

# Višekriterijska analiza prometnih rješenja u gravitacijskom području putničkih terminala u Ivanić Gradu

---

Klak, Helena

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:894714>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-10**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

Helena Klak

VIŠEKRITERIJSKA ANALIZA PROMETNIH  
RJEŠENJA U GRAVITACIJSKOM PODRUČJU  
PUTNIČKIH TERMINALA U IVANIĆ GRADU

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2022.

Zagreb, 5. travnja 2022.

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

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 6804

Pristupnik: **Helena Klak (0135251432)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Višekriterijska analiza prometnih rješenja u gravitacijskom području putničkih terminala u Ivanić Gradu**

### Opis zadatka:

Istraživanje u diplomskom radu treba obuhvatiti analizu postojećeg stanja sigurnosti i mobilnosti sudionika u prometu u gravitacijskom području putničkih terminala u Ivanić Gradu, predložiti nova primjenjiva prometna rješenja, vrednovati ih odabranom metodom višekriterijske analize te izabrati optimalno rješenje koje može doprinijeti povećanju sigurnosti i mobilnosti svih sudionika u prometu u analiziranom području. Zaključno, autor treba dati svoj osvrt na rezultate provedenog istraživanja.

Mentor:



---

izv. prof. dr. sc. Danijela Barić

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

VIŠEKRITERIJSKA ANALIZA PROMETNIH RJEŠENJA U  
GRAVITACIJSKOM PODRUČJU PUTNIČKIH TERMINALA U  
IVANIĆ GRADU

MULTI-CRITERIA ANALYSIS OF TRAFFIC SOLUTIONS IN  
THE GRAVITY AREA OF PASSENGER TERMINALS IN IVANIĆ  
GRAD

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

Student: Helena Klak

JMBAG: 0135251432

Zagreb, rujan 2022.

## SAŽETAK

Gravitacijska zona putničkih terminala obuhvaća prostor s kojeg se pokreću tokovi prijevoza putnika koji u jednoj fazi svog kretanja prolaze kroz terminal. Putnički terminali su mjesta koja su namijenjena za prihvat i otpremu putnika i robe, a u ovom diplomskom radu analiziraju se autobusni i željeznički terminal u Ivanić Gradu. Navedeni terminali nalaze se jedan pored drugog, a dijeli ih željezničko-cestovni prijelaz (ŽCP) koji je mjesto križanja željezničke pruge ili industrijskoga kolosijeka i ceste u istoj razini. Također, željezničko-cestovni prijelaz može uključivati i križanja s pješačkom i biciklističkom stazom ili drugim putovima namijenjenim prolasku ljudi, životinja, vozila ili strojeva te gledano sa stajališta sigurnosti predstavljaju prometna područja visokog rizika nastanka prometnih nesreća. Kako bi se povećao stupanj motorizacije i sigurnost odvijanja prometa na željezničko-cestovnim prijelazima u gradovima, potrebno je ukloniti nepovoljna postojeća rješenja i primijeniti nova tehnička rješenja i mjere. Zadatak ovog diplomskog rada je analiziranje gravitacijskog područja putničkih terminala u Ivanić Gradu i predlaganje novih rješenja za prometne tokove kako bi se povećala sigurnost i omogućilo slobodnije kretanje svih sudionika u prometu na tom istom području. Prijedlozi novih rješenja vrednovani su metodom Analitičkog hijerarhijskog procesa uz programsku podršku Expert Choice, a na temelju rezultata tog vrednovanja izrađena je analiza osjetljivosti i izabrano je optimalno rješenje.

KLJUČNE RIJEČI: sigurnost; željezničko-cestovni prijelaz; višekriterijska analiza; varijante; Ivanić Grad

## **SUMMARY**

The gravity zone of passenger terminals includes the space from which the flows of passenger transport are started, which in one phase of their movement pass through the terminal. Passenger terminals are places intended for receiving and shipping passengers and goods, and this thesis analyzes bus and railway terminals in Ivanić Grad. The mentioned terminals are located next to each other, and they are separated by a railway-road crossing (ŽCP), which is the place where the railway line or industrial track and the road cross at the same level. Also, a railway-road crossing can include crossings with a pedestrian and bicycle path or other roads intended for the passage of people, animals, vehicles or machines, and from a safety point of view, they represent traffic areas with a high risk of traffic accidents. In order to increase the degree of motorization and the safety of traffic at rail-road crossings in cities, it is necessary to remove unfavourable existing solutions and apply new technical solutions and measures.

This thesis aims to analyze the gravity area of passenger terminals in Ivanić Grad and propose new solutions for traffic flows to increase safety and enable freer movement of all traffic participants in that same area. Proposals for new solutions were evaluated using the Analytical Hierarchical Process method with Expert Choice program support. Based on the results of that evaluation, a sensitivity analysis was made, and the optimal solution was chosen.

**KEY WORDS:** safety; level crossing; multi-criteria analysis; variants; Ivanić Grad

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. POLAZNE OSNOVE .....	3
3. METODE ISTRAŽIVANJA .....	5
3.1. METODA ANALIZE .....	6
3.2. METODA SINTEZE.....	7
3.3. STATISTIČKA METODA .....	8
3.4. METODA BROJANJA PROMETA.....	9
3.5. METODA PROMATRANJA .....	11
3.6. METODA ANKETIRANJA .....	12
3.7. METODA ANALITIČKOG HIJERARHIJSKOG PROCESA .....	13
4. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA.....	16
4.1. ZONA OBUHVATA .....	16
4.2. ANALIZA PROSTORNO-PLANSKE DOKUMENTACIJE .....	18
4.3. ANALIZA POSTOJEĆE PROMETNE INFRASTRUKTURE .....	19
4.4. ANALIZA PROMETNIH TOKOVA .....	22
4.5. ANALIZA SIGURNOSTI .....	29
4.6. ANALIZA PROMETA U MIROVANJU.....	33
4.7. STATISTIKA PROMETNIH NESREĆA I PUTNIČKIH TERMINALA.....	35
4.8. ANALIZA ANKETIRANJA .....	37
5. PRIJEDLOG NOVIH PROMETNIH RJEŠENJA.....	42
5.1. VARIJANTA 1 .....	42
5.2. VARIJANTA 2 .....	45
5.3. VARIJANTA 3 .....	47
6. VREDNOVANJE PREDLOŽENIH PROMETNIH RJEŠENJA METODAMA VIŠEKRITERIJSKE ANALIZE.....	49
6.1. HIJERARHJSKA STRKTURA AHP MODELA.....	49

6.2. RANGIRANJE KRITERIJA I POTKRITERIJA .....	52
6.3. VREDNOVANJE VARIJANATA .....	55
6.3.1. SIGURNOST NA ŽCP-U .....	55
6.3.2. PROMETNO-TEHNOLOŠKI POKAZATELJI.....	57
6.3.3. POKAZATELJI TROŠKOVA.....	61
6.3.4. DRUŠTVENI POKAZATELJI.....	63
6.3.5. PROSTORNO-URBANISTIČKI POKAZATELJI .....	64
6.3.6. EKOLOŠKI POKAZATELJI .....	66
6.4. IZBOR OPTIMALNE VARIJANTE.....	68
6.5. ANALIZA OSJETLJIVOSTI .....	69
7. RASPRAVA I ZAKLJUČCI .....	71
LITERATURA.....	73
POPIS SLIKA .....	75
POPIS TABLICA.....	78
POPIS GRAFIKONA .....	79



## 1. UVOD

Jedan od sastavnih dijelova koji su potrebni za širenje i razvoj grada i gradskih područja je razvoj infrastrukture svih prometnih grana te ulaganje u tu istu infrastrukturu. Osim ulaganja u infrastrukturu, da bi prometni sustav funkcionirao, potrebno je povećati sigurnost svih sudionika u prometu, poboljšati mobilnost u gradu te različitim tehničkim mjerama pokušati smanjiti duljine i vremena putovanja. U ovom diplomskom radu promatra se i analizira cestovna i željeznička infrastruktura koja se nalazi u gravitacijskom području putničkih terminala koji pokriva urbano područje grada Ivanić Grada. Terminali koji služe za prijevoz putnika su mjesta na kojima putnik započinje ili završava putovanje, a ovaj diplomski rad podrazumijeva terminale čija je osnovna funkcija prijevoz putnika u prigradskom, međugradskom i međuzupanijskom putničkom prometu. Razvojem navedenog grada i velikog broja sudionika u prometu koji prolaze željezničko-cestovnim prijelazom (ŽCP) do željenih putničkih terminala što prikazuju podaci brojanja prometa te neodgovarajuće parkirališne površine uzrokovali su da postojeća cestovna i infrastruktura koja je namijenjena pješačkom prometu ne može ispuniti sve prometne zahtjeve koje su potrebne stanovnicima Ivanić Grada. Željezničko-cestovni prijelazi percipirani su kao opasna mjesta zbog velikog broja ozbiljnih nesreća, nesreća i incidenta i posebice lomova polubranika. Međutim, uzrok navedenome je u najvećoj mjeri (oko 95%) [1] nepoštivanja prometnih pravila i propisa korisnika ŽCP-a koji nisu svjesni posljedica njihovog rizičnog ponašanja zbog velikih razlika između masa cestovnih i željezničkih vozila, njihovih zaustavnih puteva, a ponajviše radi velikih razlika u brzinama kretanja. Usprkos velikoj usredotočenosti na povećanje sigurnosti još uvijek je rizično ponašanje korisnika ŽCP-a ozbiljan problem kako za cestovni i željeznički tako i za pješački promet.

Zadatak ovog diplomskog rada je analizirati postojeće stanje u zoni istraživanja, predložiti nova prometna rješenja koje će doprinijeti poboljšanju odvijanja cestovnog i željezničkog prometa, osigurati korisnicima međugradskog prijevoza brz i kvalitetan pristup putničkim terminalima i riješiti problem parkirališnog prostora oko putničkih terminala kojeg najčešće koristi stanovništvo iz udaljenih naselja, a koja će se vrednovati metodom višekriterijske analize kako bi se izabralo optimalno prometno rješenje koje može doprinijeti povećanju sigurnosti i mobilnosti sudionika u prometu, smanjenju repova čekanja i povećanju protočnosti na analiziranom području, a čijom bi se realizacijom postigao nesmetano i sigurno odvijanje prometnih tokova na željezničko-cestovnom prijelazu u gravitacijskom području putničkih terminala u Ivanić Gradu.

Rad je podijeljen u 7 cjelina:

1. Uvod
2. Polazne osnove
3. Metode istraživanja
4. Analiza postojećeg stanja
5. Prijedlog novih prometnih rješenja
6. Vrednovanje predloženih rješenja metodama višekriterijske analize
7. Rasprava i zaključci.

Nakon Uvoda, u drugom poglavlju rada navedene su polazne osnove odnosno znanstveni i stručni radovi raznih autora koji su provodili isto ili slično istraživanje ili proučavali problematiku koja se navodi i u ovom diplomskom radu, a njihovi prijedlozi ili zaključci koriste se kao smjernice za izradu ovog diplomskog rada.

Treće poglavlje navodi sve tehnike i strategije te njihove definicije, praktične primjene i temeljne karakteristike koje su se koristile za analizu i prikupljanje podataka u postupku istraživanja.

U četvrtom poglavlju dati su podaci brojanja pomete u vršnim i izvanvršnim satima, definirana je zona obuhvata istraživanja na mikro i marko lokaciji te je analizirano postojeće stanje gravitacijskog područja putničkih terminala u Ivanić Gradu i napravljena je analiza prometne infrastrukture za motorni i pješački promet.

Na temelju provedene analize postojećeg stanja, peto poglavlje opisuje nova predložena prometna rješenja za rekonstrukciju koja se izrađuju u programskom alatu AutoCad i koja bi riješila probleme prometnih tokova na gravitacijskom području putničkih terminala u Ivanić Gradu i unaprijedila taj isti sustav u cjelini.

Kako bi se odredilo optimalno varijantno rješenje, u šestom poglavlju vrši se višekriterijska analiza uz primjenu AHP metode koja se temelji na usporedbi predloženih varijanta, a za izabrano optimalno rješenje izrađena je analiza osjetljivosti.

Na završetku diplomskog rada, autor je dao svoj kratki osvrt i komentar na rezultate koji su dobiveni na temelju metoda istraživanja i na provedenu višekriterijsku analizu prema kojoj je izabrano optimalno rješenje.

## 2. POLAZNE OSNOVE

Zbog trenutne neodgovarajuće prometne infrastrukture za motorizirani i nemotorizirani promet na gravitacijskom području putničkih terminala u Ivanić Gradu javlja se potreba za prometnom analizom postojećeg stanja. Pješaci su najugroženija skupina sudionika u prometu i potrebno im je omogućiti siguran i kvalitetan pristup putničkim terminalima i put do željenih odredišta. Autori *Pitsiava-Latinopoulou M.* i *Iordanopoulos P.* u svom radu pod nazivom *Intermodal Passengers Terminals: Design standards for better level of service* [2] navode da je intermodalnost jedna od sastavnih dijelova održive mobilnosti prometa i posebno je važna u visoko zagušenim urbanim područjima. Iako su intermodalni putnički terminali mjesta sučeljavanja različitih vrsta prijevoza putnika, smatraju da bi putnički terminali trebali biti smješteni na lokacije koje su dostupne svim potencijalnim korisnicima javnog prijevoza, a naročito osobama s teškoćama u kretanju. Također, smatraju da uža područja putničkih terminala moraju biti osigurana, a pješačke udaljenosti između terminala što kraća. Za osobe koje koriste svoja osobna vozila do putničkih terminala potrebno je osigurati prostor za parkiranje koji bi im bio lako dostupan i da se nalazi što bliže putničkih terminalima.

Prometni sustav i prometna infrastruktura bitna je za gospodarski razvoj kao i za povezivanje urbanih područja. Kod odabira rekonstrukcije ili izgradnje odgovarajuće prometne infrastrukture koja omogućava odvijanje prometa, autori *Barić D.*, *Pilko H.* i *Strujić J.* u svom članku koji se naziva *An Analytic Hierarchy Process Model to Evaluate Road Section Design* [3] daju naglasak na višekriterijsko odlučivanje koje uključuje ekonomske, tehnološke i tehničke čimbenike. Metoda Analitičkog hijerarhijskog procesa sve više se koristi za rješavanje prometnih problema, planiranje prometne infrastrukture ili za ocjenu dizajna dionice ceste u urbanim područjima pomoću različitih ponderiranja kriterija i potkriterija.

Najkritičniju točku u promatranom gravitacijskom području u Ivanić Gradu predstavlja željezničko-cestovni prijelaz u istoj razini koji se sastoji od infrastrukture za motorni i pješački promet odnosno prometni tokovi nisu fizički razdvojeni te željezničko-cestovni prijelaz predstavlja točku visokog rizika nastanka prometne nesreće. Za povećanje sigurnosti svih sudionika u prometu i smanjenje mogućnosti nastanka prometnih nesreća na željezničko-cestovnom prijelazu, u svom znanstvenom radu pod nazivom *Safety at Level Crossings: Comparative Analysis* autori *Starčević M.*, *Barić D.* i *Pilko H.*, smatraju da je jedino u potpunosti učinkovito rješenje potpuno razdvajanje cestovnog i željezničkog prometa u dvije razine odnosno denivelacija prijelaza (podvožnjak ili nadvožnjak) čime bi se i uklonilo

nepropisno kretanje sudionika prometa, iako se i drugim mjerama (infrastrukturnim, edukativnim) može utjecati na povećanje sigurnosti i smanjenje nesreća [4].

Prema statističkim podacima [5] na željezničko-cestovnom prijelazu u gravitacijskom području putničkih terminala u Ivanić Gradu u posljednjih sedam godina nije bilo prometnih nesreća sa poginulima, ali su i dalje prisutni tzv. „divlji prijelazi“ koji predstavljaju mjesta nedozvoljenog prelaska sudionika u prometu preko puge. Rizično ponašanje i nepoštivanje prometnih propisa sudionika u prometu dovode do povećavanja mogućnosti nastanka prometnih nesreća kao i stradavanja pješaka u prometu. Autori *G. S. Larue, R. Blackman i J. Freeman* u radu pod nazivom *Frustration at congested railway level crossings: How long before extended closures result in risky behaviours?* [6] proveli su analizu razloga nepoštivanja prometnih propisa preko željezničko-cestovnog prijelaza koja se odvijala u simulatoru vožnje. Prilikom usporedbe rezultata došli su do zaključka da produljenjem vremena čekanja na prijelazu povisuju se i frustracije sudionika u prometu što povećava vjerojatnost rizičnog ponašanja sudionika te smatraju da bi se vrijeme čekanja trebalo smanjiti na manje od 3 minute.

Autori *J. Ortega, J. Toth i T. Peter* u svom članku pod nazivom *Planning a Park and Ride System: A Literature Review* [7] daju naglasak na Park&Ride sustav kao jednu od bitnih komponenata za upotpunjavanje urbanog područja grada. Smatraju da je Park&Ride sustav intermodalna poveznica između vozila sudionika u prometu i vozila javnog gradskog prijelaza odnosno točka modalne razmjene gdje korisnici privatnih vozila prelaze na održivi načini prijevoza odnosno na javni gradski prijevoz.

### 3. METODE ISTRAŽIVANJA

Na pitanja što, zašto i na koji način se provodi istraživanje i vrši analiza nekog problema odgovaraju metode istraživanja. Metoda općenito znači planski postupak ispitivanja i istraživanja neke pojave, odnosno način rada za ostvarivanje nekog cilja na filozofskom, znanstvenom, političkom ili praktičnom području [8]. Drugim riječima, sve tehnike, alati i postupci koji se koriste za prikupljanje i analizu informacija kod provođenja istraživanja su metode istraživanja. Osnovna zadaća metoda istraživanja je pronalazak rješenja koji se odnosi na problem istraživanja, a istraživanje se definira kao sustavan i aktivan proces promatranja čiji je cilj otkrivanje, tumačenje i analiziranje činjenica. Proces istraživanja sastoji se od sljedećih koraka:

- otkrivanje problema istraživanja
- formiranje hipoteze odnosno pitanja istraživanja
- izrada odgovarajućeg istraživanja
- provođenje analize i prikupljanje rezultata
- ispitivanje hipoteze
- interpretacija i rasprava
- iznošenje zaključka na temelju dobivenih podataka.

U procesu znanstvenog istraživanja i kod sustavnog otkrivanja nekih znanstvenih spoznaja, gdje već postoje neke znanstvene činjenice, stavovi, zaključci i teorije prema kojima se izrađuju znanstveni i stručni dijelovi, najvažnije znanstvene metode koje se koriste su: induktivna i deduktivna metoda, metoda analize i sinteze, metoda apstrakcije i konkretizacije, metoda klasifikacije, komparativna metoda, metoda modeliranja, kibernetička metoda, eksperimentalna metoda, itd. [8].

Osnovne karakteristike znanstvenih metoda istraživanja pomoću kojih se proučavaju i otkrivaju znanstvene spoznaje su:

1. **OBJEKTIVNOST** – daje uvid u stvarnost onakva kakva jest i vrši detaljno ispitivanje i analizu znanstvenih spoznaja bez pristranosti i predrasuda
2. **POUZDANOST** – zahtijeva od istraživača da moraju argumentirati i obrazložiti svaki stav kojeg izlažu na temelju znanstvenih istraživanja
3. **PRECIZNOST** – svako opažanje, odnosno svaki znanstveni problem koji je realiziran putem znanstvenih metoda i postupaka, potrebno je precizno odrediti, a dobivene informacije i rezultate pažljivo i pravilno prikupiti i zabilježiti

4. SUSTAVNOST – svi elementi koje istraživač promatra moraju biti međusobno i funkcionalno povezani u jedan sustav odnosno vrši se analiza neke pojave, predmeta u vremenu i njezina povezanost s ostalim elementima
5. OPĆENITOST – metode moraju omogućiti otkrivanja, istraživanja i analiziranja svih općih karakteristika pojava, odnosa i njihovih zajedničkih obilježja koji su usmjereni na otkrivanje nekih zakonitosti i znanstvenih spoznaja [8].

U ovom diplomskom radu koristile su se znanstvene metode, metoda višekriterijskog odlučivanja i suvremena metoda, a one su:

- ✓ metoda analize
- ✓ metoda sinteze
- ✓ statistička metoda
- ✓ metoda brojanja prometa
- ✓ metoda promatranja
- ✓ metoda anketiranja
- ✓ metoda analitičkog hijerarhijskog procesa.

### **3.1. METODA ANALIZE**

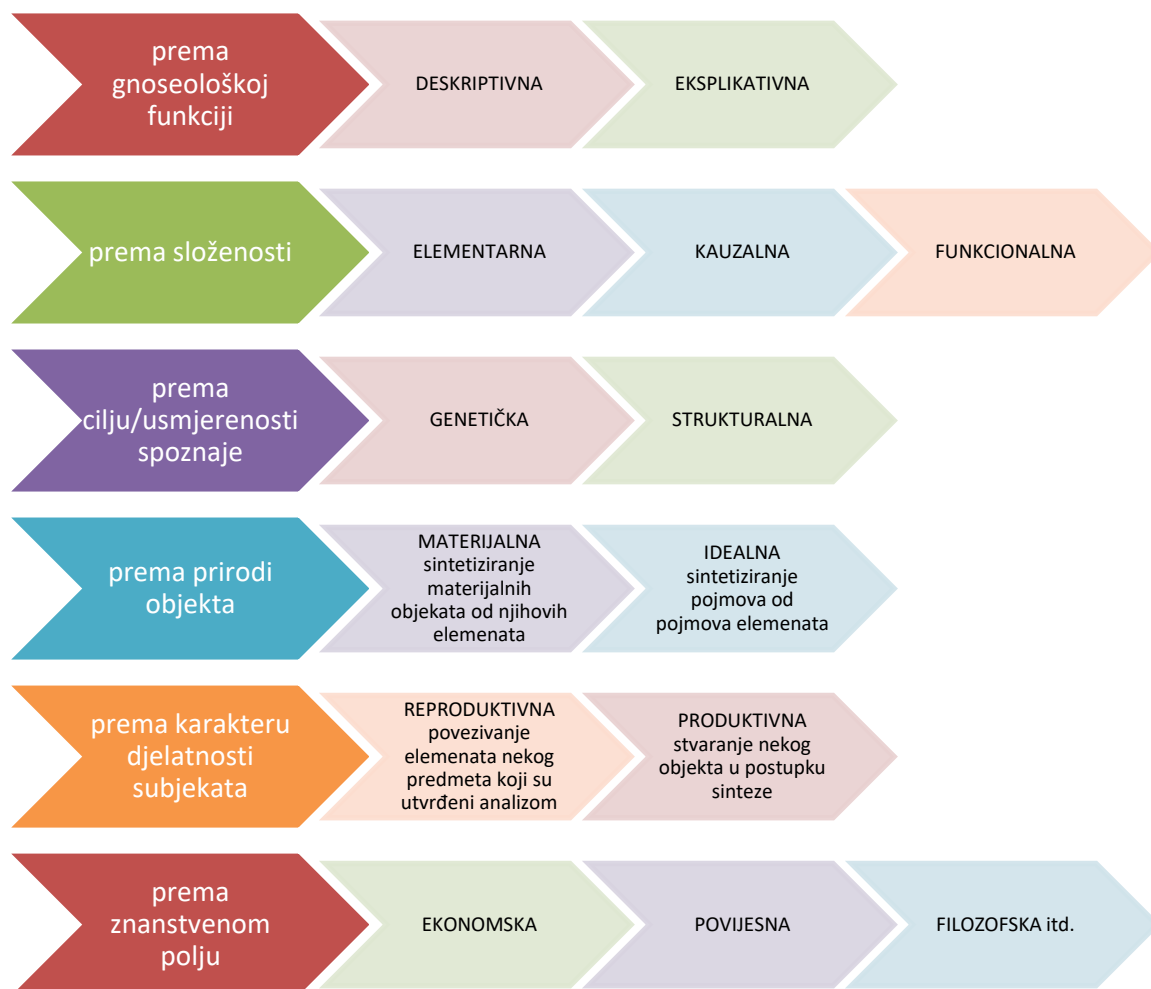
Za analizu se smatra da je proces raščlanjivanja jedne cjelovite i složene cjeline na njezine sastavne dijelove odnosno elemente. Metoda analize je postupak u znanstvenom istraživanju koji rastavlja složenije pojmove, sudove ili zaključke na jednostavnije njihove sastavne elemente i dijelove te vrši analiziranje svakog tog dijela i elemenata zasebno i u odnosu na druge dijelove i na cjelinu. Na Slici 1. prikazana je glavna podjela analize koja se sastoji od četiri skupine i njezine podpodjele.



*Slika 1. Podjela analize [8]*

### 3.2. METODA SINTEZE

Sinteza je obrnuti proces od analize odnosno to je postupak povezivanja elemenata ili dijelova u jednu cjelinu. Metoda sinteze je postupak znanstvenog istraživanja u kojem se pomoću sastavljanja i spajanja jednostavne misaone tvorevine ili pojedinačnih dijelova povezuju u složene misaone tvorevine, na način da se izdvojene pojave, elementi i procesi spoje u jedinstvenu cjelinu. Primjer primjene ove metode je proučavanje nacionalnog prometnog sustava za kojeg se može reći da je sinteza svih prometnih grana odnosno prometnih podsustava sa svim tehničko-tehnološkim i ostalim elementima kao i sa aktivnim sudionicima tog sustava [8]. Također i sinteza se dijeli na više vrsta, a na Slici 2. prikazane su najvažnije i njihove podvrste.



Slika 2. Podjela sinteze [8]

### 3.3. STATISTIČKA METODA

O statistici i statističkim metodama postoje mnoge literaturu i brojne definicije, a prema Čavalu statistika je znanost o metodama pomoću kojih analiziramo pojave koje nas okružuju, tako da pomoću grafikona i izračunatih pokazatelja otkrivamo njihove strukture, karakteristike i zakonitosti u pojedinim vremenskim intervalima te uzročno-posljedične veze između tih pojava [8]. Statistička metoda smatra se kao najosnovnija metoda istraživanja, jer se najčešće primjenjuje u znanstveno-istraživačkim radovima za sva znanstvena područja i discipline. Razvojem statističke metode i upotrebom suvremenih računalnih programa i opreme omogućava se rješavanje složenih i opsežnih segmenata znanstvenih istraživanja i na primjer postoji statistika u pometu, statistika u medicini, statistika u ekonomskim i društvenim istraživanjima i slično. Jedan od bitnih nedostataka statističke metode je taj što se saznaju samo kvantitativna odnosno numerička određenost pojava.



U znanstveno-istraživačkim radovima svih znanstvenih disciplina i područja upotrebljavaju se ove statističke metode:

1. analiza atributivnih i geografskih nizova
2. analiza numeričkih nizova – aritmetička sredina, mod, medijan, itd.
3. analiza vremenskih nizova – indeksi, srednje vrijednosti vremenskih nizova, itd.
4. teorijske razdiobe – normalna, binomna, Poissonova razdioba, itd.
5. metoda uzoraka
6. grafičko prikazivanje statističkih podataka
7. korelacija – linearna, krivolinijska, multipla korelacija, itd. [8]

### **3.4. METODA BROJANJA PROMETA**

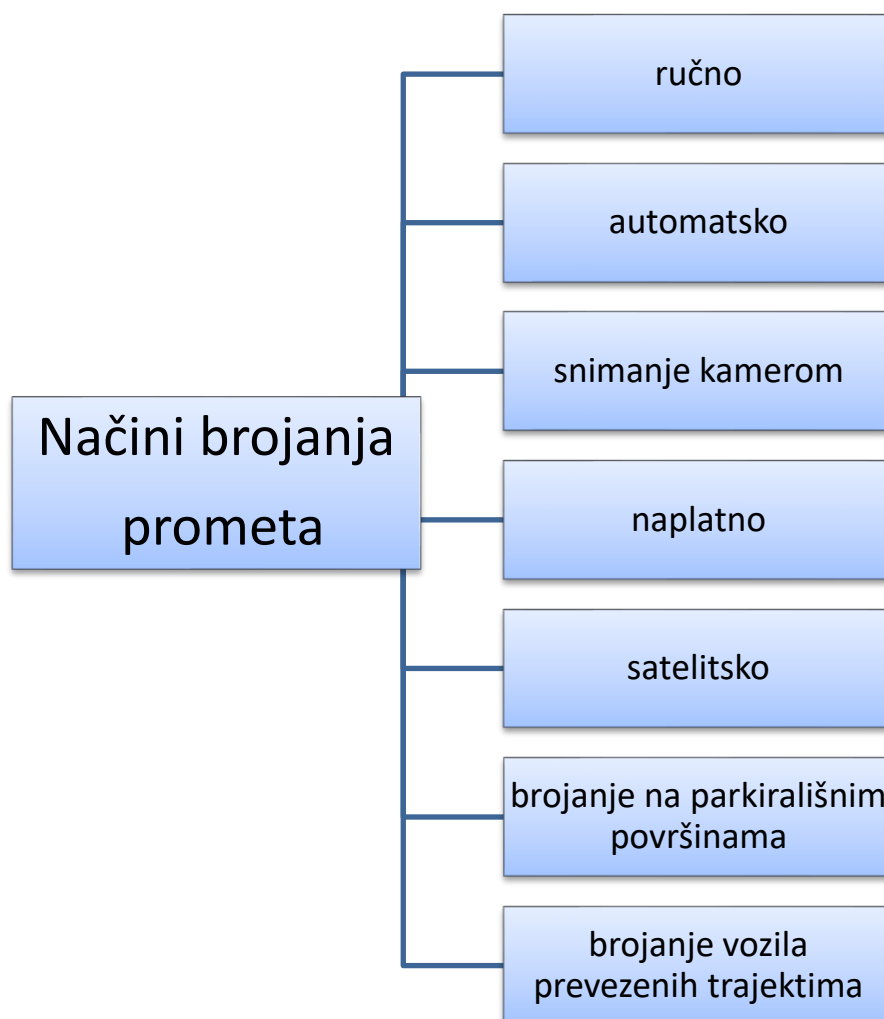
Brojanje je metodski postupak kojim se utvrđuje broj elemenata ili članova nekog skupa ili klase i primjenjuje se u slučaju gdje postoje više različitih predmeta [8]. Tim postupkom prikupljaju se podaci i informacije koje su potrebne za kreiranje teorijskih postavka u procesu otkrića i također može se vršiti verifikacija nekog znanstvenog ili drugog otkrića kojom se provjerava održivost prethodno izrađenim tvrdnjama.

Brojanje prometa predstavlja osnovu za urbanističko i prometno planiranje prometa i projektiranje, a podatci koji su dobiveni postupkom brojanja prometa predstavljaju stvarni uvid u trenutno stanje prometnih tokova. Ti podatci pružaju informacije o prometnim opterećenjima na prometnicama, brzini kretanja vozila, vršnim opterećenjima u vremenskim periodima i slično. Na temelju tih podataka vrši se rekonstrukcija postojeće prometne mreže, izgradnja novih prometnih pravaca i raskrižja ili se poduzimaju mjere za poboljšanje postojećeg i budućeg prometa. Postoje više načina brojanja prometa koji su prikazani na Slici 3., a dvije vrste brojanja prometa su:

- ✓ **STATICKO** – brojanje vozila koja prođu kroz određeni presjek ceste u određenom vremenskom intervalu (podaci o opterećenju ceste za dimenzioniranje prometnica i raskrižja)
- ✓ **DINAMIČKO** – brojanje prometnih tokova (utvrđivanje puta, smjera i jačine prometnih tokova).

Metode brojanja prometa su:

1. metoda običnog mjerenja na čvornim točkama
2. metoda bilježenja registarskih oznaka vozila
3. metoda obilježavanja listićima
4. metoda ispitivanja
5. metoda brojačkih značaka
6. anketiranje kućanstva
7. elektromehanička metoda po Pradelu [9].



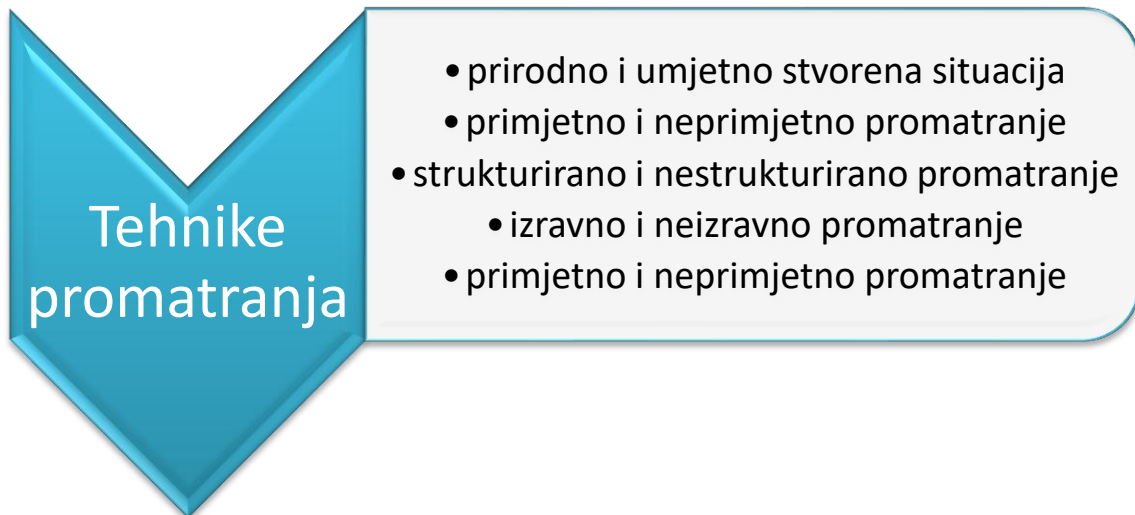
Slika 3. Načini brojanja prometa [10]

### 3.5. METODA PROMATRANJA

Pod pojmom promatranje podrazumijeva se organizirani i planski proces uočavanja i upoznavanja s predmetom, pojavom ili nekim procesom. Prilikom tog procesa prikupljaju se i bilježe informacije i podaci o činjenicama, pojavama ili događajima koje treba što točnije evidentirati i snimiti [8]. Promatranje koje se provodi putem osjetila čovjeka naziva se sustavno promatranje, a ako se kod promatranja koriste i tehnički uređaji onda se to naziva snimanje.

Metoda promatranja je jedna od najraširenijih i univerzalnih znanstvenih metoda koju primjenjuju istraživači svih znanstvenih područja i disciplina, ali se ne može koristiti u povijesnim znanostima jer se pojave iz prošlosti ne mogu opažati kao i budući očekivani događaji i pojave. Ona se također primjenjuje u slučaju kada se primjenom ostalih metoda istraživanja ne mogu dobiti željeni rezultati.

Svako promatranje treba biti planirano i organizirano, što objektivnije i preciznije i što sustavnije. Kod promatranja vrlo je važno zapažanje pojedinosti i specifičnosti predmeta istraživanja, kao i razlike i detalji između predmeta istraživanja i okoline. Tehnike promatranja prikazane su na Slici 4.

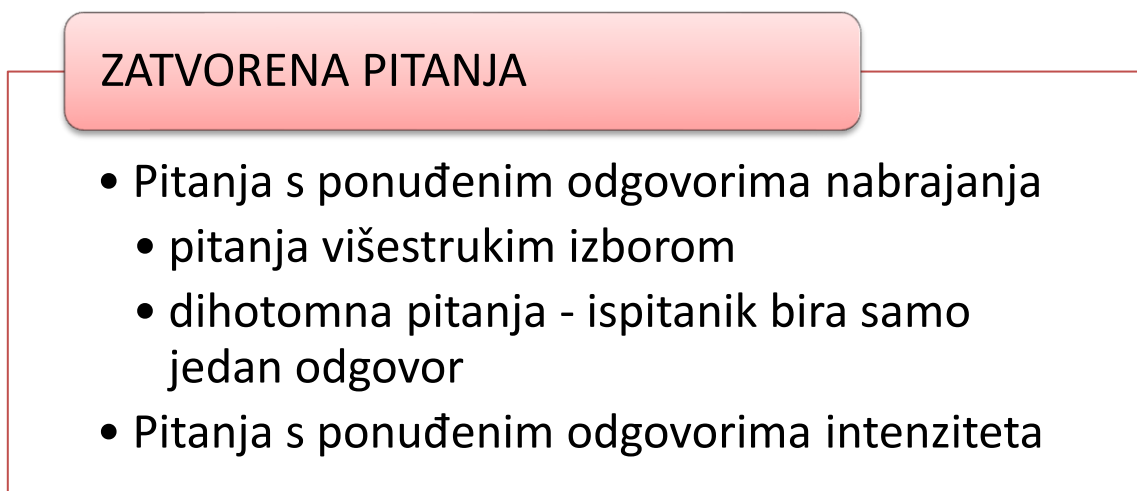


*Slika 4. Tehnike promatranja [11]*

### 3.6. METODA ANKETIRANJA

Metoda anketiranja je jedna od metodi ispitivanja u kojima se prikupljaju podaci na temelju postavljanja pitanja ispitanicima, usmeno ili u pisanom obliku. To su podaci o mišljenjima, percepcijama, ponašanjima, navikama i stavovima ispitanika za predmet istraživanja. Anketa je jedna od najčešće korištenih tehnika prikupljanja podataka kod koje se na temelju anketnog upitnika koji se sastoji od popisa pitanja prikupljaju podaci i informacije [11].

Postoje dvije vrste pitanja u anketnom upitniku, a to su zatvorena i otvorena pitanja. Otvorena pitanja su ona pitanja na koja ispitanik odgovara svojim riječima, onako kako njemu najviše odgovara, a u anketnom upitniku se iza pitanja ostavlja prazan prostor u koji ispitanik upisuje svoj odgovor. Zatvorena pitanja su strukturirana pitanja kod kojih pored pitanja stoje ponuđeni odgovori, odnosno ispitaniku omogućavaju ograničen broj odgovora na postavljeno pitanje [8]. Podjela zatvorenih pitanja prikazana je na Slici 5.



*Slika 5. Vrsta zatvorenih pitanja [11]*

### 3.7. METODA ANALITIČKOG HIJERARHIJSKOG PROCESA

Metoda Analitičkog hijerarhijskog procesa jedna je od metoda vrednovanja projekta. Ona spada u metode višeatributivnog odlučivanja odnosno višekriterijske analize koje su podvrsta višekriterijskog odlučivanja. Jedna je od najpoznatijih i najčešće korištenih metoda za donošenje odluka kao u svim područjima istraživanja tako i za odlučivanje u prometu. Kvantitativna je metoda koja se primjenjuje za rangiranje i uspoređivanje predloženih varijanata u procesu odlučivanja.

Također, primjenjuje se kod rješavanja složenih problema odlučivanja kod kojih postoji veći broj kriterija i potkriterija. AHP metoda kreira problem odlučivanja pomoću nekoliko mogućih varijanata koje se istovremeno ocjenjuju prema različitim kriterijima. Kako bi se olakšalo donošenje odluka koristi se programski alat Expert Choice koji se temelji na višekriterijskom odlučivanju. Proces višekriterijskog odlučivanja sastoji se od:

1. više kriterija za odlučivanje
2. više varijanata za izbor
3. proces izbora jedne konačne varijante.

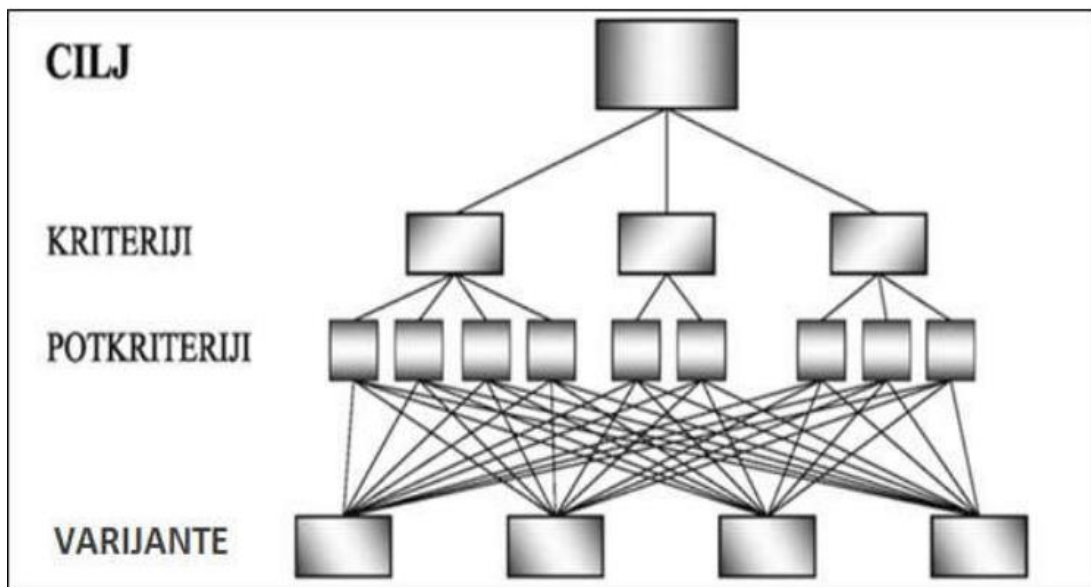
Kao glavna prednost AHP metode smatra se mogućnost prilagodbe donositelja odluke u smislu broja atributa odnosno kriterija i varijanata o kojima se istovremeno odlučuje, a koje je moguće kvantitativno i kvalitativno opisati. AHP metoda omogućava fleksibilnost procesa odlučivanja i donositeljima odluke pomaže postaviti prioritete i donijeti najbolju odluku, a da se pri tome uzimaju u obzir kvantitativni i kvalitativni aspekti odluke [12].

Postupak rješavanja problema odnosno donošenje odluke primjenom AHP metode sastoji se od šest koraka, a oni su:

1. strukturiranje problema (funkcija cilja, kriteriji, potkriteriji, varijante)
2. prikupljanje podataka
3. definiranje relativne važnosti kriterija u odnosu na cilj istraživanja
4. rangiranje pojedinih varijanata s obzirom na pojedini kriterij
5. proračun ukupnog prioriteta za svaku varijantu
6. odabir najbolje varijante [12].

Osnovni elementi kod procesa donošenja odluke primjenom AHP metode prikazuju se hijerarhijskom strukturom koja je prikazana na Slici 6., a ona se sastoji od:

- CILJA – rezultat koji se želi postići odlukom
- KRITERIJA – opisuju varijante i pružaju informacije o tome u kojoj se mjeri ostvaruje željeni cilj pojedinom varijantom
- POTKRITERIJA
- VARIJANATA – komponente između koji se vrši odabir.



*Slika 6. Hijerarhijska struktura AHP metode [12]*

Nakon definiranja elemenata hijerarhijske strukture potrebno je usporediti parove atributa svake hijerarhijske razine (kriterij, potkriteriji, varijante) odnosno donositelj odluke dodjeljuje svakom paru atributa ocjene. Za ocjenu parova atributa koriste se različite skale, ali kod AHP metode koristi se omjerna skala. Najpoznatija skala kod AHP metode je tzv. Saatyjeva skala važnosti koja je prikazana u Tablici 1. Ta skala nazvana je po Thomasu L. Saaty koji je i osnivač AHP metode, a njegovo područje istraživanja bilo je donošenje odluka, neuronske mreže i planiranje.

Tablica 1. Saaty-eva skala važnosti

INTENZITET VAŽNOSTI	SKALA	OBJAŠNJENJE
1	Jednako važno	Dva atributa jednako pridonose cilju
3	Umjereno važnije	Umjerena prednost jednom atributu u odnosu na drugi
5	Strogo važnije	Strogo se favorizira jedan atribut u odnosu na drugi
7	Vrlo strogo, dokazana važnost	Jedan atribut izrazito se favorizira u odnosu na drugi
9	Ekstremna važnost	Favorizira se jedan atribut u odnosu na drugi s najvećom uvjerenjivošću
2, 4, 6, 8	Međuvrijednosti	Vrijednosti kompromisa među odgovarajućim susjednim vrijednostima

Izvor: [12]

Posljednji korak odlučivanja kod primjene AHP metode je analiza osjetljivosti. Ona nam omogućuje određivanje „kritičkih“ varijabli odnosno parametara AHP modela i procjenu prihvatljivosti projekta u slučaju ako se vrijednosti tih istih kritičkih varijabli budu promijenile odnosno ako će se razlikovati od planiranih vrijednosti u tijeku dosadašnje analize. Ti kritički parametri projekta su elementi koji uvelike utječu na učinkovitost projekta, a kod AHP metode pod tim elementima smatraju se kriteriji odnosno potkriteriji [12].

## 4. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

Analiza postojećeg stanja je analiza svih elemenata nekog raskrižja ili područja ceste koji su potrebni za odvijanje prometnog procesa na promatranom području. Ona je bitna jer nakon provedenih analiza daje uvid u stvarno trenutno stanje na prometnici te se dobivaju informacije o glavnim nedostacima postojećeg stanja promatranog područja. Za promatrano gravitacijsko područje putničkih terminala ovog diplomskog rada koristile su se sljedeće analize:

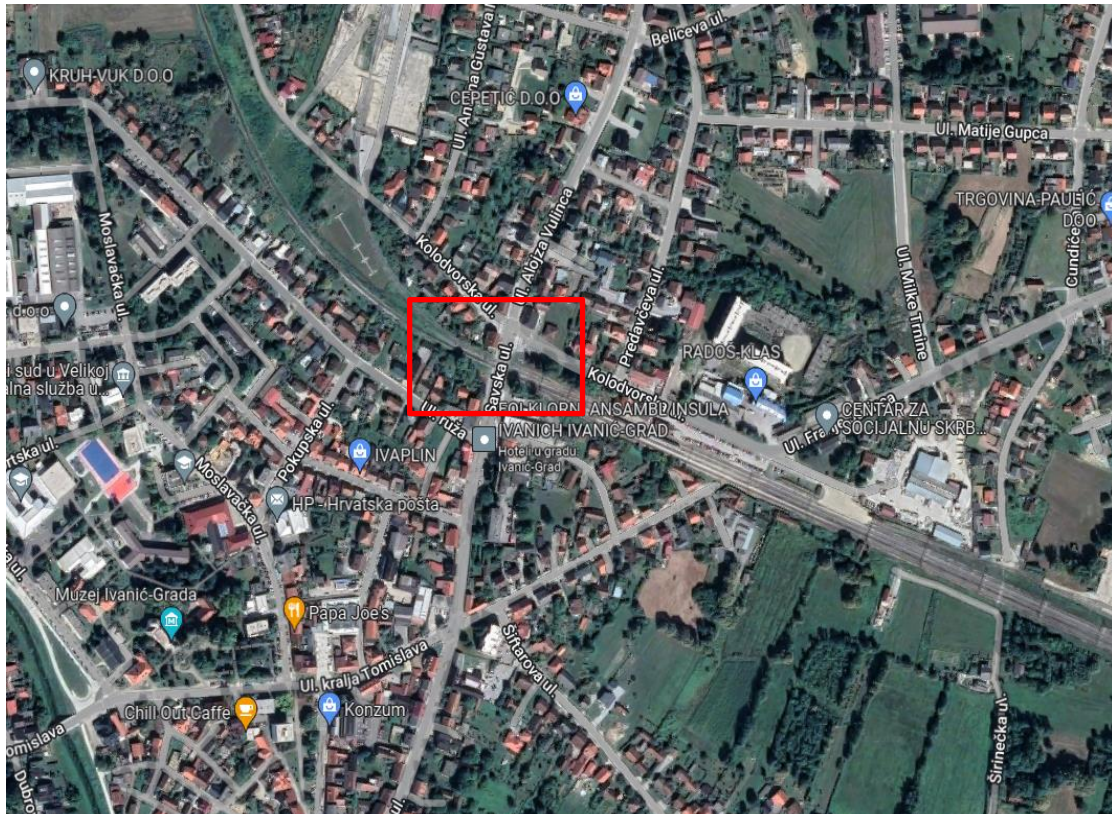
- analiza prostorno-planske dokumentacije
- analiza postojeće prometne infrastrukture
- analiza prometnih tokova (ručno brojanje prometa)
- analiza sigurnosti
- analiza prometa u mirovanju
- analiza prometnih nesreća i statistika putničkih terminala
- analiza anketiranja.

### 4.1. ZONA OBUHVATA

Zona obuhvata ovog diplomskog rada odnosi se na gravitacijsko područje putničkih terminala u gradu Ivanić Gradu u Republici Hrvatskoj i nalazi se u području Zagrebačke županije. Područje grada Ivanić Grada kao prostora lokalne samouprave sastoji se od 22 naselja i obuhvaća područje dimenzija prosječne dužine u smjeru sjever - jug od oko 25,5 km, te prosječne širine u smjeru istok - zapad 21,0 km odnosno ukupna površina grada iznosi 173,6 km<sup>2</sup> (17.357 ha). Po zadnjem popisu koji je bio 2021. godine, Ivanić Grad sa ostalim naseljima ima 13.028 stanovnika. Prema svom prostornom položaju u granicama Zagrebačke županije grad Ivanić Grad zauzima područje njezinog jugoistočnog dijela, pri čemu svojim južnim rubom graniči sa Sisačko-moslavačkom županijom, a manjim dijelom sjeveroistočne granice prislanja se uz Bjelovarsko-bilogorsku županiju. Grad Ivanić Grad se smjestio uz magistralnu prometnicu (autocestu D-4) Zagreb – Lipovac, državnu cestu (D-43) Bjelovar – Ivanić Grad, te regionalnu prometnicu i željezničku prometnicu Zagreb – Vinkovci [13].

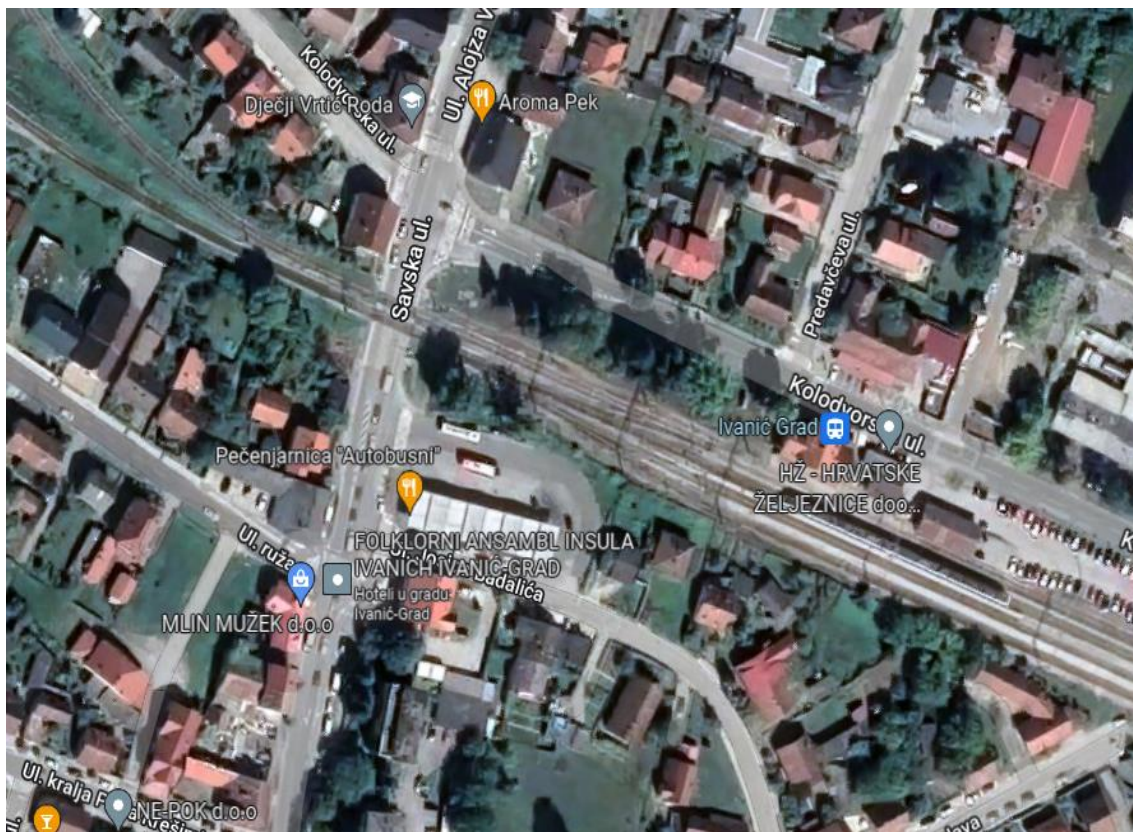


Na navedenom gravitacijskom području nalazi se željezničko-cestovni prijelaz kroz koji prolazi željeznička pruga od međunarodnog značaja M109 Dugo Selo – Novska čija je duljina 57.868 m. Promatrani prijelaz nalazi se pola kilometra od centra grada i u njegovoj užoj zoni obuhvata nalazi se Savska ulica koja je jedna od glavnih prometnica koja vodi prema samom centru Ivanić Grada i spaja Ivanić Grad sa okolnim mjestima. Šira zona gravitacijskog područja prikazana je na Slici 7., a crveni kvadratić prikazuje navedeni željezničko-cestovni prijelaz u prostoru.



*Slika 7. Šira zona obuhvata [14]*

Uže područje promatranog gravitacijskog područja prikazano je na Slici 8. Savska ulica je dvosmjerna ulica s jednom prometnom trakom za svaki smjer i s odvojenim takom za skretanje na autobusni kolodvor. Prije promatranog prijelaza na Savsku ulicu se priključuju tri dvosmjerne ulice (Kolodvorska ulica, Ulica Alojza Vulinca i Ulica Ruža). Uz željezničko područje nalazi se i autobusni kolodvor koji je jednako bitan za povezivanje Ivanić Grada sa ostalim gradovima, stambene zgrade, naselja i dječji vrtići, osnovne i srednje škole.



Slika 8. Uža zona obuhvata [15]

#### 4.2. ANALIZA PROSTORNO-PLANSKE DOKUMENTACIJE

U upravnom odjelu za prostorno uređenje, gradnju i zaštitu okoliša Zagrebačke županije, Odsjeka za prostorno uređenje i gradnju u ispostavi Ivanić Grad, zatražen je grafički prikaz urbanističkog plana uređenja grada Ivanić Grada iz 2021.godine. Kartografski prikaz pod nazivom „Prometna, ulična i komunalna infrastrukturna mreža (PROMET)“ kojeg je izradio Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu odnosno Zavod za urbanizam, prostorno planiranje i pejzažnu arhitekturu, prikazuje planiranu izgradnju dva pješačka pothodnika ili nathodnika na području željezničke pruge i izgradnju cestovnog prijelaza u dvije razine na željezničko-cestovnom prijelazu u Ivanić Gradu.

### 4.3. ANALIZA POSTOJEĆE PROMETNE INFRASTRUKTURE

Analiza prometne infrastrukture obuhvaća vizualnu analizu postojećeg stanja nekog promatranog područja. Ona se sastoji od analize raskrižja, prometne signalizacije i opreme, analize pješačkih zona i biciklističkih staza te analize regulacije prometa na raskrižju. Na Slici 9. prikazana je postojeća prometna infrastruktura u užoj zoni gravitacijskog područja putničkih terminala u Ivanić Gradu. Mjesto protezanja željezničke pruge ili industrijskog kolosijeka označeno je kosim žutim crtama, a crvenim kvadratom je označen željezničko-cestovni prijelaz. S južne strane, prije samog prijelaza, na desnoj strani nalazi se autobusni kolodvor i na Slici 9. je označen plavim kosim crtama. Željeznički kolodvor označen je ljubičastim kosim crtama i smješten je sa sjeverne strane željezničke pruge, a sa njegove desne strane nalazi se parkirališna površina (crne kose crte). Žutom bojom označene su pješačke zone, odnosno nogostupi.

Kolodvorska i Savska ulica su dvosmjerne ulice sa označenim pješačkim prijelazima. Kolodvorska ulica sa istočne strane ima posebni trak za lijevo skretanje i jedan trak za ravno i desno skretanje, dok Savska ulica na svojoj južnoj strani ima posebni trak za desno skretanje i jedan trak za lijevo i ravno. Od sredine raskrižja Kolodvorske i Savske ulice započinje odvojeni trak za lijevo skretanje koji služi za dolazak autobusa na autobusni kolodvor, a proteže se preko željezničko-cestovnog prijelaza na južnu stranu i završava neposredno nakon prijelaza.



Slika 9. Prikaz promatranog željezničko-cestovnog prijelaza i njegove horizontalne signalizacije

Preko željezničko-cestovnog prijelaza prolazi željeznička pruga koja se nakon prijelaza dijeli na četiri kolosijeka što je prikazano na Slici 10. Također, pješačka staza koja prolazi preko desne strane željezničko-cestovnog prijelaza obilježena je žutom bojom što prikazuje Slika 11. i sadrži mimoilazne zaštitne ograde (Slika 12.). Na lijevoj strani ne postoji pješačka staza preko željezničko-cestovnog prijelaza (Slika 13.).



*Slika 10. Uže područje željezničko-cestovnog prijelaza*



*Slika 11. Mimoilazna zaštitna ograda na željezničko-cestovnom prijelazu*



*Slika 12. Pješačka staza na prijelazu*

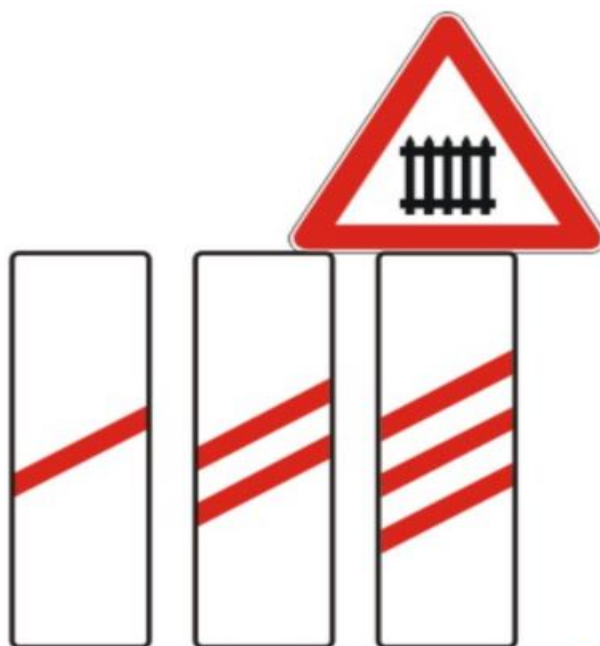


*Slika 13. Lijeva strana prijelaza*

Željezničko-cestovni prijelaz u Ivanić Gradu obilježen je svjetlosno zvučnom signalizacijom i s polubranicama (Slika 14.) koji zatvaraju samo dio ceste sa svake strane i fizički blokiraju odvijanje prometa prilikom nailaska vlaka preko tog istog prijelaza. Također, na prijelazu je zabranjen promet za vozila čija ukupna visina premašuje visinu od 4,5 m. Kroz Savsku ulicu sa južne i sjeverne strane postavljeni su znakovi A49 koji obilježavaju približavanje željezničko-cestovnom prijelazu u istoj razini s branicima ili polubranicama (Slika 15.)



*Slika 14. Prometna signalizacija i znakovi na željezničko-cestovnom prijelazu*



Slika 15. Znak A49 [16]

#### 4.4. ANALIZA PROMETNIH TOKOVA

Analiza prometnih tokova za ovaj željezničko-cestovni prijelaz temelji se na ručnom brojanju prometa odnosno bilježenje na brojački listić. U ovom diplomskom radu promatra se vrlo frekventan željezničko-cestovni prijelaz kojeg koriste različite kategorije sudionika u prometu (osobni automobili, motociklisti, pješaci i biciklisti) te je cilj utvrditi prometno opterećenje tokova u smjeru jug – sjever i obratno i dobiti broj korisnika koji prolaze promatrani prijelaz na propisan ili nepropisan način. Brojanje prometa odvijalo se u mjesecu lipnju 2022. godine tijekom jutarnjeg vršnog sata (07:00-09:00), izvanvršnog sata (12:00-13:00) i popodnevnog vršnog sata (15:00-17:00) u periodima od 15 minuta. U tablicama su prikazani podaci brojanja prometa i vremena zauzetosti pružnog prijelaza u svim nabrojanim vršnim satima te podaci brojanja prekršitelja u izvanvršnom periodu.

U Tablici 2. prikazani su podaci brojanja u prvom djelu jutarnjeg vršnog sata odnosno od 07:00 do 08:00 sati. Vidljivo je da smjer sjever – jug ima 134 više osobnih automobila od smjera jug – sjever zbog odlaska na posao ili školu u centar grada, a prometno opterećenje prijelaza povećava se zbog povećanja repa čekanja u trenutku zauzetosti pružnog prijelaza koje je najviše iznosilo 2 minute i 21 sekundu. Uočeno je da nakon zauzetosti prijelaza odnosno od 07:22:41 sati imamo najveći broj prelaska osobnih automobila, a on je iznosio 95. Najveći broj pješaka iznosio je 36, a biciklista 25.

Tablica 2. Podaci brojenja u prvom djelu jutarnjeg vršnog sata (07:00-08:00)

Vrijeme [h]						UKUPNO
15' -int		0-15'	15'-30'	30'-45'	45'-60'	
Pješaci	JUG - SJEVER	4	2	10	3	19
	SJEVER - JUG	9	4	15	8	36
Osobni automobili	JUG - SJEVER	42	56	56	65	219
	SJEVER - JUG	78	95	92	88	353
Motociklisti	JUG - SJEVER	1				1
	SJEVER - JUG	2	1			3
Biciklisti	JUG - SJEVER		2	7	4	13
	SJEVER - JUG	2	1	15	7	25
ZAUZETOST PRIJELAZA		VRIJEME				UKUPNO
PUTNIČKI VLAK		07:20:20-07:22:41				2 min 21 sec
TERETNI VLAK		07:39:50-07:41:50				2 min
PUTNIČKI VLAK		07:44:46-07:46:56				2 min 12 sec

U drugom djelu jutarnjeg vršnog sata odnosno u razdoblju od 08:00 do 09:00 sati uočeno je smanjenje motornog prometa iz smjera sjever – jug u odnosu na prvi dio jutarnjeg vršnog sata (07:00-08:00) za 68, ali je broj osobnih automobila iz tog smjera u drugom dijelu jutarnjeg vršnog sata i dalje bio veći od smjera jug – sjever, a iznosio je 285. Broj pješaka u odnosu na prvi dio jutarnjeg vršnog sata ostaje skoro pa identičan, a broj biciklista se povećao za 21. U drugom 15-minutnom intervalu nakon zauzetosti prijelaza koji je trajao od 08:26:24 do 08:27:56 sati izbrojan je najveći broj prelaska osobnih automobila, a iznosio je 78 iz smjera sjever – jug. Najveća zauzetost prijelaza bila je na kraju drugog djela jutarnjeg vršnog sata u razdoblju od 09:00:25 do 09:02:50 sati odnosno 2 minute i 25 sekundi su polubranici bili spuštani. Tablica 3. prikazuje podatke brojanja prometa u drugom dijelu jutarnjeg vršnog sata.

Tablica 3. Podaci brojanja u drugom djelu jutarnjeg vršnog sata(08:00-09:00)

Vrijeme [h]						UKUPNO
15' -int		0-15'	15'-30'	30'-45'	45'-60'	
Pješaci	JUG - SJEVER	3	2	11	2	18
	SJEVER - JUG	15	2	14	7	38
Osobni automobili	JUG - SJEVER	62	61	54	70	247
	SJEVER - JUG	71	78	74	62	285
Motociklisti	JUG - SJEVER		1		2	3
	SJEVER - JUG	1	1		1	3
Biciklisti	JUG - SJEVER	2	7	6	9	24
	SJEVER - JUG	5	11	12	7	35
<b>ZAUZETOST PRIJELAZA</b>		<b>VRIJEME</b>			<b>UKUPNO</b>	
PUTNIČKI VLAK		08:26:24 - 08:27:56			1 min 32 sec	
PUTNIČKI VLAK		08:37:16 - 08:38:40			1 min 24 sec	
TERETNI VLAK		08:41:28 - 08:43:44			2 min 16 sec	
PUTNIČKI VLAK		09:00:25 - 09:02:50			2 min 25 sec	

Odabran je jedan izvanvršni sat od 12:00 do 13:00 sati kako bi se izbrojali samo prekršitelji odnosno pješaci i biciklisti koji nepropisno prolaze promatrani željezničko-cestovni prijelaz, a rezultati brojanja su tablično prikazani u Tablici 4. Može se uočiti da najveći broj prekršitelja iznosio je 19, a sveukupno u sat vremena bilo ih je 43 od toga samo jedan biciklist.

Tablica 4. Podaci brojanja u izvanvršnom satu (12:00–13:00)

Vrijeme [h]						UKUPNO
15' -int		0-15'	15'-30'	30'-45'	45'-60'	
Pješaci (u prekršaju)	<b>OD ŽELJEZNIČKOG KOLODVORA</b>	5			19	24
	<b>PREMA ŽELJEZNIČKOM KOLODVORU</b>	5	13			18
Biciklisti (u prekršaju)	JUG - SJEVER	1				1
	SJEVER - JUG					



U prvom djelu popodnevnog vršnog sata odnosno od 15:00 do 16:00 sati može se uočiti da je brojčana situacija obrnuta od jutarnjeg vršnog sata, tj. broj osobnih automobila iz smjera jug – sjever je za 94 vozila veći od smjera sjever – jug. Pješački promet u oba smjera je skoro podjednak, ali uočeno je nepropisno kretanje pješaka od 35 osoba. To nepropisno kretanje i najveći broj osobnih automobila u 15-minutnom intervalu koji je iznosio 95 iz smjera juga prema sjeveru, događalo se nakon zauzetosti prijelaza koje je trajalo od 15:29:10 do 15:31:40 sati. U Tablici 5. prikazani su podaci brojanja prometa u prvom djelu popodnevnog vršnog sata.

Tablica 5. Podaci brojanja u prvom djelu popodnevnog vršnog sata (15:00–16:00)

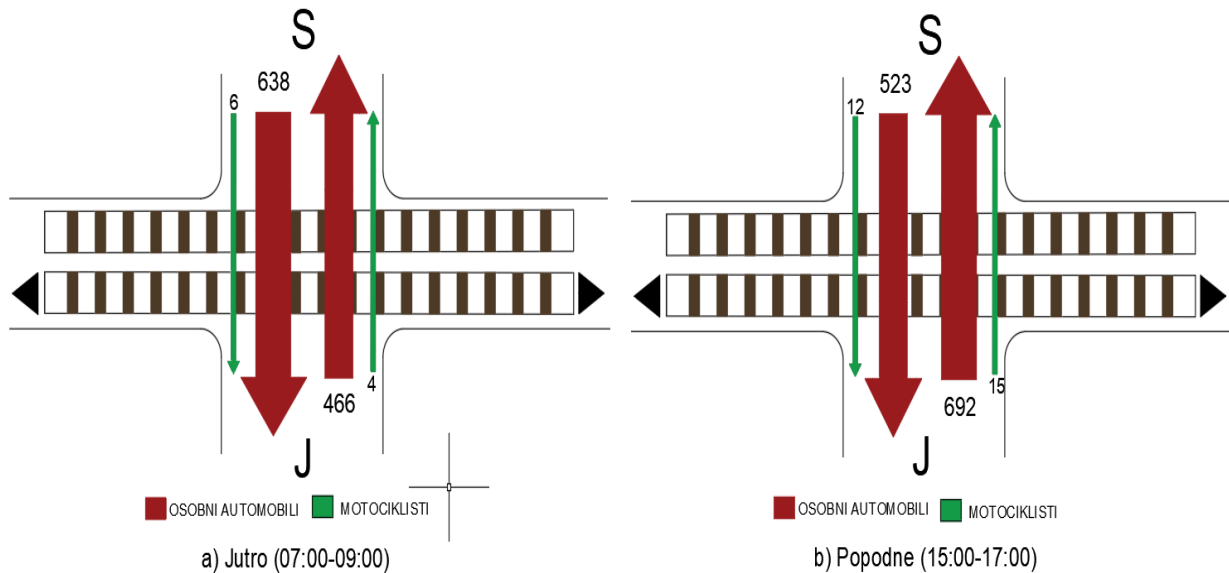
Vrijeme [h]						UKUPNO
15' -int		0-15'	15'-30'	30'-45'	45'-60'	
Pješaci (dozvoljeno)	JUG - SJEVER	11	15	5	5	26
	SJEVER - JUG	5	3	11	9	28
Osobni automobili	JUG - SJEVER	45	90	95	94	324
	SJEVER - JUG	30	48	82	70	230
Motociklisti	JUG - SJEVER	2	2	2	3	9
	SJEVER - JUG	1	1	1	5	8
Pješaci (u prekršaju)	OD ŽELJEZNIČKOG KOLODOVORA	4	1	20		25
	PREMA ŽELJEZNIČKO M KOLODOVORU	2	3	2	3	10
Biciklisti	JUG - SJEVER	5	1	6	4	16
	SJEVER - JUG	11	5	8	11	35
ZAUZETOST PRIJELAZA		VRIJEME				UKUPNO
PUTNIČKI VLAK		15:10:50-15:13:17				2 min 27 sec
PUTNIČKI VLAK		15:29:10-15:31:40				2 min 30 sec

Zadnje razdoblje brojanja prometa bilo je u drugom djelu popodnevnog vršnog sata od 16:00 do 17:00 sati i prikazano je u Tablici 6. Ukupni broj osobnih automobila iz smjera juga bio je veći u odnosu na smjer sjever - jug za 75 automobila. Broj pješaka prekršitelja sveukupno je bio 34 i bio je prelazak jednog prekršitelja biciklista. Najveći broj prelaska osobnih automobila preko prijelaza bio je u prvom djelu 15-minutnog intervala brojanja što se može zaključiti da je to razdoblje vraćanja ljudi s radnih mjesta ili iz škole, a iznosio je 100 vozila. U razdoblju od 16:00 do 17:00 sati uočeno je najduže vrijeme spuštenih polubranika u trajanju od 3 minute i 58 sekundi.

Tablica 6. Podaci brojanja u drugom djelu popodnevnog vršnog sata (16:00-17:00)

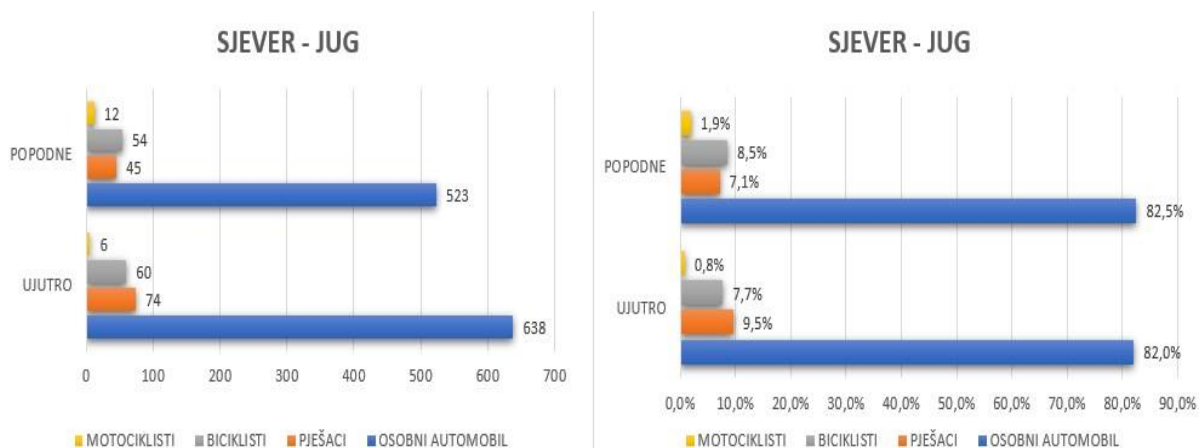
Vrijeme [h]						UKUPNO
15' -int		0-15'	15'-30'	30'-45'	45'-60'	
Pješaci (dozvoljeno)	JUG - SJEVER	6	12	11	7	36
	SJEVER - JUG	9	1	1	6	17
Osobni automobili	JUG - SJEVER	100	80	88	100	368
	SJEVER - JUG	82	81	67	63	293
Motociklisti	JUG - SJEVER	2	1	4		7
	SJEVER - JUG		1	1	2	4
Pješaci (u prekršaju)	OD ŽELJEZNIČKOG KOLODVORA	17		3	14	34
	PREMA ŽELJEZNIČKOM KOLODVORU	3		4	4	11
Biciklisti	JUG - SJEVER	6 + 1	8	6	9	29 + 1
	SJEVER - JUG	2	7	5	5	19
ZAUZETOST PRIJELAZA		VRIJEME				UKUPNO
PUTNIČKI VLAK		16:01:10 - 16:05:08				3 min 58 sec
TERETNI VLAK		16:22:49 - 16:25:17				2 min 28 sec
PUTNIČKI VLAK		16:47:54 - 16:49:31				1 min 37 sec

Na Slici 16. prikazana su opterećenja prometnih tokova motornim vozilima u jutarnjim i popodnevним vršnim satima preko željezničko-cestovnog prijelaza u Ivanić Gradu. Na lijevoj strani slike, prikazano je prometno opterećenje u periodu od 07:00 do 09:00 sati, a na desnoj strani prikazano je prometno opterećenje u razdoblju od 15:00 do 17:00 sati.



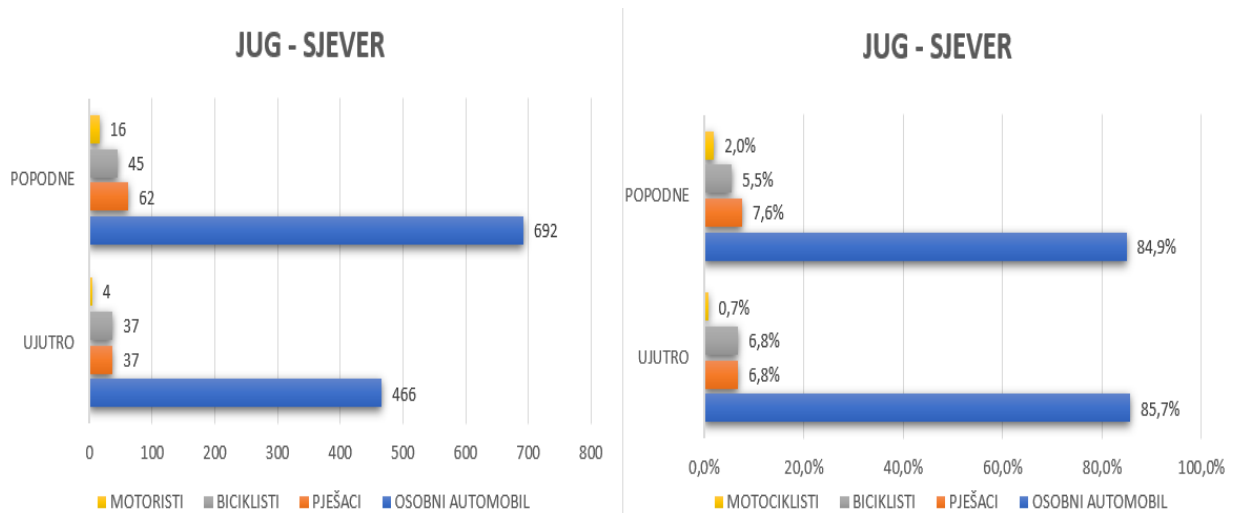
Slika 16. Opterećenje prometnih tokova motornim vozilima u jutarnjim i popodnevним vršnim satima

Na Grafikonu 1. i 2. vidljiv je ukupan broj sudionika u prometu koji su koristili željezničko-cestovni prijelaz u jutarnjim i popodnevним vršnim satima izražen u brojčanom i postotnom obliku. Grafikon 1. prikazuje broj korisnika koji su se kretali smjerom sjever – jug i može se zaključiti da je najviše bilo osobnih automobila, nešto malo manje od njih pješaka i biciklista.



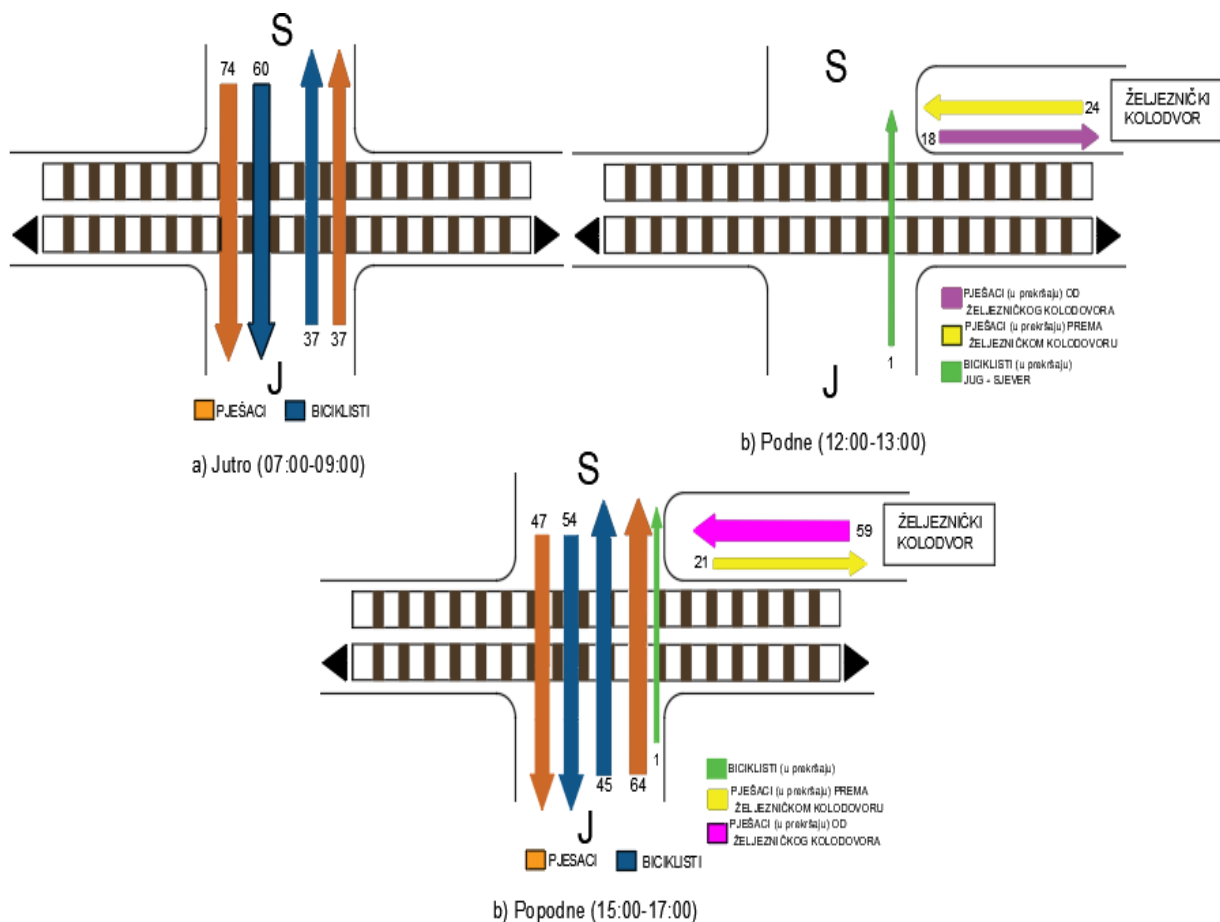
Grafikon 1. Ukupan broj korisnika ŽCP-a Ivanić Grad u jutarnjim i popodnevним vršnim satima, smjer sjever – jug

Grafikon 2. prikazuje broj sudionika u prometu koji su se kretali smjerom jug – sjever i može se vidjeti da oko 85% čine vozila, 7% biciklisti i nešto malo manje od njih pješaci.



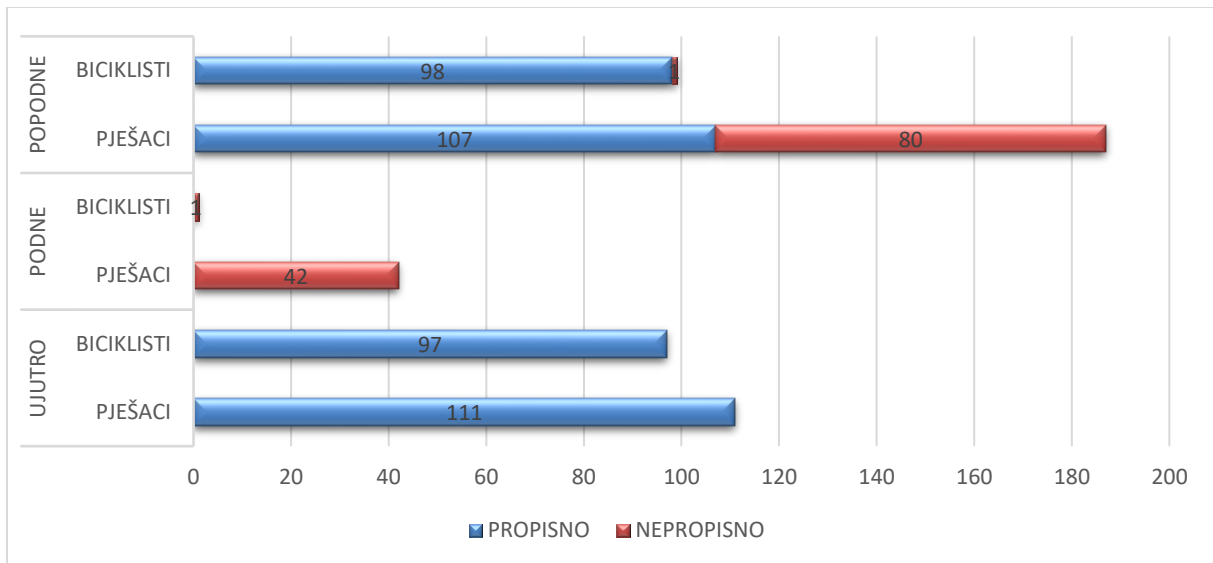
Grafikon 2. Ukupan broj korisnika ŽCP-a Ivanić Grad u jutarnjim i popodnevnim vršnim satima, smjer jug – sjever

Na Slici 17. prikazana su prometna opterećenja tokova pješaka, biciklista i prekršitelja. Na lijevoj strani prikazano je prometno opterećenje u periodu od 07:00 do 09:00, na desnoj strani prometno opterećenje prekršitelja u razdoblju od 12:00 do 13:00 dok je na dnu slike prikazano prometno opterećenje od 15:00 do 17:00 sati.



Slika 17. Broj pješaka, biciklista i prekršitelja u jutarnjim, podnevnim i popodnevnim vršnim satima

Na Grafikonu 3. vidljiv je broj pješaka i biciklista u odnosu na broj prekršitelja u vršnim i izvanvršnim periodima. Može se uočiti da u jutarnjem vršnom satu nije bilo prekršitelja dok u podnevnom i popodnevnom bilo je 124 pješaka prekršitelja i 2 biciklista prekršitelja.



Grafikon 3. Prikaz sumiranih analiziranih podataka na ŽCP-u Ivanić Grad

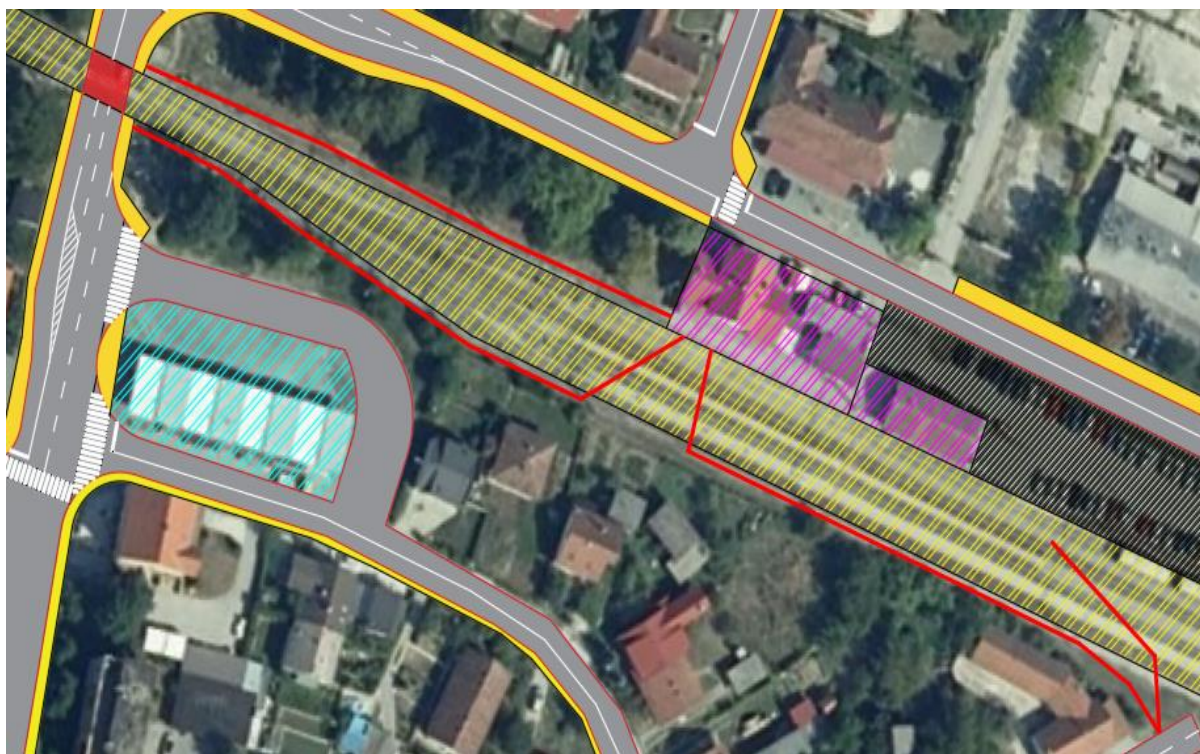
#### 4.5. ANALIZA SIGURNOSTI

Promatrani željezničko-cestovni prijelaz je križanje u istoj razini na kojem se nalazi i pješačka staza čime je sigurnost pješačkog i biciklističkog prometa smanjena. Iako su postavljene mimoilazne zaštitne ograde, zbog vandalizma ili posljedica prometnih nesreća nedostaju dijelovi tih ograda (Slika 18.) te se tim nedostatkom ugrožava život korisnika nemotoriziranog prometa. Također, s druge strane prijelaza ne postoji pješačka staza i pješaci moraju prelaziti zajedno sa motoriziranim prometom zbog nedostajanja mjesta za njihovo prelaženje.



Slika 18. Polovična mimoilazna zaštitna ograda

Iako postoji nogostup koji vodi do željezničkog kolodvora, dosta pješaka koristi mjesta koja nisu namijenjena za kretanja i prelazak preko pruge odnosno tzv. „divlje prijelaze“. Ti „divlji prijelazi“ u velikoj su upotrebi prisutni oko navedenog željezničko-cestovnog prijelaza i prikazani su na Slici 19.



*Slika 19. „Divlji prijelazi“*

Na Slici 19. crvenim crtama su označeni divlji prijelazi. Može se uočiti da se oni kreću uz prugu i preko pruge. Kako bi pješaci skratili put do željezničkog kolodvora, prije ili nakon prijelaza počnu se kretati uz prugu odnosno po nedozvoljenim mjestima kretanja (Slika 20. i 21.).



*Slika 20. Npropisno kretanje pješaka*



*Slika 21. Npropisno kretanje pješaka*

Iako postoji znak za nedozvoljeno kretanje po pruzi (Slika 22.), pojedini pješaci ne poštuju prometne propise i znakove te prelaze prugu (Slika 23.) jer nisu svjesni mogućih posljedica rizičnog ponašanja u prometu. Unatoč što je sigurnost značajan element u životima svih sudionika u prometu te zbog neodgovornog ponašanja sudionika prometa oni ju svjesno ugrožavaju.



*Slika 22. Znakovi zabrane uz prugu*



*Slika 23. Kretanje po pruzi*

Na željezničko-cestovnom prijelazu i oko njega postoji povećan broj prekršitelja, odnosno sudionika u prometu koji ne poštuju prometne propise i ne kreću se po mjestima koja su za to namijenjena, kao što su to „divlji prijelazi“ ili prelazak nakon spuštanja rampe. Slika 24. prikazuje prolazak preko željezničko-cestovnog prijelaza nakon zvučnih i signalnih znakova.



*Slika 24. Ne poštivanje signalnih znakova*

Željezničko-cestovni prijelaz u Ivanić Gradu sa svojom prometnom opremom u koju spadaju polubranici, svjetlosni i zvučni signali te pješačka staza sa mimoilaznom zaštitnom ogradom smatra se sigurnim prijelazom. Najveći problem i ono što ugrožava život korisnika prijelaza je nepoštivanje pravila i propisa zbog žurbe i ne razmišljanja o posljedicama rizičnog ponašanja. Svaki sudionik u prometu trebao bi znati pravila ponašanja i poznavati prometne propise te se kretati u skladu s njima. Da bi se povećala sigurnost i smanjilo ugrožavanje ljudskog života, potrebna je edukacija sudionika koji koriste željezničko-cestovne prijelaze jer su oni u velikom broju slučajeva odgovorni za nastanak prometnih nesreća i uvesti kažnjavanja onih sudionika prometa koji ne poštuju signalne i prometne znakove.



#### 4.6. ANALIZA PROMETA U MIROVANJU

U analizi sustava parkiranja razmatraju se položaj uličnih i zasebnih parkirališnih površina te broj parkirališnih mjesta na tim površinama. Parkirališna površina nalazi se sa desne strane željezničke stanice i sastoji se od 74 parkirališnih mjesta i jedno mjesto za osobe a invaliditetom (Slika 25.). U slijepoj ulici koja se naziva Ulica kralja Tomislava koja se nalazi nasuprot željezničkog kolodvora, postoje 48 ulični parkirališnih mjesta i jedno mjesto za osobe s invaliditetom (Slika 26.). Sva parkirališna mjesta su široka 2,5 m, a dugačka 5 m i ne naplaćuju se.



*Slika 25. Parkirališna površina uz željeznički kolodvor*



*Slika 26. Parkirališna mjesta u Ulici kralja Tomislava*

Najveći problem predstavlja put od Ulice kralja Tomislava do željezničkog kolodvora jer ne postoji izgrađeno područje za prelazak pruge nego se pješaci koriste jednim od „divljih prijelaza“ te najbolje i sigurnije rješenje bilo bi izgradnja pothodnika. Također, parkirališni prostor kod željezničkog kolodvora nije dovoljan za korisnike željezničkog prijelaza te dolazi do parkiranja na zelenim površinama ili prostorima gdje ne postoje parkirališna mjesta. Položaj parkirališnih površina u okruženju željezničkog kolodvora prikazan je na Slici 27.



*Slika 27. Prikaz parkirališnih površina*

#### 4.7. STATISTIKA PROMETNIH NESREĆA I PUTNIČKIH TERMINALA

Statističke podatke o izvanrednim događajima na području kolodvora Ivanić Grad evidentira i njime upravlja HŽ infrastruktura d.o.o., koja je iste ustupila autoru u svrhu izrade ovog diplomskog rada [5]. U tablici 6. prikazani su podaci o broju incidenata, nesreća i ozbiljnih nesreća te o broju usmrćenih, ozlijeđenih i teško ozlijeđenih osoba na području kolodvora Ivanić Grad u razdoblju od 2010. godine do travnja 2022. godine. Uočeno je da se ozbiljne nesreće sa ozlijeđenim ili usmrćenim osoba u proteklih šest godina nisu događale, nego su nastajali samo incidenti odnosno nesreće sa materijalnom štetom čiji je ukupan broj 32. Od početka 2022. godine do travnja 2022. nije zabilježena niti jedna nesreća ili incident. Težih nesreća kao što su nesreće sa smrtno stradalima ili teško ozlijeđenima bilo je četiri i to u 2011. godini i 2015. godini.

Tablica 7. Izvanredni događaji na području kolodvora Ivanić Grad

IZVANREDNI DOGAĐAJI NA PODRUČJU KOLODVORA IVANIĆ GRAD														
Godina	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.	I-IV.2022.	UKUPNO:
Ozbiljne nesreće	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Nesreće	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Incidenti	5	2	3	0	1	4	3	2	1	3	4	4	0	32
Smrtno stradali	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Teško ozlijeđeni	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Lakše ozlijeđeni	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Samoubojstvo	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Pokušaj samoubojstva	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

Izvor: [5]

Prema statistici broja vlakova za 2021. godinu, koja je također dobivena od HŽ Infrastrukture d.o.o., na relaciji Dugo Selo – Kutina čija duljina iznosi 57.868 m, prometovali su 12.654 putničkih vlakova, 8.022 teretnih vlakova i 350 vlakova infrastrukture. Pruga koja se naziva Dugo Selo – Novska i oznaka joj je M103, smatra se da je pruga od međunarodnog značaja i prema podacima iz 2021. godine može se zaključiti da je vrlo frekventna dionica, a ukupan broj vlakova koji su prošli navedenom dionicom iznosio je 21.026 vlakova.

Tablica 8. Statistika broja vlakova

Nova oznaka pruge	Nova oznaka dionice	Početak dionice		Kraj dionice		Duljina (m)	Skrraćeni naziv pruge	Broj vlakova-putnički	Broj vlakova-teretni	Broj vlakova-infra	Ukupan broj vlakova	Prosje k/ dan	Za službeno mjesto
		Službeno mjesto	UIC	Službeno mjesto	UIC								
			šifra		šifra								
M103	109	Dugo Selo	72517	Kutina	72505	57,868	Dugo Selo - Novska	12654	8022	350	21026	58	Ivanić Grad

Izvor: [5]

Za drugi putnički terminal dobivene su informacije sa Autobusnog kolodvora u Ivanić Gradu o autobusnim linijama koje se koriste za cestovni prijevoz putnika u prigradskom, međugradskom i međužupanijskom prometu i koje prolaze kroz navedeni putnički terminal [17]. Tablica 9. prikazuje popis autobusnih linija i razdoblja u kojima su one dostupne, a obavlja ih prijevoznik Čazmatrans – Nova d.o.o. Linija Ivanić Grad – Zagreb Glavni kolodvor i linija Ivanić Grad – Čazma – Bjelovar spadaju u stalni linijski prijevoz putnika jer su dostupne tijekom cijele godine, dok su ostale četiri autobusne linije koje su navedene u tablici sezonske linije.

*Tablica 9. Popis autobusnih linija Autobusnog kolodvora Ivanić Grada*

<b>LINIJA</b>	<b>RAZDOBLJE</b>
Ivanić Grad – Zagreb Glavni kolodvor	1.1.– 31.12.
Ivanić Grad – Čazma – Bjelovar	1.1.– 31.12.
Virovitica – Ivanić Grad – Vir	22.6. – 4.9.
Bjelovar – Ivanić Grad – Novalja	1.7. – 20.8.
Slatina – Ivanić Grad – Pula	4.7. – 30.8.
Bjelovar – Ivanić Grad – Novi Vinodolski	2.7. – 27.8.

Izvor: [17]

Tablica 10. prikazuje autobusne linije koje služe za prijevoz učenika i povezivanje ruralnih krajeva. Javni prijevoz putnika na tim relacijama obavljaju dva prijevoznika, a to su Čazmatrans – Nova d.o.o. i Maluks promet d.o.o.

*Tablica 10. Popis autobusnih linija*

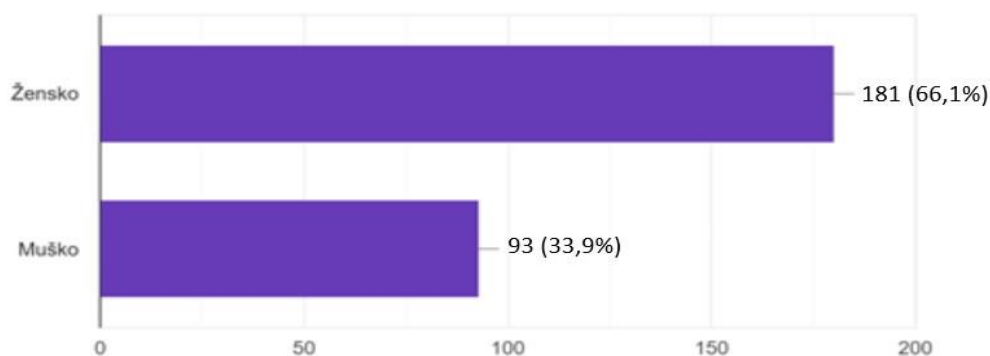
<b>OZNAKA DIONICE</b>	<b>RELACIJA</b>
703	Dugo Selo – Ivanić Grad
711	Ivanić Grad – Dubrava
733	Ivanić Grad – Sobočani
734	Ivanić Grad – Graberje Ivaničko
735	Ježevo – Trebovec – Ivanić Grad
800	Vezišće – Križ – Ivanić Grad
801	Prevlaka – Prečno – Ivanić Grad
803	Dubrava – Obreška – Ivanić Grad
806	Tarno – Ivanić Grad

Izvor: [17]

#### 4.8. ANALIZA ANKETIRANJA

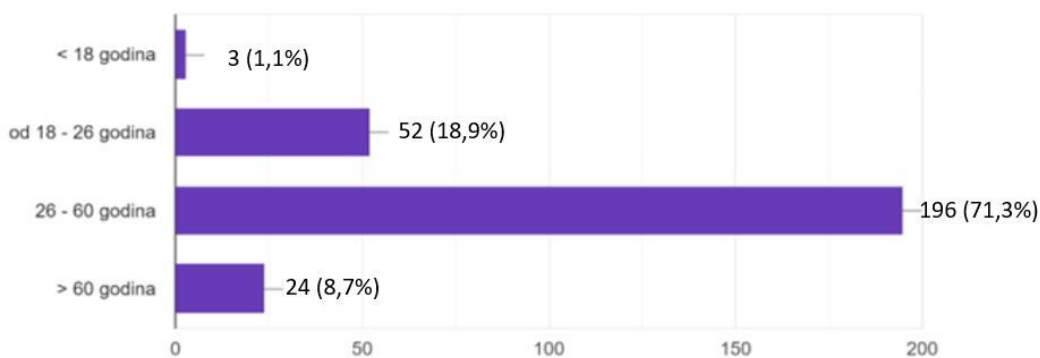
Anketiranje za ovaj diplomski rad provelo se putem online anketnog upitnika koji je sastavljen od 10 pitanja. U anketiranju su sudjelovali korisnici željezničko-cestovnog prijelaza u Ivanić Gradu, a ukupno ih je sudjelovalo 276. Ovaj anketni upitnik bio je dostupan u Facebook grupi *Ivanić Grad, Kloštar Ivanić, Križ Jučer, danas, sutra* u razdoblju od 22. srpnja 2022. do 25. srpnja 2022. godine u svrhu prikupljanja podataka za analizu prometnog ponašanja i navika korisnika navedenog prijelaza. Iako neki ispitanici nisu odgovorili na sva pitanja, rezultatom ankete dobile su se informacije o spolu, dobnoj strukturi anketiranih korisnika, o razlozima nepropisnog prelaska preko željezničko-cestovnog prijelaza i o zadovoljstvu korisnika sa prijelazom. Osam ponuđenih pitanja bila su pitanja s ponuđenim odgovorima, a ostala dva pitanja su bila otvorena pitanja.

Od ukupno 276 ispitanika, na prvo pitanje koje se odnosilo na spol dobiveni su odgovori od 274 ispitanika odnosno dvoje ispitanika nije odgovorilo na to pitanje. Iz Grafikonu 4. vidljivo je da su 181 odnosno 66,1% činile ženske osobe, a 93 odnosno 33,9% bilo je muških ispitanika.



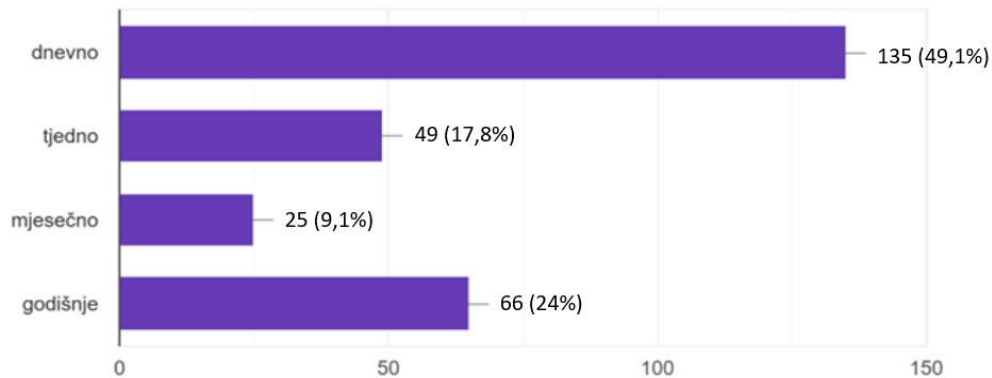
Grafikon 4. Udio ženskih i muških ispitanika

Najzastupljenija dobna skupina ispitanika bila je od 26-60 godina i to od 196 osoba tj. 71,3% i dobna skupina od 18-26 godina od 52 ispitanika odnosno 18,9% što je prikazano na Grafikonu 5.



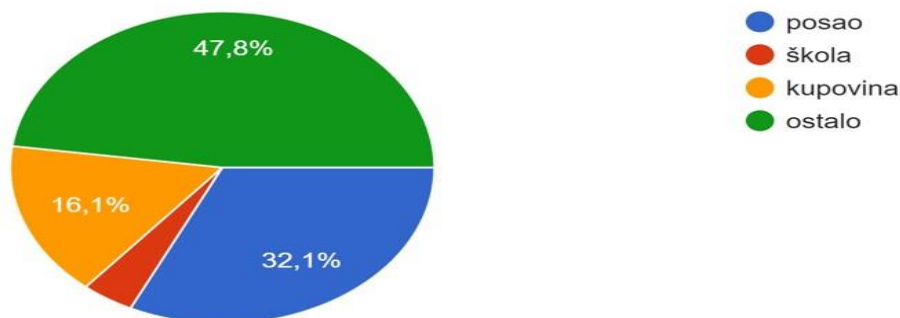
Grafikon 5. Rezultati dobnih skupina u anketnom upitniku

Pitanje „Učestalost korištenja željezničkog prijelaza“ ima 275 odgovora. Skoro 50% odnosno 49,1% ispitanika koristi prijelaz na dnevnoj razini, dok ispitanici koji koriste prijelaz na tjednoj, mjesečnoj i godišnjoj razini ima puno manje što je vidljivo na Grafikonu 6.



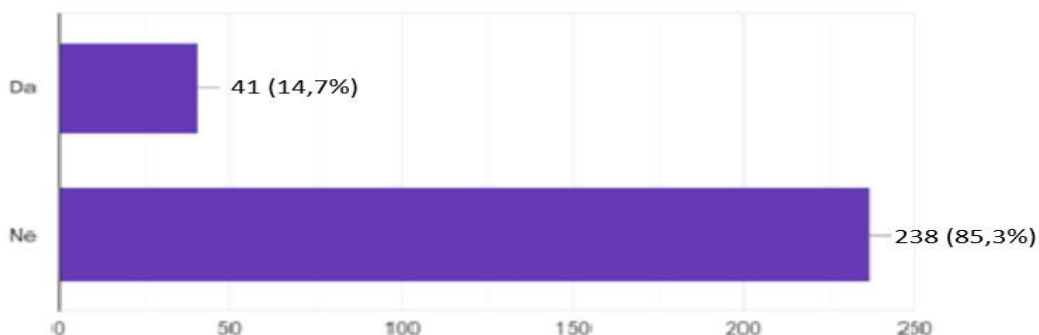
Grafikon 6. Učestalost korištenja prijelaza ispitanika

Razlozi prelaska preko željezničko-cestovnog prijelaza su različiti i ima ih 274. Čak 47,8% ispitanika kao razlog jer navelo ostalo, a na Grafikonu 7. prikazani su drugi razlozi prelaska preko željezničko-cestovnog prijelaza.



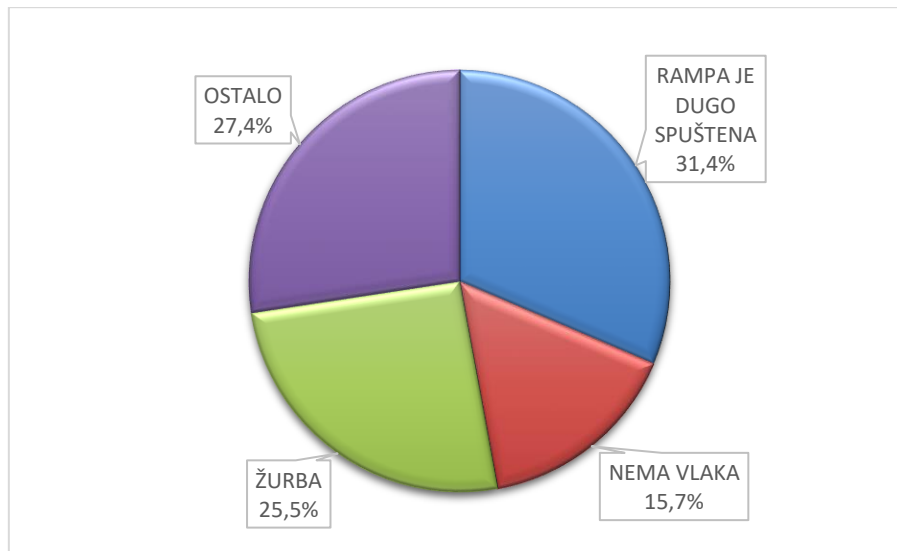
Grafikon 7. Razlozi prelaska preko ŽCP-a u Ivanić Gradu

Jedno od pitanja u online anketnom upitniku bilo je „Da li nepropisno prelazite preko željezničko-cestovnog prijelaza“. Na Grafikonu 8. vidljivo je kako je 85,3%, odnosno 238 ispitanika odgovorilo da ne prelaze željezničko-cestovni prijelaz dok su polubranici spuštani, a njih 14,7% odnosno 41 prelazi dok su polubranici spuštani.



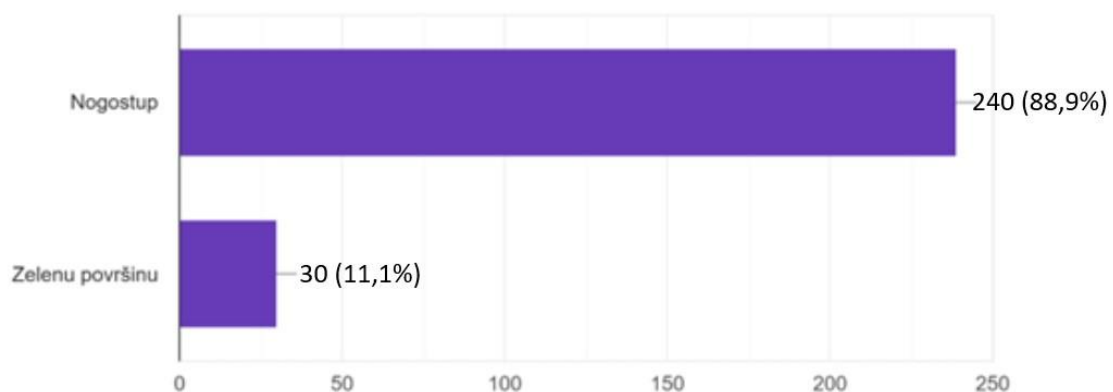
Grafikon 8. Udio nepropisnog i propisno prelaska preko ŽCP-a

Nakon postavljenog pitanja za propisno i nepropisno prelaženje preko željezničko-cestovnog prijelaza, za ispitanike je slijedilo pitanje koji su razlozi nepropisnog prelaska preko prijelaza i na to pitanje ih je odgovorilo 51. Na Grafikonu 9. vidljivo je da ispitanici nepropisno prelaze prijelaz zbog žurbe i zato što su polubranici predugo spuštani.



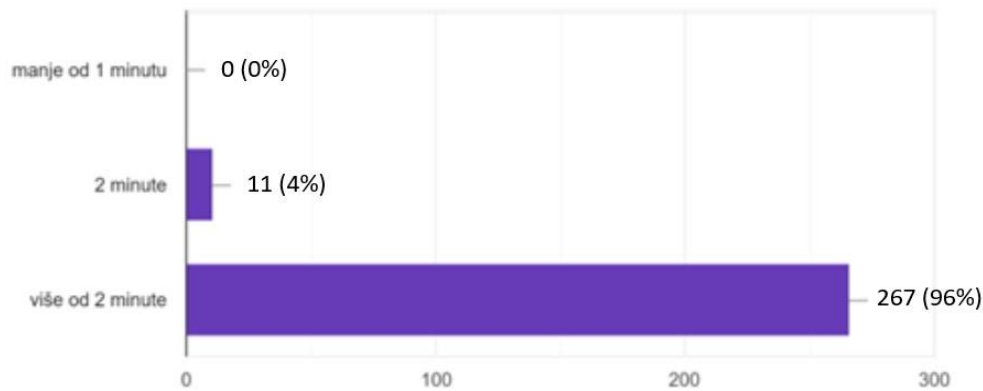
Grafikon 9. Razlozi nepropisnog prelaska preko prijelaza

Na Grafikonu 10. prikazani su odgovori na sedmo pitanje koje se odnosilo na korištenje pješačkih površina koje vode do putničkih terminala u gravitacijskom području Ivanić Grada i koje je ispunilo 270 ispitanika. Vidljivo je da većina odnosno 88,9% ispitanika koristi nogostupe, a ostalih 11,1% ispitanika koristi „divlje prijelaze“.



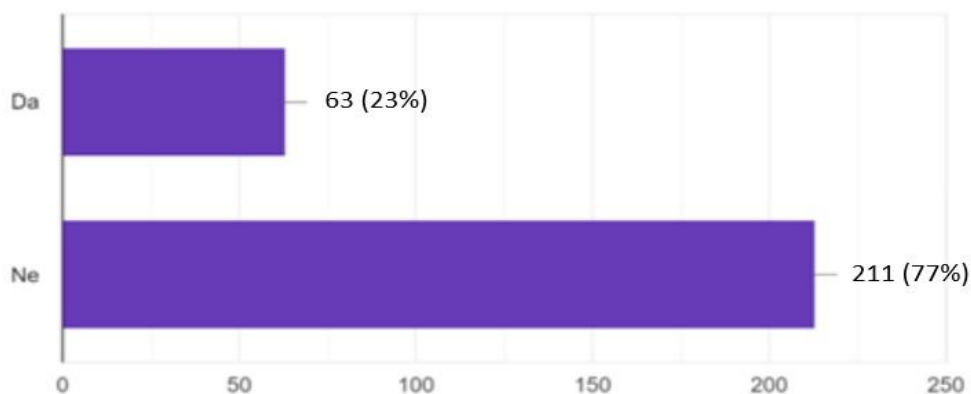
Grafikon 10. Korištenje površina prema putničkim terminalima

Kako bi se utvrdila točnost mjerenja zauzetosti prijelaza, ispitanicima se postavilo pitanje u vezi duljine vremena koji provedu čekajući na pružnom prijelazu od spuštanja do podizanja polubranika. Iz Grafikona 11. vidljivo je da veliki udio od 96% ispitanika čeka više od 2 minute za prestanak zauzeća prijelaza.



Grafikon 11. Vrijeme čekanja na prijelazu

Predzadnje pitanje u anketnom upitniku odnosilo se na to da li su ispitanici zadovoljni na željezničko-cestovni prijelaz u Ivanić Gradu. Dvoje ispitanika nije odgovorilo na navedeno pitanje, ali čak 77% odnosno 211 ispitanika nisu zadovoljni sa postojećim prijelazom što prikazuje Grafikon 12.



Grafikon 12. Udio zadovoljnih i nezadovoljnih ispitanika sa ŽCP-om

Zadnje postavljeno pitanje je bilo u obliku otvorenog pitanja gdje su ispitanici napisali prijedloge koji se odnose na rekonstrukciju postojećeg željezničko-cestovnog prijelaza te kako bi se smanjilo nezadovoljstvo korisnika prijelaza. To pitanje ispunilo je 160 ispitanika, a prijedloge i broj ispitanika koji su ih naveli prikazani su u Tablici 11.

Tablica 11. Prijedlozi za poboljšanje željezničko-cestovnog prijelaza

DENIVELACIJA	87	54,4 %
NOVO RJEŠENJE PRIJELAZA	19	11,9%
KRAĆE ČEKANJE NA PRIJELAZU	24	15%
SVE	30	18,7%



Nakon analiziranja rezultata online anketnog upitnika u kojem su u najvećem djelu sudjelovali ispitanici od 26-60 godina, došlo se do zaključka da većina ispitanika željezničko-cestovni prijelaz koristi svakodnevno i propisno. Također, skoro svi ispitanici čekaju više od dvije minute za prolazak vlaka odnosno kada su polubranici spuštene, a to je jedan od razloga nezadovoljstva ispitanika u vezi željezničko-cestovnog prijelaza u Ivanić Gradu gdje su neki ispitanici naveli da postoje situacije kada se čeka oko 10 minuta na pružnom prijelazu. Prijedlog ispitanika za smanjenje čekanja na pružnim prijelazima je bolja organizacija spuštanja i dizanja polubranika, iako zatvorenost ŽCP-a ovisi o voznom redu i učestalosti vlakova. Ostali prijedlozi za poboljšanje prijelaza odnose se na denivelaciju, odnosno izgradnju podvožnjaka ili nadvožnjaka i pothodnika za pješake, povećanje sigurnosti i prijedlozi za poboljšanje pješačkih i dodavanje biciklističkih staza na samom željezničko-cestovnom prijelazu.

## 5. PRIJEDLOG NOVIH PROMETNIH RJEŠENJA

### 5.1. VARIJANTA 1

U gravitacijskom području putničkih terminala kreću se različiti sudionici u prometu, a najveći problem pojavljuje se nakon podizanja polubranika kada svi sudionici u prometu kreću u isto vrijeme zbog čega dolazi do kolizije tokova kretanja motornih vozila, pješaka i biciklista. Širina željezničko-cestovnog prijelaza iznosi 8,6 m bez pješačke staze. Prijedlog Varijante 1 je dodavanje pješačke staze i na lijevu stranu željezničko-cestovnog prijelaza te dodavanje biciklističke staze koja bi počela sa južne strane Savske ulice i nastavljala bi se na već postojeću biciklističku stazu na sjevernoj strani Savske ulice. Na Slici 28. pješačka staza označena je narančastom, a biciklistička staza crvenom bojom.



Slika 28. Prijedlog Varijante 1

Kako bi se izbjeglo korištenje divljih prijelaza, sa desne strana prijelaza postavila bi se zaštitna ograda označena na Slici 28. rozom bojom koja bi se protezala uz prugu od željezničko-cestovnog prijelaza prema željezničkom kolodvoru i postavili bi se anti-trespass paneli između kolosijeka. Anti-trespass paneli su nova inovacija koji pomoću ugrađenih različitih piramida onemogućavaju hodanje po pruži (Slika 29.).



*Slika 29. Anti-trespass paneli [18]*

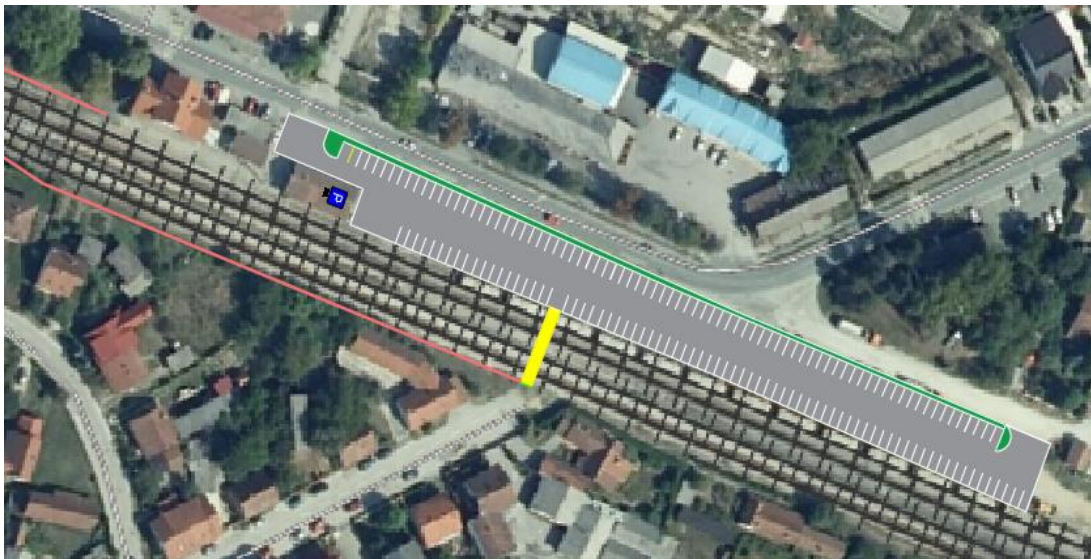
Za povećanje sigurnosti prelaska preko prijelaza, postavile bi se mimoilazne zaštitne ograde na svakoj strani željezničko-cestovnog prijelaza za pješački i biciklistički promet koje upozoravaju sudionike u prometu da se nalaze na potencijalnom opasnom mjestu. Da bi se smanjili brzi nailasci na prijelaz, postavili bi se uspornici koji su na Slici 28. označeni plavim crtama i na pružni prijelaz dodale bi se obojane oznake (Slika 30.) koje bi dale još veći naglasak na opasno mjesto.



*Slika 30. Obojeni prijelaz [19]*

S obzirom da Varijanta 1 ne sadrži denivelaciju pružnog prijelaza, uređenjem postojeće infrastrukture odnosno dodavanjem pješačkih i biciklističkih staza i mimoilaznih ograda korisnici bi se usmjeravali na postojeći željezničko-cestovni prijelaz uz sigurnije kretanje po uređenoj infrastrukturi, a ATP panelima onemogućilo bi se nepropisno kretanje po tzv. „divljim prijelazima“.

Također, prijedlog Varijante 1 sadrži i dodatni prostor za promet u mirovanju (Slika 31.), koji bi se postavio kao prošireni dio već postojećeg parkirališnog prostora uz željeznički kolodvor kao Park&Ride sustav. Ta dodatna parkirališna površina omogućila bi još 78 parkirnih mjesta, a prijelaz za pješake preko pruge koji je označen sa žutom bojom, za osobe koje dolaze iz slijepe ulice na južnoj strani ili sa parkirališne površine postavio bi se ulegnuto na prugu (Slika 32.) preko kojeg bi korisnici željezničkog prijevoza putnika imali direktan pristup kolosijeku.



*Slika 31. Prijedlog prometa u mirovanju i mjesta za kretanje pješaka*



*Slika 32. Ulegnuti pješački prijelaz preko pruge [20]*

## 5.2. VARIJANTA 2

Prijedlog Varijante 2 sadrži razdvajanje pješackog i biciklističkog prometa od motornog prometa, odnosno izgradnja pothodnika u duljini od 58 metara koji bi započeo uz autobusni kolodvor i završio nakon željezničko-cestovnog prijelaza, a na Slici 33. označen je ljubičastom bojom. Također, postavile bi se biciklističke staze prije i nakon pothodnika (crvena boja).



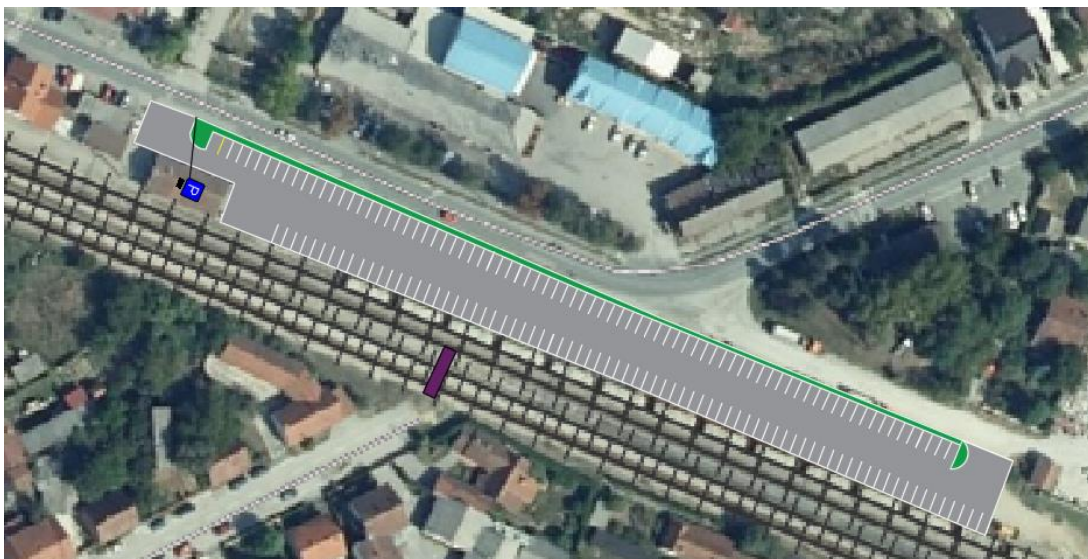
Slika 33. Prijedlog Varijante 2

Na željezničko-cestovni prijelaz dodale bi se bojanje oznake kao i u Varijanti 1, ali maknuli bi se uspornici i prije željezničko-cestovnog prijelaza dodao bi se ekran koji sadrži informacije o dolasku slijedećeg vlaka na željezničko-cestovni prijelaz (Slika 34.).



*Slika 34. Displej s informacijama o dolasku vlaka na željezničko-cestovni prijelaz. [21]*

Kao i u Varijanti 1, predlaže se proširenje prostora za promet u mirovanju kao Park&Ride sustav, ali ulegnuti prijelaz za pješake zamijenio bi se sa manjim pothodnikom duljine 13 metara koji bi imao izlaz na jedan od kolosijeka (Slika 35.).



*Slika 35. Prijedlog prometa u mirovanju i pješačkog pothodnika*

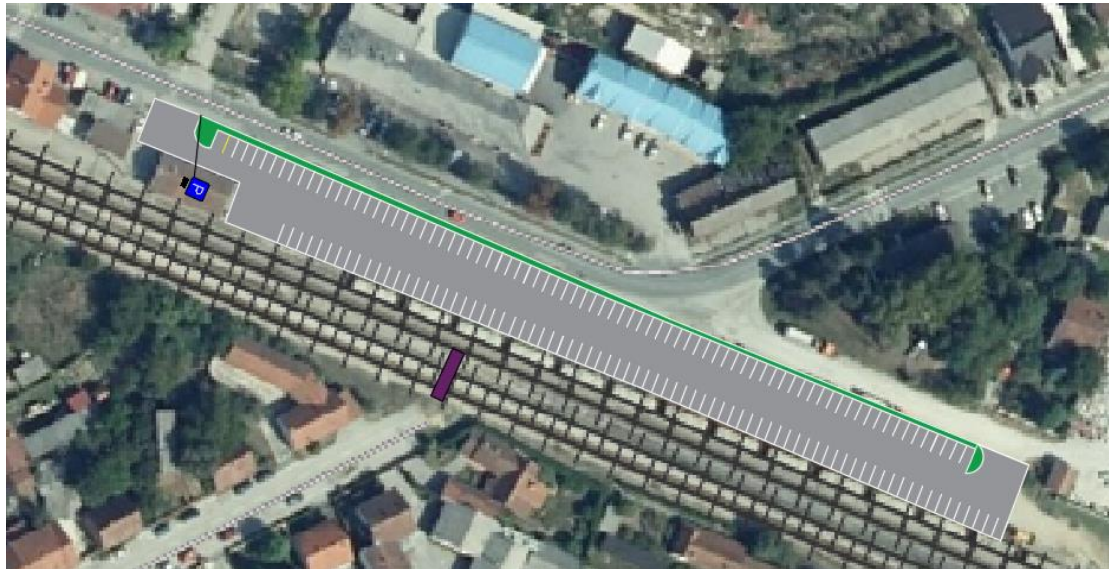
### 5.3. VARIJANTA 3

Prijedlog Varijante 3 sastoji se od izgradnje podvožnjaka, pothodnika i razmještaj autobusnog kolodvora i prikazan je na Slici 36. Autobusni kolodvor premjestio bi se na suprotnu stranu odnosno uz željezničku prugu i ulica koja prolazi iza autobusnog kolodvora završavala bi prije samog autobusnog kolodvora i postala bi slijepa ulica. Podvožnjak duljine 205 metara započeo bi neposredno prije prijelaza i završio nakon raskrižja Kolodvorske i Savske ulice, gdje bi se jedan dio Kolodvorske ulice na istočnoj strani isto povezao sa podvožnjakom, a pješački prijelaz na tom dijelu napravio bi se kao nathodnik. Podvožnjak je označen sa tamno sivom bojom, a pothodnik (ljubičasta boja) duljine 55 metara započeo bi nakon autobusnog kolodvora i završio nakon prijelaza i omogućila bi se pješačka staza duljine 83 metara prema željezničkom kolodvoru sa zaštitnom ogradom. Kolodvorska ulica na južnoj strani postala bi slijepa ulica. Na južnoj strani Savske ulice, samo autobusima i taxi službama bilo bi omogućeno skretanje na autobusni kolodvor, a pješačka (narančasta boja) i biciklistička staza (crvena boja) protezala bi se duž autobusnog kolodvora.



Slika 36. Prijedlog Varijante 3

Za promet u mirovanju predlaže se isto kao i u Varijanti 2 odnosno dodavanje parkirališne površine uz postojeću parkirališnu površinu kraj željezničkog kolodvora u obliku Park&Ride sustava, kao i izgradnja pješačkog pothodnika duljine 13 metara od slijepe ulice do jednog od kolosijeka (Slika 37.).



*Slika 37. Prijedlog prometa u mirovanju i pješačkog pothodnika*

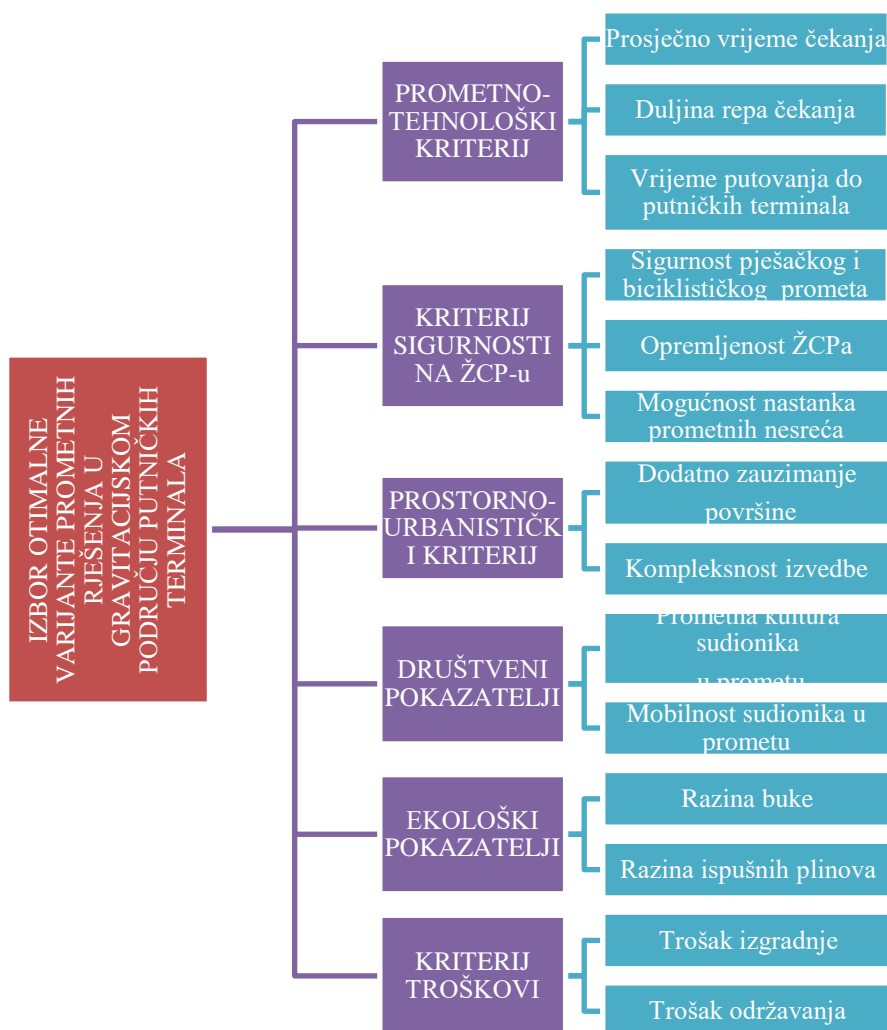


## 6. VREDNOVANJE PREDLOŽENIH PROMETNIH RJEŠENJA METODAMA VIŠEKRITERIJSKE ANALIZE

Za vrednovanje predloženih varijanata u ovom diplomskom radu korištena je AHP metoda uz programsku podršku alata Expert Choice, koja se koristi za rješavanje kompleksnih problema odlučivanja i pomaže donositeljima odluke postaviti prioritete i donijeti najbolju odluku.

### 6.1. HIJERARHIJSKA STRKTURA AHP MODELA

Za izbor optimalnog prometnog rješenja u slučaju više varijanata potrebno je definirati relevantne kriterije i potkriterije temeljem kojih će se varijante vrednovati. Za jednostavniju vizualizaciju izrađuje se hijerarhijska struktura AHP modela koja prikazuje cilj, kriterije, potkriterije i varijante koje će se vrednovati pomoću Saaty-eve skale važnosti. Hijerarhijska struktura predloženog modela prikazana je na Slici 38., a sastoji se od šest kriterija i 14 potkriterija.



Slika 38. Grafički prikaz hijerarhijske strukture AHP modela

Izbor optimalnog rješenja vršiti će se prema sljedećim kriterijima i potkriterijima:

*Prometno-tehnološki kriterij* sadrži potkriterije koji su međusobno usko povezani odnosno utječu jedan na drugoga, a za izbor optimalne varijante uzeti su potkriteriji koji najviše opisuju zadovoljstvo korisnika željezničko-cestovnog prijelaza, a oni su:

1. Prosječno vrijeme čekanja – veća važnost se dodjeljuje varijanti kod koje postoji kraće vrijeme čekanja za prolazak željezničko-cestovnim prijelazom, a na temelju brojanja zauzetosti prijelaza dobilo se prosječno vrijeme čekanja.
2. Duljina repa čekanja – važnost pojedine varijante dodjeljuje se prema broju vozila koji čekaju na prolazak željezničko-cestovnim prijelazom.
3. Vrijeme putovanja do putničkih terminala – najveću važnost dobiva varijanta koja najmanje utječe na povećanje vremena dolaska do putničkog terminala.

*Kriterij sigurnosti na ŽCP-u* podrazumijeva stupanj sigurnosti odvijanja svih prometnih tokova odnosno smanjivanje i uklanjanje opasnosti koje prijete motoriziranom i nemotoriziranom prometu kod pojedine varijante, a njegovi potkriteriji su:

1. Sigurnost pješачkog i biciklističkog prometa – odnosi se na najranjiviju skupinu sudionika u prometu koji krše prometne propise ili se ne kreću po mjestima koja su predviđena za kretanje nemotoriziranog prometa. Također, ovisi i opremljenosti prometne infrastrukture te se odabire optimalna varijanta.
2. Opremljenost ŽCP-a – odnosi se stupanj opremljenosti prijelaza (postojanje nogostupa ili biciklističke staze, mimoilazne ograde itd.) ili na koji je način prijelaz osiguran (aktivno ili pasivno). Veću važnost će imati varijanta čija prometna oprema više doprinosi sigurnosti na prijelazu.
3. Mogućnost nastanka prometnih nesreća – odnosi se na rizik nastanka bilo koje vrste prometne nesreće na djelu ili mjestu dionice ceste od strane infrastrukture i opreme na cesti.

*Prostorno-urbanistički kriterij* odnosi se na zauzimanje prostora varijante u gravitacijskom području putničkih terminala i utjecaj varijante na poboljšanje života stanovništva u tom području, a dijeli se na:

1. Dodatno zauzimanje površine – veća važnost daje se varijanti koja zauzima manje prostora za izgradnju.
2. Kompleksnost izvedbe – odnosi se na količinu i vrstu određene prometne infrastrukture koja se planira izgraditi u određenoj varijanti, a veća važnost daje se onoj varijanti kojoj je potrebno manje prometne infrastrukture za gradnju.

*Društveni pokazatelji* odnose se na one pokazatelje kojima se poboljšava i unaprjeđuje kretanje sudionika u prometu u navedenom gravitacijskom području, a odnosi se na korištenje prometne infrastrukture prema određenoj varijanti, a oni su:

1. Prometna kultura sudionika u prometu – daje se veća važnost onoj varijanti koja rekonstrukcijom prometne infrastrukture smanji prekršajna kretanja sudionika u prometu.
2. Mobilnost sudionika u prometu – veća važnost pridodaje se onoj varijanti čije rješenje omogućava nesmetano kretanje svih sudionika u prometu.

Budući da je gravitacijsko područje vrlo naseljeno, *ekološki pokazatelji* dodjeljuju važnost varijantama ovisno o štetnim ekološkim utjecajima koja pojedina varijanta ima na okoliš i sudionike u prometu, a dijele se na:

1. Razina buke - veća važnost daje se onoj varijanti koja najmanje utječe na povećanje buke u gravitacijskom području putničkih terminala.
2. Razina ispušnih plinova – veća važnost daje se varijanti koja više utječe na smanjenje ispušnih plinova od strane motornih vozila.

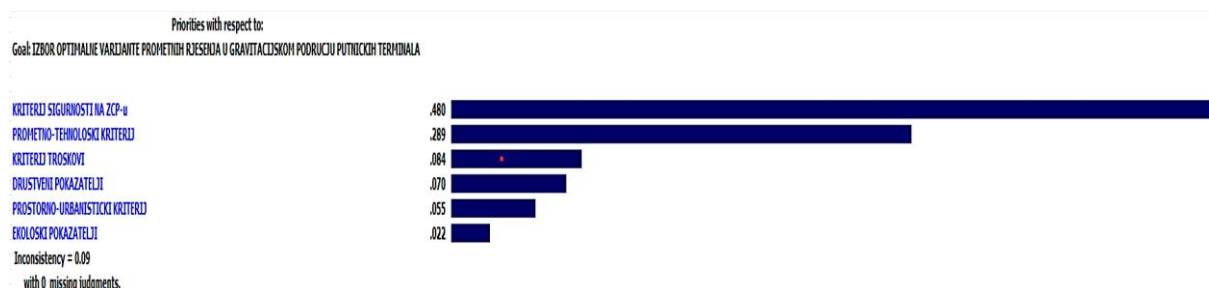
*Kriterij troškovi* odnosi se na količinu kapitala koji je potreban za realizaciju pojedine varijante, a dijeli se na potkriterije:

1. Trošak izgradnje – odnosi se na kapital kojeg je potrebno uložiti za izgradnju pojedinog rješenja, a veća važnost pridodaje se onoj varijanti koja ima manje troškove izgradnje.
2. Trošak održavanja – odnosi se na troškove redovnog i izvanrednog održavanja pojedine varijante, a veća važnost daje se varijanti koja ima manje troškove održavanja.

## 6.2. RANGIRANJE KRITERIJA I POTKRITERIJA

Predložene varijante za unapređenje gravitacijskog područja putničkih terminala u Ivanić Gradu vrednovati će se AHP metodom u programskom alatu Expert Choice na temelju postavljenih kriterija i potkriterija koji su prikazani grafički kao struktura modela analitičko hijerarhijskog procesa. Rangiranje kriterija i potkriterija vrši se u parovima na temelju Saaty-eve skale važnosti prema kojoj se jednom od kriterija/potkriterija daje veća važnost u odnosu na drugi. Važnost kriterija i potkriterija dodijeljena je prema procjeni autora temeljem analize postojećeg stanja, rezultata anketnog istraživanja i analize postojećih AHP modela o sličnoj problematici.

Kriteriju sigurnost na željezničko-cestovnom prijelazu u Ivanić Gradu dodijeljena je najveća važnost zbog posljedica prometnih nesreća na ŽCP-u i rizičnog ponašanja sudionika u prometu te iz razloga što je sigurnost jedan od značajnih elemenata u životima sudionika u prometu. Drugi rangirani kriterij po važnosti je Prometno-tehnološki kriterij koji za cilj ima poboljšavanje prometnih parametara kako bi se smanjio rep čekanja koji je nastao u razdoblju zatvorenosti prijelaza, a time bi se poboljšalo odvijanje prometnih tokova na gravitacijskom području putničkih terminala u Ivanić Gradu. Također, pomoću tog kriterija sudionici prometa odlučuju koji put će koristiti do željenog putničkog terminala, a da im je vrijeme putovanja što kraće. Sljedeći rangirani kriterij je Kriterij troškova koji daje uvid u troškove vezane uz izgradnju i održavanje koje sa sobom nose svaka od predloženih varijanata, a koji su bitni za odabir jedne od predloženih varijanata. Četvrti po redu rangirani kriterij su Društveni pokazatelji prema kojima se poboljšava prometna infrastruktura za kretanje sudionika u prometu, a samim time i povećava mobilnost sudionika u prometu i kvaliteta života ljudi koji se kreću po gravitacijskom području putničkih terminala. Peti po važnosti je Prostorno-urbanistički kriterij koji opisuje površine koje su potrebne za izgradnju pojedine predložene varijante. Posljednji po važnosti rangirani kriterij su Ekološki pokazatelji prema kojemu se odabire varijanta koja najviše utječe na povećanje ekološkog odvijanja prometa. Slika 39. prikazuje rangiranje kriterija u programu Expert Choice.



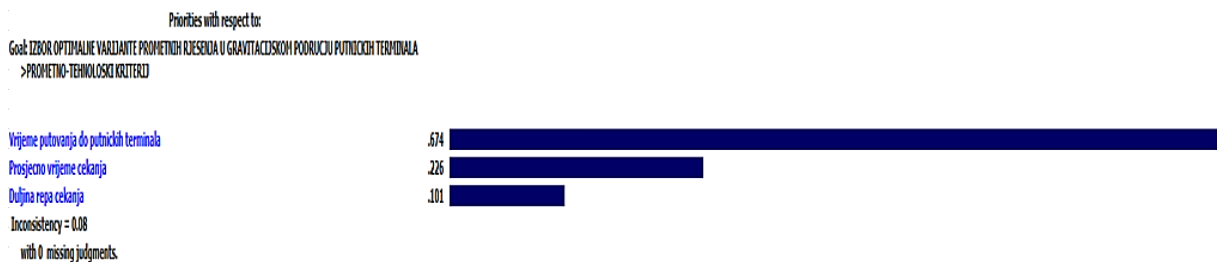
Slika 39. Grafički prikaz rangiranja kriterija

Rangiranje potkriterija kriterija „Sigurnost na željezničko-cestovnom prijelazu“ prikazano je na Slici 40. Prema procjena autora, potkriteriju „Opremljenost ŽCP-a“ dodijeljena je najvažnija važnost jer dodavanjem dodatne opreme na željezničko-cestovni prijelaz smanjuje se mogućnost nastanka prometne nesreće. Drugi po redu rangirani potkriterij je „Sigurnost pješачkog i biciklističkog prometa“ čime se želi ukazati na potrebu za povećanje sigurnosti nemotornog prometa jer su oni najugroženiji sudionici u prometu, a potkriteriju „Mogućnost nastanka prometnih nesreća“ je dodijeljena najmanja važnost.



Slika 40. Grafički prikaz rangiranja potkriterija kriterija „Sigurnost na ŽCP-u“

Za „Prometno-tehnološki kriterij“ rangiranje njegovih potkriterija prikazano je na Slici 41. Iz navedene slike vidljivo je da potkriterij „Vrijeme putovanja do putničkih terminala“ je najvažniji, a zatim ga slijede potkriterij „Prosječno vrijeme čekanja“ i „Duljina repa čekanja“ koji su međusobno proporcionalni, odnosno kako se smanjuje vrijeme čekanja proporcionalno se smanjuje i rep čekanja.



Slika 41. Grafički prikaz rangiranih potkriterija kriterija „Prometno-tehnološkog kriterija“

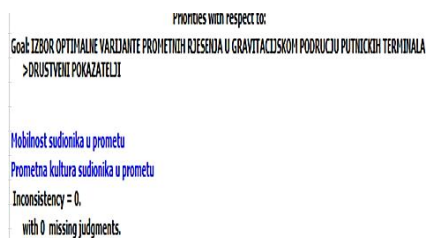
„Kriterij troškovi“ sadrži potkriterij „Trošak izgradnje“ i potkriterij „Trošak održavanja“. Prema procjeni autora, potkriteriju „Trošak izgradnje“ koji se odnosi na rekonstrukcije postojeće prometne infrastrukture ili izgradnju nove infrastrukture i dodavanje opreme je dodijeljena najveća važnost, a najmanja važnost je dodijeljena potkriteriju „Trošak održavanja“ što prikazuje i Slika 42.

Priorities with respect to:  
 Goal: IZBOR OPTIMALNE VARIJANTE PROMETNIH RJESENJA U GRAVITACIJSKOM PODROCIJU PUTNIČKIH TERMINALA  
 >KRITERIJ TROŠKOVI



Slika 42. Grafički prikaz rangiranja potkriterija kriterija „Kriterij troškovi“

Na Slici 43. prikazano je rangiranje potkriterija kriterija „Društveni pokazatelji“. Prema procjeni autora, potkriterij „Mobilnost sudionika u prometu“ je dodijeljena najveća važnost jer poboljšanjem prometne infrastrukture time i mobilnosti sudionika smanjuju se nepropisna kretanja i poštuju se prometni propisi. Potkriteriju „Prometna kultura sudionika u prometu“ dodijeljena je najmanja važnost.



Slika 43. Grafički prikaz rangiranja potkriterija kriterija „Društveni pokazatelji“

Iz Slike 44. vidljivo je rangiranje potkriterija kriterija „Prostorno-urbanističkog kriterija“. Prema procjeni autora kod odabira optimalne varijante, veća važnost dodijeljena je potkriteriju „Kompleksnost izvedbe“, a manja važnost dodijeljena je potkriteriju „Dodatno zauzimanje površine“.

Priorities with respect to:  
 Goal: IZBOR OPTIMALNE VARIJANTE PROMETNIH RJESENJA U GRAVITACIJSKOM PODROCIJU PUTNIČKIH TERMINALA  
 >PROSTORNO-URBANISTIČKI KRITERIJ



Slika 44. Grafički prikaz rangiranja potkriterija kriterija „Prostorno-urbanističkog kriterija“

Na Slici 45. vidljivo je rangiranje potkriterija kriterija „Ekološki pokazatelji“ i prema procjeni autora potkriteriju „Razina buke“ dodijeljena je veća važnost u odnosu na potkriterij „Razina ispušnih plinova“.

Priorities with respect to:  
 Goal: IZBOR OPTIMALNE VARIJANTE PROMETNIH RJESENJA U GRAVITACIJSKOM PODROCIJU PUTNIČKIH TERMINALA  
 >EKOLOŠKI POKAZATELJI



Slika 45. Grafički prikaz potkriterija kriterija „Ekološki pokazatelji“

### 6.3. VREDNOVANJE VARIJANATA

Da bi se postigao konačan izbor optimalne varijante, potrebno je rangirati varijante prema svakom kriteriju i potkriteriju, a prema Saaty-evoj skali važnosti. Svakoj varijanti se pridodaje težinska vrijednost sukladno njezinoj vrijednosti prema određenom potkriteriju odnosno kriteriju.

#### 6.3.1. SIGURNOST NA ŽCP-U

Prema potkriteriju „Opremljenost željezničko-cestovnog prijelaza“ i procjeni autora Varijanta 1 na postojeću opremu ŽCP-a dodaje obojanu oznaku prijelaza, uspornike, mimoilazne i zaštitne ograde te anti-trespass panele čime predstavlja visoku razinu opremljenosti ŽCP-a i time joj je dodijeljena najveća važnost. Varijanta 2 nadopunjuje postojeću prometnu opremu sa displejom o informacijama dolaska vlaka, a kod Varijante 3 se ne mijenja prometna oprema na željezničko-cestovnom prijelazu te joj je dodijeljena najmanja važnost. U Tablici 21. prikazane su rangovi varijanata prema potkriteriju „Opremljenost ŽCP-a, a Slika 46. prikazuje rangiranje varijanata za navedeni potkriterij u programu Expert Choice.

Tablica 12. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Opremljenost ŽCP-a“

VARIJANTE	Opremljenost ŽCP-a	RANG
Varijanta 1	Visoka razina opremljenosti u odnosu na postojeću	1.
Varijanta 2	Srednja razina opremljenosti u odnosu na postojeću	2.
Varijanta 3	Postojeća razina opremljenosti	3.

Priorities with respect to:  
Goal: IZBOR OPTIMALNE VARIJANTE PROMETNIH RJESENJA U GRAVITACIJSKOM PODRUČJU PUTNIČKIH TERMINALA  
>KRITERIJ SIGURNOSTI NA ŽCP-U  
>Opremljenost ŽCP-a

VARIJANTA 1  
VARIJANTA 2  
VARIJANTA 3

Inconsistency = 0.06  
with 0 missing judgments.

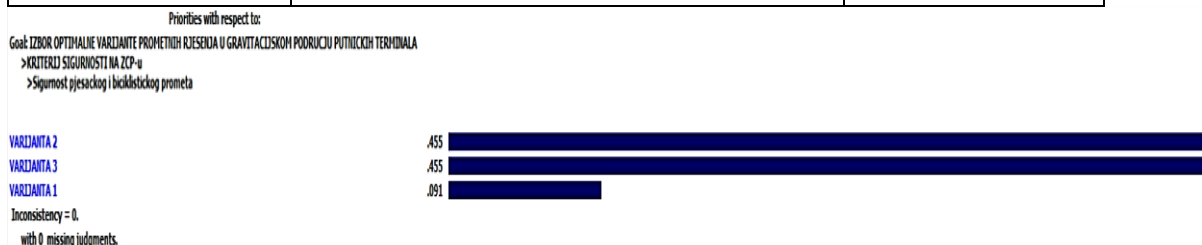


Slika 46. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Opremljenost ŽCP-a“ u programu Expert Choice

Prema postojećem stanju, koje ne sadrži biciklističku i pješačku stazu na jednoj strani željezničko-cestovnog prijelaza te zaštitne mimoilazne ograde, sigurnost pješačkog i biciklističkog prometa je ugrožena. Prema procjeni autora, dodavanjem zaštitne i mimoilazne ograde, anti-trespass panela i pješačkih i biciklističkih staza u Varijanti 1, sigurnost pješačkog i biciklističkog prometa povisila bi se na srednju razinu. Izgradnjom pothodnika u Varijanti 2 i Varijanti 3 sigurnost pješačkog i biciklističkog prometa bila bi najveća jer ne mogu doći u kontakt sa motornim vozilima te im je dodijeljena veća važnost u odnosu na Varijantu 1. U Tablici 13. prikazano su rangovi varijanata prema potkriteriju „Sigurnost pješačkog prometa“, a na Slici 47. vidljivo je rangiranje varijanata u programu Expert Choice.

Tablica 13. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Sigurnost pješačkog i biciklističkog prometa“

VARIJANTE	Sigurnost pješačkog i biciklističkog prometa	RANG
Varijanta 1	Srednja	2.
Varijanta 2	Visoka	1.
Varijanta 3	Visoka	1.



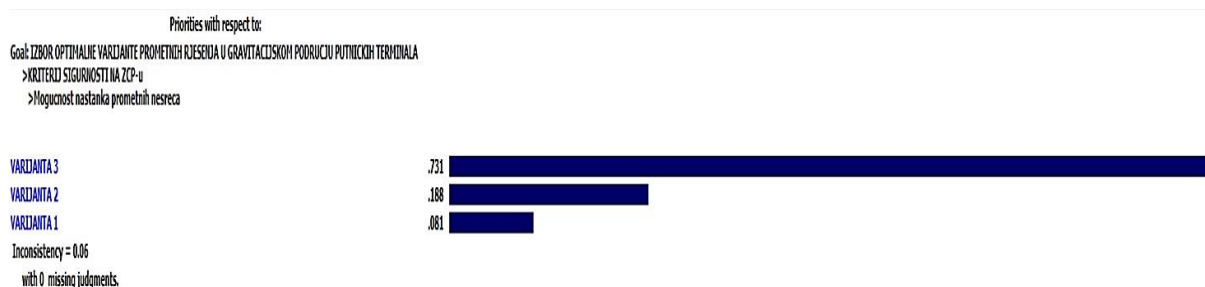
Slika 47. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Sigurnost pješačkog i biciklističkog prometa“ u programu Expert Choice

Za vrijeme brojanja i promatranja sudionika u prometu na željezničko-cestovnom prijelazu uočen je veliki broj nepropisnog kretanja pješaka. Prema procjeni autora, Varijanta 1 sadrži konfliktne točke i mogućnost nastanka prometnih nesreća je najviša u odnosu na Varijantu 2 i Varijantu 3 i dodijeljena joj je najmanja važnost. Kod Varijante 2, mogućnost nastanka prometnih nesreća je nešto manja i nema konfliktnih točaka između motornog i nemotornog prometa. Mogućnost nastanka prometnih nesreća kod Varijante 3 je najmanja jer ne dolazi do sučeljavanja cestovnog i željezničkog prometa i time joj je dodijeljena najveća važnost. Rangovi varijanata prema potkriteriju „Mogućnost nastanka prometnih nesreća“ prikazani su u Tablici 14., a rangiranje varijanata u programu Expert Choice vidljivo je na Slici 48.



Tablica 14. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Mogućnost nastanka prometnih nesreća“

VARIJANTE	Mogućnost nastanka prometnih nesreća	RANG
Varijanta 1	Veće posljedice prometnih nesreća	3.
Varijanta 2	Srednje posljedice prometnih nesreća	2.
Varijanta 3	Manje posljedice prometnih nesreća	1.



Slika 48. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Mogućnost nastanka prometnih nesreća“ u programu Expert Choice

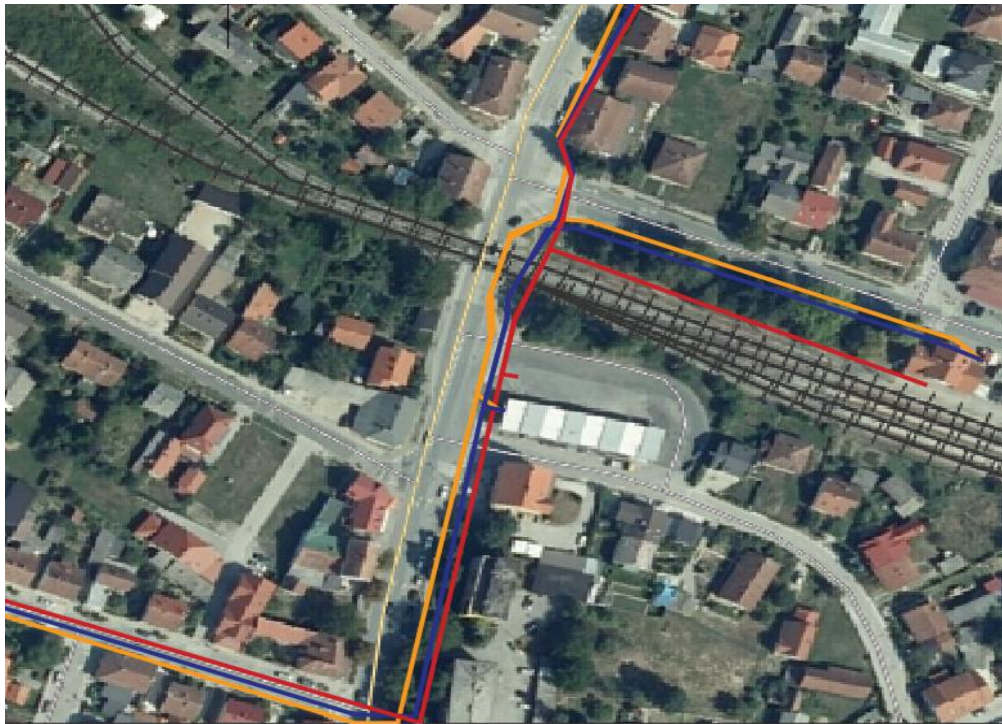
### 6.3.2. PROMETNO-TEHNOLOŠKI POKAZATELJI

Vrijeme putovanja do putničkih terminala važan je čimbenik za određivanja položaja pješačkih i biciklističkih staza i pothodnika. Pješaci i biciklisti koriste najkraće i najbrže puteve do odredišta, ne mareći pritom da li su ta putanja namijenjena njihovom kretanju ili nisu. U Tablici 15. prikazana su izračunata vremena putovanja prema putevima koji bi prošli pješaci/biciklisti iz smjera jug – sjever i sjever – jug i motorni promet preko željezničko-cestovnog prijelaza prema određenoj varijanti.

U navedenoj tablici za kretanje nemotornog prometa uzeta je prosječna brzina kretanja od 5 km/h i za kretanje motornog prometa prosječna brzina od 40 km/h. Za motorni promet u Varijanti 1 i Varijanti 2 dodana je prosječna zauzetost prijelaza od 2 minute i 9 sekundi. Na Slici 49. prikazana su putanja pješačkog i biciklističkog prometa prema Tablici 15. koja su označena različitom bojom ovisno o varijanti (Varijanta 1-žuta, Varijanta 2-plava i Varijanta 3-crvena).

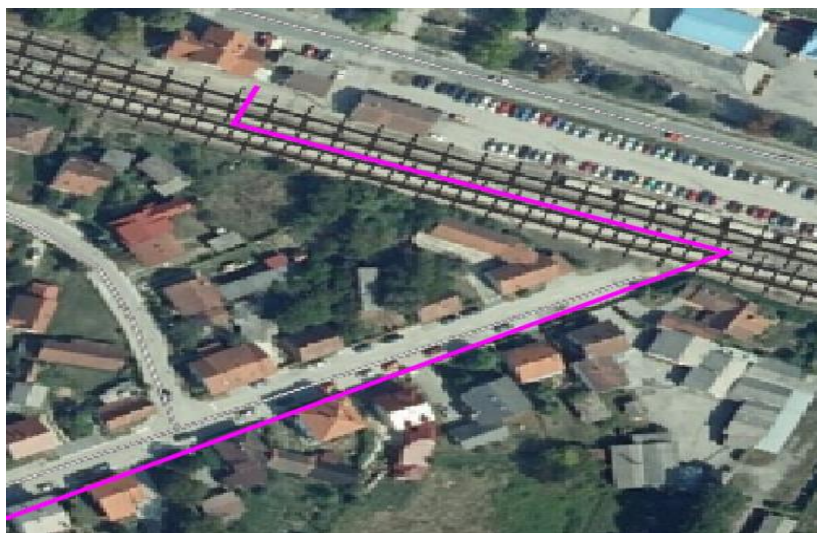
Tablica 15. Vrijeme putovanja do putničkih terminala

	VARIJANTA 1		VARIJANTA 2		VARIJANTA 3	
SMJER KRETANJA	JUG – SJEVER	SJEVER – JUG	JUG – SJEVER	SJEVER – JUG	JUG – SJEVER	SJEVER – JUG
PJEŠACI/BICIKLISTI	444 m 5 min 20 sec	151 m 1 min 49 sec	436 m 5 min 14 sec	151 m 1 min 49 sec	419 m 5 min 2 sec	137 m 1 min 39 sec
MOTORNI PROMET	246 m 2 min 31 sec		246 m 2 min 31 sec		246 m 22 sec	



Slika 49. Putanja pješačkog i biciklističkog prometa s obzirom na varijante

U svim varijantama, dodavanjem pješačke staze ili pothodnika na zapadnoj strani pruge, pješaci krećući se do željezničkog kolodvora prevalili bi put od 320 metara za 3 minute i 5 sekundi, a putanje je prikazano na Slici 50.

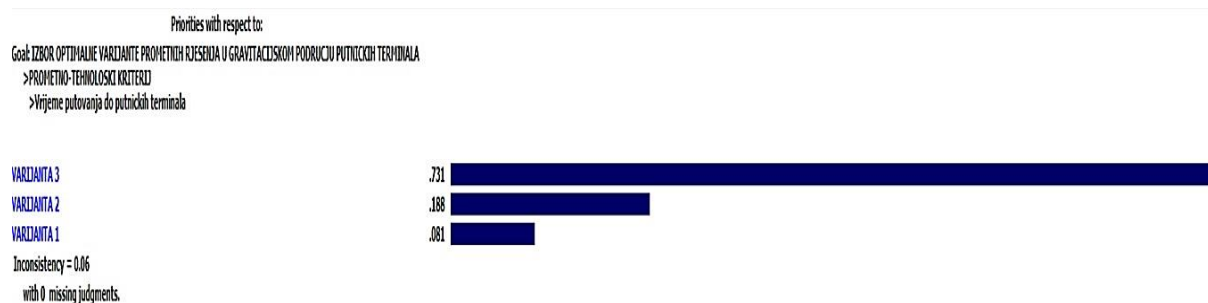


Slika 50. Putanje do željezničkog kolodvora

Rangovi varijanata prema potkriteriju „Vrijeme putovanja do putničkih terminala“ prikazani su u Tablici 16. Na Slici 51. vidljivo je rangiranje varijanata prema navedenom potkriteriju i prema procjeni autora Varijanti 1 je dodijeljena najmanja važnost, a Varijanti 3 je dodijeljena najveća važnost.

Tablica 16. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Vrijeme putovanja do putničkih terminala“

VARIJANTE	RANG
Varijanta 1	3.
Varijanta 2	2.
Varijanta 3	1.

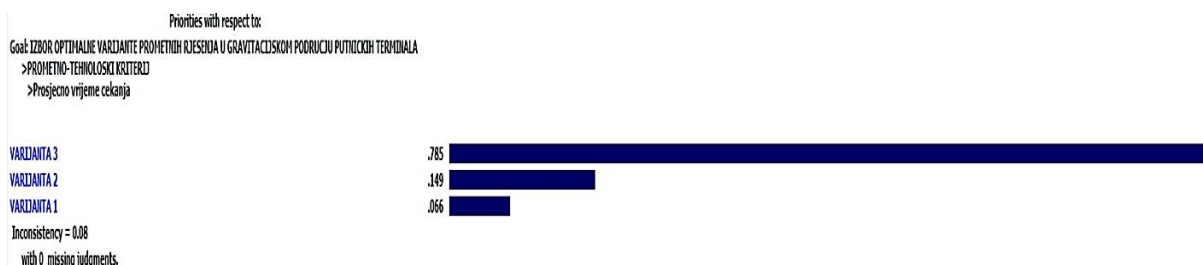


Slika 51. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Vrijeme putovanja do putničkih terminala“ u programu Expert Choice

Potkriterij „Prosječno vrijeme čekanja“ izračunat je na temelju mjerenja zauzetosti željezničko-cestovnog prijelaza. Mjerenje se provodilo paralelno s brojanjem prometnih tokova. Prosječno vrijeme zatvorenosti željezničko-cestovnog prijelaza u Ivanić Gradu je 129 sekundi. Prema procjeni autora, Varijanta 1 dodijeljena je najveća važnost zbog predloženog podvožnjaka čime se očekuje smanjuje vremena čekanja na 0 sekundi, a Varijanta 2 smanjuje vrijeme čekanja zbog postavljanja displeja koji pruža informacije sudionicima prometa o vremenu dolaska vlaka. Za Varijantu 1 smatra se da značajno ne utječe na smanjenje vremena čekanja te joj je dodijeljena najmanja važnost. U Tablici 17. prikazani su rangovi varijanata prema potkriteriju „Prosječno vrijeme čekanja“, a na Slici 52. vidljivo je rangiranje varijanata u programu Expert Choice.

Tablica 17. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Prosječno vrijeme čekanja“

VARIJANTE	Prosječno vrijeme čekanja [s]	RANG
Varijanta 1	129	3.
Varijanta 2	100	2.
Varijanta 3	0	1.



Slika 52. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Prosječno vrijeme čekanja“ u programu Expert Choice

Potkriterij „Duljina repa čekanja“, pri čemu je uzeto vrijeme zauzetosti prijelaza, izračunat je na sljedeći način:

- Prosječan broj vozila na ŽCP-u je 4,83 voz/min (izračunato prema analizi brojanja prometa)
- Prosječna zatvorenost prijelaza kod Varijante 1 je 2 minute i 9 sekundi (129 sekundi)
  - Varijanta 1 = 4,83 voz/min \* 2,015 min = 10 vozila
- Prosječna zatvorenost kod Varijante 2 je 1 minuta i 40 sekundi (100 sekundi)
  - Varijanta 2 = 4,83 voz/min \* 1,67 min = 8 vozila

Prema izračunatoj duljini repa čekanja u razdoblju zauzetosti prijelaza kod Varijante 1 iznosi 10 vozila, a za Varijantu 2 iznosi 8 vozila. Za Varijantu 3 smatra se da neće biti repova čekanja zbog potpune odvojenosti prijelaza i infrastrukture za motorna vozila, čime se ona smatra najbolje rješenje prema potkriteriju „Duljina repa čekanja“ što je i vidljivo u Tablici 18. Sukladno navedenom, Varijanti 3 je dodijeljena najveća važnost, a Varijanti 1 najmanja važnost. Slika 53. prikazuje rangiranje varijanata prema navedenom potkriteriju u programu Expert Choice.

Tablica 18. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Duljina repa čekanja“

VARIJANTE	Duljina repa čekanja [voz]	RANG
Varijanta 1	10	3.
Varijanta 2	8	2.
Varijanta 3	0	1.



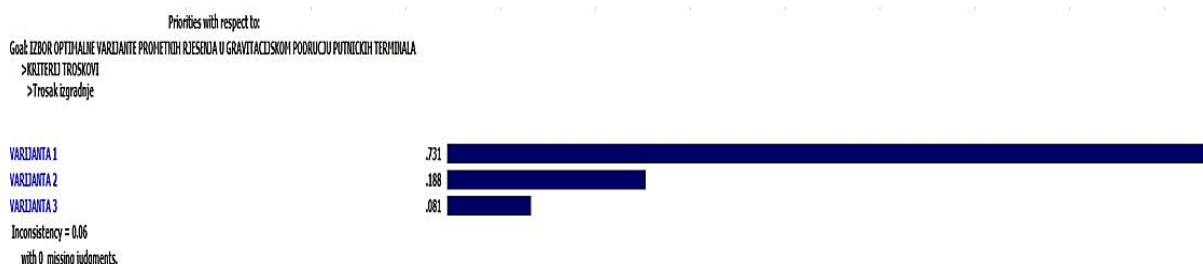
Slika 53. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Duljina repa čekanja“ u programu Expert Choice

### 6.3.3. POKAZATELJI TROŠKOVA

U Tablici 19. prikazani su rangovi varijanata prema potkriteriju „Trošak izgradnje“. Prema procjeni autora, Varijanta 3 predstavlja najskuplju varijantu zbog predviđenog pothodnika, podvožnjaka i parkirališnog prostora čime joj je dodijeljena najmanja važnost. Varijanti 1 dodijeljena je najveća važnost i predstavlja najjeftiniju varijantu jer ne zahtjeva izgradnju većih objekata osim parkirališnog prostora i dodatne opreme i prometne infrastrukture, dok Varijanta 2 predstavlja nešto skuplju varijantu zbog izgradnje pothodnika. Na Slici 54. prikazane su rangirane varijante prema potkriteriju „Trošak izgradnje“ u programu Expert Choice.

Tablica 19. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Trošak izgradnje“

VARIJANTE	Trošak izgradnje	RANG
Varijanta 1	Niži troškovi	1.
Varijanta 2	Srednji troškovi	2.
Varijanta 3	Visoki troškovi	3.

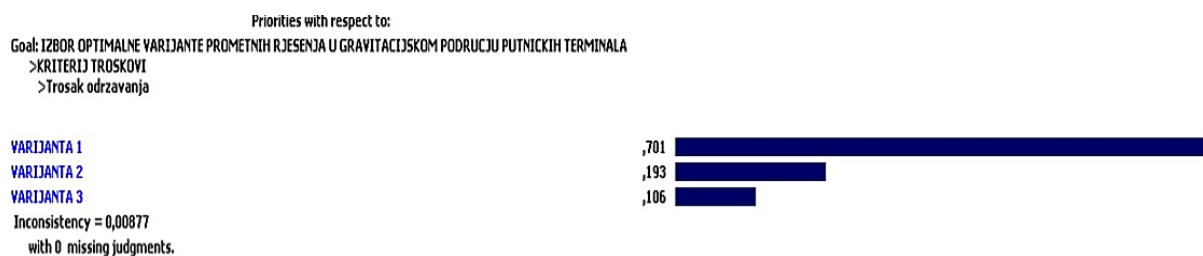


Slika 54. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Trošak izgradnje“ u programu Expert Choice

Prema procjeni autora, kod potkriterija „Trošak održavanja“, Varijanta 3 bila bi najskuplja varijanta za održavanja jer se osim pothodnika za pješake kao što je to slučaj u Varijanti 2, mora održavati i podvožnjak za motorna vozila što je i vidljivo u Tablici 20. Varijanti 1 zbog manjih troškova održavanja dodijeljena je najveća važnost, a Varijanti 3 zbog visokih troškova održavanja dodijeljena je najmanja važnost što i prikazuje Slika 55.

Tablica 20. Rangiranje varijanata prema potkriteriju Trošak održavanja

VARIJANTE	Trošak održavanja	RANG
Varijanta 1	Niži troškovi	1.
Varijanta 2	Srednji troškovi	2.
Varijanta 3	Visoki troškovi	3.



Slika 55. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Trošak održavanja“ u programu Expert Choice

#### 6.3.4. DRUŠTVENI POKAZATELJI

U Tablici 21. vidljivi su rangovi varijanata prema potkriteriju „Mobilnost sudionika u prometu“. Prilikom rangiranja, budući da je u Varijanti 2 i Varijanti 3 predviđeno izgradnja pothodnika te se time Varijanti 2 i Varijanti 3 pridodaje najveća razina mobilnosti, dok se Varijanti 1 pridodaje srednja razina mobilnosti pješaka i biciklista. Prema procjeni autora, Varijanti 2 i Varijanti 3 dodijeljene su veće važnosti u odnosu na Varijantu 1 što je i vidljivo na Slici 56.

Tablica 21. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Mobilnost sudionika u prometu“

VARIJANTE	Mobilnost sudionika u prometu	RANG
Varijanta 1	Srednja	2.
Varijanta 2	Visoka	1.
Varijanta 3	Visoka	1.



Slika 56. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Mobilnost sudionika u prometu“ u programu Expert Choice

Kako bi se održala sigurnost kretanja sudionika u prometu i smanjio broj prometnih nesreća bitna je prometna kultura sudionika u prometu. Prometna kultura pješaka i biciklista koji se kreću u gravitacijskom području putničkih terminala u Ivanić Gradu je niske razine što potvrđuje analiza brojanja prometa i anketiranje ispitanika. Varijanta 1 predlaže postavljanje zaštitnih i mimoilaznih ograda te anti-trespass panela čime će sudionici biti primorani poštivati pravila ŽCP-a. Varijanta 2 i Varijanta 3 sadrže pothodnike čime se pješačkom i biciklističkom prometu onemogućava nepropisno kretanje. Tablica 26. prikazuje rangove varijanata prema potkriteriju „Prometna kultura sudionika u prometu“. Na Slici 57. prikazano je rangiranje varijanata prema navedenom potkriteriju u programu Expert Choice i prema procjeni autora Varijanta 2 i Varijanta 3 imaju veću važnost u odnosu na Varijantu 1.

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

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



Slika 57. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Prometna kultura sudionika u prometu“ u programu Expert Choice

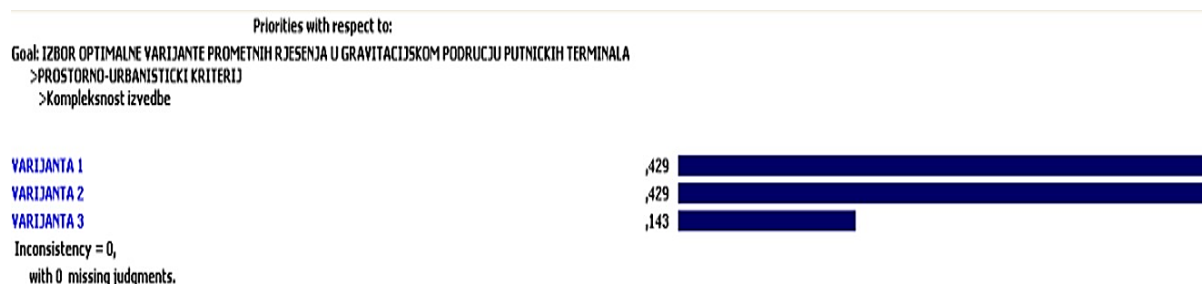
### 6.3.5. PROSTORNO-URBANISTIČKI POKAZATELJI

Potkriterij „Kompleksnost izvedbe“ odnosi se na samu složenost izgradnje varijanata odnosno količinu potrebnih rekonstrukcija ili izgradnja na postojećoj prometnoj infrastrukturi. Prema procjeni autora, Varijanta 1 i Varijanta 2 su isto rangirane i dodijeljene su im veće važnosti i odnose se na srednji stupanj složenosti koji se kod Varijante 1 odnosi na dodavanje pješačkih i biciklističkih staza, a kod Varijante 2 na izgradnju pothodnika. U obje navedene varijante dodaje se dodatna oprema za povećanje sigurnosti sudionika u prometu i izgradnja dodatnog parkirališnog prostora. Varijanta 3 je najlošije rangirana i dodijeljena joj je najmanja važnost zbog visokog stupnja složenosti koji se odnosi na izgradnju pothodnika i nathodnika te izgradnju podvožnjaka i dodatnog parkirališnog prostora. Rangovi varijanata prema navedenom potkriteriju prikazani su u Tablici 23., a na Slici 58. prikazano je rangiranje varijanata u programu Expert Choice.



Tablica 23. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Kompleksnost izvedbe“

VARIJANTE	Kompleksnost izvedbe	RANG
Varijanta 1	Srednji stupanj složenosti i dodavanje opreme	1.
Varijanta 2	Srednji stupanj složenosti i dodavanje opreme	1.
Varijanta 3	Viši stupanj složenosti	2.

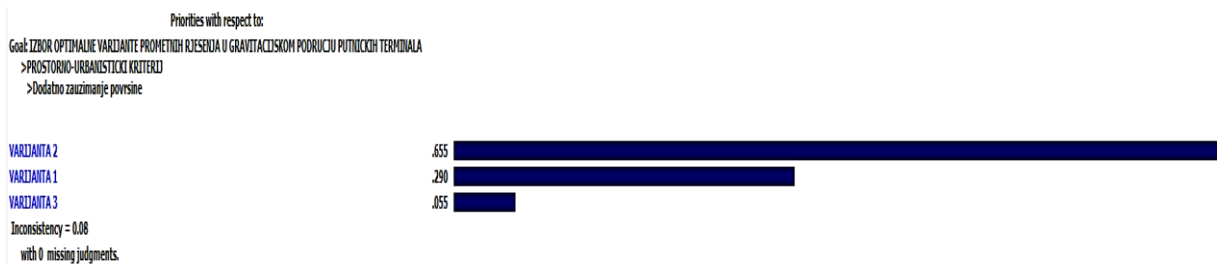


Slika 58. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Kompleksnost izvedbe“ u programu Expert Choice

U Tablici 24. prikazani su rangovi varijanata prema potkriteriju „Dodatno zauzimanje površine.“. Za izgradnju dodatnog parkirališnog prostora u svim varijantama potrebno je oko 2.049 m<sup>2</sup>. Varijanta 2 je najbolje rangirana zbog male količine dodatne opreme za razliku od Varijante 1, a Varijanta 3 je najlošije rangirana jer izvedbom denivelacije odnosno podvožnjaka izlazi se iz postojećih gabarita čime se i dodatno zauzimanje površine povećava. Slika 59. prikazuje rangiranje varijanata prema potkriteriju „Dodatno zauzimanje površine“ i prema procjeni autora, Varijanti 2 je dodijeljena najveća važnost, a Varijanti 3 najmanja važnost.

Tablica 24. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Dodatno zauzimanje površine“

VARIJANTE	Dodatno zauzimanje površine [m <sup>2</sup> ]	RANG
Varijanta 1	4045	2.
Varijanta 2	2931	1.
Varijanta 3	6778	3.



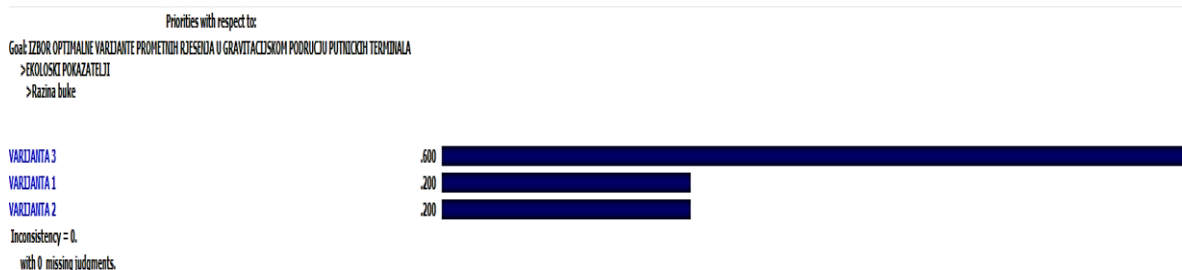
Slika 59. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Dodatno zauzimanje površine“ u programu Expert Choice

### 6.3.6. EKOLOŠKI POKAZATELJI

Prema procjeni autora, Varijanta 3 ima nižu razinu buke od Varijante 2 i Varijante 3 jer se u Varijanti 3 očekuje manja razina buke zbog previđenog podvožnjaka za motorna vozila koji se ukopava u zemlju. Tablica 25. prikazuje rangove varijanata prema potkriteriju „Razina Buke“. Slika 60. prikazuje rangiranje varijanata prema navedenom kriteriju u programu Expert Choice i prema procjeni autora Varijanti 3 dodijeljena je najveća važnost, a Varijanti 1 i Varijanti 2 manja važnost.

Tablica 25. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Razina buke“

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

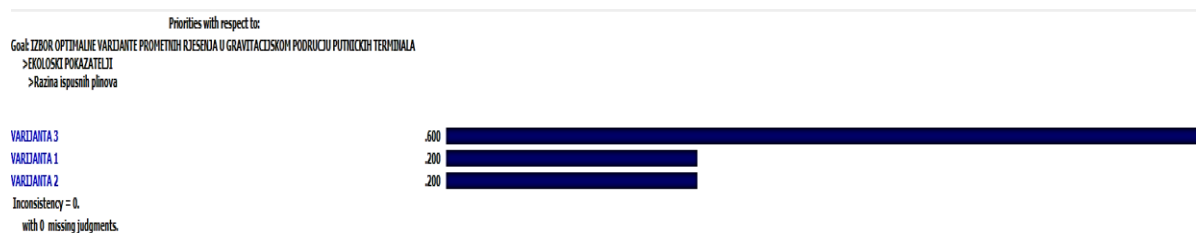


Slika 60. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Razina buke“ u programu Expert Choice

Prema potkriteriju „Razina ispušnih plinova“ kod Varijante 1 i Varijante 2 emisije ispušnih plinova ostaju jednake kao i u postojećem stanju jer se po tom pitanju nije ništa mijenjalo. Kod Varijante 3 smanjuje se razina ispušnih plinova zbog predviđenog podvožnjaka. Tablica 26. prikazuje rangove varijanata prema navedenom potkriteriju. Prema procjeni autora, Varijanti 3 se dodijelila najveća važnost, a Varijanti 2 i Varijanti 1 manja važnost što je i prikazano na Slici 61.

Tablica 26. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Razina ispušnih plinova“

VARIJANTE	Razina ispušnih plinova	RANG
Varijanta 1	Ne mijenja se	2.
Varijanta 2	Ne mijenja se	2.
Varijanta 3	Smanjuje se	1.



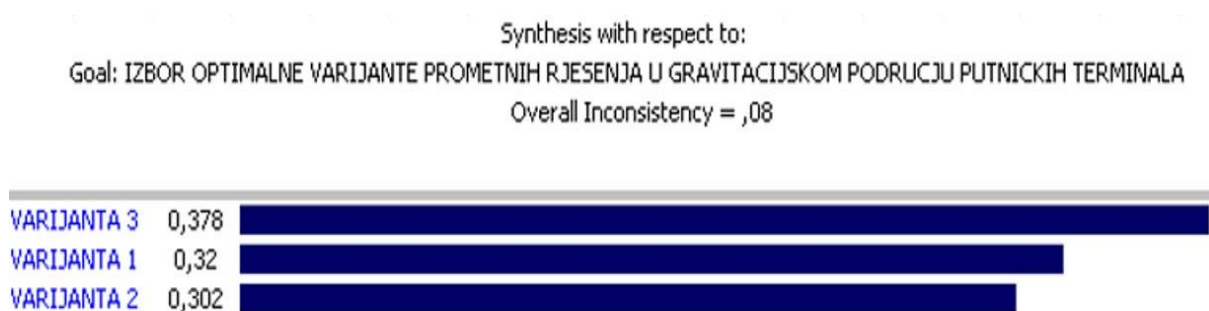
Slika 61. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Razina ispušnih plinova“ u programu Expert Choice

#### 6.4. IZBOR OPTIMALNE VARIJANTE

Koristeći metodu Analitičkog hijerarhijskog procesa, nakon definiranja kriterija i potkriterija i njihovog međusobnog rangiranja te vrednovanja predloženih varijanata prema definiranim kriterijima i potkriterijama u programskom alatu Expert Choice, dobilo se optimalno rješenje, odnosno odabrana je varijanta za poboljšanje i unapređenje gravitacijskog područja putničkih terminala u Ivanić Gradu. Iako su male razlike između vrijednosti varijanata, optimalna varijanta je Varijanta 3 koja predviđa izgradnju podvožnjaka i pothodnika. Fizičkim odvajanjem pješaka i biciklista od motornog prometa znatno se smanjuje mogućnost nastanka prometnih nesreća i povećava sigurnost sudionika u prometu, a izgradnjom podvožnjaka odvaja se željeznički promet od cestovnog prometa čime se u potpunosti ukidaju repovi čekanja na samom prijelazu. Vrijednost Varijante 3 iznosi 37,8% i prikazana je na Slici 62.

Varijanta 1 predstavlja drugu najbolju varijantu kojom se pomoću zaštitnih ograda uz željezničku prugu sprječava nepropisno kretanje pješačkog prometa i dodavanjem mimoilaznih ograda na sami prilaz povećava se sigurnost pješačkog i biciklističkog prometa. Obojene oznake na prijelazu i uspornici upozoravaju sudionike u prometu da nailaze na opasno mjesto. Vrijednost Varijante 1 iznosi 32%.

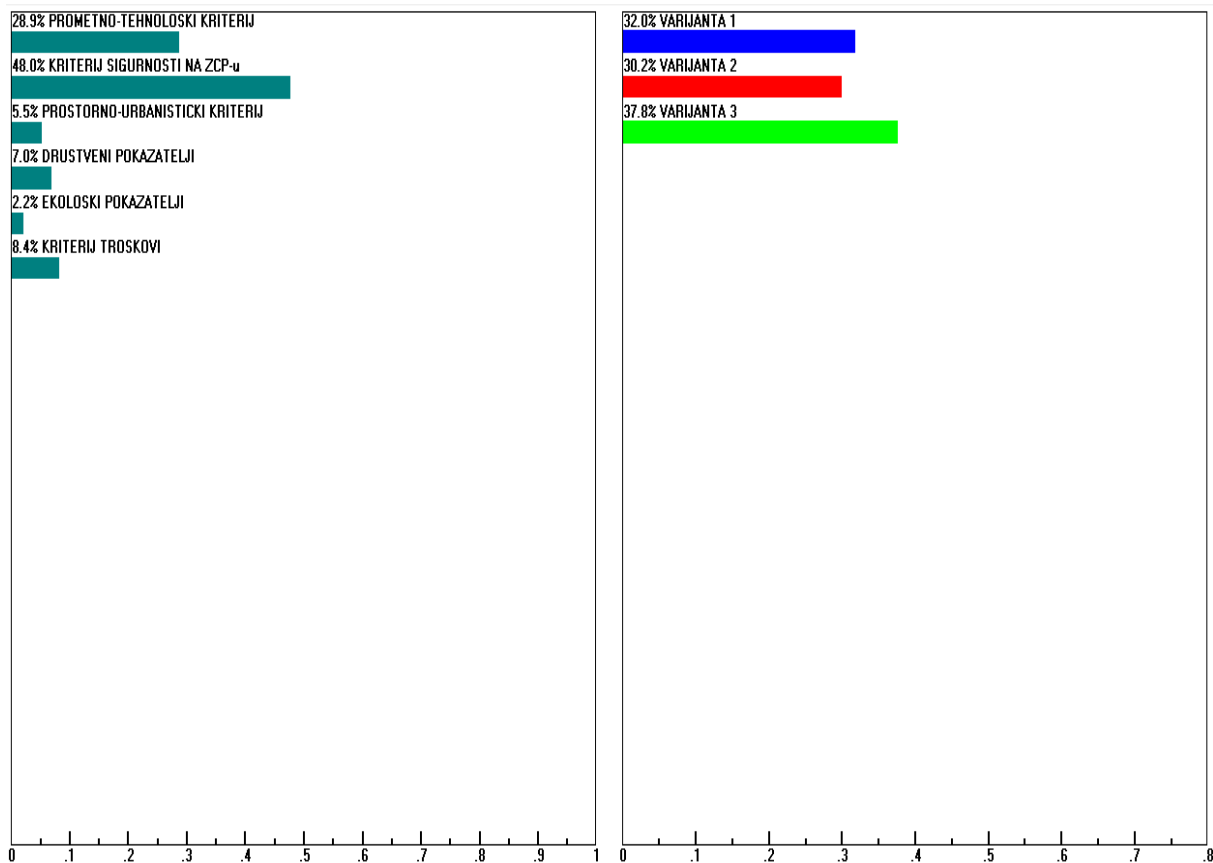
Na zadnjem mjestu nalazi se Varijanta 2 u vrijednosti od 30,2%. Njome je predviđena izgradnja pothodnika čime bi pješački i biciklistički promet bio odvojen od motornog prometa i postavljanje displeja koji bi informirao vozače o dolasku vlaka na željezničko-cestovni prijelaz.



Slika 62. Izbor optimalne varijante

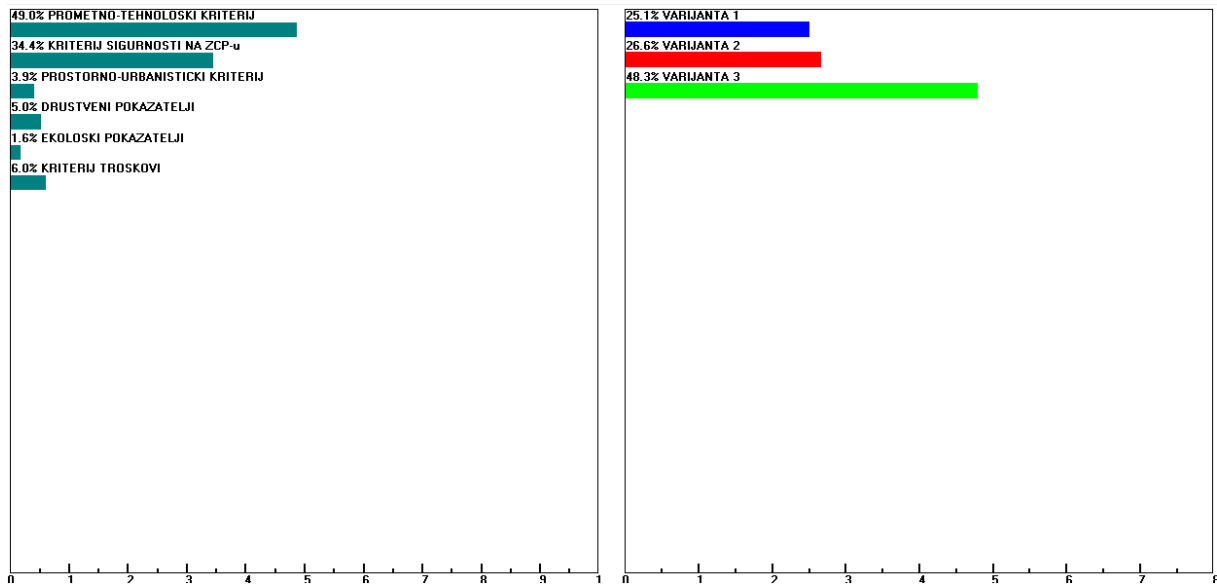
## 6.5. ANALIZA OSJETLJIVOSTI

Konačni rezultati odnosno konačan rang varijanata i kriterija prikazani su na Slici 63. Prema podacima iz navedene slike, Varijanta 3 pokazala se kao najbolja varijanta u vrijednosti od 37,8%. Najviše rangirani kriterij predstavlja kriterij Sigurnost na željezničko-cestovnom prijelazu čija je vrijednost 48%.



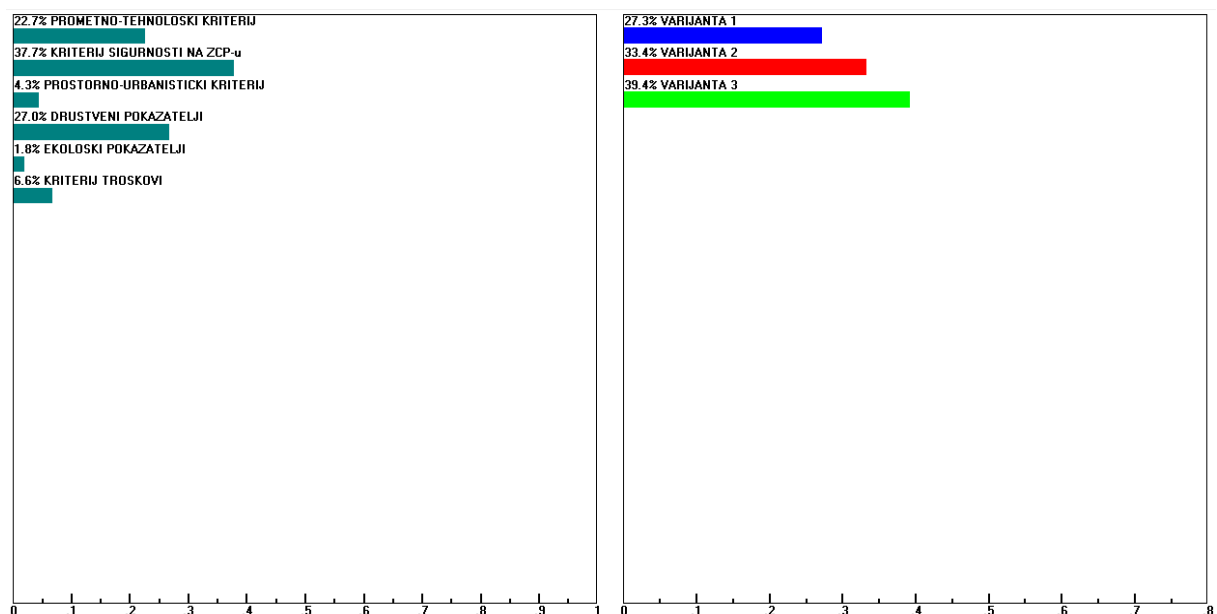
Slika 63. Dinamički graf postojećeg stanja

Kako bi se provjerila osjetljivost varijanata na pojedine kriterije, prva se promjena odnosila na važnost Prometno-tehnološkog kriterija. S obzirom na provedenu analizu prometnih tokova kojom se zaključilo da je željezničko-cestovni prijelaz vrlo frekventno područje te zbog nezadovoljstva ispitanika ankete zbog dugih repova čekanja na samom prijelazu, testirao se utjecaj promjene važnosti navedenog potkriterija na izbor varijante koja bi bila najbolje rješenje za navedeni prometni problem. Važnost Prometno-tehnološkog kriterija povećana je za 20% čime je navedeni kriterij dobio najveću važnost. Prema Slici 64. Varijanta 3 i dalje ostaje kao najbolje rangirana varijanta, a na drugom mjestu se nalazi Varijanta 2.



Slika 64. Dinamički graf promijenjenog stanja 1

Za provjeru osjetljivosti varijanata na kriterije, napravljena je još jedna promjena važnosti jednog od kriterija. Ta promjena odnosila se na Društvene pokazatelje. Rekonstrukcijom ili izgradnjom nove prometne infrastrukture poboljšava se i mobilnost sudionika u prometu koja je izrazito bitna za odvijanje prometnog toka. Zbog velikog broja rizičnog ponašanja sudionika u prometu koje je uočeno tijekom brojanja prometa, potrebno je odabrati ono prometno rješenje koje će onemogućiti sudionicima u prometu rizično ponašanje čime će se i sigurnost prometa povećati. Važnost Društvenih pokazatelja povećana je za 20% čime je navedeni kriterij došao na drugo mjesto po važnosti nakon kriterija Sigurnost na ŽCP-u. Nakon dvije promjene važnosti pojedinih kriterija Varijanta 3 je najbolje rangirana varijanta.



Slika 65. Dinamički graf promijenjenog stanja 2

## 7. RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Ovim diplomskim radom analiziralo se gravitacijsko područje putničkih terminala u Ivanić Gradu. U navedenom području nalaze se autobusni i željeznički kolodvor koji služe za prigradski, međugradski i međužupanijski linijski prijevoz putnika. Kako bi korisnici javnog gradskog prijevoza mogli doći do putničkog terminala u što kraćem vremenu i na što sigurniji način, potrebno im je omogućiti i izgraditi adekvatnu prometnu infrastrukturu.

Kroz analizirano područje proteže se željezničko-cestovni prijelaz u istoj razini na kojemu su postavljeni polubranici sa svjetlosnom i zvučnom signalizacijom i mimoilazne ograde na desnoj strani prijelaza gdje postoji pješačka staza. Iako je prijelaz osiguran, najveći problem i ono što ugrožava život sudionika prometa je nepoštivanje pravila i propisa zbog žurbe i ne razmišljanja o posljedicama njihovog rizičnog ponašanja. Također, dosta pješaka koristi tzv. „divlje prijelaze“ koji su u velikoj upotrebi prisutni oko željezničko-cestovnog prijelaza, a to su mjesta koja nisu namijenjena za kretanja i prelazak preko pruge. Parkirališna površina koja se nalazi uz željeznički kolodvor nije dovoljna za sve korisnike javnog gradskog prijevoza čime dolazi do korištenja zelenih površina koje nisu namijenjene za parkiranje vozila.

U svrhu prikupljanja podataka za ovo istraživanje koristile su se sedam metoda, a jedne od njih su metoda brojanja prometa i metoda anketiranja. Metoda brojanja prometa koristila se kako bi se dobio uvid u broj sudionika u prometu koji prelaze željezničko-cestovni prijelaz u Ivanić Gradu, ali i za dobivanje podataka o prometnom opterećenju prometnih tokova iz smjera sjevera prema jugu i obrnuto. Prilikom provođenja metode brojanja prometa vršila se i metoda promatranja ponašanja sudionika u prometu te su uočena i rizična ponašanja pješačkog prometa. Metodom anketiranja prikupljali su se podaci koji su se odnosili na stavove i mišljenja o trenutnoj prometnoj situaciji prijelaza i dobiveni su prijedlozi ispitanika za poboljšanje ŽCP-a.

Metoda brojanja prometa provodila se ručnim brojanjem tijekom dva vršna sata i jednog izvanvršnog sata. Analizom prometnih tokova utvrđeno je da je više opterećen smjer sjever – jug bio u jutarnjem vršnom satu (07:00-09:00) zbog odlaska na posao ili u školu, a u popodnevnom vršnom satu (15:00-17:00) smjer jug – sjever zbog vraćanja ljudi iz posla ili škole. U izvanvršnom satu (12:00-13:00) brojali su se samo prekršitelji pješaci i biciklisti, a ukupno ih je bilo 43. U popodnevnom vršnom satu utvrđen je povećani broj pješaka prekršitelja koji su koristili tzv. „divlje prijelaze“ od željezničkog kolodvora i prema željezničkom kolodvoru.

Metodom anketiranja utvrđeno je da ŽCP najviše koriste osobe od 26 do 60 godina. Skoro 50% ispitanika koristi prijelaz na dnevnoj razini, a 86% ispitanika propisno prelazi preko ŽCP-a. Skoro svi ispitanici anketnog upitnika odgovorilo je da čekaju duže od 2 minute na prestanak zauzetosti prijelaza, a 78% ispitanika je nezadovoljno željezničko-cestovnim prijelazom u Ivanić Gradu. Prijedlozi ispitanika za poboljšanje prijelaza su denivelacija ili rekonstrukcija prijelaza kojima bi se smanjila vremena čekanja na samom prijelazu.

Na temelju analize postojećeg stanja i podataka dobivenih putem anketnog upitnika, predložene su tri varijante za poboljšanje gravitacijskog područja putničkih terminala u Ivanić Gradu. Varijantom 1 predlaže se izgradnja pješačkih i biciklističkih staza, dodavanje mimoilaznih zaštitnih ograda na obje strane ŽCP-a, postavljanje uspornika, anti-trespass panela i označavanje prijelaza sa obojenim oznaka koje naglašavaju opasno mjesto, postavljanje zaštitnih ograda uz prugu kako bi se onemogućilo korištenje tzv. „divljih prijelaza“ i proširenje parkirališne površine. Prijedlog Varijante 2 sastoji od izgradnje pothodnika uz željezničko-cestovni prijelaz kojim bi se motorni promet odvojio od pješačkog i biciklističkog prometa čime se povećava sigurnost najugroženije skupine sudionika u prometu. Također, Varijantom 2 predlaže se izgradnja manjeg pothodnika koji bi imao izlaz na jednom od kolosijeku i dodavanje displeja koji prikazuje vrijeme dolaska sljedećeg vlaka na pružni prijelaz te povećanje parkirališnog prostora. Varijantom 3 predlaže se denivelacija prijelaza odnosno izgradnja podvožnjaka i dvaju pothodnika te razmještaj autobusnog kolodvora, zatvaranje dvije ulice i proširenje parkirališne površine.

Za izbor optimalne varijante koristila se metoda Analitičkog hijerarhijskog procesa i programski alat Expert Choice. Definirani su kriteriji i potkriteriji koji su se međusobno uspoređivali temeljem Saaty-eve skale važnosti. Najveća važnost dodijeljena je kriteriju Sigurnost na ŽCP-u, zatim Prometno-tehnološkom kriteriju i kriteriju Troškova. Varijante su vrednovane temeljem njihovih vrijednosti s obzirom na kriterije i potkriterije. Nakon provedenog vrednovanja varijanata AHP metodom i provedene analize osjetljivosti, utvrđeno je da je Varijanta 3 optimalna varijanta. U odnosu na ostale varijante, ona najviše utječe na povećanje sigurnosti kretanja svih sudionika u prometu zbog fizičkog odvajanja motornog od pješačkog i biciklističkog prometa, a i time je mogućnost nastanka prometnih nesreća jako smanjena. Također, denivelacijom prijelaza povećava se protočnost prometnih tokova odnosno repovi čekanja se smanjuju na nulu, a time i vrijeme putovanja do željenih odredišta je smanjeno. Izgradnjom pothodnika, pješaci/biciklisti ne bi mogli koristiti tzv. „divlje prijelaze“ čime bi se poboljšala prometna kultura sudionika u prometu.



## LITERATURA

- [1] Barić D, Starčević M, Pilko H. Analiza ponašanja sudionika u prometu na željezničko-cestovnim prijelazima. *Željeznice 21*. 2016; 15(3): 9. Preuzeto s: <https://hrcak.srce.hr/168360> [Pristupljeno: srpanj 2022.]
- [2] Pitsiava-Latinopoulou M, Iordanopoulos P. Intermodal Passengers Terminals: Design standards for better level of service. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2012; 48: 3297-3306. Preuzeto s: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812030388> [Pristupljeno: 5. kolovoza 2022.]
- [3] Barić D, Pilko H, Strujić J. An Analytic Hierarchy Process Model to Evaluate Road Section Design. *Transport*. 2016; 31(3): 312-321. Preuzeto s: <https://journals.vilniustech.lt/index.php/Transport/article/view/1492> [Pristupljeno: 5. kolovoza 2022.]
- [4] Starčević M, Barić D, Pilko H. Safety at Level Crossings: Comparative Analysis. U: Lakušć S. (ur.) *4th International Conference on Road and Rail Infrastructure, 23 - 25 May 2016, Šibenik, Hrvatska*. Zagreb: Department of Transportation, Faculty of Civil Engineering, University of Zagreb; 2016. pp. 861-868.
- [5] HŽ infrastruktura d.o.o., Interni statistički podaci, Zagreb, 2022.
- [6] Larue G, Blackman R, Freeman J. Frustration at congested railway level crossings: How long before extended closures result in risky behaviours?. *Applied Ergonomics*. 2020; 82 (1029431-11). Preuzeto s: <https://www.semanticscholar.org/paper/Frustration-at-congested-railway-level-crossings%3A-Larue-Blackman/7820c5e01431dd591821b487aa10202e8339644b> [Pristupljeno: 5. kolovoza 2022.]
- [7] Ortega J, Toth J, Peter T. Planning a Park and Ride System: A Literature Review. *Future Transportation*. 2021; 1(1): 82-98. Preuzeto s: <https://www.mdpi.com/2673-7590/1/1/6/html> [Pristupljeno: 5. kolovoza 2022.]
- [8] Zelenika R. *Metodologija i tehnologija izrade znanstvenog i stručnog djela*. Četvrto izdanje. Rijeka: Ekonomski fakultet u Rijeci; 2000.
- [9] Luburić G. *Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I*. [Radni materijal za predavanje] Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. Ožujak 2020.

- [10] Šoštarić M, Ščukanec A, Jakovljević M. *Prometno tehnološko projektiranje*. [Autorizirana predavanja, radna verzija] Prometno tehnološko projektiranje. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. Prosinac 2011.
- [11] Barić D. *Izvori i metode prikupljanja podataka*. [Prezentacija] Modeliranje i planiranje u cestovnom prometu. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. Ožujak 2021.
- [12] Barić D. *Metode višekriterijskog odlučivanja*. [Prezentacija] Vrednovanje cestovnih projekata. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. Prosinac 2021.
- [13] Grad Ivanić Grad. *Zemljopisni podaci*. Preuzeto sa: <https://www.ivanic-grad.hr/grad/ivanic-grad/> [Pristupljeno: 8. srpnja 2022.]
- [14] Google Maps. Preuzeto sa: <https://www.google.com/maps/@45.7078762,16.3981352,991m/data=!3m1!1e3> [Pristupljeno: 8. srpnja 2022.]
- [15] Google Maps. Preuzeto sa: <https://www.google.com/maps/@45.7080005,16.3963642,356m/data=!3m1!1e3!5m1!1e4> [Pristupljeno: 8. srpnja 2022.]
- [16] Republika Hrvatska. *Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama*. Izdanje: 092. Zagreb: Narodne novine; 2019.
- [17] Autobusni kolodvor, Ivanić Grad, 2022.
- [18] Rosehill Rail. *Anti-trespass panels*. Preuzeto sa: <https://www.rosehillrail.com/products/anti-trespass-panels/> [Pristupljeno: srpanj 2022.]
- [19] Transpo. *Color-Safe Pavement Marking for Dynamic Envelope*. Preuzeto sa: <https://www.transpo.com/roads-highways/materials/pavement-marking-material/airfield-markings-2> [Pristupljeno: srpanj 2022.]
- [20] Sesevete Danas. *Sesvetski pružni prijelaz iz 19. stoljeća*. Preuzeto sa: <https://www.sesvete-danas.hr/vijesti/sesvetski-pruzni-prijelazi-iz-19-stoljeca-11950> [Pristupljeno: srpanj 2022.]
- [21] British Columbia. *Railway Crossing Information System*. Preuzeto sa: <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/transportation/transportation-infrastructure/projects/railway-crossing-information-system> [Pristupljeno: srpanj 2022.]

## POPIS SLIKA

Slika 1. Podjela analize .....	7
Slika 2. Podjela sinteze.....	8
Slika 3. Načini brojanja prometa.....	10
Slika 4. Tehnike promatranja .....	11
Slika 5. Vrsta zatvorenih pitanja .....	12
Slika 6. Hijerarhijska struktura AHP metode.....	14
Slika 7. Šira zona obuhvata .....	17
Slika 8. Uža zona obuhvata .....	18
Slika 9. Prikaz promatranog željezničko-cestovnog prijelaza i njegove horizontalne signalizacije.....	19
Slika 10. Uže područje željezničko-cestovnog prijelaza.....	20
Slika 11. Mimoilazna zaštitna ograda na željezničko-cestovnom prijelazu.....	20
Slika 12. Pješačka staza na prijelazu.....	21
Slika 13. Lijeve strane prijelaza .....	21
Slika 14. Prometna signalizacija i znakovi na željezničko-cestovnom prijelazu .....	21
Slika 15. Znak A49.....	22
Slika 16. Opterećenje prometnih tokova motornim vozilima u jutarnjim i popodnevnim vršnim satima .....	27
Slika 17. Broj pješaka, biciklista i prekršitelja u jutarnjim, podnevnim i popodnevnim vršnim satima .....	28
Slika 18. Polovična mimoilazna zaštitna ograda.....	29
Slika 19. „Divlji prijelazi“ .....	30
Slika 20. Npropisno kretanje pješaka .....	30
Slika 21. Npropisno kretanje pješaka .....	31
Slika 22. Znakovi zabrane uz prugu.....	31
Slika 23. Kretanje po pruzi.....	32
Slika 24. Ne poštivanje signalnih znakova.....	32
Slika 25. Parkirališna površina uz željeznički kolodvor .....	33
Slika 26. Parkirališna mjesta u Ulici kralja Tomislava .....	33
Slika 27. Prikaz parkirališnih površina .....	34
Slika 28. Prijedlog Varijante 1 .....	42
Slika 29. Anti-trespass paneli.....	43

Slika 30. Obojeni prijelaz.....	43
Slika 31. Prijedlog prometa u mirovanju i mjesta za kretanje pješaka.....	44
Slika 32. Ulegnuti pješački prijelaz preko pruge .....	44
Slika 33. Prijedlog Varijante 2 .....	45
Slika 34. Displej s informacijama o dolasku vlaka na željezničko-cestovni prijelaz .....	46
Slika 35. Prijedlog prometa u mirovanju i pješačkog pothodnika .....	46
Slika 36. Prijedlog Varijante 3 .....	47
Slika 37. Prijedlog prometa u mirovanju i pješačkog pothodnika .....	48
Slika 38. Grafički prikaz hijerarhijske strukture AHP modela .....	49
Slika 39. Grafički prikaz rangiranja kriterija .....	52
Slika 40. Grafički prikaz rangiranja potkriterija kriterija „Sigurnost na ŽCP-u“ .....	53
Slika 41. Grafički prikaz rangiranih potkriterija kriterija „Prometno-tehnološkog kriterija“ ..	53
Slika 42. Grafički prikaz rangiranja potkriterija kriterija „Kriterij troškovi“ .....	54
Slika 43. Grafički prikaz rangiranja potkriterija kriterija „Društveni pokazatelji“ .....	54
Slika 44. Grafički prikaz rangiranja potkriterija kriterija „Prostorno-urbanističkog kriterija“	54
Slika 45. Grafički prikaz potkriterija kriterija „Ekološki pokazatelji“ .....	54
Slika 46. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Opremljenost ŽCP-a“ u programu Expert Choice.....	55
Slika 47. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Sigurnost pješačkog i biciklističkog prometa“ u programu Expert Choice .....	56
Slika 48. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Mogućnost nastanka prometnih nesreća“ u programu Expert Choice .....	57
Slika 49. Putanja pješačkog i biciklističkog prometa prema varijantama .....	58
Slika 50. Putanje do željezničkog kolodvora .....	59
Slika 51. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Vrijeme putovanja do putničkih terminala“ u programu Expert Choice .....	59
Slika 52. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Prosječno vrijeme čekanja“ u programu Expert Choice.....	60
Slika 53. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Duljina repa čekanja“ u programu Expert Choice.....	61
Slika 54. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Trošak izgradnje“ u programu Expert Choice.....	62
Slika 55. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Trošak održavanja“ u programu Expert Choice.....	62

Slika 56. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Mobilnost sudionika u prometu“ u programu Expert Choice .....	63
Slika 57. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Prometna kultura sudionika u prometu“ u programu Expert Choice .....	64
Slika 58. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Kompleksnost izvedbe“ u programu Expert Choice.....	65
Slika 59. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Dodatno zauzimanje površine“ u programu Expert Choice .....	66
Slika 60. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Razina buke“ u programu Expert Choice .....	66
Slika 61. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Razina ispušnih plinova“ u programu Expert Choice.....	67
Slika 62. Izbor optimalne varijante .....	68
Slika 63. Dinamički graf postojećeg stanja .....	69
Slika 64. Dinamički graf promijenjenog stanja 1 .....	70
Slika 65. Dinamički graf promijenjenog stanja 2.....	70

## POPIS TABLICA

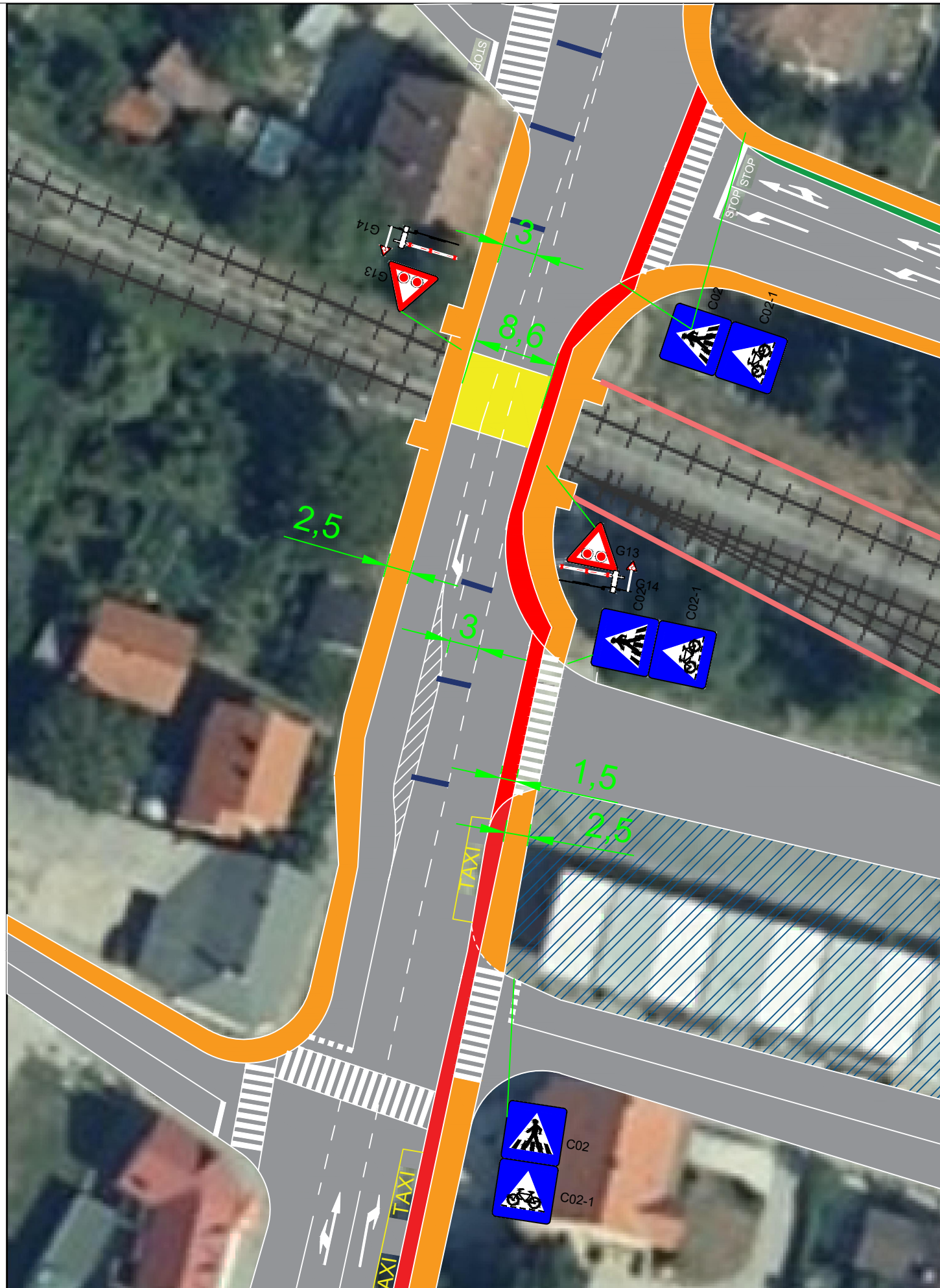
Tablica 1. Saaty-eva skala važnosti.....	15
Tablica 2. Podaci brojenja u prvom djelu jutarnjeg vršnog sata (07:00-08:00).....	23
Tablica 3. Podaci brojenja u drugom djelu jutarnjeg vršnog sata(08:00-09:00).....	24
Tablica 4. Podaci brojenja u izvanvršnom satu (12:00–13:00).....	24
Tablica 5. Podaci brojenja u prvom djelu popodnevnog vršnog sata (15:00–16:00).....	25
Tablica 6. Podaci brojenja u drugom djelu popodnevnog vršnog sata (16:00-17:00) .....	26
Tablica 7. Izvanredni događaji na području kolodvora Ivanić Grad.....	35
Tablica 8. Statistika broja vlakova .....	35
Tablica 9. Popis autobusnih linija Autobusnog kolodvora Ivanić Grada.....	36
Tablica 10. Popis autobusnih linija .....	36
Tablica 11. Prijedlozi za poboljšanje željezničko-cestovnog prijelaza.....	40
Tablica 12. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Opremljenost ŽCP-a“ .....	55
Tablica 13. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Sigurnost pješačkog i biciklističkog prometa“ .....	56
Tablica 14. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Mogućnost nastanka prometnih nesreća“ .....	57
Tablica 15. Vrijeme putovanja do putničkih terminala.....	58
Tablica 16. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Vrijeme putovanja do putničkih terminala“ .....	59
Tablica 17. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Prosječno vrijeme čekanja“ .....	60
Tablica 18. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Duljina repa čekanja“ .....	61
Tablica 19. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Trošak izgradnje“ .....	62
Tablica 20. Rangiranje varijanata prema potkriteriju Trošak održavanja .....	62
Tablica 21. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Mobilnost sudionika u prometu“.....	63
Tablica 22. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Prometna kultura sudionika u prometu“ .....	64
Tablica 23. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Kompleksnost izvedbe“ .....	65
Tablica 24. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Dodatno zauzimanje površine“ .....	65
Tablica 25. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Razina buke“ .....	66
Tablica 26. Rangiranje varijanata prema potkriteriju „Razina ispušnih plinova“ .....	67

## POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Ukupan broj korisnika ŽCP-a Ivanić Grad u jutarnjim i popodnevnim vršnim satima, smjer sjever – jug .....	27
Grafikon 2. Ukupan broj korisnika ŽCP-a Ivanić Grad u jutarnjim i popodnevnim vršnim satima, smjer jug – sjever .....	28
Grafikon 3. Prikaz sumiranih analiziranih podataka na ŽCP-u Ivanić Grad.....	29
Grafikon 4. Udio ženskih i muških ispitanika.....	37
Grafikon 5. Rezultati dobni skupina u anketnom upitniku .....	37
Grafikon 6. Učestalost korištenja prijelaza ispitanika.....	38
Grafikon 7. Razlozi prelaska preko ŽCP-a u Ivanić Gradu .....	38
Grafikon 8. Udio nepropisnog i propisno prelaska preko ŽCP-a.....	38
Grafikon 9. Razlozi nepropisnog prelaska preko prijelaza .....	39
Grafikon 10. Korištenje površina prema putničkim terminalima .....	39
Grafikon 11. Vrijeme čekanja na prijelazu .....	40
Grafikon 12. Udio zadovoljnih i nezadovoljnih ispitanika sa ŽCP-om .....	40

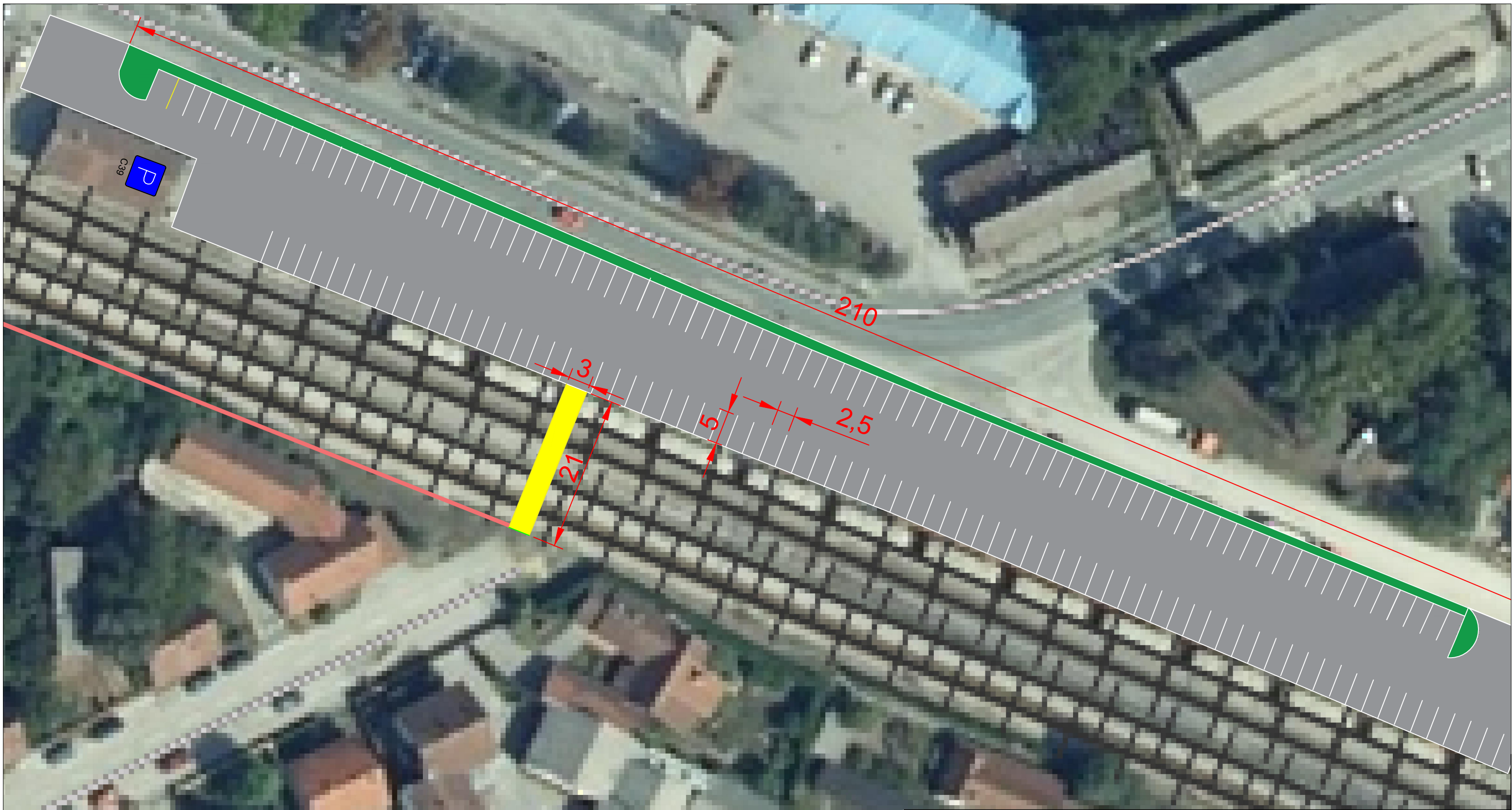
## **PRILOZI**





- PJEŠAČKA STAZA
- BICIKLISTIČKA STAZA
- ŽELJEZNIKO-CESTOVNI PRIJELAZ
- USPORNICI

<b>SVEUČILIŠTE U ZAGREBU</b> <b>FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI</b>	
VIŠEKRITERIJSKA ANALIZA PROMETNIH RJEŠENJA U GRAVITACIJSKOM PODRUČJU PUTNIČKIH TERMINALA U IVANIĆ GRADU	
Prilog 1. Varijanta 1	Mjerilo: 1:500
Student: Helena Klak	Mentor: izv. prof. dr. sc. Danijela Barić



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

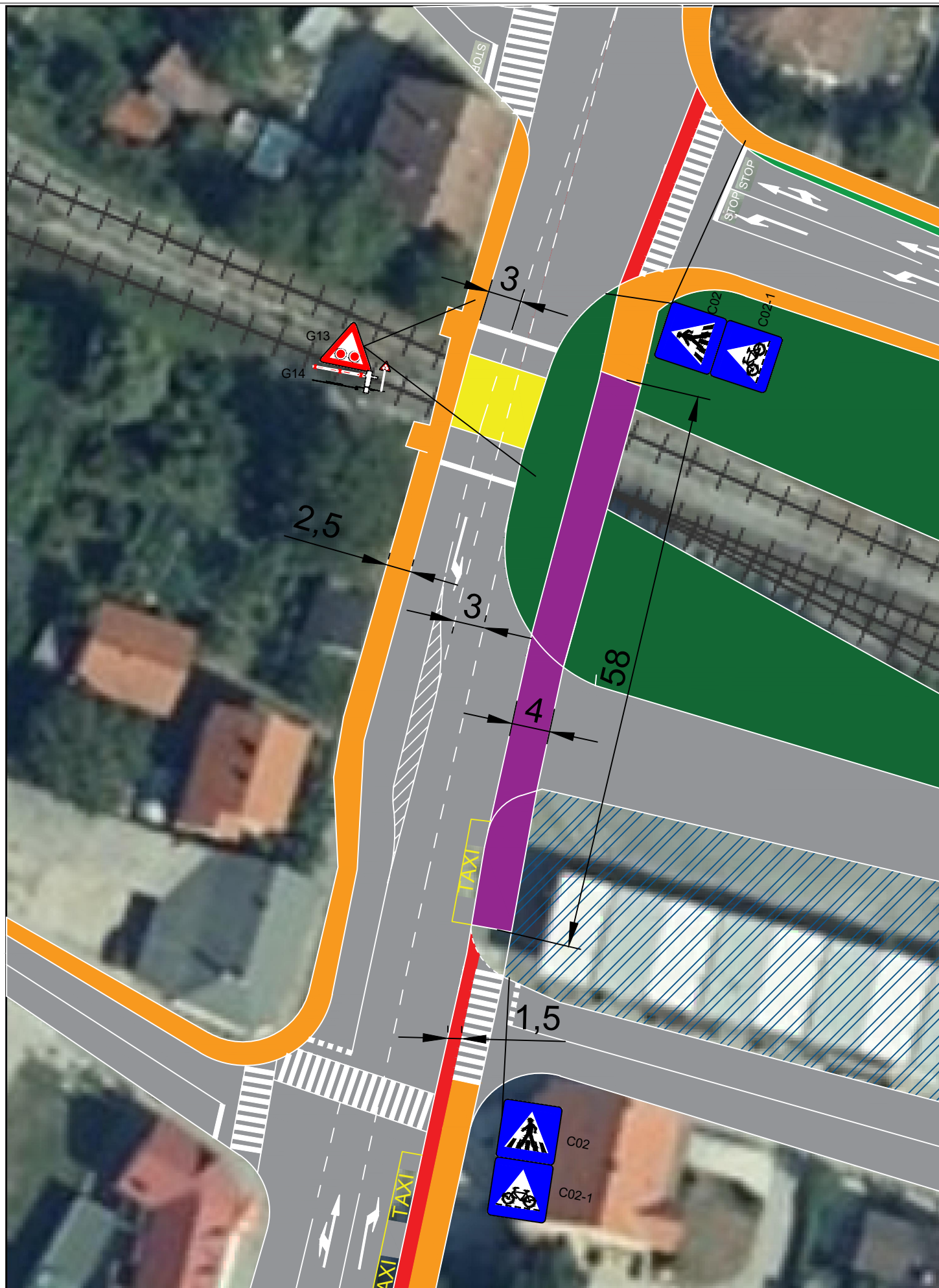
**VIŠEKRITERIJSKA ANALIZA PROMETNIH RJEŠENJA U GRAVITACIJSKOM  
PODRUČJU PUTNIČKIH TERMINALA U IVANIĆ GRADU**

Prilog 2. Varijanta 1-prijedlog prometa u mirovanju i mjesta za kretanje pješaka

Mjerilo: 1:500

Student: Helena Klak

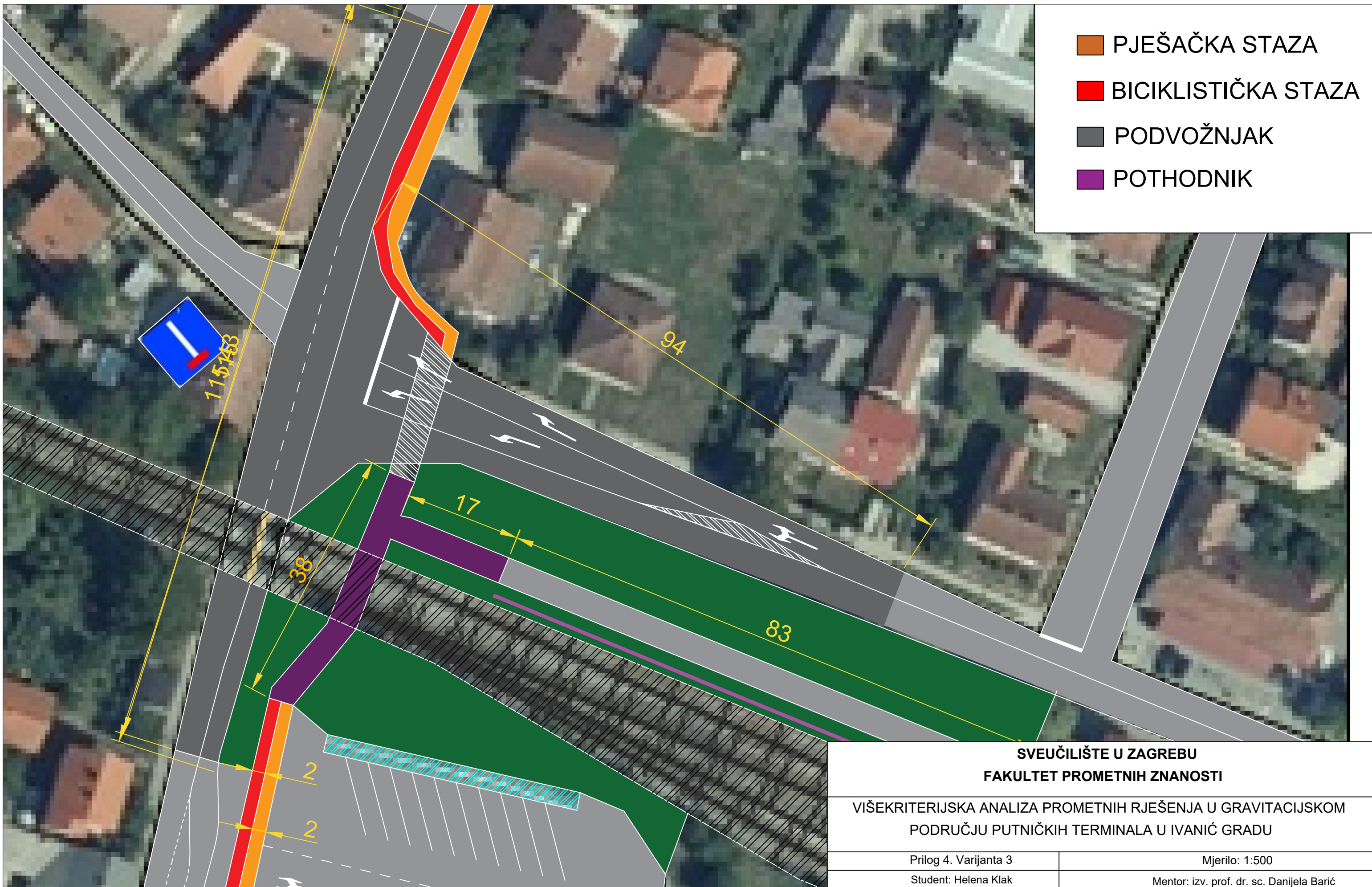
Mentor: izv. prof. dr. sc. Danijela Barić



- PJEŠAČKA STAZA
- BIKIKLISTIČKA STAZA
- ŽELJEZNIKO-CESTOVNI PRIJELAZ
- POTHODNIK
- DISPLEJ

<b>SVEUČILIŠTE U ZAGREBU</b>	
<b>FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI</b>	
VIŠEKRITERIJSKA ANALIZA PROMETNIH RJEŠENJA U GRAVITACIJSKOM PODRUČJU PUTNIČKIH TERMINALA U IVANIĆ GRADU	
Prilog 3. Varijanta 2	Mjerilo: 1:500
Student: Helena Klak	Mentor: izv. prof. dr. sc. Danijela Barić

- PJEŠAČKA STAZA
- BICIKLISTIČKA STAZA
- PODVOŽNJAK
- POTHODNIK



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

VIŠEKRITERIJSKA ANALIZA PROMETNIH RJEŠENJA U GRAVITACIJSKOM  
PODRUČJU PUTNIČKIH TERMINALA U IVANIĆ GRADU

Prilog 4. Varijanta 3

Mjerilo: 1:500

Student: Helena Klak

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



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

**VIŠEKRITERIJSKA ANALIZA PROMETNIH RJEŠENJA U GRAVITACIJSKOM**  
**PODRUČJU PUTNIČKIH TERMINALA U IVANIĆ GRADU**

Prilog 5. Varijanta 2 i Varijanta 3-prijedlog prometa u mirovanju i pješakog pothodnika

Mjerilo: 1:500

Student: Helena Klak

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

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je \_\_\_\_\_ diplomski rad  
(vrsta rada)

isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom VIŠEKRITERIJSKA ANALIZA PROMETNIH RJEŠENJA U GRAVITACIJSKOM PODRUČJU PUTNIČKIH TERMINALA U IVANIĆ GRADU, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 9. rujna 2022.

Helena Klak, Helena Klak  
(ime i prezime, potpis)