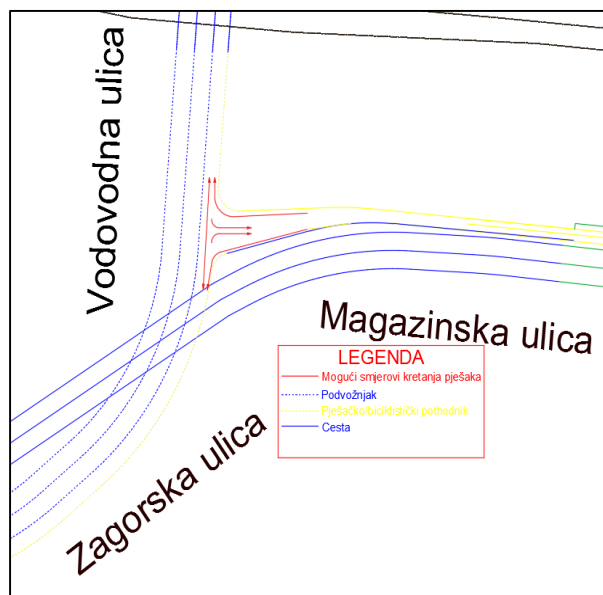
- Tokova pješaka,
- Tokova biciklista,
- Tokova motornih vozila,
- Uklapanje u gradsku mrežu prometnica

Kriterijima „Tokovi pješaka“, „Tokovi biciklista“ i „Tokovi motornih vozila“ sagledati će se kakav utjecaj imaju varijante na povećanje ili smanjenje slobode kretanja tokova pješaka, biciklista i motornih vozila na području Zapadnog kolodvora. Dok će se kroz potkriterij „Uklapanje u gradsku mrežu prometnica“ težiti davanju prednosti onoj varijanti, koja omogućuje već ustaljeno kretanje prometnih tokova u mreži prometnica i ne zahtijeva veće korekcije na mreži. Ovaj kriterij i potkriteriji nemaju konkretno mjerljivih parametara te će se sagledavati subjektivno kroz mišljenje autora.

Potkriteriji „Tokovi pješaka“ i „Tokovi biciklista“ daju veću prednost Varijanti 2 jer ona kod predviđenog pješačko/biciklističkog pothodnika omogućuje kretanje pješaka uzduž Vodovodne ulice prema Zagorskoj ulici s priključkom na Magazinsku ulicu, dok Varijanta 3 predviđa izgradnju pothodnika samo do Magazinske ulice (Slika 38. i 39.).



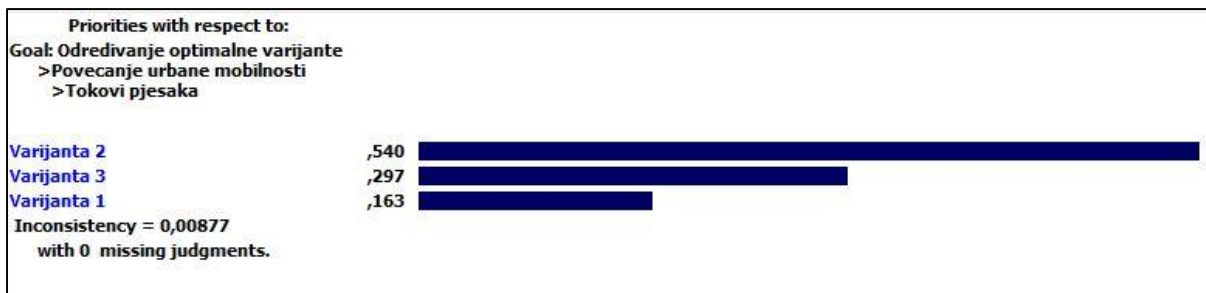
Slika 38. Varijanta 3



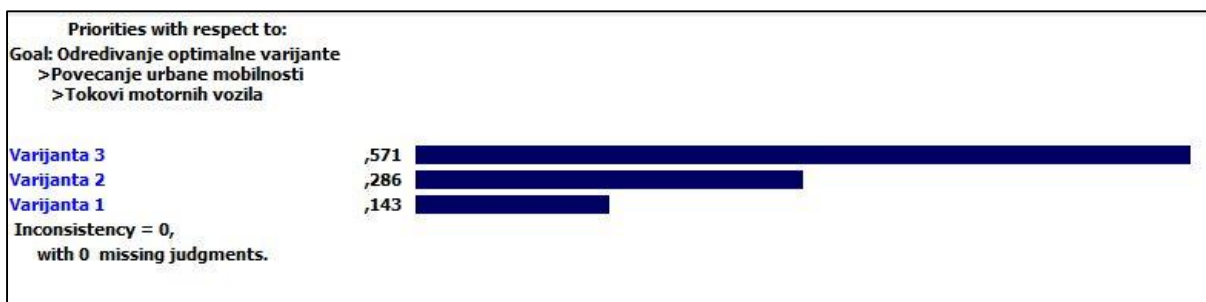
Slika 39. Varijanta 2

Rangiranje varijanata prema potkriterijima „Tokovi pješaka“ i „Tokovi biciklista“ prikazani su na Slici 40., a prema potkriteriju „Tokovi motornih vozila“ na slici 41.



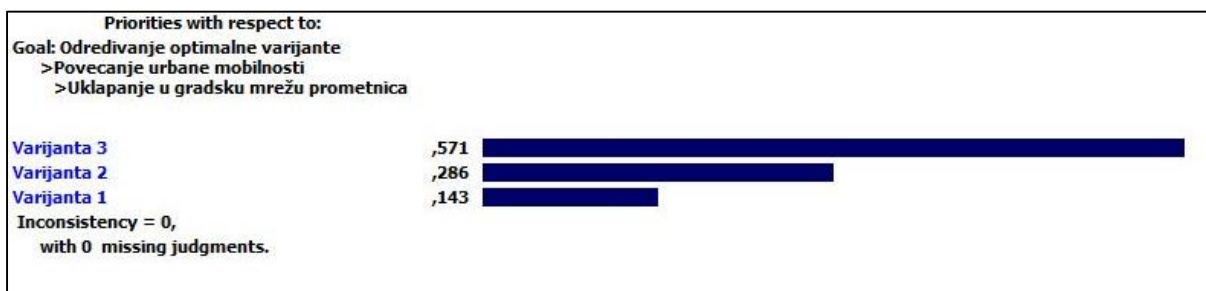


Slika 40. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Tokovi pješaka“ u programskom alatu Expert Choice



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

Potkriterij „Uklapanje u gradsku mrežu prometnica“ nakon postupka vrednovanja najveću prednost dodjeljuje Varijanti 3, potom Varijanti 2 i zatim Varijanti 1 (Slika 42.).



Slika 42. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Uklapanje u gradsku mrežu prometnica“ u programskom alatu Expert Choice

#### 5.4.4 Prostorno–urbanistički pokazatelji

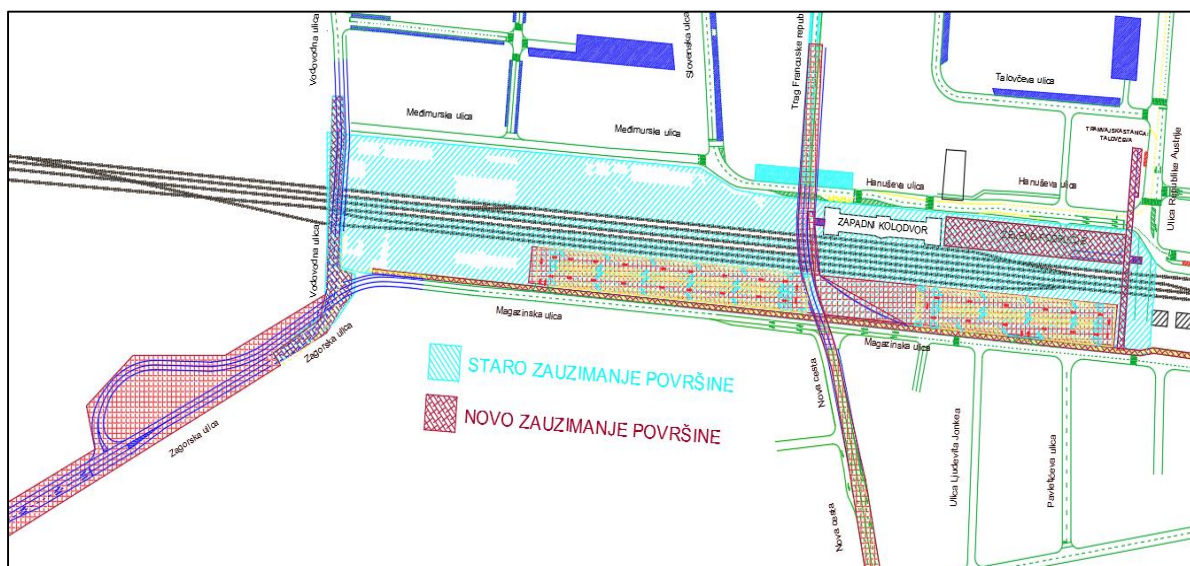
Kroz kriterij urbanistički pokazatelji sagledava se koliki je potreban građevinski zahvat kako bi se svaka od varijanata mogla izvesti. Uključuje potkriterije zauzimanje površine, zahtjevnost izvedbe i potkriterij povećanje atraktivnosti i kvalitete života na području Zapadnog kolodvora.

Sastoji se od potkriterija:

- Zauzimanje površine
- Zahtjevnost izvedbe
- Utjecaj na vizure grada
- Prenamjena postojećih prometnih površina u mirovanju

Zapadni kolodvora, kao prvi kolodvor grada Zagreba, a kasnije kao teretni kolodvor zahtijevao je puno potrebne površine za svoje normalno funkcioniranje. Uključivao je mnogobrojne objekte za skladištenje i ostale prostore za obavljanje transportne usluge. Danas prenamjenom značenja

Zapadnog kolodvora, kada je on izrazito tranzitni kolodvor, koji se temelji na putničkom prijevozu ne zahtijeva više toliku površinu te je ona danas zapuštena i nema svoju konkretnu svrhu. Varijante koji su predložene u ovom radu ne zahtijevaju dodatno zauzimanje zelenih površina ili površina u službi građana, nego zahtijevaju prenamjenu sada zapuštenog zemljišta Hrvatskih željeznica i u jednom manjem dijelu (Vodovodna ulica, Magazinska ulica i ulica Republike Austrije) površina grada Zagreba (Slika 43.).



Slika 43. Zauzimanje površine

Koliko površine zahtijeva svaki varijantama predviđeni objekt prikazano je u Tablici 21.

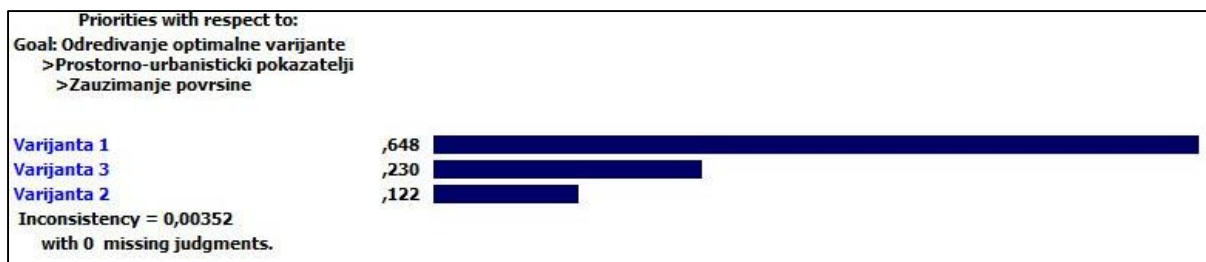
Tablica 21. Potrebna površina za izgradnju varijantnih rješenja u m<sup>2</sup>

Objekt	Površina u m <sup>2</sup>
Trenutno zauzeta površina	61.344
Pothodnik Republike Austrije	1.045
Biciklističko/pješačka staza	2.512
Središnji pothodnik	1.104
Središnji podvožnjak	5.223
Parkirališne površine (Varijanta 1)	12.645
Parkirališne površine (Varijanta 2 i 3)	10.390
Zelena područje	3.016
Pothodnik Vodovodna	1.888
Podvožnjak Vodovodna	12.400

Na temelju podataka prikazanih u Tablici 20. dolazi se do konačnih vrijednosti zauzimanja površine za svaku varijantu (Tablica 22., Slika 44.)

Tablica 22. Rangiranje varijanata prema potkriteriju "Zauzimanje površine"

VARIJANTE	ZAUZIMANJE POVRŠINE [m <sup>2</sup> ]	RANG
VARIJANTA 1	19.218	1
VARIJANTA 2	34.586	3
VARIJANTA 3	24.074	2



Slika 44. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Zauzimanje površine“ u programskom alatu Expert Choice

Potkriterij „Zahtjevnost izvedbe“ sagledava koliko svaka od varijanata sadržava potrebnih građevinskih zahvata te kolike su mogućnosti eventualnih komplikacija prilikom gradnje. Konačne ocjene dodijeliti će se prema subjektivnom dojmu autora (Tablica 23.).

Tablica 23. Rangiranje varijanata prema potkriteriju "Zahtjevnost izvedbe"

VARIJANTE	RANG
VARIJANTA 1	1
VARIJANTA 2	3
VARIJANTA 3	2

Novo izgrađene varijante doprinijeti će zasigurno većoj mobilnosti građana ovog područja i učiniti Zapadni kolodvor privlačnijim mjestom za boravak, posebice otvaranjem mnogobrojnih javnih površina. Na temelju subjektivnog dojma autora dodijeliti će se ocjene koliko će svaka varijanta činiti područje Zapadnog kolodvora atraktivnijem i poželjnijem za boravak i život a koji se sagledava u potkriteriju „Utjecaj na vizure grada“ (Slika 45.).

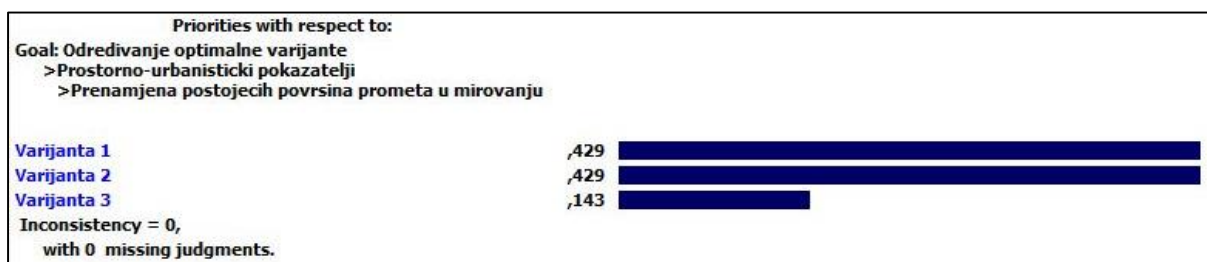


Slika 45. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Utjecaj na vizure grada“ u programskom alatu Expert Choice

Prenamjena postojećih prometnih površina u mirovanju je potrebna kako bi se mogao izvesti podvožnjak u ulici Trg Francuske republike. Koliko je potrebno ukinuti parkirnih mjesta te konačno rangiranje kriterija prikazano je u Tablici 24. i Slici 46.

Tablica 24. Rangiranje varijanata prema potkriteriju "Prenamjena postojećih prometnih površina u mirovanju"

VARIJANTE	ZAUZIMANJE POVRŠINE [m <sup>2</sup> ]	RANG
VARIJANTA 1	0	1
VARIJANTA 2	0	1
VARIJANTA 3	80	2



Slika 46. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Prenamjena postojećih prometnih površina u mirovanju“ u programskom alatu Expert Choice

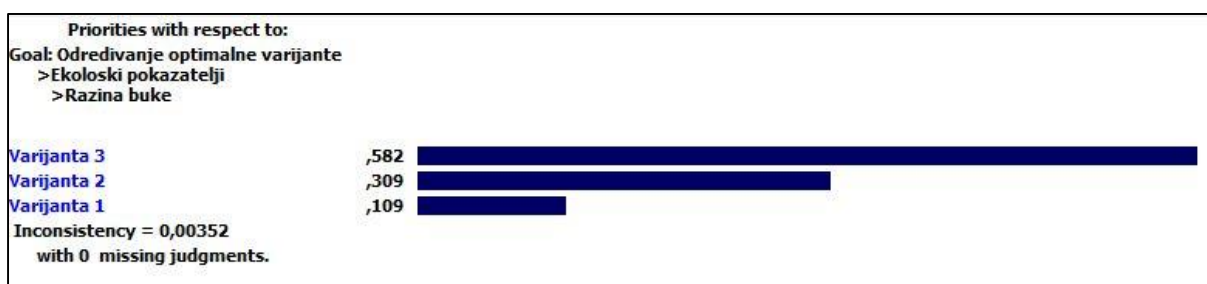
### 5.4.5 Ekološki pokazatelji

Kriterij ekološki pokazatelji sagledava razinu zagađenja okoliša s obzirom na način odvijanja prometa na promatranim željezničko-cestovnim prijelazima na područja Zapadnog kolodvora. Uključuje potkriterije:

- Razina buke
- Razina ispušnih plinova
- Poticanje ekoloških vidova prometa

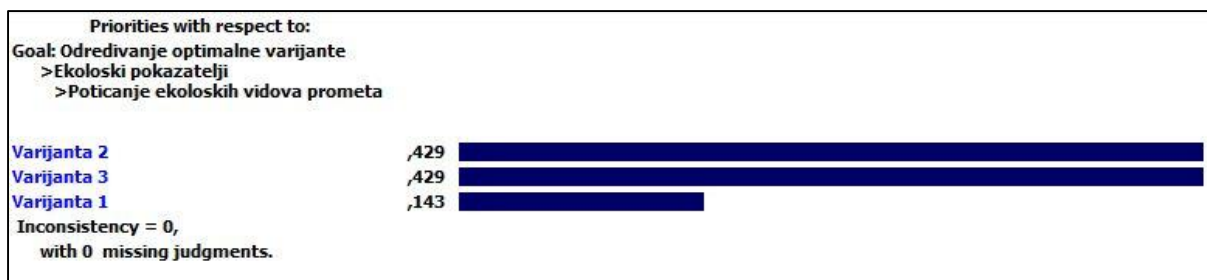
Potkriterij „Razina buke“ koji sagledava razinu buke svakog od varijantnih rješenja. Potkriterij „Razina ispušnih plinova“ daje subjektivnu ocjenu emisije zagađenja svake od varijanata. Također sadrži potkriterij „Poticanje ekoloških vidova prometa“, koji sagledava koliko određena varijanta daje doprinos povećanju ekološke osviještenosti i potiče na korištenje alternativnih vidova prometa kao što su bicikl, pješačenje ili pak javni gradski prijevoz. Svaki od navedenih potkriterija uključuje subjektivnu ocjenu autora.

Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Razina buke“ prikazano je na Slici 47. isto rangiranje vrijedi i za potkriterij i „Razina ispušnih plinova“.



Slika 47. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Razina buke“ u programskom alatu Expert Choice

Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Poticanje ekoloških vidova prometa“ prikazano je na Slici 48.



Slika 48. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Poticanje ekoloških vidova prometa“ u programskom alatu Expert Choice

## 5.4.6 Ekonomski pokazatelji

„Ekonomski pokazatelji“ ukazuju na visinu uloženi ekonomskih i financijskih sredstava. Ovaj kriterij vrlo je važan za kasnije pronalazak izvora financiranja i predstavljanje prometnog rješenja nadležnim institucijama.

Sastoji se od potkriterija:

- Troškovi izgradnje
- Troškovi Održavanja
- Trošak putovanja do stajališta JGP-a
- Koristi od naplate novih površina prometa u mirovanju

Skupoća izvedbe svake od varijanata sagledana je u potkriteriju „Troškovi izgradnje“, dok se kroz potkriterij „Troškovi održavanja“, važnost dodjeljuje varijanti s manjim troškovima održavanja. Ocjene za ova dva potkriterija dodijeliti će se prema procjeni i subjektivnom dojmu autora.

Kao najjeftinija varijanta s najmanje potrebnim zahvatima za izgradnju, a kasnije i za održavanjem je Varijanta 1. Varijanta 2 predviđa izgradnju podvoznjaka kao Varijanta 3, međutim ne zahtijeva dodatan otkup zemljišta, izgradnje novog dijela ceste i raskrižja te je tima bolja i u izgradnji u održavanju.

Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Troškovi izgradnje“ i prikazano je na Slici 49. Potkriterij „Troškovi održavanja“ sadrži iste ocjene rangiranja kao i potkriterij „Troškovi izgradnje“ te stoga vrijedi isti redoslijed varijanata.



Slika 49. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Troškovi izgradnje“ u programskom alatu Expert Choice

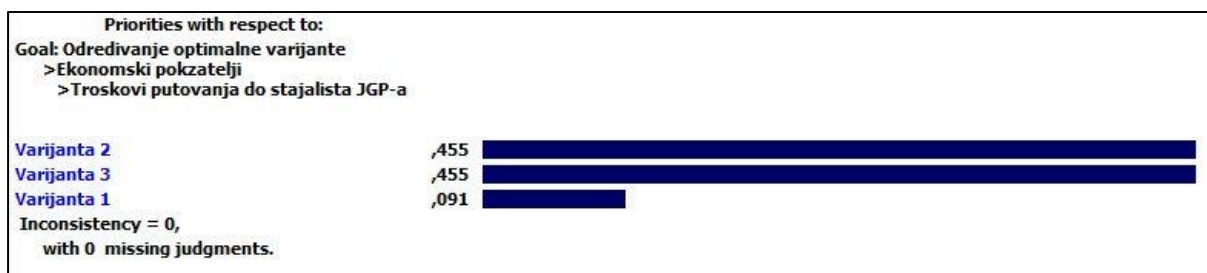
Potkriterij troškovi putovanja do stanica JGP-a, vrlo je važan i ukazuje na potrebu izgradnje pješačko/biciklističkih pothodnika. U direktnoj je vezi s duljinom putovanja i omogućavanu veće slobode kretanja te povećanju ekološke osviještenosti i urbane mobilnosti. Tablica 25. sadrži podatke o troškovima putovanja do stanica JGP-a kroz svaka od tri predviđena pješačko/biciklistička pothodnika. Kao referentna brzina uzeta je prosječna brzina hoda pješaka od 5 km/h. Iznos bruto domaćeg proizvoda za 2014. godinu iznosi 10.425 € (79.740,86 kn), pomoću čaga se dolazi da građanin Republike



Kako Varijanta 1 jedina ne uključuje izgradnju svih triju pješačko/biciklističkih pothodnika ona je najlošija prema rangiranju po ovo potkriteriju (Tablica 26. i Slika 51.).

Tablica 26. Rangiranje varijanata prema potkriteriju "Trošak putovanja do stajališta JGP-a"

VARIJANTE	RANG
VARIJANTA 1	2
VARIJANTA 2	1
VARIJANTA 3	1

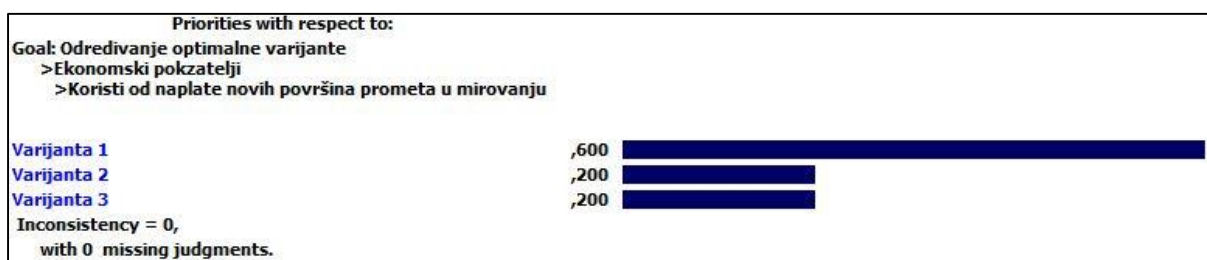


Slika 51. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Trošak putovanja do stajališta JGP-a“ u programskom alatu Expert Choice

Potkriterij „Koristi od naplate novih površina prometa u mirovanju“ najveću prednost daje Varijanti 1 jer ona i uključuje izgradnju najvećeg broj parkirališnih površina do Varijante 2 i 3 imaju iste ocjene (Tablica 27. i Slika 52.).

Tablica 27. Rangiranje varijanata prema potkriteriju " Koristi od naplate novih površina prometa u mirovanju"

VARIJANTE	BROJ PARKIRNIH MJESTA	RANG
VARIJANTA 1	488	1
VARIJANTA 2	363	2
VARIJANTA 3	363	2



Slika 52. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Koristi od naplate novih površina prometa u mirovanju“ u programskom alatu Expert Choice

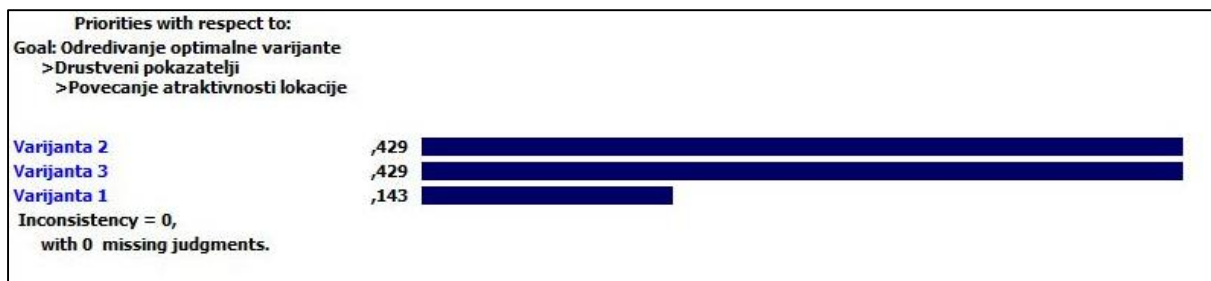
## 5.4.7 Društveni pokazatelji

Kriterij „Društveni pokazatelji“ sastoji se od potkriterija:

- Povećanje atraktivnosti lokacije,
- Povećanje kvalitete života.

Ovi potkriteriji sagledavaju utjecaj predloženih rješenja na podizanje kvalitete života na području Zapadnog kolodvora. Ovo nisu mjerljivi čimbenici stoga ocjene dodijeljene prema subjektivnom dojmu autora.

Varijante 2 i 3 ocjenjene su s istim ocjenama i predstavljaju najbolja rješenja prema ovim potkriterijima. Iste ocjene rezultat su da svaka od ovih varijanata uključuje izgradnju potrebnih pješačko/biciklističkih pothodnika na mjestima crnih točaka, izgradnju podvožnjaka za automobile te ostalih sadržaja za promicanje ekološki prihvatljivih rješenja. Rangiranje varijanata prema oba potkriterija je isto, te je prikazano samo rangiranje prema potkriteriju „Povećanje atraktivnosti lokacije“ (Slika 53.).



Slika 53. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Povećanje atraktivnosti lokacije“ u programskom alatu Expert Choice

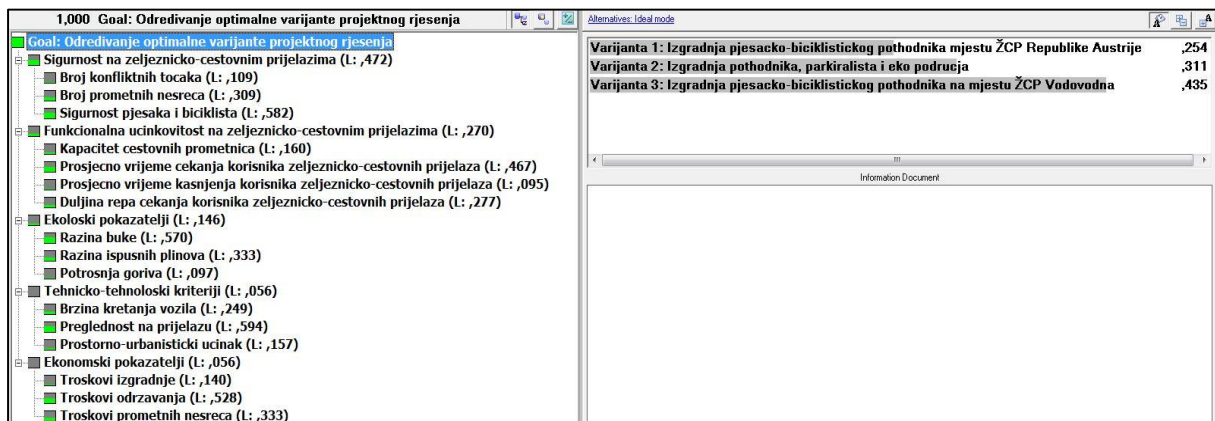


## 6. IZBOR OPTIMALNE VARIJANTE I ANALIZA OSJETLJIVOSTI

### 6.1 Izbor optimalne varijante

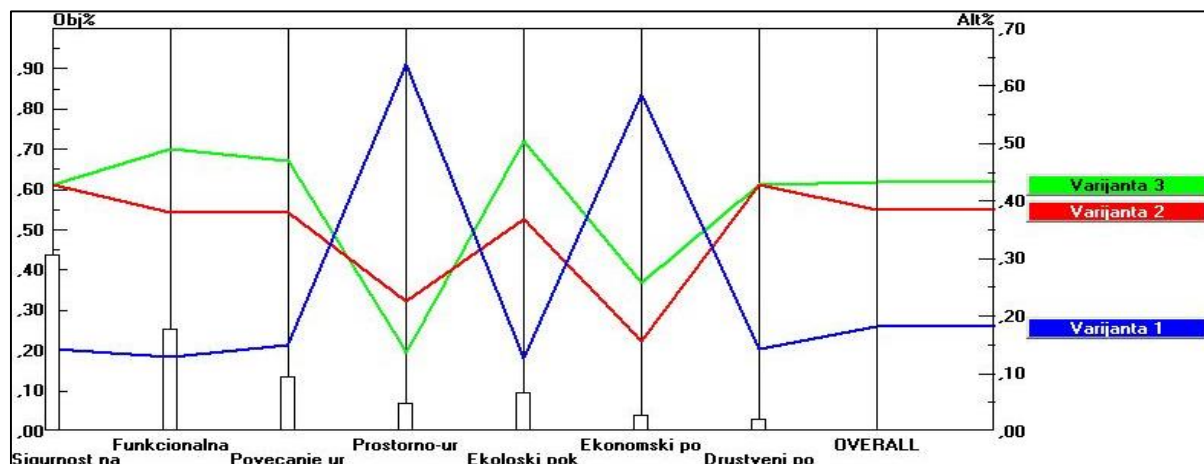
Nakon provedbe cjelokupne analize od povijesti Zapadnog kolodvora, stanja prometnih tokova, analize broja prometnih nesreća stvorila se osnova za definiranje Analitičkog hijerarhijskog procesa, a ti parametri poslužili su kao glavni ulazni podaci navedene analize. Definirani su kriteriji i pripadajući potkriteriji te su se vrednovala predložena varijante prometnih rješenja.

Kao najbolje predloženo prometno rješenje određena je Varijanta 3, koja uključuje niz funkcionalnih prometnih rješenja za povećanje urbane mobilnosti Zapadnog kolodvora, temeljenih na davanju ključne prednosti tokovima biciklista i pješaka (Slika 54.).



Slika 54. Izbor optimalne varijante

Na Slici 55. vidljivo je da se Varijanta 3 pokazuje kao najbolje prometno rješenje kroz najveći broj kriterija. Najprimjetniji skokovi su u „Prostorno-urbanističkom“ i „Ekonomskom“ kriteriju gdje se Varijanta 1 pokazuje kao najbolje prometno rješenje. Također, vidljivo je da Varijanta 2 daje bolje rezultate po „Prostorno-urbanističkom“ kriteriju te jednake rezultate kao i Varijanta 3 na „Društvenim pokazateljima“. U konačnici, Varijanta 3 je optimalna s 4,8 % prednosti naspram Varijante 2, što je logičan slijed jer se kao najbolje prometno rješenje Varijanta 3 ne ističe samo u kriterijima „Prostorno-urbanistički pokazatelji“ i „Ekonomske pokazatelji“.

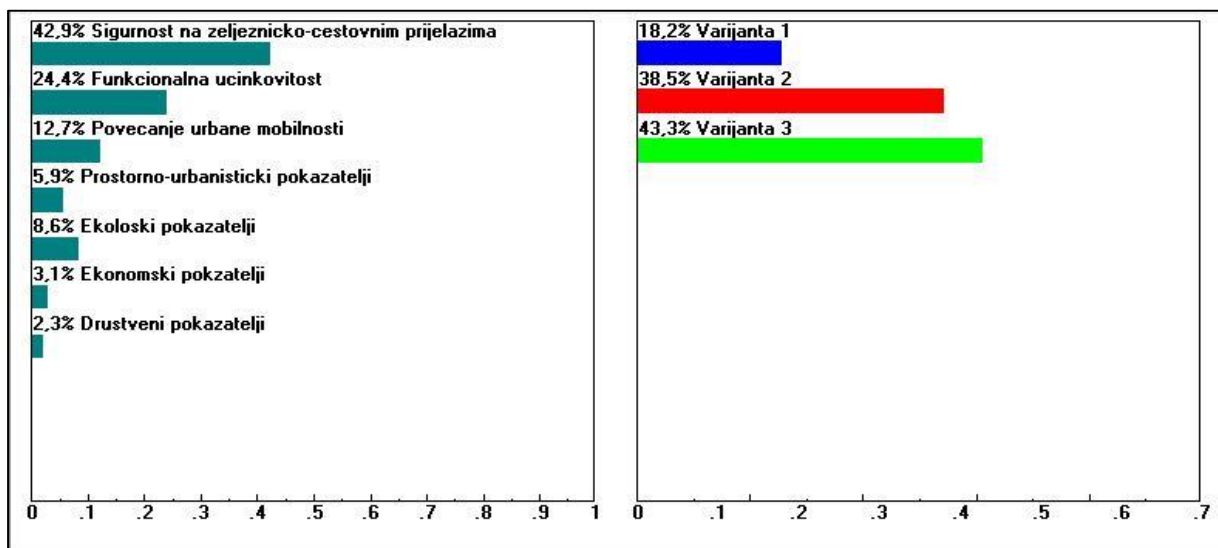


Slika 55. Grafički prikaz izbora optimalne varijante

## 6.2 Analiza osjetljivosti

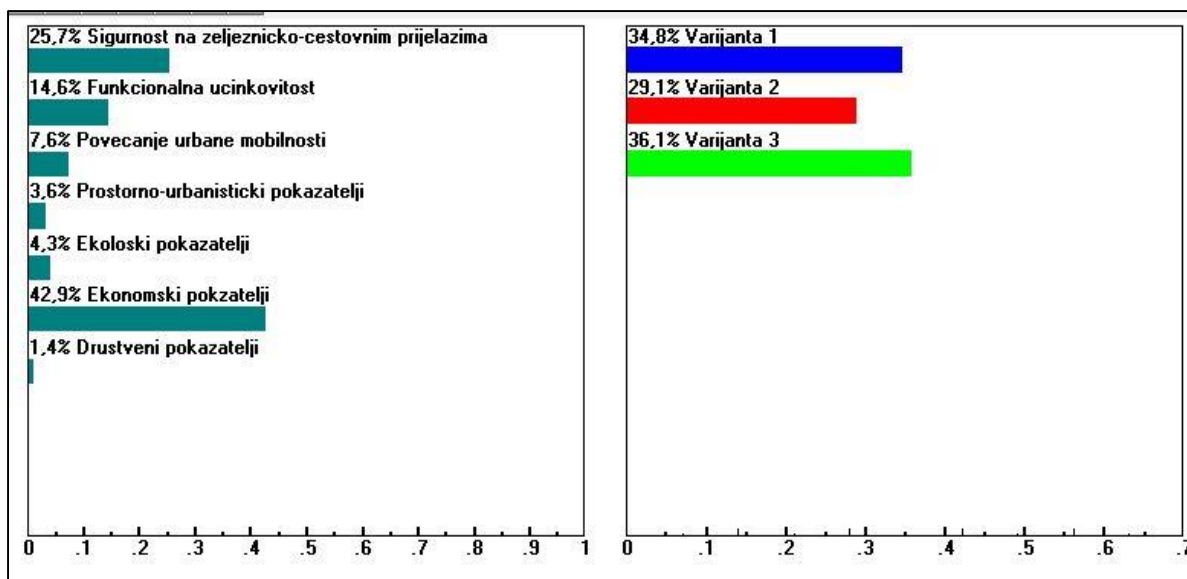
Analiza osjetljivosti omogućuje određivanje „kritičkih“ varijabli ili parametara modela, a njezin osnovni cilj je procijeniti prihvatljivost projekta ako vrijednosti kritičnih parametara projekta budu promijenjene. Kritične varijable su one varijable čije varijacije, bilo pozitivne ili negativne, mogu imati najveći utjecaj na financijske ili gospodarske rezultate projekta. Analiza se najčešće provodi na način da se promijeni jedan element čija promjena utječe na promjene interne stope profitabilnosti (IRR) ili neto sadašnje vrijednosti (NPV) [6].

Prema konačnom rangu Varijanta 3 pokazala se kao najbolja, dok je najviše rangirani kriterij „Sigurnost na željezničko-cestovnim prijelazima“ s obzirom na težine posljedica prometnih nesreća i broja prekršitelja koji svakodnevno prolaze ispod spuštenih branika. Kriterij „Ekonomski pokazatelji“ nalaze se na pretposljednem mjestu prema važnosti kriterija. Glavna odrednica ovog rada je iznalaženje kvalitetnih prometnih rješenja koja će doprinijeti poboljšanju brojnih prometnih čimbenika, omogućiti slobodu kretanja prometnih tokova, donijeti brojne koristi društvu i najvažnije omogućiti sigurno odvijanje prometa, stoga „Ekonomski pokazatelji“ nisu postavljeni kao jedan od najvažnijih čimbenika za donošenje konačne odluke o najboljem prometnom rješenju (Slika 56.).



Slika 56. Rangiranje kriterija prije analize osjetljivosti

Kako bi se uvidjela osjetljivost varijanata na promjene važnosti kriterija, „Ekonomskim pokazateljima“ postavljena je najveća važnost u skupini kriterija od 42,9 %, kao što nakon procesa AHP analize ima kriterij „Sigurnost na željezničko cestovnim prijelazima“ (Slika 57.).



Slika 57. Rangiranje kriterija nakon analize osjetljivosti

Iz Slike 57. vidljivo je da Varijanta 3 i dalje ostaje najbolje prometno rješenje, dok druga najbolja varijanta postaje Varijanta 1, a posljednja Varijanta 2. Unatoč najvećoj važnosti „Ekonomskih pokazatelja“ kao optimalna prometno rješenje, kroz brojne prednosti tijekom procesa vrednovanja, pokazuje se Varijanta 3. Ona definitivno nije najjeftinije prometno rješenje, ali to je svakako cilj ovakve analize, da uključi brojne parametre koji potom ukazuju na glavne prednosti i nedostatke pojedine varijante.

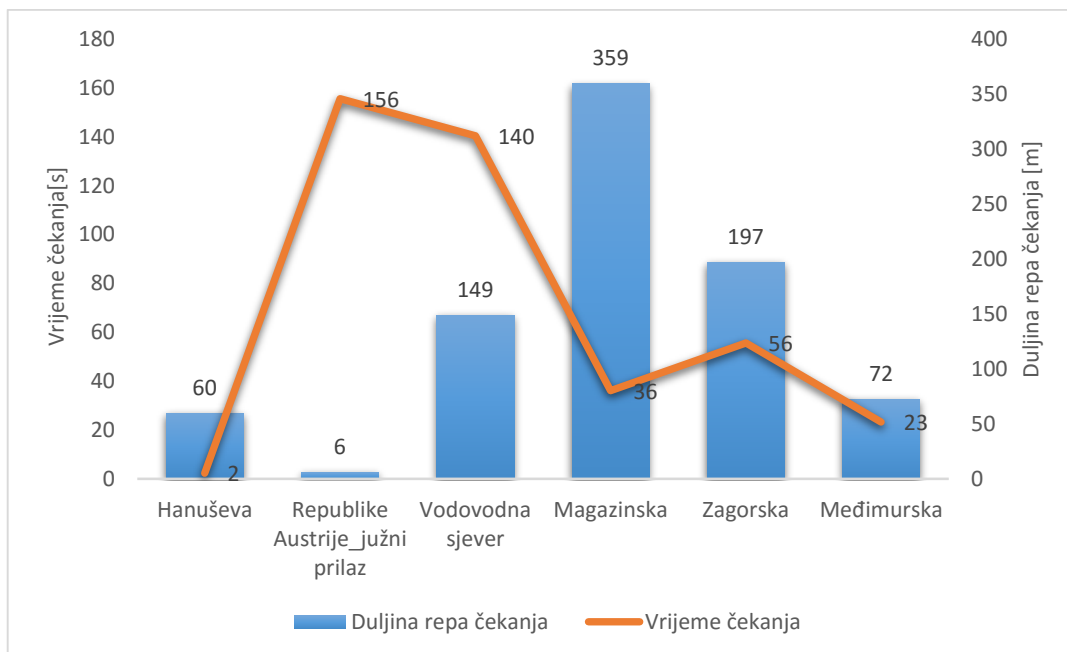
### 6.3 Simulacija u programskom alatu PTV Vissim

U ovome radu programski alat PTV Vissim koristio se za simulaciju cjelokupnog prometa na području Zapadnog kolodvora s osvrtom na dva željezničko-cestovna prijelaza. Podaci prikupljeni iz programskog alata od velike su važnosti za protočnost i sigurnost svih prometnih tokova na ŽCP Vodovodna i ŽCP Republike Austrije. Na Slici 58. prikazano je područje obuhvata tj. područje koje se simuliralo radi dobivanja podataka o prosječnoj duljini repa čekanja, prosječnom vremenu čekanja, emisijama ispušnih plinova.



*Slika 58. Prikaz područja obuhvata simulacije [15]*

Grafikon 21. prikazuje da se na Hanuševoj ulici stvara rep čekanja zbog propuštanja pješaka od 60 metara, ali vrijeme čekanja nije toliko značajno i iznosi 2 sekunde. Vidljivo je da se na željezničko-cestovnom prijelazu Republike Austrije stvara rep čekanja od jednog vozila, ali je vrijeme čekanja 156 sekundi, a uzrokovano je spuštenim branicima. Na Vodovodnoj ulici, odnosno sa sjeverne strane željezničko-cestovnog prijelaza stvara se rep čekanja od 149 metara, a vrijeme čekanja iznosi 140 sekundi. Na Magazinksoj ulici stvorio se najduži rep čekanja od 359 metara, uzrokovan spuštenim branicima na željezničko-cestovnom prijelazu Vodovodna, ali samo vrijeme čekanja nije toliko značajno jer je to cesta s prednošću prolaska i iznosi 36 sekundi. Na Zagorskoj ulici koja je nalazi s južne strane željezničko-cestovnog prijelaza Vodovodna stvorio se rep čekanja od 197 metara, a vrijeme čekanja iznosi 59 sekundi. Na Međimurskoj ulici, koja se nalazi neposredno do željezničko-cestovnog prijelaza Vodovodna, stvara se rep čekanja od 72 metra s vremenom čekanja od 23 sekunde.

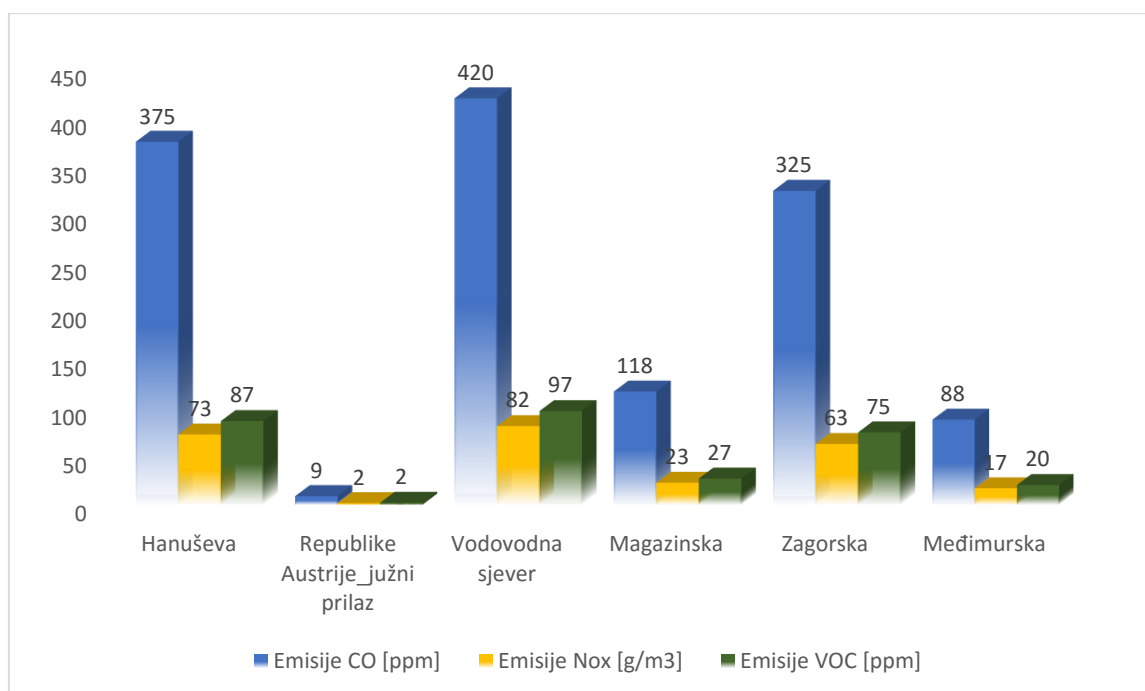


Grafikon 21. Prikaz duljine repa čekanja i vremena kašnjenja na ulicama u okruženju Zapadnog kolodvora

Navedena repovi čekanja i vremena čekanja uzrokuju emisije ispušnih plinova koji su prikazani u Grafikonu 22. Sagledane su emisije Ugljičnog monoksida (CO), emisije Dušikovih oksida (NOx) i nepotpuno sagorjelih štetnih čestica (VOC).

Vidljivo je da se u Hanuševoj ulici, usprkos relativno malom repu čekanja stvaraju veće emisije štetnih plinova, a to je najvjerojatnije uzrokovano značajnim prometnim opterećenjem od oko 3.000 vozila/h.

Na Vodovodnoj ulici s sjeverne strane ŽCP stvaraju se emisije CO od 420 ppm, te emisije VOC od 97 ppm i emisije NOx od 82 g/m<sup>3</sup>. Na Magazinskoj ulici usprkos najdužem repu čekanja nisu i najveće emisije štetnih plinova, a razlog je u tome da je kratko vrijeme čekanja.



Grafikon 22. Prikaz emisija ispušnih plinova na ulicama u okruženju Zapadnog kolodvora.

Novo prometno rješenje u potpunosti bi uklonilo navedene repove i vremena čekanja, a grafički prikazi simulacije u programskom alatu PTV Vissim prikazano su na Slikama 59., 60., 61., 62.



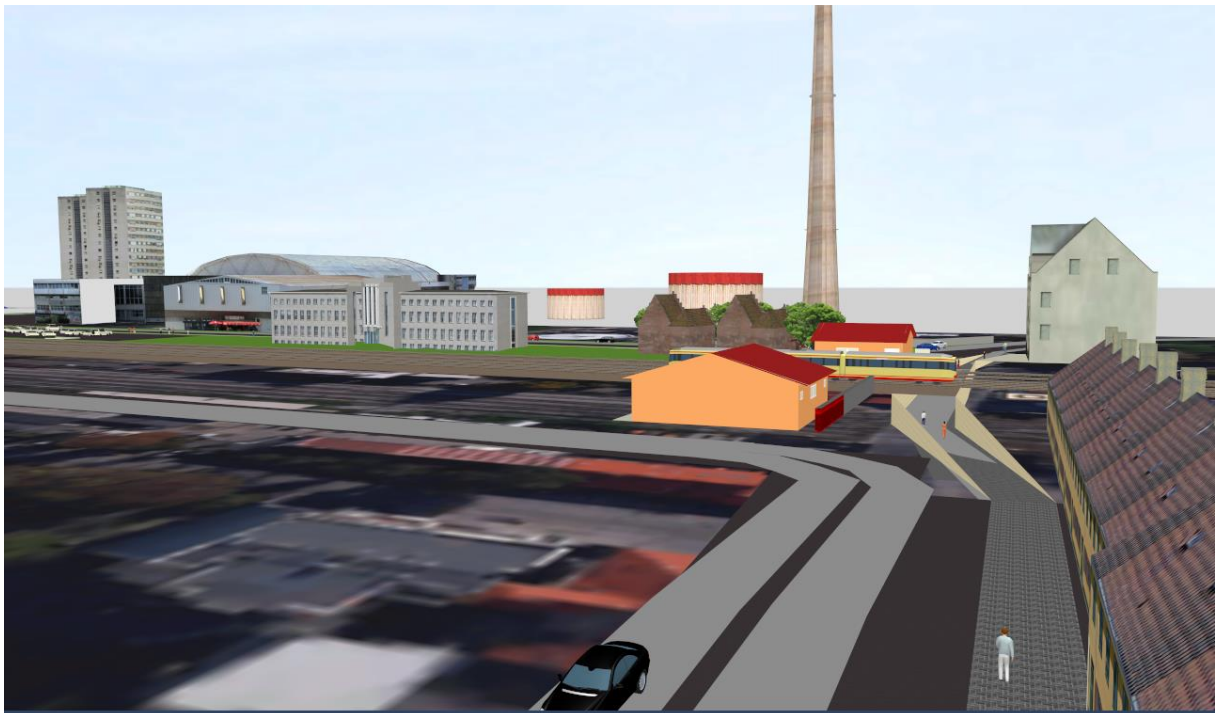
*Slika 59. Prikaz središnjeg pothodnika*



*Slika 60. Prikaz zelenog područja*



*Slika 61. Prikaz pothodnika Republike Austrije*



*Slika 62. Prikaz pothodnika Vodovodna*

## 7. ZAKLJUČAK

Stvaranje repova čekanja, velika vremena kašnjenja, učestalo nepoštivanje prometnih pravila od strane korisnika željezničko-cestovnih prijelaza koji na taj način ugrožavaju vlastitu, ali i sigurnost drugih korisnika željezničko-cestovnih prijelaza, otežana urbana mobilnost koji rezultiraju velikim emisijama ispušnih plinova, glavni su problemi prometnih tokova na području Zapadnog kolodvora. Metode za utvrđivanje postojećeg stanja i prijedlog novih rješenja polazne su osnove ovog rada. Temeljem rezultata primijenjenih relevantnih metoda dolazi se do konkretnih i mjerljivih čimbenika za donošenje ispravne odluke o potrebnim prometnim rješenjima.

Podaci koji su se prikupili metodom brojanja prometa i anketiranja od neizmjerne su važnosti za shvaćanje kretanja prometnih tokova na području Zapadnog kolodvora te mogućnosti povećanja sigurnosti i protočnosti prometa. Metodologijom se htjelo uvidjeti ponašanje korisnika željezničko-cestovnih prijelaza kada nisu svjesni da ih se promatra, sukladno tome uvidjeti ponašanje kada su kamera i osoba koja broji promet vidljivi, potaknuti ih na razmišljanje koliko je opasno prelaziti preko željezničko-cestovnog prijelaza kada su branici spušteni cilj je četvrtog dana, dok se petog dana sagledavaju rezultati provedene analize. Anketiranje pješaka, biciklista i vozača osobnih automobila provedeno je na uzorku od sveukupno 546 ispitanika, odnosno 313 ispitanika na lokaciji željezničko-cestovnog prijelaza Republike Austrije i 233 ispitanika na lokaciji željezničko-cestovnog prijelaza Vodovodna. Također treba spomenuti da se uz brojanje vršilo i snimanje postojećeg stanja u svrhu kontrole i lakše obrade podataka. Brojanje prometa provodilo se kroz pet dana u jutarnjim i popodnevним vršnim satima gdje se su posebno brojali pješaci i biciklisti u prekršaju, a posebno oni koji prolaze legalno. Takvom klasifikacijom željelo se dobiti uvid u navike korisnika ŽCP te uvidjeti promjene njihovog ponašanja kada su brojači i kamera bili vidljivi, a posebice razlike u ponašanju kada je bila prisutna policija i anketari. Utvrđeno ponašanje sudionika u prometu, ovisno o okolnostima (prisutan policijski službenik ili ne) ukazuje na značaj provedbe edukativnih programa i mjera prevencije. Važno je napomenuti da se anketa sastojala od osam kratkih i jasnih pitanja, kako bi se prikupio što veći uzorak, ali nedostatak je takvog pristupa manji broj pitanja, a posljedica toga je lošiji uvid u navike i potrebe korisnika željezničko-cestovnih prijelaza. Brojanjem prometa na specifičnim točkama dobila se slika o kretanju tokova motornih vozila na području Zapadnog kolodvora.

Analizom tokova pješaka i biciklista na željezničko-cestovnom prijelazu Vodovodna vidljivo je da svakog dana tim prijelazom u jutarnjim i popodnevним vršnim satima prosječno prolazi 1.000 pješaka i oko 300 biciklista od čega je 19,7 % prekršitelja dok istodobno prijelazom prolazi 1.500 automobila. Takva situaciju uzrokuje prosječne repove čekanja na ŽCP Vodovodna od 235 metara i prosječno vrijeme kašnjenja od 77 sekundi.

Željezničko-cestovnim prijelazom Republike Austrije u jutarnjim i popodnevним vršnim satima prosječno prolazi 2.000 pješaka, 106 biciklista i 80 vozila od čega je zabilježeno 43 % pješaka i biciklista u prekršaju. Veliki broj pješaka i biciklista nastavljaju se kretati preko pješačkog prijelaza na Hanuševoj ulici što stvara repove čekanja od 60 metara.

Za dobivanje detaljnog uvida i donošenje odluke o najboljoj varijanti korištena je metoda Analitičkog hijerarhijskog procesa. Ovom metodom uspoređivale su se svaka od varijanata na temelju definiranih kriterija i potkriterija. Najveća vrijednost dodijeljena je sigurnosnom kriteriju, zatim funkcionalnom kriteriju, potom kriteriju koji sagledava povećanje urbane mobilnosti pa ekološkom kriteriju, prostorno – urbanističkim pokazateljima, zatim ekonomskom kriteriju i najmanja vrijednost dodijeljena je



društvenim pokazateljima. Dodjeljivanje važnosti kriterijima i potkriterijima uvelike utječe na konačno rješenje, ali njima se definiraju glavne odrednice konačnog cilja. Stoga se promjenom važnosti nekog od kriterija dobiva osjetljivost rješenja na promjene važnosti kriterija. Dodjeljivanjem ekonomskom kriteriju najveću važnost kao najbolje rješenje dobiveni je isti rezultat, što ukazuje na pravilno postavljene omjere kriterija i potkriterija. Metode za vrednovanje predloženih varijanata novih prometnih rješenja ukazale su na prednosti implementacije novih rješenja, ali isto tako mogu dovesti i do zaključaka koji upućuju na glavne nedostatke navedenih varijanata. Obradom i analizom prikupljenih podataka predložena su tri varijanta rješenja, koja uključuju tri pješačko/biciklistička pothodnika i pješačko/biciklističku stazu za nastavak kretanja, zeleno područje kao mjesto gdje se može posuditi bicikl za nastavak kretanja gradom ili pak sigurno spremište bicikl, parkirališne površine te podvožnjaka za automobile iz smjera Nove ceste, ispod Zapadnog kolodvora s izlazom na ulicu Trg Francuske republike.

Predložena varijantna rješenja u potpunosti bi riješila probleme prometnih tokova na području Zapadnog kolodvora, ali ona do sada nisu bila predložena gradu Zagrebu i ne nalaze se u prostornim i urbanističkim planovima grada te nisu u skladu s trenutnim gradskim odlukama i svrsi namjene zemljišta. Prednost ovih varijantnih rješenja su povećanje urbane mobilnosti, sigurnosti, ekološke održivosti te će uvelike povećati protočnost na području Zapadnog kolodvora, ali u slučaju implementacije ovog rješenja potrebno će biti uskladiti načine regulacije i signalne planove na prometnoj mreži u blizini navedenog područja.

Varijanta 3 koja je nakon provedene analize proglašena najboljom, sastoji se od više elemenata koji nisu isključivo vezni jedan na drugog. Svaki od predloženih elemenata moguće je implementirati zavisno o mogućnostima Grada i dostupnosti financijskih sredstava. Najvažniji element cjelokupne varijante svakako su pothodnici za pješaka i bicikliste na mjestu željezničko-cestovnih prijelaza Republike Austrije i Vodovodna. Navedeni željezničko-cestovni prijelazi predstavljaju značajnu opasnost po sigurnost njihovih korisnika zbog učestalosti spuštenih branika. Svaki od ostalih navedenih elemenata doprinio bi poboljšanju mobilnosti i povećanju društvene vrijednosti toga dijela grada, a posebice Zapadnog kolodvora. Navedena varijanta temelji se na ekološkoj prihvatljivosti, potičući ekološki prihvatljive vidove prometa, a koji utječu na smanjenje emisije štetnih plinova. Implementacijom navedene varijante sigurnost pješaka i biciklista na tome području više ne bi bila dovedena u pitanje, a urbana mobilnost na području Zapadnog kolodvora izrazito poboljšana.

## LITERATURA

- [1] *Action Plan on Urban Mobility, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Brussels, 2009.*
- [2] *WHITE PAPER Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system, Brussels, 2011.*
- [3] *Urban mobility package, frequently asked questions, Brussels, 2013.*
- [4] *Strategija prometnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje od 2014. do 2030. godine, NN 131/14.*
- [5] Bunijevac, H.: Izgradnja pruge Zidani Most – Zagreb – Sisak kao početak oblikovanja zagrebačkog željezničkog čvorišta, Zbornik znanstvenog skupa „Stočetdeset godina željeznice u Zagrebu“, 2003.
- [6] Barić, D.: Model planiranja prometno-tehnoloških projekata u funkciji razvoja željeznice, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, doktorska disertacija, Zagreb 2010.
- [7] Tibljaš, A.D., Karleuša B. i Dragičević N.: Pregled primjene metoda višekriterijske analize pri donošenju odluka o prometnoj infrastrukturi, Građevinar, 2013, 7 ur.
- [8] *STUDIJA I PROGRAM UNAPREĐENJA SIGURNOSTI I FUNKCIONIRANJA JEDNORAZINSKIH PUTNIH PRIJELAZA PREKO PRUGA HŽ-a NA PODRUČJU GRADA ZAGREBA, Zagreb 2010.*
- [9] Starčević, M.: Model procjene rizika na željezničko-cestovnim prijelazima, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Doktorska disertacija, Zagreb 2014.
- [10] Silla, A.: Improving safety on Finnish railways by prevention of trespassing, doktorska disertacija, Espoo, Finska, 2013.
- [11] Vilke, S.: Optimizacija kopnene prometne infrastrukture između Paneuropskog koridora V i ogranka VB, doktorska disertacija, Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka 2012.
- [12] Poletan, T.: Višekriterijska analiza u valoriziranju Paneuropskog koridora VB, Pomorstvo, 2005.
- [13] Pilko, H.: Optimiziranje oblikovne i sigurnosne komponente raskrižja s kružnim tokom prometa, doktorska disertacija, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2012.
- [14] Agarwal, P. K., Patil, P. K. i Mehar, R.: A Methodology for Ranking Road Safety Hazardous Locations Using Analytical Hierarchy Process, 2nd Conference of Transportation Research Group of India (2nd CTRG), 2012.
- [15] <https://www.google.hr/maps/@45.8105718,15.9571098,735m/data=!3m1!1e3?hl=hr>, posjećeno 10. 03. 2016.
- [16] <https://geoportal.zagreb.hr/Karta>, posjećeno 10. 03. 2016.
- [17] <http://www.mapiranjetresnjevke.com/kvartovi/stara-tresnjevka/zid-z-kolodvora/>, posjećeno 25.07.2016.

- [18] Zakon o sigurnosti i inoperabilnosti željezničkog sustava, NN 110/15.
- [19] Toš, Z.: Signalizacija u željezničkom prometu, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2013.
- [20] Pravilniku o izvanrednim događajima u željezničkom prometu, NN 40/07.
- [21] Legac, I: Gradske prometnice, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011., str. 36 - 54.
- [22] Istraživanje mjera povećanja sigurnosti na željezničko-cestovnim prijelazima, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za cestovni promet, Interni podatci, 2016.
- [23] <http://www.new-atlantic.net/wp-content/uploads/2014/04/6312-cropped.jpg>, posjećeno 11. 04. 2016.
- [24] <http://lorisandassociates.com/wp-content/uploads/2010/10/elmers-underpass-0051.jpg>, posjećeno 11. 04. 2016.
- [25] Saaty, T. L.: Decision making with the analytic hierarchy process, International Journal of Services Sciences 1(1): 83–98, 2008.
- [26] Road Safety Country Overview – Croatia, Brussels 2015.
- [27] [http://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/StatInfo/pdf/StatInfo2016.pdf](http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/StatInfo/pdf/StatInfo2016.pdf), posjećeno 23.08.2016.

## POPIS SLIKA

Slika 1. Podjela višekriterijskog odlučivanja .....	3
Slika 2. Makro položaj Zapadnog kolodvora .....	6
Slika 3. Namjena korištenja zemljišta u okolici Zapadnog kolodvora .....	7
Slika 4. Zid od betonskih blokova uzduž Magazinske ulice .....	7
Slika 6. Željezničko-cestovni prijelazi na području Zapadnog kolodvora .....	8
Slika 7. Način osiguranja željezničko-cestovnih prijelaza na području Zapadnog kolodvora.....	10
Slika 8. Anketiranje korisnika željezničko-cestovnog prijelaza Republike Austrije .....	14
Slika 9. Nepoštivanje prometnih propisa na ŽCP Vodovodna .....	19
Slika 10. Primjer pothodnika Greensboro, North Carolina, USA.....	27
Slika 11. Primjer pothodnika u Boulder, Colorado, USA .....	27
Slika 12. Prikaz Varijante 1 .....	28
Slika 13. Prikaz udaljenosti željezničko-cestovnih prijelaza od Zapadnog kolodvora .....	29
Slika 14. Prikaz Varijante 2 .....	30
Slika 15. Prikaz položaj podvožnjaka u gradskoj mreži prometnica .....	31
Slika 16. Sadašnji način regulacije prometa .....	32
Slika 17. Predloženi način regulacije prometa .....	32
Slika 18. Prikaz uličnih parkirališta .....	32
Slika 19. Prijedlog promjene prometne regulacije u ulici grada Mainza.....	33
Slika 20. Prikaz Varijante 3 .....	34
Slika 21. Hijerarhijska struktura AHP modela [6] .....	35
Slika 22. Hijerarhijska struktura AHP modela.....	36
Slika 23. Prikaz rangiranih kriterija u programskom alatu Expert Choice .....	38
Slika 24. Prikaz rangiranih potkriterija u skupini kriterija „Sigurnost na ŽCP“ u programskom alatu Expert Choice.....	39
Slika 25. Prikaz rangiranih potkriterija u skupini kriterija „Funkcionalna učinkovitost“ u programskom alatu Expert Choice.....	39
Slika 26. Prikaz rangiranih potkriterija u skupini kriterija „Povećanje urbane mobilnosti“ u programskom alatu Expert Choice .....	40
Slika 27. Prikaz rangiranih potkriterija u skupini kriterija „Prostorno-urbanistički pokazatelji“ u programskom alatu Expert Choice .....	41
Slika 28. Prikaz rangiranih potkriterija u skupini kriterija „Ekološki pokazatelji“ u programskom alatu Expert Choice.....	41
Slika 29. Prikaz rangiranih potkriterija u skupini kriterija „Ekonomski pokazatelji“ u programskom alatu Expert Choice.....	42
Slika 30. Prikaz rangiranih potkriterija u skupini kriterija „Društveni pokazatelji“ u programskom alatu Expert Choice.....	42
Slika 31. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Sigurnost pješaka i biciklista“ u programskom alatu Expert Choice.....	43
Slika 32. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Broj prometnih nesreća“ u programskom alatu Expert Choice.....	44
Slika 33. Prikaz konfliktnih točaka .....	45
Slika 34. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Broj konfliktnih točaka“ u programskom alatu Expert Choice .....	45

Slika 35. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Duljina repa čekanja“ u programskom alatu Expert Choice.....	46
Slika 36. Duljine i vremena putovanja pješaka do stanica JGP-a.....	48
Slika 37. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Vrijeme putovanja do stanica JGP-a“ u programskom alatu Expert Choice .....	48
Slika 38. Varijanta 3 .....	49
Slika 39. Varijanta 2 .....	49
Slika 40. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Tokovi pješaka“ u programskom alatu Expert Choice .....	50
Slika 41. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Tokovi motornih vozila“ u programskom alatu Expert Choice.....	50
Slika 42. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Uklapanje u gradsku mrežu prometnica“ u programskom alatu Expert Choice .....	50
Slika 43. Zauzimanje površine .....	51
Slika 44. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Zauzimanje površine“ u programskom alatu Expert Choice.....	52
Slika 45. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Utjecaj na vizure grada“ u programskom alatu Expert Choice.....	52
Slika 46. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Prenamjena postojećih prometnih površina u mirovanju“ u programskom alatu Expert Choice .....	53
Slika 47. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Razina buke“ u programskom alatu Expert Choice .....	53
Slika 48. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Poticanje ekoloških vidova prometa“ u programskom alatu Expert Choice .....	54
Slika 49. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Troškovi izgradnje“ u programskom alatu Expert Choice.....	54
Slika 50. Relacije kretanja pješaka do stajališta JGP-a.....	55
Slika 51. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Trošak putovanja do stajališta JGP-a“ u programskom alatu Expert Choice .....	56
Slika 52. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Koristi od naplate novih površina prometa u mirovanju“ u programskom alatu Expert Choice .....	56
Slika 53. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Povećanje atraktivnosti lokacije“ u programskom alatu Expert Choice.....	57
Slika 54. Izbor optimalne varijante.....	58
Slika 55. Grafički prikaz izbora optimalne varijante .....	58
Slika 56. Rangiranje kriterija prije analize osjetljivosti .....	59
Slika 57. Rangiranje kriterija nakon analize osjetljivosti .....	60
Slika 58. Prikaz područja obuhvata simulacije [15] .....	61
Slika 59. Prikaz središnjeg pothodnika .....	63
Slika 60. Prikaz zelenog područja .....	63
Slika 61. Prikaz pothodnika Republike Austrije .....	64
Slika 62. Prikaz pothodnika Vodovodna .....	64

## POPIS TABILCA

Tablica 1. Oznaka pruge i stacionaža željezničko-cestovnih prijelaza R. Austrije i Vodovodna .....	9
Tablica 2. Broj izvanrednih događaja na željezničko-cestovnim prijelazima R. Austrije i Vodovodna..	11
Tablica 3. Prikaz metodologije istraživanja .....	12
Tablica 4. Razlozi nepropisnog prelaska željezničko-cestovnim prijelazom Republike Austrije .....	18
Tablica 5. Razlozi ilegalnog prelaska željezničko-cestovnim prijelazom Vodovodna .....	24
Tablica 6. Saatyeva skala .....	36
Tablica 7. Dodijeljene ocjene prema Saaty-u za kriterije .....	38
Tablica 8. Dodijeljene ocjene prema Saaty-u za potkriterije u skupini kriterija „Sigurnost na ŽCP“ ....	39
Tablica 9. Dodijeljene ocjene prema Saaty-u za potkriterije u skupini kriterija „Funkcionalna učinkovitost“ .....	39
Tablica 10. Dodijeljene ocjene prema Saaty-u za potkriterije u skupini kriterija „Povećanje urbane mobilnosti“ .....	40
Tablica 11. Dodijeljene ocjene prema Saaty-u za potkriterije u skupini kriterija „Prostorno-urbanistički pokazatelji“ .....	40
Tablica 12. Dodijeljene ocjene prema Saaty-u za potkriterije u skupini kriterija „Ekološki pokazatelji“ .....	41
Tablica 13. Dodijeljene ocjene prema Saaty-u za potkriterije u skupini kriterija „Ekonomski pokazatelji“ .....	42
Tablica 14. Dodijeljene ocjene prema Saaty-u za potkriterije u skupini kriterija „Društveni pokazatelji“ .....	42
Tablica 15. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Sigurnost pješaka i biciklista“ .....	43
Tablica 16. Trošak (€) po posljedici prometne nesreće u Hrvatskoj, u odnosu na prosjek EU .....	44
Tablica 17. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Broj prometnih nesreća“ .....	44
Tablica 18. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Broj konfliktnih točaka“ .....	45
Tablica 19. Rangiranje varijanata prema potkriterijima „Duljina repa čekanja“ i „Prosječno vrijeme čekanja“ .....	46
Tablica 20. Rangiranje varijanata prema potkriteriju "Vrijeme putovanja do stanica JGP-a“ .....	48
Tablica 21. Potrebna površina za izgradnju varijantnih rješenja u m2.....	51
Tablica 22. Rangiranje varijanata prema potkriteriju "Zauzimanje površine“ .....	51
Tablica 23. Rangiranje varijanata prema potkriteriju "Zahtjevnost izvedbe“ .....	52
Tablica 24. Rangiranje varijanata prema potkriteriju "Prenamjena postojećih prometnih površina u mirovanju“ .....	52
Tablica 25. Prikaz troškova putovanja do stajališta JGP-a.....	55
Tablica 26. Rangiranje varijanata prema potkriteriju "Trošak putovanja do stajališta JGP-a“.....	56
Tablica 27. Rangiranje varijanata prema potkriteriju " Koristi od naplate novih površina prometa u mirovanju“ .....	56

## POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Rezultati sumiranih podataka za pješake i bicikliste na ŽCP Republike Austrije .....	13
Grafikon 2. Rezultati brojanja motornih vozila na ŽCP Republike Austrije .....	13
Grafikon 3. Prikaz zatvorenosti željezničko-cestovnog prijelaza Republike Austrije .....	14
Grafikon 4. Prikaz anketiranih ljudi po spolu na ŽCP Republike Austrije .....	15
Grafikon 5. Dobna struktura anketiranih ljudi na ŽCP Republike Austrije .....	15
Grafikon 6. Učestalost korištenja željezničko-cestovnog prijelaza Republike Austrije .....	16
Grafikon 7. Svrha prelaska željezničko-cestovnim prijelazom Republike Austrije .....	16
Grafikon 8. Prikaz anketiranih ljudi po blizini stanovanja ŽCP Republike Austrije .....	17
Grafikon 9. Prikaz anketiranih ljudi po znanju o kazni za nepropisan prelazak ŽCP Republike Austrije .....	17
Grafikon 10. Prikaz sumiranih analiziranih podataka na ŽCP Vodovodna .....	18
Grafikon 11. Prikaz analiziranih podataka za motorna vozila na ŽCP Vodovodna .....	20
Grafikon 12. Prikaz zatvorenosti željezničko-cestovnog prijelaza Vodovodna .....	20
Grafikon 13. Prikaz anketiranih ljudi po spolu na ŽCP Vodovodna .....	21
Grafikon 14. Prikaz anketiranih ljudi po starosti na ŽCP Vodovodna .....	21
Grafikon 15. Prikaz anketiranih ljudi po učestalosti prelaska na ŽCP Vodovodna .....	22
Grafikon 16. Prikaz anketiranih ljudi po svrsi prelaska na ŽCP Vodovodna .....	22
Grafikon 17. Prikaz anketiranih ljudi po blizini stanovanja ŽCP Vodovodna .....	23
Grafikon 18. Prikaz anketiranih ljudi po znanju o kazni za nepropisan prelazak ŽCP Vodovodna .....	23
Grafikon 19. Broj korisnika ŽCP u prekršaju s obzirom na dan analize .....	24
Grafikon 20. Prosječno vrijeme čekanja i duljina repa čekanja .....	46
Grafikon 21. Prikaz duljine repa čekanja i vremena kašnjenja na ulicama u okruženju Zapadnog kolodvora .....	62
Grafikon 22. Prikaz emisija ispušnih plinova na ulicama u okruženju Zapadnog kolodvora .....	62

PRILOZI