Analiza autobusne linije 212 Dubec - Sesvete u Zagrebu

Milić, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

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:119:156573

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-17**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Luka Milić

Analiza autobusne linije 212 Dubec - Sesvete u Zagrebu

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, srpanj 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 29. ožujka 2019.

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

ZAVRŠNI ZADATAK br. 5143

Pristupnik: **Luka Milić (0135241140)**
Studij: Promet
Smjer: Gradski promet

Zadatak: **Analiza autobusne linije 212 Dubec - Sesvete u Zagrebu**

Opis zadatka:

U završnom radu potrabno je analizirati navedenu liniju javnog gradskog prijevoza putnika prometno-tehnološki, tako da se obuhvati 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.

Mentor:

Dino Šojat, mag. ing. traff.

Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZAVRŠNI RAD

Analiza autobusne linije 212 Dubec – Sesvete u Zagrebu

Analysis of Bus Line 212 Dubec – Sesvete in the City of Zagreb

Mentor: Dino Šojat, mag. ing. traff.

Student: Luka Milić, 0135241140

Zagreb, srpanj 2019.

NASLOV

Analiza autobusne linije 212 Dubec - Sesvete u Zagrebu

SAŽETAK

Javni gradski prijevoz mora biti učinkovit i glavno mu je obilježje da ga može pod određenim uvjetima koristiti svaki građanin. Problematika se očituje u zagušenosti, pokretljivosti i vanjskim utjecajima. Ovaj završni rad se temelji na analizi prijevoznog procesa autobusne linije 212 Dubec – Sesvete u Zagrebu sa statičkim i dinamičkim elementima. Cilj rada je prikupljanjem podataka o izmjeni putnika i popunjenosti vozila utvrditi iskorištenost ponuđenog kapaciteta linije, dati uvid u stanje brzina i vremena u prijevoznom procesu linije te pokušati ponuditi idejno rješenje za spomenutu autobusnu liniju.

KLJUČNE RIJEČI

autobusna linija, Grad Zagreb, javni gradski prijevoz, prijevozni proces

TITLE

Analysis of Bus Line 212 Dubec – Sesvete in the City of Zagreb

ABSTRACT

Public transport has to be efficient and accessible to every citizen under certain conditions. The problems related to public transportation include congestion, mobility and other external factors. This undergraduate thesis is based on analysing a bus line 212 Dubec – Sesvete in the City of Zagreb, including the transport processes, and the static and dynamic elements. The goal of this thesis is to determine the utilization of the offered capacity and provide an insight into speeds and travel times on the bus line with the collected time, vehicle and passenger data, to propose solutions for the line.

KEYWORDS

bus line, City of Zagreb, public transport, transport process

SADRŽAJ

1 UVOD 1

2 PREGLED PRIJEVOZNOG PROCESA NA LINIJI JAVNOG GRADSKOG PRIJEVOZA 2

3 JAVNI GRADSKI PRIJEVOZ GRADA ZAGREBA 6

4 METODOLOGIJA PRIKUPLJANJA I OBRADE PODATAKA 9

5 PROSTORNI OBUHVAT LINIJE I STATIČKI ELEMENTI 11

5.1 Terminali 15

5.2 Stajališta 17

5.3 Razmaci 19

6 IZMJENA PUTNIKA I POPUNJENOST VOZILA 21

6.1 Izmjena putnika 21

6.2 Popunjenost vozila 24

7 VREMENA U PRIJEVOZNOM PROCESU 29

8 BRZINE I PRIJEVOZNA PONUDA LINIJE 33

9 ZAKLJUČAK 36

LITERATURA 38

POPIS SLIKA I TABLICA 41

1 UVOD

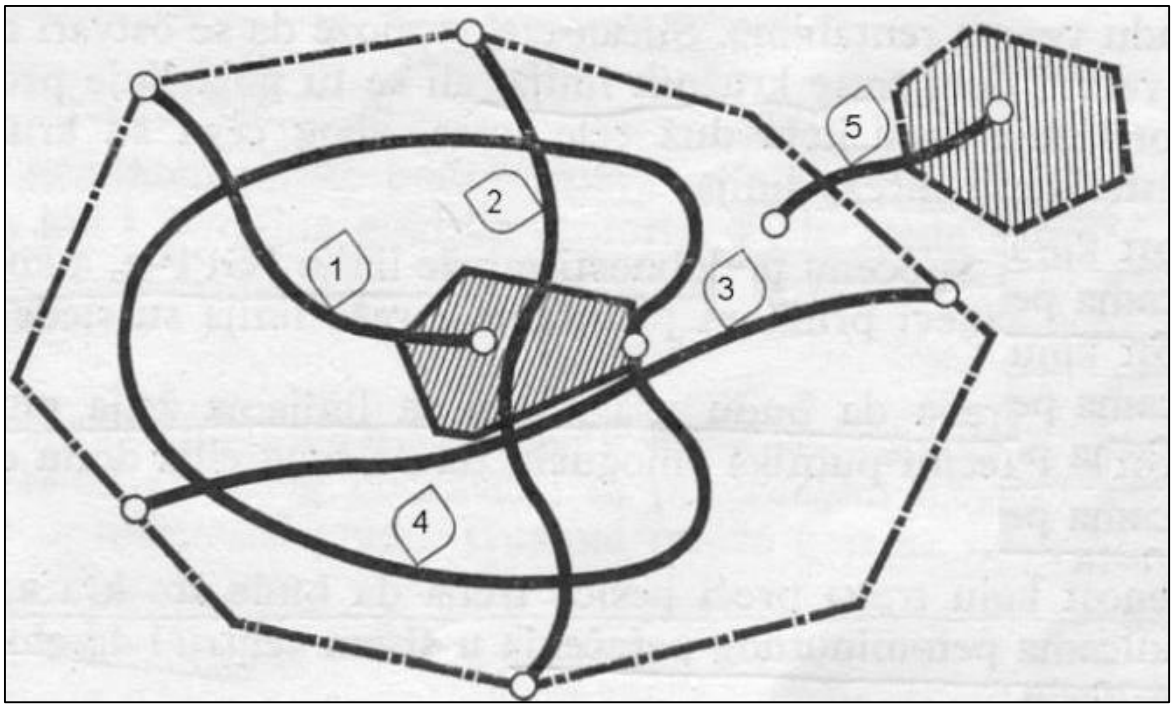
Problem linija i mreža linija površinskog javnog gradskog prijevoza je sve kompleksniji zbog urbanizacije. Javni gradski prijevoz utječe na društvo jer današnji trendovi globalizacije uvjetuju veću potrebu mobilnosti putnika.

Cilj rada je predočiti stanje na liniji 212 Dubec - Sesvete. Metodologijom prikupljanja i obrade podataka o izmjeni putnika i popunjenosti vozila tijekom vršnog sata utvrditi iskorištenost ponuđenog kapaciteta linije, dati uvid u stanje brzina i vremena u prijevoznom procesu linije. Tema i svrha rada je poboljšanje ponuđenog kapaciteta, rentabilnosti, iskoristivosti autobusne linije 212 Dubec – Sesvete.

Rad je podijeljen u devet cjelina. Nakon uvoda u poglavlju 2 dolazi do definiranja prijevoznih procesa na liniji javnog gradskog prijevoza u kojem su definirani statički i dinamički elementi linije, vremena, brzine i popunjenost u javnog gradskog prijevozu. Poglavlje 3 opisuje javni gradski prijevoz Grada Zagreba njegovu strukturu i glavne zadaće. Poglavlje 4 opisuje metodologiju prikupljanja, programe i uređaje kojima se obrađuju podaci. Slijedi poglavlje 5 u kojem se opisuju elementi linije javnog gradskog prijevoza. Obrađeni su statički elementi linije 212 Dubec - Sesvete. Trasa, terminali, stajališta i razmaci važni su elementi za povećanje učinkovitosti i produktivnosti kroz određene mjere. Poglavlje 6 prikazuje izmjenu putnika na liniji, te popunjenost vozila u jutarnjem i poslijepodnevnom vršnom opterećenju. Slijedi poglavlje 7 u kojem su obrađena vremena prijevoznog procesa. Prikazano je vrijeme putovanja vozila te udio u vremenu poluobrta smjera. Poglavlje 8 opisuje brzine i prijevoznu ponudu linije. Obrađene su brzina vožnje, brzina putovanja i brzina poluobrta. Zaključno poglavlje obuhvaća razmatranja rada i konkretna rješenja.

2 PREGLED PRIJEVOZNOG PROCESA NA LINIJI JAVNOG GRADSKOG PRIJEVOZA

Mreža linija kao komponenta infrastrukture sustava javnog gradskog prijevoza obuhvaća sve linije JGP-a koje se međusobno preklapaju ili presijecaju. Linija čini podsustav u sustavu mreže linija javnog gradskog prijevoza. Sastoji se od statičkih i dinamičkih elemenata [1]. Prema načinu pružanja u odnosu na granice grada linije mogu biti radijalne, dijametralne, tangencijalne, kružne, polukružne i periferne.



Slika 1. Vrste linija prema načinu pružanja u odnosu na granice grada. Izvor: [2]

Slika 1 prikazuje vrste linija prema načinu pružanja u odnosu na granice grada. One se dijele na:

- radijalne linije - povezuju središte grada s periferijom;
- dijametralne - povezuju dva periferna dijela i prolaze kroz središte grada;
- tangencijalne - tangiraju središte grada i povezuju dva periferna dijela;
- kružne - zatvaraju kružni pravac prometovanja;
- polukružne - predstavljaju kružni dio linije;
- periferne - povezuju dvije točke na periferiji grada.

Statički elementi linije su trasa, terminali, stajališta i razmaci na liniji. Trasa predstavlja unaprijed definiran pravac kretanja između dva terminala gdje vozilo prolazi već određenim ulicama. Trasa se treba preklapati s osnovnim tokovima kretanja putnika između terminala A i B.

Terminal je posljednja točka na linijama gdje vozila mijenjaju smjer. Postavljaju se na izvorima putnika kao što su škole, kolodvori, sportski objekti i slično. Terminali omogućavaju izravnanje vremenskih neravnomjernosti u kretanju vozila, uzrokovanih zastojima. Obilježavanje terminala slijedi logiku po kojoj onaj terminal bliže centru grada je početni terminal pa se kretanje od njega označava kao kretanje vozila u smjeru A, a kretanje u suprotnom smjeru kao kretanje u smjeru B [3].

Stajališta su mjesta koja služe za izlazak i ulazak putnika iz vozila. Stajališta mogu imati informativni stup, nadstrešnicu i sjedala. Stajališta treba postaviti na glavnim pješačkim tokovima. Ona mogu biti stalna i po potrebi.

Razmaci se određuju odgovarajućim empirijskim vrijednostima kako bi se dobila optimalna duljina. Pogrešnim određivanjem razmaka na liniji smanjuje se udobnost putovanja i rentabilnost prijevoza.

Dinamički elementi linije utvrđuju se voznim redom i mijenjaju se prema prijevoznim zahtjevima na liniji. Dinamički elementi linije dijele se na osnovne dinamičke elemente i izvedene dinamičke elemente. Osnovni dinamički elementi su broj vozila i vrijeme obrta. Broj vozila na liniji predstavlja broj vozila na radu koji se određuje redom vožnje na osnovi prijevoznih zahtjeva i mijenja se u skladu s promjenom zahtjeva u prijevozu putnika. Računa se s parametrima kao što su brzina, gustoća i protok.

Vrijeme obrta sadrži vrijeme potrebno da vozilo napravi jedan obrt u koji ulazi vrijeme vožnje, vrijeme čekanja na stajalištima za ulazak i izlazak putnika i vrijeme provedeno na terminalu [1].

Izvedeni dinamički elementi su frekvencija i interval. Frekvencija predstavlja broj vozila koji u jedinici vremena prođe kroz jednu točku linije. Obično se kao jedinica vremena uzima 60 minuta. Frekvencija se prikazuje formulom:

$$f = \frac{To}{N} \tag{1}$$

Interval je vremenski razmak između dva uzastopna vozila na liniji. Dobije se kao odnos vremena obrta i broja vozila na radu. Prikazuje se formulom:

$$i = \frac{To}{N} \tag{2}$$

Brzina u javnom gradskom prijevozu se promatra u odnosu na put, prijevozno sredstvo i predmet prijevoza. Brzine se najčešće promatraju u prosječnim iznosima. Postoje prometna, prijevozna, brzina obrta i eksploatacijska brzina. Prometna brzina je najmanja po veličini. To je prosječna brzina koju vozilo postigne pri prometovanju između dvije točke (stajališta) na liniji. Prijevozna brzina još se naziva transportna ili brzina putovanja je prosječna brzina koju vozilo postigne kretanjem između početne i krajnje točke na liniji to jest između dva terminala. Brzina obrta se dobije kao odnos opsega linije i vremena obrta. Brzina obrta služi za izračunavanje trajanja obrta i izradu voznog reda za cijelu liniju kao i za svako vozilo pojedinačno [3]. Eksploatacijska brzina se dobije kao odnos ukupnog prijeđenog puta s vremenom koje je vozilo provelo na radu. Kao ukupni prijeđeni put uzima se uzorak od jednoga dana, mjeseca ili godine. Vrijeme na radu uključuje i odlazak u garažu, te kvarove i servise. Ima ulogu u određivanju ukupne isplativosti kretanja vozila.

Osim brzina u javnom gradskom prijevozu, bitan segment prijevoznog procesa na liniji javnog gradskog prijevoza čine vrijeme vožnje, vrijeme zadržavanja na stajalištima i vrijeme zadržavanja na terminalima. Najpraktičnije ih je računati za jedan smjer na liniji. Vrijeme vožnje, zadržavanja na stajalištima i terminalima su sastavni dio vremena poluobrta zadanog voznim redom. Vrijeme vožnje i vrijeme zadržavanja na stajalištima dobiva se mjerenjem, dok vrijeme zadržavanja na terminalima je ono vrijeme što ostane od vremena poluobrta. Problem nastaje kada vrijeme vožnje i vrijeme zadržavanja na stajalištima prijeđu zadano vrijeme poluobrta, u tom slučaju vozilo kasni te se moraju nadoknađivati kašnjenja na sljedećem poluobrtu.

Popunjenost vozila se izražava kao gustoća stajaćih putnika. Najčešće se u praksi popunjenost mjeri u postotku na temelju broja sjedećih i stajaćih mjesta, no to je neprecizno jer postoje različiti standardi za određivanje broja stajaćih mjesta (četiri putnika po metru kvadratnom, šest putnika po metru kvadratnom). Popunjenost vozila definira se pravilnikom E/ECE/324 [4] – ako je *c* broj putnika koji se u određenom

trenutku nalazi u vozilu (put voz^{-1}), a g gustoća stajaćih putnika u istom trenutku (put m^{-2}), tada vrijedi:

$$c_g = s + pg \Leftrightarrow g = \frac{c_g - s}{p} \tag{3}$$

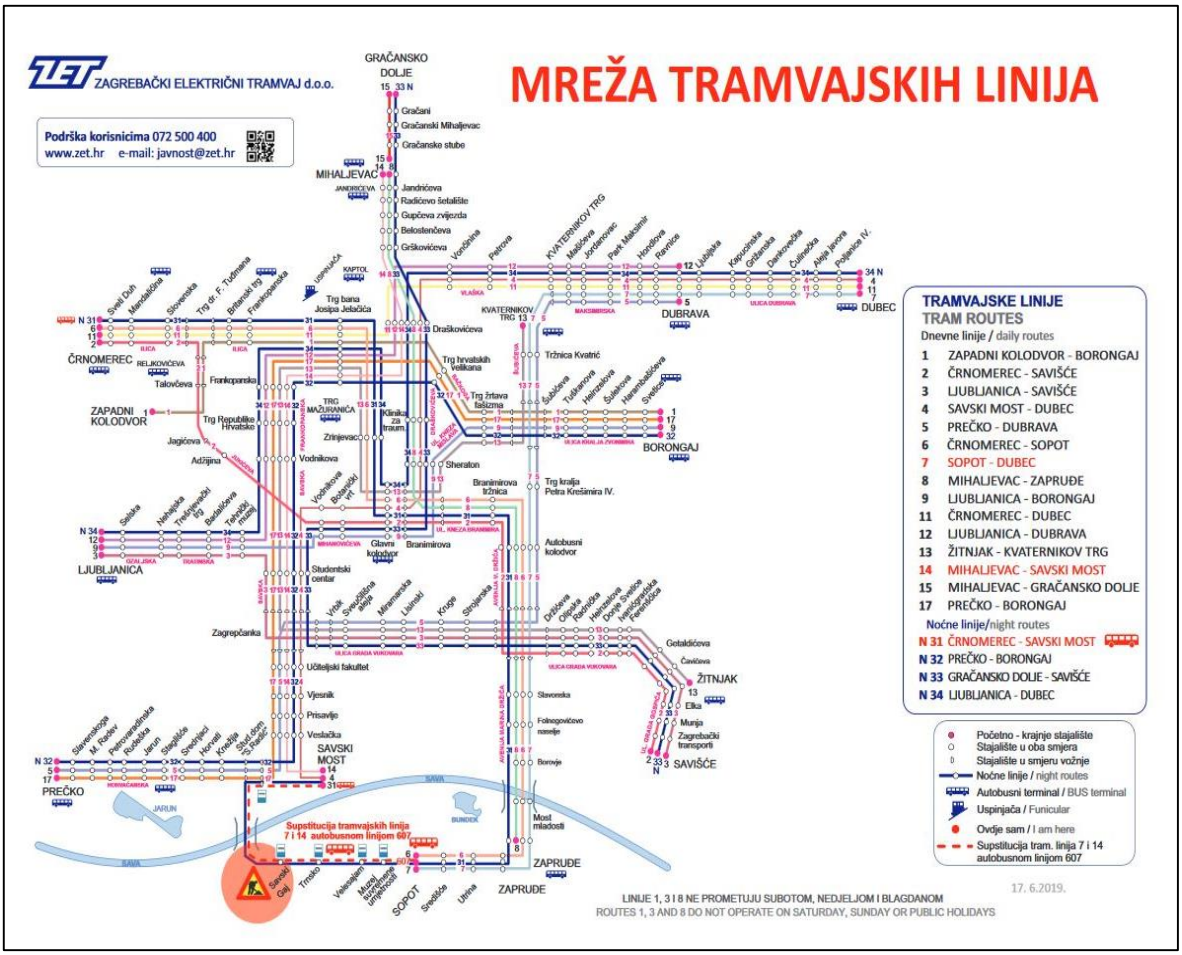
Postoje klasifikacije popunjenosti vozila prema različitim metodologijama. Vuchic [5] definira dojam popunjenosti vozila za putnike prema gustoći stajaćih putnika – pri tom negativna gustoća stajaćih putnika u vozilu označava da nisu popunjena sva sjedeća mjesta. Popunjenost praznog vozila je rezultat između podijeljenih sjedećih mjesta i stajaće površine (Tablica 1).

Tablica 1. Dojam popunjenosti vozila za putnike. Izvor: [5]

gustoća stajaćih putnika u putnicima po metru kvadratnom	*stajanje*	*kretanje kroz vozilo*
1.0	neometano	lako
2.5	uz povremene doticaje	uz ometanje drugih putnika
4.0	uz česte doticaje	otežano
5.0	neudobno	vrlo otežano
7.0	vrlo neudobno	izrazito otežano uz moguće ozlijede

3 JAVNI GRADSKI PRIJEVOZ GRADA ZAGREBA

Javni gradski prijevoz Grada Zagreba sastoji se od mreže autobusnih i tramvajskih linija, te taksija i prigradskih vlakova. Najveći dio javnog gradskog prijevoza u Zagrebu obavlja Zagrebački električni tramvaj. Zagrebački električni tramvaj (ZET) je trgovačko društvo u vlasništvu Grada Zagreba i podružnica trgovačkog društva Zagrebački holding. Samim time 70% financijskih prihoda upravo dobiju od Grada Zagreba. Glavna zadaća Zagrebačkog električnog tramvaja je prijevoz putnika na području Grada Zagreba i dijela Zagrebačke županije. Prometna povezanost gradskih predjela javnim se prijevozom ostvaruje različitim modelima i prema visoko europskim standardima. Uz prijevoz putnika tramvajima, autobusima i uspinjačom, ZET realizira i poseban prijevoz školske djece u za to prilagođenim autobusima te specijalizirani prijevoz osoba s invaliditetom posebno opremljenim vozilima [6].



Slika 2. Mreža tramvajskih linija. Izvor: [7]

Vozni park se sastoji od 410 autobusa, 277 tramvajskih vozila, turističkih tramvaja, turističkih panoramskih autobusa, autobusa za prijevoz djece, turističkih vlakića, te 21 vozila za prijevoz osoba s invaliditetom i djece s poteškoćama. Mrežu zagrebačkog električnog tramvaja (Slika 2) čine 15 dnevnih i 4 noćne linije. Tramvajski prijevoz u Gradu Zagrebu godišnje preveze čak više od 200 milijuna putnika. Tramvajska mreža je duljine 116 km, a širina kolosijeka je 1000 mm. Autobusni prijevoz sastoji se od 146 dnevne i 4 noćne linije gdje se povezuju područja Grada Zagreba do Zaprešića ili Velike Gorice, također autobus prometuje i u općinama Klinča Sela, Stupnik, Luka i Bistra.

Naplata prijevoza na području grada Zagreba dijeli se na:

- mjesečnu pretplatnu kartu (Slika 3) - cijena općeg kupona je 360 HRK;
- godišnja pretplatna karta - cijena općeg kupona je 3480 HRK;
- višednevna karta - cijena sedam dana je 150 HRK;
- papirnata karta - cijena 90 minuta je 30 HRK;
- papirnata karta kupljena u vozilu - cijena 90 minuta je 15 HRK.

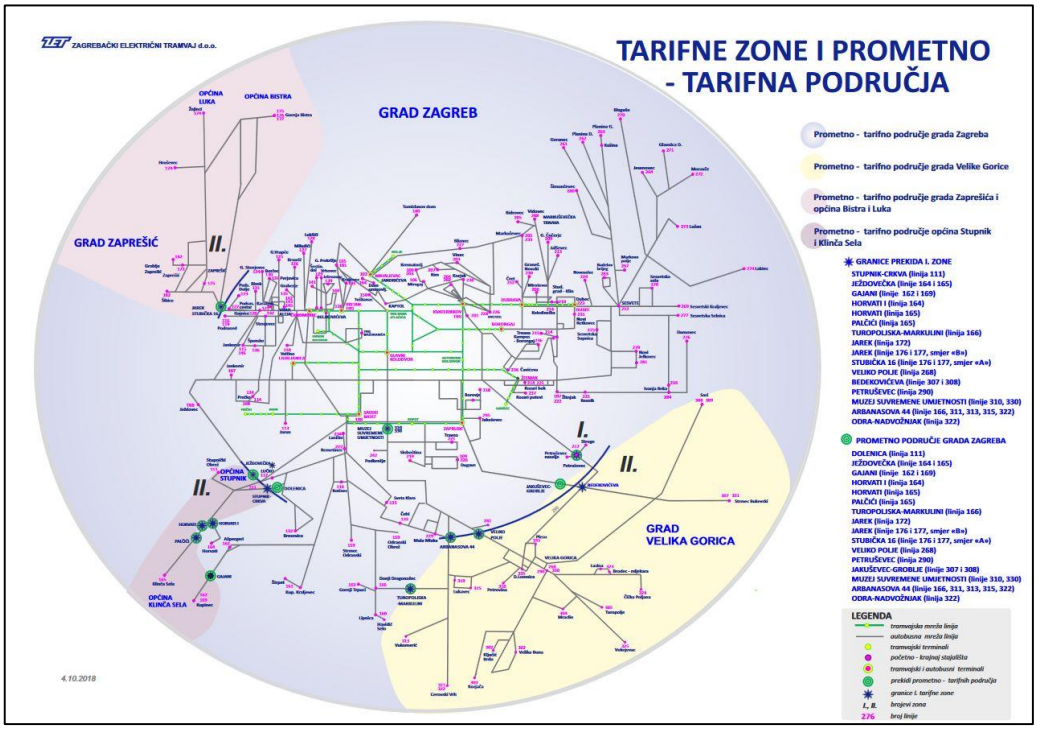
Slika 3. Pretplatna i pojedinačna karta. Izvor: [8]

Prometna mreža ZET-a podijeljena je u dvije zone. Tramvajski promet podijeljen je isključivo na području prve zone, a još od siječnja 2006. prema odluci tadašnjeg Gradskog poglavarstva, cjelokupno područje Grada Zagreba i jest prva tarifna zona i to za sve vrste voznih karata [9]. Prva zona gradske autobusne linije je Grad Zagreb. Druga zona

prigradske autobusne linije su Grad Zaprešić, Grad Velika Gorica, Općina Bistra, Općina Luka, Općina Stupnik, Općina Klinča sela.

Zagrebački električni tramvaj dijeli sustav prometnih područja (Slika 4) na četiri zone čije su granice određene granicama tog istog grada. Na primjer obilježena su:

- ZG - prometno područje Zagreba;
- ST - prometno područje Stupnika i Klinča sela;
- VG - prometno područje Velike Gorice;
- ZB - prometno područje Zaprešića i općina Bistra i Luka.



Slika 4. Tarifne zone i prometno-tarifna područja. Izvor: [10]

U Zagrebu je veliki problem prevelika upotreba osobnog automobila. Autobusna mreža praktički je potpuno integrirana na uličnu mrežu, te samim time nastanu veliki repovi čekanja. Zbog prevelikog broja osobnih automobila i poduzetih putovanja u vršnim satima autobusna mreža ne može ovisiti sama o sebi nego dolazi do kašnjenja u javnom gradskog prijevozu. Time dolazi do velikog pada brzine vožnje i povećanja vremena putovanja. Problem javnog gradskog prijevoza, uključujući autobusni javni prijevoz je što nije stavljen prioritetno na mjesto koje bi trebao zauzeti, nego se pozornost posvećuje osobnim automobilima, javnim garažama, parking mjestima i sve vezano za individualni prijevoz.

4 METODOLOGIJA PRIKUPLJANJA I OBRADE PODATAKA

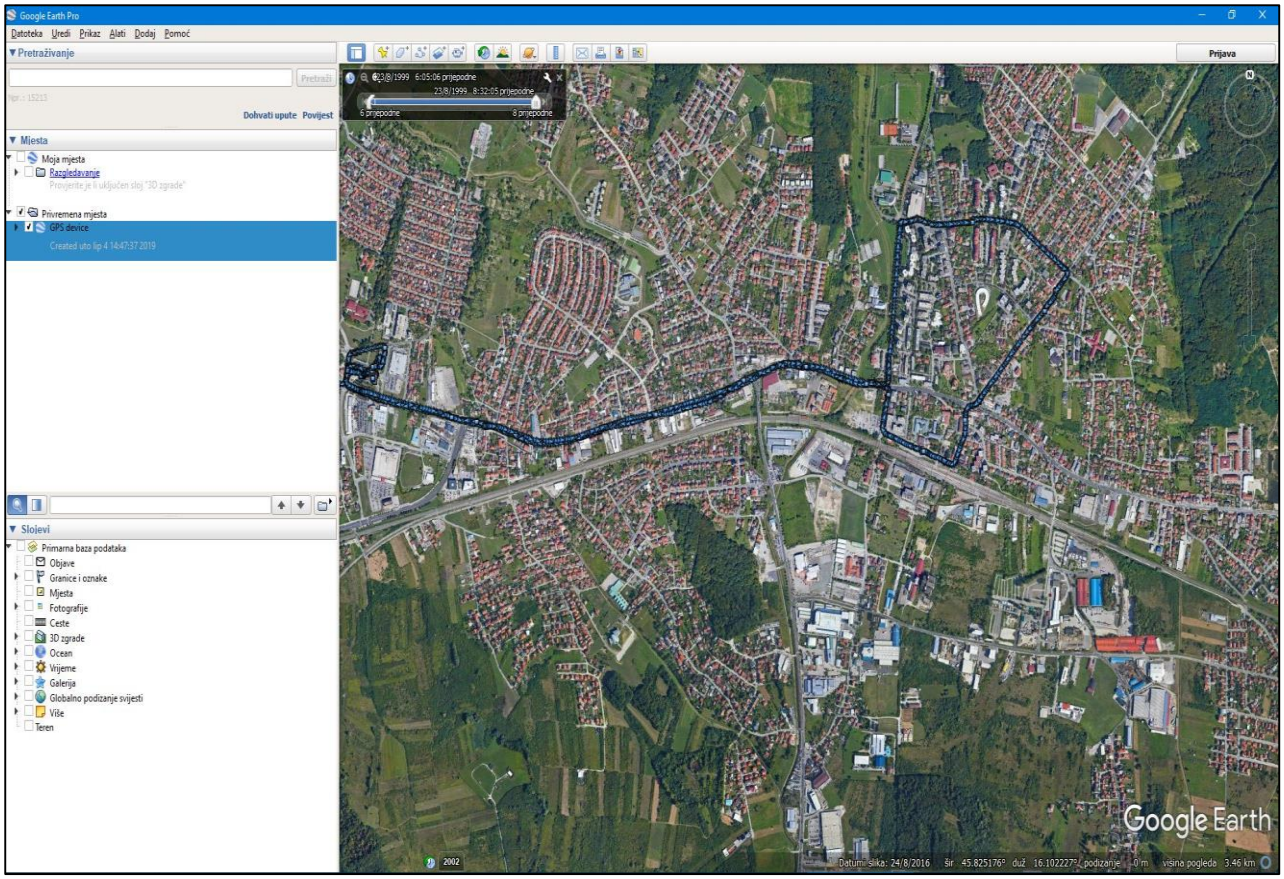
Prikupljanje i obrada podataka radili su se s GPS lokatorima. Slika 5 prikazuje GPS lokator s kojim su prikupljeni podatci. Jutarnje vršno opterećenje obradilo se:

- 08.04.2019. u 06:15 s terminala Dubec do 06:35 kada je vrijeme dolaska na terminal Sesvete, te u suprotnom smjeru prema terminalu Dubec od 06:35 do 06:55 kako bi se prikupio i obradio jedan cijeli obrt linije;
- 10.04.2019. u 16:15 s terminala Dubec do 16:35 kada je vrijeme dolaska na terminal Sesvete, te u suprotnom smjeru prema terminalu Dubec od 16:35 do 16:55 kako bi se prikupio i obratio jedan cijeli obrt linije.

Slika 5. Lokator GPS signala Seeworld GP-740FL. Izvor: [11]

Lokatori su se uključili prije polaska autobusa s terminala, te su pratili trasu liniji dok se istodobno ručno obrađivao broj putnika koji su ušli ili izašli iz autobusa na stajalištima ili terminalima. Nakon potpunog prikupljanja podataka pristupilo se samoj obradi. Koristeći programe „CanWay“ ruta se učitala u točnom vremenu i lokaciji, a nakon toga se pomoću programa „Google Earth Pro“ dobila brzina, vremena putovanja i ostali bitni elementi u metodologiji obrade podataka.

Slika 6 prikazuje obradu podataka u programu „Google Earth Pro“. Nakon učitane trase linije, u programu „Google Earth Pro“ može se očitati brzina kretanja vozila, vrijeme provedeno na stajalištima, vrijeme obrta i poluobrta, razmaci na liniji, te sve ostale statičke i dinamičke elemente linije.



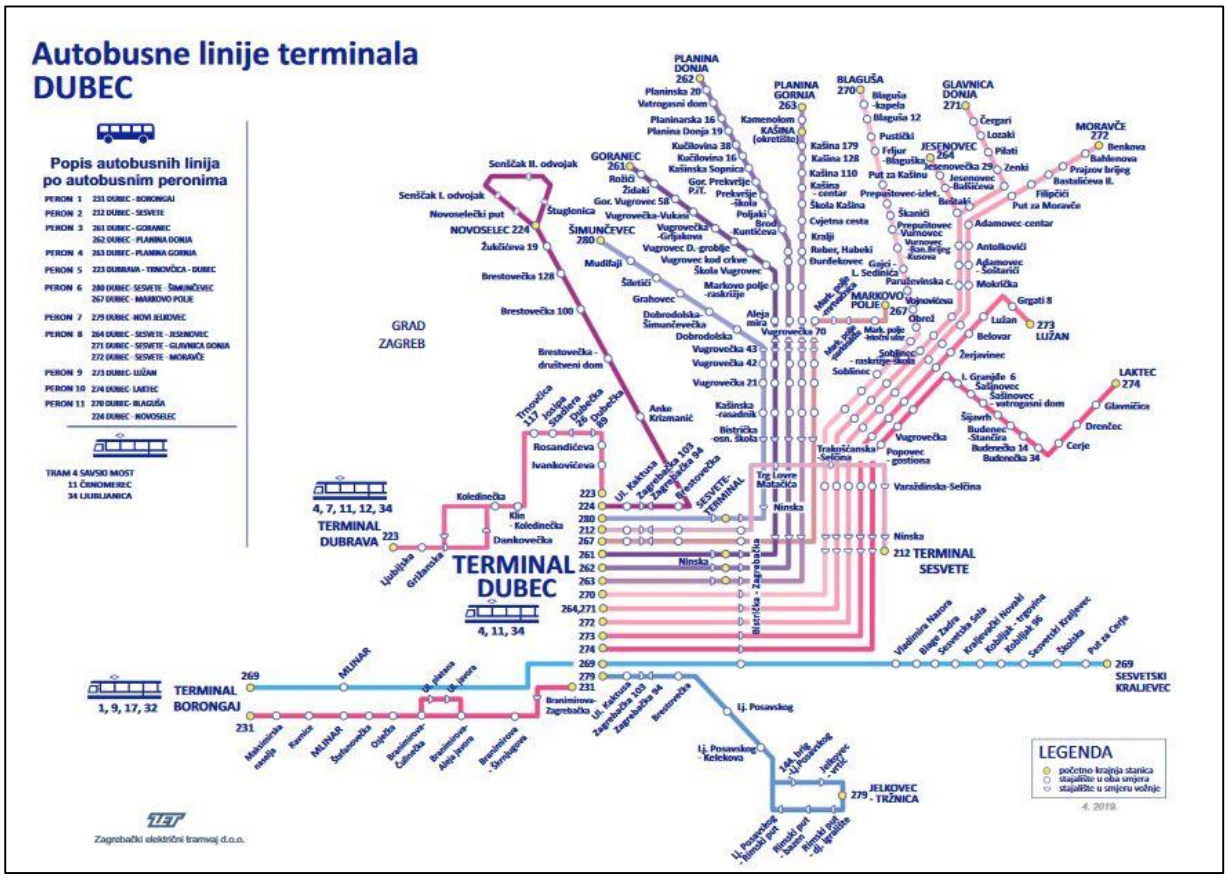
Slika 6. Postupak obrade podataka u programu „Google Earth Pro“ [12]. Izvor: autor

5 PROSTORNI OBUHVAT LINIJE I STATIČKI ELEMENTI

Linija javnog gradskog prijevoza je dio mreže linija koja je koordinirana za učinkovito prometovanje. Sastoji se od:

- trasa;
- stajališta;
- terminala.

Trasa linije javnog gradskog prijevoza je unaprijed utvrđen pravac po kojem prometuju prijevozna sredstva [13]. Stajalište na liniji javnog prijevoza je mjesto gdje se vozila zaustavljaju radi ulaska i izlaska putnika, a mogu imati informativni stup, nadstrešnicu i sjedala. Terminali su krajnje stanice na liniji na kojima vozila javnog gradskog prijevoza putnika mijenjaju smjer kretanja.



Slika 7. Autobusne linije terminala Dubec. Izvor: [14]

Slika 7 prikazuje važnost terminala Dubec. Linija Dubec - Sesvete povezuje istočni dio grada s terminalom Dubec koji je ujedno autobusni i tramvajski terminal. Slika 8

predstavlja prostorni obuhvat gdje je vidljivo kako linija prolazi kroz Sesvete, Brestje i proteže se do terminala Dubec. Autobusna linija 212 jako je bitna na stanovnike istočnog dijela Zagreba, kao i Zagrebačke županije jer polazište je pored željezničkog terminala Sesvete. Stoga, veliki broj putnika ukrcava se na liniju 212 te nastavlja svoje putovanje prema središtu grada. Sesvete tvore najistočniju gradsku četvrt administrativnog područja Grada Zagreba, koja se proteže na 16525.47 ha ili 165.255 km^2 te zauzima nešto manje od petine prostora Grada Zagreba. Najveća je gradska četvrt Grada Zagreba. Prema popisu stanovništva iz 2011, gradska četvrt Sesvete broji 70 009 stanovnika [15].

Slika 8. Prostorni obuhvat autobusne linije 212. Izvor: [12]

Osnovni kriteriji za ocjenu trasiranja mreže linija javnoga gradskog prijevoza, a koji mogu biti i ciljevi prilikom planiranja mreže linija su [1]:

- trasa linije treba biti usklađena s linijama želja putovanja putnika, što se utvrđuje anketiranjem, intervjuiranjem, snimanjem, brojanjem itd.;
- 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.

Trasa linije se pruža tako što u Sesvetama radi veliki krug oko naseljenog područja (Slika 10). U samome centru Sesveta veliki je broj stambenih zgrada, Dom zdravlja (Slika 9), tri

osnovne škole, srednja škola, dječji vrtići, općina, pošta, policija, sud i ostali administrativni objekti. Zbog velikog broja stanovnika povećan je broj stajališta iz smjera terminala Dubec prema Sesvetama, dok u smjeru terminala Dubec ima izrazito manje stajališta jer putovanja su najčešće prema središtu Zagreba. Izgrađena su čak tri stajališta u blizini naselja Selčina koje je jedno od najnaseljenijih područja Sesveta.

Slika 9. Dom Zdravlja Sesvete. Izvor: [16]

Slika 10. Trasa linije. Izvor: autor

Autobusna linija 212 Dubec – Sesvete pripada mreži autobusnih linija Zagreba. Kroz područje Sesveta prolazi jako puno linija s autobusnog terminala Dubec, koja vode prema ostalim manjim naseljima oko Sesveta. Linija 212 kao i ostale linije na području Sesveta poput 269 Sesvetski Kraljevec – Borongaj u istim su bijelim trakovima s ostalim

sudionicima prometa, te prilikom zagušenja i repova čekanja na raskrižjima u razini autobusi na linijama povećavaju svoje vrijeme putovanja.

Na autobusnoj liniji 212 najviše putnika se ukrcava na terminalu ili na stajalištu Bistrička - Zagrebačka gdje se zaustavlja velik broj autobusnih linija. Najčešća interakcija linije 212 je s linijom 269 gdje velik broj srednjoškolske djece dolazi s terminala Dubec ili Dubrava u srednju školu, a također učenici iz Sesvetskog Kraljevca presjedaju na autobusnu liniju 212 samo do sljedećeg stajališta tako da ne pješače u nepovoljnim vremenskim uvjetima. U tablici 2 navedeni su svi nazivi terminala i stajališta, duljine u metrima, te kumulativne duljine u kilometrima.

Tablica 2. Segmenti na liniji. Izvor: autor

indeks segmenta	***završno stajalište***	***naziv***	***duljina u metrima***	***kumulativno u kilometrima***
212-SESV-01	ULKAKT-090-S	Ulica Kaktusa	812	0.8
212-SESV-02	ZAGREB-090-S	Zagrebačka 103	435	1.2
212-SESV-03	BRESTO-090-S	Brestovečka	624	1.9
212-SESV-04	BISZAG-000-S	Bistrička-Zagrebačka	761	2.6
212-SESV-05	TLOMAT-090-S	Trg Lovre Matačića	561	3.2
212-SESV-06	TRASEL-090-S	Trakoščanska-Selčina	250	3.4
212-SESV-07	VARSEL-180-S	Varaždinska-Selčina	524	4.0
212-SESV-08	NINSKA-225-S	Ninska	599	4.6
212-SESV-09	SESIZL-270-S	Sesvete-izlaz	194	4.8
212-SESV-10	SESVUK-270-X	Sesvete-ukrcaj	93	4.9
212-DUBE-01	BISZAG-270-S	Bistrička-Zagrebačka	408	0.4
212-DUBE-02	BRESTO-270-S	Brestovečka	653	1.1
212-DUBE-03	ZAGREB-270-S	Zagrebačka 94	538	1.6
212-DUBE-04	ULKAKT-270-S	Ulica Kaktusa	392	2.0
212-DUBE-05	DUBEC-090-S	Dubec	826	2.8
212-DUBE-06	DUBEC-090-X	Dubec	443	3.3

U tablici 2 su šifre stajališta smjerovi su označeni s brojevima:

- 000 → sjever;
- 045 → sjeveroistok;
- 090 → istok;
- 135 → jugoistok;
- 180 → jug;
- 225 → jugozapad;

- 270 → zapad;
- 315 → sjeverozapad.

Također, kao slovne oznake uzete su:

- S → stajalište koje nije terminus;
- T → terminus koji nema izmjenu putnika;
- X → terminus koji ima izmjenu putnika.

5.1 Terminali

Terminali predstavljaju krajnje točke na linijama gdje vozila mijenjaju smjer. Terminali se postavljaju na značajnim izvorima putnika kao što su škole, tvornice, kolodvori, sportski objekti i slično. Omogućuju izravnavanje vremenskih neravnomjernosti u kretanju vozila, uzrokovanih zastojima. Točke kontrole točnosti kretanja vozila u odnosu na njihov postavljeni red vožnje. 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 [3].

Slika 11. Autobusni terminal Dubec. Izvor: autor

Prema određenim kriterijima terminal Dubec je terminal A, dok je terminal Sesvete terminal B. Terminal Dubec (Slika 11). ima izrazito važniju funkciju. Osim što se na istom terminalu nastavlja tramvajski promet u smjeru grada, na terminal Dubec dolazi veliki broj linija kao što su: 224 Dubec - Novoselec, 231 Borongaj – Dubec, 261 Dubec – Sesvete - Goranec, 262 Dubec – Sesvete - Planina Donja, 263 Dubec – Kašina – Planina Donja, 264 Dubec - Sesvete - Jasenovac i mnoge druge.

Važnost terminal prikazuje se pri izlazu putnika sa svih linija gdje se nastavljaju kretati prema središtu Zagreba. Također, iz primjera se očituje da s terminala Dubec velik broj trasa autobusnih linija upravo prolazi kroz Sesvete. Uz izmjenu većeg broja putnika na autobusnim i tramvajskim linijama, na terminalu Dubec nalazi se administrativni dio ZET-a, gdje može doći do izmjene i odmora vozača. Putnici mogu također kupiti karte ili ako imaju nekih pitanja obratiti se službenim osobama.

Slika 12. Autobusni terminal Sesvete. Izvor: [17]

Terminal Sesvete (Slika 12) također je od velike važnosti. Veliki broj naseljenih mjesta u okolici Sesveta, upravo prolaze kroz sami centar gdje se nalazi terminal. U blizini je već navedeni Dom zdravlja, općina, sud, policija i ostale administrativne ustanove. S druge strane autobusnog terminala nalazi se željeznički terminal, koji integrira željeznički s autobusnim i samim time na terminalu Dubec tramvajskim prijevozom putnika. Terminal Sesvete pristupačan je svim korisnicima ZET-a s istočnog dijela Zagreba.

Trase autobusne linije terminala Sesvete su [18]:

- 212 Dubec - Sesvete;
- 225 Sesvete – Resnik - Kozar Bok;
- 275 Sesvete - Sesvetska Sopnica;
- 277 Sesvete - Sesvetska Selnica;
- 278 Sesvete - Sesvetska Sela - Kraljevečki Novaki;
- 282 Sesvete - Novi Jelkovec;
- 283 Sesvete - Badelov Brijeg;
- 284 Sesvete - Ivanja Reka.

5.2 Stajališta

Stajališta su mjesta na liniji gdje se mogu zaustaviti vozila i obaviti izlaz i ulaz putnika na toj liniji. Stajališta mogu biti stalna ili prema potrebi. Stalna stajališta su ona gdje se vozila zaustavljaju bez obzira ima li putnika za izlaz ili ulaz, a prema potrebi su ona stajališta gdje vozila stanu samo ako ima putnika za ulaz ili izlaz. Autobusno stajalište je posebno napravljena prometna površina koja je označena i vidljiva ostalim sudionicima u prometu. Određena je za zaustavljanje autobusa i dozvoljava siguran ulazak i izlazak putnika. Pješačenje od doma do stajališta ne bi trebalo biti više od pet minuta u centru grada, a izvan centra grada ne više od deset minuta [1].

Slika 13. Stajalište Trakoščanska- Selčina na autobusnoj liniji 212. Izvor: [19]

Na liniji dolaze do izražaja stajališta poput stajališta Trakoščanska - Selčina u smjeru Sesveta (Slika 13). Zbog velikog broja stambenih zgrada u naselju Selčina na stajalištu Trakoščanska – Selčina dolazi do najveće izmjene putnika. Međutim, prilikom jutarnjeg vršnog sata uočeno je kako veliki broj putnika ulazi u vozilo dolazi do terminala Sesvete i ne izlazeći iz autobusa nastavljaju putovanje sve do terminala Dubec. Na stajalištu Bistrička - Zagrebačka zaustavlja se veći broj linija, stajalište je odvojeno prometnim otokom i projektirano je da se može zaustaviti veći broj autobusnih linija. Ovdje prilikom vršnih sati dolazi do prometnih repova i gužvi jer vozač u oba smjera prije dolaska na stajalište Bistrička - Zagrebačka mora napraviti manevar lijevog skretanja na najopterećenijim prometnicama ovog područja.

Slika 14. Stajalište Bistrička- Zagrebačka na autobusnoj liniji 212. Izvor: autor

Stajalište Bistrička – Zagrebačka (Slika 14) je jedino stajalište autobusnoj liniji 212 koje ima informatički stup, te točno pokazuje vrijeme dolaska svih linija u stvarnom vremenu. Sva stajališta imaju znak autobusnog stajališta, vozni red, nadstrešnicu, klupu te na

kolniku žute oznake autobusnog stajališta. U skladu s prometnom-tehničkim zahtjevima stajališta su postavljena izuzetno dobro. U područjima s većim brojem stanovnika i gravitacijskim područjem veći je broj stajališta, dok na područjima izvan Sesveta prema terminalu Dubec manji je broj stajališta gdje autobus može postići veće brzine i samim time smanjiti vrijeme putovanja.

5.3 Razmaci

Razmaci među stajalištima određuju se promatrajući cijelu liniju, broj putnika koji ulaze i izlaze, kao i raspodjelu protoka putnika duž linije. U praksi se koriste empirijske vrijednosti za određivanje razmaka na liniji u ovisnosti [20]:

- o brzini prijevoznog sredstva;
- o gustoći naseljenosti;
- o prosječnoj duljini putovanja.

Također, razmaci među stajalištima ovise o lokalnoj topografiji, vrsti zemljišnih posjeda oko stajališta i o prihvatljivoj udaljenosti koja se može prijeći pješice. Vrijeme putovanja je optimalno kada su autobusna stajališta na udaljenosti do 550 metara(Slika 15).

Prijevozno sredstvo	Brzina u km/h	Međustajališna udaljenost u metrima
1. tramvaj i gradski autobus	16-23	250-550
2. podzemni tramvaj	21-23	600-1500
3. metro	25-35	1000-1500
4. električna gradska prigradska željeznica	40-50	2500-3000

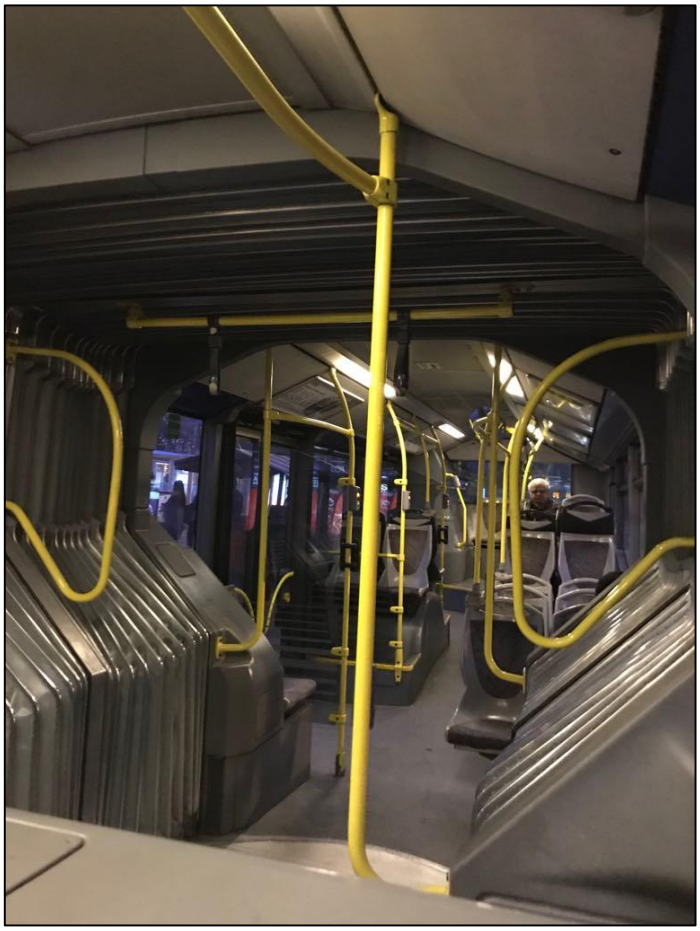
Slika 15. Međustajališna udaljenost u odnosu na brzinu prijevoznog sredstva. Izvor: [20]

Najveći razmaci na liniji su između terminala Dubec i stajališta Ulice Kaktusa dok su najmanje razlike među stajalištima između stajališta u Ninskoj ulici i terminalima u Sesvetama. Iz toga se jasno da iščitati kako se želi integrirati autobusni s tramvajskim javnim gradskim prijevozom putnika. Autobusna linija 212 ima funkciju prikupiti što veći broj stanovnika Sesveta zato njezina trasa u samim Sesvetama ide u krug te spaja je s urbaniziranijim područjem Grada Zagreba. Dubec je najistočniji dio grada Zagreba gdje se odvija tramvajski javni gradski prijevoz putnika. Brzine kretanja vozila u Sesvetama su

manje jer je veliki broj osobnih automobila. Poslije četverokrakog raskrižja s Branimirovom ulicom autobusna linija 212 ostvaruje najveće brzine jer se dio osobnih automobile uputio na Branimirovu ulicu. Veći broj raskrižja sa semaforima nalazi se u Sesvetama gdje se pojavljuje i pješački promet. Postavljanjem semafora na raskrižje omogućuje se pješacima lakši i sigurniji prijelaz prometnice. U području između Sesveta i terminala Dubec manji je broj raskrižja sa semaforima jer je manja naseljenost i fluktuacija stanovnika nego u centru Sesveta.

6 IZMJENA PUTNIKA I POPUNJENOST VOZILA

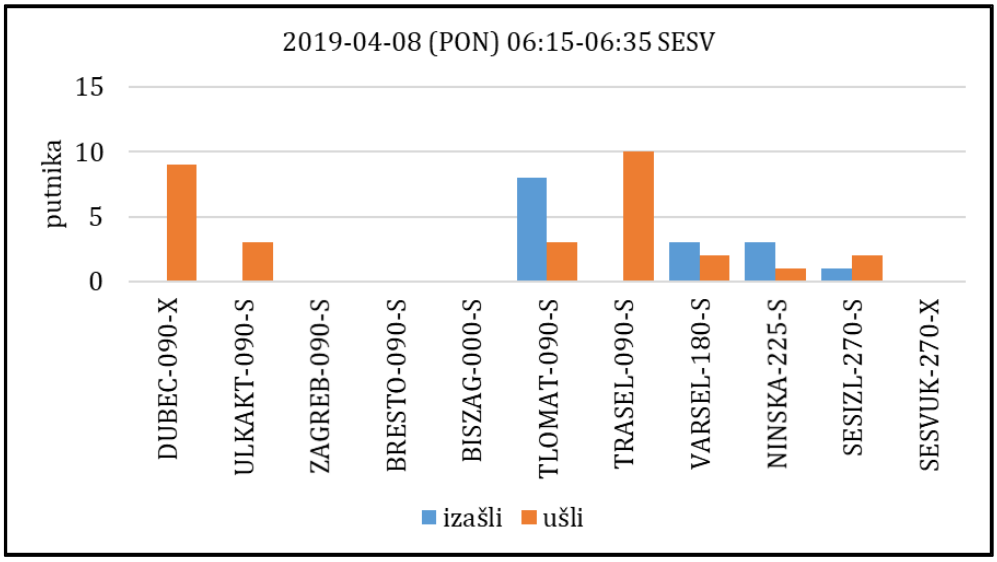
Na obrađenoj liniji 212 Dubec - Sesvete u jutarnjim i poslijepodnevnim vršnim satima kao i svakodnevno prometuje autobus proizvođača Mercedes model Citaro O530 G. Mercedes-Benz Citaro je niskopodni gradski i prigradski autobus koji se proizvodi od 1997. Kao što prikazuje Slika 16, na liniji 212 prometuje zglobni autobus. Vozilo ima tri osovine, a sjedeća su 42 mjesta. Na liniji prometuje autobus s četiri vrata stajaće površine 20.0 m^2.



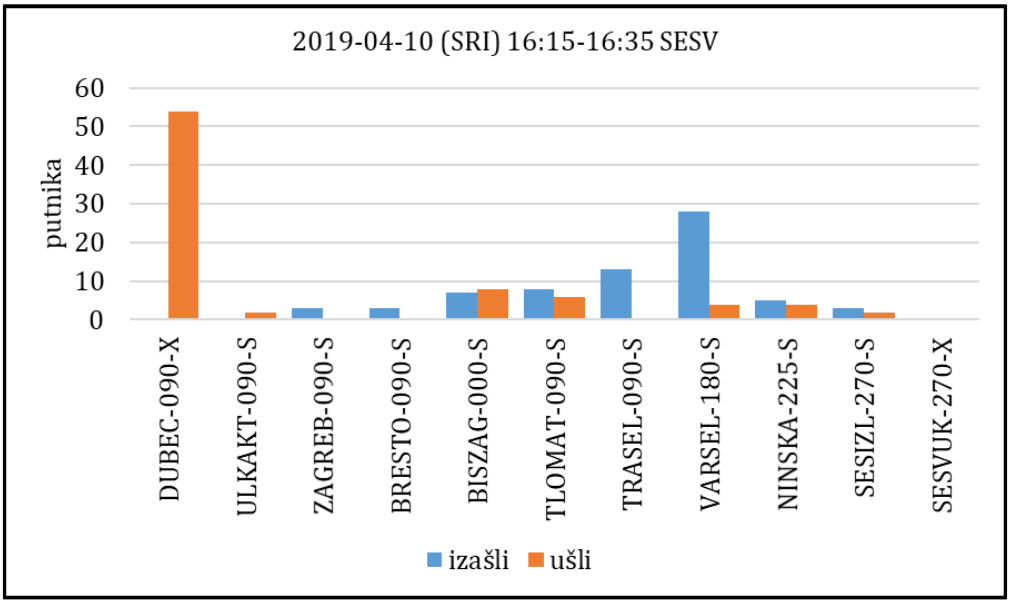
Slika 16. Zglobni dio autobusa linije 212. Izvor: autor

6.1 Izmjena putnika

Izmjenom putnika to jest brojanjem ulazaka i izlazaka dobivaju se podaci o protoku putnika na liniji. Slika 17. prikazuje izmjenu putnika u jutarnjim satima dana 08.04.2019. od 06:15 do 06:35 u smjeru Sesveta.



Slika 17. Izašli i ušli putnici u jutarnjem vršnom opterećenju u smjeru terminala Sesvete. Izvor: autor

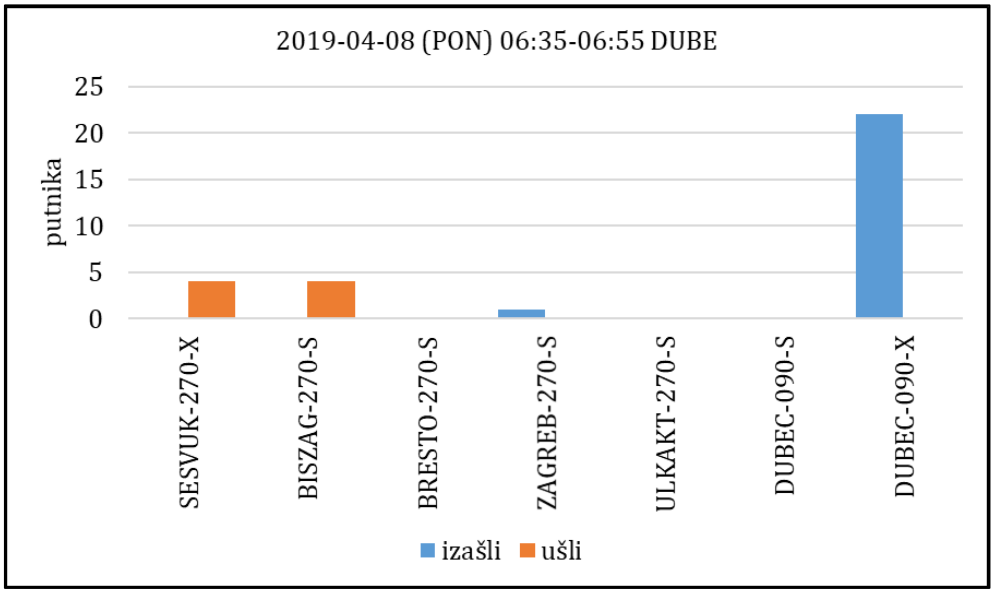


Slika 18. Izašli i ušli putnici u poslijepodnevnom vršnom opterećenju u smjeru terminala Sesvete. Izvor: autor

Vidljivo je kako se dio putnika ukrcao na stajalištima Dubec i Ulica Kaktusa, dok prvi izašli putnici su tek na Trgu Lovre Matačića. To jasno pokazuje kako su putnici poduzeli putovanje prema Sesvetama iz poslovnih, obrazovnih i administrativnih razloga. Najčešće su to srednjoškolska djeca koja putuju u školu, a na stajalištu Trg Lovre Matačića nalazi se Gimnazija Sesvete. Nakon toga na sljedećem stajalištu Trakoščanska – Selčina, koje je ujedno i najfrekventnije stajalište, na liniji ulazi najveći broj putnika. Na ostalim stajalištima dolazi do minimalnih izmjena putnika. Zanimljiv podatak je da velik broj putnika koji se ukrcao u smjeru Sesveta ostaje u autobusu na terminalu Sesvete gdje ne

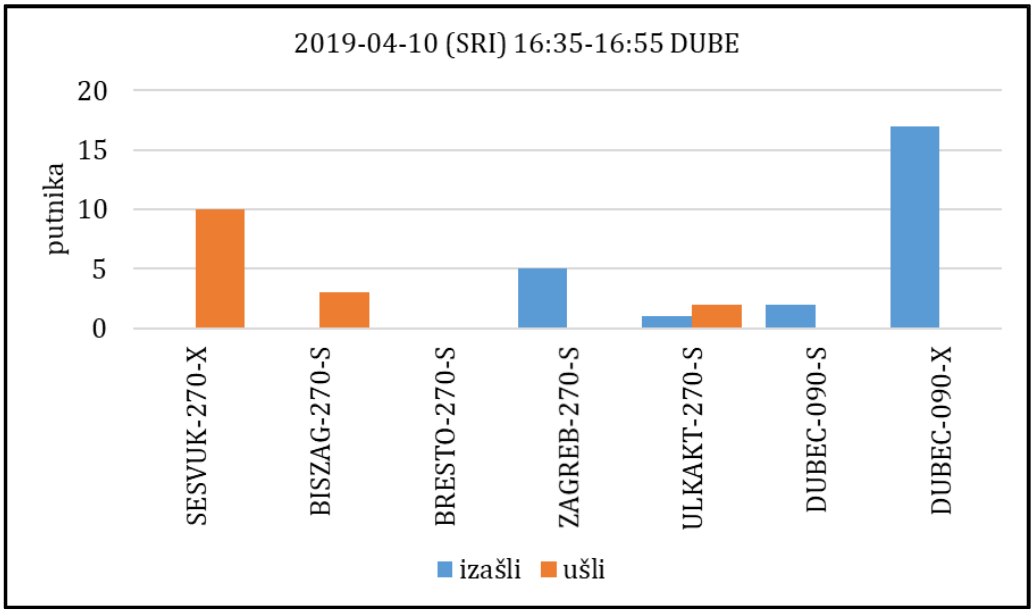
dolazi do potpune izmjene putnika, te čeka polazak prema terminalu Dubec. Kao što je vidljivo, veći je broj stajališta u smjeru Sesveta, pa putnici produžuju putovanje za desetak minuta, ali sjedeći u autobusu koji im dolazi puno bliže stambenog prostora. Zimi, kada je izrazito hladno vrijeme putnici sjedaju na liniju 212 te vrše putovanje od samo jednog ili dva stajališta do terminala Sesvete gdje nastavljaju dalje putovanje prema središtu Grada Zagreba najčešće vlakom u obliku željezničkog prijevoza.

Slika 18 prikazuje izmjenu putnika u poslijepodnevnom vršnom opterećenju dana 10.04.2019. od 16:15 do 16:35 u smjeru terminala Sesvete. Na terminalu Dubec ulazi veliki broj putnika koji su s tramvajskog okretišta presjeli na autobusnu liniju 212 i nastavili putovanje. Najčešća svrha putovanja prema Sesvetama u poslijepodnevnom vršnom opterećenju je vraćanje s posla, fakulteta, škole, roditelja s djecom iz vrtića. Slika 19 naznačuje kako na dva najfrekventnija stajališta Trakoščanska - Selčina i Varaždinska - Selčina izlazi najveći broj putnika upravo zbog najveće naseljenosti tog područja. Može se očitati da je u popodnevnim satima ostala nekolicina putnika u autobusu koji će svoje kretanje nastaviti prema terminalu Dubec.



Slika 19.Izašli i ušli putnici u jutarnjem vršnom opterećenju u smjeru terminala Dubec. Izvor: autor

U jutarnjim vršnim satima težište svih putovanja na liniji 212 je prema terminalu Dubec (Slika 20). Tijekom svih stajališta osim posljednjeg samo je jedna osoba izašla na stajalištu Zagrebačka 94. Svi ostali putnici na liniji 212 izašli su na terminalu Dubec u 06:55 i nastavili prema tramvajskom okretištu gdje su se uputili u smjeru središta grada.

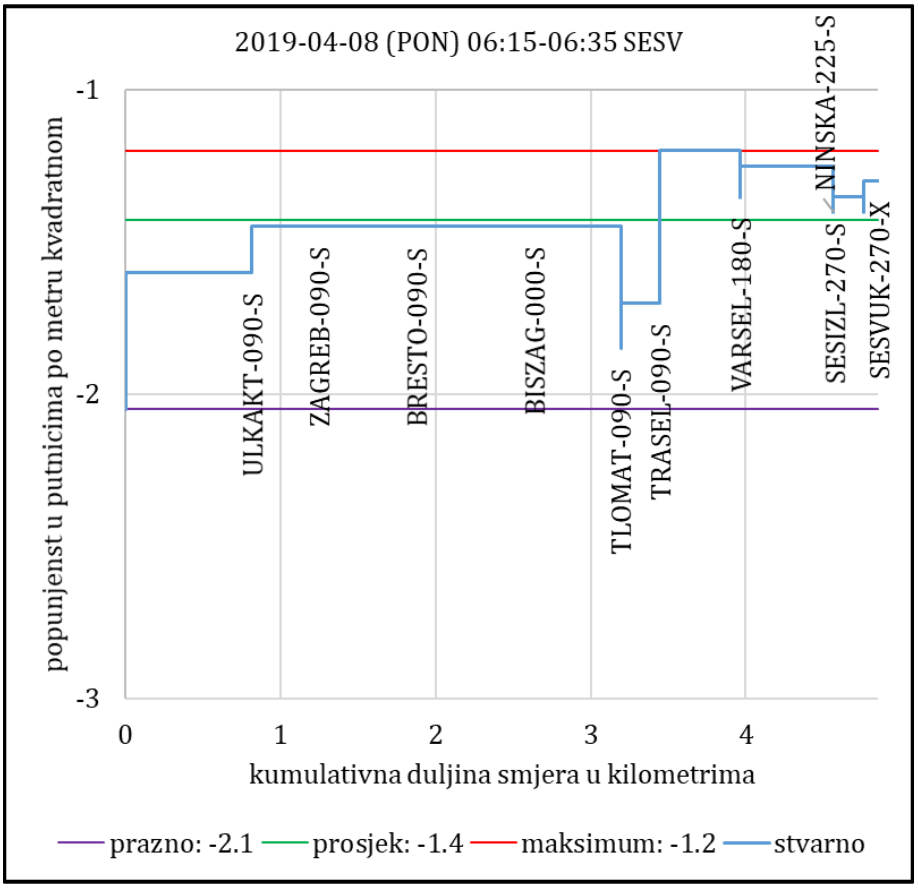


Slika 20. Izašli i ušli putnici u poslijepodnevnom vršnom opterećenju u smjeru terminala Dubec. Izvor: autor

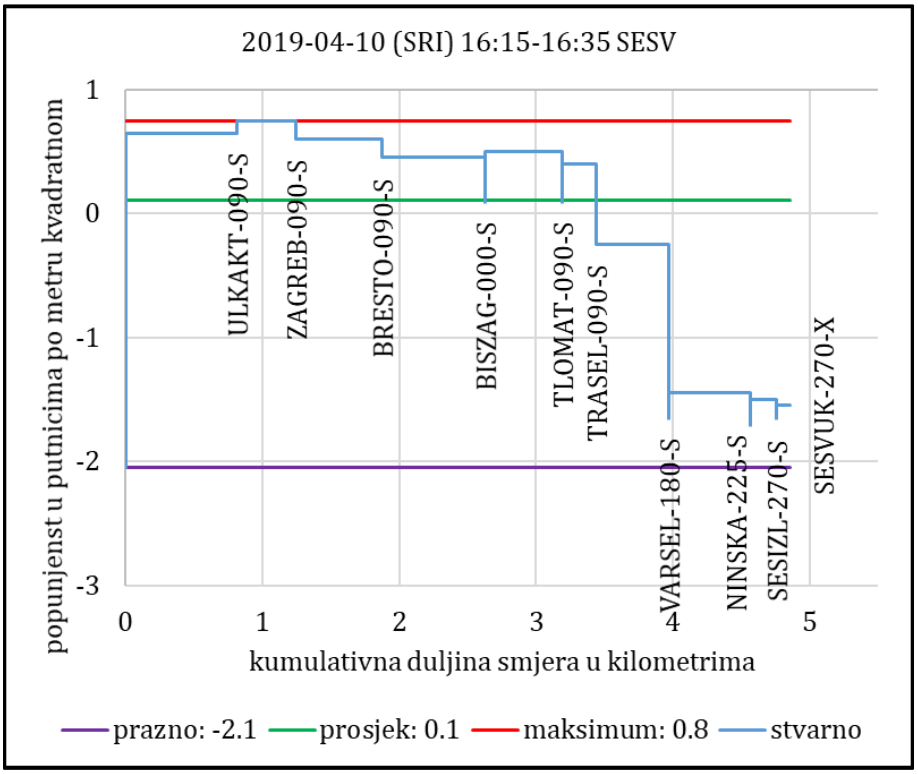
U poslijepodnevnim vršnim satima prema terminalu Dubec vidljivo je da na početnom terminalu Sesvete ulazi najveći broj putnika, kao i na stajalištu Bistrička - Zagrebačka gdje mnoge druge autobusne linije pristaju na stajalište. Slika 20 očitava i prikazuje da i u poslijepodnevnim vršnim satima glavno težište je na odredišnom terminalu Dubec gdje izlazi najveći broj putnika. Na ostalim stajalištima dolazi do minimalnih izmjena izlaska i ulaska putnika.

6.2 Popunjenost vozila

Slika 21 prikazuje popunjenost vozila s terminala Dubec prema Sesvetama. Vidljivo je kako popunjenost konstantno raste do stajališta Trakoščanska - Selčina gdje počinje minimalno stagniranje. Međutim, u vozilu do terminala Sesvete i dalje prema terminalu Dubec ostaje iznadprosječna popunjenost. Popunjenost praznog vozila je rezultat između podijeljenih sjedećih mjesta i stajaće površine. U nijednom trenutku popunjenost u putnicima po metru kvadratnom nije bila veća od nule, što ukazuje da je u svakome trenutku bilo slobodnih sjedećih mjesta.

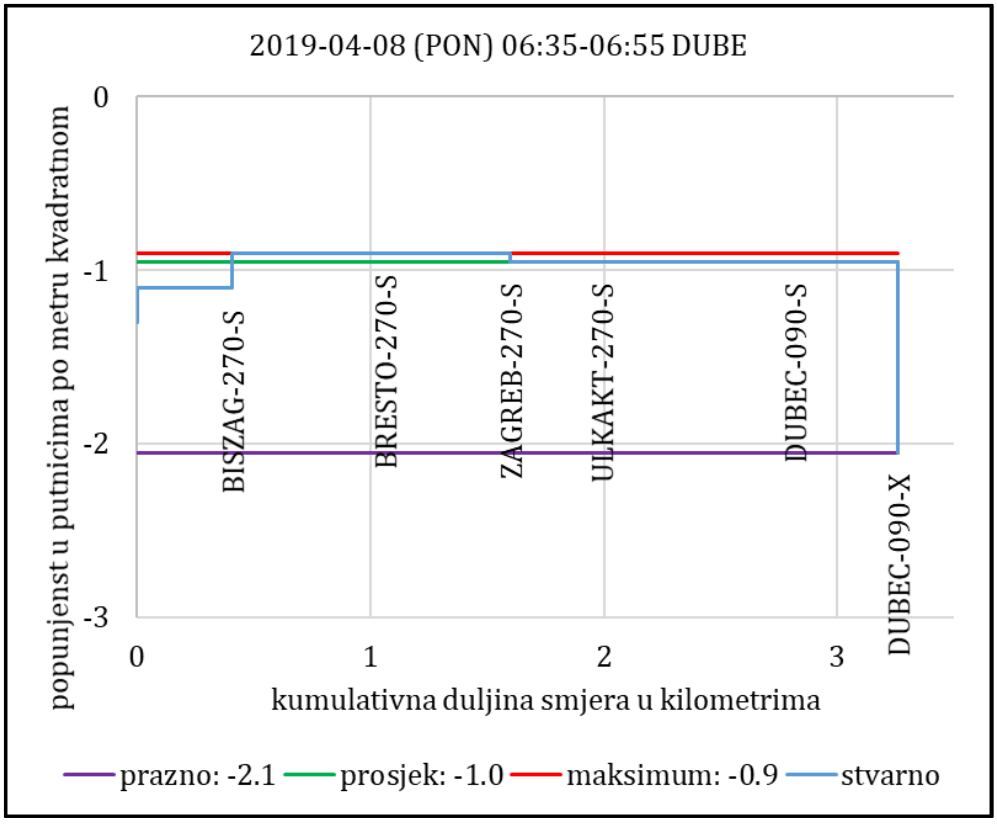


Slika 21. Popunjenosti vozila u smjeru terminala Sesvete u jutarnjem vršnom opterećenju. Izvor: autor



Slika 22. Popunjenosti vozila u smjeru terminala Sesvete u poslijepodnevnom vršnom opterećenju. Izvor. autor

Slika 22 prikazuje popunjenost vozila iz smjera terminala Dubec prema terminalu Sesvete u popodnevnom vršnom opterećenju. Vidljivo je kako se vozilo popunilo na terminalu Dubec skoro do maksimalnog broja putnika koji su poduzeli putovanje. Na prvom stajalištu još je ušlo nekoliko putnika, koji su se uputili prema Sesvetama. Nakon prvog stajališta broj putnika konstantno pada. Odmah na početnom terminalu Dubec popunjenost u putnicima po metru kvadratnom bila je veća od nule, što ukazuje da su putnici zauzeli sva sjedeća mjesta te putnici koji su se kasnije ukrcali moraju stajati u autobusu. Primjenjuje se kako na jedan metar kvadratni mogu stati četiri putnika, ali putnici najčešće čekaju sljedeći autobus ako je u vozilu više od dva putnika na metru kvadratnom. Kao i u jutarnjim satima vozilo se nije ispraznilo do kraja te je određeni broj putnika nastavio kretnju prema terminalu Dubec.

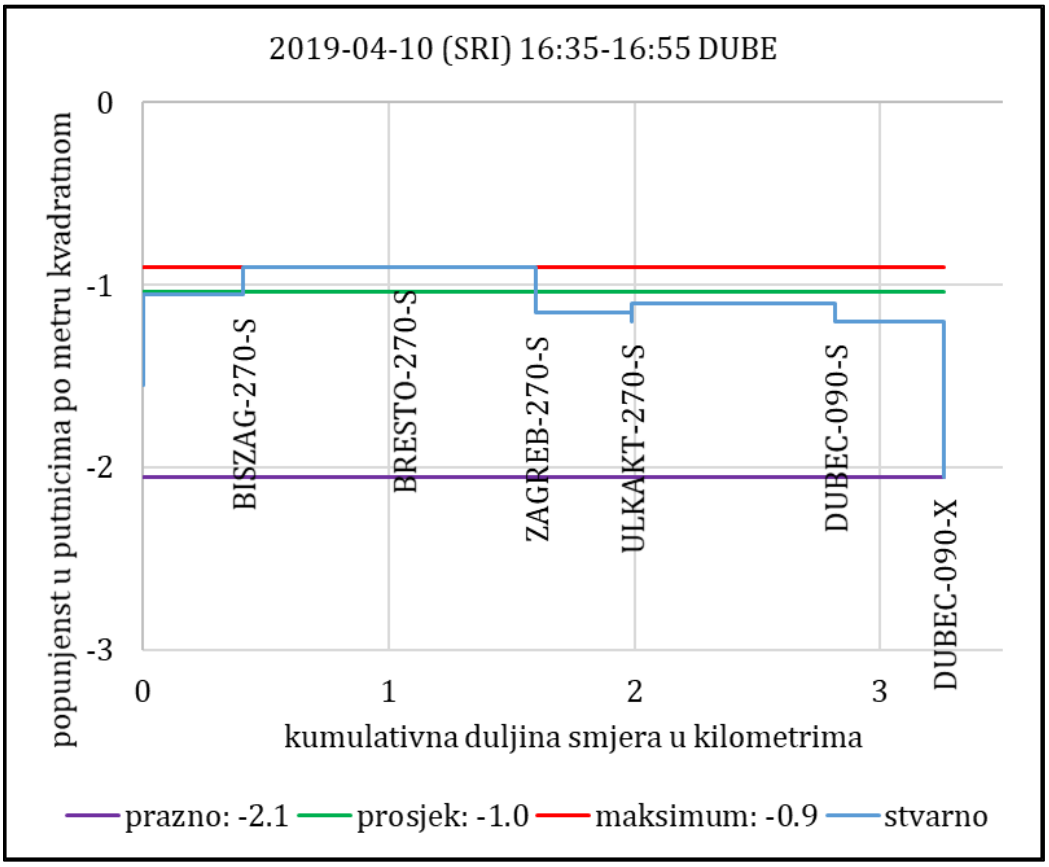


Slika 23. Popunjenosti vozila u smjeru terminala Dubec u jutarnjem vršnom opterećenju. Izvor: autor

Slika 23 prikazuje popunjenost vozila iz smjera terminala Sesvete prema terminalu Dubec. Može se uočiti kako vozilo ne započinje putovanje prazno bez ijednog putnika zbog ostanka nekolicine putnika u autobusu na terminalu. Odmah nakon prvog stajališta Bistrička - Zagrebačka u vozilu se nalazi maksimalni broj putnika koji je ušao u autobus. Gotovo svi putnici od prvog stajališta nastavljaju svoje putovanje do krajnjeg terminala

Dubec gdje za razliku od terminala Sesvete svaki putnik izlazi iz vozila. U nijednom trenutku popunjenost putnika po metru kvadratnom nije bila veća od nule, te je bilo slobodnih sjedećih mjesta.

Slika 24 prikazuje popunjenost vozila iz smjera terminala Sesvete prema terminalu Dubec u popodnevnom vršnom opterećenju. Može se uočiti kako vozilo ne započinje putovanje prazno bez ijednog putnika zbog ostanka nekolicine putnika u autobusu na terminalu. Kao i u jutarnjim satima odmah nakon prvog stajališta Bistrička - Zagrebačka u vozilu se nalazi maksimalni broj putnika koji je ušlo u vozilo. Na terminalu Dubec izlaze svi putnici iz vozila. U nijednom trenutku popunjenost putnika po metru kvadratnom nije bila veća od nule, te je bilo slobodnih sjedećih mjesta.



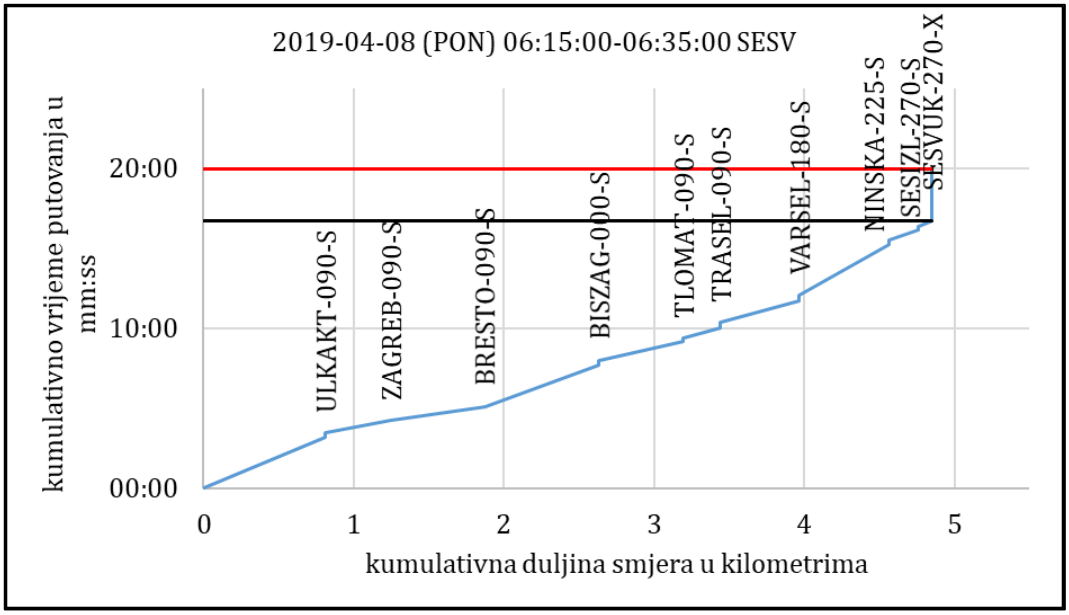
Slika 24. Popunjenosti vozila u smjeru terminala Dubec u poslijepodnevnom vršnom opterećenju. Izvor: autor

Uspoređujući dijagrame jasno je vidljivo kako je popunjenost vozila u jutarnjem vršnom opterećenju izrazito manja prema terminalu Sesvete za razliku od poslijepodnevnog vršnog opterećenja kada su se popunila sva sjedeća mjesta u vozilu. U smjeru terminala Dubec u jutarnjem vršnom opterećenju jedna je osoba napustila vozilo na svim stajalištima prije terminala, dok u poslijepodnevnom vršnom opterećenju na svakom

stajalištu je popunjenost vozila bila sve manja. To je jasan pokazatelj kako se putnici vraćaju s posla iz Sesveta, ili sa željezničkog terminala Sesvete.

7 VREMENA U PRIJEVOZNOM PROCESU

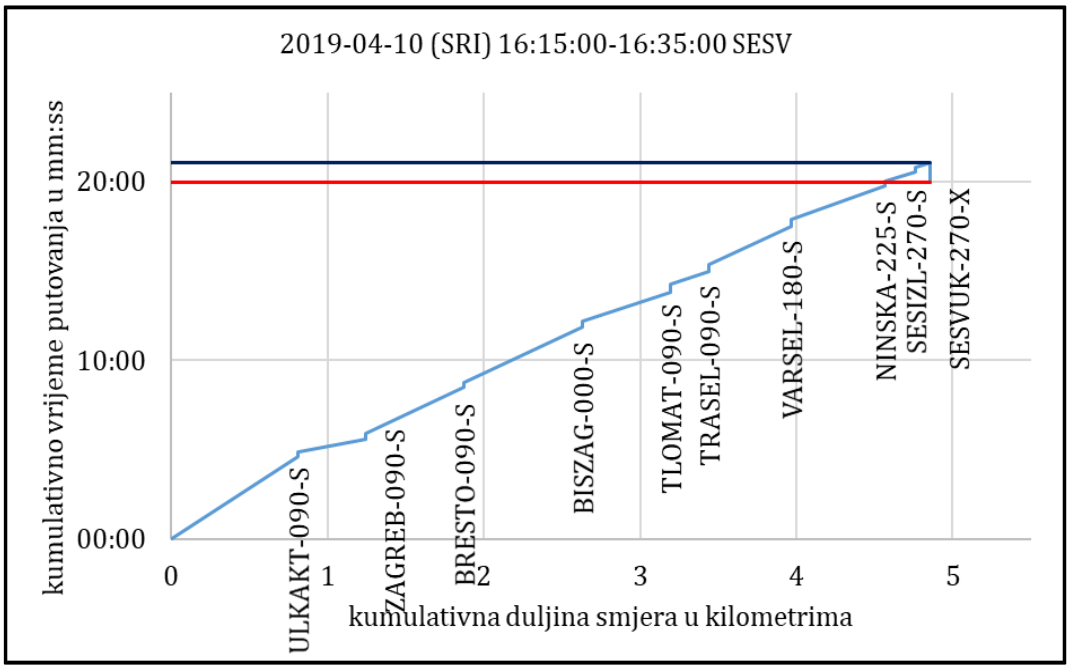
Prikupljanjem i obradom podataka pristupilo se i analizi vremena u prijevoznom procesu. Slika 25 i Slika 26 prikazuju grafikone vremena putovanja iz smjera terminala Dubec u smjeru terminala Sesvete u jutarnjim i poslijepodnevnim vršnim satima. Crvenim pravcem označeno je vrijeme poluobrta dok je crnim pravcem označeno vrijeme vožnje. Vrijeme poluobrta za oba smjera je 20 minuta. U jutarnjim satima ne stvaraju se repovi čekanja u smjeru Sesveta stoga ne dolazi do kašnjenja vozila na terminal. Vrijeme putovanja je sukladno rasporedu, te vozilo dolazi par minuta prije na terminal Sesvete gdje vozač čeka polazak prema terminalu Dubec shodno voznom redu.



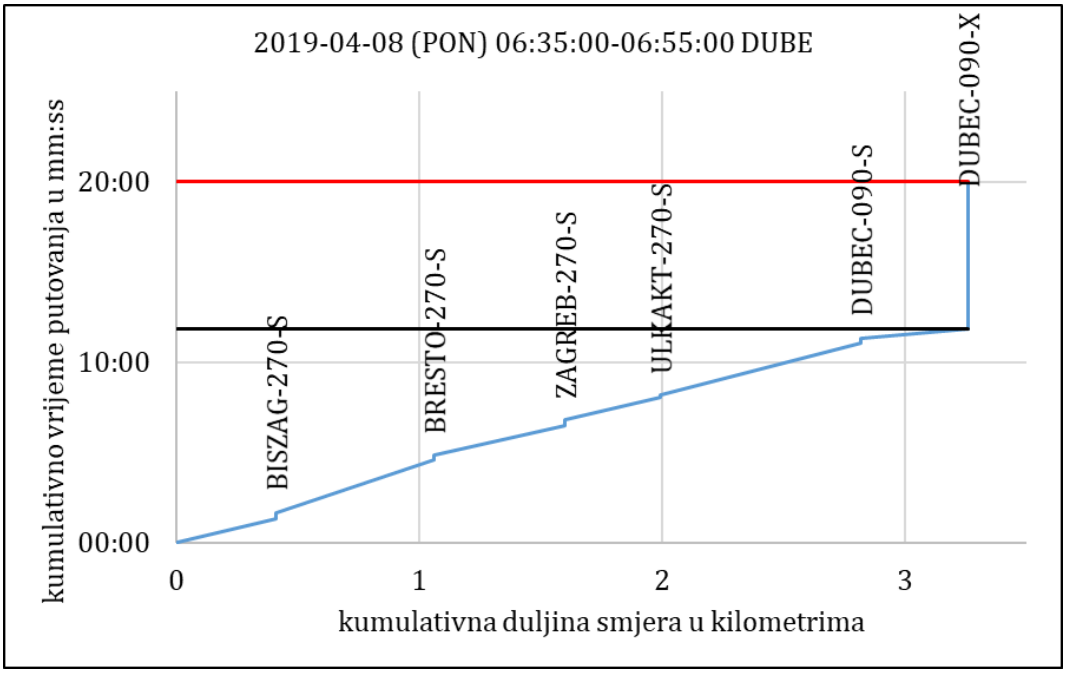
Slika 25: Vrijeme putovanja jutarnjeg vršnog opterećenja u smjeru terminala Sesvete. Izvor: autor

U poslijepodnevnom vršnom opterećenju od 16:15 veći broj putnika se ukrcao na terminalu Dubec. Znatan broj putnika vraćajući se s posla osobnim automobilima stvarali su repove čekanja na raskrižjima. Slika 26 prikazuje grafikon gdje se jasno očitava kako je vrijeme putovanja bilo duže od vremena poluobrta. Zbog navedenih razloga, velikog broja stajališta, semaforiziranih raskrižja autobus je stigao na terminal Sesvete nakon 21:05 minuta. Zbog kašnjenja vozač nije imao nikakvu pauzu između vožnji stoga kako bi nadoknadio izgubljeno vrijeme odmah je krenuo prema terminalu Dubec. Vozilo je u redovnom vremenu stiglo do Sesveta, no kašnjenja su nastupila zbog velikog broja

putnika koji su izašli nakon stajališta Bistrička-Zagrebačka i repova čekanja u Bistričkoj ulici gdje se veliki broj putnika osobnih automobila uputio u svoje domove prema Kašini, Markovom Polju i ostalim naseljima.



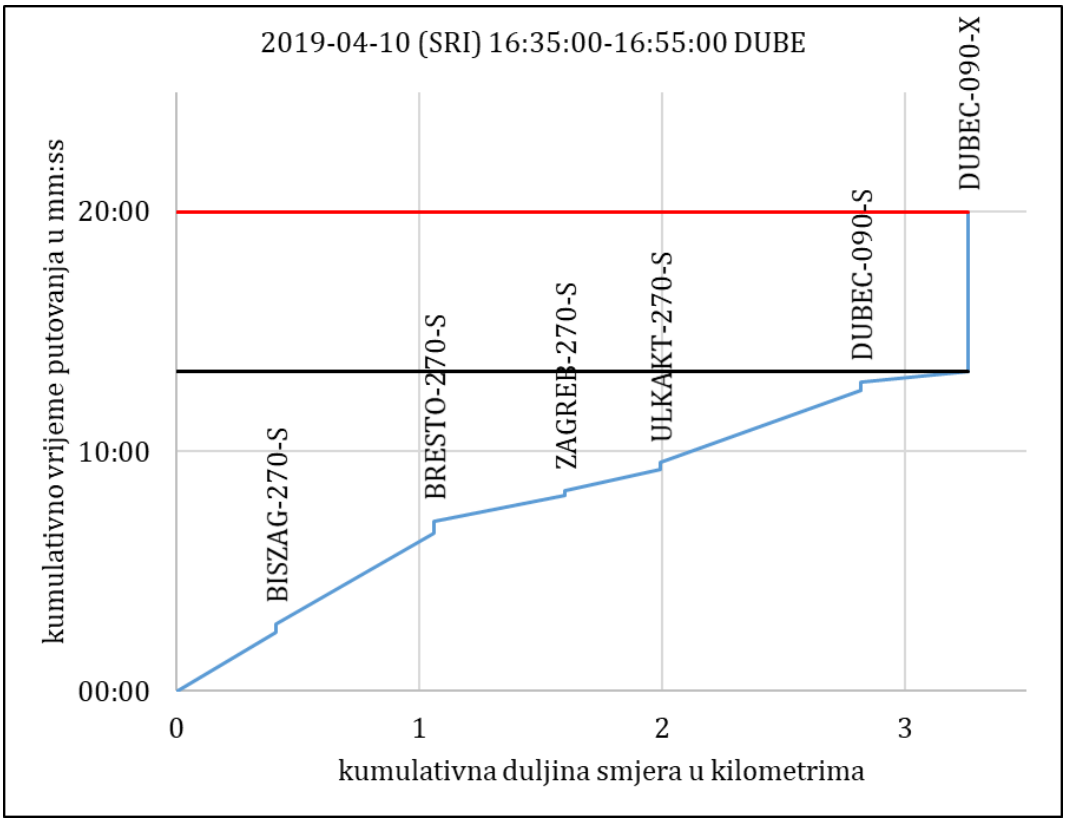
Slika 26: Vrijeme putovanja poslijepodnevnog vršnom opterećenja u smjeru terminala Sesvete. Izvor: autor



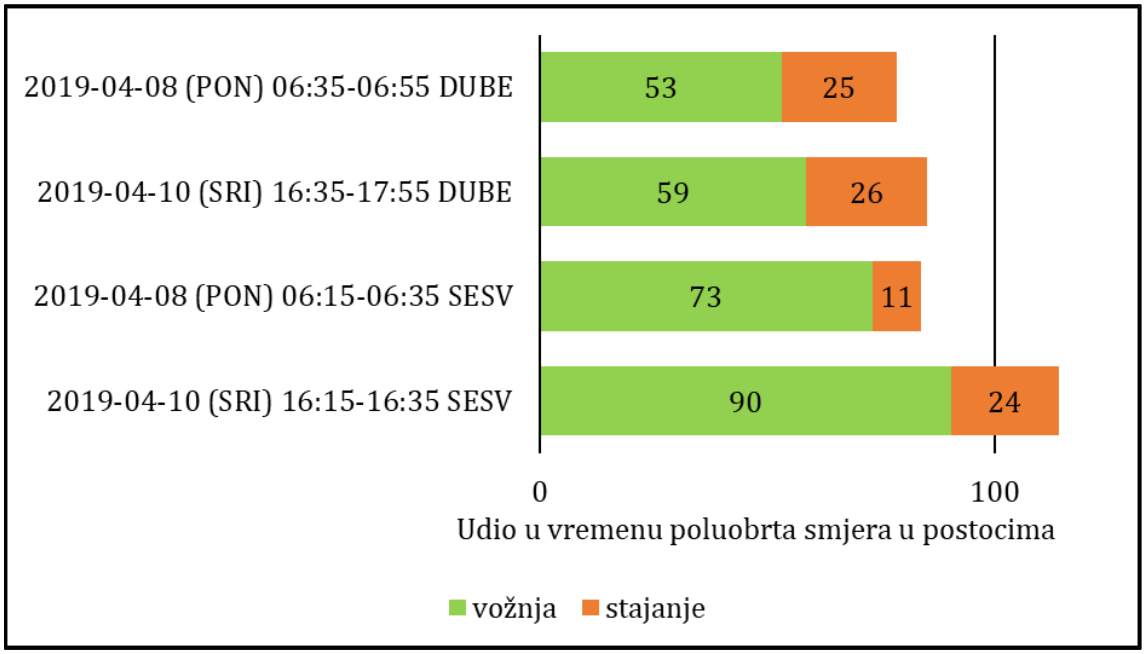
Slika 27: Vrijeme putovanja jutarnjeg vršnog opterećenja u smjeru terminala Dubec. Izvor: autor

Slika 27i Slika 28 prikazuju grafikone vremena putovanja u smjeru terminala Dubec u jutarnjim i popodnevnim vršnim opterećenjima. Za razliku od smjera Sesveta linija ima

puno manje stajališta u smjeru terminala Dubec što uvelike utječe na putovanje jer nema tolikih zadržavanja na stajalištima. U jutarnjim kao i u poslijepodnevnim satima nije došlo do kašnjenja na terminal Dubec. Kod zadržavanja na terminalima veći je udio zadržavanja na terminalu Dubec jer vozači imaju veći predah između vožnji.



Slika 28: Vrijeme putovanja poslijepodnevnog vršnog opterećenja u smjeru terminala Dubec. Izvor: autor



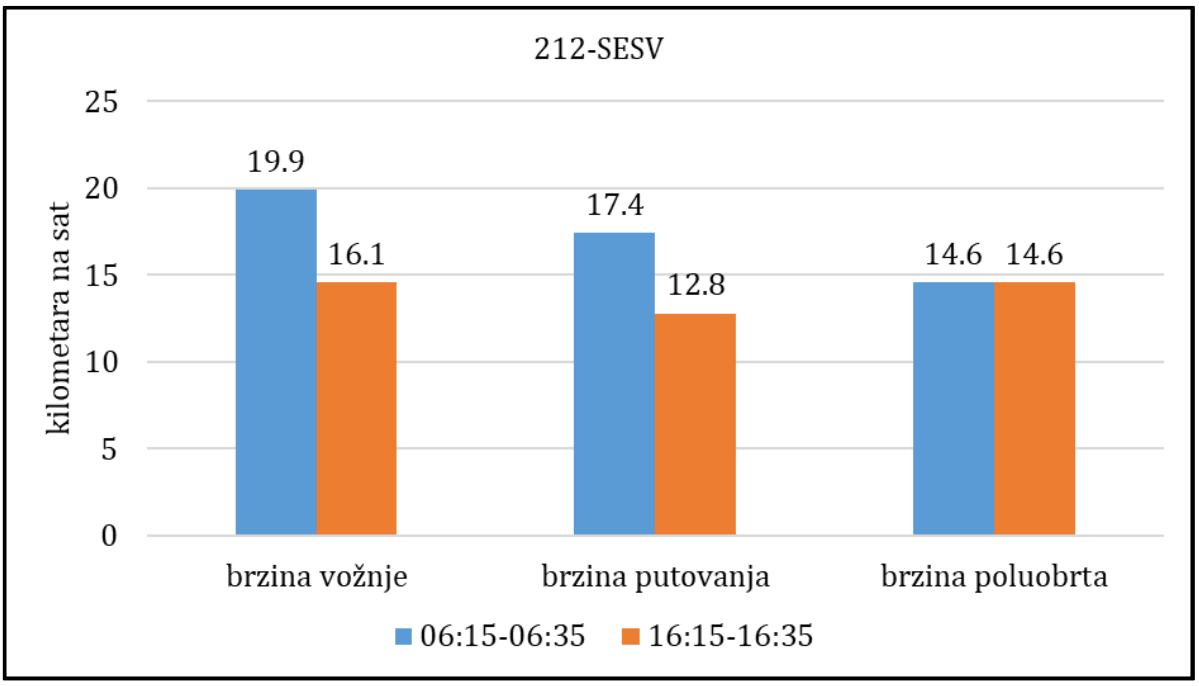
Slika 29: Udio u vremenu poluobrta smjera u postotcima. Izvor: autor

Slika 29 prikazuje udio u vremenu poluobrta smjera u postocima. U smjeru terminala Dubec prijepodne i poslijepodne ne dolazi do većih anomalija u voznom redu i vremenu vožnje u vremenu polubrta. Zbog redovnog odvijanja prometa veći dio putovanja provede se u vožnji dok upola manje provede se u stajanju. U smjeru Sesveta u popodnevnim vršnim satima vidljivo je kako je 90% vrijeme vožnje dok 24% je udio stajanja. Jasni je pokazatelj kako ukupni postotak prelazi 100%. To se događa zbog kašnjenja linije. Vozilo prelazi određeno vrijeme poluobrta i samim time udio vremena vožnje i stajanja prelazi maksimalnih 100%. U jutarnjim satima u smjeru Sesveta izrazito je veći udio vožnje za razliku od stajanja.

8 BRZINE I PRIJEVOZNA PONUDA LINIJE

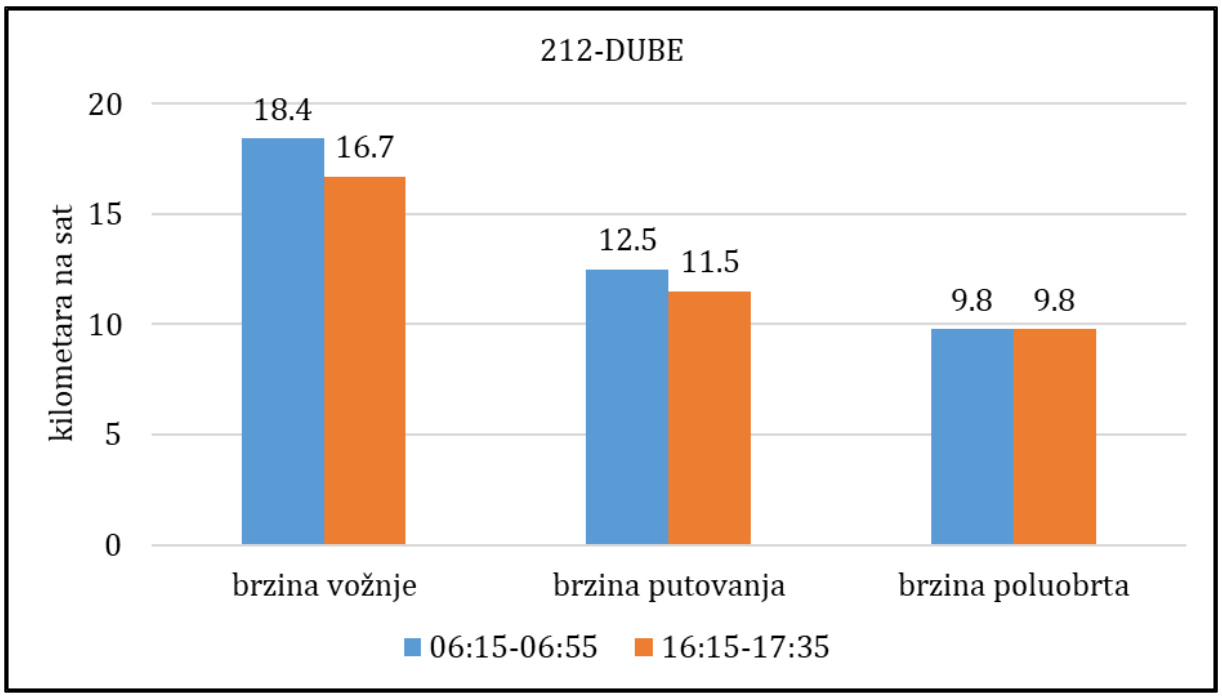
Obradom prijevozne ponude linije analizirale su se brzine na autobusnoj liniji 212 Dubec – Sesvete. Obrađene su brzina vožnje, brzina putovanja i brzina poluobrta. Brzina vožnje predstavlja brzinu bez vremena dok je vozilo stajalo na stajalištima. Brzina putovanja uzima u obzir i vrijeme provedeno na stajalištima, dok brzina poluobrta uključuje i vrijeme provedeno na terminalima.

Slika 30 prikazuje kako je brzina vožnje veća od brzina putovanja i poluobrta u smjeru terminala Sesvete. U poslijepodnevnom vršnom opterećenju veća je brzina poluobrta nego brzina putovanja jer je vozač kratkim odmorom na stajalištu nadoknadio kašnjenje. Brzina putovanja u poslijepodnevnim satima je ispod prosjeka jer brzina putovanja autobusa u javnom gradskom prijevozu trebala bi biti između 16 km/h i 23 km/h.



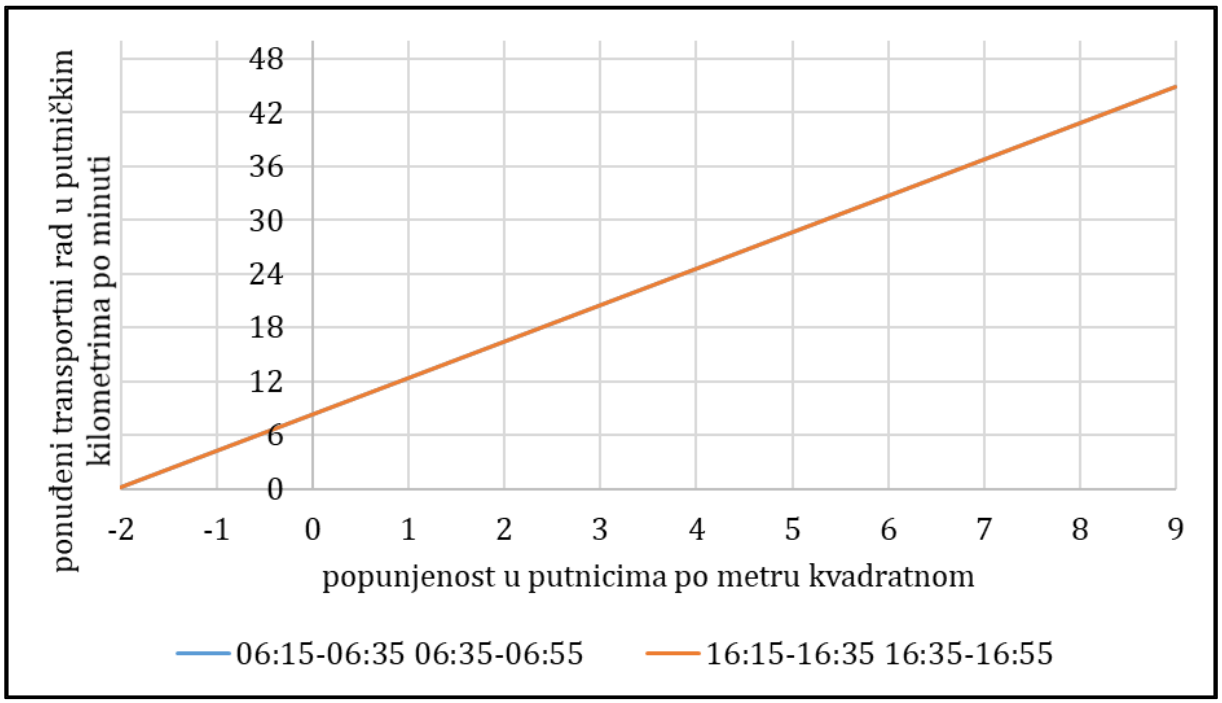
Slika 30: Brzine na liniji 212 u smjeru terminala Sesvete. Izvor: autor

U jutarnjim satima u smjeru terminala Sesvete veća je brzina vožnje i brzina putovanja jer nema repova čekanja, zastoja i velikog broja osobnih automobila u smjeru Sesveta. Dok u poslijepodnevnim satima dolazi do navedenih poteškoća u prometu, te se su brzine izrazito manje.



Slika 31: Brzine na liniji 212 u smjeru terminala Dubec. Izvor: autor

Slika 31 predstavlja brzine na liniji 212 u smjeru terminala Dubec. Brzina vožnje je slična kao i prema terminalu Sesvete. Na minimalne razlike utječu gužve na prometnicama koje usporavaju brzinu vožnje. Iako smjer Dubec ima manji broj stajališta brzina putovanja kao i brzina poluobrta manje su nego u smjeru Sesveta. Brzine jutarnjeg i poslijepodnevnog vršnog sata u smjeru Dubca nemaju znatne razlike.



Slika 32. Prijevozni ponuđeni transportni rad u odnosu na popunjenost vozila. Izvor: autor

Za ponuđeni transportni rad u putničkim kilometrima po minuti uzima se šest putničkih kilometara po minuti jer je prikladno prikazati tu rezoluciju budući da se transportni rad može prikazati u putničkim kilometrima po sekundi i u putničkim kilometrima na sat što se ovakvom rezolucijom lako pretvara. To je 8 mjesto kilometara po minuti što govori koliko u jednoj minuti sva mjesta mogu ostvariti kilometara.4 površinskih kilometara po minuti vozilo može realizirati što je pokazatelj kolika površina u jednoj minuti može ostvariti kilometara. Prijepodnevno i poslijepodnevno vršno opterećenje ostvaruju jednaki transportni rad u odnosu na popunjenost putnika, stoga Slika 32 prikazuje dva pravca koji se u potpunosti identični.

9 ZAKLJUČAK

Analizom i obradom prikupljenih podataka, mjerenja vremena vožnje, vremena putovanja i brojanjem putnika na autobusnoj liniji 212 Sesvete – Dubec dolazi se do konkretnih zaključaka. Linija 212 je koordinirana za učinkovito prometovanje. Trasa linije odgovara kriterijima za ocjenu trasiranja. Linija je usklađena sa željama putovanja putnika. Pješačenje do stajališta je manje od deset minuta, mreža linije je trasirana da većina putnika dođe do cilja s jednim presjedanjem najčešće na terminalu Dubec. Prelaženje na druge linije i prijevozna sredstva je sigurno, lako i ugodno. Problem linije 212 Dubec – Sesvete je što linija nije nezavisna u odnosu na druge sudionike u prometu. Trasa linije proteže se glavnim prometnica gdje postoji određeno vrijeme čekanja na semaforiziranim raskrižjima u razini s većim kapacitetom vozila. Razmaci na liniji su skladu propisanih normativa. Sva stajališta na liniji su pravilno označena i imaju klupu za sjedenje te nadstrešnicu.

Izmjenom putnika to jest brojanjem ulazaka i izlazaka dobivaju se podatci o protoku putnika na liniji. U jutarnjim satima glavni ciljevi putovanja su prema središtu Grada Zagreba stoga je najfrekventniji bio terminal Dubec gdje se iskrcao najveći broj putnika. U poslijepodnevnim satima glavni izvor putovanja je terminal Dubec s kojeg se putnici vraćaju prema Sesvetama. Popunjenost vozila u putnicima po metru kvadratnomu u tom trenutku poslijepodnevnog vršnog opterećenja bila je veća od nule, što ukazuje da tada nije bilo slobodnih sjedećih mjesta.

Vrijeme putovanja je u popodnevnim satima prema terminalu Sesvete bilo veće od vremena poluobrta. Zbog većeg broja stajališta, semaforiziranih raskrižja dolazi do kašnjenja. Ostala vremena putovanja prilikom analize u skladu su s regulativom gdje vozilo dolazi par minuta prije na terminale i vozač ima vremena za odmor između vožnji.

Brzine putovanja kreću se od 11.5 km/h do 17.4 km/h. Razlog većem vremenu putovanja, a maloj brzini putovanja su repovi čekanja i gužve na prometnicama. Korištenje zajedničkih prometnih trakova s drugim sudionicima u prometi utječu na manje vrijeme i brzinu putovanja. Rješenje za taj problem je omogućiti odvajanje trakova za vozila javnog gradskog prijevoza poznatijim kao autobusnim trakovima na mjestima gdje

infrastruktura to dopušta. U brojim državama Europske Unije upravo na način označavanja ili izgradnje autobusnih trakova su riješili probleme javnog gradskog prijevoza poput zagušenosti i pokretljivosti.

LITERATURA

[1] G. Štefančić, Tehnologija gradskog prometa I, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, 2008.

[2] R. Banković, Javni gradski putnički prevoz, Beograd: Naučna knjiga, 1982.

[3] M. Ćosić i D. Šojat, »Osnove tehnologije prometa- gradski promet vježbe,« Fakultet prometnih znanosti, 2015 03 2015. [Mrežno]. Available: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/O/Osnove_tehnologije_prometa/Materijali/OTP_Gradski_promet_-_vjezbe_ozujak_2016.pdf. [Pokušaj pristupa 12 06 2019].

[4] *E/ECE/324 Regulation No. 36 - Uniform provisions concerning the approval of large passenger vehicles with regard to their general construction,* 2008.

[5] V. Vuchic, Urban Transit, Operations, Planning and Economics, New Yersey: John Wiley and Sons, 2005.

[6] Zagrebački električni tramvaj, »O nama,« [Mrežno]. Available: http://www.zet.hr/o-nama/259. [Pokušaj pristupa 04 06 2019].

[7] Zagrebački električni tramvaj, »Dnevne linije,« 03 09 2018. [Mrežno]. Available: http://www.zet.hr/tramvajski-prijevoz/dnevne-linije/249. [Pokušaj pristupa 06 06 2019].

[8] Poslovni dnevnik, »ZET-ove karte od petka više neće biti dostupne na kioscima Tiska,« 12 12 2017. [Mrežno]. Available: http://www.poslovni.hr/hrvatska/zet-ove-karte-od-petka-vise-nece-biti-dostupne-na-kioscima-tiska-335347. [Pokušaj pristupa 12 06 2019].

[9] Zagrebački električni tramvaj, »Zone i tarifna područja,« [Mrežno]. Available: http://www.zet.hr/tabovi-dolje/zone-i-tarifna-podrucja/52. [Pokušaj pristupa 14 06 2019].

[10] Zagrebački električni tramvaj, »Detaljnije o zonama i tarifnim područjima,« [Mrežno]. Available: http://www.zet.hr/zone-i-tarifna-podrucja/detaljnije-o-zonama-i-tarifnim-podrucjima/66. [Pokušaj pristupa 12 06 2019].

[11] D. Šojat, »Javni gradski prijevoz u funkciji održive urbane mobilnosti,« Fakultet prometnih znanosti, 24 09 2014. [Mrežno]. Available: http://www.korema.hr/attachments/article/82/1_Javni%20gradski%20prijevoz%20u%20funkciji%20odrzive%20urbane%20mobilnosti.pdf. [Pokušaj pristupa 14 06 2019].

[12] Google, »Google Earth,« [Mrežno]. Available: https://www.google.com/earth/. [Pokušaj pristupa 06 06 2019].

[13] M. Rajsman, »e-student,« 20 03 2012. [Mrežno]. Available: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/O/Osnove_tehnologije_prometa/Materijali/OTP_Gradski_promet_2012_predavanja_Rajsman.pdf. [Pokušaj pristupa 04 06 2019].

[14] Zagrebački električni tramvaj, »Dnevne linije,« [Mrežno]. Available: http://www.zet.hr/UserDocsImages/Prilozi/PDF/Autobusni%20terminali%202018/DUBEC_4_2019.pdf. [Pokušaj pristupa 12 06 2019].

[15] Grad Zagreb Službene stranice, »Osnovni podatci,« [Mrežno]. Available: https://www.zagreb.hr/osnovni-podaci/352. [Pokušaj pristupa 14 06 2019].

[16] Sesvete Online, »Traži se ukidanje koncesije za laboratorijsku dijagnostiku,« 16 02 2015. [Mrežno]. Available: https://www.sesvete-online.info/vijesti/trazi-se-ukidanje-koncesije-za-laboratorijsku-dijagnostiku/. [Pokušaj pristupa 12 06 2019].

[17] Google Maps, »Google Maps,« 2011. [Mrežno]. Available: https://www.google.hr/maps/@45.8255561,16.1091477,3a,75y,344.07h,75.62t/data=!3m6!1e1!3m4!1sAJMG8hRoQMYwp5IlckPw-Q!2e0!7i13312!8i6656. [Pokušaj pristupa 12 06 2019].

[18] Zagrebački električni tramvaj, »Dnevne linije,« [Mrežno]. Available: http://www.zet.hr/autobusni-prijevoz/dnevne-linije-251/251. [Pokušaj pristupa 05 06 2019].

[19] Google Maps, »Google Maps,« 2012. [Mrežno]. Available: https://www.google.hr/maps/@45.8326568,16.1110357,3a,75y,139.97h,95.17t/data=!3m6!1e1!3m4!1s2G5AvC6ja6QMYj0BNNU4eQ!2e0!7i13312!8i6656. [Pokušaj pristupa 12 06 2019].

[20] G. Štefančić, »fpz.hr,« Fakultet prometnih znanosti, [Mrežno]. Available: http://files.fpz.hr/Djelatnici/gstefancic/Gordana-Stefancic-Tehnologija-gradskog-prometa-I.pdf. [Pokušaj pristupa 05 06 2019].

POPIS SLIKA I TABLICA

Slika 1. Vrste linija prema načinu pružanja u odnosu na granice grada. Izvor: [2] 2
Slika 2. Mreža tramvajskih linija. Izvor: [7] 6
Slika 3. Pretplatna i pojedinačna karta. Izvor: [8] 7
Slika 4. Tarifne zone i prometno-tarifna područja. Izvor: [10] 8
Slika 5. Lokator GPS signala Seeworld GP-740FL. Izvor: [11] 9
Slika 6. Postupak obrade podataka u programu „Google Earth Pro“ [12]. Izvor: autor ...10
Slika 7. Autobusne linije terminala Dubec. Izvor: [14] 11
Slika 8. Prostorni obuhvat autobusne linije 212. Izvor: [12] 12
Slika 9. Dom Zdravlja Sesvete. Izvor: [16] 13
Slika 10. Trasa linije. Izvor: autor 13
Slika 11. Autobusni terminal Dubec. Izvor: autor 15
Slika 12. Autobusni terminal Sesvete. Izvor: [17] 16
Slika 13. Stajalište Trakoščanska- Selčina na autobusnoj liniji 212. Izvor: [19] 17
Slika 14. Stajalište Bistrička- Zagrebačka na autobusnoj liniji 212. Izvor: autor 18
Slika 15. Međustajališna udaljenost u odnosu na brzinu prijevoznog sredstva. Izvor: [20] 19
Slika 16. Zglobni dio autobusa linije 212. Izvor: autor 21
Slika 17. Izašli i ušli putnici u jutarnjem vršnom opterećenju u smjeru terminala Sesvete. Izvor: autor 22
Slika 18. Izašli i ušli putnici u poslijepodnevnom vršnom opterećenju u smjeru terminala Sesvete. Izvor: autor 22
Slika 19.Izašli i ušli putnici u jutarnjem vršnom opterećenju u smjeru terminala Dubec. Izvor: autor 23
Slika 20. Izašli i ušli putnici u poslijepodnevnom vršnom opterećenju u smjeru terminala Dubec. Izvor: autor 24
Slika 21. Popunjenosti vozila u smjeru terminala Sesvete u jutarnjem vršnom opterećenju. Izvor: autor 25
Slika 22. Popunjenosti vozila u smjeru terminala Sesvete u poslijepodnevnom vršnom opterećenju. Izvor. autor 25

Slika 23. Popunjenosti vozila u smjeru terminala Dubec u jutarnjem vršnom opterećenju. Izvor: autor 26
Slika 24. Popunjenosti vozila u smjeru terminala Dubec u poslijepodnevnom vršnom opterećenju. Izvor: autor 27
Slika 25: Vrijeme putovanja jutarnjeg vršnog opterećenja u smjeru terminala Sesvete. Izvor: autor 29
Slika 26: Vrijeme putovanja poslijepodnevnog vršnom opterećenja u smjeru terminala Sesvete. Izvor: autor 30
Slika 27: Vrijeme putovanja jutarnjeg vršnog opterećenja u smjeru terminala Dubec. Izvor: autor 30
Slika 28: Vrijeme putovanja poslijepodnevnog vršnog opterećenja u smjeru terminala Dubec. Izvor: autor 31
Slika 29: Udio u vremenu poluobrta smjera u postotcima. Izvor: autor 32
Slika 30: Brzine na liniji 212 u smjeru terminala Sesvete. Izvor: autor 33
Slika 31: Brzine na liniji 212 u smjeru terminala Dubec. Izvor: autor 34
Slika 32. Prijevozni ponuđeni transportni rad u odnosu na popunjenost vozila. Izvor: autor 34

Tablica 1. Dojam popunjenosti vozila za putnike. Izvor: [5] 5
Tablica 2. Segmenti na liniji. Izvor: autor 14

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 212 Dubec - Sesvete u Zagrebu**

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

Student/ica:

U Zagrebu, 01.07.2019.

(potpis)