

Analiza autobusne linije 241 Glavni kolodvor - Veliko Polje u Zagrebu

Nekić, Šime

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:699555>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-17**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Šime Nekić

**ANALIZA AUTOBUSNE LINIJE 241 GLAVNI KOLODVOR –
VELIKO POLJE U ZAGREBU**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, svibanj 2022.

Zagreb, 5. travnja 2022.

Zavod: **Zavod za gradski promet**
Predmet: **Tehnologija gradskog prometa I**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 6843

Pristupnik: **Šime Nekić (0135253484)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Gradski promet**

Zadatak: **Analiza autobusne linije 241 Glavni kolodvor - Veliko Polje u Zagrebu**

Opis zadatka:

U završnom radu potrebno je analizirati navedenu liniju javnog gradskog prijevoza putnika prometno-tehnološki, tako da se obuhvati sljedeće: položaj linije u urbanom prostoru, statički i dinamički elementi linije, putnički tokovi, iskorištenost ponuđenog kapaciteta, brzine putovanja i vremena putovanja u usporedbi s voznim redom za karakteristična opterećenja tokom dana. Na temelju provedene analize, potrebno je donijeti zaključke o učinkovitosti prijevoznog procesa.

Mentor:



dr. sc. Dino Šojat

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZAVRŠNI RAD

**ANALIZA AUTOBUSNE LINIJE 241 GLAVNI KOLODVOR –
VELIKO POLJE**

**ANALYSIS OF THE BUS LINE 241 GLAVNI KOLODVOR –
VELIKO POLJE IN THE CITY OF ZAGREB**

Mentor: dr. sc. Dino Šojat

Student: Šime Nekić, 0135253484

Zagreb, svibanj 2022.

NASLOV

Analiza autobusne linije 241 Glavni kolodvor – Veliko Polje u Zagrebu

SAŽETAK

Javni gradski prijevoz mora biti učinkovit i njegovo glavno obilježje mora biti da ga može koristiti svaki građanin. Problematika se očituje u zagušenosti, pokretljivosti i vanjskim utjecajima. Ovaj završni rad se temelji na prometno-tehničkoj analizi autobusne linije 241 Glavni kolodvor – Veliko Polje te njezinim statičkim i dinamičkim elementima, prostornom obuhvatu, te glavnim karakteristikama linije. Cilj rada je, na temelju brojenja putnika na liniji i prikupljanja podataka o voznim vremenima u vršnim satima, utvrditi je li iskorištenost linije zadovoljavajuća, predočiti uvid u stanje brzina i vremena u prijevoznom procesu linije, te ponuditi idejno rješenje za spomenutu autobusnu liniju.

KLJUČNE RIJEČI

autobusna linija, javni gradski prijevoz, brojenje putnika, Grad Zagreb

TITLE

Analysis of the Bus Line 241 Glavni kolodvor – Veliko Polje in the City of Zagreb

ABSTRACT

Public transport has to be efficient, and its main characteristic has to be accessibility for every citizen. Problems related to public transportation include congestion, mobility and other external factors. This undergraduate thesis is based on traffic and technical analysis of the bus line 241 Glavni kolodvor – Veliko Polje, its static and dynamic elements, spatial coverage and the main characteristics of the line. The aim of this undergraduate thesis, based on passenger counting and travel time measurements during commuter periods, is to determine utilization, provide an insight into speeds and travel times of the bus line based on the collected time, vehicle and passenger data, and to propose solutions for improvement.

KEY WORDS

bus line, public transport, passenger counting, City of Zagreb

SADRŽAJ

1	Uvod	1
2	Karakteristike javnog prijevoza Grada Zagreba	2
3	Prostorni obuhvat linije	6
4	Statički elementi linije	9
	4.1 Trasa linije.....	9
	4.2 Terminali.....	9
	4.3 Stajališta.....	11
5	Dinamički elementi linije	14
	5.1 Broj vozila na liniji.....	14
	5.2 Vrijeme obrta.....	14
	5.3 Interval.....	16
	5.4 Frekvencija.....	16
6	Metodologija prikupljanja i obrade podataka	18
7	Prikaz rezultata istraživanja	20
	7.1 Zauzetost vozila.....	20
	7.2 Vremena u prijevoznom procesu.....	23
	7.3 Brzine na liniji.....	26
8	Zaključak	28
	Literatura	30
	Popis slika i tablica	32

1 UVOD

Javni prijevoz unutar gradova i područja regija uzrokuje sve kompleksnije probleme zbog urbanizacije. Problemi kao što su zagušenost i pokretljivost dolaze do izražaja zbog nedovoljno atraktivnog javnog gradskog prijevoza zbog malih brzina putovanja i velikih zagušenja u vršnim satima, te zbog toga mobilnost u Gradu Zagrebu nije održiva, kao posljedica prekomjernog korištenja osobnih automobila koji koriste cestovne prometnice.

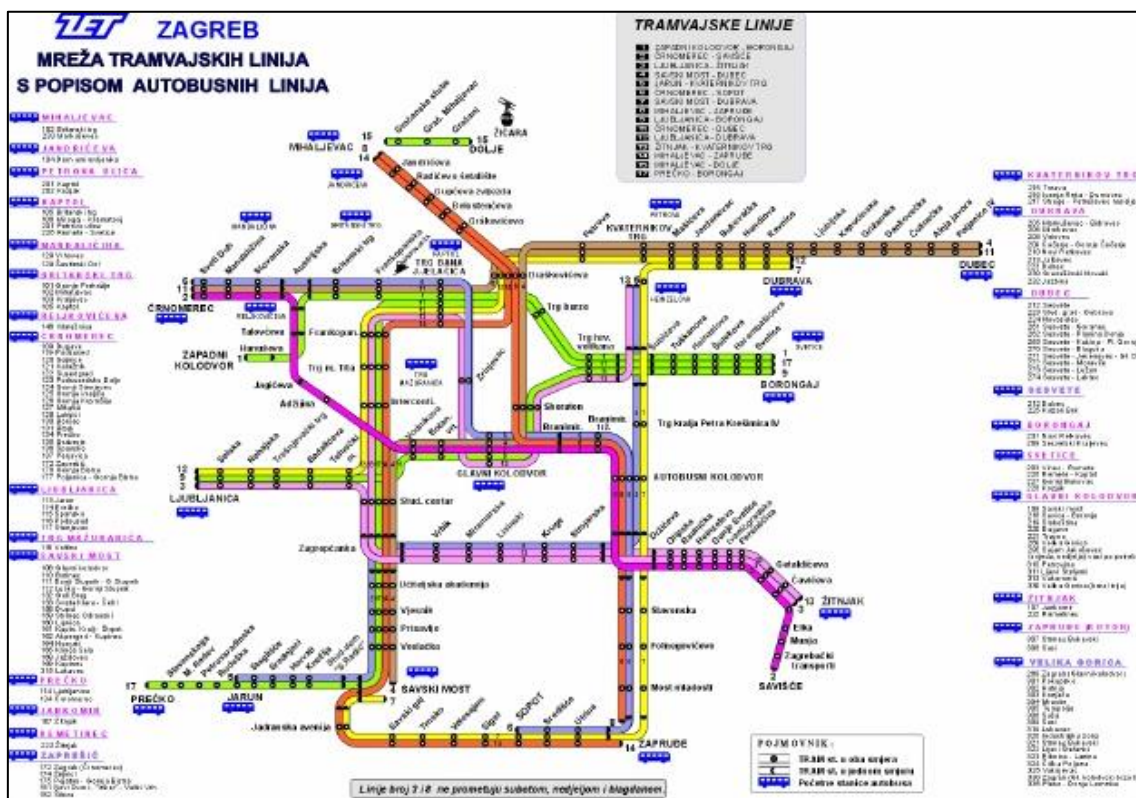
Cilj završnoga rada je predočiti stanje na liniji 241 Glavni Kolodvor – Veliko Polje, te prikupljanjem i obradom podataka o izmjeni putnika i zauzetosti vozila izvršiti sveobuhvatnu analizu prijevoznog procesa na liniji 241 Glavni Kolodvor – Veliko Polje. Svrha rada je poboljšanje ponuđenog kapaciteta, rentabilnosti i iskoristivosti autobusne linije 241 Glavni Kolodvor – Veliko Polje.

Rad je podijeljen u osam poglavlja. Nakon uvoda, u drugom poglavlju opisana je organizacija javnog gradskog prijevoza Grada Zagreba. Treće poglavlje opisuje prostorni obuhvat autobusne linije 241 i navodi njezine segmente. U četvrtom poglavlju su opisani statički elementi linije, a u petom dinamički elementi linije. Šesto poglavlje opisuje način prikupljanja i obrade podataka. U sedmom poglavlju je prikaz rezultata istraživanja koji se sastoje od izmjene putnika, zauzetosti vozila, vremena u prijevoznom procesu i brzina na liniji. U zadnjem poglavlju je iznesen zaključak.

2 KARAKTERISTIKE JAVNOG PRIJEVOZA GRADA ZAGREBA

Javni gradski prijevoz u Zagrebu čini mreža tramvajskih i autobusnih linija, prigradski vlakovi te taksi vozila [1]. Najveći dio javnog gradskog prijevoza u Gradu Zagrebu obavlja Zagrebački električni tramvaj (ZET), čiji je vlasnik Grad Zagreb. Grad Zagreb financira ZET sa 70% financijskih prihoda. Na području Grada Zagreba nalaze se i drugi autobusni prijevoznici koji koriste pojedina autobusna stajališta u svrhu povezivanja Grada Zagreba s drugim naseljima (primjerice Samoborčec koji povezuje Samobor i Zagreb). Oni nisu u sustavu upravljanja ZET-a, te su prijevozne karte izvan nadležnosti Grada Zagreba.

Vozni park ZET-a se sastoji od 441 autobusa prosječne starosti 11 godina, 277 tramvajskih vozila od čega 142 niskopodna, 31 vozila za prijevoz osoba s invaliditetom i djece s poteškoćama u razvoju, autobusa za prijevoz školske djece, uspinjače, turističkog tramvaja, turističkog panoramskog autobusa, turističkog vlakica i turističkog elektro vozila [2].



Slika 1. Mreža tramvajskih linija
Izvor: [3]

Mreža tramvajskih linija (Slika 1) se sastoji od 15 dnevnih i 4 noćne linije. Duljina tramvajske mreže je 116 km. Širina kolosijeka iznosi 1000 mm. U Zagrebu se godišnje preveze više od 200

milijuna putnika. Autobusni prijevoz sastoji se od 146 dnevnih i 4 noćne linije gdje se povezuju područja Grada Zagreba do Zaprešića ili Velike Gorice; autobus također prometuje i u općinama Klinča Sela, Stupnik, Luka i Bistra [4].

Naplata prijevoza u Gradu Zagrebu može se vršiti na više načina. Jedan od njih je kupovinom pojedinačne papirnate karte koje se mogu kupiti u vozilu, na ZET-ovim prodajnim mjestima, te na kioscima Tiska i iNovina.



*Slika 2. Prikaz vrsta papirnatih karata
Izvor: [5]*

Vrste papirnatih karata (Slika 2) su [6]:

- višednevne karte – 3 dana za 70 HRK, 7 dana za 150 HRK, 15 dana za 200 HRK i 30 dana za 400 HRK;
- karte u trajanju 30 minuta – cijena je 4 HRK, u vozilu 6 HRK;
- karte u trajanju 60 minuta – cijena je 7 HRK, u vozilu 10 HRK;
- karte u trajanju 90 minuta – cijena je 10 HRK, u vozilu 15 HRK;
- pojedinačna karta u noćnom prometu – cijena je 15 HRK.

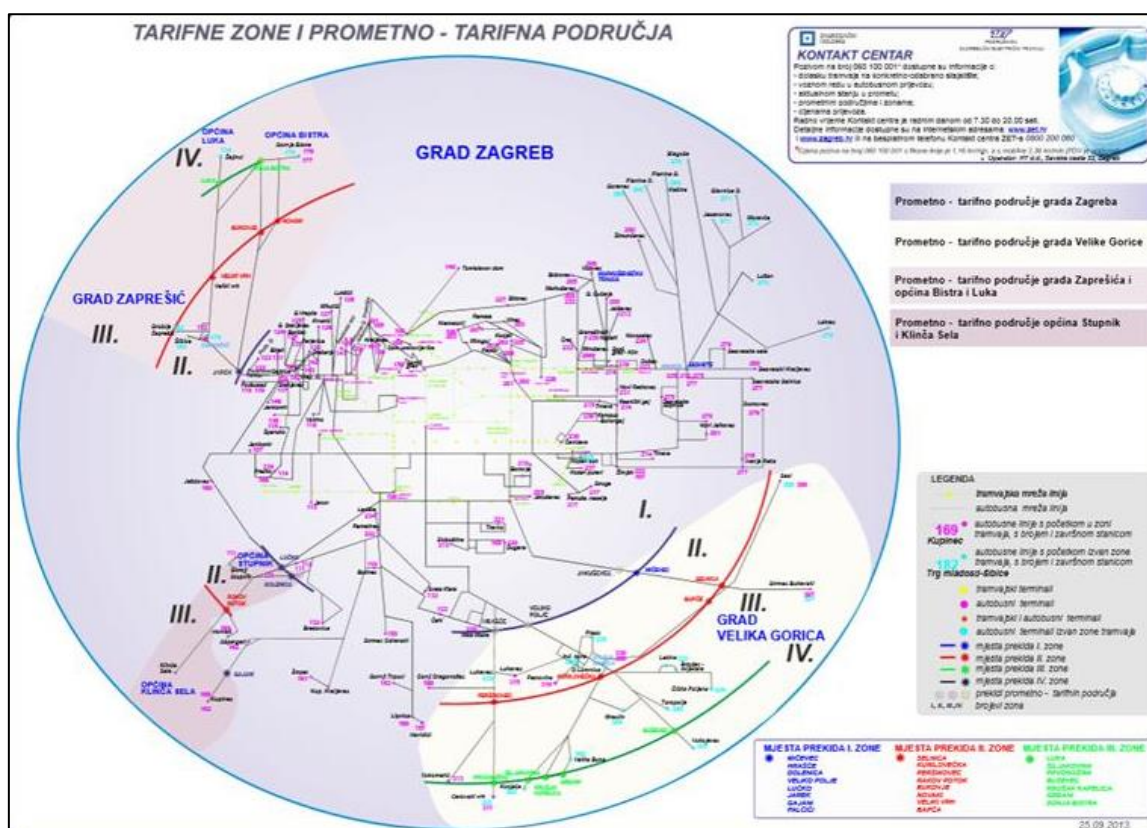
Druga opcija su mjesečni pretplatni kuponi te godišnji pretplatni kuponi. Valjanost kupona može se produžiti nadoplćivanjem na prethodno navedenim mjestima osim u vozilima gdje to nije moguće.

Vrste mjesečnih pretplatnih kupona su [6]:

- opći mjesečni pretplatni kupon od 360 kuna;
- osnovnoškolski kupon od 90 kuna;
- srednjoškolski, studentski, umirovljenički i socijalni kupon od 100 kuna.

Godišnji pretplatni kuponi dijele se na [6]:

- opće kupone od 3480 kuna;
- osnovnoškolske kupone od 870 kuna;
- srednjoškolske, studentske i umirovljeničke od 960 kuna.



Slika 3. Tarifne zone i prometno - tarifna područja
 Izvor: [7]

Prometna mreža ZET-a podijeljena je u dvije zone (Slika 3). Tramvajski promet se odvija na području prve tarifne zone (područje Grada Zagreba), dok se autobusni promet odvija na području obje tarifne zone. U prvu zonu autobusnog prometa ulazi Grad Zagreb, a u drugu zonu ulaze gradovi Zaprešić i Velika Gorica te općine Bistra, Luka, Stupnik i Klinča Sela. Sustav prometnih područja, za putnike koji koriste mjesečne ili godišnje karte, ZET dijeli na četiri zone koje su obilježene kao [7]:

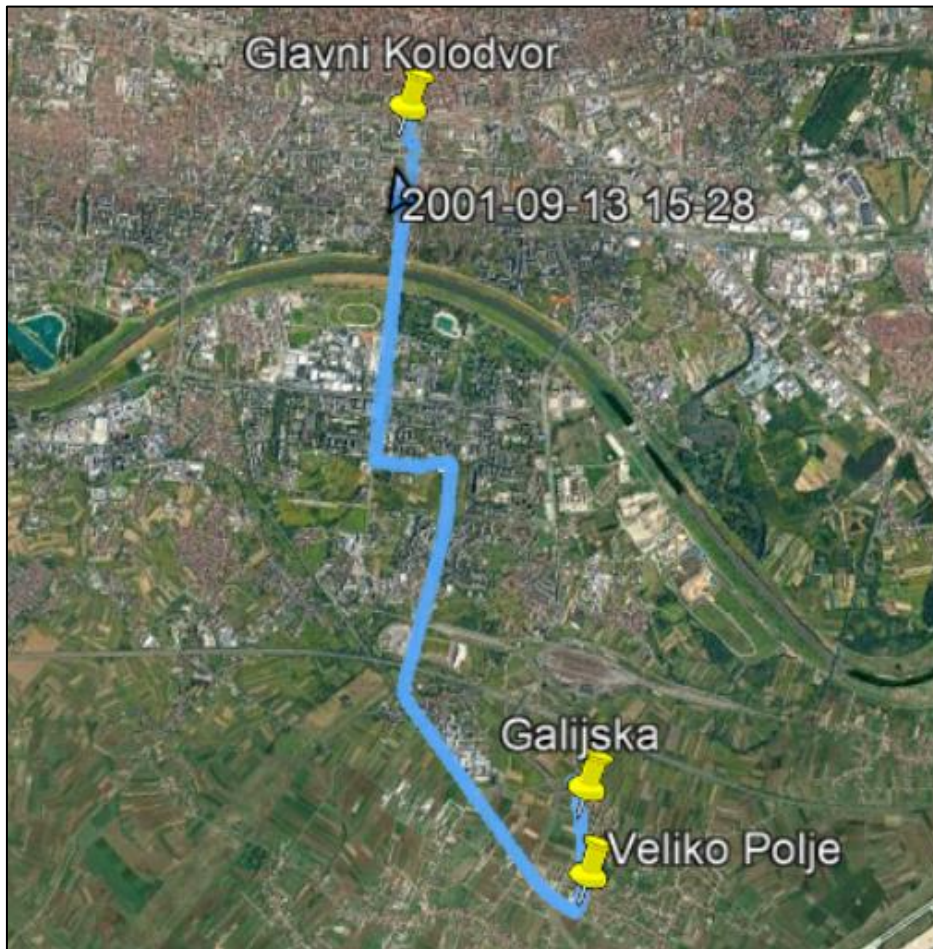
- prometno područje Grada Zagreba;
- prometno područje grada Velike Gorice;
- prometno područje grada Zaprešića te općina Bistra i Luka;
- prometno područje općina Stupnik i Klinča Sela.

Izdvojenost iz ulične mreže je problem javnog gradskog putničkog prijevoza. Tramvjaska mreža je odvojena od ostalog prometa 54 posto, no izdvojenost ovisi i o položaju u odnosu na centar grada. U centru grada u vršnim periodima nastaju velike gužve zbog utjecaja ostalog prometa. Glavni problemi javnog gradskog prijevoza u Zagrebu su: zastarjela tehnologija, energetski nepouzdan sustav, stara oprema i instalacije te nemogućnost optimalnog korištenja povrata električne energije u mrežu. Zbog nedostatnih ulaganja u infrastrukturu i nedostadnog održavanja mreže tramvajskih i autobusnih linija u prometno tehnološkom smislu, došlo je do smanjenja broja korisnika i komercijalne brzine sustava javnog prijevoza [8].

U Zagrebu je jedan od glavnih problema prekomjerna uporaba osobnog automobila. Autobusna mreža je potpuno integrirana na uličnu mrežu, te samim time nastanu veliki repovi čekanja. Postoje žuti trakovi koji odvajaju javni od privatnog prometa, ali su neučinkoviti jer za vrijeme vršnih sati ostala vozila prometuju njima čime nastaje zagušenje te kašnjenje u javnom prijevozu. To nije slučaj samo za autobusni prijevoz nego i za tramvajski. Zbog prevelikog broja osobnih automobila i poduzetih putovanja u vršnim satima dolazi do zagušenja te velikog pada brzina u javnom gradskog prijevozu čime se povećava vrijeme putovanja. Problem javnog gradskog prijevoza je u tome što nije stavljen kao prioritet, nego se pozornost posvećuje osobnim automobilima, javnim garažama i parkiralištima.

3 PROSTORNI OBUHVAT LINIJE

Autobusna linija 241 Glavni Kolodvor – Veliko Polje je prigradska linija koja spaja Glavni Kolodvor preko južnog dijela grada sa naseljem Veliko Polje. Autobusna linija polazi od terminala Glavni Kolodvor te prolazi kroz naselja Trnje, Središće, Sopot, Slobodštinu te završava u Galijskoj ulici u Velikom Polju.



Slika 4. Trasa linije

Izvor: autor uz korištenje programa „Google Earth Pro“

Uzdruž cijele linije prostiru se vrlo važni infrastrukturni objekti koji privlače veći broj putnika. Neki od tih objekata su koncertna dvorana Vatroslav Lisinski, Nacionalna i sveučilišna knjižnica Zagreb, Muzej Suvremene Umjetnosti, dom zdravlja, građevinska škola te su također izgrađena stajališta u blizini trgovačkog lanca Konzum te tržnog centra Avenue Mall.

Slika 4 prikazuje rutu linije 241 s označenim početnim i završnim stajalištima Glavni Kolodvor i Galijska, a koja su zabilježena pomoću GPS lokatora prilikom brojenja putnika u autobusima. Na slici se vidi kako linija prolazi kroz južni dio grada te prolazi kroz cijelo naselje Veliko

Polje. Slika 5 predstavlja područje obuhvata koje zahvaća prostor putnika koji se koriste autobusnom linijom 241.



*Slika 5. Područje obuhvata autobusne linije 241
Izvor: autor uz korištenje programa „Google Earth Pro“*

Kroz cijelu trasu linije autobus vozi isključivo bijelim trakovima (zajednički trakovi s ostalim vozilima) te nigdje nema zasebne trakove. To smanjuje brzinu vožnje i povećava vrijeme putovanja. Trasa linije sastoji se od 17 stajališta od kojih su najznačajnija terminal Glavni Kolodvor te stajalište Muzej Suvremene Umjetnosti. Na navedenim stajalištima dolazi do najveće izmjene putnika jer se na njima zaustavlja veći broj autobusnih linija te se također u blizini nalaze tramvajske linije na koje se može presjesti. Najproblematičniji koridor je između stajališta Bundek i Građevinska Škola u oba smjera, jer na koridoru dolazi do zastoja na raskrižju Avenije Većeslava Holjevca i Avenije Dubrovnik. Na navedenom raskrižju stvara se najveće zagušenje u prometu zbog prevelikog priljeva vozila iz svih smjerova toga raskrižja, te autobus ta zagušenja i repove čekanja ne može izbjeći. Zastoji su najčešći tijekom jutarnjih vršnih sati kad je veći priljev vozila u grad te tijekom poslijepodnevnog vršnog sata kad

mnogima završava radno vrijeme. Autobusna linija 241 od velike je važnosti za mještane i srednjoškolce naselja Veliko Polje i naselja Buzin, jer je to jedna od linija koja povezuje centar Zagreba sa naseljem Buzin i centrom naselja Veliko Polje.

4 STATIČKI ELEMENTI LINIJE

Statički elementi linije u sustavu javnog gradskog prijevoza su trasa linije, stajališta, terminali te razmaci na liniji [9].

4.1 Trasa linije

Trasa predstavlja putanju između dva terminala koja prolazi određenim ulicama i poklapa se s osnovnim tokovima kretanja putnika između terminala. Pažljivo planiranje trase linija u sustavu JGP-a jako je bitno jer određuje efekte toga sustava nakon što se izgradi i stavi u funkciju. Autobusni pravci moraju slijediti tok glavnih ulica kako bi bili maksimalno iskorišteni te kako bi se postizale veće brzine vožnje. U idealnim uvjetima, ruta kretanja vozila je ravna, izravna i ravnomjerna [9].

Trasa autobusne linije 241 (Slika 4) sastoji se od 17 stajališta uključujući polazište te odredište. Ukupna duljina trase autobusne linije 241 iznosi približno 11 km u oba smjera dok je prosječno vrijeme vožnje 25 minuta od polaznog stajališta do zadnjeg stajališta na trasi. Autobusna linija 241 na svojoj ruti od Glavnog Kolodvora do Velikog Polja prometuje ulicom Hrvatske bratske zajednice koja se preko Mosta Slobode povezuje sa Avenijom Većeslava Holjevca. Linija 241 najvećim dijelom prometuje Avenijom Većeslava Holjevca te se zatim kratkim dijelom priključuje na Islandsku ulicu i nastavlju rutu preko Ulice Savezne Republike Njemačke koja vodi do naselja Veliko Polje gdje završava svoju rutu u Galijskoj ulici.

4.2 Terminali

Terminali su krajnja stajališta na liniji gdje vozila mijenjaju smjer kretanja. Najčešće se postavljaju na značajnijim odredištima gdje je velika prijevozna potražnja. Naziv terminala u pravilu odgovara nazivu širega područja kojemu gravitira ili nekom značajnijem odredištu ili izvorištu putničke prijevozne potražnje, kao primjerice škola, bolnica ili željeznički kolodvor. Ostale funkcije terminala su [9]:

- izravnane vremenskih neravnomjernosti u kretanju vozila (zbog zastoja i zagušenja u prometu), a postiže se kraćim ili dužim čekanjem;
- kontrola točnosti kretanja vozila u odnosu na postavljeni vozni red; stajalište je mjesto na liniji na kojima se zaustavljaju vozila, prilagođeno za izlaz i ulaz putnika u i iz vozila JGP-a.

Uobičajna praksa označavanja terminala je takva da je početni terminal onaj koji je bliži centru grada (terminal A), a krajnji terminal je onaj koji je udaljeniji od centra grada (terminal B). Prema tome je Glavni Kolodvor terminal A, a Veliko Polje terminal B.



Slika 6. Terminal Glavni Kolodvor

Izvor: [10]

Terminal Glavni Kolodvor (Slika 6) ima značajnu ulogu zbog svoje važnosti, veličine i vrste terminala. Autobusni terminal Glavni kolodvor nalazi se u centru grada. Na terminalu se nalazi dvanaest perona. Na terminalu Glavni Kolodvor vrši se izmjena putnika te se također okreće više autobusnih linija i tramvajskih linija. Uz sve navedeno nalazi se i željeznička postaja te taksi stajalište. Terminal Glavni Kolodvor sadrži i administrativni dio tvrtke ZET, koji služi za izmjenu i odmor vozača te kupovinu karata. Na terminalu se još nalazi i tržni centar Importanne centar. Važnost terminala Glavni Kolodvor je što se nalazi u centru grada, zbog čega dolazi do velike izmjene putnika, dok terminal Veliko Polje nije značajan, ali predstavlja šire područje kojemu gravitira, te predstavlja glavno odredište za stanovnike toga područja. Za razliku od terminala Veliko Polje, terminal Glavni Kolodvor ima posebna stajališta za dolaske i polaske autobusa.

4.3 Stajališta

Stajalište na liniji javnog gradskog prijevoza označava mjesto gdje se prijevozna sredstva zaustavljaju radi ulaska i izlaska putnika. Postavlja se na mjestima gdje su jaki izvori ili odredišta putnika kao što su kolodvori, robne kuće ili bolnice. Moraju biti postavljena na odgovarajućim udaljenostima duž cijele linije. Međustajališna udaljenost određuje se tako da se promatra cijela linija, broj putnika koji ulaze i izlaze te raspodjela protoka putnika duž linije. Cilj određivanja razmaka među stajalištima je smanjiti vrijeme putovanja putnika. Kada su stajališta postavljena bliže, duljina pješaćenja je manja, ali se prosječna brzina putovanja povećava jer se smanjuje brzina vožnje prijevoznog sredstva. Optimalno vrijeme putovanja svedeno je na najmanju mjeru kada su stajališta postavljena na udaljenosti od 550 metara [1].



*Slika 7. Stajalište Muzej Suvremene Umjetnosti
Izvor: autor uz korištenje programa „Google Earth Pro“*

Slika 7 prikazuje stajalište Muzej Suvremene Umjetnosti gdje dolazi do veće izmjene putnika, zbog većeg broja linija koji se na njemu zaustavlja. Na stajalištu se nalazi informativni stup koji pokazuje točno vrijeme dolazaka svih linija u stvarnom vremenu. U blizini stajališta se nalazi avenija Dubrovnik koja povezuje zapad i istok Novog Zagreba, te se također nalaze škole, vrtići, dom zdravlja te razni ugostiteljski i trgovački objekti, što dodatno opterećuje taj dio trase. Sva stajališta imaju znak autobusnog stajališta, te na kolniku žute oznake autobusnog stajališta. Stajališta su postavljena tako da se u području s većim brojem stanovnika i gravitacijskim područjem nalazi veći broj stajališta, dok je na područjima izvan grada prema naselju Veliko Polje manji broj stajališta, gdje autobus može postići veće brzine te smanjiti vrijeme putovanja.

Tablica 1. Segmenti na liniji 241 Glavni Kolodvor – Veliko Polje

izvorišno stajalište	udaljenost	zračna udaljenost	odredišno stajalište	kumulativna duljina
Glavni Kolodvor	00.4km	00.4km	Lisinski	00.4km
Lisinski	00.6km	00.6km	N.S.Knjižnica	01.0km
N.S.Knjižnica	01.2km	01.2km	Bundek	02.3km
Bundek	00.7km	00.7km	Muzej Suv. Umjetnosti	03.0km
Muzej Suv. Umjetnosti	00.6km	00.6km	Građevinska Škola	03.6km
Građevinska Škola	00.8km	00.7km	Islandska	04.4km
Islandska	00.5km	00.5km	Vatikanska	04.9km
Vatikanska	00.4km	00.4km	Bolšićeva	05.3km
Bolšićeva	00.5km	00.5km	Oreškovićeve	05.8km
Oreškovićeve	01.5km	01.4km	Buzin	07.3km
Buzin	00.7km	00.7km	Odra	08.0km
Odra	00.7km	00.7km	Odra-Nadvožnjak	08.6km
Odra-Nadvožnjak	00.5km	00.5km	Hrašće Turopoljsko	09.2km
Hrašće Turopoljska	00.5km	00.4km	Veliko Polje	09.7km
Veliko Polje	00.6km	00.5km	Goranska	10.3km
Goranska	00.5km	00.5km	Galijska	10.8km

Izvor: autor

Tablica 2. Segmenti na liniji 241 Glavni Kolodvor – Veliko Polje

izvorišno stajalište	udaljenost	zračna udaljenost	odredišno stajalište	kumulativna duljina
Galijska	00.5km	00.5km	Goranska	00.5km
Goranska	00.7km	00.5km	Veliko Polje	01.2km
Veliko Polje	00.4km	00.4km	Hrašće Turopoljska	01.5km
Hrašće Turopoljska	00.7km	00.7km	Odra-Nadvožnjak	02.2km
Odra-Nadvožnjak	00.7km	00.7km	Odra	02.9km
Odra	00.7km	00.7km	Buzin	03.6km
Buzin	01.4km	01.3km	Oreškovićeve	05.0km
Oreškovićeve	00.5km	00.5km	Bolšićeva	05.5km
Bolšićeva	00.4km	00.4km	Vatikanska	05.9km
Vatikanska	00.5km	00.5km	Islandska	06.4km
Islandska	00.8km	00.7km	Građevinska škola	07.2km
Građevinska škola	00.7km	00.7km	Muzej Suv. Umjetnosti	07.9km
Muzej Suv. Umjetnosti	00.6km	00.6km	Bundek	08.5km
Bundek	01.3km	01.3km	N.S.Knjižnica	09.8km
N.S.Knjižnica	00.4km	00.4km	Lisinski	10.2km
Lisinski	00.6km	00.5km	Glavni Kolodvor	10.8km

Izvor: autor

U tablici su prikazani podaci o stajalištima, udaljenostima između stajališta, zračna udaljenost između stajališta te kumulativna duljina za autobusnu liniju 241. Svi podaci očitani su iz programa „Google Earth Pro“. Tablica 1 prikazuje navedene podatke u smjeru Glavni Kolodvor – Veliko Polje, dok Tablica 2 prikazuje podatke za smjer Veliko Polje – Glavni Kolodvor. Kumulativna duljina autobusne linije iznosi 11 kilometara u oba smjera. Najveći razmak između stajališta u oba smjera je između stajališta Buzin i stajališta Oreškovićeve u smjeru Glavni Kolodvor – Veliko Polje iznosi 1.5 km, dok u smjeru Veliko Polje – Glavni Kolodvor iznosi 1.4 km. Razlog tako velikom razmaku između ta dva stajališta je što se između njih nalazi

ne naseljeno područje, te se nalazi izlaz te ulaz na autocestu A3. Najmanja udaljenost u smjeru Glavni Kolodvor – Veliko Polje je između stajališta Vatikanska – Bolšičeva i iznosi 404 metra, dok u smjeru Veliko Polje – Glavni Kolodvor najmanja udajenost je između stajališta Veliko Polje – Hrašće Turopoljska i iznosi 384 metra.

5 DINAMIČKI ELEMENTI LINIJE

Dinamički elementi na liniji dijele se osnovne i izvedene dinamičke elemente. Pod osnovne elemente ubrajaju se broj vozila i vrijeme obrta, a pod izvedene intervale vozila i frekvenciju. Broj vozila na radu određuje se rasporedom vožnje na osnovi prijevoznih zahtjeva i mijenja se u skladu s promjenama prijevoznih zahtjeva [9].

5.1 Broj vozila na liniji

Vozilima se obavlja sav prijevoz putnika na liniji. Tok vozila u gradovima je diskontinuiran zbog uvjeta prometovanja te ga je teško matematički odrediti. Broj vozila se računa s prosječnim vrijednostima osnovnih parametara [1]:

- brzinom;
- gustoćom;
- protokom.

Na liniji 241 svakodnevno prometuju dva vozila kao što je vidljivo iz voznoga reda. Radnim danom i subotom, prvo vozilo kreće u 04:25 s terminala Glavni Kolodvor. Iduće vozilo kreće u 04:50 s terminala Veliko Polje. Tijekom dana se promijene vozači dok im počinje ili završava smjena, a vozila se susreću otprilike na pola puta između početnog i odredišnog terminala te rade obrte tijekom cijelog dana. Nedjeljom prvo vozilo kreće u 05:25 s terminala Glavni Kolodvor. Iduće vozilo kreće u 05:50 s terminala Veliko Polje pa vozila rade obrte tijekom cijelog dana.

5.2 Vrijeme obrta

Vrijeme obrta je vrijeme koje potrebno da vozilo napravi jedan obrt. Vrijeme obrta se sastoji od [1]:

- vremena vožnje (t_v);
- vremena čekanja na stajalištima na ulazak i izlazak putnika ($t_{\text{čui}}$);
- vremena provedenog na terminalima (t_t).

Pomoću formule može se prikazati na sljedeći način:

$$T_o \left| \begin{array}{l} \text{vrijeme obrta na liniji} \end{array} \right. = t_v + t_{\text{čui}} + t_t \quad (1)$$

t_v	vrijeme vožnje
$t_{\check{c}ui}$	vrijeme zadržavanja na stajalištima
t_t	vrijeme provedeno na terminalima

Izvor: [1]

Ukupno vrijeme zadržavanja na terminalima je vrijeme koje je potrebno da se vozači autobusa odmore i krenu sa terminala u novu vožnju po trasi te iznosi u prosjeku 5 minuta. Ukupno vrijeme vožnje je ukupno vrijeme za koje je autobus vozio po trasi, ne računajući vremena stajanja na stajalištima, vremena zadržavanja na terminalima i vremena čekanja ispred raskrižja te prosjek iznosi 30 minuta u smjeru Veliko Polje dok u smjeru Glavni Kolodvor prosjek iznosi 24 minute. Ukupno vrijeme zadržavanja na stajalištima u prosjeku iznosi 3 minute i to je vrijeme koje je potrebno za izmjenu putnika.

Vrijeme obrta se izražava u minutama pomoću brzine obrta iz formule [1]:

		$T_o = \frac{2L}{V_o}$	(2)
T_o	vrijeme obrta na liniji		
L	duljina linije		
V_o	brzina obrta		

Izvor: [1]

Vrijeme obrta radnim danom u popodnevnom periodu je iznosilo 32 minute i 47 sekundi u smjeru terminala Veliko Polje, a u smjeru terminala Glavni Kolodvor 28 minuta i 18 sekundi. U popodnevnom vikend periodu u smjeru terminala Veliko Polje je vrijeme obrta iznosilo 25 minuta i 50 sekundi, a u smjeru terminala Glavni Kolodvor 23 minuta i 7 sekundi. Vrijeme trajanja vožnje, kao i zadržavanje na stajalištima kraće je u smjeru Glavni Kolodvor. Razlog tome je velik broj osobnih automobila i dulje vrijeme ulaska i izlaska putnika koji prometuju linijom, pa se u smjeru Veliko Polje razvija veća gužva. Zbog toga je ukupno trajanje vožnje u smjeru Veliko Polje (58 minuta i 37 sekundi) za 7 minuta i 12 sekundi duže od trajanja vožnje u smjeru Glavni Kolodvor (51 minuta i 25 sekundi), bez obzira što je duljina trase jednaka u oba smjera.

5.3 Interval

Interval ili slijed je vremenski razmak između dva uzastopna vozila na liniji. Izražava se u minutama po vozilu, a izračunava se kao odnos vremena obrta i broja vozila na radu pomoću formule [1]:

$$i = \frac{T_o}{N} \quad (3)$$

T_o	vrijeme obrta na liniji
i	interval na liniji
N	Broj vozila na liniji

Izvor: [1]

Na liniji 241 tijekom normalnog odvijanja prometa interval iznosi 35 minuta u smjeru Veliko Polje dok interval u smjeru Glavni Kolodvor iznosi 30 minuta, što je zadovoljavajuće za putnike koji prometuju tom linijom.

5.4 Frekvencija

Frekvencija predstavlja broj vozila koji u promatranoj jedinici vremena prođe kroz određenu točku na liniji. Izražava se u vozilima na sat (voz/h), a izračunava se kao odnos broja vozila i vremena obrta [1]:

$$f = \frac{N}{T_o} \quad (4)$$

f	frekvencija
T_o	vrijeme obrta na liniji
N	broj vozila na liniji

Izvor: [1]

Frekvencijom se izražava intenzitet kretanja vozila na liniji te se može izračunati i kao recipročna vrijednost intervala [1]:

$$f = \frac{1}{i} \quad (5)$$

f	frekvencija
i	interval

Izvor: [1]

Na liniji 241 frekvencija vozila iznosi 1 voz/h. Prema voznom redu na linij je:

- radnim danom 19 polazaka u svakom smjeru;
- subotom 20 polazaka u svakom smjeru;

- nedjeljom 19 polazaka u svakom smjeru.

Slijed vozila radnim danom je između 50 i 75 minuta ovisno o doba dana u oba smjera, dok vikendom slijed vozila iznosi 60 minuta u oba smjera.

Slika 8 prikazuje vozni red linije 241 na kojem putnici mogu vidjeti polaske autobusa radnim danom i vikendom. Iz njega se također može vidjeti broj vozila koji su u radnom procesu, vremenski razmak između vozila te ukupan broj vozila i polazaka u satu ili danu.

www.zet.hr		www.zet.hr		VOZNI RED		
Brojni centar: 072 500 400 e-mail: javnost@zet.hr Opatovska 105, 10 000 ZAGREB		BROJ LINIJE: 241		U PROMETU OD: 22.06.2018.		
NAZIV LINIJE: Glavni kolodvor - Veliko Polje						
GLAVNI KOLODVOR			RADNI DAN		VELIKO POLJE	
sati	minute		sati	minute		
4	25		4	50		
5	15		5	40		
6	05		6	30		
7	10		7	40		
8	25		8	55		
9	35		9			
10	30		10	00		
11	30		11	00	55	
12	25		12	50		
13	20		13	50		
14	25		14	55		
15	25		15			
16	35		16	00		
17	45		17	15		
18	50		18	20		
19	50		19	20		
20	45		20	15		
21			21	15		
22	15		22	45		
23	15		23	45		
0			0			
GLAVNI KOLODVOR			SUBOTA		VELIKO POLJE	
sati	minute		sati	minute		
4	25		4	55		
5	25		5	55		
6	25		6	55		
7	25		7	55		
8	25		8	55		
9	25		9	55		
10	25		10	55		
11	25		11	55		
12	25		12	55		
13	25		13	55		
14	25		14	55		
15	25		15	55		
16	25		16	55		
17	25		17	55		
18	25		18	55		
19	25		19	55		
20	25		20	55		
21	25		21	55		
22	25		22	50		
23	15		23	40		
0			0			
GLAVNI KOLODVOR			NEDJELJA		VELIKO POLJE	
sati	minute		sati	minute		
5	25		5	50		
6	25		6	55		
7	25		7	55		
8	25		8	55		
9	25		9	55		
10	25		10	55		
11	25		11	55		
12	25		12	55		
13	25		13	55		
14	25		14	55		
15	25		15	55		
16	25		16	55		
17	25		17	55		
18	25		18	55		
19	25		19	55		
20	25		20	55		
21	25		21	55		
22	25		22	55		
23	25		23	50		
0			0			

Napomena: u satima označenim sivom bojom nema polazaka
 Na predviđeno vrijeme polaska/dolaska, mogu utjecati poremećaji u prometu, vremenski uvjeti ili druge izvanredne okolnosti.

Slika 8. Vozni red autobusne linije 241

Izvor: [11]

6 METODOLOGIJA PRIKUPLJANJA I OBRADE PODATAKA

Prikupljanje i obrada podataka odrađeno je pomoću GPS lokatora i obrazcom u koji se upisuju ulasci i izlasci putnika iz vozila. Slika 9 prikazuje GPS lokator s kojim su prikupljeni podaci.



*Slika 9. Lokator GPS signala
Izvor: [12]*

Podaci su se prikupljali radnim danom te vikendom poslijepodne:

- 29.04.2021 (četvrtak) od 15:25 do 16:00 za smjer Glavni Kolodvor – Veliko Polje, te od 16:00 do 16:35 za smjer Veliko Polje – Glavni Kolodvor;
- 08.05.2021 (subota) od 13:25 do 13:55 za smjer Glavni Kolodvor – Veliko Polje, te od 13:55 do 14:25 za smjer smjer Veliko Polje – Glavni Kolodvor.

Prije polaska autobusa s terminala uključio se GPS lokator, koji je pratio trasu linije dok se istodobno ručno obrađivao broj putnika koji su ušli ili izašli iz autobusa na stajalištima ili terminalima. Nakon potpunog prikupljanja podataka pristupilo se obradi. Koristeći program „CanWay“, ruta se učitala u točnom vremenu i lokaciji, a nakon toga se pomoću programa „Google Earth Pro“ (Slika 11) prikazala snimljena ruta i pružala se mogućnost očitavanja brzina kretanja vozila, vremena provedenih na stajalištima, vremena obrta i poluobrta, razmaka na liniji između stajališta kao i svih ostalih statičkih i dinamičkih elemenata. Pomoću programa „Microsoft Excel“ (Slika 10) izradila se analiza i obrada prikupljenih podataka, te su se izrađivali dijagrami koji su prikazivali zauzetost vozila, vremena u prijevoznom procesu i brzine na liniji.

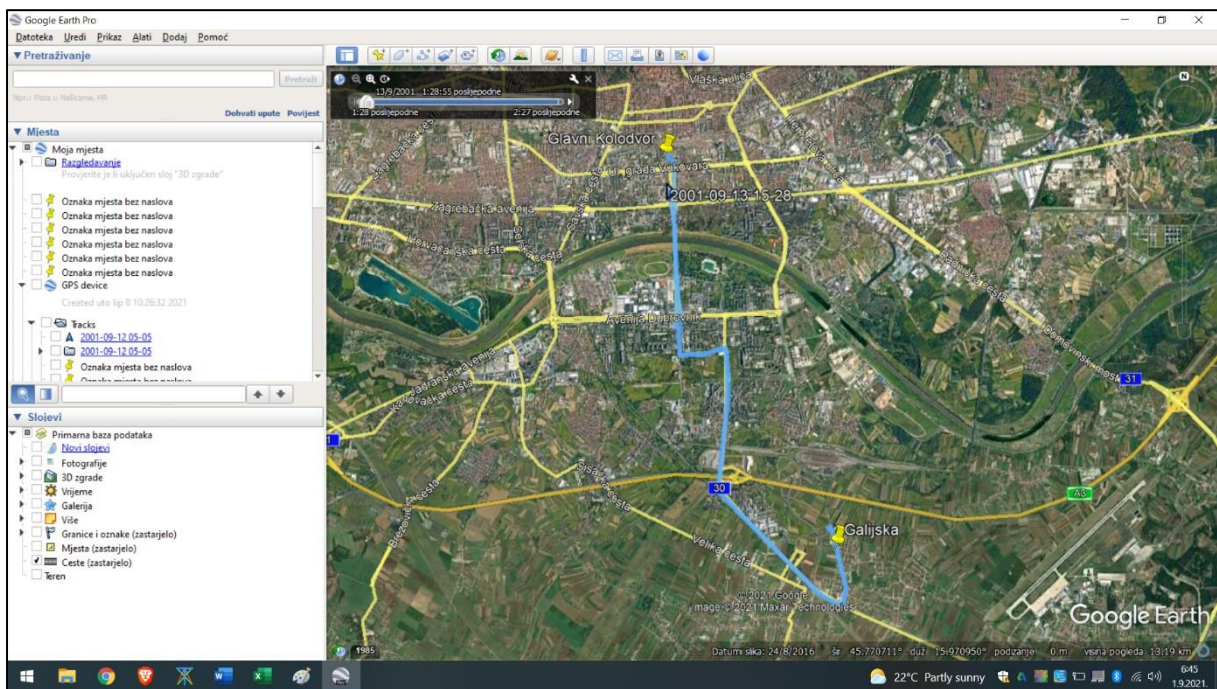
U tablice programa „Microsoft Excel“ (Slika 10) upisivali su se prikupljeni podaci o liniji (podaci o izmjeni putnika, duljini segmenata na liniji), izračunavale su se potrebne vrijednosti

za izradu dijagrama (vremena u prijevoznom procesu, brzina na liniji i zauzetosti vozila) te ostale veličine prijevoznog procesa.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	STUD_MBAG_SUR_NAM	LN DIRCTON NO	glakol 177	FULL_SOURC_NAME	SOURC_LATIT	SOURC_LONGIT	SO_V_5_LI	LENGTH	AERIAL	galijs 347	FULL_DESTI_NAME	DESTI_LATIT	DESTI_LONGIT	DE_V_D_LT	10.8km	
2	0135253484	nek sim 241 lg kvep 01	glakol 177	Glavni_Kolodvor	+45.802580°	+015.977185°	F+1v	clea	0.4km	0.4km	lisins 169	+45.799314°	+015.978580°	F+2v	clea	00.4km
3	0135253484	nek sim 241 lg kvep 02	lisins 169	Lisinski	+45.799314°	+015.978580°	F+1v	clea	0.6km	0.6km	nknjji 157	+45.793980°	+015.979035°	F+2v	clea	01.0km
4	0135253484	nek sim 241 lg kvep 03	nknjji 157	N.S.Knjžnica	+45.793980°	+015.979035°	F+1v	clea	1.2km	1.2km	bundek 161	+45.782867°	+015.979730°	F+1v	clea	02.3km
5	0135253484	nek sim 241 lg kvep 04	bundek 161	Bundek	+45.782867°	+015.979730°	F+1v	clea	0.7km	0.7km	musuum 163	+45.776644°	+015.979784°	F+1v	clea	03.6km
6	0135253484	nek sim 241 lg kvep 05	musuum 163	Muzej_Suv.Unjetnosti	+45.776644°	+015.979784°	F+1v	clea	0.6km	0.6km	gradsk 078	+45.771657°	+015.981678°	F+1v	clea	03.6km
7	0135253484	nek sim 241 lg kvep 06	gradsk 078	Gradevinska_Skola	+45.771657°	+015.981678°	F+1v	clea	0.8km	0.7km	islanska 164	+45.771908°	+015.990628°	F+1v	clea	04.4km
8	0135253484	nek sim 241 lg kvep 07	islanska 164	Islanska	+45.771908°	+015.990628°	F+1v	clea	0.5km	0.5km	vaticka 167	+45.767125°	+015.990874°	F+1v	clea	04.9km
9	0135253484	nek sim 241 lg kvep 08	vaticka 167	Vatikanska	+45.767125°	+015.990874°	F+1v	clea	0.4km	0.4km	bolisic 175	+45.763518°	+015.990594°	F+1v	clea	05.3km
10	0135253484	nek sim 241 lg kvep 09	bolisic 175	Bolšičeva	+45.763518°	+015.990594°	F+1v	clea	0.5km	0.5km	oresko 174	+45.759363°	+015.989947°	F+1v	clea	05.8km
11	0135253484	nek sim 241 lg kvep 10	oresko 174	Oreškovičeva	+45.759363°	+015.989947°	F+1v	clea	1.5km	1.4km	buzinn 125	+45.747139°	+015.993647°	F+1v	clea	07.3km
12	0135253484	nek sim 241 lg kvep 11	buzinn 125	Buzin	+45.747139°	+015.993647°	F+1v	clea	0.7km	0.7km	odraaa 126	+45.742762°	+015.999724°	F+1v	clea	08.0km
13	0135253484	nek sim 241 lg kvep 12	odraaa 126	Odra	+45.742762°	+015.999724°	F+1v	clea	0.7km	0.7km	odrnad 125	+45.738316°	+015.005914°	F+1v	clea	08.6km
14	0135253484	nek sim 241 lg kvep 13	odrnad 125	Odra-Nadvožnjak	+45.738316°	+015.005914°	F+1v	clea	0.5km	0.5km	hratur 125	+45.734902°	+016.010801°	F+1v	clea	09.2km
15	0135253484	nek sim 241 lg kvep 14	hratur 125	Hrašće_Turopolj.	+45.734902°	+016.010801°	F+1v	clea	0.5km	0.4km	vepolj 009	+45.733920°	+016.016243°	F+1v	clea	09.7km
16	0135253484	nek sim 241 lg kvep 15	vepolj 009	Veliko_Polje	+45.733920°	+016.016243°	F+1v	clea	0.6km	0.5km	goranska 346	+45.738855°	+016.015750°	F+1v	clea	10.3km
17	0135253484	nek sim 241 lg kvep 16	goranska 346	Goranska	+45.738855°	+016.015750°	F+1v	clea	0.5km	0.5km	galijs 347	+45.743640°	+016.014104°	F+1v	clea	10.8km
18	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
19	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
20	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
21	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
22	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
23	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
24	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
25	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
26	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
27	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A

Slika 10 Prikaz unesenih podataka u program „Microsoft Excel“
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

Kvaliteta GPS signala bila je dobra, te nije bilo grešaka kod registriranja točnog broja putnika.



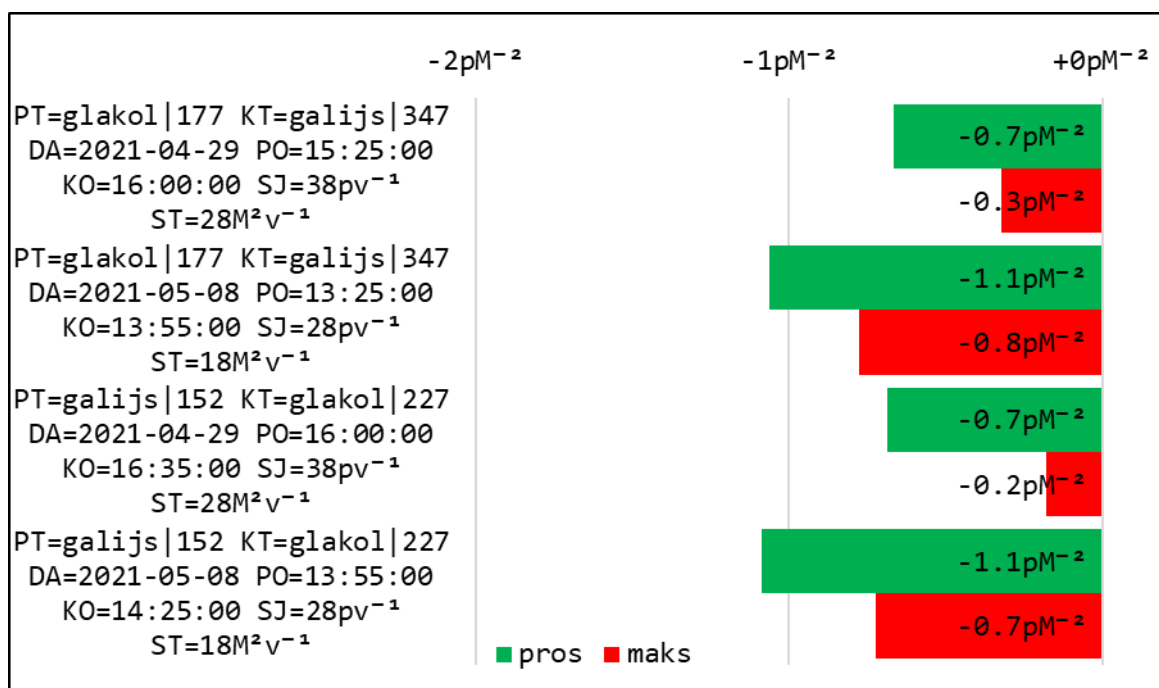
Slika 11 Prikaz učitane rute u programu „Google Earth Pro“
Izvor: autor uz korištenje programa „Google Earth Pro“

7 PRIKAZ REZULTATA ISTRAŽIVANJA

Na liniji 241 radnim danom prometovao je zglobni autobus, dok je vikendom prometovao solo autobus. Zglobni autobus sadrži 38 sjedećih mjesta, 4 vrata te 28 m² stajace površine, dok solo autobus sadrži 28 sjedećih mjesta, 3 vrata te 18 m² stajace površine.

7.1 Zauzetost vozila

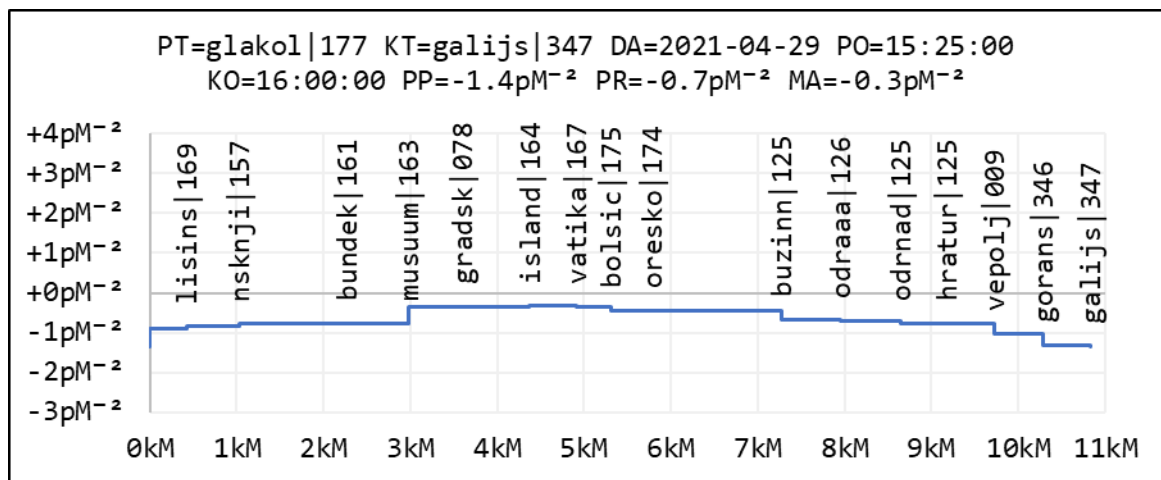
U potpoglavlju su obrađeni kapacitet i zauzetost prijevoznog sredstva na autobusnoj liniji 241, te su prikazane slike dijagrama koji su izračunati te izrađeni na temelju prikupljenih podataka.



Slika 12. Prosječna i maksimalna zauzetost vozila na poluoobrta
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

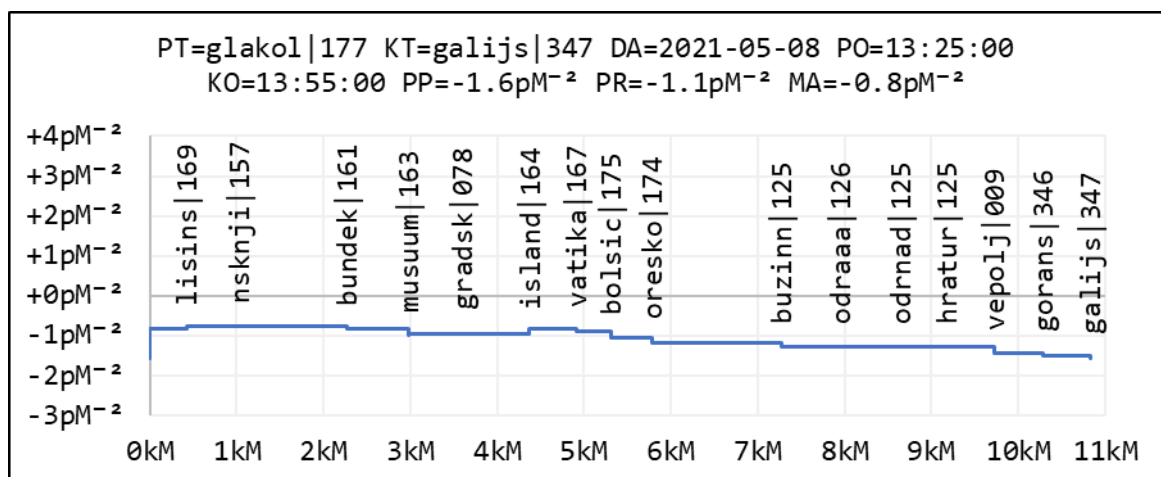
Slika 12 prikazuje prosječnu i maksimalnu zauzetost vozila na poluoobrta. Tijekom popodnevnog vršnog sata u smjeru terminala Veliko Polje prosječna zauzetost vozila iznosila je -0.7 pM⁻², što znači da vozilo nije bilo dovoljno iskorišteno jer je kroz cijelo putovanje bilo slobodnih sjedećih mjesta. Maksimalna zauzetost vozila iznosila je -0.3 pM⁻², što znači da je putovanje bilo udobno jer su putnici imali dosta slobodnog prostora u vozilu. U smjeru terminala Glavni Kolodvor prosječna zauzetost vozila iznosila je -0.7 pM⁻², što znači da vozilo nije bilo dovoljno iskorišteno kroz cijelo putovanje bilo slobodnih sjedećih mjesta. Maksimalna zauzetost vozila iznosila je -0.2 pM⁻², što znači da su putnici imali dosta slobodnog prostora u vozilu. Tijekom popodnevnog vikend perioda u smjeru terminala Veliko Polje prosječna

zauzetost vozila iznosila je -1.1 pM^{-2} , dok je maksimalna iznosila -0.8 pM^{-2} , pa se može zaključiti da je putovanje bilo ugodno za putnike jer su imali dovoljno slobodnog prostora. Vozilo je bilo nedovoljno iskorišteno jer je bilo slobodnih sjedećih mjesta. U smjeru terminala Glavni Kolodvor prosječna zauzetost vozila iznosila je -1.2 pM^{-2} , pa se može zaključiti da je vozilo od početka do kraja putovanja imalo gotovo sva sjedeća mjesta slobodna jer zauzetost praznog vozila iznosi -1.1 pM^{-2} . Maksimalna zauzetost vozila iznosila je -0.7 pM^{-2} , što znači da je putovanje za mali broj putnika koji su se nalazili u vozilu bilo vrlo udobno, jer su putnici imali dovoljno slobodnog prostora.



Slika 13. Zauzetost autobusne linije 241 u popodnevnom vršnom periodu u smjeru Glavni Kolodvor – Veliko Polje

Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“



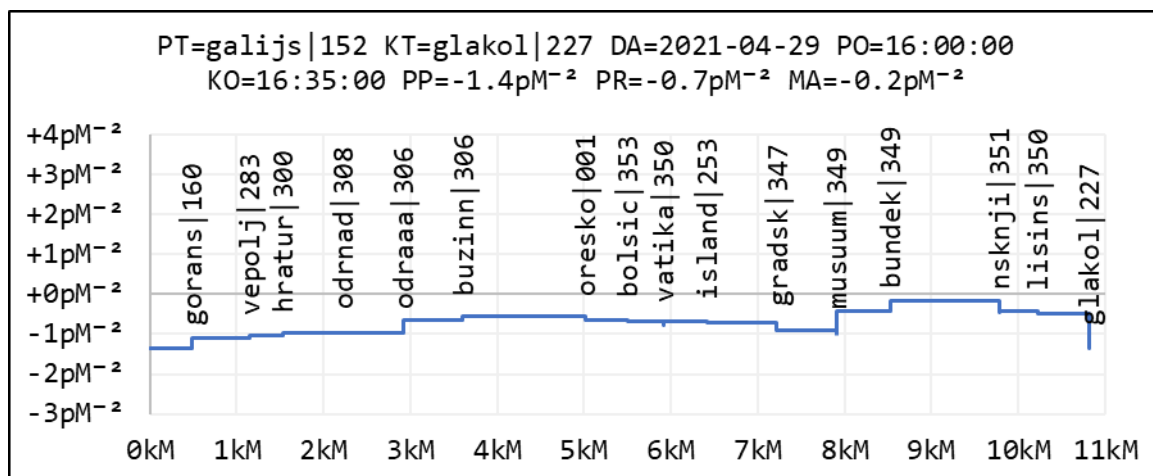
Slika 14. Zauzetost autobusne linije 241 u popodnevnom vikend periodu u smjeru Glavni Kolodvor – Veliko Polje

Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

Slika 13 prikazuje zauzetost autobusne linije 241 u popodnevnom vršnom periodu u smjeru Glavni Kolodvor – Veliko Polje. Vozilo koje je prometovalo je zglobni autobus zbog veće izmjene putnika tijekom radnih dana u tjednu. Zauzetost nije prelazila 0 pM^{-2} . Najveći broj

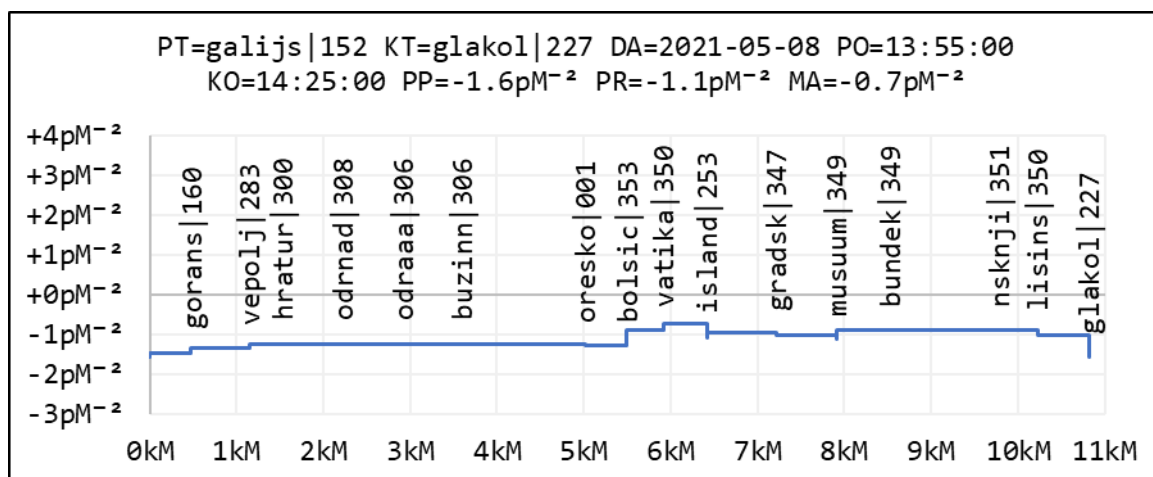
putnika je ušao na terminalu Glavni Kolodvor te na stajalištu Muzej Suvremene Umjetnosti, te se nakon stajališta Buzin broj putnika počinje postupno smanjivati.

Slika 14 prikazuje zauzetost autobusne linije 241 u popodnevnom vikend periodu u smjeru Glavni Kolodvor – Veliko Polje. Vozilo koje je prometovalo je solo autobus zbog manje izmjene putnika vikendom. Zauzetost vozila nije prelazila 0 pM^{-2} . Najveći broj putnika je ušao na terminalu Glavni Kolodvor te je zauzetost lagano padala daljnjom vožnjom uz slobodna sjedeća mjesta.



Slika 15. Zauzetost autobusne linije 241 u popodnevnom vršnom periodu u smjeru Veliko Polje – Glavni Kolodvor

Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“



Slika 16. Zauzetost autobusne linije 241 u popodnevnom vikend periodu u smjeru Veliko Polje – Glavni Kolodvor

Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

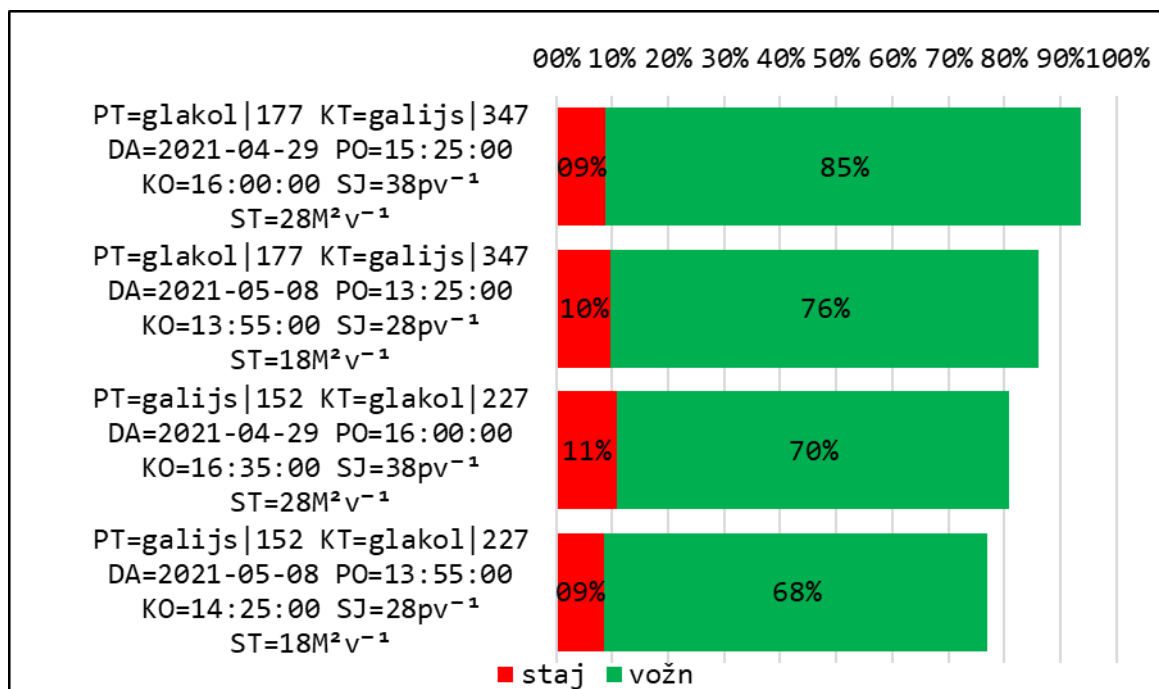
Slika 15 prikazuje zauzetost autobusne linije 241 u popodnevnom vršnom periodu u smjeru Veliko Polje – Glavni Kolodvor. Vozilo koje je prometovalo je zglobni autobus. Vozilo je krenulo prazno sa početnog stajališta te se počelo postupno popunjavati od stajališta Goranska.

Zauzetost vozila također nije prelazila 0 pM^{-2} . Najveći broj putnika je ušao na stajalištu Muzej Suvremene Umjetnosti dok je najveći broj putnika izašao na odredišnom terminalu.

Slika 16 prikazuje zauzetost autobusne linije 241 u popodnevnom vikend periodu u smjeru Veliko Polje – Glavni Kolodvor. Vozilo koje je prometovalo je solo autobus. Zauzetost vozila također nije prelazila 0 pM^{-2} . Vozilo se postupno popunjavalo od početnog stajališta te je najveći broj putnika ušao na stajalištu Bolšićeva, dok je najveći broj putnika izašao na stajalištu Vatikanska te odredišnom terminalu.

7.2 Vremena u prijevoznom procesu

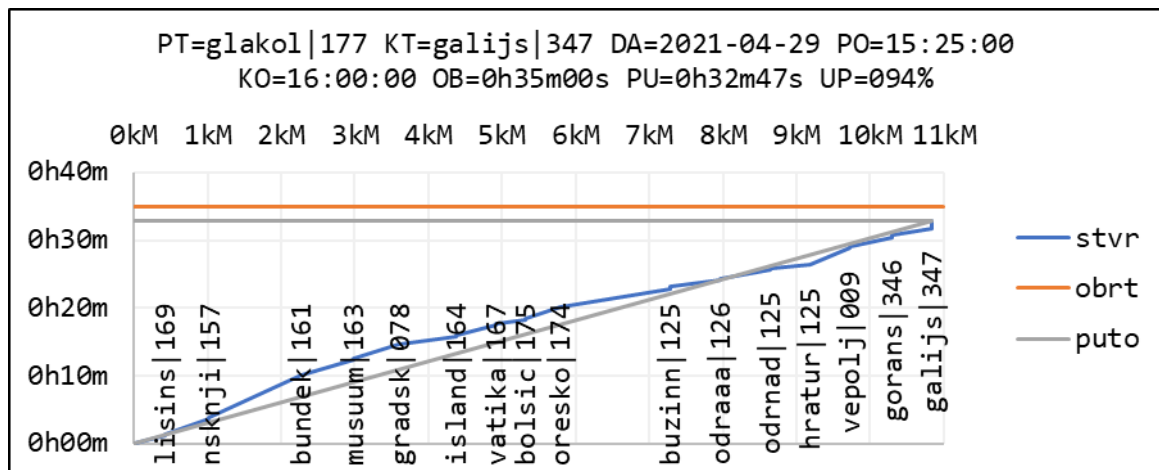
U ovom potpoglavlju su prikazane slike grafova koji su izračunati i izrađeni na temelju prikupljenih podataka. Na slikama plava linija prikazuje stvarno vrijeme putovanja, narančasta prikazuje vrijeme poluobrta, a siva boja prikazuje vrijeme putovanja do odredišnog terminala.



Slika 17. Udio vremena poluobrta po smjerovima u postocima
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

Slika 17 prikazuje udio u vremenu poluobrta autobusne linije 241 Glavni Kolodvor – Veliko Polje u postocima. Postotak vremena zadržavanja na stajalištima je malen zbog male izmjene putnika što je jasno vidljivo iz slike. Vozila su se pridržavala voznog reda. Iz slike je vidljivo da ukupan postotak nije prelazio 100% što znači da su vozila dolazila na vrijeme na odredišne terminale te su vozači imali dosta vremena za odmor. U prvom poluobrtu tijekom poslijepodnevog vršnog perida u smjeru terminala Veliko Polje udio vožnje iznosio je 85%, a udio stajanja 9%. Ukupan postotak iznosio je 94% i manji je od 100%, što znači da je vozilo

stiglo na vrijeme na terminal i vozač je imao vremena za odmor. Tijekom poslijepodnevnog vršnog perioda u smjeru terminala Glavni Kolodvor udio vožnje iznosio je 70%, a udio stajanja 11%. Ukupan postotak iznosio je 81% i manji je od 100%, što znači da je vozilo stiglo na vrijeme na terminal i vozač je imao dovoljno vremena za odmor. U poslijepodnevnom periodu za vikend, u smjeru terminala Veliko Polje udio vožnje iznosio je 76%, a udio stajanja 10%. Ukupan postotak iznosio je 86% i manji je od 100%, što znači da je vozilo stiglo na vrijeme na terminal i vozač je mogao odmoriti prije ponovnog polaska. Tijekom popodnevnog vikend perioda u smjeru Glavni Kolodvor udio vožnje iznosio je 68%, a udio stajanja 9%. Ukupan postotak iznosio je 77% i manji je od 100%, što znači da je vozilo stiglo na vrijeme na određeni terminal i vozač je imao dovoljno vremena za odmor prije ponovnog polaska. Vidljivo je kako je vozilo provelo najviše vremena u vožnji prema terminalu Veliko Polje zbog povećanog broja osobnih automobila u tom smjeru.



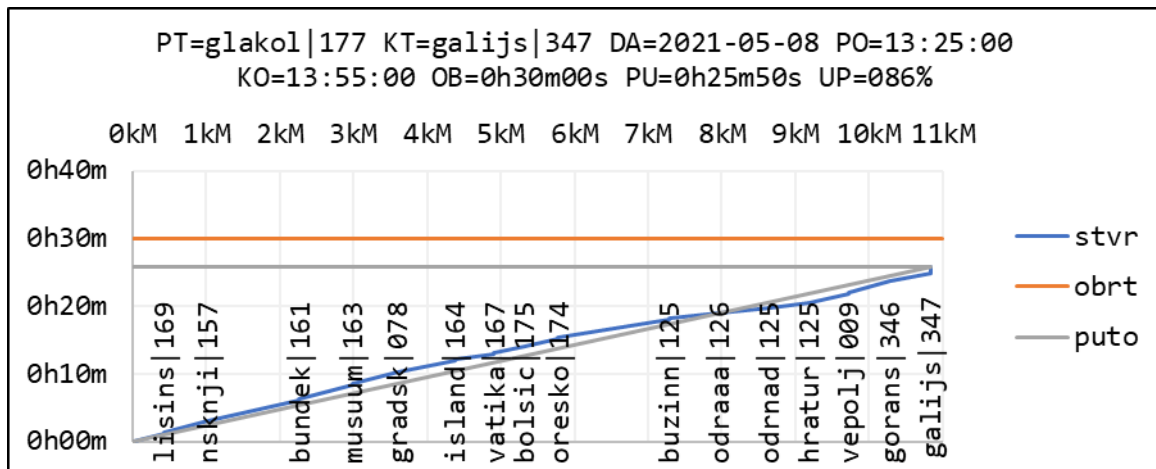
Slika 18. Vrijeme putovanja autobusne linije 241 u popodnevnom vršnom periodu u smjeru Glavni Kolodvor – Veliko Polje

Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

Slika 18 prikazuje vrijeme putovanja autobusne linije 241 za vrijeme popodnevnog vršnog perioda u smjeru Glavni Kolodvor – Veliko Polje. Vozilo je krenulo prema voznom redu i ranije stiglo na određeni terminal, ali vozilo je putovalo uz zastoje što je vidljivo iz slike, jer je plava linija većinom vožnje iznad sive. Postotni iznos vremena putovanja jednak je 94% te je vrijeme putovanja za 6% manje od vremena poluobrta, što znači da je vozač imao vremena za odmor i usklađivanje voznog reda.

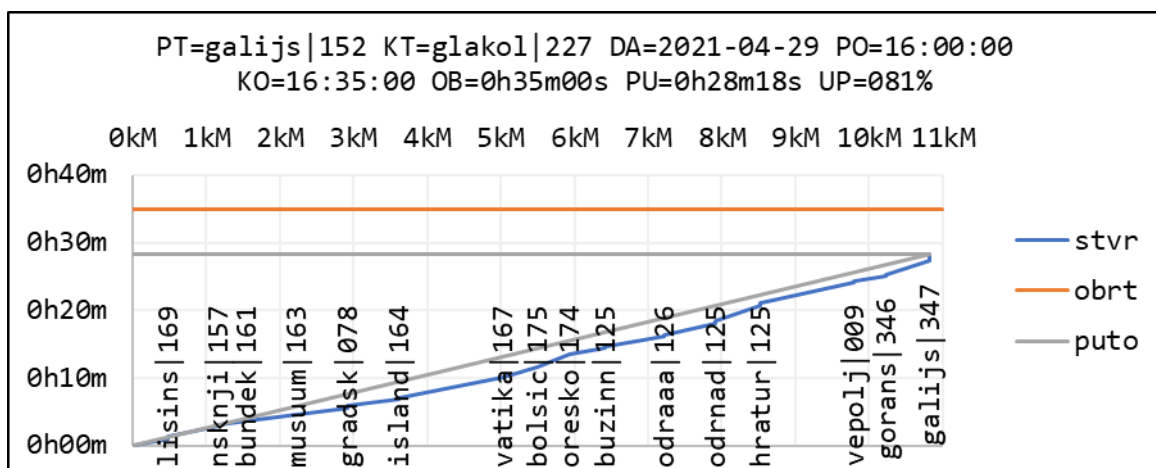
Slika 19 prikazuje vrijeme putovanja autobusne linije 241 u poslijepodnevnom periodu vikendom u smjeru Glavni Kolodvor – Veliko Polje. Vozilo je krenulo prema voznom redu i stiglo ranije na određeni terminal uz male zastoje što je vidljivo iz slike gdje plava linija za

vrijeme vožnje ne odskaače puno od sive linije. Postotni iznos vremena iznosi 86% te je vrijeme putovanja manje 14% od vremena poluobrta.



Slika 19. Vrijeme putovanja autobusne linije 241 u popodnevnom vikend periodu u smjeru Glavni Kolodvor – Veliko Polje

Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“



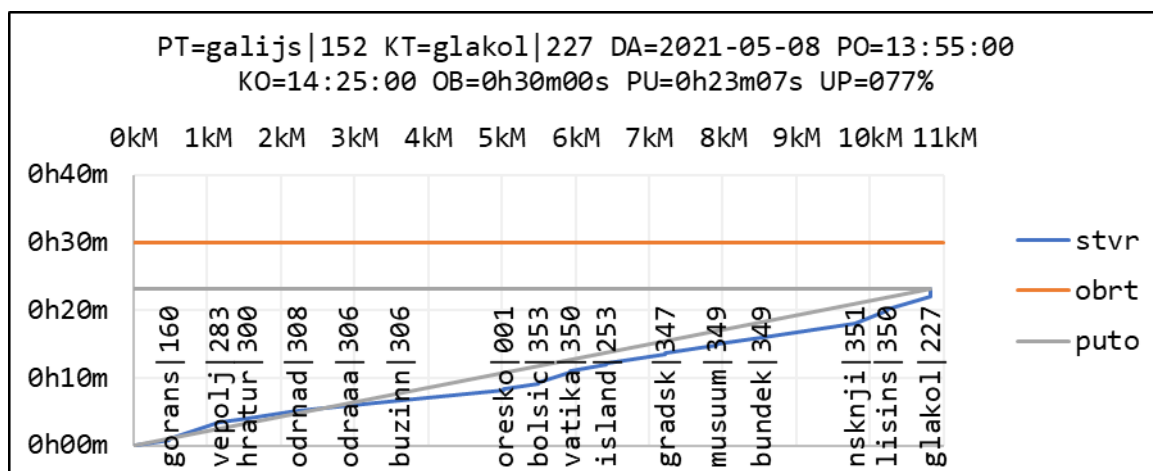
Slika 20. Vrijeme putovanja autobusne linije 241 u popodnevnom vršnom periodu u smjeru Veliko Polje – Glavni Kolodvor

Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

Slika 20 prikazuje vrijeme putovanja autobusne linije 241 u poslijepodnevnom vršnom periodu u smjeru Veliko Polje – Glavni Kolodvor. Vozilo je krenulo prema voznom redu te je također stiglo ranije na odredišni terminal, vozilo je putovalo bez zastoja što je vidljivo iz slike gdje je plava linija za vrijeme vožnje cijelo vrijeme ispod sive linije. Postotni iznos vremena iznosi 81% te je vrijeme putovanja 19% manje od vremena poluobrta.

Slika 21 prikazuje vrijeme putovanja autobusne linije 241 u poslijepodnevnom periodu vikendom u smjeru Veliko Polje – Glavni Kolodvor. Vozilo je krenulo prema voznom redu, ali je imalo male zastoje na početku vožnje, što je vidljivo iz slike, jer plava linija prelazi sivu

liniju, pa je vozilo ranije stiglo na odredišni terminal zbog male izmjene putnika. Postotni iznos vremena je jednak 77%, te je vrijeme putovanja manje 23% od vremena poluobrta.



Slika 21. Vrijeme putovanja autobusne linije 241 u popodnevnom vikend periodu u smjeru Veliko Polje – Glavni Kolodvor

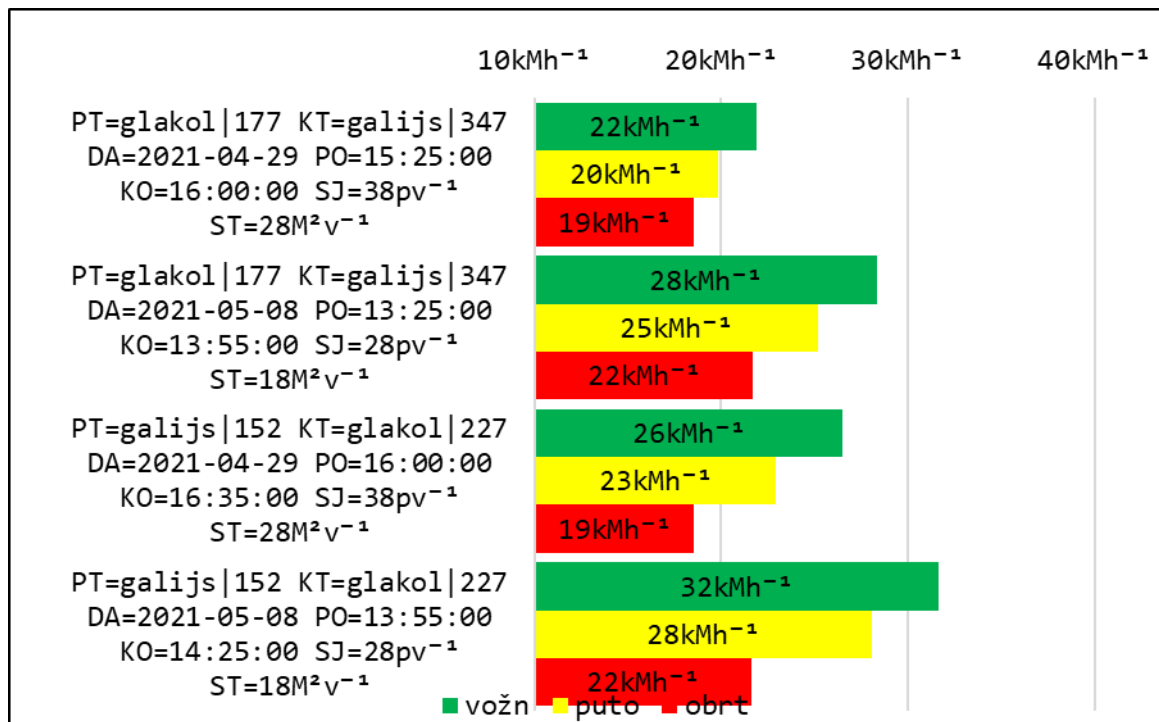
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

7.3 Brzine na liniji

Obradom dobivenih podataka analizirane su brzine na liniji. Brzina vožnje, brzina putovanja, te brzina poluobrta su obrađene. Brzina vožnje je brzina koju je autobusno vozilo imalo u pokretu, dok je brzina putovanja brzina koje je vozilo imalo u pokretu uključujući i stajanje na stajalištima, a brzina poluobrta uključuje i vrijeme provedeno na terminalima.

Slika 22 prikazuje brzine na odrađenim poluoobrta dobivenih analiziranjem podataka. Vozilo je najmanje prosječne brzine ostvarilo u popodnevnom vršnom periodu u smjeru Glavni Kolodvor – Veliko polje, a razlog tomu je povećan broj osobnih automobila. Na autobusnoj liniji 241 razvijaju se veće prosječne brzine u smjeru Veliko Polje – Glavni Kolodvor što je vidljivo iz slike, pa zbog toga jer nema zagušenja u prometu u tom smjeru. Tijekom popodnevnog vršnog sata brzine su se razlikovale, ali i dalje nisu bile veće razlike između smjerova. Brzina vožnje u smjeru terminala Veliko Polje iznosila je 22 km/h, a u smjeru terminala Glavni Kolodvor 26 km/h. Brzina putovanja u smjeru terminala Veliko Polje iznosila je 20 km/h, a u smjeru terminala Glavni Kolodvor 23 km/h. Brzina poluobrta u smjeru terminala Veliko Polje iznosila je 19 km/h, a u smjeru terminala Glavni Kolodvor 19 km/h. Također tijekom popodnevnog vikend perioda brzine su se razlikovale, ali i dalje nisu bile veće razlike između smjerova. Brzina vožnje u smjeru terminala Veliko Polje iznosila je 28 km/h, a u smjeru terminala Glavni Kolodvor 32 km/h. Brzina putovanja u smjeru terminala Veliko Polje iznosila je 25 km/h, a u smjeru terminala Glavni Kolodvor 28 km/h. Brzina poluobrta u smjeru terminala

Veliko Polje iznosila je 22 km/h, a u smjeru terminala Glavni Kolodvor 22 km/h. Vozilo postiže zadovoljavajuće brzine i na odredište se stiže u najkraćem mogućem vremenu, ako u prometu nema većih zagušenja.



Slika 22. Brzina na autobusnoj liniji 241 Glavni Kolodvor – Veliko Polje
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

8 ZAKLJUČAK

U Zagrebu je jedan od glavnih problema prevelika uporaba osobnog automobila. Problem javnog gradskog prijevoza je što nije stavljen kao prioritet, nego se pozornost posvećuje osobnim automobilima, javnim garažama i parkiralištima. Autobusna mreža je potpuno integrirana u uličnu mrežu, te samim time nastanu veliki repovi čekanja. Postoje žuti trakovi koji odvajaju javni od privatnog prometa, ali su neučinkoviti, jer za vršnog perioda ostala vozila prometuju njima, čime nastaje zagušenje te kašnjenje u javnom prijevozu.

Linija 241 vrlo je važna za stanovnike područja Velikog polja jer izravno povezuje Veliko Polje s centrom grada, pogotovo za putnike koji žele povoljno i u kratkom vremenskom roku stići do centra grada. Trasa linije proteže se glavnim prometnicama gdje postoji određeno vrijeme čekanja na semaforiziranim raskrižjima u razini, ali se jednim dijelom promet nesmetano odvija brzom cestom koja spaja područje Grada Zagreba i područje naselja Velikog Polja. Kroz cijelu trasu linije autobus vozi isključivo bijelim trakovima (zajednički trakovi s ostalim vozilima) te nigdje nema zasebne trakove. To smanjuje brzinu vožnje i povećava vrijeme putovanja.

Analizom statičkih elemenata na linijama uočeno je kako je pokrivenost stajalištima na linijama zadovoljavajuća, jer svako naselje na trasi linije ima stajalište. Većina stajališta ima potrebne elemente za ugodno čekanje na prijevoz (nadstrešnicu i klupu, oznaku na kolniku za autobusno stajalište, te znak autobusnog stajališta), no postoje određena stajališta koja ne sadrže sve od prethodno navedenog te bi im određene elemente trebalo dodati. Postoji i nekoliko stajališta koja sadrže informatički stup koji je važan za putnike jer im omogućuje u realnom vremenu pratiti dolaske određenih linija na stajalište.

Brojenje putnika provedeno je radnim danom i vikendom u popodnevnom periodu, te se iz rezultata zaključuje kako više putnika putuje radnim danom. To je i smisljeno, jer radnim danima putnici imaju više obveza u gradu, pa ih više i putuje prema centru. Na temelju mjerenja se također vidi kako je linija iskorištenija u smjeru Glavni Kolodvor te je udobnost zadovoljavajuća jer u niti jednom trenutku nisu bila zauzeta sva mjesta.

Promatrajući prosječne brzine putovanja na linijama, vidljivo je kako prosječne brzine nisu bile ispod 20 kmh^{-1} , što je pokazatelj optimalnih udaljenosti između stajališta. Brzine na liniji zadovoljavajuće su jer se u najkraćem mogućem vremenu može stići na odredište ako u prometu nema većih zagušenja. Pojavom zagušenja u prometu pojedine brzine na liniji postanu niže nego uobičajeno.

Vremena poluobrta su približno podjednaka. Vremena vožnje prema Velikom Polju su veća nego vremena vožnje prema Glavnom Kolodvoru što se događa samo u popodnevnim vršnim satima jer dolazi do povećanog korištenja osobnih automobila zbog putovanja putnika na relaciji posao – kuća. Vremena iz analize su u skladu s regulativom gdje vozilo dolazi nekoliko minuta prije na terminale i vozač ima vremena za odmor između vožnji. Brzine vožnje su također manje prema Velikom Polju nego prema Glavnom Kolodvoru.

Prednost linije je dovoljan broj polazaka tijekom radnog tjedna te tijekom vikenda koji je zadovoljavajući u odnosu na prijevoznu potražnju i trasa linije koja direktno povezuje naselje Veliko polje, te je također prednost udobnost u autobusu jer u nijednom trenutku nisu bila popunjena sva sjedeća mjesta.

Najveći nedostatak koji se može izdvojiti je prometno zagušenje u vršnim satima na raskrižju Avenije Većeslava Holjevca i Avenije Dubrovnik. Zbog velikoga broja osobnih vozila se smanjuje brzina putovanja, te su tamo najčešći i najveći zastoji u vršnim satima, te je također nedostatak nedovoljna iskorištenost linije to jest mala izmjena putnika.

Literatura

- [1] G. Štefančić, Tehnologija gradskog prometa I, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti, 2008.
- [2] Zagrebački električni tramvaj, »O nama,« ZET, 13 08 2021. [Mrežno]. Available: <https://www.zet.hr/o-nama/259>. [Pokušaj pristupa 18 08 2021].
- [3] hrsale, »tramvajska mreža,« hrsale, 20 08 2021. [Mrežno]. Available: <https://hrsale.2021factoryclearance.com/category?name=tramvajska%20mre%C5%BEa>. [Pokušaj pristupa 20 08 2021].
- [4] L. Milić, *Analiza autobusne činije 212 Dubec - Sesvete u Zagrebu*, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti, 2019.
- [5] Poslovni dnevnik, »Vijesti,« Poslovni dnevnik, 04 03 2019. [Mrežno]. Available: <https://www.poslovni.hr/hrvatska/uskoro-u-prodaju-idu-jeftinije-karte-u-vozilima-zet-a-saznajte-njihove-cijene-350697>. [Pokušaj pristupa 20 08 2021].
- [6] Zagrebački električni tramvaj, »Cijene, prodaja i plaćanje,« ZET, 13 08 2021. [Mrežno]. Available: <https://www.zet.hr/cijene-prodaja-i-placanje/50>. [Pokušaj pristupa 18 08 2021].
- [7] Zagrebački električni tramvaj, »Detaljnije o zonama i tarifnim područjima,« ZET, [Mrežno]. Available: <https://www.zet.hr/zone-i-tarifna-podrucja/detaljnije-o-zonama-i-tarifnim-podrucjima/66>. [Pokušaj pristupa 30 8 2021].
- [8] M. Lukec, *Integrirani prijevoz putnika u zagrebačkom gravitacijskom području*, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti, 2018.
- [9] M. Rajsman, *Osnove tehnologije prometa: Gradski promet*, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti, 2012.
- [10] Wikiwand, »Javni gradski promet u Zagrebu,« Wikiwand, 20 08 2021. [Mrežno]. Available: https://www.wikiwand.com/hr/Javni_gradski_promet_u_Zagrebu. [Pokušaj pristupa 20 08 2021].

- [11] Zagrebački električni tramvaj, »Vozni red 241,« ZET, 22 06 2018. [Mrežno]. Available: <https://www.zet.hr/UserDocsImages/Autobusne%20linije%20-%20korona/241.pdf?vel=46981>. [Pokušaj pristupa 20 08 2021].
- [12] »Manuals library,« [Mrežno]. Available: <https://www.manualslib.com/manual/813725/Canmore-Gt-740-Fl.html?page=3#manual>. [Pokušaj pristupa 20 08 2021].
- [13] Zagrebački električni tramvaj, »DETALJNIJE O ZONAMA I TARIFNIM PODRUČJIMA,« ZET, [Mrežno]. Available: <https://www.zet.hr/zone-i-tarifna-podrucja/detaljnije-o-zonama-i-tarifnim-podrucjima/66>. [Pokušaj pristupa 31 8 2021].

POPIS SLIKA I TABLICA

Slika 1. Mreža tramvajskih linija	2
Slika 2. Prikaz vrsta papirnatih karata	3
Slika 3 Tarifne zone i prometno - tarifna područja	4
Slika 4. Trasa linije	6
Slika 5. Područje obuhvata autobusne linije 241	7
Slika 6. Prikaz terminala Glavni Kolodvor.....	10
Slika 7 Stajalište Muzej Suvremene Umjetnosti.....	11
Slika 8. Vozni red autobusne linije 241	17
Slika 9. Lokator GPS signala	18
Slika 10 Prikaz unesenih podataka u program „Microsoft Excel“	19
Slika 11 Prikaz učitane rute u programu „Google Earth Pro“	19
Slika 12. Prosječna i maksimalna zauzetost vozila na poluobrtima.....	20
Slika 13. Zauzetost autobusne linije 241 u popodnevnom vršnom periodu u smjeru Glavni Kolodvor – Veliko Polje	21
Slika 14. Zauzetost autobusne linije 241 u popodnevnom vikend periodu u smjeru Glavni Kolodvor – Veliko Polje.....	21
Slika 15. Zauzetost autobusne linije 241 u popodnevnom vršnom periodu u smjeru Veliko Polje – Glavni Kolodvor.....	22
Slika 16. Zauzetost autobusne linije 241 u popodnevnom vikend periodu u smjeru Veliko Polje – Glavni Kolodvor.....	22
Slika 17. Udio vremena poluobrta po smjerovima u postotcima	23
Slika 18. Vrijeme putovanja autobusne linije 241 u popodnevnom vršnom periodu u smjeru Glavni Kolodvor – Veliko Polje	24
Slika 19. Vrijeme putovanja autobusne linije 241 u popodnevnom vikend periodu u smjeru Glavni Kolodvor – Veliko Polje	25

Slika 20. Vrijeme putovanja autobusne linije 241 u popodnevnom vršnom periodu u smjeru Veliko Polje – Glavni Kolodvor	25
Slika 21. Vrijeme putovanja autobusne linije 241 u popodnevnom vikend periodu u smjeru Veliko Polje – Glavni Kolodvor	26
Slika 22. Brzina na autobusnoj liniji 241 Glavni Kolodvor – Veliko Polje	27
Tablica 1. Segmenti na liniji 241 Glavni Kolodvor – Veliko Polje	12
Tablica 2. Segmenti na liniji 241 Glavni Kolodvor – Veliko Polje	12



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ završni 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 _____ završnog rada
pod naslovom _____

Analiza autobusne linije 241 Glavni kolodvor - Veliko Polje u Zagrebu

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

U Zagrebu, _____ 24.04.2022. _____

Student/ica:

Jane Mikić

(potpis)