

Analiza autobusne linije 172 Črnomerec-Zaprešić

Foder, Filip

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

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:119:450130>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-27**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Filip Foder

Analiza autobusne linije 172 Črnomerec-Zaprešić

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, rujan 2020.

Zagreb, 13. ožujka 2020.

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

ZAVRŠNI ZADATAK br. 5552

Pristupnik: **Filip Foder (0135237809)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Gradski promet**


Zadatak: **Analiza autobusne linije 172 Črnomerec-Zaprešić**

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, te donijeti zaključke o učinkovitosti prijevoznog procesa na liniji.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:



Dino Šojat, mag. ing. traff.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Filip Foder

Analiza autobusne linije 172 Črnomerec-Zaprešić

Analyzing Bus Line 172 Črnomerec - Zaprešić

Mentor: Dino Šojat, mag. ing. traff.

Student: Filip Foder, 0135237809

Zagreb, rujan 2020.

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 172 Črnomerec – Zaprešić te njenim statičkim dinamičkim elementima, prostornom obuhvatu, te glavnim karakteristikama linije. Cilj rada je na temelju brojenja putnika na liniji u vršnim satima utvrditi da li je iskorištenost linije zadovoljavajuća, dati uvid u stanje brzina i vremena u prijevoznom procesu linije te pokušati ponuditi idejno rješenje za spomenutu autobusnu liniju.

KLJUČNE RIJEČI: analiza protoka putnika, autobusna linija, brojenje putnika

SUMMARY

Public transport has to be efficient, and its main characteristic has to be accessibility for every citizen. The 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 172 Zaprešić-Črnomerec, its static and dynamic elements, spatial coverage and the main characteristics of the line. The aim of this thesis, based on passenger counting in the peak hours, is to determine utilization, to provide an insight into speeds and travel times of the bus line with the collected time, vehicle and passenger data, and to propose solutions for the line.

KEY WORDS: bus line, passenger counting, passenger flow analysis

Sadržaj

1.UVOD	1
2 PROSTORNI OBUHVAT AUTOBUSNE LINIJE 172	2
3 STATIČKI ELEMENTI LINIJE	5
3.1. Trasa linije	6
3.2 Terminali.....	7
3.3 Stajališta	9
4 DINAMIČKI ELEMENTI LINIJE	12
5 BROJENJE PUTNIKA NA LINIJI	17
6 KARAKTERISTIKE PUTNIČKIH TOKOVA.....	24
7 ZAKLJUČAK.....	25
LITERATURA	27
POPIS SLIKA.....	27
POPIS TABLICA.....	29
POPIS GRAFIKONA	30

1.UVOD

Današnji trendovi globalizacije svijeta uvjetuju sve veću potrebu mobilnosti putnika. Urbanizacija uzrokuje sve kompleksnije prometne probleme, te pravi izazov predstavljaju tehnologija prijevoza putnika unutar urbanih područja regija i gradova. Uloga javnog gradskog prijevoza je da može zadovoljiti velike prijevozne potražnje koje su karakteristične za urbanizirana područja za razliku od osobnog automobila.

Tema ovog rada je prometno-tehnička analiza gradske autobusne linije 172 Črnomerec-Zaprešić. U radu je potrebno obraditi statičke i dinamičke elemente linije, prikazati i opisati prostorni obuhvat, izvesti brojanje putnika na liniji u oba smjera u vršnim satima, analizirati protok putnika te dati uvid u sadašnje stanje linije.

Rad je podijeljen u sedam cjelina. Nakon uvoda, u poglavlju 2 opisan je prostorni obuhvat autobusne linije 172, karakteristike prostora koji linija spaja, koje dijelove grada povezuje te su prikazane slike rute i gravitacijskog područja. Treće poglavlje opisuje statičke elemente linije koji podrazumijevaju duljinu linije, međustajališne udaljenosti i udaljenosti terminala koji su samostalno izračunati te njihove karakteristike. Četvrto poglavlje opisuje dinamičke elemente koji se mijenjaju prema prijevoznim zahtjevima na liniji. Pored prikaza osnovnih formula napravljen je i izračun za dinamičke elemente na liniji 172 te su prikazani grafikoni izrađeni od prikupljenih podataka radi zornijeg predočavanja. Peto poglavlje obuhvaća tablično prikazane podatke dobivene mjerenjem putnika tijekom dva radna dana te izrađene grafikone od tih podataka kojima se prikazuje izmjena putnika te popunjenost. U šestom poglavlju napravljena je analiza protoka putnika te su izračunate vrijednosti koeficijenta izmjene putnika i koeficijenta neravnomjernosti protoka. Nakon šestog poglavlja slijedi zaključak.

2 PROSTORNI OBUHVAT AUTOBUSNE LINIJE 172

Autobusni prijevoz ZET-a organiziran je na području Grada Zagreba, gradova Velika Gorica i Zaprešić, te općina Bistra, Luka, Stupnik i Klinča Sela. Cjelokupni autobusni promet odvija se na 146 dnevne (114 gradskih autobusnih linija 32 prigradske autobusne linije) i četiri noćne linije te na pet linija posebnog linijskog prijevoza [1]. Vozni park se sastoji od 410 autobusnih vozila, prosječne starosti 8 godina. Vozni park se sastoji od vozila marke MAN, Mercedes Benz, Iveco - Irisbus koji su smješteni u garažama u Podsusedu, Dubravi i Velikoj Gorici. Nova su vozila uglavnom niskopodna pa je zbog toga javni gradski prijevoz pristupačniji svim kategorijama korisnika. Autobusna linija 172 Zaprešić – Črnomerec je prigradska linija koja spaja Zaprešić sa zapadnim dijelom grada Zagreba. Autobusna linija svojom rutom prolazi kroz grad Zaprešić te zapadnim naseljima Zagreba (Podsused, Gajnice, Vrapče). Na istoku na rijeci Krapini graniči sa Bistrom i Zagrebom, na jugozapadu na rijeci Savi graniči sa Svetom Nedeljom, na zapadu sa Brdovcem te na sjeveru sa Pušćom.

Najbitnije prometnice kroz koje linija prolazi u Zaprešiću su Ulica Matije Skurjenija, Ulica bana Josipa Jelačića, Ulica Kardinala Alojzija Stepinca te Ulica Maršala Tita. Na istoku prema Zagrebu prolazi Alejom Bologne te dijelom Ilice do terminala Črnomerec. Tablica 1 prikazuje stajališta na liniji .

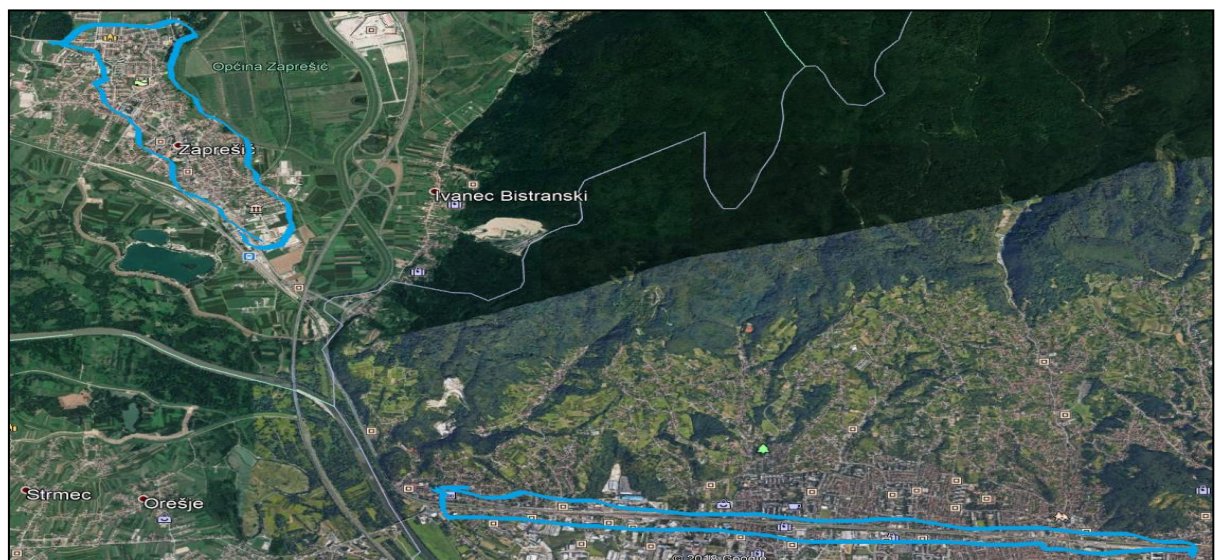
Tablica 1. Stajališta linije 172. Izvor: autor

redni broj stajališta	naziv stajališta
1.	Zelengaj
2.	Trg Dr. Tuđmana
3.	Mažuranićeva
4.	Stadion
5.	Terminal
6.	Dom Zdravlja
7.	Kodrmanova
8.	Crkva
9.	Klake
10.	Željeznička stanica
11.	Jarek
12.	Podsused
13.	Prigornica
14.	Dubravica
15.	Gajnice
16.	Vrapčanska aleja
17.	Vrapčanska
18.	Črnomerec

Na stajalištu Terminal može se presjesti na autobusne linije koje voze izvan Zaprešića (174 - Žejinci, 175 Pojatno – Gornja Bistra, 182 Groblje – Šibice), dok se na stajalištu Željeznička stanica može ostvariti transfer odnosno prelazak na željeznicu u smjeru istoka prema Zagrebu. Najvažnija stajališta su Terminal u Zaprešiću, Stadion (ŠRC Zaprešić, Veleučilište Baltazar), Dom Zdravlja (dom zdravlja, tržnica, OŠ Antun Augustinčić), Trg Dr. Tuđmana (SŠ Ban Josip Jelačić, OŠ Ljudevit Gaj).



Slika 1. Ruta autobusne linije 172 zabilježena GPS lokatorom. Izvor: [2]



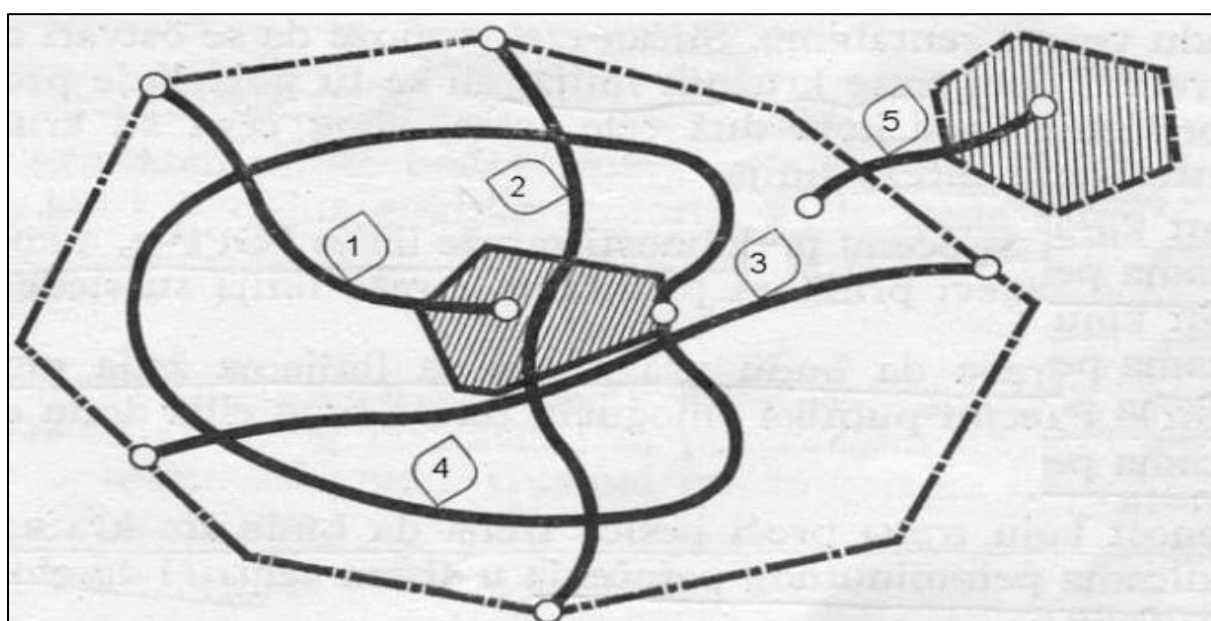
Slika 2. Gravitacijsko područje autobusne linije 172. Izvor: [2]

Slika 1 prikazuje rutu linije 172 s označenim početnim i završnim stajalištima Črnomerec i Zelengaj, a koja je zabilježena pomoću GPS lokatora prilikom brojenja putnika u autobusu. Na slici se vidi da linija prolazi većinom kroz samo središte Zaprešića, te da ruta ne pokriva cijeli grad jer prolazi Velikim dijelom Aleje Bologne i dijelom Ilice. Slika 2 predstavlja gravitacijsko područje odnosno područje koje zahvaća

prostor putnika koji se koriste autobusnom linijom 172. Iz slike se vidi da nije cijeli Zaprešić gravitacijsko polje linije 172 jer autobusna linija ne pokriva cijeli grad te sjeverozapadni dio grada najviše koristi osobne automobile ili željeznicu prema Sloveniji.

3 STATIČKI ELEMENTI LINIJE

Mreža linija predstavlja glavnu komponentu infrastrukture sustava javnog prijevoza. To su sve linije javnoga gradskog prijevoza neke urbane sredine koje se međusobno preklapaju ili presijecaju. Uslugu javnog prijevoza obavljaju prijevozna sredstva koja prometuju linijama po unaprijed utvrđenom voznom redu i trasi. Linija javnog gradskog prijevoza je dio mreže linija koja je koordinirana za učinkovito prometovanje. Sastoji se od: trasa, stajališta i terminala. Prema načinu pružanja u odnosu na granice grada, linije mogu biti: radijalne, dijametralne, tangencijalne, kružne, polukružne, periferne [3].



Slika 3. Vrste linija prema načinu pružanja u odnosu na granice grada. Izvor: [4]

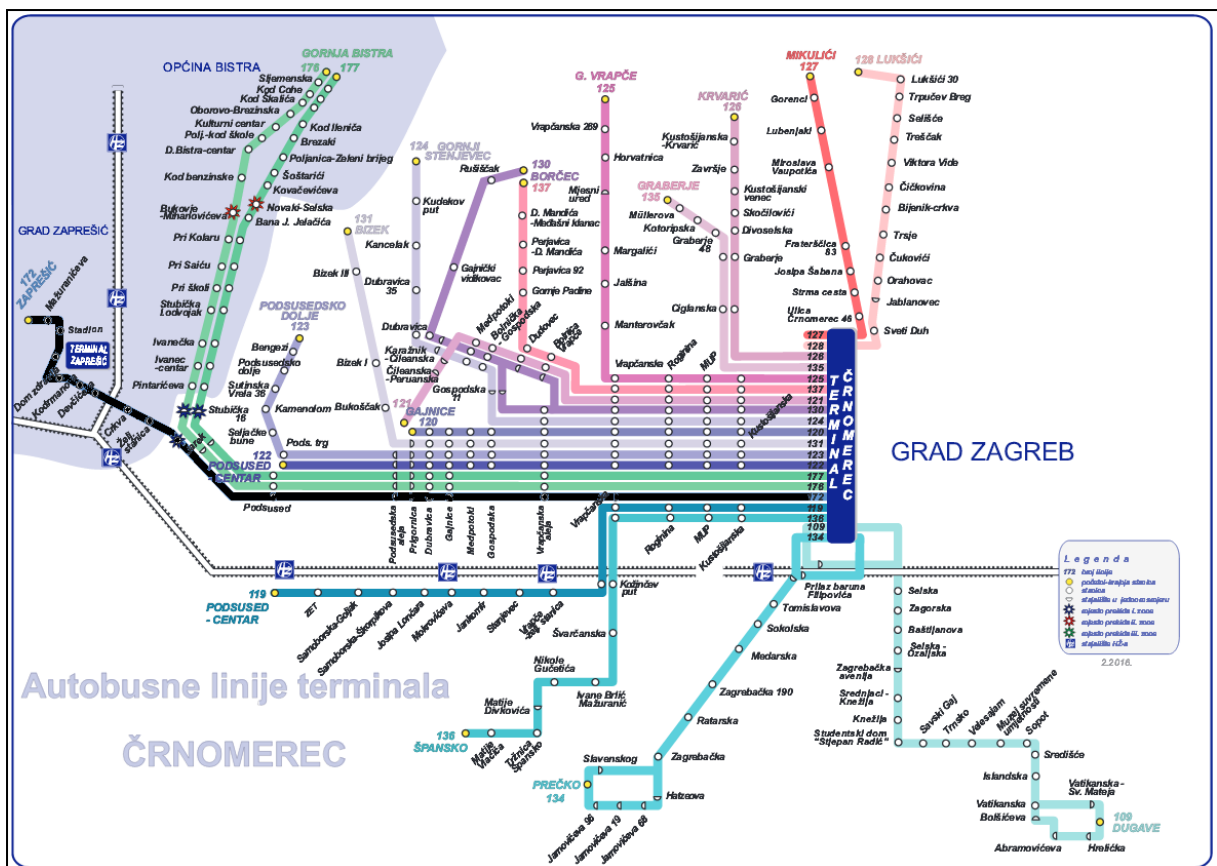
Slika 3 prikazuje vrste linija prema načinu pružanja u odnosu na granice grada. One se dijele na [3]:

- radijalne linije – povezuju središte s periferijom grada i predstavljaju granice intenzivnog prometovanja;
- dijametralne linije – povezuju dva periferna dijela grada i prolaze kroz središte grada, nepotrebna presjedanja svode na najmanju mjeru;
- tangencijalne linije – povezuju dva periferna dijela grada, ali ne prolaze kroz središte grada, nego ga tangiraju, a na dobro postavljenoj trasi mogu se postići velike brzine prometovanja jer ne prometuju kroz zagušeno središte;
- kružne linije – svojom trasom zatvaraju kružni pravac prometovanja, karakterizira ih neravnomjerno opterećenje duž cijele trase;
- polukružne linije - trasom predstavljaju dio kružne linije;

- periferne linije – povezuju dvije točke na periferiji grada i predstavljaju pravce slabijeg prometovanja.

3.1. Trasa linije

Trasa linije javnoga gradskog prijevoza je unaprijed utvrđen pravac po kojemu prometuju prijevozna sredstva. 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, autobusni pravac je ravan, izravan i ravnomjeran. Autobusni pravci trebali bi spajati centre aktivnosti putnika [4].



Slika 4. Autobusne linije terminala Črnomerec kojemu pripada linija 172. Izvor: [5]

Osnovni kriteriji za ocjenu trasiranja mreže linija javnoga gradskog prijevoza, a koji mogu biti i ciljevi prilikom planiranja mreže linija su [6]:

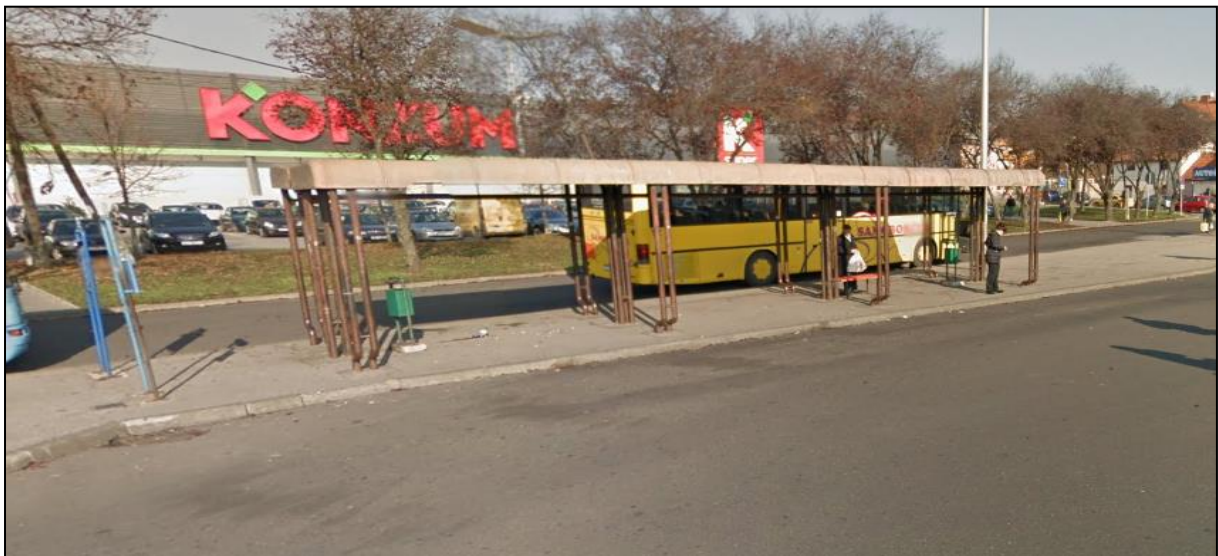
- trasa linije treba biti usklađena s linijama želja putovanja putnika, što se utvrđuje anketiranjem, intervjuiranjem, snimanjem i brojenjem;
- pješačenje do stajališta u središtu grada mora biti do pet minuta, a izvan središta do deset minuta;

- mreža linija treba biti trasirana tako da većina putnika do cilja dođe izravnom vožnjom ili najviše s jednim presjedanjem;
- prelaženje na druge linije i prijevozna sredstva mora biti sigurno, lako i ugodno;
- gdje god je to moguće, treba osigurati što veću nezavisnost linija javnoga gradskog prijevoza u odnosu na druge sudionike u prometu.

Slika 4 prikazuje trasu linije 172. Trasa autobusne linije 172 se sastoji od 17 stajališta u smjeru Zaprešić te 18 stajališta u smjeru Črnomerca. Ukupna duljina trase autobusne linije 172 u smjeru zapada je 16355 metra, a u smjeru istoka iznosi 16363 metara. Prosječno vrijeme putovanja je oko 40 min od polaznog stajališta do zadnjeg stajališta na trasi.

3.2 Terminali

Terminali su krajnje stanice na liniji na kojima vozila JGPP-a mijenjaju smjer kretanja. 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.



Slika 5. Polazno stajalište autobusne linije 172 – Črnomerec. Izvor: [7]

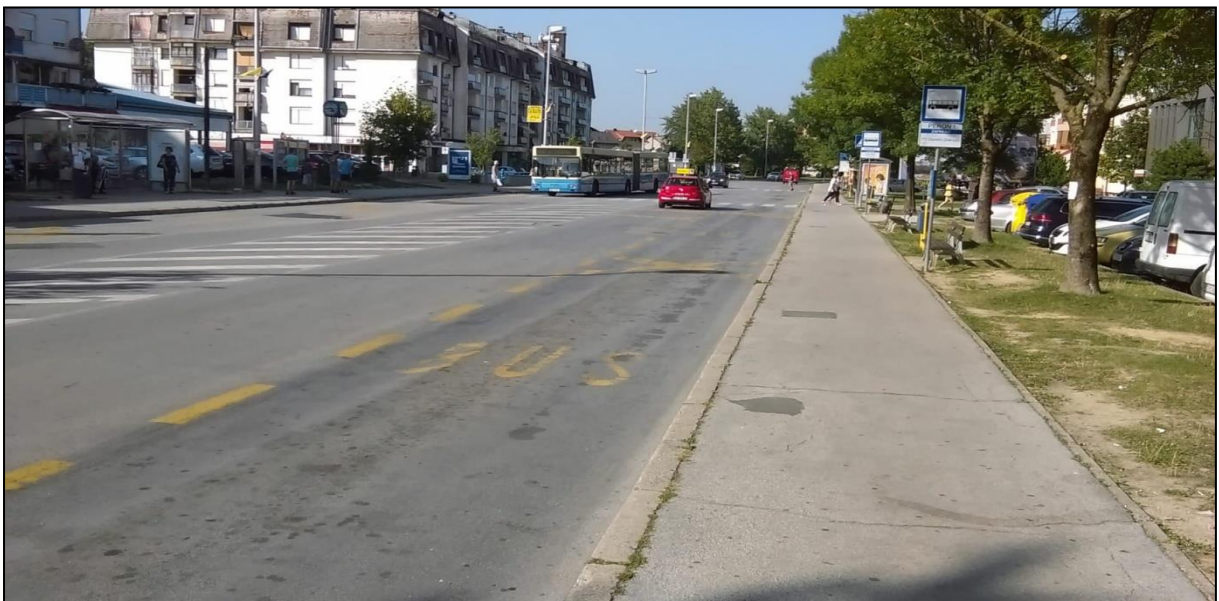
Terminali imaju još i druge funkcije [4]:

- služe za izravnjanje vremenskih neravnomjernosti u kretanju vozila (zbog zastoja i zagušenja u prometu), a postiže se kraćim ili dužim čekanjem;
- kao točke za kontrolu točnosti kretanja vozila u odnosu na postavljeni vozni red.

Obilježavanje terminala slijedi logiku po kojoj je onaj terminal bliži centru grada početni terminal, pa se kretanje od njega označava kao kretanje vozila u smjeru A, a kretanje u suprotnom kao kretanje u smjeru B.



Slika 6. Okretište Zelengaj u Zaprešiću. Izvor : autor



Slika 7. Terminal Zaprešić. Izvor : autor

Slika 5 prikazuje mjesto stajališta autobusa 172 na terminalu Črnomerec. Linija se nalazi na peronu 6 koji se nalazi na samome kraju terminala. Na peronu ne dolazi do zagušenja – zagušenje jedino dolazi u popodnevni satima kada autobus kreće sa Črnomerca jer se neka vremena polaska preklapaju s vremenima polaska ostalih autobusnih linija sa Črnomerca. Slika 6 prikazuje terminus u Zaprešiću odnosno okretište na kojemu autobus mijenja smjer za Zagreb. Slika 7 prikazuje terminal Zaprešić gdje se autobus nalazi na peronu 2 te također nema zagušenja.

3.3 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, bolnice itd. Stajališta autobusa moraju biti postavljena na odgovarajućim udaljenostima duž cijele autobusne linije.

Međustajališna udaljenost određuje se tako da se promatra cijela linija, broj putnika koji ulaze i izlaze, kao i raspodjela protoka putnika duž linije. U praksi se koriste neke empirijske vrijednosti za određivanje međustajališne udaljenosti u ovisnosti: o brzini prijevoznog sredstva, gustoći naseljenosti, prosječnoj duljini putovanja putnika. Optimalno vrijeme putovanja je u slučaju kada su stajališta postavljena na udaljenosti 550 metara [6].

Karakteristična stajališta za autobusnu liniju 172 su:

- Terminal, gdje u jutarnjim satima dolazi do velikoga ukrcavanja putnika prema Zagrebu, a u poslijepodnevnim satima dolazi do velikog iskrcavanja putnika prema Zaprešiću);
- Trg. Dr. Tuđmana (kod kojeg se nalazi srednja škola te razni ugostiteljski objekti;
- Stadion, kod koje se nalazi Veleučilište Baltazar i nogometni stadion;
- Željeznička stanica, na kojemu dolazi do izmjene putnika autobus-vlak i obratno.

Tablica 2. Međustajališna udaljenost u odnosu na gustoću naseljenosti. Izvor: [3]

područje	međustajališna udaljenost (m)
središte grada	250-550
periferna zona	500-750
prigradska zona	600-1500

Tablica 3. Izmjerene međustajališne udaljenosti u smjeru terminala Črnomerec. Izvor: autor

naziv stajališta	šifra	broj	duljina(m)	kumulativno(m)
Trg Dr. Tuđmana	TDFTUDIS	1	434	434
Mažuraničeva	MAZURAI	2	439	873
Stadion	STADIOJS	3	729	1602
Terminal	TERMINZT	4	496	2098
Dom zdravlja	DOMZDRJS	5	497	2595
Kodrmanova	KODRMAIS	6	444	3039
Crkva	XCRKVAZS	7	511	3550
Željeznička stanica	ZELJEZNS	8	1182	4732
Jarek	XJAREKI	9	1079	5811

naziv stajališta	šifra	broj	duljina(m)	kumulativno(m)
Podsused	PODSUSIS	10	2723	8534
Prigornica	PRIGORIS	11	1028	9562
Dubravica	DUBRAVIS	12	1728	11290
Gajnice	GAJNICIS	13	274	11564
Vrapčanska aleja	VALEJAIS	14	1738	13302
Vrapčanska	VRAPCAIS	15	888	14190
Črnomerec	CRNOMEIT	16	2173	16363

U nastavku rada prikazani su podaci o međustajališnim udaljenostima za autobusnu liniju 172 koji su očitani iz programa „Google Earth“. Najveća udaljenost između stajališta je u smjeru zapada od stajališta Črnomerec do stajališta Vrapčanska aleja i iznosi 3205 metara, dok je najkraća udaljenost također u smjeru zapad od stajališta crkva do stajališta Devčićeve i iznosi 210 metara.

Tablica 4. Izmjerene međustajališne udaljenosti u smjeru terminala Zaprešić. Izvor: autor

naziv stajališta	šifra	broj	duljina(m)	kumulativno(m)
Vrapčanska aleja	VALEJAZS	1	3205	3205
Gajnice	GANICZS	2	1700	4905
Dubravica	DUBRAVZS	3	305	5210
Prigornica	PRIGORZS	4	1677	6887
Podsused	PODSUSZS	5	980	7867
Jarek	XJAREKSS	6	2895	10762
Željeznička stanica	ZELJEZNSS	7	1188	11950
Crkva	XCRKVASS	8	596	12546
Devčićeve	DEVVICSS	9	210	12756
Kodrmanova	KODRMASS	10	432	13188
Dom zdravlja	DOMZDRSS	11	511	13699
Terminal	TERMINIT	12	446	14145
Stadion	STADIONSS	13	452	14597
Mažuranićeve	MAZURAZS	14	833	15430
Trg Dr. Tuđmana	TDFTUDZS	15	372	15802
Zelengaj	ZELENGZS	16	553	16355

Tablica 3 i Tablica 4 pokazuju međustajališne udaljenosti pomoću kojih se dobiju brzine vožnje i brzine putovanja te prosječna gustoća stajaćih putnika. Duljine trasa linije nisu jednake za svaki smjer, a i međustajališne udaljenosti se razlikuju. Duljina linija u smjeru Črnomerca iznosi 16363m, a u mjeru Zaprešića iznosi 16355m. Ukupna duljina cijele linije iznosi 32178 metar. Najdulja duljina između stajališta u smjeru Črnomerca iznosi 2723m (Jarek – Podsused) a najkraća 434 (Zelengaj – Trg Dr. Tuđmana). U smjeru Zaprešić najdulja duljina iznosi 3205m (Črnomerec – Vrapčanska aleja) koja je i najveća

udaljenost između stajališta na liniji. Najmanja udaljenost na liniji je svejedno i najmanja udaljenost u smjeru Zaprešić i iznosi 210m (Crkva – Devčičeva).

4 DINAMIČKI ELEMENTI LINIJE

Dinamički elementi prometne usluge na liniji se utvrđuju voznim redom koji se mijenja prema prijevoznim zahtjevima na liniji. Dije se na osnovne dinamičke elemente, a to su broj vozila i vrijeme obrta te na izvedene elemente, interval vozila i frekvencija.

BROJ LINIJE: 172		U PROMETU OD: 17.06.2019.			
NAZIV LINIJE: Zagreb (Črnomerec) - Zaprešić					
ČRNUMEREC		RADNI DAN		ZAPREŠIĆ	
sati	minute	sati	minute	sati	minute
4	# 15 # 25 # 35 # 45 # 55	4	15 30 40 50	4	15 30 40 50
5	# 00 05 20 # 30 30 40 50	5	00 10 20 30 T 40 T 50 * 55	5	00 10 20 30 40 50
6	00 05 20 30 40 50	6	T 00 10 20 30 40 50	6	00 10 20 30 40 50
7	00 05 20 30 40 50	7	00 10 20 30 40 50	7	00 10 20 30 40 50
8	10 26 42 58	8	00 10 20 35 50	8	00 10 20 30 40 50
9	14 30 46	9	06 22 38 54	9	06 22 38 54
10	02 18 34 50	10	10 26 42 58	10	10 26 42 58
11	06 22 38 54	11	14 30 46	11	14 30 46
12	09 26 40 # 45 50	12	02 18 32 47	12	02 18 32 47
13	00 10 20 30 40 50	13	00 10 20 30 T 40 50	13	00 10 20 30 T 40 50
14	00 10 20 T 30 T 40 50	14	00 10 20 30 40 50	14	00 10 20 30 40 50
15	00 10 20 30 40 50	15	00 10 20 30 40 50	15	00 10 20 30 40 50
16	00 10 20 30 40 50	16	00 10 20 30 40 50	16	00 10 20 30 40 50
17	00 10 24 37 50	17	00 10 20 30 40 50	17	00 10 20 30 40 50
18	04 17 30 44 57	18	04 17 30 44 57	18	04 17 30 44 57
19	10 24 37 50	19	10 24 37 50	19	10 24 37 50
20	04 17 30 44 57	20	04 17 30 44 57	20	04 17 30 44 57
21	10 24 37 50	21	10 24 37 50	21	10 24 37 50
22	V 04 V 17 VT 30 VT 50	22	04 17 30 42 54	22	04 17 30 42 54
23	V 10 V 35	23	05 25 45	23	05 25 45
0	V 05 30	0	10 # 40	0	10 # 40
1	S 10 * 35	1	00 # 45	1	00 # 45
2	S 45	2	S 05 # 45	2	S 05 # 45
3	S 45	3	S 15	3	S 15
ČRNUMEREC		SUBOTA		ZAPREŠIĆ	
sati	minute	sati	minute	sati	minute
4	# 10 # 40 55	4	15 30	4	15 30
5	20 # 45 45	5	00 30 55	5	00 30 55
6	10 30 45	6	10 25 45	6	10 25 45
7	08 27 45	7	05 24 43	7	05 24 43
8	04 25 44	8	03 20 39	8	03 20 39
9	03 24 43	9	01 19 38 59	9	01 19 38 59
10	02 18 39 58	10	18 37 53	10	18 37 53
11	12 35 54	11	15 35 52	11	15 35 52
12	13 32 50	12	10 29 48	12	10 29 48
13	09 28 47	13	07 25 44	13	07 25 44
14	05 24 42	14	04 24 45	14	04 24 45
15	01 20 39 57	15	04 22 41	15	04 22 41
16	16 35 54	16	00 19 37 56	16	00 19 37 56
17	12 31 50	17	15 34 52	17	15 34 52
18	09 27 46	18	11 30 49	18	11 30 49
19	05 24 42	19	07 26 45	19	07 26 45
20	01 20 39 57	20	04 22 41	20	04 22 41
21	16 30 50	21	00 19 37 55	21	00 19 37 55
22	V 10 V 30 V 55	22	10 25 45	22	10 25 45
23	V 15 V 35	23	05 25 # 45	23	05 25 # 45
0	30	0	# 05 # 40	0	# 05 # 40
1	S 10 * 35	1	00 # 40	1	00 # 40
2	S 45	2	S 05 # 45	2	S 05 # 45
3	S 45	3	S 15	3	S 15
ČRNUMEREC		NEDJELJA		ZAPREŠIĆ	
sati	minute	sati	minute	sati	minute
5	# 05 20	5	15 55	5	15 55
6	00 35	6	35 50	6	35 50
7	15 50	7	10 50	7	10 50
8	30 45	8	25 50	8	25 50
9	05 45	9	05 40	9	05 40
10	20 50	10	20 55	10	20 55
11	00 35	11	35 50	11	35 50
12	15 50	12	10 50	12	10 50
13	30 45	13	25 50	13	25 50
14	05 45	14	05 40	14	05 40
15	20 50	15	20 55	15	20 55
16	00 35	16	35 50	16	35 50
17	15 50	17	10 50	17	10 50
18	30 45	18	25 50	18	25 50
19	05 45	19	05 40	19	05 40
20	20 50	20	20 55	20	20 55
21	00 35	21	35 50	21	35 50
22	V 15 V 50	22	10 50	22	10 50
23	V 20 V 55	23	25 # 50	23	25 # 50
0	30	0	# 25 # 40	0	# 25 # 40
1	S 10 * 35	1	00 # 40	1	00 # 40
2	S 45	2	S 05 # 45	2	S 05 # 45
3	S 45	3	S 15	3	S 15

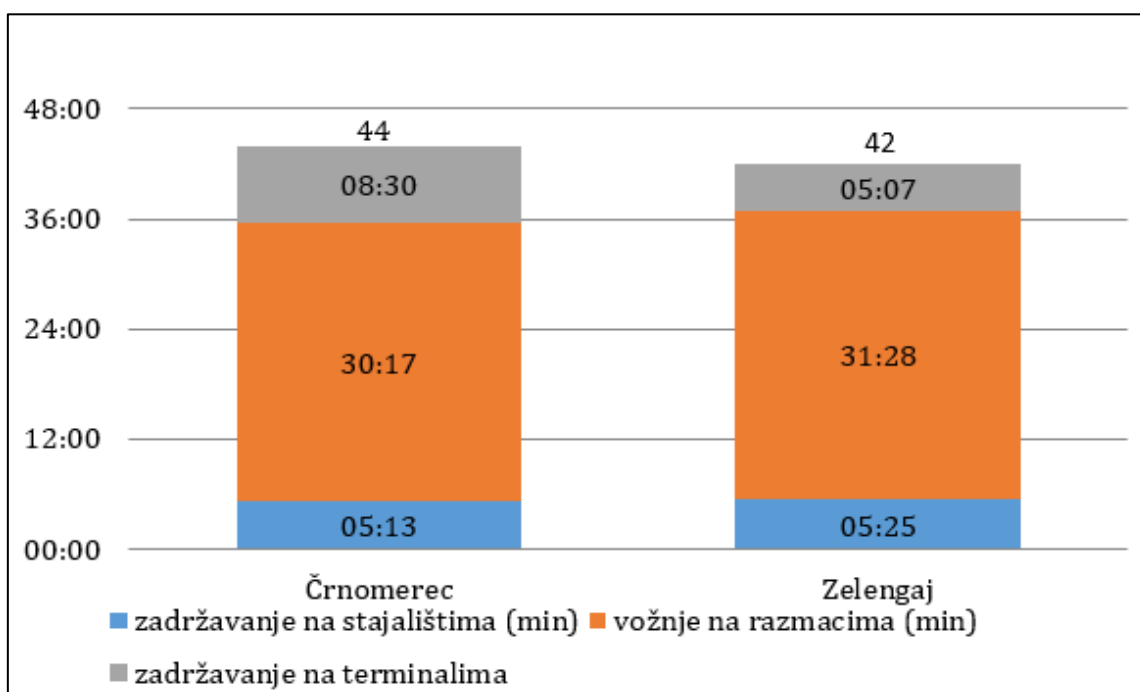
Napomena: * vozi do i od terminala Zaprešić S spoj s noćnim tramvajem linije 31 na Črnomercu
 # vozi od stajališta Prigornica T staje na stajalištu "TOZ"
 V poslije 22:00 sati staje na stajalištu Vrapčanska u smjeru Zaprešića
 # vozi do stajališta Prigornica u satima označenim sivom bojom nema polazaka
 Na predviđeno vrijeme polaska/dolaska, mogu utjecati poremećaji u prometu, vremenski uvjeti ili druge izvanredne okolnosti.

Slika 8. Vozni red autobusne linije 172. Izvor: [8]

Sav prijevoz putnika na liniji obavlja se određenim vozilima koji prometuju duž te linije. Teško ih je matematički determinirati te u sustavu prometovanja u gradu čine diskontinuirani tok vozila. Ako se polazi od činjenice da je tok vozila kontinuiran duž linije, računa se s prosječnim vrijednostima osnovnih parametara: brzinom, gustoćom, protokom [4].

Slika 8 prikazuje polaske linije. Radnim danom ima ukupno 105 polazak s Črnomerca i 105 polazak iz Zaprešića, subotom 67 polazaka s Črnomerca i 67 polazaka iz Zaprešića te nedjeljom 37 polazaka s Črnomerca i 37 polazaka iz Zaprešića. Slijed vozila je između 10-14 minuta ovisi o doba dana u oba smjera ,subotom 18minuta, a nedjeljom 30minuta. Treba napomenuti da je ovaj raspored za vrijeme ljetnih praznika te kada krene škola bude više polazaka radnim danom nego ljeti.

Vrijeme obrta sadrži vrijeme potrebno da vozilo napravi cijeli obrt. U vrijeme obrta ubrajamo: vrijeme vožnje (t_v), vrijeme čekanja na ulazak i izlazak putnika ($t_{\text{čui}}$), vrijeme provedeno na terminalima (t_t). U nastavku su prikazani grafikoni koji su izračunati i napravljeni na temelju prikupljenih podataka u svrhu završnog rada. [4].



Grafikon 1. Vrijeme vožnje i zadržavanja na stajalištima i terminalima u oba smjera. Izvor: autor

Grafikon 1 pokazuje kako su vožnje podjednake u oba smjera jer je brojanje putnika odrađeno u popodnevnim satima, pa je vrijeme vožnje prema Zaprešiću veće zbog gužve na križanju Ilica – Oranice - Vrapčanska. Zadržavanje na stajalištima je gotovo jednako, iako je bilo znatno više putnika u smjeru Zaprešića. Vrijeme poluobrta u smjeru Zagreba iznosi 44 minute a u smjeru Zaprešića 42 minute. Vrijeme obrta prema izmjerenim podacima je 86 minuta.

Pomoću formule za vrijeme obrta dobije se ukupno vrijeme zadržavanja na terminalima:

$$\Sigma t_t = T_0 - \Sigma t_v - \Sigma t_{\check{c}ui} \quad (1)$$

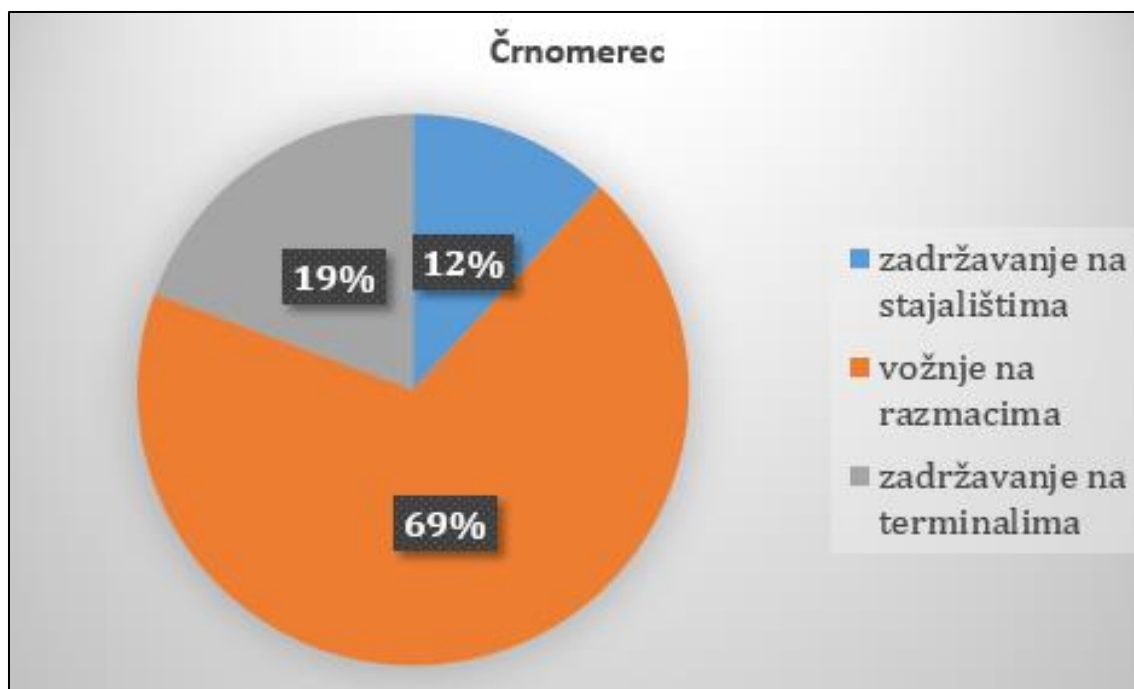
Σt_t	ukupno vrijeme zadržavanja na terminalima vrijeme obrta ukupno vrijeme vožnje ukupno vrijeme zadržavanja na stajalištima
T_0	
Σt_v	
$\Sigma t_{\check{c}ui}$	

$$\Sigma t_v = t_{v1} + t_{v2} \quad (2)$$

Σt_v	ukupno vrijeme vožnje vrijeme vožnje u smjeru A vrijeme vožnje u smjeru B
t_{v1}	
t_{v2}	

$$\Sigma t_{\check{c}ui} = t_{\check{c}ui1} + t_{\check{c}ui2} \quad (3)$$

$\Sigma t_{\check{c}ui}$	ukupno vrijeme zadržavanja na stajalištima vrijeme zadržavanja na stajalištima smjeru A vrijeme zadržavanja na stajalištima smjeru B
$t_{\check{c}ui1}$	
$t_{\check{c}ui2}$	

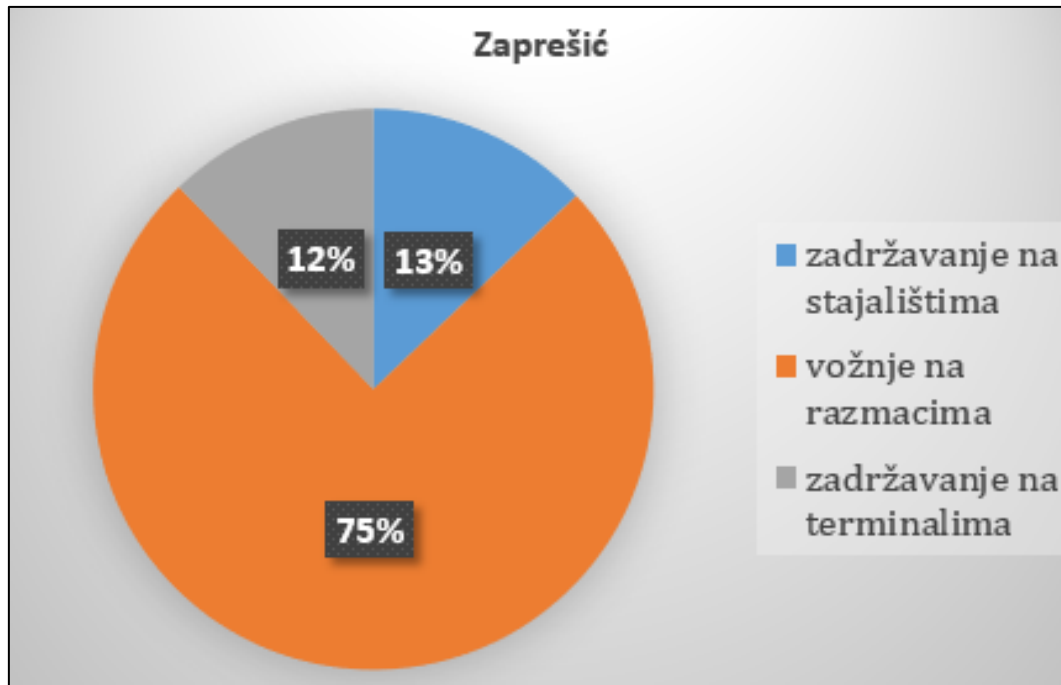


Grafikon 2. Zadržavanja i vožnje izraženi u postocima za smjer Črnomerec. Izvor: autor

Rezultatima mjerenja dobiveno je ukupno zadržavanje na terminalima koje iznosi 13min37s. U smjeru Črnomerec zadržavanje je iznosilo 8min30s a u smjeru Zaprešić 5min7s. Vrijeme vožnje u smjeru Črnomerec iznosi 30min17s dok vrijeme vožnje u smjeru Zaprešić iznosi 31min28s. Ukupno vrijeme vožnje iznosi 61min45s. Vremena zadržavanja na stajalištima iznose 5min13s u smjeru Črnomerec te 5min25s u smjeru Zaprešić. Ukupno vrijeme zadržavanja iznosi 10min38s.

Grafikon 2 i Grafikon 3 prikazuju udio zadržavanja na stajalištima koji je veći u smjeru Zaprešić te iznosi 13%, a u smjeru Črnomerca on iznosi 12%. Kod zadržavanja na

terminalima veći je udio prema Črnomercu koji iznosi 19% naprema 12% prema Zaprešiću. Vidljivo je da je udio zadržavanja na terminalima veći u smjeru Črnomercu veći jer vozači najčešće imaju na Črnomercu veći odmor nego u Zaprešiću.



Grafikon 3. Zadržavanja i vožnje izraženi u postocima za smjer Zaprešić. Izvor: autor

U nastavku je prikazan Grafikon 4 koji pokazuje brzine vožnje i brzine putovanja za oba smjera te se iz njega vidi da su brzine vožnje za smjer Zaprešić malo manja u odnosu na smjer Črnomerec iz razloga što je gustoća prometa i prometno opterećenje puno veće u tom smjeru u vršnim satima nego za smjer Črnomerec. Brzina putovanja je veća u smjeru Zaprešića jer nakon križanja Ilica-Oranice-Vrapčanska nije bilo više zastoja u prometu.

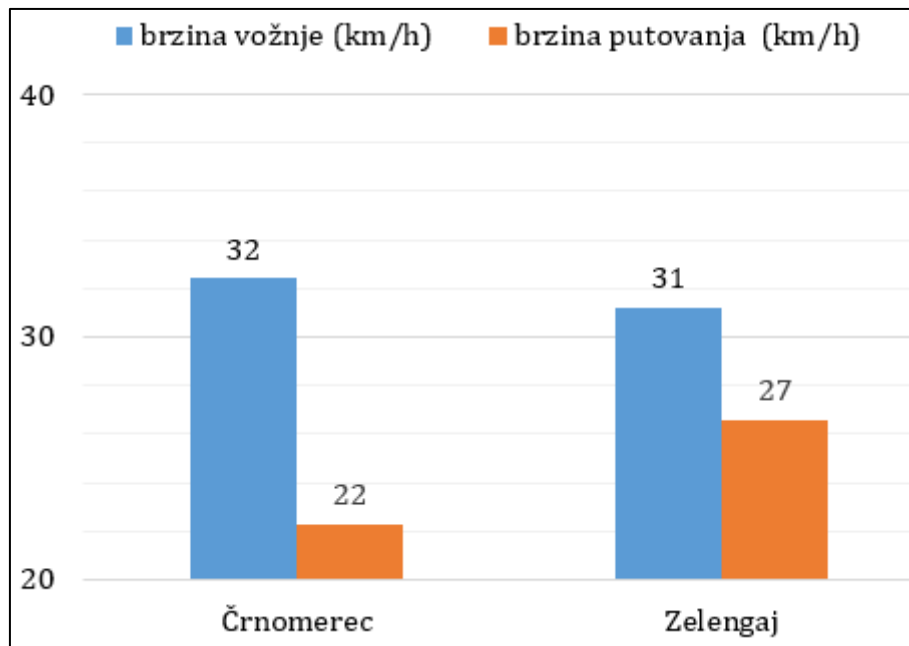
Grafikon 4 je dobiven na temelju podataka o međustajališnim udaljenostima te vremena polazaka i odlazaka sa stajališta zabilježenih pomoću GPS lokatora. Brzina vožnje predstavlja prosječnu brzinu koju vozilo postigne kod prometovanja između dvaju stajališta na liniji, dok je brzina putovanja prosječna brzina koju vozilo postigne pri prometovanju između početne i krajnje točke na liniji. Brzina vožnje za smjer prema terminalu Črnomerec je veća za 10 km/h u odnosu na brzinu putovanja dok je za smjer prema smjeru Zaprešić brzina vožnje veća za 4 km/h u odnosu na brzinu putovanja.

Interval je vremenski razmak između dvaju uzastopnih vozila na liniji javnog gradskog prijevoza. Dobije se kao odnos vremena obrta i broja vozila na radu [4]:

$$i = \frac{T_0}{N} \quad (4)$$

i interval
 T_0 vrijeme obrta
 N broj vozila na liniji gradskog prijevoza

Interval autobusa na autobusnoj liniji 172 iznosi 10minuta.



Grafikon 4. Prikaz brzine vožnje i putovanja. Izvor: autor

Frekvencija je važna karakteristika sustava javnog prijevoza, a naziva se još i učestalost. Definira se kao ukupan broj vozila koja u jedinici vremena prođu kroz određenu točku linije. Najčešće se kao jedinica vremena uzima jedan sat. Frekvencija je odnos broja vozila i vremena praćenja [4]:

$$f = \frac{N}{T_0} \quad (5)$$

f frekvencija
 T_0 vrijeme obrta
 N broj vozila na liniji gradskog prijevoza

Frekvencija na autobusnoj liniji 172 iznosi 6 vozila/satu. Frekvencija od 6 vozila po satu i interval od 10 minute zadovoljavaju vršne sate autobusne linije 172. Problem je što su frekvencija i interval gotovo jednaki kroz cijeli dan ako se ne promatraju vožnje nakon 21:00h, pa je onda kapacitet autobusa iskorišten samo u vršnim satima, dok ostatak dana autobus većinom ima popunjenost od 50%, te bi se frekvencija i interval autobusa trebali smanjiti u ostatku dana.

5 BROJENJE PUTNIKA NA LINIJI

Brojenje putnika na liniji 172 Črnomerec-Zaprešić izvedeno je tijekom dva radna dana 12.06.2018 i 14.06.2018 u popodnevnom vršnim satima. Tablica 5, Tablica 6, Tablica 7 i Tablica 8 prikazuju rezultate brojenja.

Tablica 5. Podaci o broju ulaska i izlaska putnika u smjeru Črnomerec (12.06.2018.). Izvor: autor

stajalište	šifra	broj	ušli	izašli
Trg Dr. Franje Tuđmana	TDFTUDIS	1	7	0
Mažuranićeva	MAZUR AIS	2	2	0
Stadion	STADIOJS	3	0	0
Terminal	TERMINZT	4	2	2
Dom zdravlja	DOMZDRJS	5	3	2
Kodrmanova	KODRMAIS	6	2	1
Crkva	XCRKVAZS	7	0	0
Željeznička stanica	ZELJEZNJS	8	3	0
Jarek	XJAREKIS	9	1	1
Podsused	PODSUSIS	10	3	5
Prigornica	PRIGORIS	11	8	0
Dubravica	DUBRAVIS	12	10	0
Gajnice	GAJNICIS	13	4	3
Vrapčanska aleja	VALEJAIS	14	1	1
Vrapčanska	VRAPCAIS	15	5	1
Črnomerac	ČRNOMEIT	16	54	36

Tablica 6. Podaci o broju ulaska i izlaska putnika u smjeru Zaprešić (12.06.2018.) Izvor: autor

stajalište	šifra	broj	ušli	izašli
Vrapčanska aleja	VALEJAZS	1	3	7
Gajnice	GANICZS	2	1	4
Dubravica	DUBRAVZS	3	1	1
Prigornica	PRIGORZS	4	2	2
Podsused	PODSUSZS	5	2	7
Jarek	XJAREKSS	6	0	0
Željeznička stanica	ZELJEZNSS	7	0	1
Crkva	XCRKVASS	8	0	0
Devčićeva	DEVVICSS	9	3	2
Kodrmanova	KODRMASS	10	1	5
Dom zdravlja	DOMZDRSS	11	0	4
Terminal	TERMINIT	12	0	14
Stadion	STADIONSS	13	0	2
Mažuranićeva	MAZURAZS	14	0	1
Trg Dr. Franje Tuđmana	TDFTUDZS	15	0	15
Zelengaj	ZELENGZS	16	2	2

Najfrekventnija stajališta u smjeru Zagreba su Dubravica i Prigornica. Prigornica, jer su ta stajališta najbliža garaži ZET-a Podsused i na njoj najčešće vozači preuzimaju vozila. U smjeru Zaprešića najfrekventnije stanice su Terminal i Trg Dr. Franje Tuđmana. Terminal zbog presjedanja putnika na druge autobuse, te Trg Dr. Franje Tuđmana zbog velike količine kućanstava blizu tog stajališta. Na početnom terminalu Črnomerec u smjeru zapada broj putnika koji ulazi u autobus je 58, dok je u drugom smjeru na početnom stajalištu Zelengaj ulazi dva putnika, što je značajna razlika po smjerovima.

Tablica 7. Podaci o broju ulaska i izlaska putnika u smjeru Črnomerec (14.06.2018.). Izvor: autor

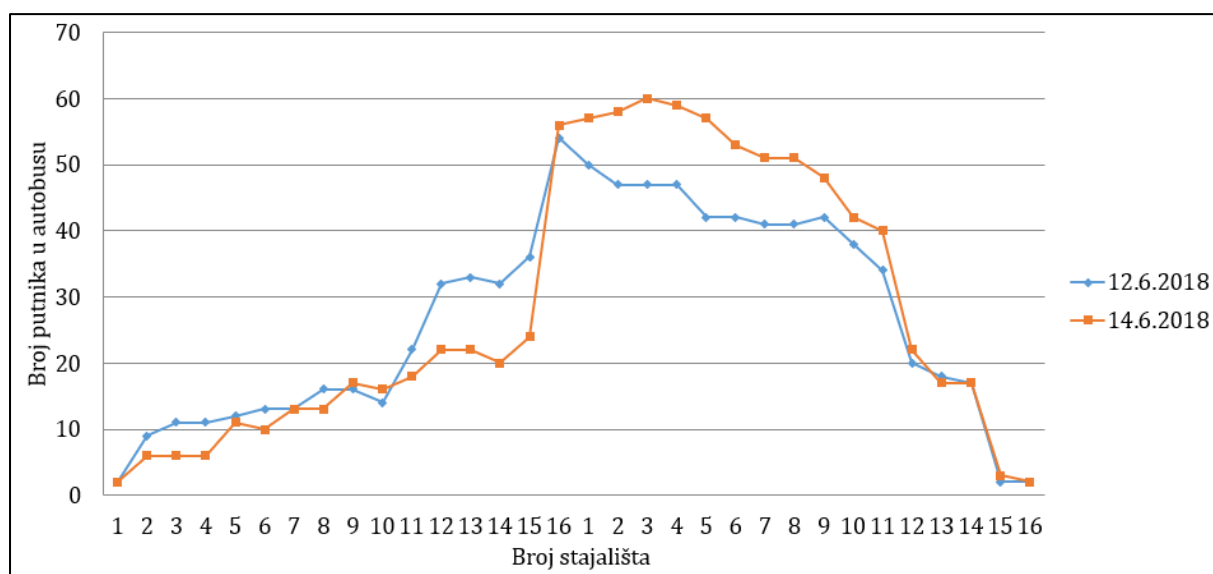
stajalište	šifra	broj	ušli	izašli
Trg Dr. Franje Tuđmana	TDFTUDIS	1	4	0
Mažuranićeva	MAZUR AIS	2	0	0
Stadion	STADIOJS	3	0	0
Terminal	TERMINZT	4	6	1
Dom zdravlja	DOMZDRJS	5	1	2
Kodrmanova	KODRMAIS	6	4	1
Crkva	XCRKVAZS	7	0	0
Željeznička stanica	ZELJEZNJS	8	4	0
Jarek	XJAREKIS	9	0	1
Podsused	PODSUSIS	10	2	0
Prigornica	PRIGORIS	11	4	0
Dubravica	DUBRAVIS	12	1	1
Gajnice	GAJNICIS	13	2	4
Vrapčanska aleja	VALEJAIS	14	7	3
Vrapčanska	VRAPCAIS	15	1	1
Črnomerec	CRNOMEIT	16	56	25

Tablica 8. Podaci o broju ulaska i izlaska putnika u smjeru Zaprešić (14.06.2018.). Izvor: autor

stajalište	šifra	broj	ušli	izašli
Vrapčanska aleja	VALEJAZS	1	4	3
Gajnice	GANICZS	2	3	2
Dubravica	DUBRAVZS	3	2	0
Prigornica	PRIGORZS	4	0	1
Podsused	PODSUSZS	5	2	4
Jarek	XJAREKSS	6	0	4
Željeznička stanica	ZELJEZNSS	7	0	2
Crkva	XCRKVASS	8	0	0
Devčićeva	DEVVICSS	9	0	3
Kodrmanova	KODRMASS	10	1	7
Dom zdravlja	DOMZDRSS	11	2	4
Terminal	TERMINIT	12	0	18
Stadion	STADIONSS	13	0	5

stajalište	šifra	broj	ušli	izašli
Mažuranićeva	MAŽURAZS	14	0	0
Trg Dr. Franje Tuđmana	TDFTUĐZS	15	0	14
Zelengaj	ZELENGZS	16	0	2

Tablica 7 i Tablica 8 prikazuju podatke prikupljene 14.06.2018 te se dolazi do podataka kako su najfrekventnije stanice u smjeru Črnomerca Terminal i Vrapčanska aleja dok su najfrekventnije stanice u smjeru Zaprešić Terminal i Trg Dr. Tuđmana. Podaci dobivani brojanjem 12.06.2018 pokazuju da je broj putnika veći u odnosu na brojanje putnika 14.6.2018 u oba smjera. S obzirom na dobivene vrijednosti za daljnje izračunavanje popunjenosti i protoka putnika uzimaju se podaci izmjereni 12.06.2018.

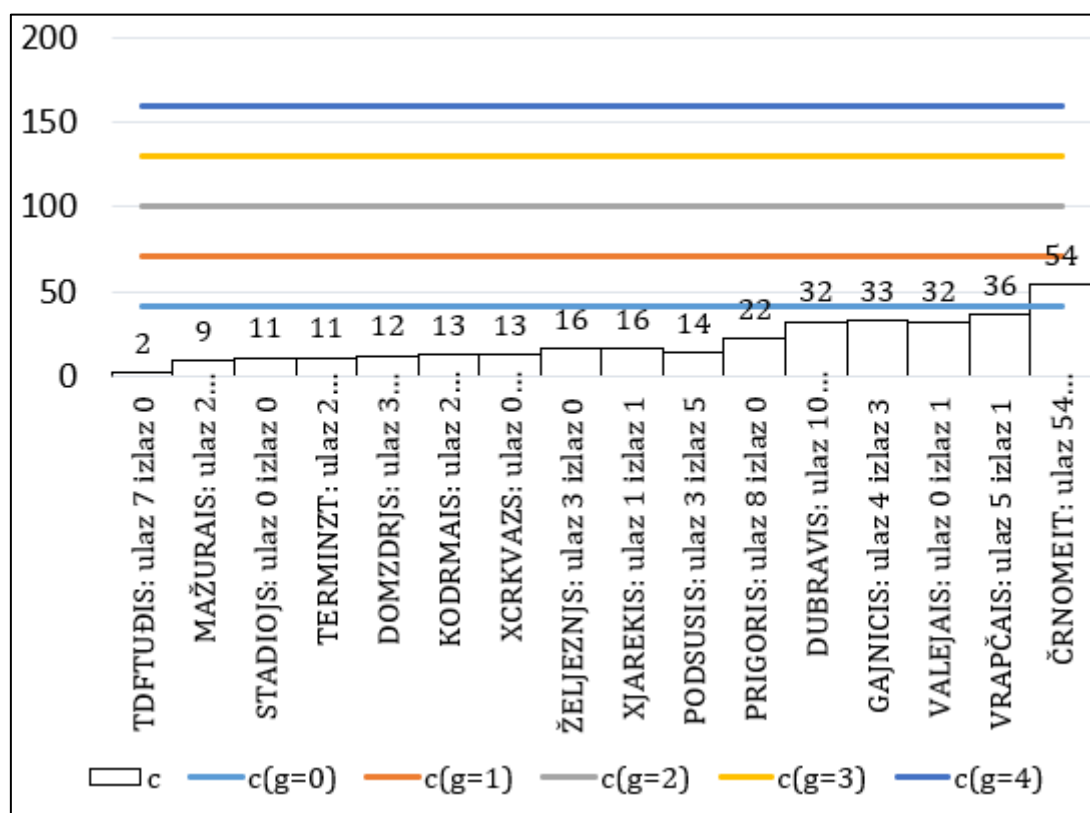


Grafikon 5. Prikaz broja putnika za 12.06.2018. i 14.06.2018. Izvor: autor

Grafikon 5 prikazuje broj putnika u autobusu. Os ordinata prikazuje broj putnika koji se nalazi u vozilu, a os apscisa redne brojeve stajališta na trasi. Najveći broj putnika u vozilu zabilježen je 14.06.2018. u smjeru Zaprešić te iznosi 60, dok je najmanji zabilježen broj putnika na okretištu Zelengaj i iznosi 2.

Uspoređujući navedena dva grafikona i broj putnika, vidljivo je da je 12.06.2018 u smjer prema Črnomercu više putnika nego 14.06.2018, dok 14.06.2018 ima veći broj putnika u odnosu na 12.06.2018 koji idu u smjeru Zaprešić. Broj putnika u oba dana brojanja je iznimno malen prema smjeru Črnomerca jer je brojanje izvršeno u popodnevnom vršnom satu, te za vrijeme ljetnih školskih praznika. Osim toga, broj putnika je varijabilan jer linija dijeli veći dio trase s ostalim linijama koje polaze s terminala

Črnomerec. Za smjer Zaprešić najbitniji dio trase je između stajališta 12-15 jer na tim stajalištima izlazi veći dio putnika.



Grafikon 6. Prikaz izmjene putnika u smjeru terminala Črnomerec. Izvor: autor

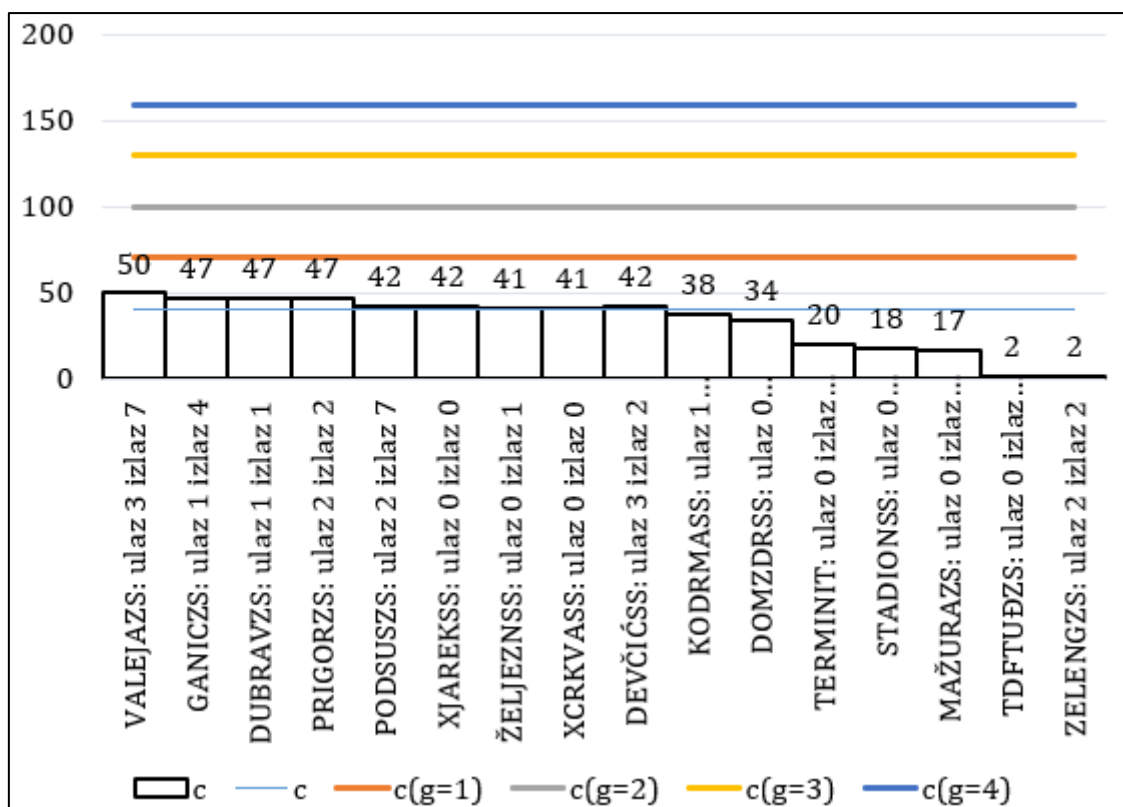
$C(g=0)$ predstavlja maksimalni broj sjedećih mjesta u autobusu, dok je $c(g=4)$ maksimalni broj putnika koji mogu biti u autobusu. $C(g=1)$, $c(g=2)$ i $c(g=3)$ su popunjenosti pri gustoći jednog, dva i tri stajaća putnika na metar kvadratni.

Grafikon 6 prikazuje da „c“ označeno crnom bojom predstavlja trenutni broj putnika koji se nalaze u autobusu na nekom određenom dijelu linije, a ispod grafikona su šifre svakog stajališta s podacima koliko je putnika ušlo odnosno izašlo iz autobusa. U grafikonu 6 dolazi do postepenog povećavanja broja putnika u autobusu te na zadnjem stajalištu izlazi 18 puta više putnika nego što ih je ušlo na prvom stajalištu. Razlog tome je što ovu liniju koriste svi stanovnici Zaprešića i okolica da dođu do Zagreba.

Grafikon 7 prikazuje postepeno smanjivanje broja putnika na stajalištima, jer većina putnika koja koristi ovu liniju u popodnevnim satima koristi liniju za povratak doma s posla, škole i fakulteta. Popunjenost stajaće površine je različita u oba smjera te se iz grafova vidi da u smjeru Črnomerca nije bilo stajaćih putnika, dok je u smjeru Zaprešića

bilo zauzeto do stajališta Podsused te ne prelazi vrijednosti popunjenosti pri gustoći putnika $c(g=1)=70.5$, $c(g=2)=100$, $c(g=3)=129.5$ i $c(g=4)=159$.

Ukupan broj prevezenih putnika 12.06.2018. u smjeru terminala Črnomerec je 104 putnika, a u smjeru okretišta Zelengaj 63 putnika. Stvarno opterećenje linije izražava se protokom putnika i služi kao važan pokazatelj pri planiranju javnog gradskog prijevoza. Ukupan protok putnika u smjeru Črnomerca je 326, a maksimalni protok 54. Za smjer Zaprešić ukupan protok putnika je 530, a maksimalni 50.



Grafikon 7. Prikaz izmjene putnika u smjeru Zaprešić. Izvor: autor

Budući da je brojanje obavljeno u popodnevnom vršnim satima, popunjenost vozila nije iskorištena maksimalno zato jer linija dijeli trasu s ostalim linijama kojima je početni terminal Črnomerec, a stvarno potrebu za prijevoz putnika na liniji 172 karakteriziraju tek stajališta od Jarek do Zelengaj jer na tom dijelu ne prolazi više niti jedna autobusna linija.

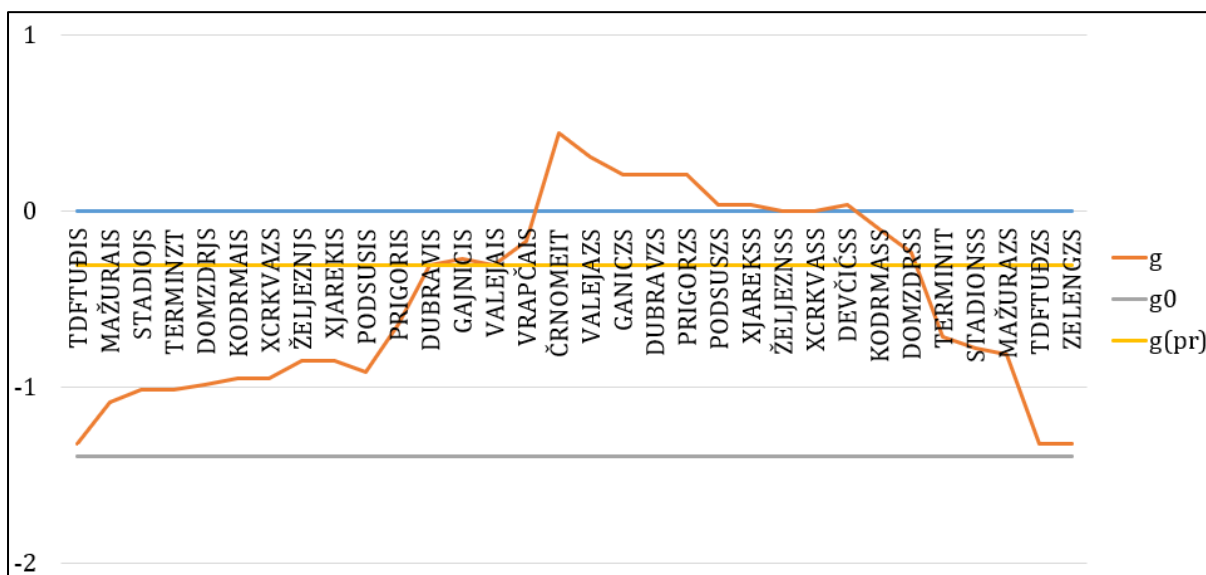
U nastavku slijedi Grafikon 8 koji prikazuje popunjenost površine u autobusu odnosno vrijednosti gustoće stajaćih putnika, nulte i prosječne gustoće koji su dobiveni pomoću formula za statički kapacitet vozila. Gustoća stajaćih putnika koja se sastoji od broja sjedećih mjesta (s), stajaće površine (p) i broja putnika (c) iznosi:

$$c_g = s + pg \Leftrightarrow g = \frac{c_g - s}{p} \quad (6)$$

c_g	broj putnika kao funkcija zauzeća u putnicima po vozilu
s	broj sjedećih mjesta u putnicima po vozilu
p	stajaća površina vozila u metrima kvadratnim po vozilu
g	zauzeće vozila u putnicima po metru kvadratnom

$$g_0 = -\frac{s}{p} \quad (7)$$

g_0	nulta gustoća stajaćih putnika
s	broj sjedećih mjesta u putnicima po vozilu
p	stajaća površina vozila u metrima kvadratnim po vozilu



Grafikon 8. Popunjenost u autobusu (vrijednosti gustoća). Izvor: autor

Nulta gustoća $g(0)$ označena sivom bojom predstavlja gustoću pri kojoj je vozilo prazno, a dobije se kao omjer broja sjedećih mjesta koji iznosi 41 i stajaće površine koja iznosi 29.5 te u ovom slučaju iznosi -1.4 put/m^2 . Prosječna gustoća označena žutom bojom nije aritmetička sredina nego uzima u obzir duljine razmaka između stajališta i gustoće stajaćih putnika g te iznosi -0.3 put/m^2 . Vrijednosti gustoće stajaćih putnika označene narančastom bojom su pozitivne od stajališta OD Črnomerca do stajališta Devčićeva u smjeru Zaprešić u autobusu je bilo više ljudi nego sjedećih mjesta, na ostalim stajalištima je bilo dovoljno sjedećih mjesta. Najveća vrijednost gustoće stajaćih putnika je 0.4 put/m^2 od stajališta Črnomerec do stajališta Vrapčanska aleja, a najmanja vrijednost gustoće stajaćih putnika je -1.3 put/m^2 od stajališta Trg Dr. Tuđmana do stajališta

Zelengaj. Kapacitet autobusa jednak je najvećem broju putnika pri punom iskorištenju predviđenih putničkih mjesta (stajaća i sjedeća) [9].

6 KARAKTERISTIKE PUTNIČKIH TOKOVA

Brojenjem ulazaka i izlazaka putnika dobivaju se informacije o protoku putnika na liniji. Značajka protoka putnika na liniji je neravnomjernost protoka [6]. Kako bi se odredilo stvarno opterećenje linije neravnomjernost protoka putnika može se izračunati kao omjer maksimalnog protoka i prosječnog protoka putnika:

$$n_q = \frac{q_{max}}{q_{pr}} \quad (7)$$

n_q — neravnomjernost protoka
 q_{max} — maksimalni protok putnika
 q_{pr} — prosječni protok putnika

Na temelju dobivenih podataka iz poglavlja 5. izračunate su vrijednosti za koeficijent neravnomjernosti protoka, koeficijent izmjene putnika, prosječni protok i prosječna duljina vožnje.

Tablica 9. Izračun karakteristika putničkih tokova. Izvor: autor

veličina	smjer Črnomerec	smjer Zaprešić
ukupan broj putnika (P_{uk})	50	69
duljina linije (L)	16363m	16355m
maksimalni protok putnika (q_{max})	54	50
ukupan protok (q)	326	530
prosječan protok (q_{pr})	20.375	33.125
neravnomjernost protoka (n_q)	2.65	1.51
koeficijent izmjene (n_{iz})	0.93	1.26
prosječna duljina vožnje (l_{srv})	6.65km	8.62km

Prosječan protok je omjer ukupnog protoka putnika i broja stajališta na liniji te je on za smjer Zaprešić veći od smjera prema Črnomercu. Koeficijent izmjene predstavlja odnos ukupnog broja putnika i maksimalnog protoka putnika. Najmanja vrijednost koeficijenta izmjene u pravilu je jedan, a maksimalna vrijednost se odnosi na situaciju potpune izmjene putnika na svim međustajalištima [6]. Prosječna duljina vožnje predstavlja udaljenost na kojoj se preveze prosječni putnik tijekom jedne vožnje te je ona u ovom slučaju veća u smjeru Zaprešića i iznosi 8.6 kilometara (Tablica 9). Glede koeficijenta izmjene putnika koji je u oba smjera malen, što je normalno za šire gradsko područje te izvangradsko područje, pokazuje se kako je na liniji i u poslijepodnevnim vršnim satima velika izmjena putnika.

7 ZAKLJUČAK

Ovim radom je obuhvaćena prometno-tehnička analiza autobusne linije 172 Črnomerec-Zaprešić u nadležnosti Zagrebačkog električnog tramvaja na području grada Zagreba. Područje obuhvata linije nalazi se u zapadnom dijelu grada u kojem se nalaze naselja Podsused, Gajnice, Vrapče te sjeverozapadno grad Zaprešić. Glavne ulice kojima prolazi linija 172 su Ulica Kardinala Alojzija Stepinca, Avenija hrvatskih branitelja u Zaprešiću te Aleja Bologne i dio Ilice izvan Zaprešića. Ukupna duljina cijele linije je 32718 metar, a na liniji se nalazi 18 stajališta.

Izmjenom putnika, odnosno brojenjem ulazaka i izlazaka dobivaju se podaci o protoku putnika na liniji. Brojanje putnika obavljeno je 12.06.2018 te 14.06.2018 u periodu popodnevni vršnih sati (od 16:15 do 17:35). U poslijepodnevnom vršnom periodu glavni izvor putovanja je terminal Črnomerec s kojeg se putnici vraćaju prema Zaprešiću i okolici. Na temelju analize vidi se kako je linija iskorištenija u smjeru Zaprešića. Kako je mjerenje obavljeno u popodnevnim vršnim satima, može se zaključiti da je udobnost u autobusu zadovoljavajuća jer je zauzet mali prostor stajaćih mjesta koji ne prelazi maksimalnu vrijednost niti u jednome trenutku.

Vremena poluobrta su podjednaka. Vrijeme vožnje prema Zaprešiću je veće nego vrijeme vožnje prema Črnomercu što je specifično samo u popodnevnim vršnim satima. Vrijeme zadržavanja je veće u smjeru Zaprešić jer se vozilo duže zadržava na terminalu Črnomerec nego na okretištu u Zaprešiću. 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 skoro jednake dok je brzina putovanja veća u smjeru Zaprešića.

Prednost linije je velik broj polazaka tijekom radnog dana koji je zadovoljavajući u odnosu na prijevoznu potražnju i trasa linije koja direktno prolazi kroz Zaprešić te dijelove Podsuseda, Gajnica i Vrapča.

Najveći nedostatak koji se može izdvojiti je veliko prometno zagušenje u jutarnjim vršnim satima na križanju Vrapčanska – Ilica - Oranice na dijelu linije gdje završava Aleja Bologna te počinje Ilica. Zbog velikoga broja osobnih vozila se smanjuje brzina putovanja između zadnja tri stajališta, te su tamo najčešći i najveći zastoji u jutarnjim satima.

Vrijeme putovanja između zadnja 3 stajališta gotovo je jednako vremenu putovanja između svih ostalih 13 stajališta. Rješenje za taj problem je omogućiti da se vozila priključe na Ilicu iz više pravaca te tako smanje opterećenje na raskrižju.

LITERATURA

- [1] Zagrebački električni tramvaj, »Usluge,« ZET, 31 8 2020. [Mrežno]. Available: <https://www.zet.hr/usluge/7>. [Pokušaj pristupa 10 8 2018].
- [2] Google Earth Pro, »Google earth,« Google, 31 08 2020. [Mrežno]. Available: <https://earth.google.com/web/@0,0,0a,22251752.77375655d,35y,0h,0t,0r>. [Pokušaj pristupa 10 08 2018].
- [3] G. Štefančić, Tehnologija gradskog prometa II, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti, 2010.
- [4] M. Rajsman, »Osnove tehnologije prometa - gradski promet (autorizirana predavanja),« Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2020.
- [5] Zagrebački električni tramvaj, »Dnevne linije,« ZET, 27 08 2020. [Mrežno]. Available: <https://www.zet.hr/autobusni-prijevoz/dnevne-linije-251/251>. [Pokušaj pristupa 10 08 2018].
- [6] G. Štefančić, Tehnologija gradskog prometa I, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti, 2008.
- [7] Google maps, »Google maps,« Google, 31 8 2020. [Mrežno]. Available: <https://www.google.com/maps/@45.459097,16.3552228,14z>. [Pokušaj pristupa 10 08 2018].
- [8] Zagrebački električni tramvaj, »raspored vožnji,« ZET, 31 08 2020. [Mrežno]. Available: <https://www.zet.hr/UserDocsImages/Autobusne%20linije%20-%20korona/172.pdf>. [Pokušaj pristupa 10 8 2018].
- [9] M. Rajsman, Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti, 2017.

POPIS SLIKA

Slika 1. Ruta autobusne linije 172 zabilježena GPS lokatorom. Izvor: [2]	3
Slika 2. Gravitacijsko područje autobusne linije 172. Izvor: [2]	3
Slika 3. Vrste linija prema načinu pružanja u odnosu na granice grada. Izvor: [4]	5
Slika 4. Autobusne linije terminala Črnomerec kojemu pripada linija 172. Izvor: [5]	6
Slika 5. Polazno stajalište autobusne linije 172 – Črnomerec. Izvor: [7].....	7
Slika 6. Okretište Zelengaj u Zaprešiću. Izvor : autor.....	8
Slika 7. Terminal Zaprešić. Izvor : autor.....	8
Slika 8. Vozni red autobusne linije 172. Izvor: [8].....	12

POPIS TABLICA

Tablica 1. Stajališta linije 172. Izvor: autor.....	2
Tablica 2. Međustajališna udaljenost u odnosu na gustoću naseljenosti. Izvor: [3]	9
Tablica 3. Izmjerene međustajališne udaljenosti u smjeru terminala Črnomerec. Izvor: autor	9
Tablica 4. Izmjerene međustajališne udaljenosti u smjeru terminala Zaprešić. Izvor: autor	10
Tablica 5. Podaci o broju ulaska i izlaska putnika u smjeru Črnomerec (12.06.2018.). Izvor: autor.....	17
Tablica 6. Podaci o broju ulaska i izlaska putnika u smjeru Zaprešić (12.06.2018.). Izvor: autor	17
Tablica 7. Podaci o broju ulaska i izlaska putnika u smjeru Črnomerec (14.06.2018.). Izvor: autor.....	18
Tablica 8. Podaci o broju ulaska i izlaska putnika u smjeru Zaprešić (14.06.2018.). Izvor: autor	18
Tablica 9. Izračun karakteristika putničkih tokova. Izvor: autor.....	24

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Vrijeme vožnje i zadržavanja na stajalištima i terminalima u oba smjera. Izvor: autor.....	13
Grafikon 2. Zadržavanja i vožnje izraženi u postocima za smjer Črnomerec. Izvor: autor	14
Grafikon 3. Zadržavanja i vožnje izraženi u postocima za smjer Zaprešić. Izvor: autor ...	15
Grafikon 4. Prikaz brzine vožnje i putovanja. Izvor: autor	16
Grafikon 5. Prikaz broja putnika za 12.06.2018. i 14.06.2018. Izvor: autor	19
Grafikon 6. Prikaz izmjene putnika u smjeru terminala Črnomerec. Izvor: autor	20
Grafikon 7. Prikaz izmjene putnika u smjeru Zaprešić. Izvor: autor	21
Grafikon 8. Popunjenost u autobusu (vrijednosti gustoća). Izvor: autor	22



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 172 Črnomerec-Zaprešić**

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

U Zagrebu, _____ 07.09.2020 _____

Student/ica:

Filip Foder
(potpis)