

Analiza s prijedlogom optimizacije upravljanja prometnim tokovima na području mjesnog odbora Gračani u Gradu Zagrebu

Kožul, Nikola

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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:119:741559>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-21**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Nikola Kožul

ANALIZA S PRIJEDLOGOM OPTIMIZACIJE
UPRAVLJANJA PROMETNIM TOKOVIMA NA PODRUČJU
MJESNOG ODBORA GRAČANI U GRADU ZAGREBU

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2021.

Zagreb, 11. svibnja 2021.

Zavod: **Zavod za cestovni promet**
Predmet: **Cestovne prometnice II**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 6394

Pristupnik: **Nikola Kožul (0135233995)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Analiza s prijedlogom optimizacije upravljanja prometnim tokovima na području mjesnog odbora Gračani u Gradu Zagrebu**

Opis zadatka:

U diplomskom radu student će prvo analizirati generalni urbanistički plan Grada Zagreba s fokusom na područje gradske četvrti Podsljeme. U nastavku rada analizirat će se postojeće stanje odvijanja prometnih tokova na području mjesnog odbora Gračani. U sljedećem poglavlju dat će se prikaz kapaciteta parkirališnih površina te analiza prometne sigurnosti na području mjesnog odbora. Nadalje, dat će se prijedlog mjera poboljšanja organizacije i upravljanja prometnim tokovima na analiziranom području. Na kraju rada izradit će se simulacijski model predloženih varijantnih rješenja te evaluacija prometnih parametara.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

doc. dr. sc. Luka Novačko

**Sveučilište u Zagrebu
Fakultet Prometnih Znanosti**

DIPLOMSKI RAD

**ANALIZA S PRIJEDLOGOM OPTIMIZACIJE
UPRAVLJANJA PROMETNIM TOKOVIMA NA PODRUČJU
MJESNOG ODBORA GRAČANI U GRADU ZAGREBU**

**ANALYSIS WITH IMPROVEMENT PROPOSALS OF
TRAFFIC FLOWS IN LOCAL COUNCIL GRAČANI IN THE
CITY OF ZAGREB**

Mentor: doc. dr. sc. Luka Novačko

Student: Nikola Kožul

JMBAG: 0135233995

Zagreb, rujan 2021.

ANALIZA S PRIJEDLOGOM OPTIMIZACIJE UPRAVLJANJA PROMETNIM TOKOVIMA NA PODRUČJU MJESNOG ODBORA GRAČANI U GRADU ZAGREBU

SAŽETAK:

U diplomskom radu analizirano je područje mjesnog odbora Gračani koje se nalazi u sklopu gradske četvrti Podsljeme na sjevernom dijelu Grada Zagreba. Na spomenutom području provedena je analiza postojećeg stanja prometne infrastrukture, način organizacije privatnog i javnog prometa te kretanje privatnog prometa na cjelokupnom području. Također, u sklopu analize provedeno je terensko istraživanje putem kojeg je obavljeno brojanje prometa radi utvrđivanja zagušenja prometne mreže. Nastavno na rezultate analize, u sklopu diplomskog rada predložena su rješenja u svrhu optimizacije i poboljšanja prometa na području mjesnog odbora s fokusom na povećanje razine sigurnosti. Idejna rješenja su izrađena putem programskog alata AutoCAD, a na temelju rješenja su napravljeni simulacijski modeli unutar programskih alata PTV Vissim i PTV Visum.

KLJUČNE RIJEČI: Gračani; prometna analiza; cestovna mreža; prometna simulacija; idejno rješenje

SUMMARY:

The master thesis analyzes the area of Gračani local committee which is part of Podsljeme city district in the City of Zagreb. Analysis of transport infrastructure, organization of private and public transport with focus on flow of private transport was executed on specified area. Also, during analysis, field survey was carried out with traffic count procedure to get information about current state of traffic flow. Based on analysis results, master thesis provides conceptual solutions to provide optimization and improvement of traffic in area of Gračani local committee with focus on improvement of safety level. Conceptual solutions were produced in AutoCAD software tool, while simulation models were made in PTV Vissim and PTV Visum software.

KEY WORDS: Gračani; traffic analysis; road network; traffic simulation; conceptual solutions

SADRŽAJ

1.	UVOD.....	1
2.	ANALIZA GENERALNOG URBANISTIČKOG PLANA GRADA ZAGREBA	3
2.1.	Prostorni plan Grada Zagreba	3
2.2.	Generalni urbanistički plan Grada Zagreba	5
2.3.	Utjecaj strateških dokumenata na prostor mjesnog odbora Gračani.....	8
2.3.1.	Namjena površine temeljem GUP-a.....	9
2.3.2.	Razvoj prometne infrastrukture temeljem GUP-a.....	11
3.	ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA ODVIJANJA PROMETNIH TOKOVA.....	14
3.1.	Kategorizacija prometne mreže u Gradu Zagrebu	14
3.2.	Analiza cestovnog prometa i infrastrukture na području MO Gračani.....	15
3.2.1.	Analiza cestovne infrastrukture na području MO Gračani.....	15
3.2.2.	Analiza organizacije prometnih tokova na području MO Gračani.....	19
3.2.3.	Analiza kapaciteta cestovne mreže	23
3.2.4.	Analiza javnog gradskog prijevoza.....	26
3.2.5.	Analiza pješačkog i biciklističkog prometa	29
3.2.6.	Analiza sigurnosti.....	30
4.	ANALIZA PARKIRALIŠNIH KAPACITETA NA PODRUČJU MJESNOG ODBORA GRAČANI	36
4.1.	Položaj uličnih i zasebnih parkirališnih površina i broj parkirališnih mjesta	36
4.2.	Zona naplate i popunjenost parkirališnih kapaciteta.....	39
4.2.1.	Sustav naplate parkiranja.....	39
4.2.2.	Popunjenost parkirališnih kapaciteta	40

5. PRIJEDLOG MJERA POBOLJŠANJA ORGANIZACIJE I UPRAVLJANJA PROMETNIM TOKOVIMA NA PODRUČJU MJESNOG ODBORA GRAČANI.....	43
5.1. Prijedlog mjera poboljšanja na području Gračanske ceste – uključivanje biciklističkih staza	43
5.2. Prijedlog mjera poboljšanja na području u okolici Osnovne škole Gračani	48
5.3. Prijedlog mjera poboljšanja na području raskrižja ulica Gračanska cesta, Markuševečka cesta i Bliznec	54
6. IZRADA SIMULACIJSKOG MODELA PREDLOŽENIH VARIJANTNIH RJEŠENJA 60	
6.1. Izrada simulacijskog modela za ponuđeno rješenje rekonstrukcije raskrižja na području Gračanske i Markuševečke ceste i ulice Bliznec	61
6.2. Izrada simulacijskog modela prikaza prometne mreže na području MO Gračani	63
7. EVALUACIJA PREDLOŽENIH VARIJANTNIH RJEŠENJA	66
7.1. Evaluacija simulacijskog modela za ponuđeno rješenje rekonstrukcije raskrižja na području Gračanske i Markuševečke ceste i ulice Bliznec	66
7.2. Evaluacija simulacijskog modela prikaza prometne mreže na području MO Gračani	69
8. ZAKLJUČAK.....	75
POPIS LITERATURE	77
POPIS SLIKA.....	79
POPIS TABLICA	80

1. UVOD

Urbanizacijom i povećanjem stanovništva u gradovima diljem svijeta povećao se i stupanj motorizacije koji u konačnici rezultira preopterećenošću prometne mreže unutar tih gradova. Preopterećenost prometne mreže unutar gradova stvara velika zagušenja, koja kao posljedicu imaju povećane troškove za sve sudionike u prometu. U svrhu poboljšanja prometa u gradovima, potrebno je periodično odraditi prometnu analizu kako bi se utvrdile nastale promjene, kao i mogući problemi koji se događaju na prometnoj mreži.

Izradom analize, najčešći problemi koji se pojavljuju na neadekvatno razvijenoj prometnoj mreži su:

- Neravnomjeran odnos volumena i kapaciteta prometnica,
- Smanjena razina sigurnosti sudionika u prometu,
- Zagušenost prometne mreže,
- Onečišćenje okoliša,
- Itd.

Nakon definiranja problema na analiziranom području, potrebno je kvalitetnim mjerama optimizirati i poboljšati prometni sustav unutar analiziranog područja.

U ovom diplomskom radu analiziran je prometni sustav mjesnog odbora Gračani koji se nalazi u sklopu gradske četvrti Podsljeme u Gradu Zagrebu. Kao mjesni odbor koji se nalazi na samom rubu grada, MO Gračani predstavljaju područje na kojem je prometna infrastruktura određena brdovitim područjem na kojem se nalazi. Povećanom urbanizacijom u Gradu Zagrebu povećana je i količina stanovnika na području mjesnog odbora, što rezultira i povećanjem stupnja motorizacije, kako u Gradu Zagrebu, tako i na području MO Gračani.

Izradom analize nad cjelokupnom prometnom mrežom MO Gračani cilj je dobiti uvid u trenutno stanje prometnog sustava te moguće probleme koji nastaju u sklopu same prometne mreže. Diplomski rad sastoji se od osam poglavlja:

1. Uvod
2. Analiza GUP-a
3. Analiza postojećeg stanja odvijanja prometnih tokova

4. Analiza parkirališnih kapaciteta na području mjesnog odbora Gračani
5. Prijedlog mjera poboljšanja organizacije i upravljanja prometnim tokovima na području mjesnog odbora Gračani
6. Izrada simulacijskog modela predloženih varijantnih rješenja
7. Evaluacija predloženih varijantnih rješenja
8. Zaključak

Unutar drugog poglavlja obavljena je analiza strateških dokumenata na razini Grada Zagreba koji utječu na mogućnost razvoja i optimizacije prometnih tokova na analiziranom području. Prvenstveno su analizirani dokumenti vezani za cestovni promet, ali i za kompletni prometni sustav na području Grada Zagreba.

U trećem poglavlju izrađena je analiza postojećeg stanja s cestovnog prometnog sustava, na temelju čega je napravljena analiza stanja prometne infrastrukture, s fokusom na organizaciju prometa na području mjesnog odbora. U sklopu analize opisan je način organizacije cestovnog prometa, stanje biciklističkog i pješačkog prometnog sustava na području mjesnog odbora. Također, izrađena je i sigurnosna analiza te analiza kapaciteta na prometnoj mreži mjesnog odbora. Nastavno na analizu prometnog sustava, u četvrtom poglavlju obavljena je analiza parkirališnih kapaciteta na području MO Gračani.

U petom poglavlju su dani prijedlozi rješenja u svrhu optimizacije prometnog sustava na području mjesnog odbora. Rješenja su dana na temelju prethodno provedene analize s ciljem eliminiranja utvrđenih problema. U šestom poglavlju je opisan proces izrade simulacijskih modela koji su temeljeni na predloženim rješenjima u sklopu petog poglavlja, dok se u sedmom poglavlju obavlja evaluacija rezultata prethodno izrađenih simulacijskih modela.

U završnom, osmom poglavlju, dan je zaključak temeljen na izrađenoj analizi te predloženim rješenjima i njihovim rezultatima.

2. ANALIZA GENERALNOG URBANISTIČKOG PLANA GRADA ZAGREBA

Grad Zagreb kao i svi ostali gradovi u Republici Hrvatskoj, dužni su svoj prostorni plan uređenja temeljiti na strategiji i programu prostornog uređenja od strane Republike Hrvatske. Ono što razlikuje Grad Zagreb od ostalih gradova je činjenica da Zagreb kao samostalna jedinica uprave, odnosno samostalna županija, nije dužna uskladiti svoj prostorni plan uređenja s razinom županije.

Dokumenti kojima se definira prostorno uređenje u Gradu Zagrebu su:

- Strategija prostornog razvoja Republike Hrvatske
- Program prostornog uređenja Republike Hrvatske
- Prostorni plan Grada Zagreba
- Generalni urbanistički plan Grada Zagreba

Osim napomenutih dokumenata, na nižoj razini je moguća izrada urbanističkih i detaljnih urbanističkih planova uređenja prostora, kojima se detaljnije razrađuje svrha prostora te način razvoja prostora u budućnosti.

2.1. Prostorni plan Grada Zagreba

Prostorni plan Grada Zagreba (kasnije PPGZ) je temeljni dokument pomoću kojeg se regulira prostorno uređenje cjelokupnog prostora Grada Zagreba te određuju osnovne namjene prostora: prostor za izgradnju, neizgrađene prostore, površine za komunalnu i prometnu infrastrukturu i objekte te druge površine [1].

Za izradu ovog rada najvažniji podaci vezani su uz razvoj cestovnog prometa koji definiraju način iskorištenja prostora namijenjenog za prometnu infrastrukturu te način razvoja prometnog sustava na području Grada Zagreba. Prema pročišćenom tekstu PPGZ-a koji je objavljen u Službenom glasniku Grada Zagreba (3/18) , točka 5.1. definira smjernice za razvoj cestovnog, željezničkog i zračnog prometa na području Zagreba [2].

Sukladno članku 10., a sadržano u točki 5.1. *Prometni infrastrukturni sustavi*, za razvoj cestovnog prometa planira se:

- Dovršenje sustava tranzitnih i prilaznih cesta Zagreba međunarodnog, odnosno državnog značaja,
- Poboljšanje prometne povezanosti između pojedinih gradskih četvrti izgradnjom novih poteza osnovne ulične mreže,
- Poboljšanje sustava prigradskog prometa podizanjem prometnog standarda na postojećim državnim i županijskim cestama,
- Zaštita okoliša od štetnih djelovanja prijevoza,
- Povećanje sigurnosti u svezi s prometom putnika, pješaka, invalida, djece i starijih,
- Poboljšanje dostupnosti sredstvima javnog gradskog prijevoza i razvijanje novih sustava javnog gradskog prijevoza [2].

Prema PPGZ-u, u cestovnom prometu planirani projekti su:

- Izgradnja nove južne autocestovne obilaznice grada Zagreba (Luka (A2) – Gradna (A3) – Horvati (A1, A6) – Mraclin (A11) – Ivanić Grad (A3) – Sveta Helena (A4)) iz razloga razdvajanja tranzitnog od gradskog prometa,
- Dovršavanje sustava tranzitnih i prilaznih cesta Zagreba međunarodnog, odnosno državnog značenja,
- Poboljšanje prometne povezanosti između pojedinih gradskih četvrti izgradnjom novih poteza osnovne ulične mreže,
- Poboljšanje sustava prigradskog prometa podizanjem prometnog standarda na postojećim državnim i županijskim cestama, a povezuju gradove i druga naselja u zagrebačkoj okolici,
- Zaštita okoliša od štetnih djelovanja prijevoza,
- Povećanje sigurnosti u svezi s prometom putnika, pješaka invalida, djece i starijih,
- Poboljšanje dostupnosti sredstvima javnog gradskog prijevoza i razvijanje novih sustava javnoga gradskog prijevoza (mali sustavi za prostore manjih gustoća i osobe s invaliditetom i smanjene pokretljivosti) [2].

Glavni cilj Grada Zagreba je eliminiranje tranzitnog prometa kroz uže područje grada, a također, jedan od prioriteta je poboljšanje sustava javnog gradskog i prigradskog prometa u cilju

povećanja korištenja javnog prometnog sustava što bi rezultiralo smanjenim zagušenjima u središtu grada i povećanjem razine usluznosti u užem području grada.

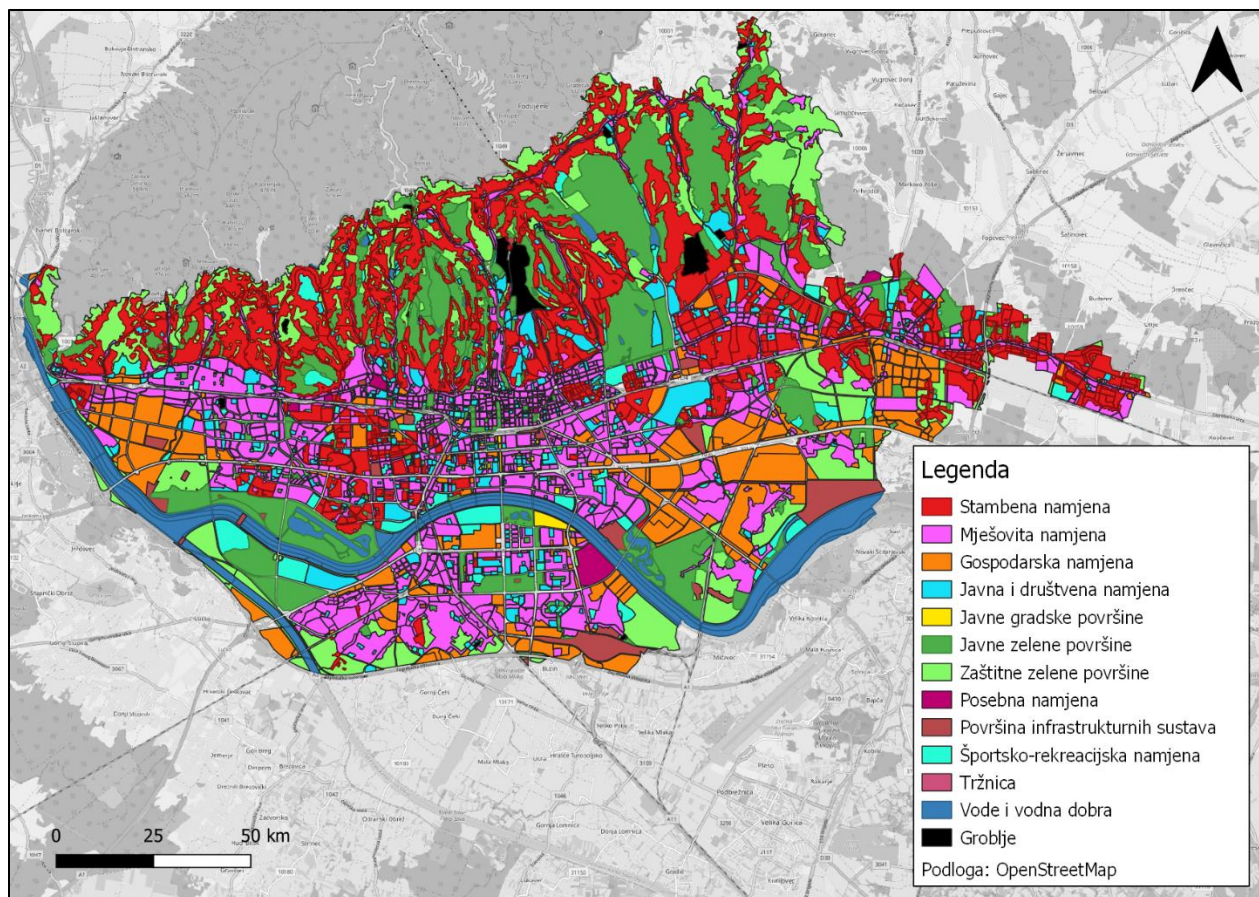
Uz cestovni promet se često veže i biciklistički promet te je u PPGZ-u napomenuto da će se graditi biciklističke staze i trake:

- Odvojeno od prometnica,
- Kao zasebna površina unutar profila prometnica,
- Signalizacijom obilježeni dio kolnika ili pješačke staze [2].

Osim prethodno nabrojanih stavki, PPGZ-om je definirana i širina koridora unutar kojih je moguće razvijanje trasa prometnica izvan građevinskog područja za javne ceste. Naravno, ne direktno vezano uz infrastrukturu, bitno je napomenuti i očuvanje kvalitete zraka što utječe na očuvanje okoliša što postaje sve bitniji aspekt pri planiranju. Očuvanje zraka se može potaknuti unapređenjem i povećanim korištenjem sustava javnog gradskog prijevoza, što će rezultirati smanjenom emisijom štetnih čestica te manjim utroškom energije.

2.2. Generalni urbanistički plan Grada Zagreba

Generalni urbanistički plan Grada Zagreba (dalje GUP) utvrđuje temeljnu organizaciju prostora, zaštitu prirodnih, kulturnih i povijesnih vrijednosti i korištenje i namjenu površina s prijedlogom uvjeta i mjere njihova uređenja. GUP grada Zagreba obuhvaća prostor od oko 220 km² u koje spada uže gradsko područje između medvedničke šume i zagrebačke obilaznice [1].



Slika 1. Namjena površine u gradu Zagrebu sukladno GUP-u grada Zagreba

Izvor: GUP Grada Zagreba; obradio Autor

Na slici 1. prikazana je namjena površine u gradu Zagrebu temeljena na podacima iz GUP-a grada Zagreba i vidljivo je da je većinski prostor grada Zagreba namijenjen stambenoj i mješovitoj namjeni, gdje za stambenu namjenu dominira sjeverni dio grada dok u južnoj dominira mješovita namjena.

Osim utvrđenih uvjeta namjene gradske površine, GUP-om su definirane trase i površine za prometne infrastrukturne mreže u sklopu kojih se želi postići unapređenje privatnog, ali prvenstveno javnog gradskog prometa.

U članku 37. GUP-a grada Zagreba definiran je dugoročni cilj u obavljanje najmanje dvije trećine svih dnevnih putovanja putem javnog i nemotoriziranog prometa. Također, u tom članku definirana i omogućena izgradnja i uređivanje:

- Uličnih mreža i trgova s mogućnošću denivelacije,

- Parkirališta i garaža s mogućnošću deniveliranog pristupa,
- Tramvajske mreže,
- Tramvajskih i autobusnih stanica i terminala s pratećim sadržajima,
- Željezničke mreže, građevine i prateći sadržaji,
- Mreže biciklističkih staza i traka,
- Pješačkih zona, rampa,, stubišta, liftova i slično,
- Autobusnih kolodvora s pratećim sadržajem,
- Spremišta autobusa i tramvaja,
- Stanica žičare s pratećim sadržajima [3].

Članak 38. GUP-a grada Zagreba predviđa gradnju i uređenje osnovne ulične mreže, trgova i drugih nekategoriziranih ulica na način da se usklade razvoj javnog, pješačkog i biciklističkog prometa te osiguraju uvjeti za afirmaciju postojeće i formiranje nove mreže javnih urbanih prostora. Predviđa se gradnja i uređenje trgova kao važnih fokusa prometnih tokova te žarišta otvorenoga javnog urbanog prostora. Na prostoru grada planirana je izgradnja deset novih mostova uz rekonstrukciju postojećih, od kojih šest kolno-pješačko-biciklističkih, dva kolno-pješačka i dva pješačko-biciklistička mosta.

Također, u članku 38. opisano je da se osnovna ulična mreža sastoji od gradske autoceste (gradske obilaznice), gradskih avenija, glavnih gradskih ulica i gradskih ulica, a definirane su i najmanje potrebne širine koridora koje su potrebne za izgradnju ili rekonstrukciju ulične mreže, pa su tako definirane širine za:

- Gradsku autocestu najmanje, 80,0 m,
- Gradsku aveniju najmanje 40,0 m,
- Novu gradsku ulicu najmanje 26,0 m,
- Gradsku ulicu najmanje 18,0 m širine,
- Novu ulice 9,0 m, iznimno 7,5 m (ovisno o konfiguraciji terena),
- Postojeće ulice izvan osnovne ulične mreže 4,5 m, iznimno 3,75 m.

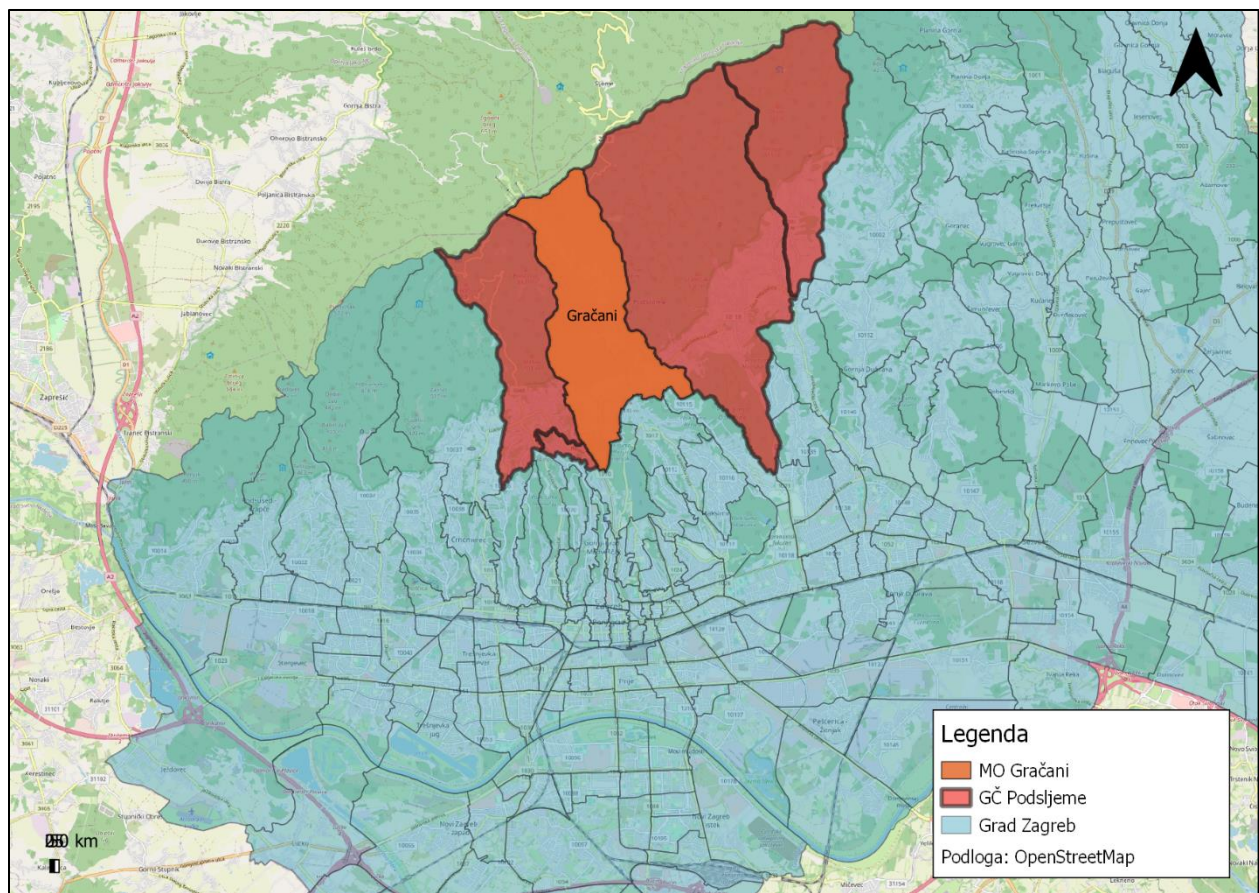
Važno je naglasiti da za podsljemensko područje, koje je relevantno za izradu ove Analize, koridori novih ili rezervacija za proširenje postojećih glavnih gradskih i gradskih ulica mogu biti, ovisno o lokalnim uvjetima, i uži od 26,0 m, odnosno mogu iznositi 18,0 m.

Osim ulične mreže, važan dio predstavljaju biciklističke staze i trake te pješačke zone i putovi. U članku 41. GUP-a definirano je kako je najmanja širine biciklističke staze ili trake za jedan smjer vožnje 1,0 m, a za dvosmjerni promet 1,6 m, a ukoliko se biciklistička staza ili traka nalaze neposredno uz kolnik, dodaje se širina od 0,75 m. Iznimke su područja gdje je u ulicama trajno ograničenje brzine 50 km/h te tada nije potrebno dodati zaštitnu širinu.

Članak 42. definira način uređenja pješačkih zona i putova, gdje se napominje da površine za kretanje pješaka moraju biti kontinuirane i dovoljne širine, koja ne iznosi uže od 1,5 m, osim u iznimnim slučajevima, gdje zbog nedostatka prostora ne smiju biti uže od 1,2 m. U podsljemenskom predjelu mogu se graditi i uređivati prečaci (pješački putovi, stube, staze, šetnice) kao veze između usporednih ulica, s tim da su prečaci međusobno udaljeni najviše 600 m.

2.3. Utjecaj strateških dokumenata na prostor mjesnog odbora Gračani

Mjesni odbor Gračani se nalazi na sjevernom dijelu grada Zagreba i sastavni je dio gradske četvrti Podsljeme. MO Gračani nalaze se na krajnjem sjevernom dijelu Zagreba te se sam mjesni odbor prostire do samog vrha Medvednice, odnosno do Sljemena, gdje je i sam rub Zagreba. Iako su Gračani prostorno izuzetno veliki, s ukupnom površinom 12,15 km², sjeverni dio mjesnog odbora nije naseljen iz razloga što pripada Parku prirode Medvednica te je to područje šumovito područje na kojima se ne nalaze stambeni objekti. Prema popisu stanovništva iz 2011. godine na području MO Gračani živi ukupno 6.210 stanovnika, dok gustoća iznosi 511 stanovnika po kilometru kvadratnom. Na slici ispod prikazana je gradska četvrt Podsljeme, svi mjesni odbori te MO Gračani.

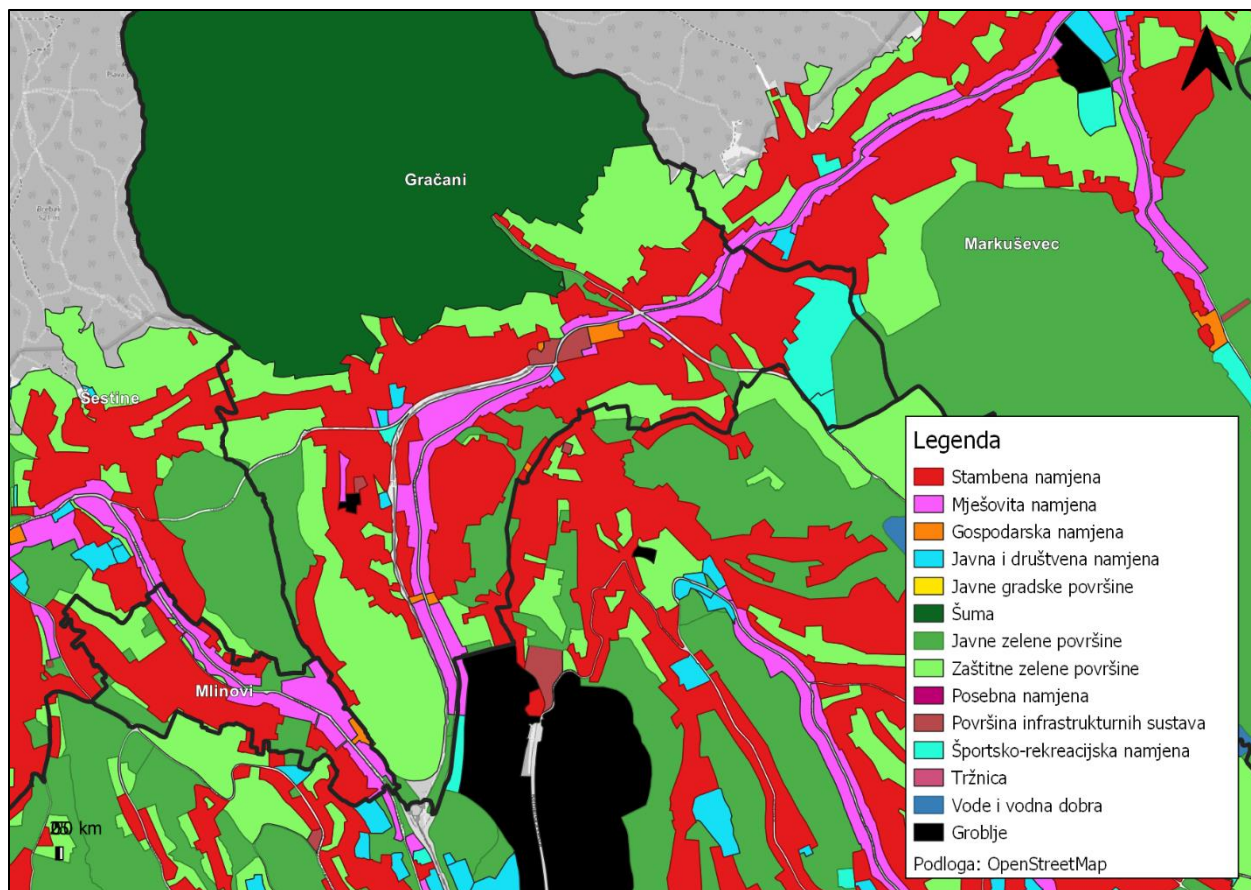


Slika 2. Prikaz mjesnog odbora Gračani u sklopu gradske četvrti Podsljeme

Izvor: Grad Zagreb; obradio Autor

2.3.1. Namjena površine temeljem GUP-a

Temeljem raspodjele namjene zemljišta prema GUP-u grada Zagreba, područje mjesnog odbora Gračani je većinski definirano kao područje šuma., a razlog tome je što izrazito većinski dio mjesnog odbora zauzima prostor Parka prirode Medvednica. Izuzev područja šume, na području Gračana prostor je namijenjen i za javne zelene površine i površine u službi stambene namjene. Za prostore čije je namjena mješovita, uglavnom je definirana kategorija M1, što znači da su prostori u mješovitoj namjeni, ali pretežito za stambenu namjenu. Na slici niže prikazana je raspodjela namjene površine na području mjesnog odbora Gračani [3].



Slika 3. Namjena površine na području mjesnog odbora Gračani

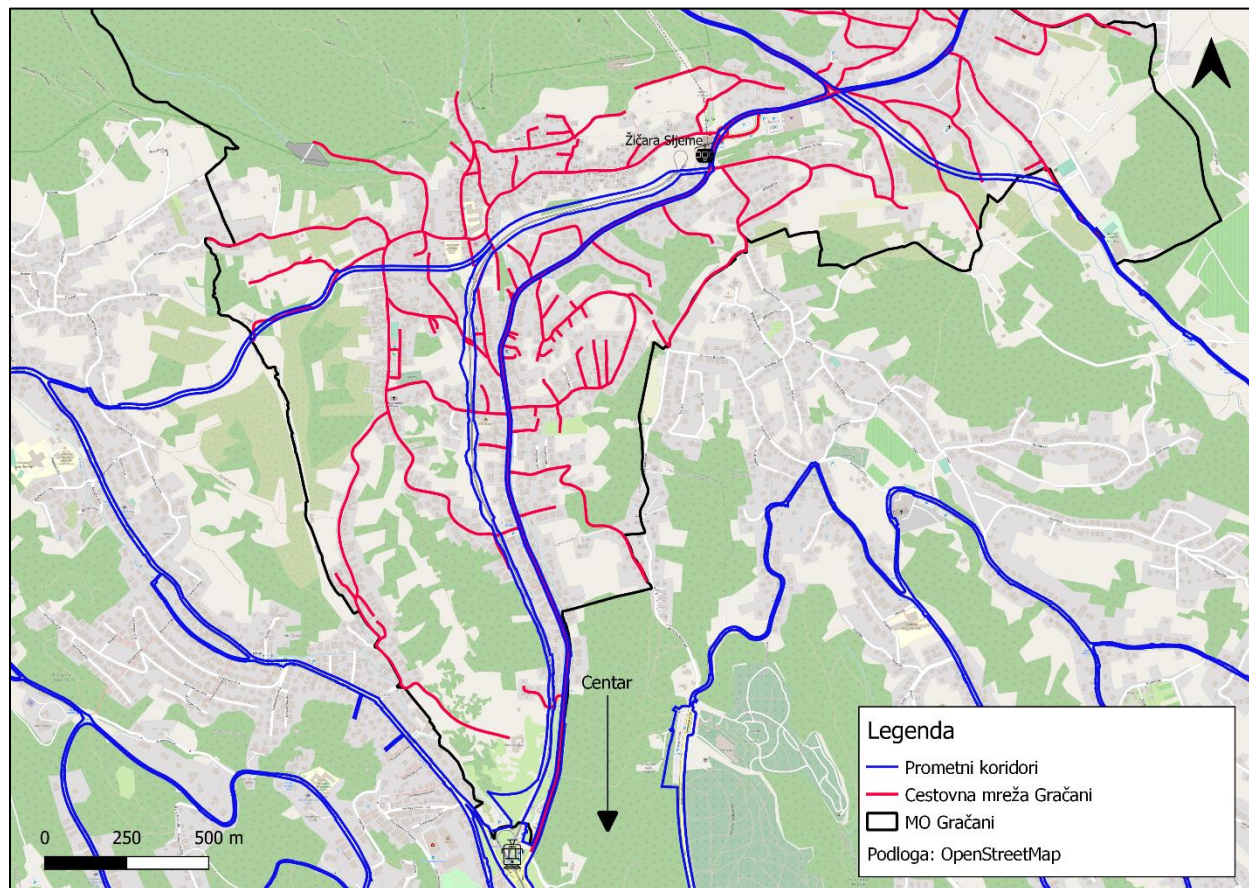
Izvor: GUP Grada Zagreba; obradio Autor

Kao što je napomenuto na početku ovog poglavlja, na nižoj strateškoj razini od GUP-a, moguća je izrada urbanističkih i detaljnih urbanističkih planova za pojedina gradska područja koja se obvezno donose za neuređene dijelove građevinskog područja i za izgrađene dijelove tih područja planiranih za urbanu preobrazbu ili urbanu sanaciju unutar građevinskog područja [4]. Za područje mjesnog odbora Gračani, u srpnju 2015. godine objavljena je odluka o izradi „Urbanističkog plana uređenja Gračani – Dolje“ radi planskog aktiviranja zone koja je od značenja za čitav grad, odnosno radi uređenja prostora prilikom izgradnje donje stanice žičare, ali je tijekom listopada 2016. godine odluka o izradi UPU Gračani - Dolje, stavljena izvan snage radi ubrzavanja procesa izrade žičare.

Osim napomenutog planiranog dokumenta „Urbanističkog plana uređenja Gračani – Dolje“, planiran je i „Urbanistički plan uređenja Gračanski ribnjak“ u svrhu uređenja javnih

zelenih površina. Plan za izradu je donesen 2005. godine, ali prilikom izrade ovog rada nije pronađena dokumentacija te je pretpostavljeno da se napomenuti UPU još uvijek nije izradio.

2.3.2. Razvoj prometne infrastrukture temeljem GUP-a



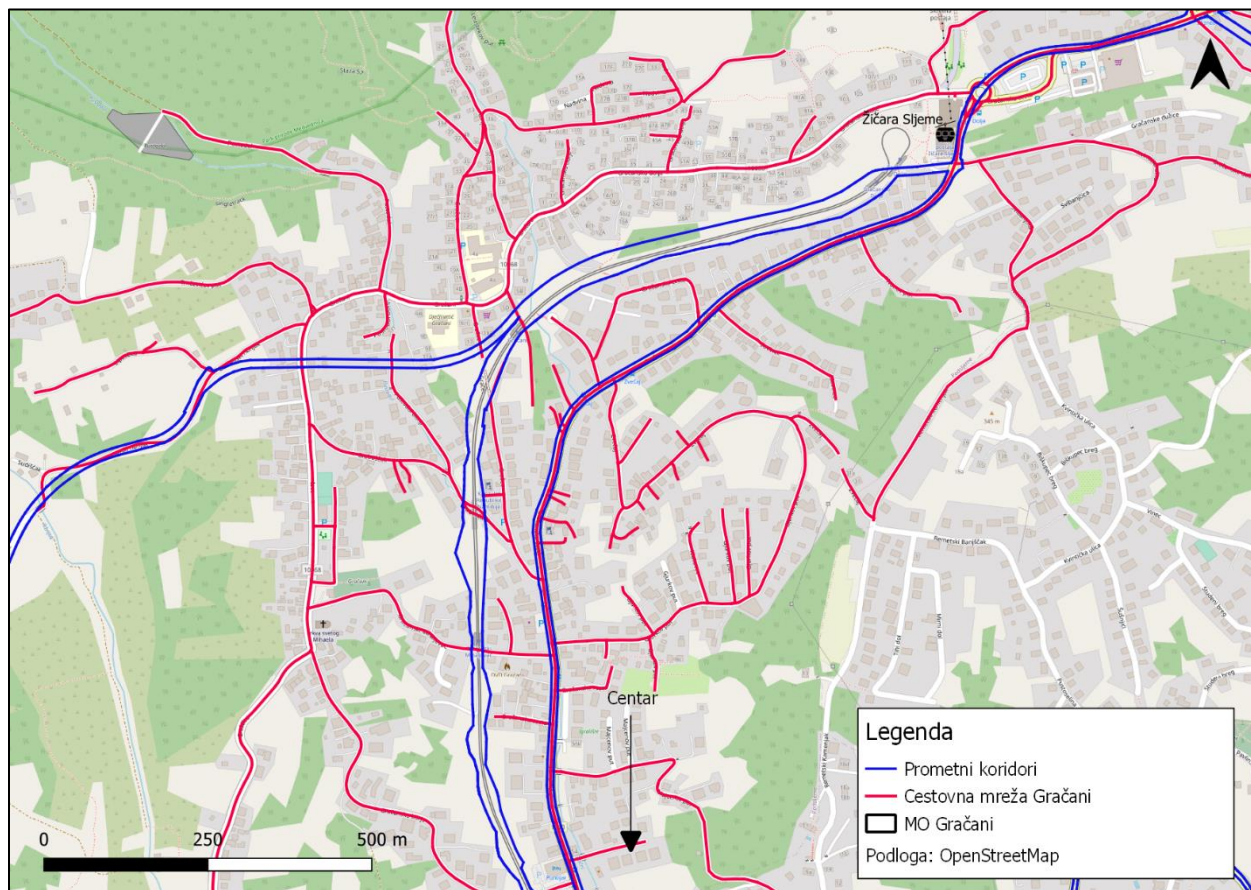
Slika 4. Prikaz planiranog razvoja prometne infrastrukture na području Gračana

Izvor: GUP Grada Zagreba; obradio Autor

Na području MO Gračani postoje dvije prometnice koje su kategorizirane kao glavne gradske ulice, a to su Gračanska cesta koja prolazi kroz cijelo naselje te Markuševečka cesta koja malim dijelom prolazi kroz Gračane.

U cilju razvoja prometne infrastrukture na području MO Gračani, GUP-om je definirana izgradnja dvije nove glavne gradske ulice. Neposredno uz novu donju postaju žičare planirana je izgradnja nove glavne gradske ulice koja bi spajala područje Gračana sa područjem mjesnog odbora Šestine. Trenutačna povezanost između ova dva mjesna odbora uglavnom se odvija putem Gračanske ceste ili putem jednosmjernih ulica Sjevernjak i Gračanski ribnjak. Povezanost

između ova dva mjesna odbora vrlo je kompleksna zbog vrste terena te manjka slobodnog prostora na trenutačno postojećim prometnicama. S obzirom da su trenutačne ulice vrlo uske i da na pojedinim lokacijama nema prostora za mimoilaženje vozila, prometnom regulacijom su krajnji dio ulice Gračanski ribnjak te većinski dio ulice Sjevernjak definirane kao jednosmjerne ulice. U slučaju izgradnje planirane prometnice, potrebno je obaviti rušenje određenog broja stambenih objekata koji se nalaze na trenutačno planiranoj trasi prometnice.

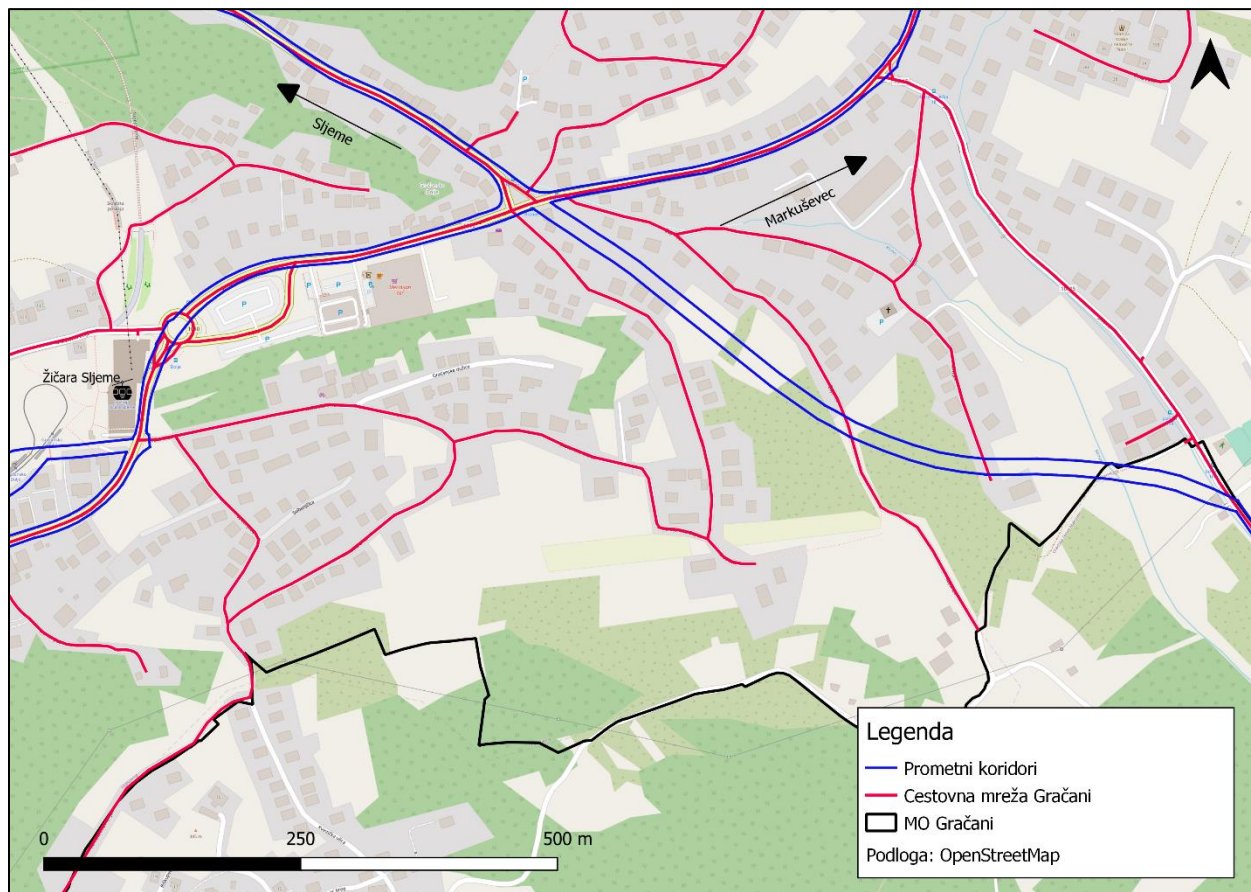


Slika 5. Prikaz planiranog prometnog koridora prema Šestinama u sklopu postojeće cestovne mreže

Izvor: GUP Grada Zagreba; obradio Autor

Druga novoplanirana glavna gradska ulica bi spajala MO Gračani i MO Dotrščinu (mjesni odbor u sastavu gradske četvrti Maksimir), dok bi se u daljnjoj izvedbi prometnica spajala sa gradskom četvrti Gornja Dubrava. Nova glavna gradska ulica bi na području MO Gračani započela bi na raskrižju s Gračanskom i Markuševečkom cestom te ulicom Bliznec, a bila bi usmjerena jugoistočno gdje bi prolazila kroz trenutačno neizgrađeno područje, a nakon prolaska kroz to područje bi se spajala na već postojeću ulicu Jazbina koja nastavlja dalje prema

gradskoj četvrti Gornja Dubrava. Cilj izgradnje te prometnice je olakšani pristup prema istočnom dijelu grada Zagreba. Iako i trenutno postoji spoj na ulicu Jazbina sa Markuševečke ceste, spoj na planiranoj lokaciji putem GUP-a rasteretio bi prometnu mrežu na dosta uskom početku Markuševečke ceste, a samim time bi se povećala sigurnost pješaka i stanara na tom području.



Slika 6. Prikaz planiranog prometnog koridora prema Jazbini u sklopu postojeće cestovne mreže

Izvor: GUP Grada Zagreba; obradio Autor

3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA ODVIJANJA PROMETNIH TOKOVA

Analiza postojećeg stanja je analiza elemenata koji su relevantni za odvijanje prometnog procesa na području obuhvata. Analiza postojećeg stanja bitna je kako bi se dobio uvid u stvarno trenutno stanje na prometnicama, neovisno o tome obavlja li se korekcija postojećeg sustava ili planiraju li se neki veći investicijski zahvati [5]. Pošto je cestovni promet u cjelokupnom prometnom sustavu najzastupljeniji, u njemu su prisutni i najznačajniji problemi, a kvalitetna analiza može olakšati definiranje kritičnih točaka te njihovo pravovremeno ispravljanje.

3.1. Kategorizacija prometne mreže u Gradu Zagrebu

Zakon o cestama (NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 110/19) uređuje pravni status javnih cesta i nerazvrstanih cesta, način korištenja javnih cesta i nerazvrstanih cesta, razvrstavanje javnih cesta, planiranje građenja i održavanja javnih cesta, upravljanje javnim cestama, mjere za zaštitu javnih i nerazvrstanih cesta i prometa na njima, koncesije, financiranje i nadzor javnih cesta [6]. Osim zakona o cestama, ključnu ulogu u razvrstavanju prometnica predstavlja i Odluka o razvrstavanju javnih cesta (NN 17/20) prema kojoj su javne ceste razvrstane na:

- Autoceste,
- Državne ceste,
- Županijske ceste,
- Lokalne ceste [7].

Važno je napomenuti da je Odlukom o cestama na području velikih gradova koje prestaju biti razvrstane u javne ceste (NN 44/12) sve prometnice koje su bile označene kao županijske ili lokalne ceste u gradovima sa više od 35.000 stanovnika te sjedištima županija određeno da se te ceste klasificiraju kao nerazvrstane ceste [8]. Grad Zagreb pripada skupini gradova gdje su županijske i lokalne ceste uključene u klasifikaciju nerazvrstanih cesta te njima upravlja Zagrebački Holding odnosno podružnica Holdinga, Zagrebačke ceste. Zagrebačke ceste upravljaju i održavaju prometnu mrežu od ukupno 2.627 km cesta.

Kao što je u prethodnom poglavlju napomenuto, prometnice na području grada Zagreba se klasificiraju kao:

- Važnije gradske prometnice,
- Gradska autocesta,
- Gradska avenija,
- Glavna gradska ulica,
- Gradska ulica,
- Spojna cesta,
- Sabirna cesta,
- Servisna cesta,
- Pristupna cesta,
- Poljski i šumski putovi [9].

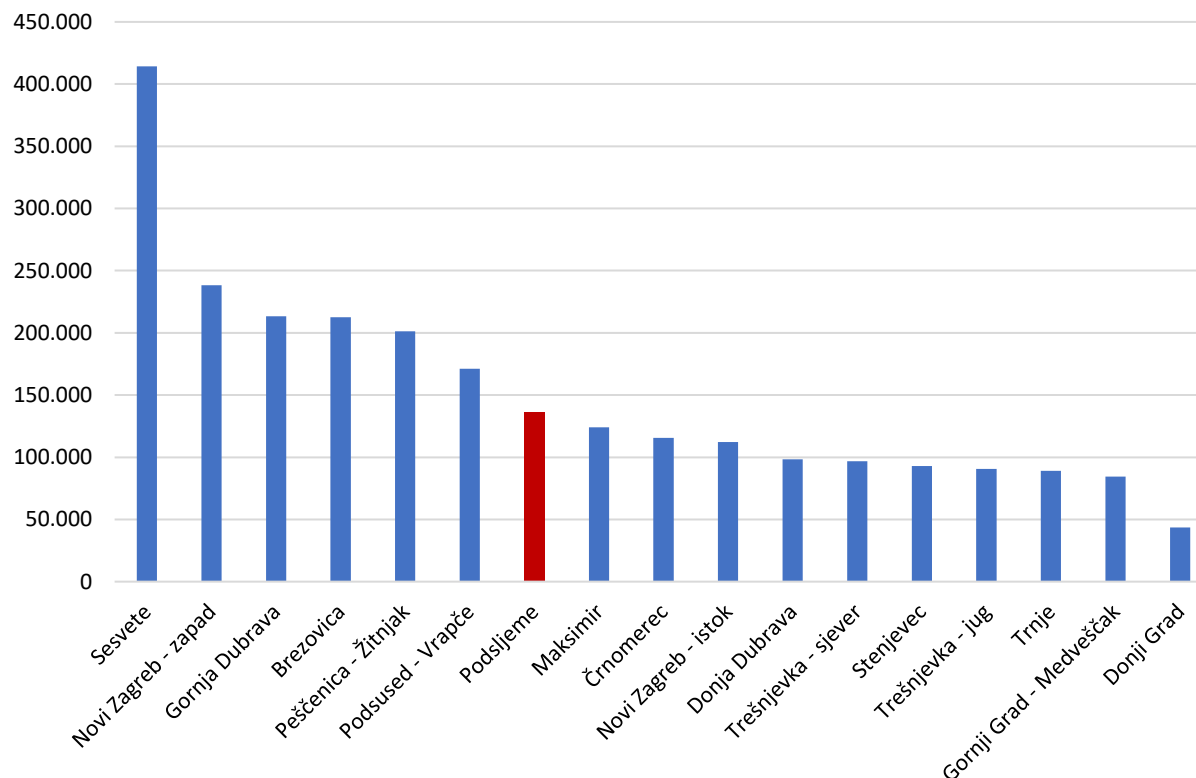
3.2. Analiza cestovnog prometa i infrastrukture na području MO Gračani

3.2.1. Analiza cestovne infrastrukture na području MO Gračani

Mjesni odbor Gračani, kao sastavni dio gradske četvrti Podsljeme, pripada u sjeverni dio Grada Zagreba te time predstavlja prostor koji je cestovnom mrežom u potpunosti integriran u cjelokupnu prometnu mrežu Zagreba. Svaki mjesni odbor, pa tako i Gračani, ima svoja obilježja i sadržaje koji definiraju važnost i učestalost korištenja same prometne mreže na tom području.

Prema dostupnim podacima unutar Statističkog ljetopisa Grada Zagreba, prometna mreža grada Zagreba sastoji se od ukupno 2.534.355 metara prometnica na površini od 13.710.649 m². U grafikonu ispod je prikazana duljina prometnica po gradskoj četvrti [10].

Duljina prometnica po gradskim četvrtima [m]



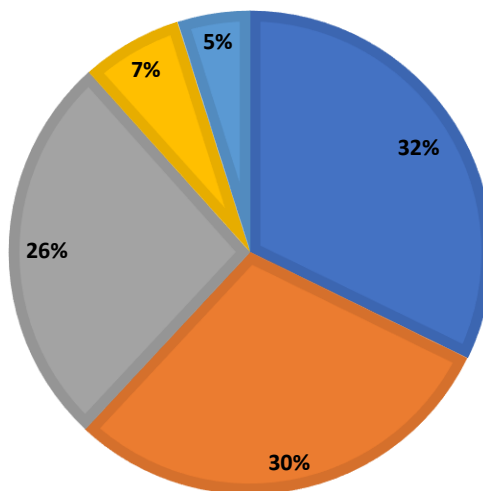
Graf 1. Prikaz ukupnih duljina prometnica po gradskim četvrtima u gradu Zagrebu

Izvor: Statistički ljetopis grada Zagreba 2020 [10]

Prema gore navedenim podacima u grafikonu je vidljivo da gradska četvrt Podsljeme ima sedmu najveću prometnu mrežu od svih gradskih četvrti s ukupno 135.870 m prometnica na svom području. Za upravljanje i održavanje prometnica na području Podsljemena zadužena je Nadcestarija 4 Zagrebačkih cesta te su od njihove strane dostavljeni podaci o dužinama prometnica na području MO Gračani. Kroz MO Gračani prolazi ukupno 39.603 metara odnosno 39,6 km prometne mreže. U odnosu na ukupnu prometnu mrežu u gradskoj četvrti Podsljeme, Gračani čine 29,73% ukupne prometne mreže. U grafikonu niže vidljiv je udio svakog mjesnog odbora u prometnoj mreži gradske četvrti Podsljeme.

UDIO MO U PROMETNOJ MREŽI GČ PODSLJEME

■ Markuševec ■ Gračani ■ Šestine ■ Vidovec ■ Mlinovi

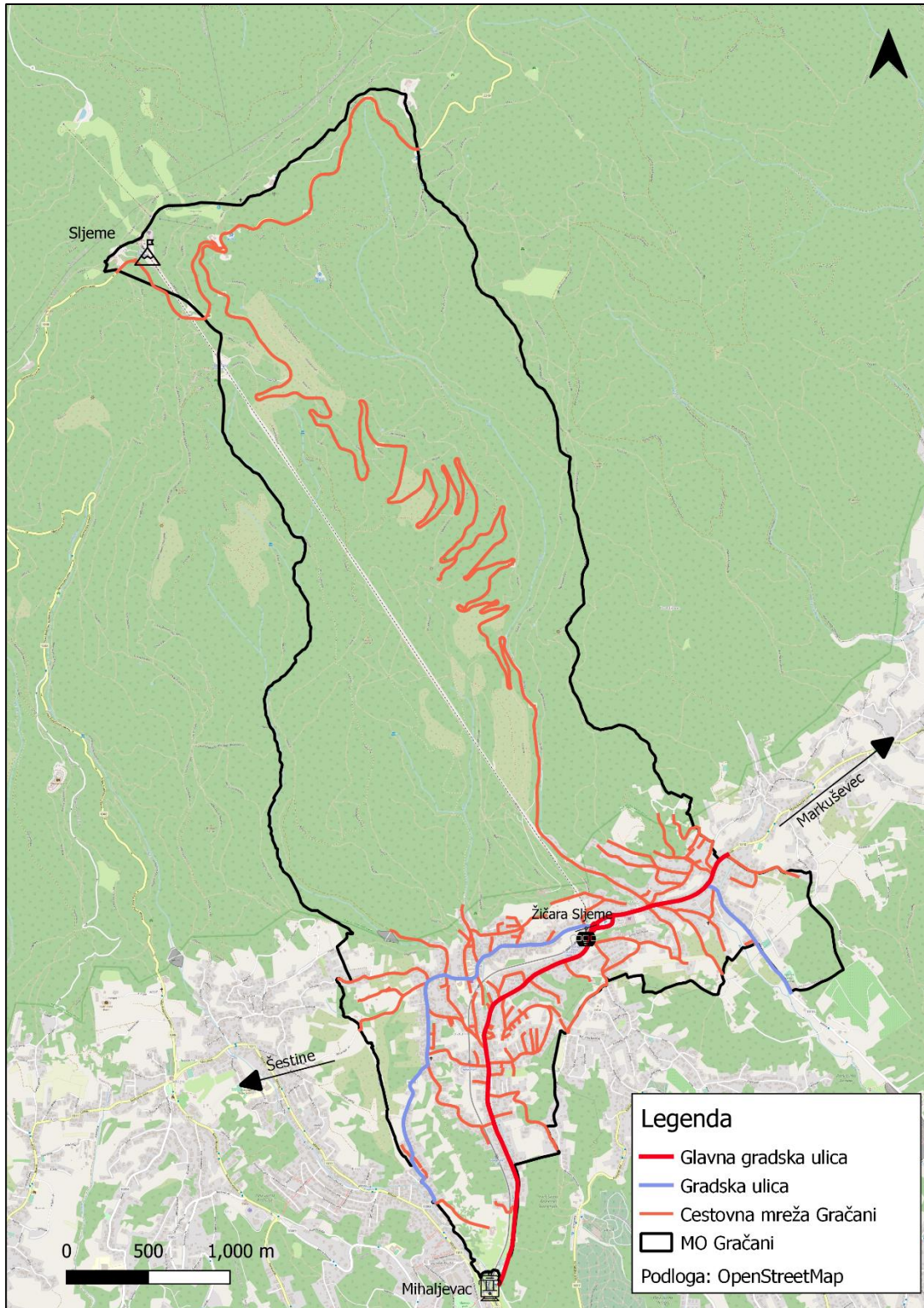


Graf 2. Prikaz udjela MO-a u ukupnoj prometnoj mreži gradske četvrti Podsljeme

Izvor: izradio Autor

Na slici niže prikazana je cjelokupna cestovna prometna mreža na području Gračana, a kao najvažnija prometnica se ističe Gračanska cesta s ukupnom duljinom od 3,5 km te je glavna transversalna veza između ostalih Podsljemenskih naselja i središta Grada Zagreba. Iako je Sljemenska cesta najduža ulica na području MO Gračani s ukupnom dužinom 11,2 km, ona nema bitnu ulogu kao Gračanska cesta koja ima važnu ulogu u obavljanju lokalnog prometa, ali i gradskog tranzitnog prometa. Osim Gračanske ceste, kao važne prometnice na području MO Gračana se definiraju:

- **Markuševečka ulica** – spoj prema MO Markuševec i prema Gornjoj Dubravi,
- **Bliznec** – poveznica prema Sljemenskoj cesti,
- **Sljemenska cesta** – najduža prometnica na prostoru MO Gračani, poveznica prema Sljemenu te alternativni pravac prema Krapinsko-zagorskoj županiji,
- **Ulice Sjevernjak i Gračanski ribnjak** – predviđeni longitudinalni koridor koji spaja MO Šestine i MO Gračane, dio koridora koji je predviđen GUP-om,
- **Ulica Jazbina** – spoj prema Dotršćini te Gornjoj Dubravi, dio planiranog koridora sukladno GUP-u.



Slika 7. Prikaz cestovne prometne mreže u MO Gračani

Izvor: izradio Autor

S obzirom na specifičnost lokacije mjesnog odbora, cestovna prometna mreža na južnom području mjesnog odbora je gusta dok sjeverni dio karakterizira samo jedna prometnica, Sljemenska cesta. Upravo iz tog razloga, gustoća prometne mreže na području Gračana je ispod prosjeka mjesnih odbora u Gradu Zagrebu.

Osim prethodno napomenutih ulica, ostatak cestovne mreže na području MO Gračani čine ceste i ulice koje uglavnom nisu izvedene u adekvatnom profilu, loših tehničkih karakteristika i malih te nepreglednih raskrižja. Koridori većine prometnica koje su sastavni dio cestovne mreže MO Gračani su već određeni GUP-om Grada Zagreba. Ulice na području MO Gračani uglavnom su uže od 5,50 m koliko je minimalno potrebno za odvijanje dvosmjernog prometa, a upravo to onemogućuje razvoj prometne mreže zbog nedostatka prostora u samom mjesnom odboru. Kroz izradu ove Analize žele se definirati problemi te pronaći rješenja u svrhu optimizacije prometnih tokova unatoč nedostatku prostora na pojedinim prometnicama.

Također, važno je istaknuti da je kvaliteta kolničkih zastora na području MO Gračani u izuzetno lošem stanju. Izuzev kolnika Gračanske ceste, koji je obnovljen kroz 2020. godinu, ostatak cestovne prometne mreže ima izuzetno loše te stare kolničke zastore. Veliki broj kolnika ima probleme sa propadajućim kanalizacijskim otvorima te velikim brojem zakrpanih dijelova na prometnici uslijed ponovnog asfaltiranja nakon obavljanja manjih radova ispod kolničkog zastora prometnice.

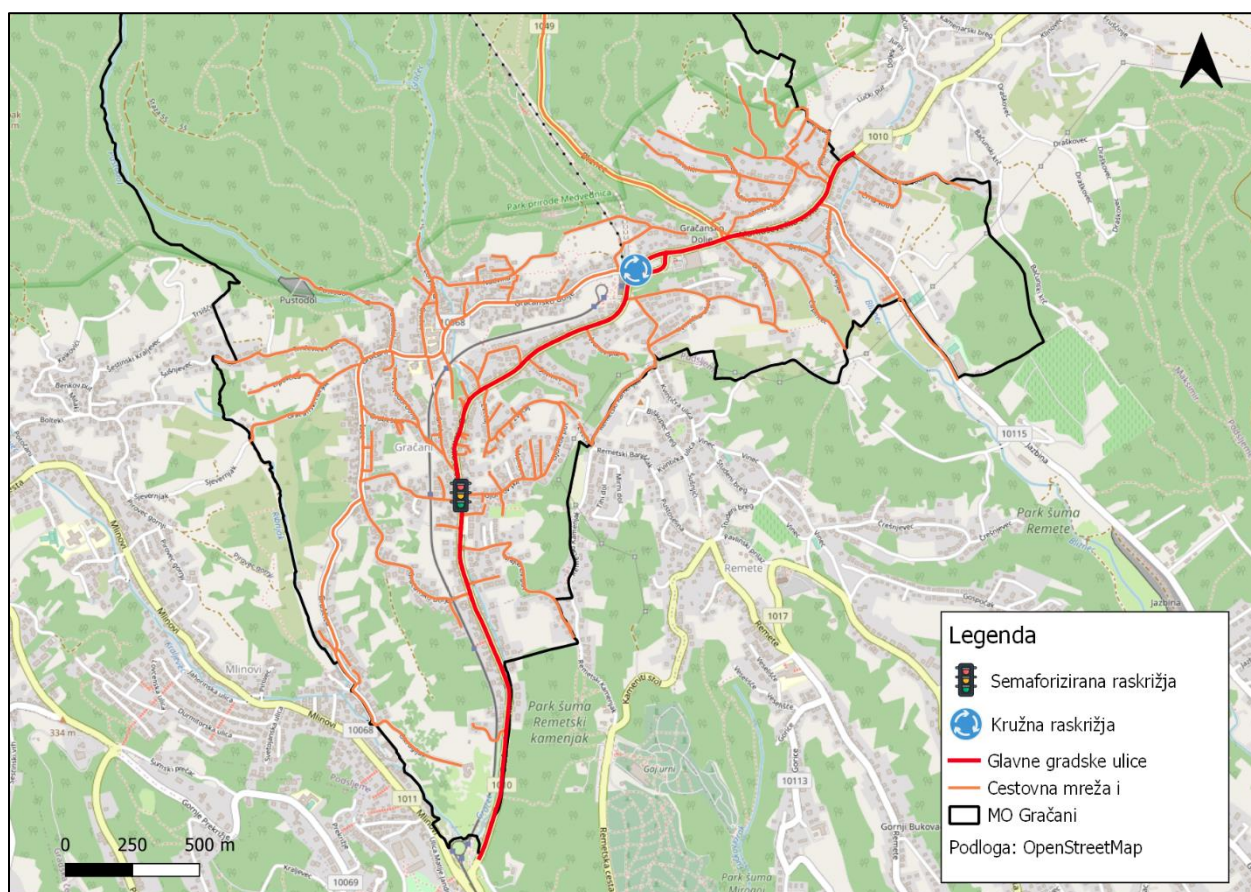
Značajan broj prometnica nema zasebne prostore za pješake, a na prometnicama na kojima postoji prostor za kretanje pješaka, izveden je u istoj razini s cestom, odnosno nogostup nije fizički odvojen od same prometnice. To smanjuje razinu sigurnosti, a veliku opasnost stvara na prometnicama u blizini škole gdje se kreće veliki broj djece, a detaljnije će biti analiziran u daljnjem dijelu ovoga poglavlja.

3.2.2. Analiza organizacije prometnih tokova na području MO Gračani

Organizacija prometnih tokova je temelj uspješnog funkcioniranja prometnog sustava na nekom području. Cilj je optimizirati prometni sustav u svrhu minimiziranja troškova odvijanja prometa tj. minimizirati presijecanja prometnih tokova na kritičnim točkama u svrhu smanjenja gubitka vremena. Ako organizacija prometnih tokova nije pravilno odrađena, može utjecati na

stvaranje zagušenja na pojedinim lokacijama, čime u konačnici pati cijeli prometni sustav. Organizacija prometne mreže može se opisati pomoću vrste usmjerenosti prometnog toka (dvosmjerna ili jednosmjerna ulica) te regulacija prometa na raskrižjima [5].

Na području MO Gračani prometna mreža je organizirana na način da prevladavaju dvosmjerne prometnice s nesemaforiziranim raskrižjima. Na području cijelog mjesnog odbora postoji jedno semaforizirano raskrižje koje se nalazi na Gračanskoj cesti te jedno raskrižje s kružnim tokom koje se također nalazi na Gračanskoj cesti. Sva ostala raskrižja su nesemaforizirana u trokrakoj ili četverokrakoj izvedbi.

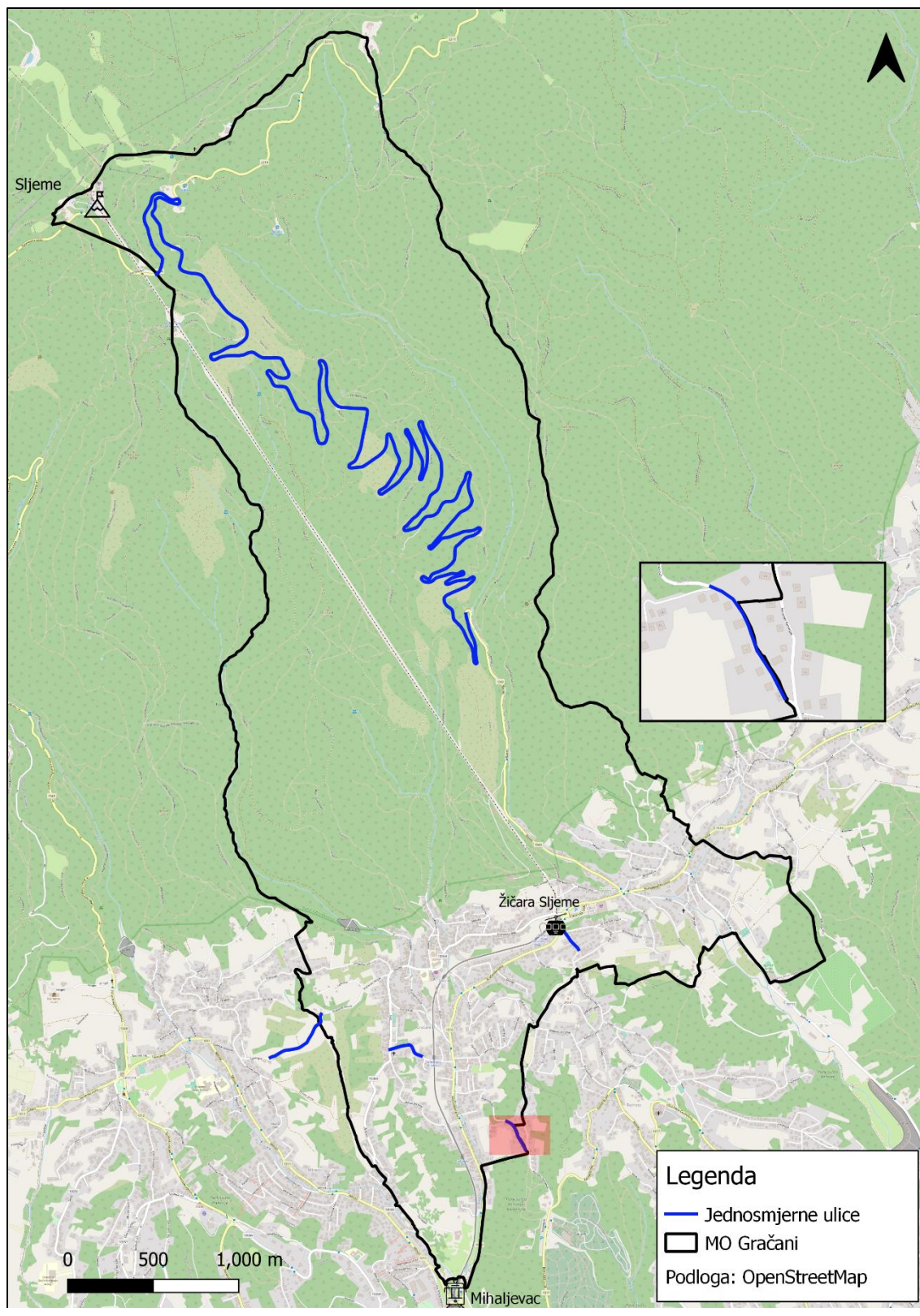


Slika 8. Prikaz semaforiziranih i kružnih raskrižja na području MO Gračani

Izvor: izradio Autor

Za organizaciju prometnih tokova, kao što je prethodno navedeno, bitna je i usmjerenost prometnog toka odnosno je li ulica jednosmjerna ili dvosmjerna. Prometna mreža sastoji se od većinskog dijela dvosmjernih ulica, ali na pojedinim lokacijama se promet odvija i putem jednosmjernih ulica. Na području MO Gračani nalazi se manji broj jednosmjernih ulica, točnije

njih pet. Najduža jednosmjerna ulica je Sljemenska cesta, a ostale koje nalaze na užem području MO Gračani su Svibanjčica, dio Majcenovog puta, Gračanski ribnjak te na manjem dijelu ulica Gračanski Mihaljevac. Na slici niže prikazane su lokacije tih jednosmjernih ulica.



Slika 9. Prikaz jednosmjernih ulica na području MO Gračani

Izvor: izradio Autor

3.2.3. Analiza kapaciteta cestovne mreže

Highway Capacity Manual (HCM) predstavlja standard u projektiranju i planiranju cesta, autocesta i gradskih ulica, a njegova prvenstvena uloga je korištenje pri proračunu kapaciteta i razina usluga raskrižja, dionica cesta, javnog gradskog prijevoza te pješačkog i biciklističkog prometa. Iako je HCM temeljen na prometnim uvjetima u SAD-u, naveliko se koristi kao standard u Europi, pa tako i Republici Hrvatskoj [11].

Prema HCM-u, kapacitet se definira kao maksimalni satni protok vozila ili pješaka kroz jedan zadani presjek ili dionicu ceste tijekom zadanog vremenskog perioda pod prevladavajućim uvjetima ceste i prometa. Glavna svrha proračuna kapaciteta je procijeniti najveći broj vozila ili ljudi koje analizirani prometni objekt može prihvatiti uz zajamčeni stupanj sigurnosti u određenom vremenskom periodu [11].

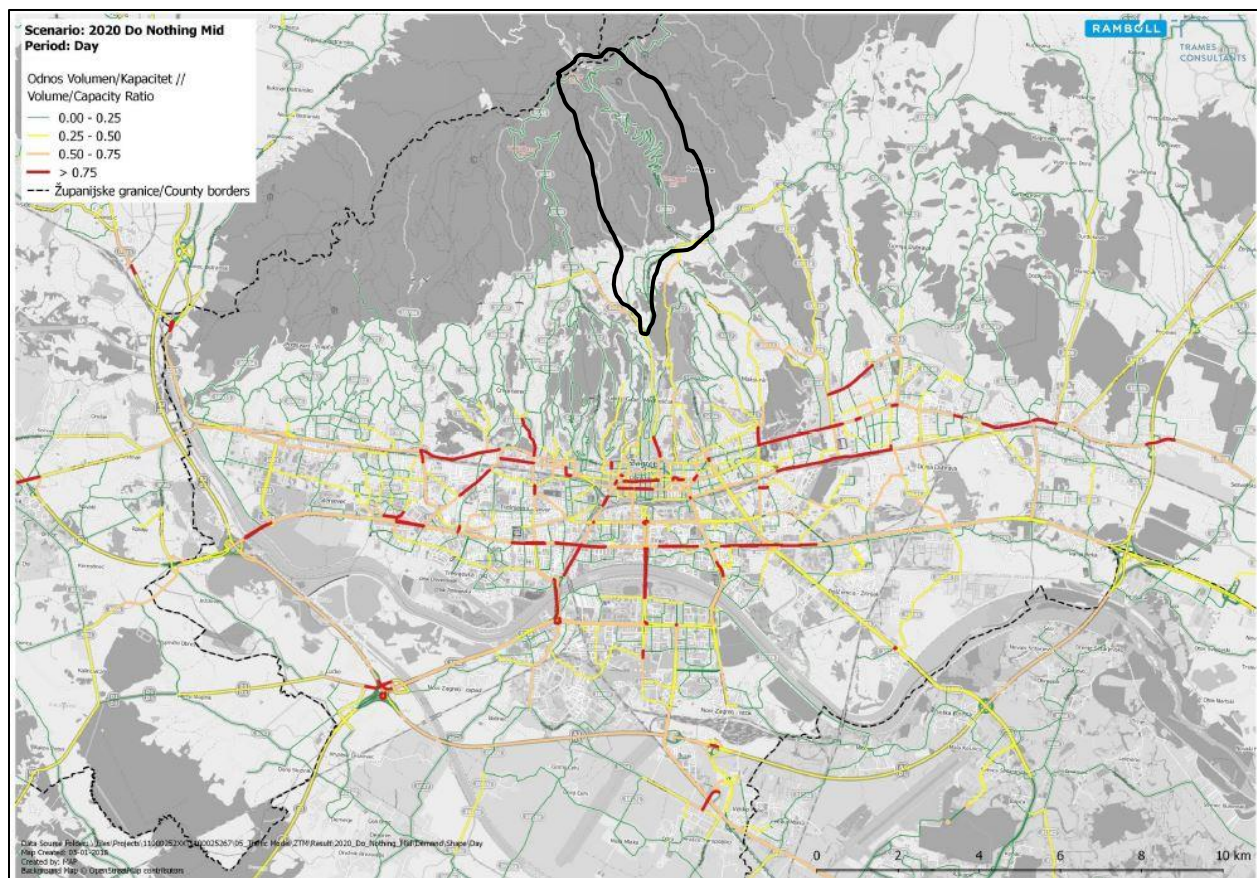
Prema podacima iz Master plana Grada Zagreba, kapacitet postojeće cestovne mreže na području grada Zagreba može se analizirati promatranjem kapaciteta na dionicama i raskrižjima te je utvrđeno da gradske avenije u centru grada mogu podržati između 1.000 i 3.000 vozila po smjeru na sat, dok ostale ceste imaju kapacitet manji od 1.000 vozila po smjeru na sat [12].

Osim kapaciteta, vrlo važnu ulogu u praćenju prometnih zagušenja ima i prometno opterećenje koje se često naziva i volumen. Prometno opterećenje, odnosno volumen, predstavlja broj vozila koja prođu kroz promatrani presjek ceste u zadanom vremenskom intervalu [11]. Stupanj zasićenja na prometnoj mreži (omjer volumena i kapaciteta) predstavlja jedan od najvažnijih prometnih parametara opisivanja stanja kretanja prometnih tokova. Rezultat koji se prikazuje odnosom volumena i kapaciteta je prometno zagušenje odnosno iskoristivost kapaciteta na pojedinoj prometnici, a osim toga prikazuje i razinu eksploatacije te moguće lokacije pred zasićenjem u slučaju povećanja prometa. Zasićenjem se uglavnom smatraju omjeri iznad 0,75 odnosno 75% zasićenja kapaciteta te je za njih potrebno predložiti optimalna rješenja. Pri vrijednostima preko 1,00 tj. 100%, smatra se da je na prometnoj infrastrukturi došlo do znatnog prometnog zagušenja, odnosno da je prometna potražnja veća od ponude, što posljedično rezultira povećanjem repa čekanja i dužinom putovanja te drugim negativnim utjecajima na odvijanje prometnih tokova.

Tijekom izrade Master plana Grada Zagreba, izrađen je prometni model Grada Zagreba i okolnih županija u simulacijskom programu PTV Visum, pomoću kojeg je prikazano trenutno stanje prometnica te očekivano stanje u budućnosti. Pri izradi ove Analize korišten je dokument Master plan Grada Zagreba te je na temelju njega definirano stanje prometnica na području MO Gračani.

U središtu Grada Zagreba često se javljaju problemi zagušenja prometa, no na području bitnom za izradu ove Analize situacija nije takva. S obzirom na udaljenost od gradskog središta te na karakteristiku prometne mreže koja ne služi kao tranzitno područje za veliki broj ljudi, zagušenost prometne mreže na području MO Gračani je zadovoljavajuća, odnosno ne dolazi do velikih prometnih zagušenja.

Situacije u kojima se događaju zagušenja na području MO Gračani su jutarnji vikend sati gdje se veliki broj ljudi upućuje prema Parku prirode Medvednica. S obzirom da su te situacije uobičajene samo vikendom i to u razdoblju proljetnih i ljetnih mjeseci, nije potrebno u potpunosti zadovoljiti toliko opterećenje prometnica.

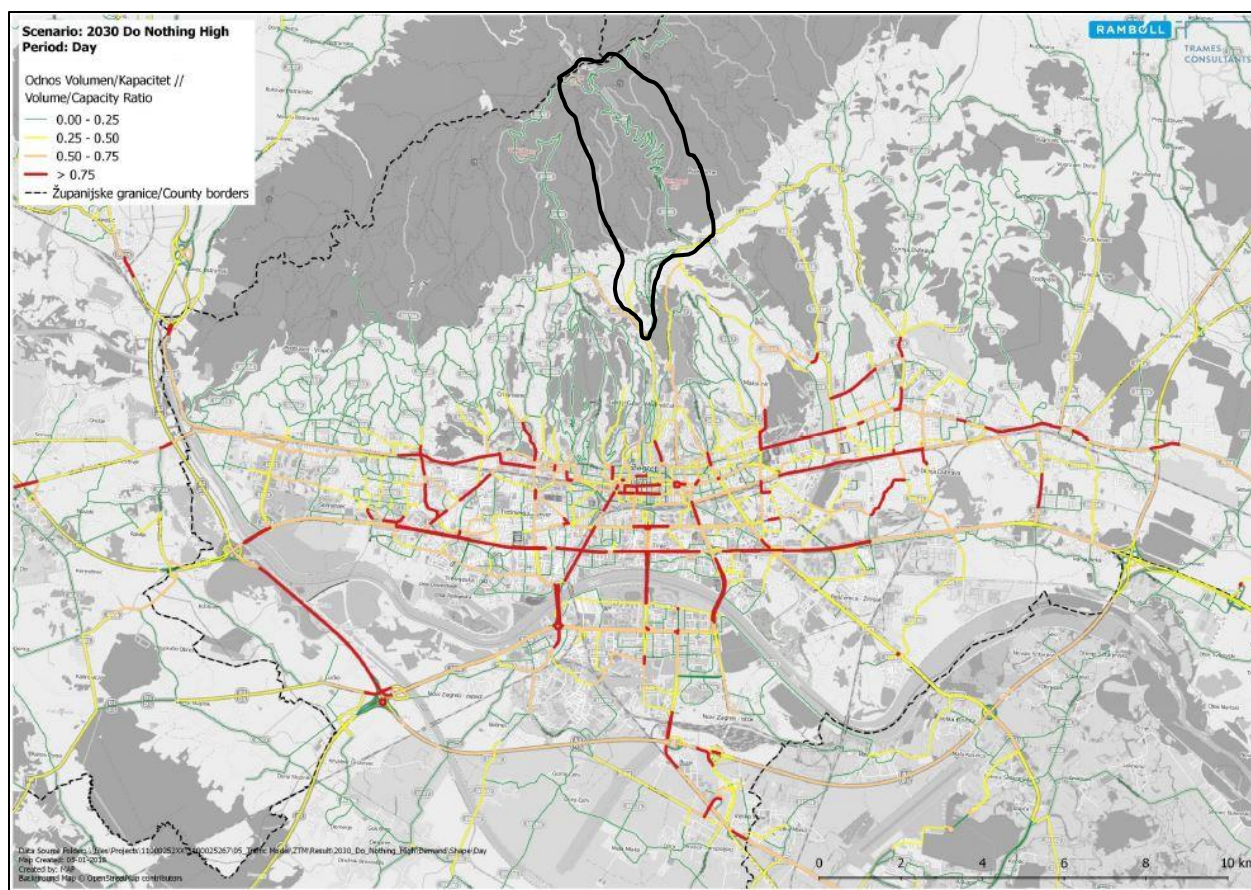


Slika 10. Prikaz odnosa Volumen/Kapacitet prema modelu Master plana grada Zagreba

Izvor: Master plan grada Zagreba [12]

Kao što je vidljivo u iznad priloženoj slici, unutar crno označenog područja na sjevernom dijelu grada prometni sustav nema zagušenja, odnosno kapacitet prometnica zadovoljava postojeće prometno opterećenje na prometnicama.

U obzir su također uzete i prognoze budućeg stanja, točnije u scenariju gdje se ništa ne mijenja („*Do nothing scenarij*“), koji je prikazan na slici niže. Kao što je vidljivo na slici koja predstavlja situaciju u 2030. godini, na cjelokupnom području grada su se povećala zagušenja, no na području MO Gračani odnos kapaciteta i volumena je i dalje apsolutno zadovoljavajući te ne postoje zagušenja.



Slika 11. Prikaz odnosa Volumen/Kapacitet u "Do nothing scenariju" za 2030. godinu

Izvor: Master plan grada Zagreba [12]

3.2.4. Analiza javnog gradskog prijevoza

Javni gradski prijevoz je masovni prijevoz putnika u gradskom prometu, koji pod jednakim javno objavljenim uvjetima pruža uslugu korisnicima prijevoza. Javni gradski prijevoz putnika djeluje u složenom gradskom prostoru i zadatak mu je povezivanje udaljenih prostora i raznih sadržaja prevozeći putnike [13].

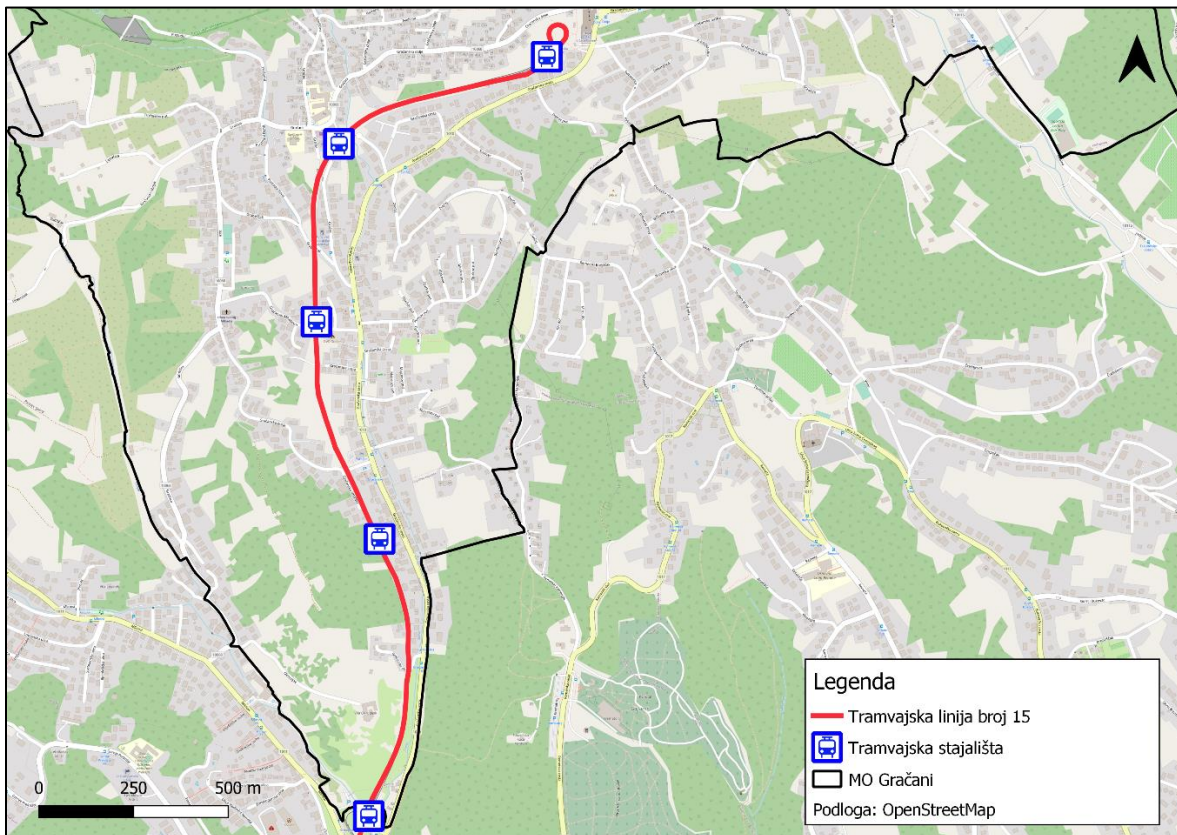
Na području grada Zagreba, pa tako i na području MO Gračani, javni gradski prijevoz je u nadležnosti Zagrebačkog električnog tramvaja (ZET), koji je u vlasništvu grada Zagreba. U MO Gračani javni gradski prijevoz se sastoji od jedne tramvajske linije te tri autobusne linije:

- Tramvajska linija broj 15: Mihaljevac – Gračansko Dolje,
- Autobusna linija 233: Mihaljevac – Markuševac,
- Autobusna linija 227: Svetice – Gračansko Dolje,

- Autobusna linija 140: Mihaljevac – Sljeme,
- Noćna tramvajska linija 33: Savišće – Gračansko Dolje.

Sustav javnog gradskog prijevoza u MO Gračani se odvija na razne načine koristeći i tramvajske i autobusne linije. Također, uskoro se očekuje i puštanje u rad žičare Sljeme koja je također jedan oblik javnog gradskog prijevoza koja je u nadležnosti ZET-a.

Tramvajska linija broj 15 najkraća je linija na području Grada Zagreba sa ukupnom duljinom od svega 2.711 m i uslugom na pet stajališta, od čega su dva završna stajališta, odnosno okretišta [14]. Linija tramvaja broj 15 je specifična u odnosu na ostali javni gradski prijevoz na području Zagreba u tome što se putnici prevoze u samo jednom vagonu vozila Tatra T4. Sve ostale linije na području Zagreba prometuju sa dva vagona ili sa zglobnim tramvajem.



Slika 12. Prikaz trase tramvajske linije broj 15

Izvor: izradio Autor



Slika 13. Linija broj 15 Mihaljevac - Gračansko Dolje

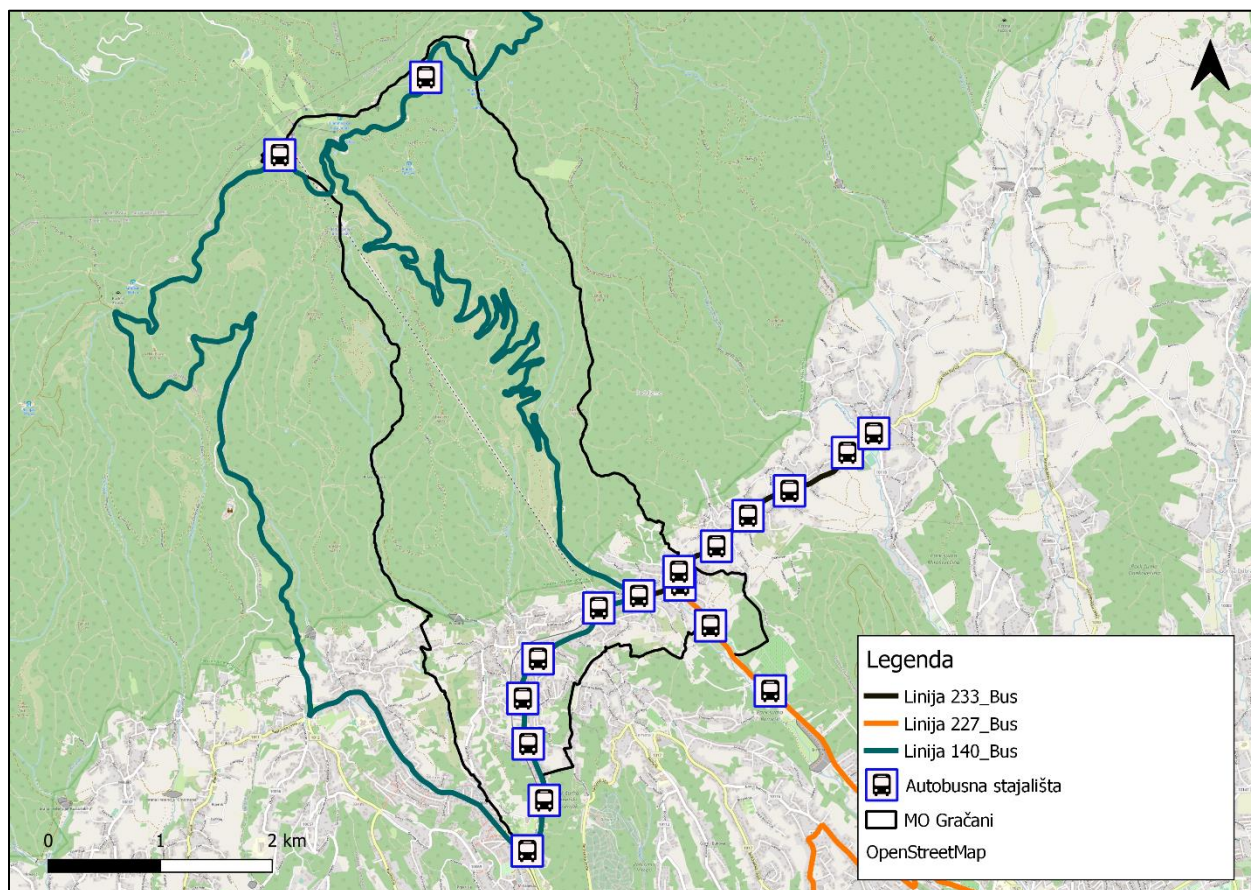
Izvor: <https://www.poslovni.hr/hrvatska/zagrebacko-okretiste-tramvaja-krece-u-temeljitu-obnovu-infostupovi-led-displeji-nadstrsnice-za-bicikle-4253742>

Osim tramvajske linije, kao što je prethodno napomenuto na području MO Gračani prometuju i tri autobusne linije. Najčešće korištena autobusna linija je linija 233 (Mihaljevac – Markuševac) koju većinom koriste stanovnici MO Markuševac, ali i stanovnici MO Gračani koji žive na području koje nije pokriveno tramvajskom mrežom.

Druga linija koja kreće sa okretišta Mihaljevac je linija 140 (Mihaljevac – Sljeme) koja je najviše korištena u zimskim mjesecima kada ju koriste putnici koji putuju na Sljeme radi skijanja, sanjkanja i ostalih zimskih aktivnosti. Za očekivati je da će se u trenutku puštanja žičare Sljeme u funkciju smanjiti opterećenje autobusne linije 140. Ova linija nije korištena od strane stanovnika MO Gračani iz razloga što se ova linija ne zaustavlja na stajalištima u naseljenom području Gračana, nego samo na području Sljemena.

Treća i najnovija autobusna linija 227 (Svetice – Gračansko dolje) je autobusna linija koja je prije prometovala do Čreta, ali se tijekom 2013. godine produžila do područja MO

Gračani. Ova linija omogućuje jednostavniji pristup sa istočnog dijela grada, odnosno sa stajališta Svetice.



Slika 14. Prikaz autobusnih linija na području MO Gračani

Izvor: izradio Autor

3.2.5. Analiza pješačkog i biciklističkog prometa

Pješački promet je vrlo slabo razvijen na području MO Gračani i to prvenstveno zbog vrlo uskih ulica koje su definirane u vrijeme manjeg intenziteta prometa, a zbog nemogućnosti proširenja istih zbog izuzetno brzog procesa urbanizacije na području MO Gračani, sada problem nastaje u nedostatku prostora za izgradnju pločnika. Gračanska cesta je jedina ulica koja u punom profilu ima nogostup na barem jednoj strani ulice dok sve ostale ulice ili nemaju uopće ili nemaju nogostup izveden u punoj dužini ulice.

Vrlo problematičan je prostor oko osnovne škole Gračani gdje nekoliko pristupnih ulica koje dovode do samog prostora škole nema pločnik koji bi osigurao djeci siguran pristup školi.

Pješaci se kreću rubovima ulice koja je na nekim područjima preuska za mimoilaženje vozila, što čini prometnicu nesigurnom za pješake, a pogotovo djecu koja se kreću po prometnici.

Osim prostora za pješake bitne su i biciklističke staze i trake. MO Gračani su jedan od rijetkih mjesnih odbora koji na svom području nema niti jedan metar biciklističke staze. Kao kod pješačkog prometa, vrlo uske ulice ne ostavljaju dovoljno prostora za implementaciju biciklističkih staza. Osim nedostatka prostora, zbog brdovitog terena na području MO Gračani bicikl je vrlo rijetko birani način prijevoza za stanovnike.

Za razliku od stanovnika koji ne preferiraju bicikl kao prijevozno sredstvo, veliki broj rekreativaca se kreće prema Parku prirode Medvednica, odnosno prema Sljemenu sa svojim biciklima te je za njih nedostatak biciklističkih staza vrlo problematičan. S obzirom da je Gračanska cesta najčešće korištena ruta koju biciklisti biraju, zbog nedostatka prostora se znaju dogoditi situacije u kojima biciklisti zagušavaju cestovni promet. Širina pločnika je uglavnom oko 0,50 do 0,75 metara što nije dovoljno široko za označavanje biciklističke staze, a prostora na samoj Gračanskoj cesti za iscrtavanje samostalnih biciklističkih staza također nema.

U svrhu razvoja pješačkog i biciklističkog prometa bilo bi potrebno razvijati i unaprijediti infrastrukturu i pružiti veću sigurnost pješacima i biciklistima. Potrebno je zaštititi područje oko škole s izgradnjom pločnika koji će zaštititi djecu prilikom putovanja u te iz škole. Također, za bicikliste rekreativce koji često odrađuju vožnje prema Sljemenu bi implementacija biciklističkih staza uvelike olakšala i omogućila lagodnije putovanje prema svom cilju. Samom izgradnjom biciklističkih staza za očekivati je i povećani broj stanovnika koji bi počeo koristiti navedenu infrastrukturu, pogotovo uz trenutačni nagli razvoj električnih bicikala, a i romobila, kojima je lakše savladati brdovite terene kao što su MO Gračani.

3.2.6. Analiza sigurnosti

Razvojem prometnog sustava i povećanjem motornog prometa dolazi i do neželjenih posljedica kao što je smanjena sigurnost prometa zbog velikog broja prometnih nesreća. Pristup prevencije prometnih nesreća uobičajeno kreće nakon nekoliko prometnih nezgoda ili nesreća, ali pravovremenom analizom i identificiranjem potencijalnih kritičnih točaka na prometnoj mreži moguće je planirati, usmjeriti i provoditi potrebne aktivnosti u svrhu povećanja sigurnosti

prometa. Najčešći uzroci prometnih nesreća su nepoštivanje prometnih pravila, vožnja pod utjecajem alkohola te nedostaci prometne infrastrukture.

MO Gračani spadaju pod upravu V. Policijske postaje Zagreb te oni provode očevide u slučaju prometnih nesreća na području MO Gračani. Policijske postaje ne prate broj prometnih nesreća po pojedinom mjesnom odboru nego se temelje na raspodjeli po policijskim postajama. Policijska uprava Zagrebačka svake godine javno objavljuje Izvješća o stanju i kretanju sigurnosnih pokazatelja u radu Policijske uprave zagrebačke za pojedinu godinu, gdje se između ostalog i objavljuju podaci o prometnim nesrećama po pojedinoj policijskoj postaji [15]. U tablici niže prikazani su podaci o prometnim nesrećama u razdoblju od 2017. do 2020. godine na području uprave Policijske uprave zagrebačke s fokusom na V. policijsku postaju.

Tablica 1. Prikaz broja prometnih nesreća prema policijskim postajama u Policijskoj upravi zagrebačkoj

Policijska postaja	Ukupno nesreća		Poginuli		Ozlijeđeni	
	2019.	2020.	2019.	2020.	2019.	2020.
I. PP Zagreb	584	480	0	2	176	133
II. PP Zagreb	620	640	1	3	250	210
III. PP Zagreb	643	552	0	3	260	188
IV. PP Zagreb	1.139	972	4	3	372	308
V. PP Zagreb	425	354	1	0	108	73
VI. PP Zagreb	744	574	5	7	275	230
VII. PP Zagreb	668	585	2	2	255	234
VIII. PP Zagreb	515	407	2	0	151	108
PP Sesvete	445	365	1	3	204	162
UKUPNO GRAD	5.783	4.929	16	23	2.051	1.646

Izvor: Izvješće o stanju i kretanju sigurnosnih pokazatelja u radu Policijske uprave zagrebačke u 2020. godini; obrada Autora

Kao što je napomenuto, podaci nisu razdvojeni prema mjesnim odborima, ali prilikom izrade ove Analize zatraženi su i dobiveni podaci za prometne nesreće za pojedina raskrižja u razdoblju od 2015. do 2019. godine. Ti podaci su prikazani u tablicama niže.

Markuševečka cesta – Ulica Jazbina

Tablica 2. Posljedice prometnih nesreća na raskrižju Markuševečka cesta - Ulica Jazbina

Posljedice prometnih nesreća	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	Ukupno
Broj nezgoda s poginulima	0	0	0	0	0	0
Broj nezgoda s ozlijeđenima	0	0	1	1	1	3
Broj nezgoda s mat. štetom	1	2	6	2	4	15
Ukupno:	1	2	7	3	5	18

Tablica 3. Nastradali sudionici prometnih nesreća na raskrižju Markuševečka cesta - Ulica Jazbina

Posljedice – sudionici	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	Ukupno
Broj poginulih	0	0	0	0	0	0
Broj teško ozlijeđenih	0	0	0	0	0	0
Broj lako ozlijeđenih	0	0	1	2	1	4
Ukupno:	0	0	1	2	1	4

Gračanska cesta – Ulica Bliznec

Tablica 4. Posljedice prometnih nesreća na raskrižju Gračanska cesta - Ulica Bliznec

Posljedice prometnih nesreća	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	Ukupno
Broj nezgoda s poginulima	0	0	0	0	0	0
Broj nezgoda s ozlijeđenima	1	0	0	0	0	1
Broj nezgoda s mat. štetom	0	1	0	1	0	2
Ukupno:	1	1	0	1	0	3

Tablica 5. Nastradali sudionici prometnih nesreća na raskrižju Gračanska cesta - Ulica Bliznec

Posljedice – sudionici	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	Ukupno
Broj poginulih	0	0	0	0	0	0
Broj teško ozlijeđenih	0	0	0	0	0	0
Broj lako ozlijeđenih	1	0	0	0	0	1
Ukupno:	1	0	0	0	0	1

Gračanska cesta – Ulica Gračansko dolje

Tablica 6. Posljedice prometnih nesreća na raskrižju Gračanska cesta - Ulica Gračansko dolje

Posljedice prometnih nesreća	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	Ukupno
Broj nezgoda s poginulima	0	0	0	0	0	0
Broj nezgoda s ozlijeđenima	0	0	0	1	0	1
Broj nezgoda s mat. štetom	0	0	0	0	0	0
Ukupno:	0	0	0	1	0	1

Tablica 7. Nastradali sudionici prometnih nesreća na raskrižju Gračanska cesta - Ulica Gračansko dolje

Posljedice – sudionici	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	Ukupno
Broj poginulih	0	0	0	0	0	0
Broj teško ozlijeđenih	0	0	0	1	0	1
Broj lako ozlijeđenih	0	0	0	0	0	0
Ukupno:	0	0	0	1	0	1

Gračanska cesta – Kvintička ulica

Tablica 8. Posljedice prometnih nesreća na raskrižju Gračanska cesta - Kvintička ulica

Posljedice prometnih nesreća	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	Ukupno
Broj nezgoda s poginulima	0	0	0	0	0	0
Broj nezgoda s ozlijeđenima	1	0	0	1	0	2
Broj nezgoda s mat. štetom	0	0	0	0	0	0
Ukupno:	1	0	0	1	0	2

Tablica 9. Nastradali sudionici prometnih nesreća na raskrižju Gračanska cesta - Kvintička ulica

Posljedice – sudionici	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	Ukupno
Broj poginulih	0	0	0	0	0	0
Broj teško ozlijeđenih	1	0	0	0	0	1
Broj lako ozlijeđenih	0	0	0	1	0	1
Ukupno:	1	0	0	1	0	2

Gračanska cesta – Ulica Gračec

Tablica 10. Posljedice prometnih nesreća na raskrižju Gračanska cesta - Ulica Gračec

Posljedice prometnih nesreća	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	Ukupno
Broj nezgoda s poginulima	0	0	0	0	0	0
Broj nezgoda s ozlijeđenima	1	0	0	0	1	2
Broj nezgoda s mat. štetom	1	0	1	0	0	2
Ukupno:	2	0	1	0	1	4

Tablica 11. . Nastradali sudionici prometnih nesreća na raskrižju Gračanska cesta - Ulica Gračec

Posljedice – sudionici	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	Ukupno
Broj poginulih	0	0	0	0	0	0
Broj teško ozlijeđenih	0	0	0	0	0	0
Broj lako ozlijeđenih	1	0	0	0	1	2
Ukupno:	1	0	0	0	1	2

Kao što je vidljivo u tablicama, broj prometnih nesreća na području MO Gračani je vrlo nizak. Kao najkritičnije raskrižje se prikazalo raskrižje Markuševčke ceste i ulice Jazbina gdje se ukupno dogodilo 18 prometnih nezgoda u razdoblju od 2015. do 2019. godine. MO Gračani su svjesni smanjene sigurnosti na tom raskrižju te su u skladu s tim od Grada Zagreba zatražili rekonstrukciju navedenog raskrižja čime se želi povećati razina sigurnosti.

4. ANALIZA PARKIRALIŠNIH KAPACITETA NA PODRUČJU MJESNOG ODBORA GRAČANI

S obzirom na konstantni veliki porast prometa u gradovima, potrebno je prometnice osloboditi od parkiranih vozila. Upravo iz tog razloga je potrebno planirati i odrediti dobre strateške lokacije za implementaciju prostora za parkiranje vozila. U svrhu dobrog planiranja lokacija za parkirališne površine, potrebno je odraditi kvalitetnu analizu da se dobije uvid o mjestima gdje postoji nedostatak kapaciteta za smještanje parkiranih vozila.

Prilikom analize parkirališnih kapaciteta je potrebno analizirati sljedeće stavke:

- Položaj uličnih i zasebnih parkirališnih površina,
- Broj parkirališnih mjesta,
- Zone naplate,
- Popunjenost parkirališnih površina,
- Tarifni modeli naplate parkiranja,
- Parkirna politika gradske uprave.

4.1. Položaj uličnih i zasebnih parkirališnih površina i broj parkirališnih mjesta

Mjesni odbor Gračani su područje na kojem se ne nalaze veliki parkirališni kapaciteti u odnosu na većinu ostalih mjesnih odbora u Gradu Zagrebu iz razloga što je većinski prostor stambene namjene, a većina stambenih objekata ima i koristi vlastite parkirališne kapacitete koji su dostatni za stanovnike. S obzirom da područje ne nudi sadržaj koji privlači veliki broj korisnika, nema ni potrebe za velikim parkirališnim kapacitetima. Ističu se dvije lokacije na kojima se nalaze parkirališta te su ona opisana u nastavku.

Žičara Sljeme

Kao najveći atraktor nudi se novoizgrađena donja postaja žičare koja sadrži dvoetažnu podzemnu garažu s ukupnim kapacitetom od 202 mjesta. Također, na bočnom prostoru od žičare izgrađena su dva parkirališta koja se dijele na središnji i bočni dio [16]. Središnji dio vanjskog

parkirališta može primiti 70 automobila od kojih je 8 invalidskih mjesta, dok bočni dio može primiti ukupno 64 vozila od kojih su 4 mjesta namijenjena za invalide.



Slika 15. Prikaz parkirališnih kapaciteta kod donje postaje žičare

Izvor: izradio Autor

Parkiralište Bliznec

Osim žičare, područje koje privlači veliki broj korisnika na području MO Gračani je Park prirode Medvednica odnosno Sljeme. Veliki broj ljudi kroz cijeli tjedan, a pogotovo vikendom, koristi prirodu kao mjesto gdje provode slobodno vrijeme, a u Gradu Zagrebu, područje Medvednice se ističe kao jedno od najpopularnijih područja. Iako je donji dio parka prirode povezan sa javnim gradskim prijevozom, većina korisnika i dalje koristi vlastite automobile kao prijevozno sredstvo do samog parka prirode te ostavljaju automobile na tom području. Iz tog razloga se, naročito vikendom, događaju velike gužve na malim parkirališnim kapacitetima na ulazu u sam park prirode.

Prostor na početku parka prirode sadrži dva parkirališta manjih kapaciteta, gdje je istočno parkiralište označeno horizontalnom signalizacijom dok se zapadno parkiralište koristi kao neoznačeno i neuređeno parkiralište. Ukupni kapacitet parkirališta Bliznec iznosi 50 parkirnih mjesta od čega su 4 invalidska mjesta. Problemi su vidljivi tijekom ljetnih i proljetnih mjeseca, pogotovo vikendom kada veliki broj ljudi dolazi vozilima i kada se parkirališni kapaciteti popune pa vozači parkiraju ulično, odnosno ostavljaju auto na nogostupu čime se blokira put pješacima, a u nekim situacijama i drugim vozilima koja prolaze. Također su česte situacije gdje su vozila parkirana s obje strane prometnice što onemogućuje mimoilaženje vozila na ulici gdje je još uvijek dopuštena dvosmjerna vožnja u smjeru Sljemena. Na slici ispod prikazani su parkirališni kapaciteti na ulazu u Park prirode Medvednica.



Slika 16. Prikaz parkirališnih kapaciteta na ulazu u Park prirode Medvednica

Izvor: izradio Autor

4.2. Zona naplate i popunjenost parkirališnih kapaciteta

4.2.1. Sustav naplate parkiranja

S obzirom na navedeno u prethodnom poglavlju, parkirališni kapaciteti na području Gračana nisu rašireni pojam. Ulični parking ne postoji, a ostale parkirališne površine se nalaze na dvije lokacije koje privlače veći broj korisnika te na privatnim posjedima poput trgovačkog centra Meridijan 16.

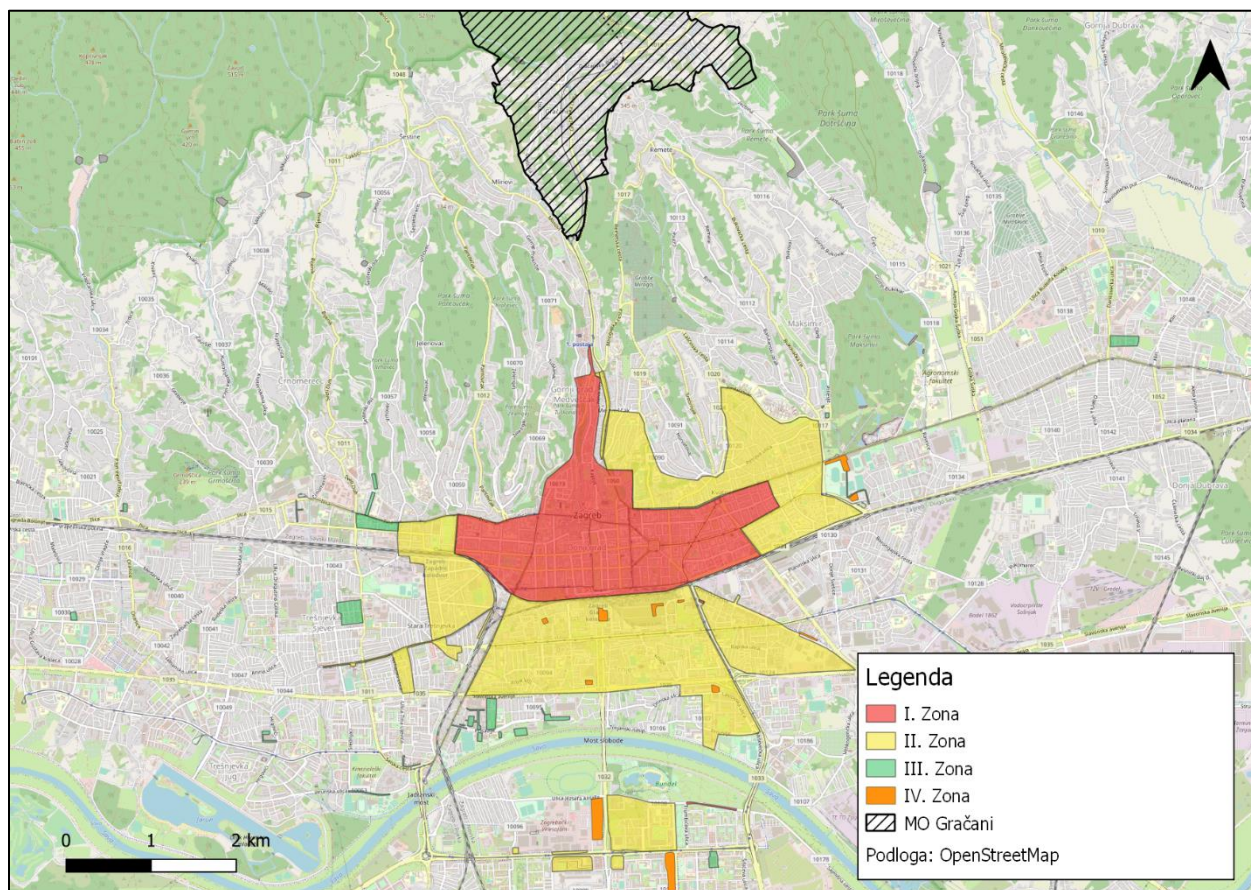
Sustav naplate parkinga u Gradu Zagrebu je uređen od strane Zagrebačkog Holdinga, točnije od podružnice Zagreb Parking. Organizacija i naplata parkiranja u Gradu Zagrebu provodi se temeljem Odluke o organizaciji i načinu naplate parkiranja i Pravilnika o korištenju javnih parkirališta i javnih garaža. Odlukom i Pravilnikom definirane su parkirališne zone, vremensko ograničenje parkiranja, cijene i način korištenja parkirališnih karata, kao i drugi uvjeti organizacije i korištenja parkiranja. Grad Zagreb je podijeljen u četiri parkirališne zone i to na one s vremenskim ograničenjem parkiranja te na zone ili dijelove zona s posebno reguliranim sustavom naplate parkiranja.

Na slici 17. prikazana je raspodjela zonske naplate na području Grada Zagreba. Prikazana je I. zona koja je definirana u središnjem dijelu grada, zatim II. zona koja je uobičajena na širem središnjem području grada te zone III. i IV. koje se nalaze na specifičnim i karakterističnim lokacijama definiranim od strane grada. Osim napomenutih zona parkiranja, na slici je prikazan i MO Gračani te je vidljivo da na tom području nema nikakve naplate parkiranja. Parkirališta na području Gračana koja su prethodno opisana, trenutno ne koriste sustav naplate parkiranja.

Važno je napomenuti da su parkirni automati postavljeni na područje parkirališta u okolici žičare, ali u trenutku pisanja ove Analize još uvijek nisu u funkciji. Razlog tomu je iščekivanje radne dozvole za žičare, odnosno ne puštanje žičare u rad čime još uvijek ne postoji veliki broj korisnika samog parkirališta. Shodno navedenom, za očekivati je da će se nakon puštanja žičare u funkciju početi naplaćivati parking, ali je još uvijek nepoznato po kojoj cijeni.

Osim vanjskih kapaciteta, područje dvoetažne podzemne garaže će također vrlo vjerojatno biti u sustavu naplate. Još uvijek nije poznato u kojem trenutku će garaža biti dostupna za korištenje niti po kojoj će cijeni biti dostupna.

Za parkiralište pri ulazu u Park prirode Medvednica ne očekuje se početak naplaćivanja u dogledno vrijeme.



Slika 17. Prikaz zona naplate parkiranja u Gradu Zagrebu

Izvor: izradio Autor

4.2.2. Popunjenost parkirališnih kapaciteta

Pri analiziranju popunjenosti parkirališnih kapaciteta na parkiralištima na području Gračana odrađena je analiza u tjednu od 12. do 18. srpnja gdje je svaki dan praćena popunjenost parkirališnih kapaciteta unutar tri vremenska perioda.

Prvi period praćenja je u jutarnjim satima, u rasponu od 6:45 do 7:00, drugi period se događao u popodnevnim satima od 16:30 do 16:45 dok je treći period bio u večernjim satima od 21:45 do 22:00. Tijekom tih vremena praćena je popunjenost parkirališta u odnosu na ukupan broj dostupnih mjesta te je dobivena prosječna popunjenost u pojedinom periodu te kroz dan.

Važno je napomenuti kako pri izradi ove Analize prostor podzemne garaže žičare Sljeme nije bio u funkciji te na tom prostoru nije obavljena analiza popunjenosti.

Tablica 12. Popunjenost vanjskog parkirališta Žičara Sljeme (srednje i bočno)

	6:45 – 7:00	16:30 – 16:45	20:45 - 21:00
Ponedjeljak	7,46%	16,42%	8,96%
Utorak	11,19%	14,93%	12,69%
Srijeda	15,67%	18,66%	10,45%
Četvrtak	12,69%	17,16%	8,21%
Petak	10,45%	18,66%	13,43%
Subota	14,93%	21,64%	8,96%
Nedjelja	20,90%	14,18%	6,72%
Prosječna popunjenost	13,33%	17,38%	9,91%

Izvor: Izradio Autor

Tablica 13. Popunjenost parkirališta Bliznec

	6:45 – 7:00	16:30 – 16:45	20:45 – 21:00
Ponedjeljak	25,00%	83,33%	16,67%
Utorak	43,75%	135,42%	25,00%
Srijeda	37,50%	100,00%	31,25%
Četvrtak	47,92%	116,67%	33,33%
Petak	52,08%	100,00%	50,00%
Subota	133,33%	152,08%	47,92%
Nedjelja	118,75%	114,58%	22,92%
Prosječna popunjenost	65,48%	114,58%	32,44%

Izvor: Izradio Autor

U tablicama iznad vidljivi su rezultati provedene analize popunjenosti parkirališnih kapaciteta prema kojima je vidljivo da parkiralište Žičara Sljeme u trenutku provedbe analize

ima prosječnu popunjenost tijekom dana od 13,54%, točnije, 13,33% u jutarnjem periodu, 17,38% u dnevnom periodu te 9,91% popunjenosti u večernjem periodu. Glavni razlog niskoj popunjenosti parkirališnih kapaciteta na tom području je ne puštanje Žičare Sljeme u rad u planirano vrijeme te samim time nema korisnika koji bi koristili parkiralište.

Za razliku od parkirališta Žičara Sljeme, parkiralište Bliznec na samom ulazu u Park prirode Medvednica ima prosječnu dnevnu popunjenost u iznosu od 70,83%. U jutarnjem periodu prosječna popunjenost iznosi 65,48%, u dnevnom periodu 114,58% te u večernjem periodu 32,44%. Izrazito velika popunjenost kapaciteta je očekivana s obzirom da veliki broj ljudi koji se bavi aktivnostima na području PP Medvednica ostavlja auto upravo na području parkinga Bliznec. Upravo iz tog razloga je očekivana velika popunjenost u jutarnjim satima, a pogotovo u popodnevnim satima kada popunjenost nadilazi parkirališne kapacitete. Iz tog razloga se korisnici učestalo parkiraju na mjestima poput nogostupa ili na rubovima okolnih prometnica čime se smanjuje sigurnost prometa.

U obzir se također mora uzeti i period u kojem je provedena analiza. Tijekom ljetnih mjeseci je očekivan povećani broj ljudi na području PP Medvednica iz razloga što se u tijekom dobrih vremenskih uvjeta ljudi povećano bave rekreativnim aktivnostima što u konačnici pridonosi i povećanom korištenju parkirališnih kapaciteta.

5. PRIJEDLOG MJERA POBOLJŠANJA ORGANIZACIJE I UPRAVLJANJA PROMETNIM TOKOVIMA NA PODRUČJU MJESNOG ODBORA GRAČANI

Na temelju analize postojećeg stanja koja je provedena u prethodnom poglavlju, dobiven je uvid u trenutno stanje prometnog sustava na području MO Gračani. Kroz ovo poglavlje prikazat će se rješenja koja mogu pridonijeti poboljšanju organizacije prometnih tokova na području MO Gračani.

Prema trenutačnim karakteristikama prometne mreže vidljivo je da cestovne prometnice zadovoljavaju opterećenje, odnosno da odnos volumen/kapacitet ne stvara zagušenost na prometnoj mreži. Kao najveći problem u cestovnoj prometnoj mreži predstavlja se kvaliteta kolničkih zastora te širine prometnice koji nisu dostatne za obavljanje neometanog dvosmjernog prometa. Kao što je prethodno napomenuto, većinski dio prometnica unutar samog područja MO Gračani nije dovoljno širok da bi se označile središnje linije oznakama na kolniku što značajno smanjuje sigurnost odvijanja prometa.

Osim što nedostatna širina prometnice utječe na kretanje prometnih tokova, veliki utjecaj ima i na kretanje pješaka i biciklista na području MO Gračani. S obzirom na nedostatak prostora na određenom dijelu prometnica ne postoje nogostupi kojima bi se pješacima osiguralo sigurno kretanje dok biciklističke staze ne postoje u sklopu niti jedne prometnice na području MO Gračani.

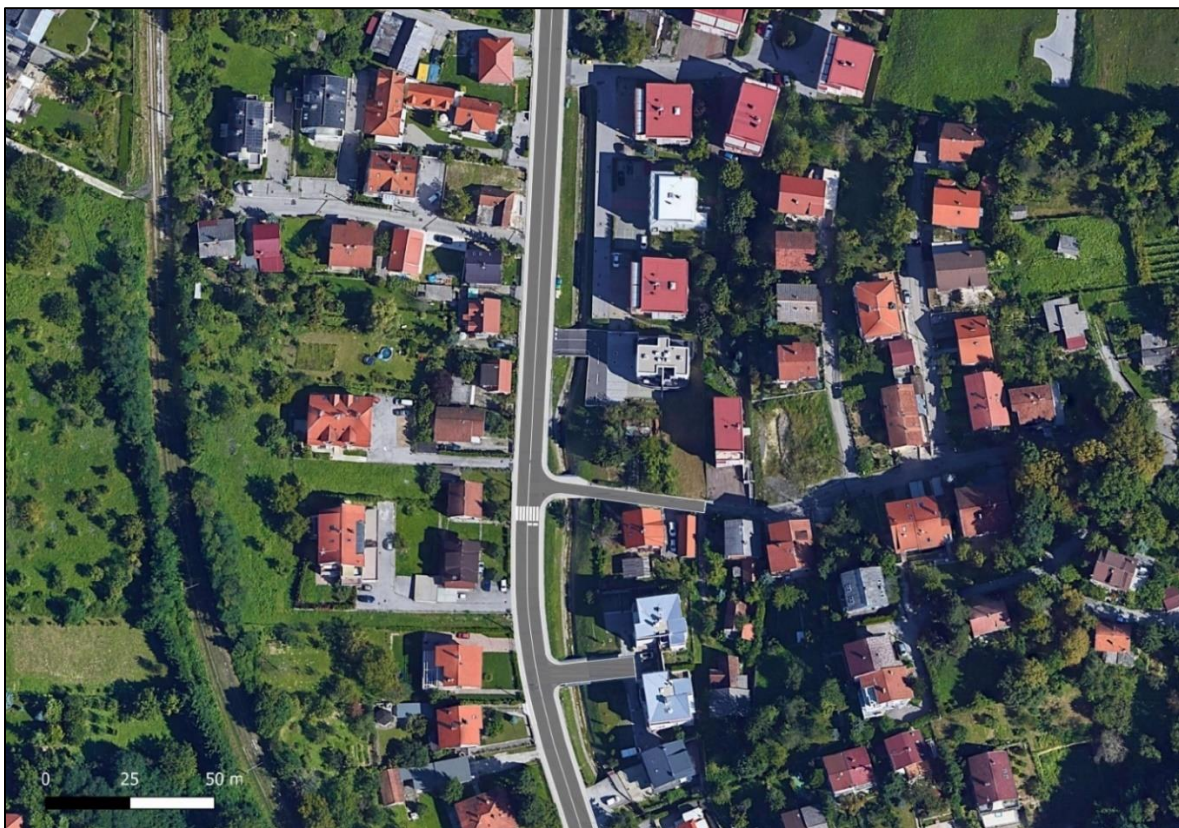
Prijedlozi poboljšanja biti će podijeljeni s obzirom na područja na koja se poboljšanja odnose. Prijedlozi mjera poboljšanja će biti podijeljena na karakteristične lokacije u sklopu MO Gračani koje će biti definirane na početku svakog potpoglavlja.

5.1. Prijedlog mjera poboljšanja na području Gračanske ceste – uključivanje biciklističkih staza

Gračanska cesta je najvažnija i najprometnija prometnica na području MO Gračani. Osim što je cestovno najopterećenija prometnica na području Gračana također je jedina ulica koja u cijeloj dužini sadrži nogostupe za pješake sa obje strane prometnice čime se omogućuje sigurno

kretanja pješaka po samoj prometnici. Za razliku od pješaka, biciklistima nisu osigurane zasebne površine kojima im je omogućeno kretanje po označenim površinama.

Na temelju analize koja je provedena u prethodnom poglavlju, dobiven je uvid o nedostatku, odnosno nepostojanju biciklističkih staza na području MO Gračani. Ono što karakterizira Gračansku cestu, uz sam cestovni promet, je učestalo korištenje ceste od strane biciklista koji koriste Gračansku cestu kao poveznicu prema Parku prirode Medvednica, odnosno prema Sljemenu. Prilikom praćenja kretanja prometa tijekom mjeseca srpnja 2021. godine na području MO Gračani, dobiven je uvid u podatke o kretanju biciklista po Gračanskoj cesti. Prilikom brojanja prometa kroz razdoblje od tjedan dana, dobiveni su podaci da tijekom radnih dana u tjednu prosječni promet biciklista iznosi 164 biciklista, dok vikendom taj broj bude dvostruko veći, odnosno prosječni promet biciklista vikendom iznosi 348 biciklista. Upravo iz tog razloga poželjno je biciklistima osigurati kvalitetniju infrastrukturu i površine putem kojih će se kretati na području MO Gračani.



Slika 18. Prikaz trenutnog stanja dijela dionice Gračanske ceste

Izvor: izradio Autor

Iako GUP-a grada Zagreba predlaže izvođenje biciklističkih staza i traka kao odvojenih površina od prometnica ili kao zasebne površine u sklopu profila prometnice, na području MO Gračana takav izvedba nije moguća zbog već definiranih prometnih koridora temeljem GUP-a grada Zagreba te zbog već izgrađenih objekata u okolici Gračanske ceste, zbog kojih se ne pruža mogućnost širenja prometnica ili nogostupa čime bi se dobio prostor za implementaciju zasebnih površina za izgradnju biciklističkih staza.

Upravo zbog prethodno navedenih razloga, kao prijedlog mjera poboljšanja predlaže se uvođenje dijeljenog kolničkog prostora za bicikliste i vozila na području cijele Gračanske ceste. Iako se i u trenutačnoj situaciji biciklisti kreću kolnikom zajedno s vozilima, označavanjem rubnih prostora kolnika kao dijeljenim prostorom za bicikliste i vozila, biciklistima bi se osigurao označeni prostor za kretanje dok bi se vozače informiralo da su biciklisti jednakopravni sudionici u prometu na području Gračanske ceste.

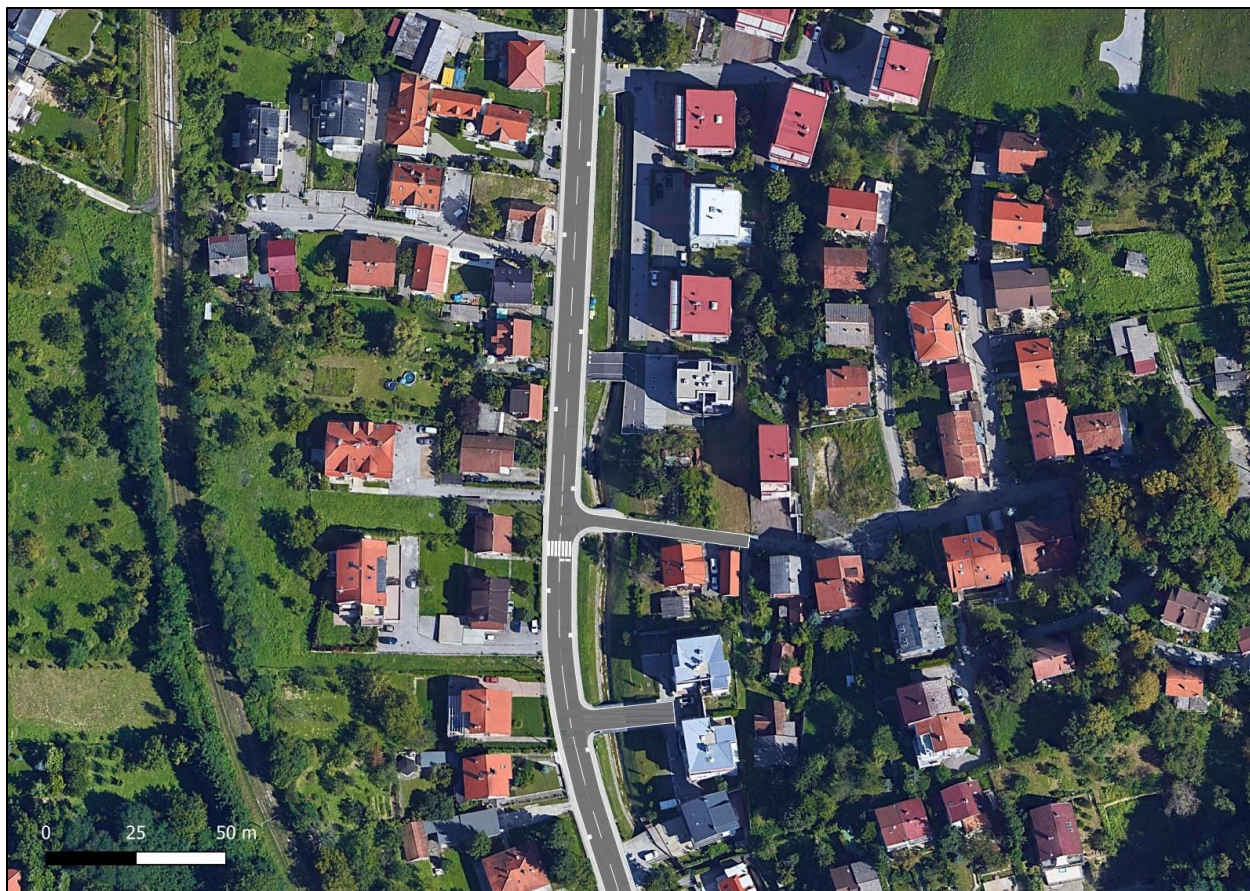
Na području Donjeg grada u gradu Zagrebu, tijekom 2020. i 2021. godine implementiran je sustav dijeljenog prostora za bicikliste i vozila u cestovnom prometu, a sve s ciljem razvoja i unapređenja sustava prijevoza biciklima. Uzimajući u obzir da na području MO Gračani ne postoji način za proširenje prometnica, sustav dijeljenog prostora za vozila i bicikle se pruža kao dobar način za razvoj sustava bicikala na području MO Gračani.



Slika 19. Prikaz dijeljenog prostora za bicikliste i vozila na području Donjeg grada

Izvor: <http://sindikاتبiciklista.hr/zajednicko-odvijanje-biciklistickog-i-motornog-prometa-na-podrucju-gradske-cetvrti-donji-grad/>

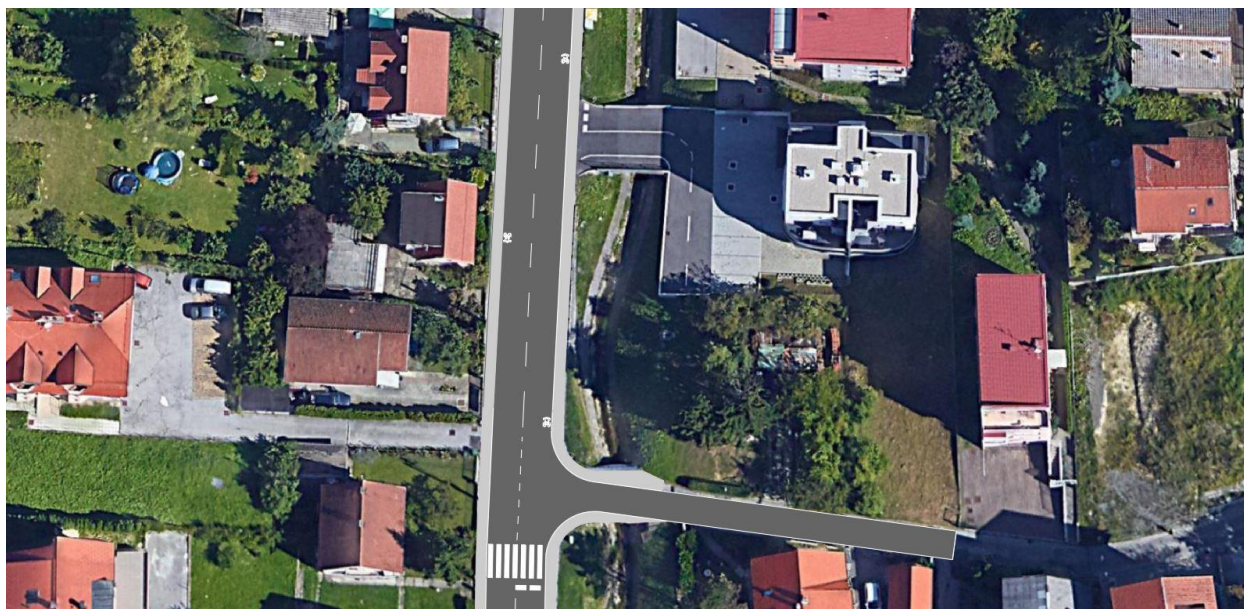
Kao što je prethodno napomenuto, bicikle na području MO Gračani najviše koriste rekreativci u svrhu odlaska na Sljeme, dok stanovnici mjesnog odbora nisu toliko privrženi korištenju bicikala kao vrste prijevoza. Uvođenje ovakvog sustava može potaknuti i stanovnike MO Gračani na povećano korištenje samog sustava bicikala kao vrste svakodnevnog prijevoza, pogotovo uz sam napredak te razvoj električnih bicikala koji olakšavaju prijevoz na brdovitijim područjima kao što je MO Gračani.



Slika 20. Prikaz budućeg stanja na dionici Gračanske ceste - uvođenje oznaka na kolniku za dijeljeni prostor

Izvor: izradio Autor

Sama implementacija sustava dijeljenog prostora pruža mogućnost budućeg razvoja biciklističke infrastrukture, odnosno dijeljenog prostora za biciklista i vozila. Osim područja Gračanske ceste moguća je implementacija na područjima ulica: Grabeščak, Gračani, Gračansko Dolje te ulice Isce koje se također predstavljaju kao uobičajene rute za kretanje biciklista pri kretanju na područje Parka prirode Medvednica, kao i rute kojima se učestalo kreću stanovnici MO Gračani koji odabiru bicikl kao vrstu prijevoznog sredstva.



Slika 21. Detaljni prikaz budućeg stanja na dionici Gračanske ceste - oznaka H79

Izvor: izradio Autor

5.2. Prijedlog mjera poboljšanja na području u okolini Osnovne škole Gračani

Kao što je definirano u analizi postojećeg stanja prometne mreže na području MO Gračani, prometna mreža je na pojedinim područjima nedovoljno široka za neometano odvijanje dvosmjernog prometa. Na većinskom dijelu prometne mreže, prometni trakovi nisu odvojeni središnjim prometnom trakom iz razloga što prometnice na cijeloj dionici ili na većem dijelu dionice ne zadovoljavaju potrebne širine za ocrtavanje oznaka na kolniku. Također, osim što prometnice za vozila nisu dovoljno široke, analizom je utvrđen i nedostatak pješačkih površina, odnosno nogostupa za sigurno kretanje pješaka.

Područje gdje navedene stavke imaju najveći utjecaj na sigurnost pješaka je zasigurno područje oko Osnovne škole Gračani. Područje oko škole bi trebalo pružati maksimalnu sigurnost najčešćim korisnicima tog prostora, odnosno djeci i mladima, a trenutačna organizacija to ne pruža. Važno je naglasiti da se osim osnovne škole, u blizini navedenog područja nalazi i dječji vrtić koji također privlači veliki broj djece koji boravi u samom vrtiću.

Trenutačna prometna mreža na području oko OŠ Gračani je organizirana na način dvosmjernih ulica koje onemogućuju mimoilaženje na nekim dionicama tih prometnica. Pojedini dijelovi ulice Gračec koja okružuje OŠ Gračani sa zapadne strane širine su svega 2,7 m što omogućuje prolaz za samo jedno vozilo dok je ostatak ulice Gračec prosječne širine oko 5 m. Također, ukupna duljina nogostupa na području oko škole iznosi svega 80 metara, od čega je 50 m nogostupa u sklopu ulice Gračec koja vodi od glavnog ulaza u školu do sporednog ulaza u školu. Ostalih 30 m nogostupa nalazi se u sklopu ulice Gračani dok je nakon nogostupa oznakama na kolniku izvedena pješačka površina koja nije uzdignuta od kolnika. Takav način vođenja pješačkog prometa odrađen je zbog privatnog parkirališta trgovačkog lanca.

Na slici ispod prikazano je trenutačno stanje na okolnom području OŠ Gračani.



Slika 22. Postojeće stanje na okolnom području Osnovne škole Gračani

Izvor: Izradio Autor

Kao što je vidljivo na prikazu iznad, na području u okolici škole ne postoje uspornici koji bi smanjili i prilagodili brzinu kretanja vozača u skladu s prometnim uvjetima. Također, na sjevernom dijelu je prometna mreža izrazito uska te onemogućava mimoilaženje vozila što u konačnici može uzrokovati prometna zagušenja.

Kao prijedlog optimizacije i poboljšanja prometne mreže na navedenom području, predlaže se izmjena organizacije vođenja prometa te izgradnja uspornika koji bi smanjili brzinu vozila koja se kreću na navedenom području.

S obzirom na nedovoljno široku prometnu infrastrukturu te nemogućnost širenja iste zbog nedostatka prostora, uvođenjem jednosmjernog prometa eliminiralo bi se mimoilaženje vozila na uskim dionicama te mogućnost nastanka zagušenja uslijed mimoilaženja. Osim eliminacije mogućih zagušenja, cilj je i povećanje sigurnosti na području implementacije rješenja. Zbog neočekivanih manevara prilikom zaobilaženja ili mimoilaženja vozila smanjuje se i sigurnost pješaka i drugih korisnika u prometu uslijed nedostatka prostora i infrastrukture za pješake dok bi se implementacijom nove organizacije prometa povećala sigurnost za sve sudionike u prometu.

Organizacija prometa bi bila izmijenjena na način da Ulica Gračani zadrži trenutačni dvosmjerni promet dok bi se jednosmjerna organizacija prometa uvela u ulice Gračec te Lonjšćina. Ulica Gračec koja se nalazi zapadno od prostora OŠ Gračani postala bi jednosmjerna u smjeru sjevera tj. vodila bi od smjera Ulice Gračani prema glavnom ulazu u OŠ Gračani. Ulica Gračec bila bi jednosmjerna u smjeru sjevera sve do kućnog broja 33. nakon čega dolazi do račvanja iste ulice na dva dijela gdje jedan dio nastavlja sjeverno, a drugi istočno. Nakon račvanja, sjeverni smjer bi postao dvosmjernan dok bi istočni dio ulice čija je širina u rasponu od 2,75 do 3,00m bio prenamijenjen u jednosmjernu ulicu. Za razliku od Ulice Gračec, Ulica Lonjšćina bila bi organizirana kao jednosmjerna u smjeru juga. Ulica Lonjšćina bi od križanja sa Ulicom Gračec, kod kućnog broja 14., postala jednosmjerna te kao jednosmjerna bila do izlaska na Ulicu Gračani.

Osim organizacije jednosmjernog prometa, izgradnjom uspornika na tri lokacije smanjila bi se brzina vozila te primirio i prilagodio način vožnje na užem području implementacije rješenja. Prilagodбом brzine i načina vožnje znatno bi se povećala sigurnost djece koja dolaze ili odlaze sa školskog prostora.

Na slici niže prikazan je prijedlog rješenja za organizaciju prometa na navedenom području.



Slika 23. Prijedlog rješenja na području Osnovne škole Gračani

Izvor: Izradio Autor

5.3. Prijedlog mjera poboljšanja na području raskrižja ulica Gračanska cesta, Markuševečka cesta i Bliznec

Kao najvažniji strateški dokument na području grada Zagreba predstavlja se GUP-a Grada Zagreba putem kojeg su definirani planovi i način razvoja samog grada. Putem GUP-a također su definirani i prometni koridori kojima je planirana izgradnja prometnica u budućnosti u svrhu razvoja i poboljšanja prometnog sustava na području grada.

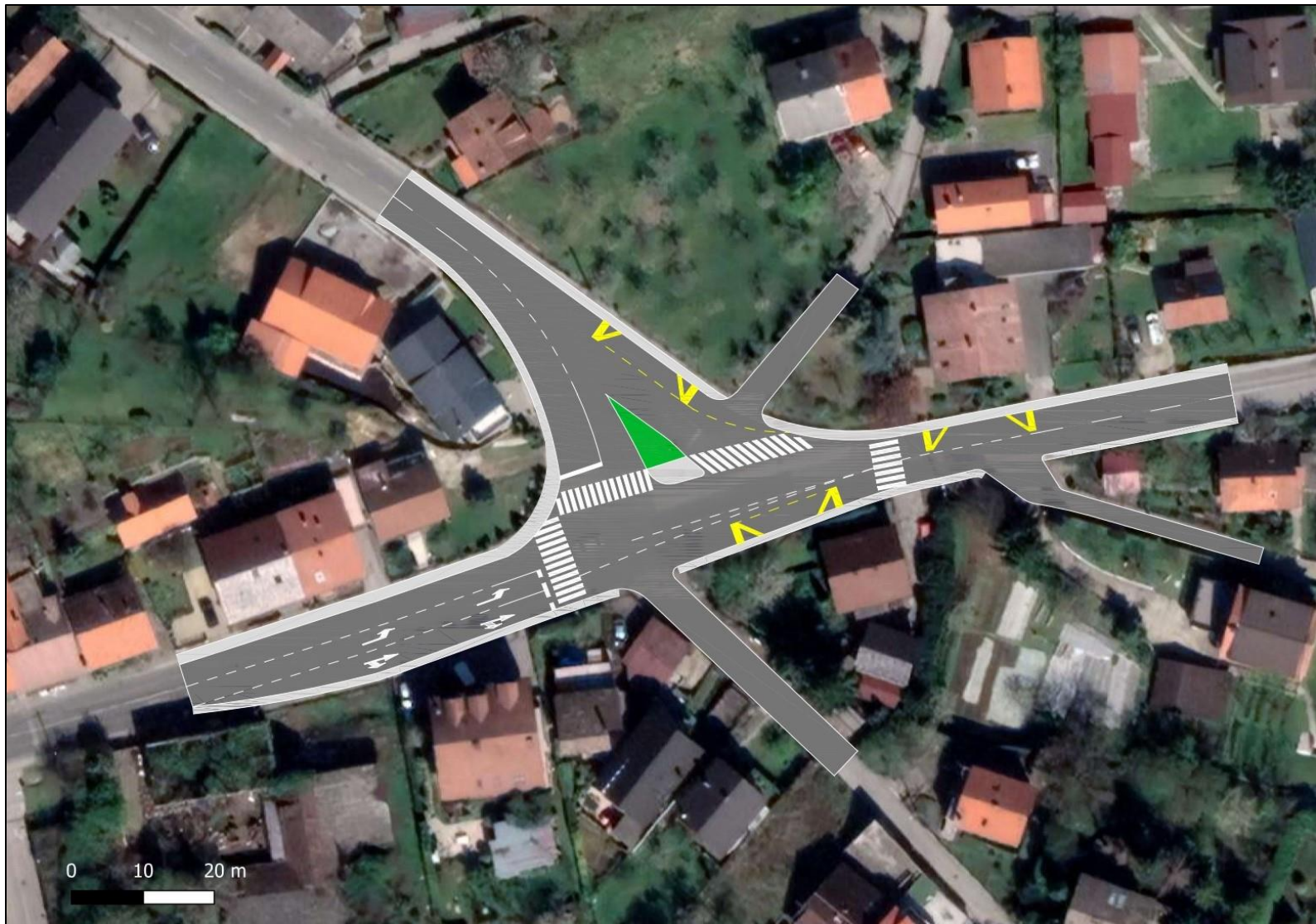
Kao što je napomenuto u 2. poglavlju ovog rada, na području MO Gračani predviđene su dvije nove prometnice. Prva prometnica predstavlja spoj između MO Gračani i MO Šestine, dok druga prometnica predstavlja alternativnu rutu prema mjesnom odboru Maksimir i Gornja Dubrava. S obzirom da je na planiranom koridoru prve prometnice u smjeru Šestina izgrađena Žičara Sljeme očekivano je da se na toj dionici neće graditi prometnica, dok je na drugom planiranom koridoru prostor slobodan.

Iz tog razloga se kao predložena mjera poboljšanja predstavlja rješenje rekonstrukcije postojećeg raskrižja na križanju Gračanske i Markuševečke ceste s ulicom Bliznec uz izgradnju nove prometnice planirane prema GUP-u Grada Zagreba. Rješenje je izabrano sa svrhom optimizacije prometnog toka i usmjeravanja prometa na novo planiranu prometnicu u cilju izbjegavanja postojećeg raskrižja Markuševečke ceste sa ulicom Jazbina koje je prilikom izrade analize sigurnosti definirano kao najopasnije raskrižje na području MO Gračani s najvećim brojem prometnih nesreća u razdoblju od 2015. do 2019. godine.

Novoplanirana prometnica bi predstavljala spoj između MO Gračani s Ulicom Jazbina putem koridora koji se nalazi između ulica Bešići i Gradišće. Trenutačno najveći problem u izvedbi nove prometnice predstavljaju izgrađeni stambeni objekti na području koridora koje bi prvo bilo potrebno otkupiti te srušiti, a tek nakon toga pristupiti izgradnji same prometnice.

Trenutačno stanje na odabranoj lokaciji prikazano je na slici niže. Trenutačni glavni smjer prometnice ide sa Gračanske ceste u smjeru Markuševečke ceste, odnosno glavni smjer zadržava ravni smjer kretanja. Zapadni privoz iz smjera Gračanske ceste ima dva prilazna traka od kojih je jedan trak za lijevo skretanje dok je drugi za ravno prema smjeru Markuševečke ceste ili desno u smjeru Ulice Gradišće. Istočni privoz iz smjera Markuševečke ceste sastoji se od jednog traka iz kojeg se može skrenuti desno prema Ulici Bliznec ili lijevo prema Ulici Bešići.

Sjeverno se nalazi privoz iz smjera Ulice Bliznec koji se sastoji od četiri prometna traka dok se u sredini privoza nalazi prometni otok. Prometni otok odvaja po dva prometna traka sa svake strane, a sa svake strane je po jedan trak za jedan smjer. Najistočniji trak na sjevernom privozu sadrži autobusno stajalište koje više nije u funkciji zbog prebacivanja stajališta na kružni tok koji je izgrađen ispred Žičare Sljeme. Sjeverni privoz nije pretjerano opterećen iz razloga što broj stanovnika na tom području nije velik, a broj putnika prema smjeru PP Medvednica također nije značajno velik. S južne strane prometnice se nalaze dva manja privoza iz smjera Gradišća te Ulice Bliznec. Ti privozi nisu pretjerano opterećeni iz razloga što se koriste samo privozi prema stambenim objektima, a ne kao tranzitne ulice.



Slika 24. Prikaz postojećeg stanja na raskrižju prometnica Gračanska cesta, Markuševečka cesta, ulica Bliznec

Izvor: izradio Autor

Sukladno GUP-u, na južnom dijelu bi se izgradila prometnica koja bi prolazila između dvije prikazane ulice. Prema planu prometnica bi osim prometnih trakova trebala sadržavati nogostupe te biciklističke trakove. Prednosti nove prometnice, kao što je prethodno naglašeno, predstavlja se rasterećenje Markuševčke ulice koja je na dijelu između Ulice Bliznec i Ulice Jazbine uska, a pogotovo smanjenje prometa na području raskrižja Markuševčke ceste i Ulice Jazbina.

Zbog brdovitog terena te manjka slobodnog prostora, teško je izraditi kvalitetnu rekonstrukciju kojom bi se povećala razina sigurnosti na tom raskrižju, ali bi se rasterećenjem prometa i prebacivanjem dijela prometa na novo nastalu prometnicu smanjio rizik nastanka prometne nesreće.

Novoizgrađeni južni privoz na raskrižju Gračanske i Markuševčke ceste te Ulice Bliznec sastojao bi se od dva prometna traka širina 3,75 m, od zelenih površina širine 1,00 m sa svake strane te nogostupa i biciklističke staze sa svake strane u širini od 1,50 m. Na taj način bi se osigurala dovoljna širina za kretanje vozila, zelena površina koja bi sigurnosno zaštitila pješake i bicikliste na nogostupu te nogostup i biciklistička staza dovoljne širine za neometano zajedničko kretanje.

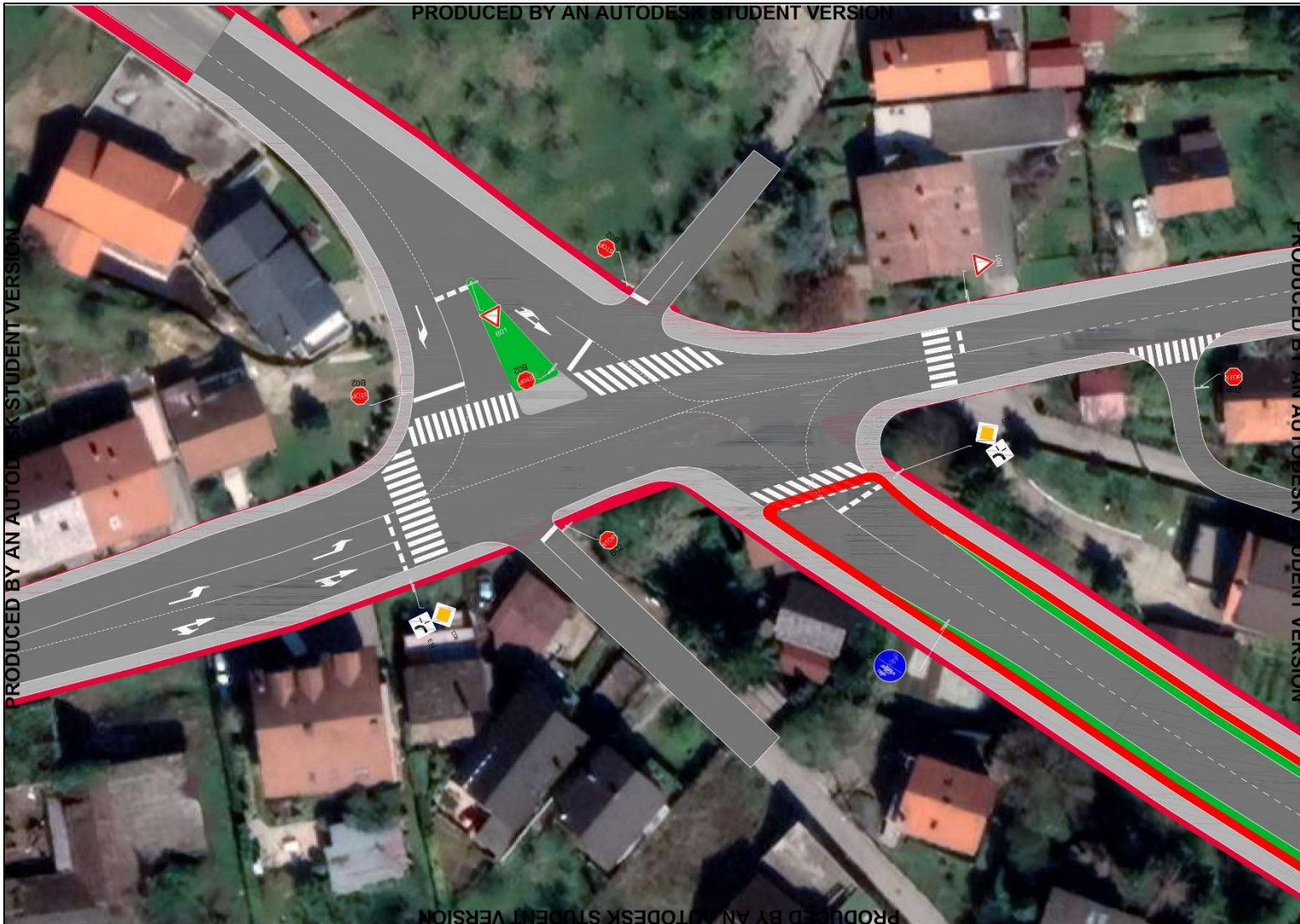
Prilikom brojanja prometa na raskrižju Markuševčke ceste i Ulice Jazbina dobiveni su podaci da 85% vozila skreće u smjeru MO Gračani dok svega 15% prometa svoj smjer kretanja nastavlja u smjeru MO Markuševac. Iz tog razloga se pri uvođenju nove prometnice se predlaže i izmjena smjera glavnog pravca kretanja, odnosno da glavni smjer kretanja bude iz smjera Gračanske ceste u smjeru novonastale prometnice. S obzirom da bi se većinski dio prometa iz smjera MO Gornja Dubrava prema smjeru MO Gračani prebacio na novu prometnicu, iz smjera Markuševčke ceste prema Gračanskoj cesti bi došlo do znatnog smanjenja broja vozila.

Sjeverni privoz bi ostao jednakog izgleda zbog zaštite kapelice Majke Božje od puta koja se nalazi na prometnom otoku. Organizacija prometnih trakova bi također ostala jednaka, ali uz nova prometna ograničenja. Iz zapadnog traka u smjeru juga smije se skrenuti samo desno u smjeru Gračanske ceste, dok se u zapadni trak u smjeru sjevera skreće samo s privoza Gračanske ceste. Također, zapadni trak u smjeru sjevera je sporedni te je vozilo dužno propustiti sva vozila koja idu iz smjera sjevera prema istočnim trakovima. Iz istočnog traka u smjeru juga dopušteno je kretanje južno na novu prometnicu ili u smjeru istoka na Markuševčku cestu, dok je u istočni trak u smjeru sjevera moguće doći iz smjera Markuševčke ceste ili nove prometnice.

Važno je naglasiti da bi se postojeća Ulica Bešići izmijenila, odnosno pomaknula 30ak metara istočnije, u svrhu udaljavanja od nove prometnice te u tom slučaju prevelike blizine samom raskrižju što bi znatno utjecalo na sigurnost samog raskrižja.

Postojeći privozi iz smjera Gračanske ceste i Markuševečke ceste ostaju jednako organizirani kao u trenutačnoj situaciji.

Svi opisani elementi vidljivi su u slici ispod koja prikazuje rješenje izvedbe navedenog rješenja.



Slika 25. Prikaz rješenja na temelju GUP-a

Izvor: izradio Autor

6. IZRADA SIMULACIJSKOG MODELA PREDLOŽENIH VARIJANTNIH RJEŠENJA

Prometno modeliranje je sastavni dio prometnog inženjerstva koji se koristi u fazama planiranja, projektiranja te poslovanja. Simulacijski modeli se izrađuju s ciljem ispitivanja novih rješenja te načina na koji će nova rješenja ili izmjena organizacije prometa utjecati na odvijanje prometnih tokova na analiziranom području. Model je pojednostavljena reprezentacija dijela stvarnog svijeta/sustava koji se fokusira na pojedine bitne elemente tog sustava, a prometni modeli su apstraktni modeli bazirani na matematičkim formulama i zakonima. Glavni element pri izradi prometne simulacije je odnos prometne potražnje i prometne ponude gdje prometnu potražnju predstavlja distribuciju aktivnosti u prostoru dok se prometna ponuda definira kao kapacitet elemenata prometne mreže (prometnice, terminali, čvorišta). Iz tog razloga je vrlo važno dobro procijeniti prometnu potražnju kako bi se spriječila potkapacitiranost ili prekapacitiranost pojedinih elemenata prometne ponude [17].

U svrhu provjere odnosa prometne ponude i potražnje te provjere mogućnosti nastajanja zagušenja u sklopu predloženog rješenja izrađeni su makro i mikro simulacijski model. Simulacijski modeli su izrađeni u programskim alatima PTV Vissim te PTV Visum. U programskom alatu PTV Vissim izrađena je mikro simulacija trećeg ponuđenog rješenja, odnosno izrade nove prometnice koja je planirana putem GUP-a Grada Zagreba s ciljem utvrđivanja kretanja prometa nakon implementacije navedene prometnice. U programskom alatu PTV Visum izrađena je osnovna makro simulacija prometne mreže na području cjelokupnog MO Gračani pomoću koje je cilj prikazati trenutačno stanje na prometnoj mreži u sklopu MO Gračani te buduće stanje koje bi se postiglo s implementacijom ponuđenih rješenja, prvenstveno se bazirajući na rješenje vezano uz uvođenje nove prometnice.

S obzirom da je razlog izrade rješenja na području okolice OŠ Gračani nedostatak prostora za neometano odvijanje dvosmjernog prometa te smanjena sigurnost sudionika u prometu, a ne prometno zagušenje, za to navedeno rješenje simulacijski model neće biti izrađen.

Također, s obzirom da se u prvom ponuđenom rješenju na postojeće stanje dodaju oznake na kolniku u svrhu povećanja sigurnosti biciklista tijekom sudjelovanja u prometu na području Gračanske ceste, simulacijski model također neće biti izrađen.

6.1. Izrada simulacijskog modela za ponuđeno rješenje rekonstrukcije raskrižja na području Gračanske i Markuševečke ceste i ulice Bliznec

Pri izradi simulacijskog modela za ponuđeno rješenje rekonstrukcije raskrižja na području Gračanske i Markuševečke ulice i Ulice Bliznec sukladno GUP-u. Glavni elementi pri izradi mikro simulacijskog modela su širina prometnica, smjerovi kretanja sa pojedinog privoza, količina prometa koja se kreće na analiziranom području te način organizacije odnosno upravljanjem prometom (semaforizirano, prometni znakovi, bez prometnih znakova).

Kao početni korak pri izradi simulacijskog modela provedeno je brojanje prometa na navedenoj lokaciji te je brojanje prometa je izvršeno u popodnevnim satima, s ciljem dobivanja podataka tijekom razdoblja kada je prometnica najopterećenija tijekom dana. Podaci su prikupljeni u vremenskom periodu od 16:15 do 17:15.

Također, s obzirom na ne postojanje prometnice na novo planiranom koridoru, podaci su prikupljeni i na raskrižju Markuševečke ceste i Ulice Jazbina koje se nalazi istočno od simuliranog raskrižja. S obzirom da bi novo planirana prometnica preuzela većinski dio prometa s te prometnice, broj vozila je praćen na susjednom raskrižju gdje je također praćena količina te distribucija prometa s obzirom na smjer kretanja.

Važno je napomenuti da su podaci prikupljeni tijekom mjeseca srpnja, kada nije razdoblje školske godine što uzrokuje smanjenje prometa te je iz tog razloga ukupni broj vozila na pojedinom privozu povećan za 10% u svrhu dobivanja realnih rezultata.

Kao najopterećeniji privoz prikazao se zapadni privoz koji dolazi iz smjera Gračanske ceste s ukupno 645 voz/h. S obzirom da za novoplaniranu prometnicu nije moguće prikupiti podatke za količinu prometa, broj vozila se pretpostavio na temelju broja vozila koja se kreću iz smjera Markuševečke ceste, ali da su prethodno na tu prometnicu skrenula iz smjera ulice Jazbina na susjedno promatranom raskrižju. Na temelju tih podataka pretpostavljen je broj od 545 vozila koja prilaze s južnog privoza. S istočnog privoza, iz smjera Markuševečke ceste, pretpostavljen je broj od 195 voz/h. Količina vozila je pretpostavljena na temelju brojanja

prometa na susjednom raskrižju gdje je praćen broj vozila koja nastavljaju smjer kretanja Markuševčkom cestom prema simuliranom raskrižju. Iz smjera sjevera, prilikom brojanja prometa, dobiven je podatak od 75 voz/h.

Osim napomenutih privoza, u simulaciji su dodane i tri okolne ulice koje utječu na samo kretanje vozila kroz analizirano raskrižje. Te ulice uglavnom koriste stanari za pristup svojim domovima. Iz smjera sjeveroistočnog privoza, odnosno Ulice Medveščina dolazi 20 voz/h, s jugoistočnog privoza tj. Ulice Bešići 30 voz/h dok iz smjera Ulice Gradišće, odnosno jugozapadnog privoza dolazi 15 voz/h.

Nakon obavljanja brojenja prometa, potrebno je odrediti distribuciju prometa, odnosno kretanje vozila na samom raskrižju. Za provedbu ovog koraka bilo je potrebno obaviti praćenje prometa na simuliranom raskrižju te na susjednom raskrižju Markuševčke ceste i ulice Jazbina.

Distribucija prometa je izuzetno važan korak pri izradi simulacijskog modela radi prikaza smjera kretanja vozila. Smjer kretanja određenog broja vozila može uzrokovati zagušenja unutar raskrižja radi kretanja vozila unutar raskrižja iz smjera glavne na sporednu ili iz smjera sporedne na glavnu prometnicu. Radi čekanja da druga vozila, koja imaju pravo prednosti prolaska na raskrižju, obave svoj manevar moguće je da će vozila zastati unutar raskrižja te onemogućiti kretanje drugih vozila što će u konačnici proizvesti zagušenja.

Nakon definiranja distribucije prometa, simulacijski model potrebno je dodatno urediti s definiranjem pravila prednosti kretanja s pojedinog privoza, pravilo prednosti prolaska unutar raskrižja te odrediti lokacije na kojima će se prikupiti podaci putem kojih će se dati konačna evaluacija ponuđenog rješenja.

Na slici niže prikazan je izrađeni simulacijski model unutar programa PTV Vissim.



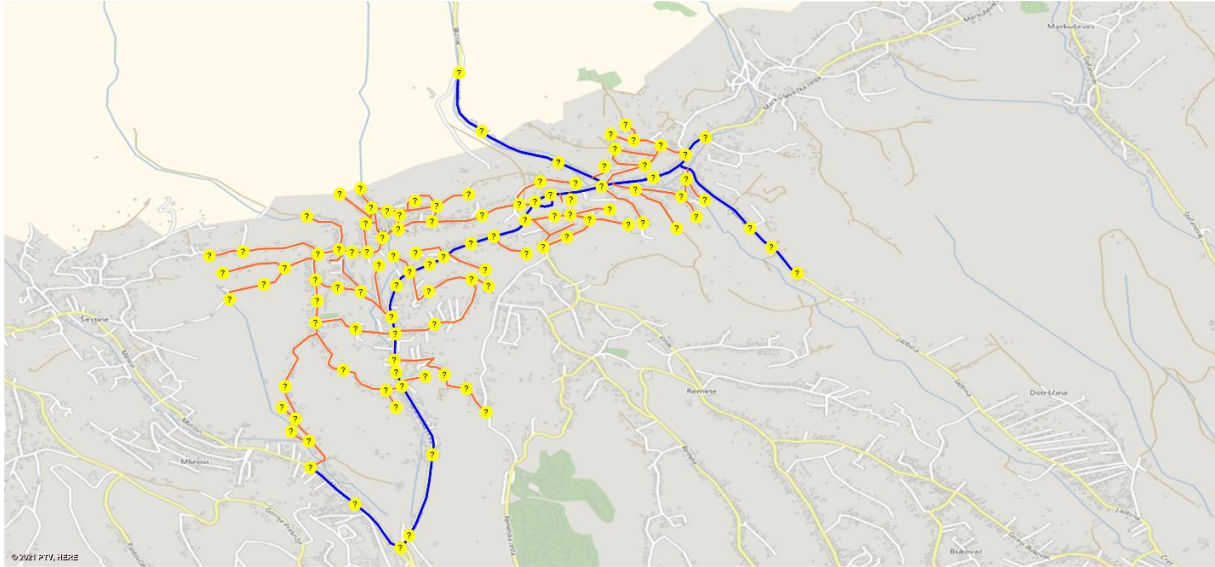
Slika 26. Prikaz simulacijskom modelu za raskrižje Gračanske i Markuševečke ceste, ulice Bliznec i nove prometnice sukladno GUP-u unutar programskog alata PTV Vissim

Izvor: izradio Autor

6.2. Izrada simulacijskog modela prikaza prometne mreže na području MO Gračani

Osim mikro simulacijskog modela, izrađen je i makro simulacijski model putem programskog alata PTV Visum. Razlika između makro i mikro simulacija u promatranom području, odnosno području na kojem je izrađen simulacijski model. Mikro simulacije se izrađuju na manjim područjima poput prometnice ili pojedinog raskrižja, dok se makro simulaciju izrađuju u svrhu prikaza prometa na većoj prometnoj mreži poput grada, županije, države ili kao u slučaju ove Analize na području mjesnog odbora.

Kroz programski alat PTV Visum izrađen je prometni model MO Gračani za razdoblje jutarnjeg vršnog sata. Na prometnoj mreži potrebno je označiti čvorove koji predstavljaju raskrižja te linkove koji predstavljaju prometnice između raskrižja.



Slika 27. Prikaz prometne mreže u programskom alatu PTV Visum

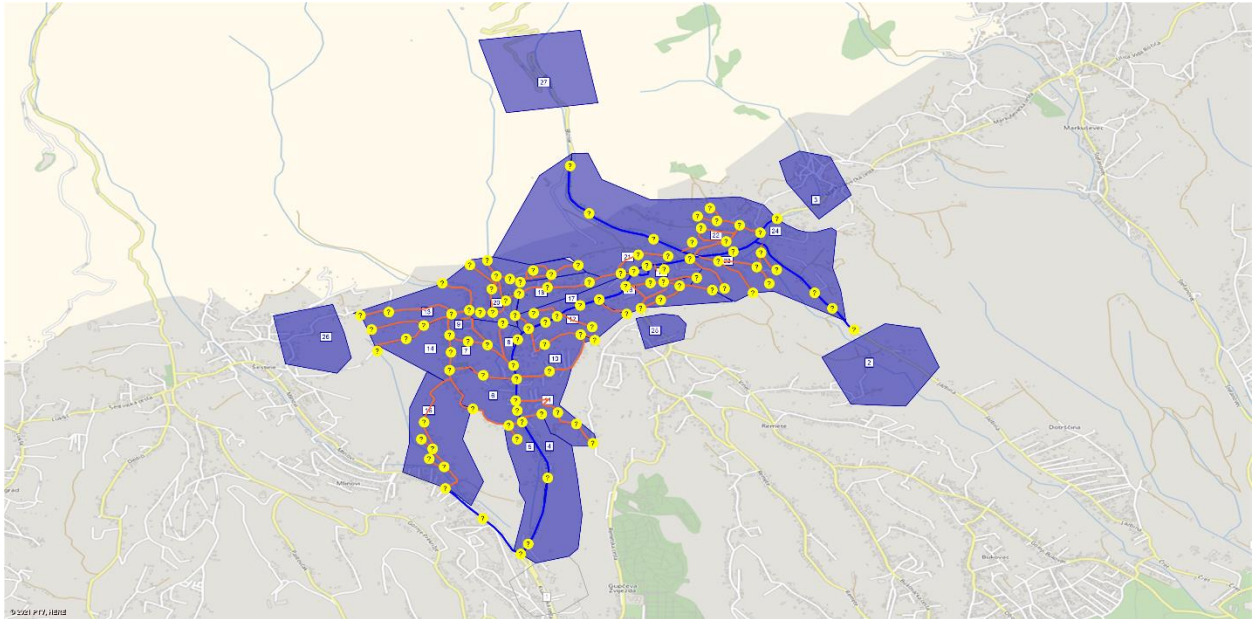
Izvor: izradio Autor

Nakon označavanja prometne mreže putem čvorova i linkova, potrebno je analizirano područje podijeliti u zone, odnosno manja geografska područja koja predstavljaju područja unutar MO koja mogu imati stambenu ili industrijsku svrhu ili se mogu prikazivati kao eksterna područja koja predstavljaju broj vozila koja dolaze i odlaze iz analiziranog područja. Svaka pojedina zona ima svoj centroid koja predstavlja točku u kojoj definirani svi atributi i značajke zone. Atributi koji su definirani pri izradi ovog simulacijskog modela su:

- Broj kuća,
- Broj stanova,
- Atrakcija,
- Produkcija.

Zone unutar analiziranog područja sadrže podatke o broju kuća i stanova u definiranom području, dok eksterne zone sadrže podatke o atrakciji i produkciji prometa. Podaci o broju kuća i stanova su procijenjeni temeljem OpenStreetMapa, Google Mapsa te Google Streetviewa,

pomoću kojih je praćen i izračunat broj stambenih objekata na analiziranom području. Atributi atrakcija i produkcija su faktori koji utječu na količinu prometa koji prolazi analiziranim područjem. Pri izradi simulacijskog modela podaci su dobiveni obavljenim brojanjem prometa na karakterističnim lokacijama na kojima su definirane eksterne zone.



Slika 28. Prikaz zona i prometne mreže u programskom alatu PTV Visum

Izvor: izradio Autor

Nakon unosa svih podataka potrebno je svaku zonu spojiti na prometnu mrežu pomoću konektora, a nakon toga je potrebno postaviti korake putem kojih će se provesti četverostupanjski model potražnje. Kroz korake u programskom alatu provode se glavna četiri koraka četverostupanjskog modela koji su:

- Generiranje putovanja,
- Distribucija putovanja,
- Modalna raspodjela putovanja,
- Dodjeljivanje putovanja na prometnu mrežu.

Nakon provedbe svih koraka izrađen je simulacijski model koji sadrži podatke o opterećenju prometne mreže unutar analiziranog područja. Rezultati dobiveni kroz simulaciju bit će prikazani u sljedećem poglavlju ove Analize.

7. EVALUACIJA PREDLOŽENIH VARIJANTNIH RJEŠENJA

Nakon izrade simulacijskih modela, potrebno je simulacije i provesti te na kraju evaluirati rezultate. Evaluacijom rezultata dobiva se uvid na stanje unutar simulacije, odnosno najvažnije parametre putem kojih se definira uspješnost ponuđenog rješenja.

Unutar ovog poglavlja obradit će se rezultati simulacijskih modela opisanih u prethodnom poglavlju, u svrhu definiranja uspješnosti ponuđenog prometnog rješenja.

7.1. Evaluacija simulacijskog modela za ponuđeno rješenje rekonstrukcije raskrižja na području Gračanske i Markuševčke ceste i ulice Bliznec

Prilikom izrade simulacijskog modela, na nekoliko karakterističnih lokacija su postavljeni detektori na prometnice pomoću kojeg se prilikom provedbe simulacije prikupljaju podaci koji se u konačnici koriste za utvrđivanje rezultata same simulacije. Rezultati koji se prikupljaju prilikom provođenja simulacije sadrže podatke o:

- Prosječne brzine
- Vremena čekanja
- Duljina repa čekanja

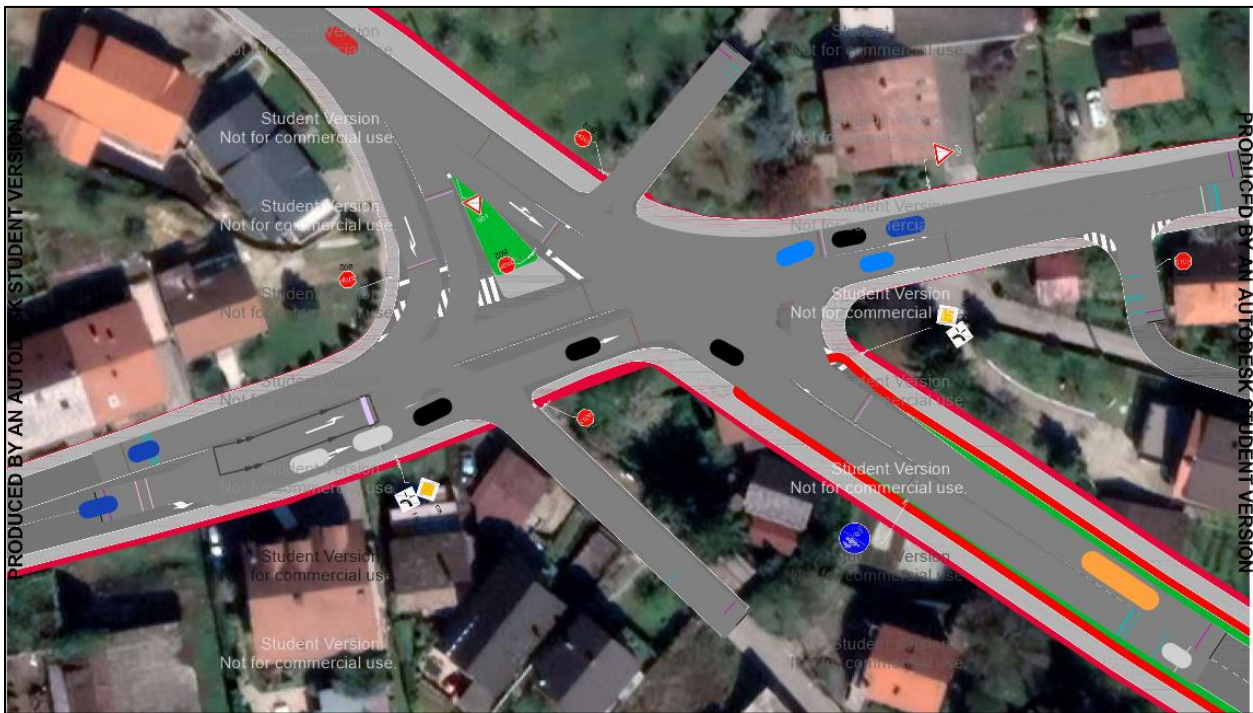
Na temelju dobivenih podataka moguće je uvidjeti postoji li na nekim privozima predugačkih repova čekanja, velikih vremena čekanja ili male prosječne brzine.

Podaci koji će biti prikazani prikupljeni su pomoću „*Dana Collection Pointsa*“ u sklopu programskog alata PTV Vissim. U tablici niže prikazani su prosječni podaci nakon obavljenih 20 iteracija na simuliranom raskrižju.

Tablica 14. Prikaz podataka na temelju mikrosimulacije

Privoz	Prosječna brzina [km/h]	Maksimalna duljina repa čekanja [m]	Izgubljeno vrijeme [sek]	Razina usluge
1 – zapadni	46,56	10,37	2,92	LOS A
2 – južni	44,87	0,00	3,18	LOS A
3 – istočni	26,61	54,70	16,33	LOS C
4 – sjeverni	27,02	11,55	3,74	LOS B

Izvor: izradio Autor



Slika 29. Prikaz provedbe simulacije unutar programskog alata PTV Vissim

Izvor: izradio Autor

S obzirom na gore prikazane rezultate, očito je da raskrižje ne stvara velika prometna zagušenja. Kao što je vidljivo na južnom privozu, odnosno novoizgrađenoj prometnici, prosječna brzina iznosi 44,87 km/h dok prilikom provedbe simulacije niti jednom nije detektiran rep čekanja. S obzirom da je južni privoz planiran kao glavni te ga niti jedan drugi privoz ne ometa

prilikom obavljanja bilo kakvog manevra, očekivano je da nema repova čekanja. Također, rezultati u modelu prikazali su razinu usluge na razini A, što je najviša ocjena.

Zapadni privoz, iz smjera Gračanske ceste, je također glavni privoz, ali razlika je što prilikom obavljanja dva manevra siječe putanju vozila iz smjera novo izgrađene prometnice. U slučaju da vozilo iz smjera Gračanske ceste želi skrenuti na ulicu Bliznec ili nastaviti prema Markuševečkoj cesti, vozilo je dužno propustiti sva vozila koja dolaze iz smjera južnog privoza. Iz tog razloga, za očekivati je da će se kreirati rep čekanja. Važno je naglasiti da istočni privoz ima dva prometna traka, pa lijevi skretači imaju zaseban trak zbog kojeg ne uzrokuju zagušenja na tom privozu. Razina usluge na zapadnom privozu je razina A.

Od svih privoza, najveća zagušenost se pojavljuje na istočnom privozu, odnosno privozu iz smjera Markuševečke ceste. S obzirom da je pri dolasku iz smjera istočnog privoza potrebno presjeći oba smjera glavnog privoza, očekivano je nastajanje repova čekanja. Rezultati simulacije prikazuju da najduži rep čekanja na istočnom privozu u jednom trenutku iznosi 57,40 m. Takav rep čekanja je očekivan s obzirom na količinu prometa koja dolazi iz smjera tog privoza u odnosu na količinu prometa koja dolazi iz smjera glavnih privoza koje je potrebno pričekati da prođu. S obzirom na sve elemente, gdje je smanjena prosječna brzina te se događaju veliki repovi čekanja, razina usluge na navedenom raskrižju je razina C što je najniža razina usluge na simuliranom raskrižju.

Sjeverni privoz sastoji se od četiri prometna traka od kojih svaki ima svoju ulogu. S obzirom da također siječe smjerove glavnog pravca, očekivano je nastajanje repova čekanja te smanjene prosječne brzine. S obzirom da iz smjera tog privoza ne dolazi velika količina vozila, maksimalni rep čekanja iznosi 11,55 m. Također, prosječna brzina je izrazito manja zbog obaveznog zaustavljanja vozila pri dolasku na raskrižje. Zbog svih tih elemenata, razina usluge iz smjera navedenog privoza je razina B.

S obzirom na podatke dobivene prilikom provedbe simulacije, vidljivo je da raskrižje zadovoljava razinu uslužnosti te da na navedenom raskrižju ne nastaju zagušenja. Raskrižje nije prometno preopterećeno te je simulirano raskrižje moguće proći bez velikih vremenskih gubitaka.

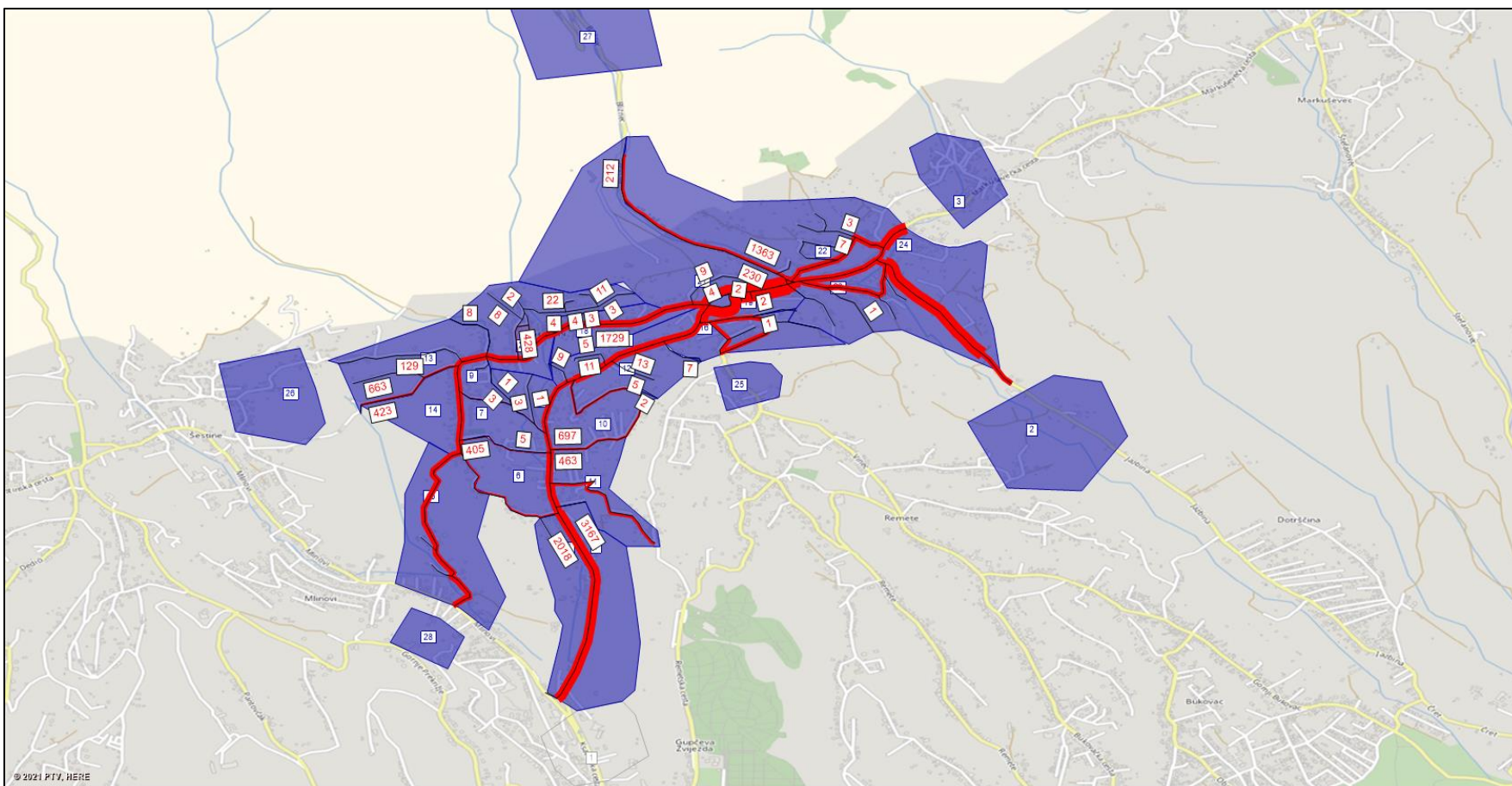
7.2. Evaluacija simulacijskog modela prikaza prometne mreže na području MO Gračani

Za razliku od evaluacije rezultata unutar mikrosimulacijskog modela, unutar makrosimulacijskog modela se prate podaci o zagušenosti kompletne prometne mreže unutar analiziranog područja.

Kao najčešći parametar koji se koristi za evaluaciju prometne mreže prilikom praćenja privatnog prijevoza unutar makrosimulacijskog modela je zasigurno prometno opterećenje na prometnoj mreži. Prometno opterećenje prikazuje količinu prometa koja prolazi određenom dionicom prometa u nekom vremenskom intervalu. Unutar modela prikazano je prometno opterećenje u razdoblju jednog dana.

Kao što je objašnjeno u prethodnom poglavlju, izrada simulacijskog modela provedena je unutar programskog alata PTV Visum, pomoću kojeg je prikazana cjelokupna prometna mreža na području MO Gračani. Podaci o količini prometa koji ulaze na područje prometne mreže dobiveni su terenskim istraživanjem, odnosno brojanjem prometa na karakterističnim lokacijama. Podaci dobiveni brojanjem prometa u razdoblju od jednog sata, preračunati su dnevni promet te kao takvi uvršteni kao atribut produkcije i atrakcije unutar samog modela.

Na slici niže prikazano je prometno opterećenje na području prometne mreže analiziranog područja.



Slika 30. Prikaz prometnog opterećenja na mreži MO Gračani

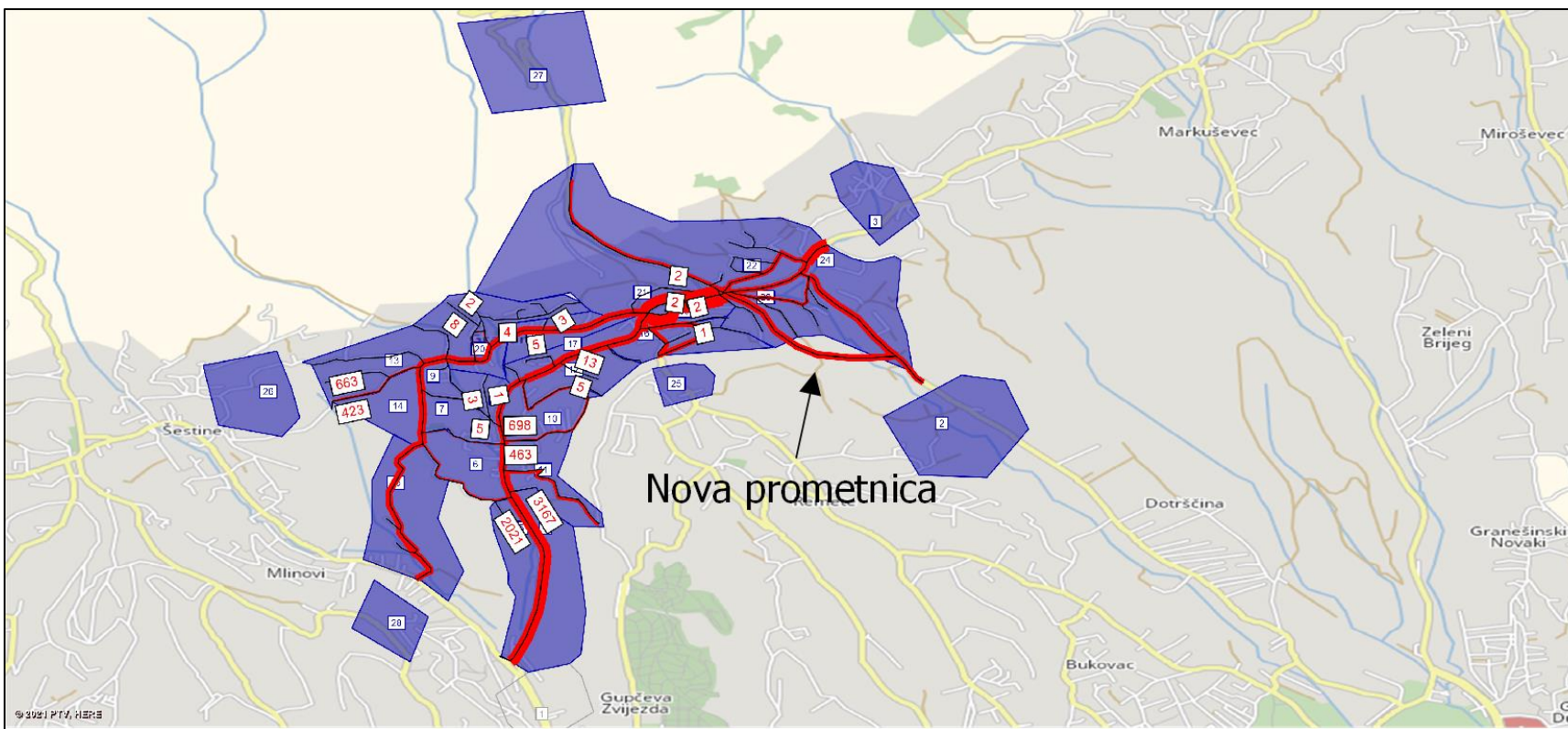
Izvor: izradio Autor

Kao što je vidljivo na slici iznad, simulacija je prikazala da prometno opterećenje na području MO Gračani nije zabrinjavajuće, odnosno da na dnevnoj bazi ne postoji dio prometne mreže koji je pretjerano opterećen. Kao najopterećenija dionica mreže na području MO Gračani predstavlja se dionica novoizgrađenog kružnog toka u blizini žičare Sljeme. Taj dio prometne mreže je očekivano najopterećeniji jer se na tom dijelu spajaju tri prometnice s najvećim opterećenjem na području mjesnog odbora.

Nastavno na provođenje simulacije trenutnog stanja prometne mreže, u skladu sa danim prijedlozima rješenja, izrađen je i simulacijski model unutar kojeg su implementirana rješenja. Kao najznačajnije rješenje za kompletnu prometnu mrežu, zasigurno se ističe izgradnja nove prometnice sukladno GUP-u Grada Zagreba.

U sklopu simulacijskog modela za prikaz budućeg stanja, osim implementacije nove prometnice sukladno GUP-u, implementirano je i drugo ponuđeno rješenje, odnosno reorganizacija prometa na okolnom području osnovne škole Gračani. Provedbom simulacije dobiveni su rezultati od promjeni načina distribucije prometa na analiziranom području.

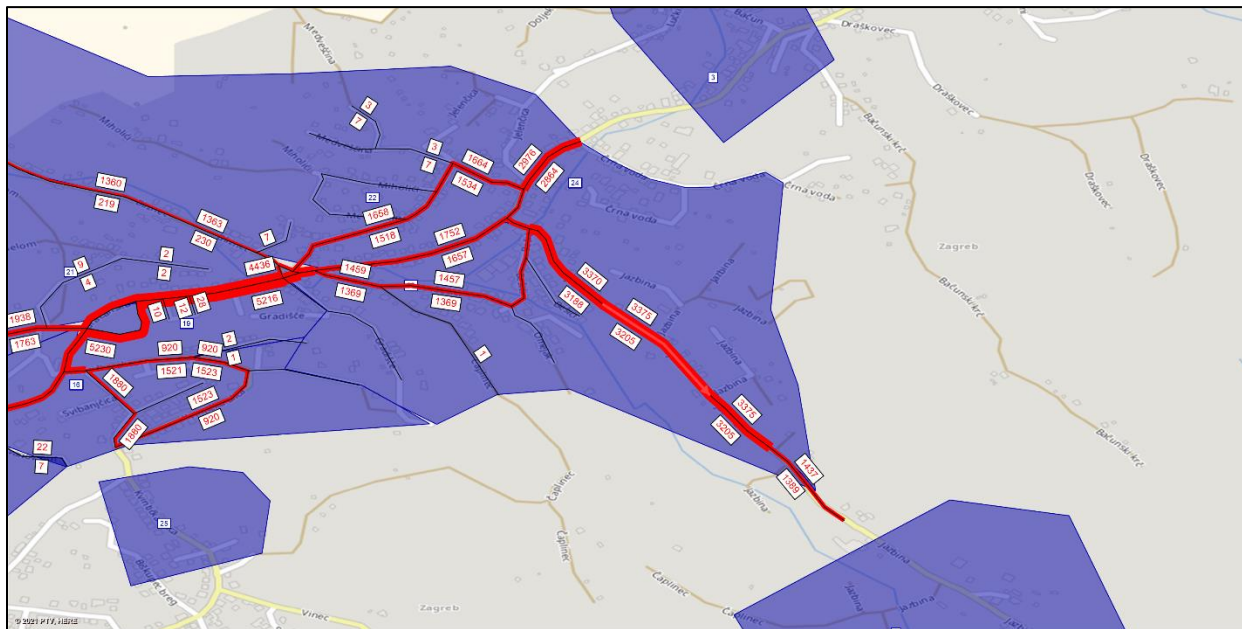
Opterećenje prometnica u sklopu prometne mreže prikazano je na sljedećoj slici.



Slika 31. Prikaz prometnog opterećenja na prometnoj mreži nakon implementacije prijedloga rješenja

Izvor: izradio Autor

Nakon provedbe simulacije prometne mreže s implementiranim rješenjima, vidljiva je velika promjena u distribuciji prometa na području implementacije trećeg rješenja. Prometnica predviđena GUP-om Grada Zagreba, rasteretila bi ulicu Jazbina za 50% prometa koji je prethodno prolazio tom ulicom.

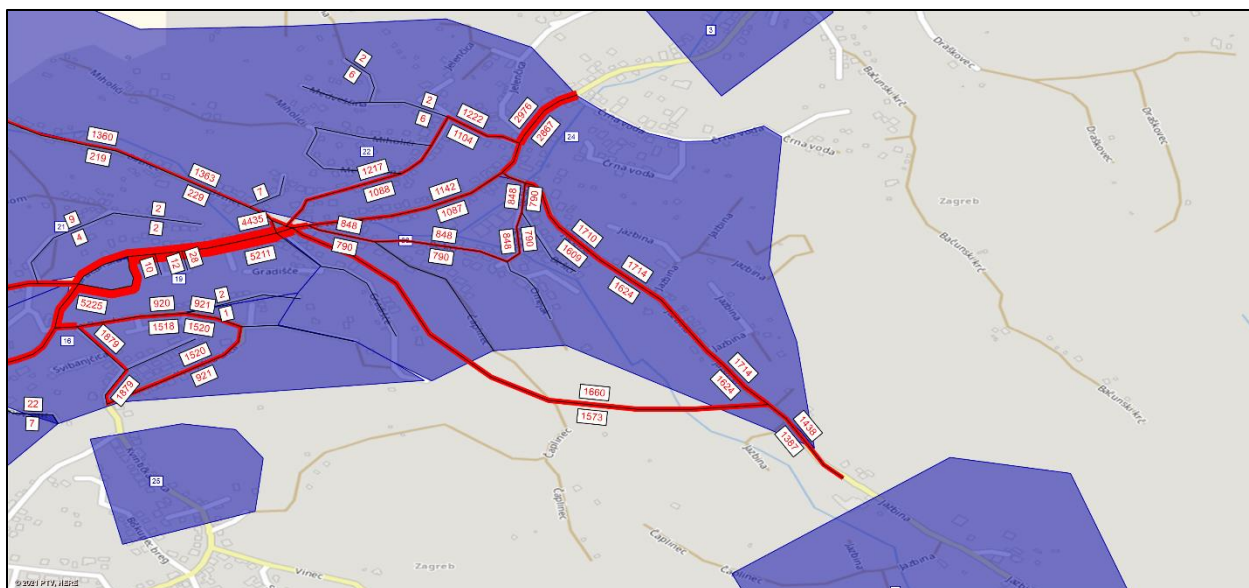


Slika 32. Prikaz prometnog opterećenja prije izgradnje prometnice sukladno GUP-u Grada Zagreba

Izvor: izradio Autor

Samim time, postigao bi se efekt rasterećenja najnesigurnijeg raskrižja na području MO Gračani, raskrižja između Markuševečke ceste i ulica Jazbina. Većina putnika koji namjeravaju nastaviti svoje putovanje prema Gračanskoj cesti bi se kretala po novoj prometnici dok bi putnici koji namjeravaju nastaviti putovanje na Markuševečkoj cesti bi nastavilo kretanje po postojećoj prometnici, odnosno ulici Jazbina.

U simulaciji trenutnog stanja količina vozila koja prolazi ulicom Jazbina iznosi 6.580 voz/dan u oba smjera dok nakon implementacije nove prometnice u simulacijskom modelu ulica Jazbina ima opterećenje od 3.338 voz/dan u oba smjera.



Slika 33. Prikaz prometnog opterećenja nakon izgradnje prometnice sukladno GUP-u Grada Zagreba

Izvor: izradio Autor

Upravo takvo rasterećenje ulice Jazbina postiže najvažniji cilj procesa izgradnje nove prometnice, a to je povećanje razine sigurnosti na cestovnoj mreži s obzirom da prometno zagušenje nije bio prvenstveni razlog rekonstrukcije raskrižja.

Također, vidljivo je da izmjena organizacije prometa na okolnom području osnovne škole Gračani nije utjecala na stanje prometnog opterećenja, odnosno da je opterećenje i dalje zadovoljavajuće u odnosu na kapacitet prometnice.

8. ZAKLJUČAK

Povećanjem stanovništva na rubnim dijelovima grada, prometnice napravljene u prošlosti puno teže podnose promet koji trenutačno prolazi takvim područjem. Zbog prostornih mogućnosti, rubna naselja na području Grada Zagreba imaju vrlo uske prometnice kojima je otežano prometovanje dvosmjernog prometa. U takvom stanju nalazi se i prometna mreža na području mjesnog odbora Gračani. U sklopu ovog diplomskog rada provedena je analiza postojećeg stanja cestovne prometne infrastrukture i prometnog sustava na području MO Gračani te su na temelj dobivenih rezultata dana idejna rješenja u svrhu optimizacije i poboljšanja prometnog sustava na analiziranom području.

Prilikom provedbe analize doneseni su zaključci na da na području MO Gračani najveći problem predstavlja nedostatna infrastruktura, odnosno cestovna infrastruktura koja se temelji na uskim ulicama koje nisu dostatne za neometano prometovanje dvosmjernog prometa te nedostatak nogostupa i biciklističkih staza koje utječu na smanjenu razinu sigurnosti sudionika u prometu. S obzirom na nemogućnost proširenja prometnica uslijed prostornih ograničenja, promet na području MO Gračani potrebno je na pojedinim lokacijama reorganizirati te prilagoditi pješacima i biciklistima. Nadalje, analizom je utvrđeno da na području MO Gračani trenutačna prometna infrastruktura pruža dovoljan kapacitet s obzirom na opterećenje na prometnicama.

Na temelju zaključaka iz analize, u radu su predstavljena idejna rješenja kojima je cilj optimizacija i poboljšanje sustava cestovnog prijevoza. U sklopu rada predstavljena su tri rješenja, od kojih prvo rješenje daje prijedlog za poboljšanje prometne infrastrukture za bicikliste, drugo rješenje daje prijedlog optimizacije prometa na području osnovne škole Gračani u svrhu povećanja razine sigurnosti za pješake i olakšanje procesa cestovnog prometa te treće rješenje koja nudi mogućnost razvoja cestovne infrastrukture u skladu sa GUP-om Grada Zagreba.

Prvo rješenje predstavlja implementaciju dijeljenog kolnika za vozila i bicikliste. S obzirom na količinu biciklista koji redovno putuju u smjeru Sljemena, potrebna je implementacija nekog vida biciklističke infrastrukture radi zadovoljavanja njihovih potreba. S

obzirom na nemogućnost širenja prometnica, kao najbolja opcija predstavlja se dijeljeni prostor koji omogućava biciklistima kretanje na kolniku.

U sklopu drugog rješenja, najveći fokus je stavljen na sigurnost pješaka u okolici osnovne škole Gračani. S obzirom da dio prometnica u okolici ne sadrži nogostupe, u svrhu poboljšanja razine sigurnosti predloženo je rješenje koje će s izmjenom organizacije vođenja prometnih tokova te izgradnjom uspornika smanjiti brzinu vozila na tom području te tako povećati razinu sigurnosti za učenike, ali i sve pješake na tom području.

Kao treće rješenje izrađeno je idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja Gračanske i Markuševečke ceste s ulicom Bliznec te novom ulicom koja je planirana temeljem GUP-a Grada Zagreba. Izradom tog rješenja želi se postići olakšavanje kretanja samih sudionika u prometu te smanjenje prometa na susjednom raskrižju ulice Jazbina i Markuševečke ceste, koje je analizom definirano kao najopasnije raskrižje na prostoru MO Gračani. Izgradnjom nove prometnice postigao se učinak prebacivanja polovice putnika na novu prometnicu čime se znatno smanjio protok vozila na raskrižju ulice Jazbina i Markuševečke ceste što povećava razinu sigurnosti.

Izradom simulacijskih modela te evaluacijom rezultata simulacija, dobiveni su zaključci da su implementirana rješenja pogodna te da ispunjavaju svrhu implementacije, odnosno da optimiziraju i poboljšavaju prometni sustav na cjelokupnom području mjesnog odbora Gračani.

POPIS LITERATURE

- [1.] <https://www.zagreb.hr/1-prostorni-planovi/1900> (pristupljeno: lipanj 2021.)
- [2.] *Prostorni plan Grada Zagreba;*
<http://www1.zagreb.hr/slglasnik/index.html#/akt?godina=2018&broj=030&akt=62182BA04964A70EC125822B004D0899> (pristupljeno: lipanj 2021)
- [3.] *Generalni urbanistički plan Grada Zagreba;*
<http://www1.zagreb.hr/slglasnik/index.html#/akt?godina=2016&broj=120&akt=26FF5A5EBD5775E2C1257FFB0051D46F> (pristupljeno: lipanj 2021)
- [4.] Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o prostornom uređenju (NN 65/17, 39/19)
- [5.] *Autorizirana predavanja iz kolegija Prometno tehnološko projektiranje, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2020.*
- [6.] Zakon o cestama (NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 110/19)
- [7.] Odluka o razvrstavanju javnih cesta (NN 17/20)
- [8.] Odluka o cestama na području velikih gradova koje prestaju biti razvrstane u javne ceste (NN 44/12)
- [9.] Odluka o koeficijentima za preračunavanje razlike u vrijednosti katastarskih i građevnih čestica koje su namijenjene za izgradnju nerazvrstanih cesta zbog različite kakvoće, vrste i mjere korištenja;
<http://www1.zagreb.hr/zagreb/slglasnik.nsf/7ffe63e8e69827b5c1257e1900276647/8e708d54e3f4accbc1257ade002a3e33?OpenDocument> (pristupljeno: srpanj 2021)
- [10.] *Statistički ljetopis Grada Zagreba 2020.*, Grad Zagreb, 2020.
- [11.] Novačko, L., Pilko, H.: *Cestovne prometnice II – Upute za auditorne vježbe i seminarski rad*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.
- [12.] Consultants d.o.o.: *Master plan prometnog sustava Grada Zagreba, Zagrebačke županije i Krapinsko – zagorske županije*, Zagreb, 2020
- [13.] Čavlek, A., : *Javni gradski prijevoz u gradu Varaždinu*, Sveučilište Sjever, 2019.,
urn:nbn:hr:122:779081
- [14.] <https://www.zgportal.com/zgvijesti/linija-15-ponovno-u-prometu-obnovljena-tramvajska-pruga-mihaljevac-dolje/> (pristupljeno: srpanj 2021.)

- [15.] MUP, Policijska uprava zagrebačka, : *Izvešće o stanju i kretanju sigurnosnih pokazatelja u radu Policijske uprave zagrebačke u 2020.godini*, Zagreb, 2021
- [16.] <https://zicarasljeme.com/parking/> (pristupljeno: srpanj 2021.)
- [17.] Ortuzar, J., Willumsen, L.: *Modelling Transport*, Wiley, Chichester, 2011.

POPIS SLIKA

Slika 1. Namjena površine u gradu Zagrebu sukladno GUP-u grada Zagreba	6
Slika 2. Prikaz mjesnog odbora Gračani u sklopu gradske četvrti Podsljeme	9
Slika 3. Namjena površine na području mjesnog odbora Gračani	10
Slika 4. Prikaz planiranog razvoja prometne infrastrukture na području Gračana	11
Slika 5. Prikaz planiranog prometnog koridora prema Šestinama u sklopu postojeće cestovne mreže.....	12
Slika 6. Prikaz planiranog prometnog koridora prema Jazbini u sklopu postojeće cestovne mreže.....	13
Slika 7. Prikaz cestovne prometne mreže u MO Gračani	18
Slika 8. Prikaz semaforiziranih i kružnih raskrižja na području MO Gračani	20
Slika 9. Prikaz jednosmjernih ulica na području MO Gračani.....	22
Slika 10. Prikaz odnosa Volumen/Kapacitet prema modelu Master plana grada Zagreba	25
Slika 11. Prikaz odnosa Volumen/Kapacitet u "Do nothing scenariju" za 2030. godinu .	26
Slika 12. Prikaz trase tramvajske linije broj 15.....	27
Slika 13. Linija broj 15 Mihaljevac - Gračansko Dolje	28
Slika 14. Prikaz autobusnih linija na području MO Gračani	29
Slika 15. Prikaz parkirališnih kapaciteta kod donje postaje žičare	37
Slika 16. Prikaz parkirališnih kapaciteta na ulazu u Park prirode Medvednica.....	38
Slika 17. Prikaz zona naplate parkiranja u Gradu Zagrebu.....	40
Slika 18. Prikaz trenutnog stanja dijela dionice Gračanske ceste.....	44
Slika 19. Prikaz dijeljenog prostora za bicikliste i vozila na području Donjeg grada	46
Slika 20. Prikaz budućeg stanja na dionici Gračanske ceste - uvođenje oznaka na kolniku za dijeljeni prostor.....	47

Slika 21. Detaljni prikaz budućeg stanja na dionici Gračanske ceste - oznaka H79	48
Slika 22. Postojeće stanje na okolnom području Osnovne škole Gračani	50
Slika 23. Prijedlog rješenja na području Osnovne škole Gračani	53
Slika 24. Prikaz postojećeg stanja na raskrižju prometnica Gračanska cesta, Markuševečka cesta, ulica Bliznec	56
Slika 25. Prikaz rješenja na temelju GUP-a	59
Slika 26. Prikaz simulacijskom modela za raskrižje Gračanske i Markuševečke ceste, ulice Bliznec i nove prometnice sukladno GUP-u unutar programskog alata PTV Vissim	63
Slika 27. Prikaz prometne mreže u programskom alatu PTV Visum	64
Slika 28. Prikaz zona i prometne mreže u programskom alatu PTV Visum.....	65
Slika 29. Prikaz provedbe simulacije unutar programskog alata PTV Vissim	67
Slika 30. Prikaz prometnog opterećenja na mreži MO Gračani.....	70
Slika 31. Prikaz prometnog opterećenja na prometnoj mreži nakon implementacije prijedloga rješenja.....	72
Slika 32. Prikaz prometnog opterećenja prije izgradnje prometnice sukladno GUP-u Grada Zagreba.....	73
Slika 33. Prikaz prometnog opterećenja nakon izgradnje prometnice sukladno GUP-u Grada Zagreba.....	74

POPIS TABLICA

Tablica 1. Prikaz broja prometnih nesreća prema policijskim postajama u Policijskoj upravi zagrebačkoj	31
Tablica 2. Posljedice prometnih nesreća na raskrižju Markuševečka cesta - Ulica Jazbina	32

Tablica 3. Nastradali sudionici prometnih nesreća na raskrižju Markuševička cesta - Ulica Jazbina.....	32
Tablica 4. Posljedice prometnih nesreća na raskrižju Gračanska cesta - Ulica Bliznec ...	33
Tablica 5. Nastradali sudionici prometnih nesreća na raskrižju Gračanska cesta - Ulica Bliznec	33
Tablica 6. Posljedice prometnih nesreća na raskrižju Gračanska cesta - Ulica Gračansko dolje.....	33
Tablica 7. Nastradali sudionici prometnih nesreća na raskrižju Gračanska cesta - Ulica Gračansko dolje	34
Tablica 8. Posljedice prometnih nesreća na raskrižju Gračanska cesta - Kvintička ulica	34
Tablica 9. Nastradali sudionici prometnih nesreća na raskrižju Gračanska cesta - Kvintička ulica	34
Tablica 10. Posljedice prometnih nesreća na raskrižju Gračanska cesta - Ulica Gračec..	35
Tablica 11. . Nastradali sudionici prometnih nesreća na raskrižju Gračanska cesta - Ulica Gračec	35
Tablica 12. Popunjenost vanjskog parkirališta Žičara Sljeme (srednje i bočno)	41
Tablica 13. Popunjenost parkirališta Bliznec	41
Tablica 14. Prikaz podataka na temelju mikrosimulacije	67



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ diplomski rad

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

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ diplomskog rada

pod naslovom **Analiza s prijedlogom optimizacije upravljanja prometnim tokovima na području mjesnog odbora Gračani u Gradu Zagrebu**

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

U Zagrebu, _____ 9/9/2021 _____

Student/ica:

Nikola Kozul

(potpis)