

Analiza autobusne linije 213 Dubrava - Jalševac u Gradu Zagrebu

Ivček, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:719274>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-17**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Ivan Ivček

Analiza autobusne linije 213 Dubrava - Jaševac u Zagrebu

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, rujan 2021.

Zagreb, 27. travnja 2021.

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

ZAVRŠNI ZADATAK br. 6328

Pristupnik: **Ivan Ivček (0135228561)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Gradski promet**

Zadatak: **Analiza autobusne linije 213 Dubrava - Jalševac u Gradu Zagrebu**

Opis zadatka:

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

Mentor:



Dino Šojat, mag. ing. traff.

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZAVRŠNI RAD

Analiza autobusne linije 213 Dubrava - Jalševac u Zagrebu

Analysis of the Bus Line 213 Dubrava - Jalševac in the City of Zagreb

Mentor: Dino Šojat, mag. ing. traff.

Student: Ivan Ivček, 0135228561

Zagreb, rujan 2021.

SAŽETAK

Temelj javnog gradskog prijevoza je dostupnost prijevoza svakom građaninu koji zadovoljava zadane uvjete prijevoza te sigurnost i učinkovitost kod pružanja usluge. Vanjski utjecaji i nedostaci u gradskoj prometnoj mreži određuju problematiku prijevoza putnika. Rad analizira prijevozni proces na liniji 213 Dubrava - Jalševac u Zagrebu. Cilj rada je utvrditi iskorištenost ponuđenog kapaciteta linije, predočiti stanje brzina i vremena u prijevoznom procesu linije na temelju prikupljenih podataka o izmjeni putnika i popunjenosti vozila te ponuditi rješenje za poboljšanje prijevoznog procesa.

KLJUČNE RIJEČI

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

ABSTRACT

The basis of urban public transport is the availability of transport to every citizen meeting given transport conditions, safety and efficiency in providing the service. External factors and unreliable transport network determine poor passenger transport. This undergraduate thesis analyzes transport process on bus line 213 Dubrava - Jalševac in Zagreb. The goal is to determine the utilization of the offered line capacity, provide insight into the times and speeds based on the collected passenger exchange and occupancy data, and to offer a solution to improve utilization.

KEYWORDS

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

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. JAVNI GRADSKI PRIJEVOZ GRADA ZAGREBA.....	2
3. PROSTORNI OBUHVAT AUTOBUSNE LINIJE 213.....	6
4. METODOLOGIJA PRIKUPLJANJA I OBRADE PODATAKA	11
5. STATIČKI ELEMENTI LINIJE	13
5.1 Terminali	13
5.2 Stajališta.....	16
5.3 Razmaci	19
6. DINAMIČKI ELEMENTI LINIJE	21
6.1 Brojenje putnika	22
6.2 Popunjenost vozila.....	24
7. KARAKTERISTIKE PROMETNIH TOKOVA	28
7.1 Vremena u prijevoznom procesu	28
7.2 Brzine.....	31
7.3 Prijevozna ponuda linije	33
8. ZAKLJUČAK	35
LITERATURA.....	36
POPIS SLIKA	38
POPIS TABLICA.....	40

1. UVOD

Urbanizacija i društveni trendovi u gradovima ne svjesno utječu na problematiku i zagušenost prometnica gradske mreže, osobito na pružanje usluga javnog gradskog prijevoza. Moderan način života u gradovima potiče veću potrebu mobilnosti građana.

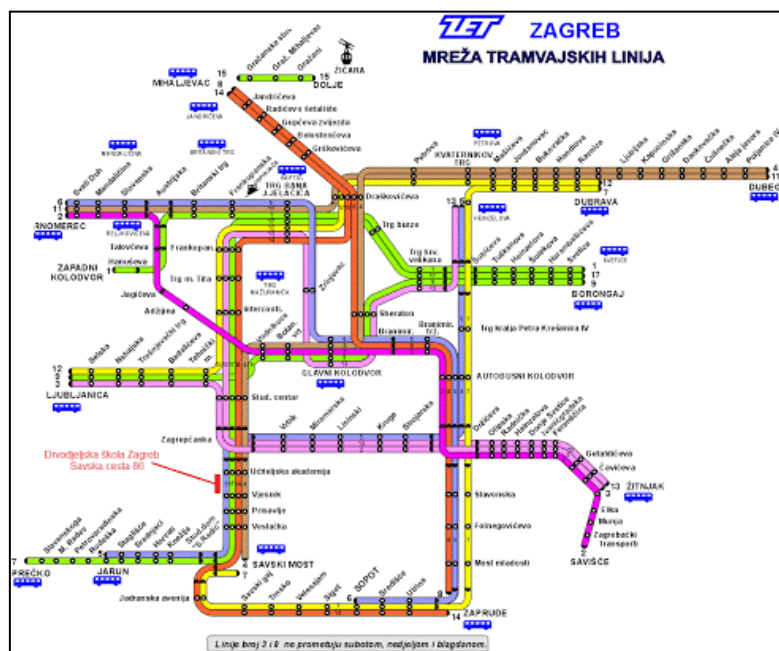
Cilj rada je analizirati prijevozni proces autobusne linije 213 Dubrava - Jalševac. Metodologijom prikupljanja i obrade podataka o broju putnika i vremenima tijekom vršnog sata utvrdit će se iskorištenost ponuđenog kapaciteta linije, predočit će se stanje brzina i vremena u prijevoznom procesu linije. Svrha rada je poboljšanje ponuđenog kapaciteta, rentabilnosti i iskoristivosti autobusne linije 213 Dubrava - Jalševac.

Rad je podijeljen u 8 cjelina. Nakon uvoda, poglavlje 2 opisuje strukturu i glavne zadaće javnog gradskog prijevoza u Zagrebu. Poglavlje 3 daje uvid u elemente linije 213 Dubrava - Jalševac te opis linije na temelju područja na kojem prometuje. Poglavlje 4 prikazuje i opisuje način prikupljanja i obrade podataka pomoću programa i uređaja. Slijedi poglavlje 5 u kojem su obrađeni statički elementi linije. Poglavlje 6 je temelj ovog završnog rada, a predočava uvid u pružanje usluge te učinkovitost linije 213. U poglavlju 7 obrađena su vremena, brzina te prijevozna ponuda linije. U poglavlju 8 su konkretni zaključci i rješenja na temelju analize i obrade podataka.

2. JAVNI GRADSKI PRIJEVOZ GRADA ZAGREBA

Važan čimbenik u funkcioniranju grada kao cjeline i odvijanja gradskog života te njegove povezanosti i kvalitete jest javni gradski prijevoz. Zadovoljiti potrebe građana u smislu mobilnosti znači omogućiti im brz, udoban, siguran, cjenovno prihvatljiv i učinkovit prijevoz. Razni modaliteti gradskog prijevoza su rezultat prijevoznih potreba građana koji su uzrokovani različitim motivima.

Zagreb je glavni grad te političko, kulturno i gospodarsko središte Hrvatske, smješten u prigorju Medvednice između rijeke Save i južnih obronaka Medvednice sa 779000 stanovnika. Javni gradski prijevoz u Zagrebu čini mreža tramvajskih i autobusnih linija, prigradski vlakovi te taksiz vozila. Glavninu javnog gradskog prometa obavlja Zagrebački električni tramvaj (ZET), koji je nadležan i za prijevoz žičarom i uspinjačom [1].



Slika 1. Mreža tramvajskih linija
Izvor: [2]

Zagrebački električni tramvaj 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 ZET-a je prijevoz putnika na području Grada Zagreba i dijela Zagrebačke županije. Prometna povezanost gradskih predjela javnim se prijevozom ostvaruje različitim modelima i prema visokim 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 [2].

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 prikazuje Slika 1, a čine ju 15 dnevnih i 4 noćne linije. Tramvajski prijevoz u Gradu Zagrebu godišnje preveze 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.

Naplatu karata na području Grada Zagreba prikazuje Slika 2, tako da [3]:

- mjesečna karta stoji 360 HRK
- godišnja pretplatna karta stoji 3480 HRK
- dnevna karta stoji 30 HRK
- papirnata karta za vožnju od 90 minuta stoji 10 HRK
- papirnata karta za 60 minuta je 7 HRK
- papirnata karta za 30 minuta je 4 HRK.

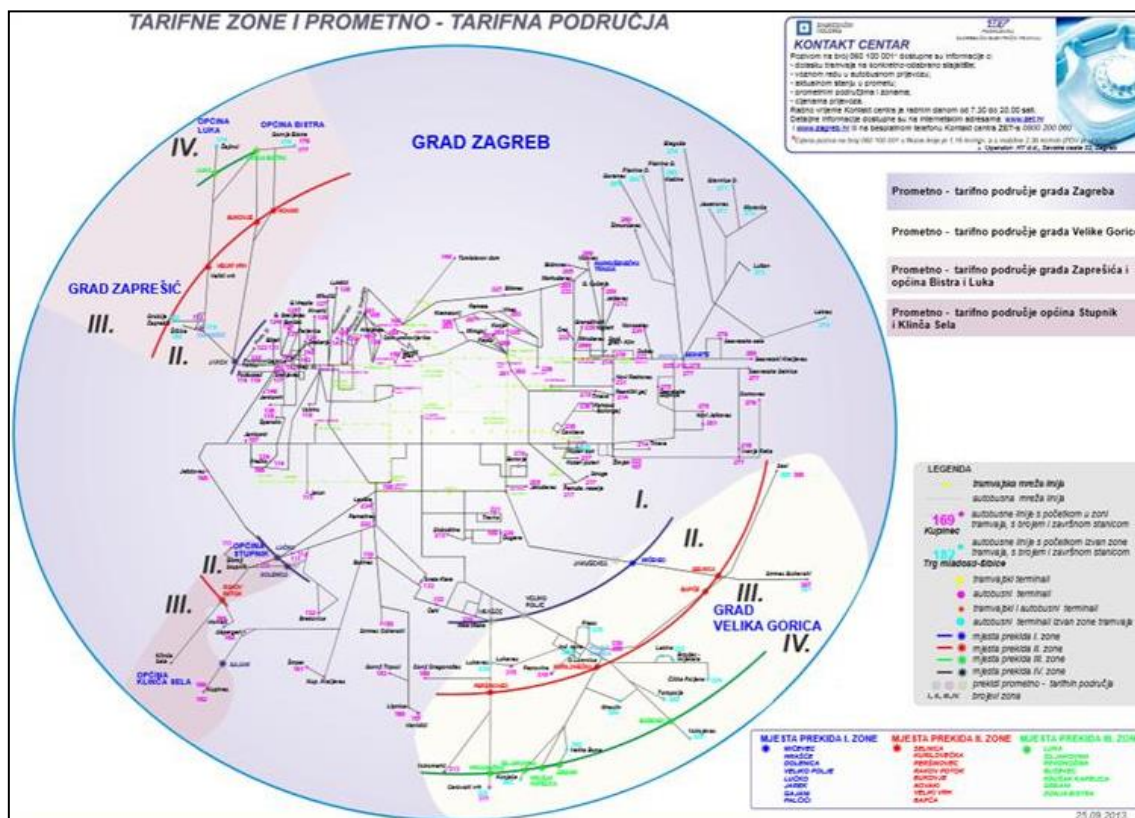


Slika 2. Vrste karata za prijevoz ZET-om
Izvor: [3]

Prometna mreža ZET-a podijeljena je u dvije zone. Tramvajski promet podijeljen je isključivo na području prve zone, a još od siječnja 2006. godine, prema odluci tadašnjeg Gradskog

poglararstva, cjelokupno područje Grada Zagreba jest prva tarifna zona za sve vrste voznih karata. Prva zona gradske autobusne linije je Grad Zagreb. Druga zona prigradskih autobusnih linija su Grad Zaprešić, Grad Velika Gorica, Općina Bistra, Općina Luka, Općina Stupnik i Općina Klinča sela. Zagrebački električni tramvaj dijeli sustav prometnih područja kako prikazuje Slika 3 na četiri zone čije su granice određene granicama tog istog grada. Obilježene su sljedeće tarifne zone [4]:

- I - prometno područje Zagreba
- II - prometno područje Stupnika i Klinča Sela
- III - prometno područje Velike Gorice i Zaprešića
- IV - prometno područje općina Bistra i općina Luka.



Slika 3. Tarifne zone i tarifna područja
 Izvor: [4]

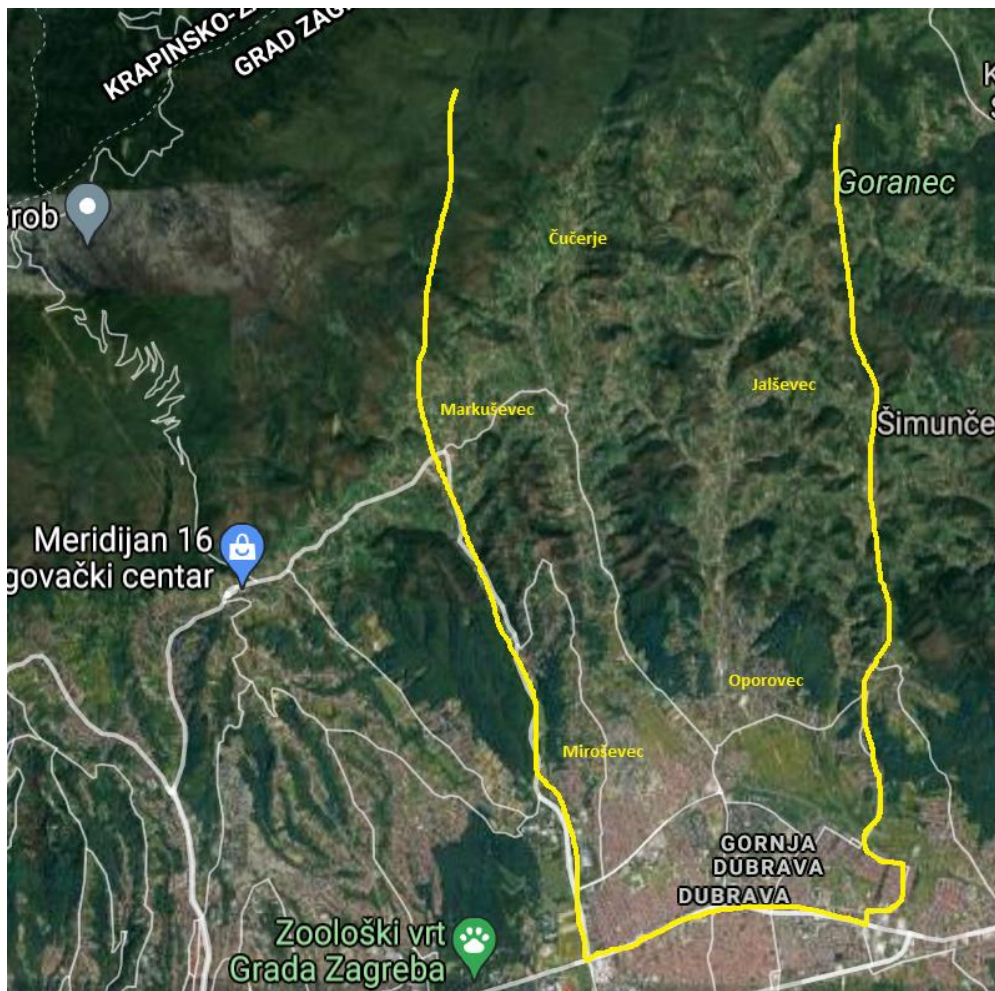
Danas gradovi koncentriraju velike mase stanovništva svijeta, glavninu svjetske industrije i ostalih djelatnosti primarnog karaktera. U prometnom pogledu gradska se naselja izdvajaju prije svega po naglašenoj koncentraciji prometa. U gradskim naseljima, za razliku od seoskih naselja, promet je i do nekoliko desetaka puta gušći po jedinici površine. U nekim većim gradovima je toliko koncentriran da kreće nužno u vertikalno osvajanje prostora. Gradska su naselja najznačajnija svjetska čvorišta prometa. U njima je promet najraznovrsniji. U mnogim

gradovima svijeta zastupljeni su svi poznati modaliteti prometa. U nekim gradovima postoje i specifični jedinstveni oblici prometa koji se inače u ostalim naseljima i prostoru ne javljaju (npr. podzemna željeznica i tramvaj). Čvorišna uloga gradova u prometu dovela je do prekomjerne zauzetosti prostora prometnim postrojenjima. U novije vrijeme u nizu gradova nastoji se smanjiti prometno opterećenje pretežno centralnih dijelova grada s najvećim prometnim poteškoćama. To se najbolje postiže preraspodjelom funkcija pojedinih četvrti grada. Poznat je svjetski fenomen preseljavanja stanovništva iz centra grada prema rubnim područjima, ili u satelitske centre. Tim se stvaraju novi oblici stanovanja i organizacije prostora sustava metropolitanskih područja. Upravo u takvim područjima, koja su prije svega gradska, ali specifičnog tipa, promet dobiva novu ulogu [5].

Problemi Zagreba u većini slučajeva su univerzalnog karaktera i prisutni su i u drugim gradovima slične veličine i starosti, u društvima na sličnom stupnju razvoja - to su nedovoljna razvijenost javnog gradskog prometa, pretjerana upotreba osobnog automobila, zanemarena zajednička vožnja automobilom (eng. carpooling), te neulaganje u infrastrukturu biciklističkog prometa.

3. PROSTORNI OBUHVAT AUTOBUSNE LINIJE 213

U prostornom smislu, linija 213 Dubrava - Jalševac pripada gradskoj četvrti Gornja Dubrava. Gradska četvrt Gornja Dubrava jedna je od sedamnaest gradskih četvrti u samoupravnom ustrojstvu Grada Zagreba. Osnovana je Statutom Grada Zagreba 14. prosinca 1999. Prostire se na 40,27 km² i u njoj stanuje više od 60.000 stanovnika. Obuhvaća sjeveroistočni dio Grada Zagreba i dio naselja gradskog karaktera Sesvete (nekadašnje samostalno naselje Dubec). Smještena je između Gradske četvrti Donja Dubrava na jugu, Maksimir na zapadu, Podsljeme na sjeverozapadu te Sesvete na sjeveroistoku i istoku. Na sjevernom podsljemenskom dijelu toga prostora postoje samostalna naselja poput Čučerja, Oporovca, Branovca, Jalševca, Čugovca, Dankovca, Miroševca, Novaka, Novoselca i Granešine.



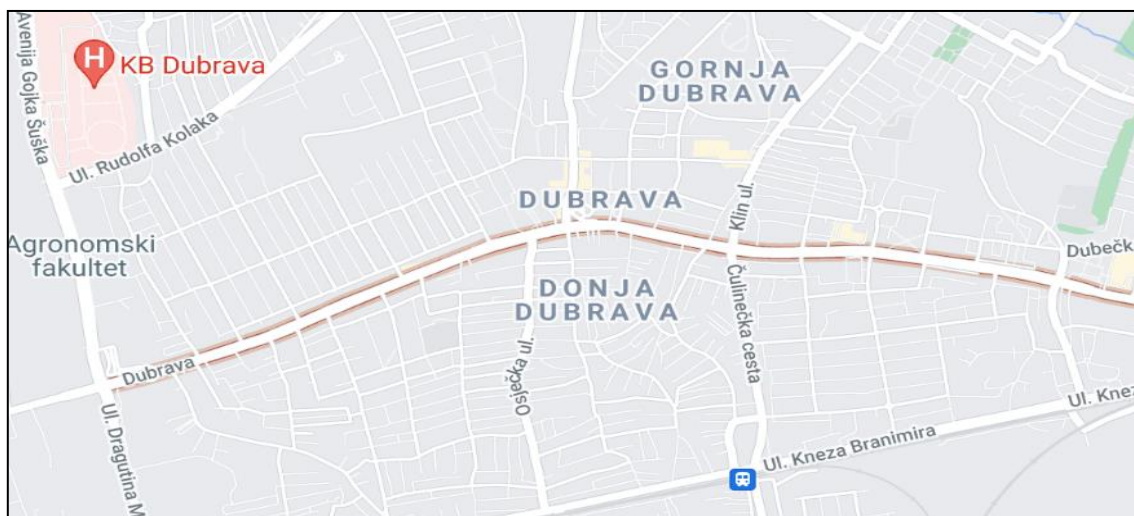
Slika 4. Geografski prikaz četvrti Gornja Dubrava
Izvor: autor uz pomoć servisa „Google karte“

Područje četvrti izrazito je izduženo u pravcu sjever - jug i reljefno vrlo raznoliko kao što prikazuje Slika 4. Najveći dio prostora zauzimaju obronci Medvednice, ispresijecani dolinama

podsljemenskih potoka Trnava, Čučerska Reka i Branovec. Tim se dolinama protežu najvažnije prometnice ovoga dijela grada:

- Miroševička cesta na zapadu
- Sunekova ulica, Čučerska cesta, i Dankovečka ulica na središnjem dijelu
- Novoselečki put i Branovečka cesta na istoku
- Avenija Dubrava na južnom dijelu četvrti.

Najjužnija petina područja je izrazito nizinska, a nešto veći dio područja na sjeveru koji pripada prostoru Parka prirode Medvednica, ima izrazita obilježja brdskog krajobraza. Više od tri četvrtine stanovništva koncentrirano je na najjužnijoj petini područja četvrti. Zanimljivo je kako taj prostor još tridesetih godina prošloga stoljeća praktički nije bio naseljen, a velikim dijelom bio je prekriven hrastovom šumom (od čega potječe naziv Dubrava). Danas je to područje guste stambene gradnje, većim dijelom individualne, ali i kolektivne ponajprije uz ulicu Avenija Dubrava te na području bivših mjesnih zajednica Klaka, Studentski grad i Poljanice, isprepletene s raznolikim gospodarskim, ponajviše uslužnim djelatnostima [6].



Slika 5. Geografski prikaz Avenije Dubrava
Izvor: autor uz pomoć servisa „Google karte“

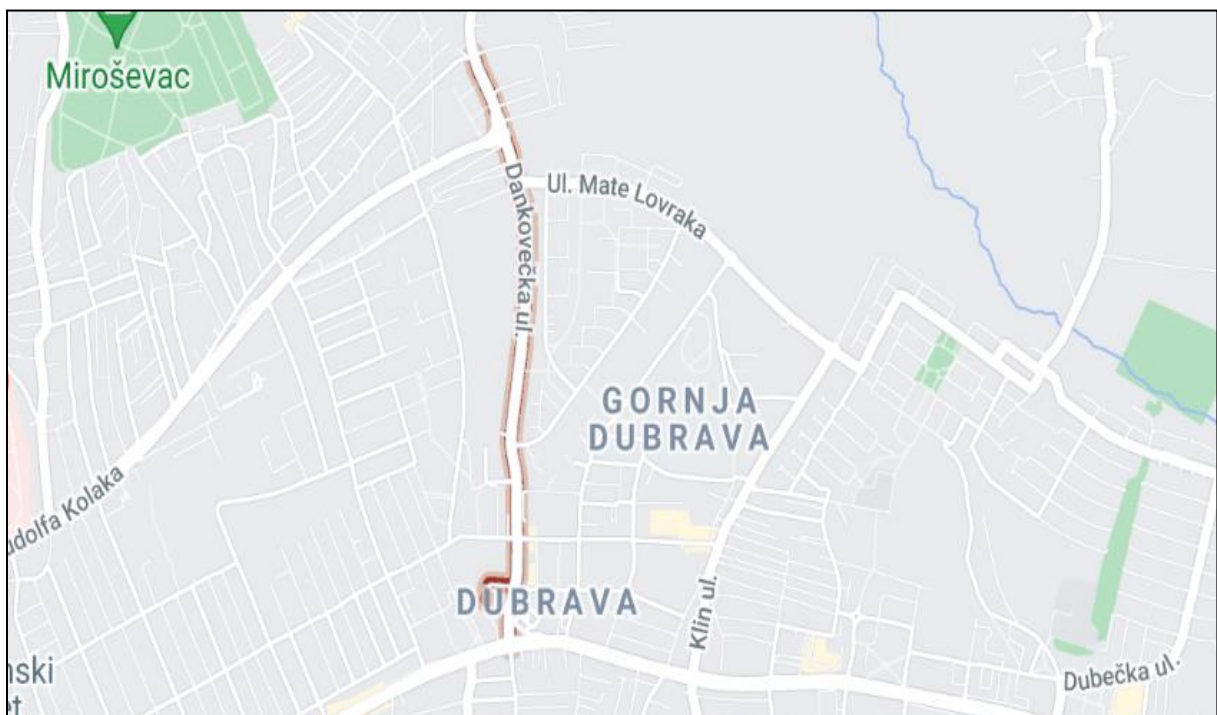
Obratit će se pozornost na ceste kojima prometuje linija 213 Dubrava - Jalševac:

- Avenija Dubrava
- Dankovečka ulica
- Sunekova ulica
- Novoselečki put
- Branovečka cesta.

Avenija Dubrava je najprometnija ulica u gradskoj četvrti Gornja Dubrava, a ujedno je i granica s gradskom četvrti Donja Dubrava kao što prikazuje Slika 5. Njome prometuju i tramvaji koji su djelomično odvojeni od ostalih sudionika u prometu žutom linijom. Do križanja s Dankovečkom ulicom sadrži samo tramvajska stajališta. Autobusi se isto koriste tramvajskim trakom zbog bržeg prolaska kroz promet do prvog stajališta.

Dankovečka ulica, koju prikazuje Slika 6, prostire se od Avenije Dubrava do kružnog toka koji označava početak Sunekove ulice. Na duljini od 1,5 km dijelom prometuju linije 208, 209, 210, 213 i 223 što ju čini poveznicom najvećeg dijela autobusnih linija prema svojim krajnjim i početnim terminalima. Sadrži tri stajališta:

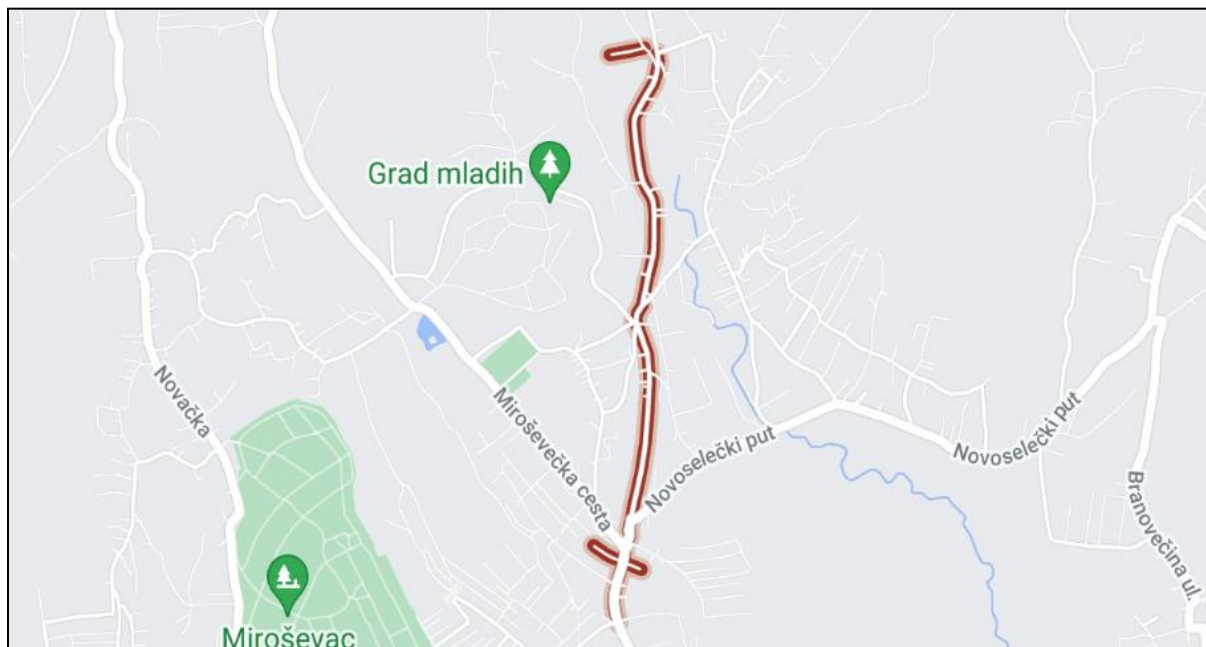
- Dankovečka
- Vile Velebita
- Grana.



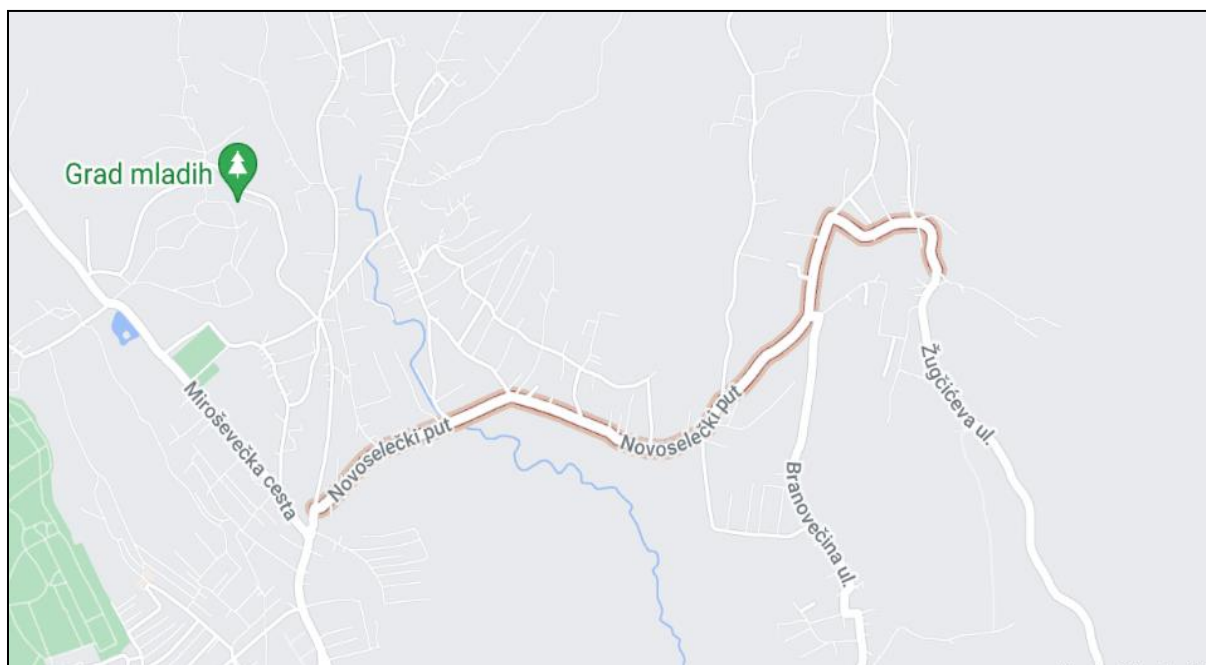
Slika 6. Geografski prikaz Dankovečke ulice
Izvor: autor uz pomoć servisa „Google karte“

Sunekova ulica je manji dio prometovanja linije 213 dužinom od oko 200 m i prolazi naseljem Granešina. Slika 7 prikazuje kako se dionica nastavlja na Dankovečku ulicu te ima dva stajališta, Stara Oporovečka i Sunekova, a završava na odvajanju Sunekove ulice i Novoselečkog puta.

Novoselečki put sadrži tri stajališta, Ruščenica, Varoška i Novoselečki put. Duljina od Sunekove ulice do Branovečke ceste joj je oko 2 km te se proteže kroz naselje Oporovec kako i prikazuje Slika 8.

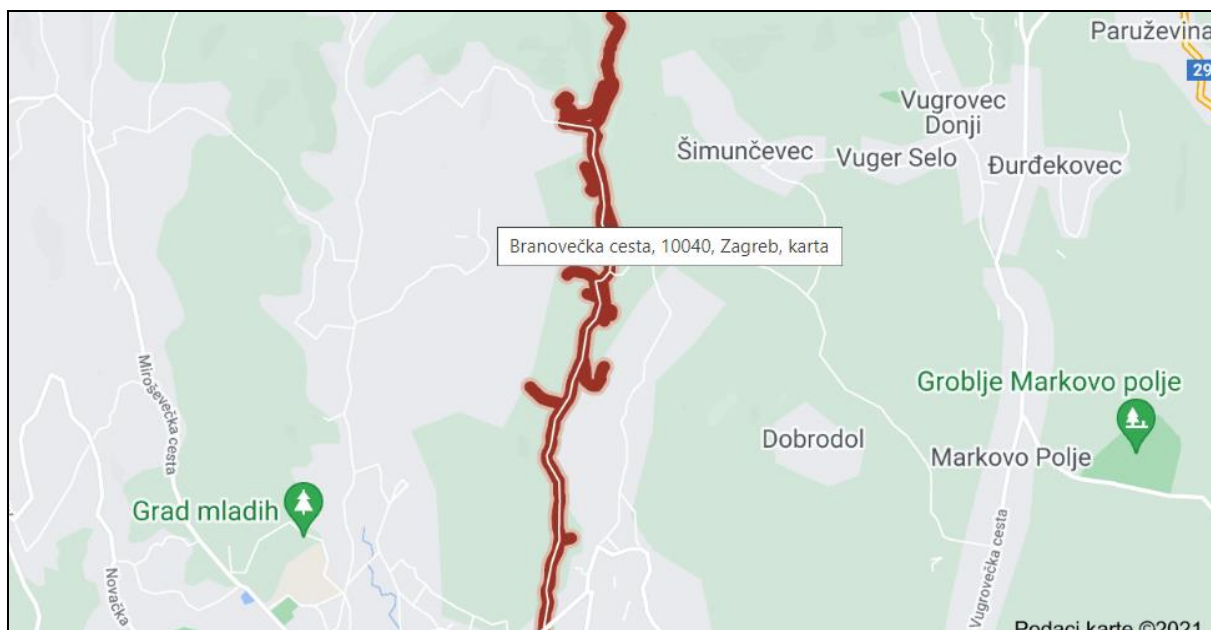


Slika 7. Geografski prikaz Sunekove ulice
Izvor: autor uz pomoć servisa „Google karte“



Slika 8. Geografski prikaz Novoselečkog puta
Izvor: autor uz pomoć servisa „Google karte“

Branovečka cesta, kao što prikazuje Slika 9, svom svojom duljinom od oko 4 km spaja Novoselečki put i terminal Jalševac. Branovečina, Branovec, Prevende, Mudifaji, Furdini i Jalševac su stajališta duž Branovečke ceste. Najveći broj putnika ulazi i izlazi na ovoj dionici.



Slika 9. Geografski prikaz Branovečke ceste
Izvor: autor uz pomoć servisa „Google karte“

Prostornim planom Parka prirode Medvednica i Prostornim planom Grada Zagreba na sjevernom dijelu gradske četvrti planirane su šume posebne namjene, zone odmora i rekreacije, poljoprivredne površine, te građevinska područja naselja uz glavne prometnice. Generalnim urbanističkim planom grada Zagreba planirane su stambena namjena, te manjim dijelom mješovita pretežito stambena namjena koje su ravnomjerno raspoređena na području cijele gradske četvrti, dok javne zelene površine gradske park šume prevladavaju u sjevernom dijelu četvrti. Važeći prostorni planovi na području gradske četvrti su [6]:

- prostorni plan Parka prirode Medvednica
- prostorni plan Grada Zagreba
- generalni urbanistički plan grada Zagreba
- UPU Degidovec
- UPU Dubrava - centar
- UPU Oporovec - jug
- UPU Oporovečka - sjever
- UPU Tvornica autobusa.

Trasa ispunjava funkciju za koju je namijenjena, naselja kojima prometuje su adekvatno povezana javnim gradskim prijevozom s terminalima Dubrava i Dubec. Porast stanovništva i građevnih objekata u navedenim naseljima zahtjeva prilagodbu javnog gradskog prijevoza duž dionice u dogledno vrijeme.

4. METODOLOGIJA PRIKUPLJANJA I OBRADJE PODATAKA

Prikupljanje i obrada podataka izvršeni su s GPS lokatorima. Slika 10 prikazuje GPS lokator s kojim su prikupljeni podaci. Obuhvaćeni su sljedeći vršni periodi:

- jutarnji 08.04.2019 u 07:30 s terminala Dubrava do 08:00, kada je vrijeme dolaska na terminal Jalševac te u suprotnom smjeru prema terminalu Dubrava od 08:00 do 08:30, kako bi se prikupio jedan obrt linije
- poslijepodnevni 08.04.2019 u 16:00 s terminala Dubrava do 16:30, kada je vrijeme dolaska na terminal Jalševac te u suprotnom smjeru prema terminalu Dubrava od 16:30 do 17:00, kako bi se prikupio jedan obrt linije.

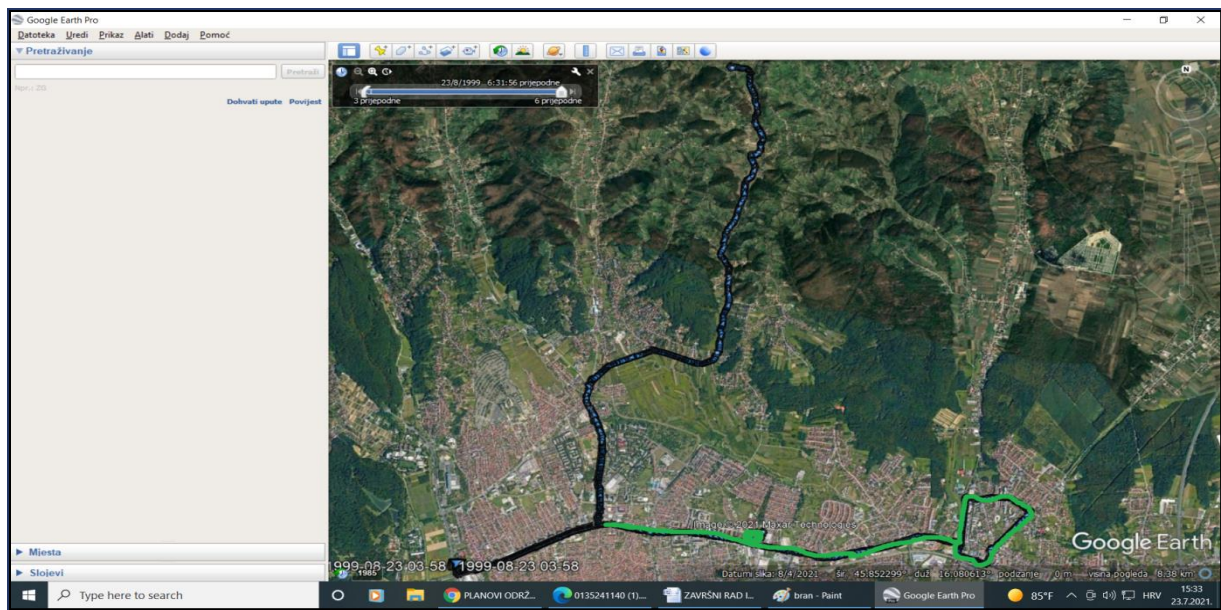
Lokatori su se uključili prije polaska autobusa s terminala, te su pratili trasu linije dok se istodobno ručno prikupljao broj putnika koji su ušli ili izašli iz autobusa na stajalištima i terminalima. Nakon potpunog prikupljanja podataka, pristupilo se obradi. Koristeći program „CanWay“, ruta se učitala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



Slika 10. Lokator GPS signala „Seeworld GP-740FL“

Izvor: autor

Slika 11 prikazuje obradu podataka u programu „Google Earth Pro“. Nakon učitane trase linije, mogu se očitati brzina kretanja vozila, vrijeme provedeno na stajalištima, vrijeme obrta i poluobrta, razmaci na liniji, te svi ostali statički i dinamički elementi linije.



Slika 11. Postupak dobivanja voznih vremena
Izvor: autor uz pomoć servisa „Google Earth Pro

1	start name	start latitude	start longitude	end name	end latitude	end longitude	length
2	DUBOKR-090-X	45.825269	16.036555	DANKOV-090-S	45.830627	16.056068	1873
3	DANKOV-090-S	45.830627	16.056068	VILVEL-090-S	45.834828	16.055986	459
4	VILVEL-090-S	45.834828	16.055986	GRANA-090-S	45.837930	16.056558	349
5	GRANA-090-S	45.837930	16.056558	STOPOR-090-S	45.842629	16.054817	546
6	STOPOR-090-S	45.842629	16.054817	SUNEKO-045-S	45.844347	16.054555	201
7	SUNEKO-045-S	45.844347	16.054555	RUSCEN-000-S	45.847593	16.058459	497
8	RUSCEN-000-S	45.847593	16.058459	VAROSK-315-S	45.848951	16.064085	466
9	VAROSK-315-S	45.848951	16.064085	NOVPUT-315-S	45.847925	16.068189	344
10	NOVPUT-315-S	45.847925	16.068189	BRANOV-090-S	45.849156	16.072897	461
11	BRANOV-090-S	45.849156	16.072897	BRANEC-090-S	45.857225	16.074307	920
12	BRANEC-090-S	45.857225	16.074307	PREVEN-090-S	45.863007	16.074690	685
13	PREVEN-090-S	45.863007	16.074690	MUDIFA-045-S	45.871012	16.078420	1003
14	MUDIFA-045-S	45.871012	16.078420	FURDIN-090-S	45.874260	16.077964	391
15	FURDIN-090-S	45.874260	16.077964	JALSEV-000-X	45.880446	16.074769	902
16	JALSEV-000-X	45.880446	16.074769	FURDIN-270-S	45.874213	16.077895	860
17	FURDIN-270-S	45.874213	16.077895	MUDIFA-180-S	45.870771	16.077556	458
18	MUDIFA-180-S	45.870771	16.077556	PREVEN-180-S	45.862868	16.074435	962
19	PREVEN-180-S	45.862868	16.074435	BRANEC-180-S	45.857293	16.074205	667
20	BRANEC-180-S	45.857293	16.074205	BRANOV-225-S	45.848756	16.072551	976
21	BRANOV-225-S	45.848756	16.072551	NOVPUT-135-S	45.848100	16.067759	436
22	NOVPUT-135-S	45.848100	16.067759	VAROSK-180-S	45.849015	16.063293	368
23	VAROSK-180-S	45.849015	16.063293	RUSCEN-180-S	45.847432	16.057652	472
24	RUSCEN-180-S	45.847432	16.057652	SUNEKO-225-S	45.844514	16.054520	436
25	SUNEKO-225-S	45.844514	16.054520	STOPOR-270-S	45.841727	16.055255	324
26	STOPOR-270-S	45.841727	16.055255	GRANA-270-S	45.839049	16.056403	328
27	GRANA-270-S	45.839049	16.056403	VILVEL-270-S	45.834519	16.055759	503
28	VILVEL-270-S	45.834519	16.055759	DANKOV-270-S	45.829908	16.055777	509
29	DANKOV-270-S	45.829908	16.055777	DUBOKR-180-S	45.824711	16.037199	1598
30	DUBOKR-180-S	45.824711	16.037199	DUBOKR-090-X	45.825269	16.036555	342
31							
32							
33							

Slika 12. Obrada podataka
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

Koristeći program Microsoft Excel (Slika 12), koji nudi mogućnost tabličnih kalkulacija, proračuna i grafikona, unesene su vrijednosti broja izašlih i ušlih putnika za svako stajalište i terminal te podaci dobiveni korištenjem programa „Google Earth Pro“. Na temelju tih vrijednosti, izrađeni su grafikoni koji prikazuju popunjenost vozila, vremena putovanja u poluobrtima, udio vremena koje vozilo provede u vožnji, brzine koje vozilo postiže u poluobrtu, ponudeni transportni rad i izmjenu putnika.

5. STATIČKI ELEMENTI LINIJE

Statički elementi linije uvjeti su za način funkcioniranja sistema JGP i postizanje određenog nivoa kvalitete prijevoza i efikasnosti ponuđenog transportnog rada sustava. Utvrđuju se u postupku izrade prometne linije. Osnovni statički elementi linije su:

- trasa linije
- dužina linije
- terminali
- stajališta
- gravitacijsko područje linije.

5.1 Terminali

Prometni terminal se može definirati kao infrastrukturni objekt gdje se putnici, u logističkom smislu, koncentriraju i distribuiraju. Prijevoz putnika na terminalima se obavlja u skupinama, definirano prema jedinicama prijevoznog sredstva. Putnički terminali zahtijevaju relativno malo specifične opreme. Na terminalima je nužno osigurati sljedeće servise za putnike [7]:

- informacije
- zaklone od atmosferskih utjecaja
- laku i sigurnu izmjenu načina putovanja.

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 zastojećima. Terminali su i točke kontrole točnosti kretanja vozila u odnosu na njihov postavljeni red vožnje. Obilježavanje terminala je takvo da je 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 [8]. Dakle, prema položaju terminala u odnosu na središte grada terminal Dubrava, kojeg prikazuje Slika 13, je terminal A, stoga je terminal Jalševac, kojeg prikazuje Slika 14, terminal B.



Slika 13. Stajalište linije 213 Dubrava - Jalševac na terminalu Dubrava
Izvor: autor



Slika 14. Terminal Jalševac
Izvor: autor

Tramvajsko okretište Dubrava je predzadnje okretište tramvaja u istočnom dijelu grada koje, osim tramvajske povezanosti, raspolaže i autobusnim linijama koje imaju ulogu povezivanja prema sjeveru grada, gdje su naselja s najvećim brojem stanovnika Markuševac, Miroševac, Studentski grad, Čret, Granešina, Čučerje i Vidovec. Nekoliko stotina metara južnije od okretišta Dubrava nalazi se tramvajsko spremište i autobusno spremište. Deset autobusnih linija početnu ili završnu točku ima na terminalu Dubrava [9]:

- 205 Dubrava - Markuševac - Bidrovec
- 206 Dubrava - Miroševac
- 208 Dubrava - Vidovec
- 209 Dubrava - Čučerje
- 210 Dubrava - Studentski grad - Novi Retkovec
- 213 Dubrava - Jalševac
- 223 Dubrava - Trnovčica - Dubec
- 230 Dubrava - Granešinski Novaki
- 232 Dubrava - Čret
- 235 Dubrava - Trnava - Kozari bok.

DUBRAVA		RADNI DAN		JALŠEVAC	
sati	minute	sati	minute	sati	minute
4	00	37	4	25	
5	05	30	5	00	30
6	00	30	6	00	30
7	00	30	7	00	30
8	00	30	8	00	30
9	00	30	9	00	30
10	00	30	10	00	30
11	00	30	11	00	30
12	00	30	12	00	30
13	00	30	13	00	30
14	00	30	14	00	30
15	00	30	15	00	30
16	00	30	16	00	30
17	00	30	17	00	30
18	00	30	18	00	30
19	00	30	19	00	30
20	00	30	20	00	30
21	00	30	21	00	30
22	30		22	00	55
23	15		23	35	

DUBRAVA		SUBOTA		JALŠEVAC	
sati	minute	sati	minute	sati	minute
4	37	4		5	00
5	30	5		6	00
6	30	6		7	00
7	30	7		8	00
8	30	8		9	00
9	30	9		10	00
10	30	10		11	00
11	30	11		12	00
12	30	12		13	00
13	30	13		14	00
14	30	14		15	00
15	30	15		16	00
16	30	16		17	00
17	30	17		18	00
18	30	18		19	00
19	30	19		20	00
20	30	20		21	00
22	30	22		22	55
23	15	23		23	35

DUBRAVA		NEDJELJA		JALŠEVAC	
sati	minute	sati	minute	sati	minute
5	20	5	50		
7	30	8	00		
9	00	9	30		
10	00	10	30		
12	30	13			
13	30	13	00		
14	30	14	00		
15	30	15	00		
16	30	16	00		
17	30	17	00	55	
19	00	19	30		
20	00	20	30		
21	30	21			
22	30	22	00	55	
23		23			

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

Slika 15. Vozni red linije 213 Dubrava - Jalševac

Izvor: [9]

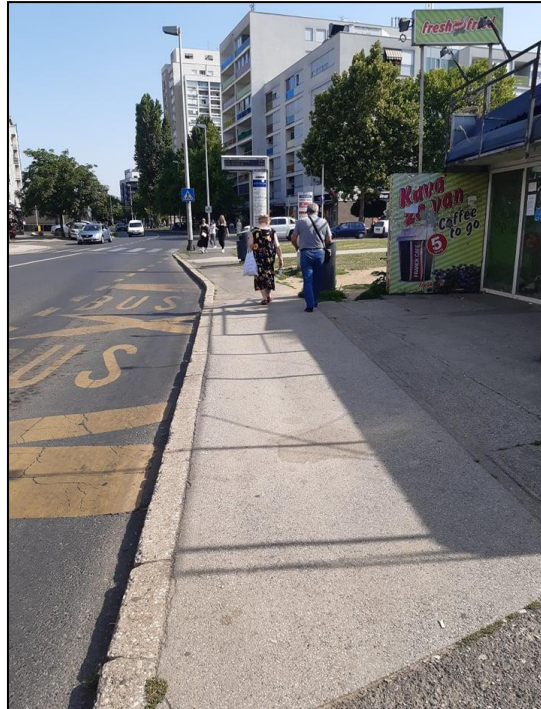
Osim navedenog, terminali imaju ulogu daljnje distribucije putnika. Terminal Dubrava raspolaže s tramvajskim prometom, autobusnim međugradskim prometom i uslugama

prijevoza taksi vozilima, dok je terminal Jalševac zadnje stajalište na liniji, gdje nema daljnje distribucije putnika prema drugim modalitetima prometa.

U određene vršne sate tijekom dana terminali su povremeno zagušeni, ali tokovi putnika se mogu uspješno rasporediti dobrim dizajnom perona i pristupnih točaka, te odgovarajućim rasporedom dolazaka i odlazaka [7]. Težnja je vrijeme koje putnici provode na terminalima svesti na minimum. Zbog izmjene većeg broja putnika, na terminalu Dubrava nalazi se administrativni i logistički dio ZET-a, gdje se obavljaju odmor i izmjena vozača, mogućnost kupnje karata, upiti prema službenim osobama i mogućnost kupovine hrane i pića u kioscima odnosno ugostiteljskim objektima u sklopu terminala.

5.2 Stajališta

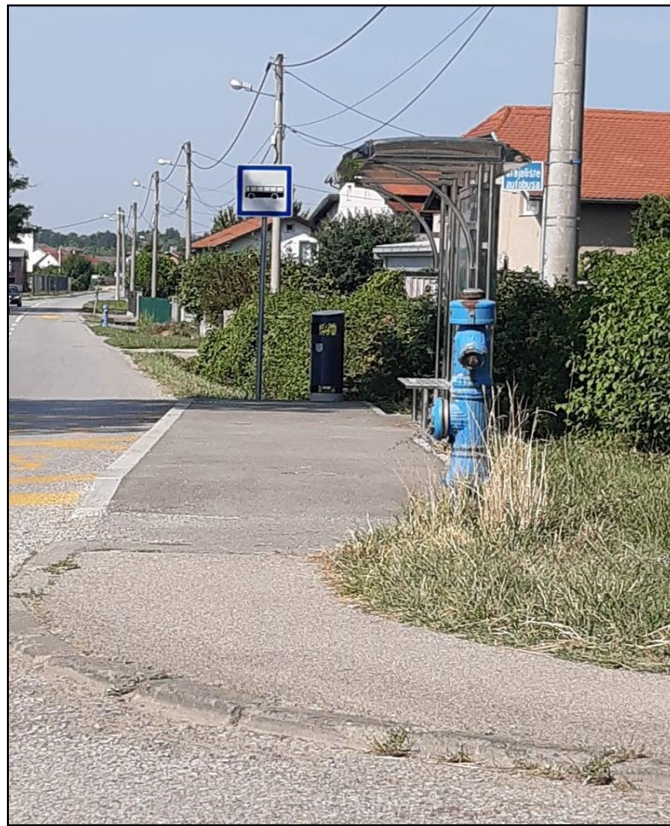
Stajališta su mjesta na liniji gdje se mogu zaustaviti vozila i obaviti izlaz i ulaz putnika na liniji. Stajališta mogu biti stalna ili prema potrebi. Stalna stajališta su ona gdje se vozila zaustavljaju bez obzira ima li putnika za izlaz ili ulaz, a stajališta prema potrebi su ona stajališta gdje vozila stanu samo ako ima putnika za ulaz ili izlaz [1].



Slika 16. Stajalište Dankovečka u smjeru terminala Jalševac
Izvor: autor

Autobusno stajalište je posebno napravljena prometna površina koja je označena i vidljiva ostalim sudionicima u prometu. Određena je za zaustavljanje autobusa i dozvoljava siguran

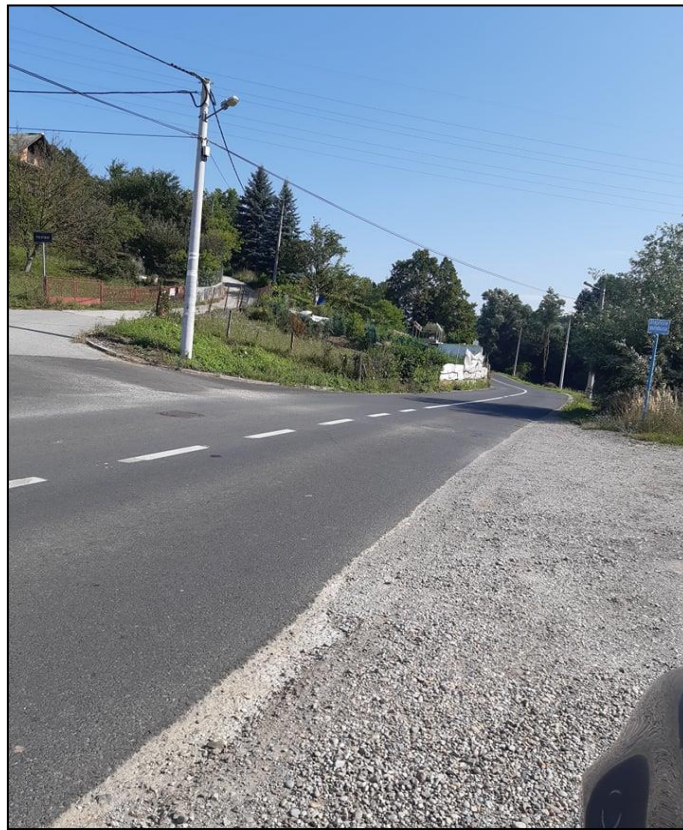
ulazak i izlazak putnika. Pješačenje od doma do stajališta ne bi trebalo biti više od pet minuta u centru grada, a izvan centra grada ne više od deset minuta [1].



Slika 17. Stajalište Varoška u smjeru terminala Dubrava
Izvor: autor

Na liniji se izdvajaju tri stajališta, Dankovečka, Varoška i Prevende, a svaka od njih ima svoje značajke po kojima se razlikuju. Stajalište Dankovečka, koje prikazuje Slika 16, specifično je zbog svojeg položaja u odnosu na sva druga stajališta na liniji. Stajalište Dankovečka je centar Gradske četvrti Gornja Dubrava pa su tako u blizini tržnica, dom zdravlja, prodajni centri i ugostiteljski objekti, ali najbitnija stavka je da su u blizini dva stajališta tramvaja. Stajalište Dankovečka je pozicionirano između tramvajskih terminala Dubec i Dubrava koji tramvajima distribuiraju putnike od ili prema stajalištu Dankovečka. Ponašanje putnika je takvo da na tramvajskim linijama 4, 7 i 11 iz centra grada ne izlaze na terminalu Dubrava, već produžuju do stajališta Dankovečka, stoga se nerijetko dogodi da veći broj putnika ulazi na prvom stajalištu nego na terminalu. Slična situacija se događa i u suprotnom smjeru, gdje putnici koji presjedaju na linije 4, 7 ili 11 izlaze na stajalištu Dankovečka kako bi skratili vrijeme presjedanja ili pronašli slobodno sjedeće mjesto prije terminala Dubrava. Postoji još jedno specifično ponašanje putnika kod stajališta Dankovečka - putnici koji izlaze na stajalištu ili prije stajališta Sunekova imaju mogućnost biranja kojom autobusnom linijom žele stići do

odredišta, zato što linije 208, 209 i 213 imaju istu trasu do stajališta Sunekova, te isto vrijedi i u suprotnom smjeru.



Slika 18. Stajalište Prevende u smjeru terminala Jalševac
Izvor: autor

Slika 17 prikazuje stajalište Varoška, koje se nalazi u gusto naseljenom relativno novom naselju Oporovec, na kojem dolazi do velike izmjene putnika. U jutarnjem vršnom periodu na stajalištu Varoška dolazi do najvećeg ukrcaja putnika u autobus, podjednako raspoređenih između osoba koje putuju na posao i studenata odnosno učenika. U poslijepodnevnom vršnim satima dolazi do najvećeg izlazaka putnika iz autobusa na stajalištu Varoška.

Slika 18 prikazuje stajalište Prevende, i za razliku od stajališta Varoška, nalazi se na rijetko naseljenom području, pa dolazi do malih vrijednosti ulazaka i izlazaka putnika u vršnim satima tijekom dana.

Stajališta na liniji 213 nisu adekvatno opremljena. Samo na stajalištu Dankovečka postoji informativni stup koji pokazuje vrijeme dolazaka autobusnih linija u stvarnom vremenu. Većina stajališta nema ugibalište, već se autobusi zaustavljaju usred prometnog traka, nekoliko stajališta ima nadstrešnicu i sjedala, i gotovo ni na jednom stajalištu nema voznog reda linije.

5.3 Razmaci

Međustajališna udaljenost ovisi o više utjecajnih činitelja [7]:

- podsustavu javnog gradskog prijevoza putnika
- brzini putovanja
- broju putnika
- trasi i tipu - razini gustoće izgrađenosti zemljišta
- tipu i duljini putovanja korisnika.

Tablica 1. Međustajališne udaljenosti u odnosu na brzinu prijevoznog sredstva

<i>modalitet</i>	<i>brzina (km/h)</i>	<i>međustajališna udaljenost (m)</i>
Tramvaj i gradski autobus	16-23	250-550
LRT	21-23	600-1500
Metro	25-35	1000-2000
Gradska i prigradska željeznica	40-50	2500-3000

Izvor: [7]

Najveća međustajališna udaljenost je između terminala Dubrava i stajališta Dankovečka, a razlog tome je tramvajski promet na Aveniji Dubrava koji distribuira putnike na toj dionici. Svrha linije 213, kao i kod većine autobusnih linija, je distribuirati putnike iz manjih i rjeđe naseljenih naselja do ili od većih sabirnih centara odnosno terminala. Međustajališne udaljenosti na liniji 213 variraju između 200 i 1900 metara, a brzine putovanja u poluobrtima od 21 do 31 km/h, pa vrijednosti koje prikazuje Tablica 1, odgovaraju propisima. Veće brzine autobus postiže tek nakon stajališta Sunekova zbog rjeđe naseljenih područja te manje koncentracije automobila, pješaka, prometnih znakova i semafora.

Tablica 2. Međustajališne udaljenosti u odnosu na gustoću naseljenosti

<i>područje</i>	<i>međustajališna udaljenost (m)</i>
Središte grada	250 - 550
Periferna zona	500 - 750
Prigradska zona	600 - 1500

Izvor: [7]

Najmanja međustajališna udaljenost je između stajališta Stara Oporovečka i stajališta Sunekova koja iznosi manje od 200 m. Razlog tomu je neadekvatna izvedba prometnice na tom dijelu, velika gustoća prometa, neobzirni vozači, nezaštićeni pješaci, premalen nogostup i blizina osnovne škole. Većina dionice linije 213 pripada perifernoj zoni grada, a Tablica 2 pokazuje da je međustajališna udaljenost optimalna za dionicu linije 213.

Tablica 3. Međustajališne udaljenosti u odnosu na prosječnu duljinu putovanja

<i>Lsrp/km</i>	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
<i>Li/m</i>	300 - 350	350 - 400	400 - 450	450 - 500	500 - 530	530 - 550

Izvor: [7]

Ovisno o udaljenosti koju putnik prijeđe u svojem putovanju, međustajališna udaljenost se određuje na temelju podataka koje prikazuje Tablica 3. Vidljivo je kako s porastom udaljenosti putovanja putnika je povoljnija veća udaljenost između stajališta, kako bi se povećala prometna brzina i smanjili troškovi na samoj liniji.

6. DINAMIČKI ELEMENTI LINIJE

Na obrađenoj liniji 213 Dubrava - Jalševac u jutarnjim i poslijepodnevnim vršnim satima prometuje autobus proizvođača Mercedes-Benz Conecto gbr-431 kojeg prikazuje Slika 19. Conecto je gradski i prigradski autobus s dvije osovine, 40 sjedećih mjesta, dvoja dvokrilna vrata i stajaćom površinom od 13,5 m².

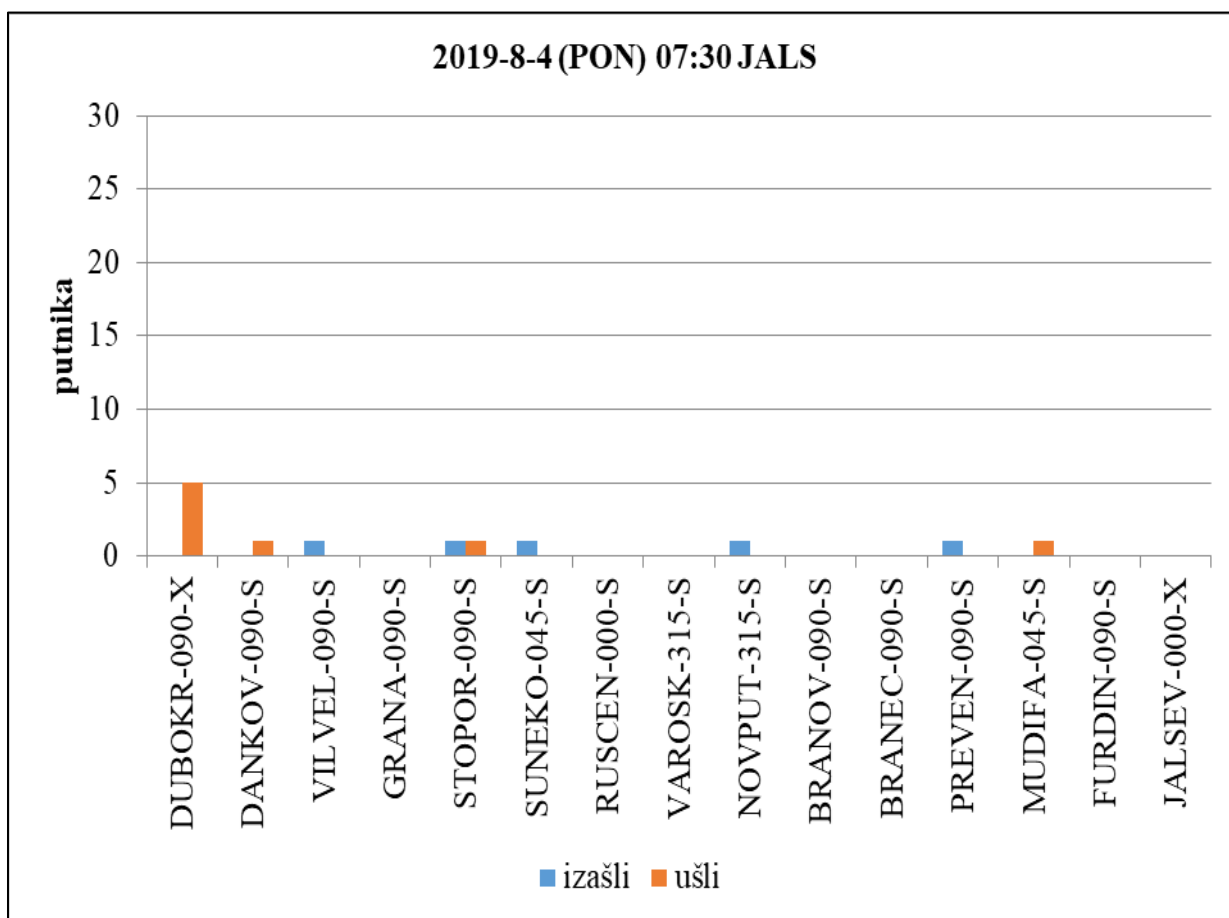


Slika 19. Mercedes-Benz Conecto gbr-431
Izvor: autor

Po broju sjedećih mjesta i stajaćoj površini autobus zadovoljava kriterije linije 213, ali potrebna je modernizacija vozila. Zvučna izolacija motora nije na razini i stvara veliku buku, klimatizacija je zastarjela, a zbog neravnina na cestama, vozilo nije ugodno za vožnju.

6.1 Brojenje putnika

Izmjenom putnika odnosno brojenjem ulazaka i izlazaka dobiveni su podaci o protoku putnika na liniji. Slika 20 prikazuje izmjenu putnika u jutarnjem vršnom periodu u smjeru terminala Jalševce. Vidljiva je mala izmjena putnika u to vrijeme u spomenutom smjeru. Glavni razlog tomu je što putnici u to vrijeme putuju iz manjih naselja u kojima stanuju prema središtu grada. Uočava se kako samo osam putnika ulazi u autobus u smjeru terminala Jalševce. Radi se o zaposlenim osobama iz noćne smjene ili osobama koje odlaze na radno mjesto.

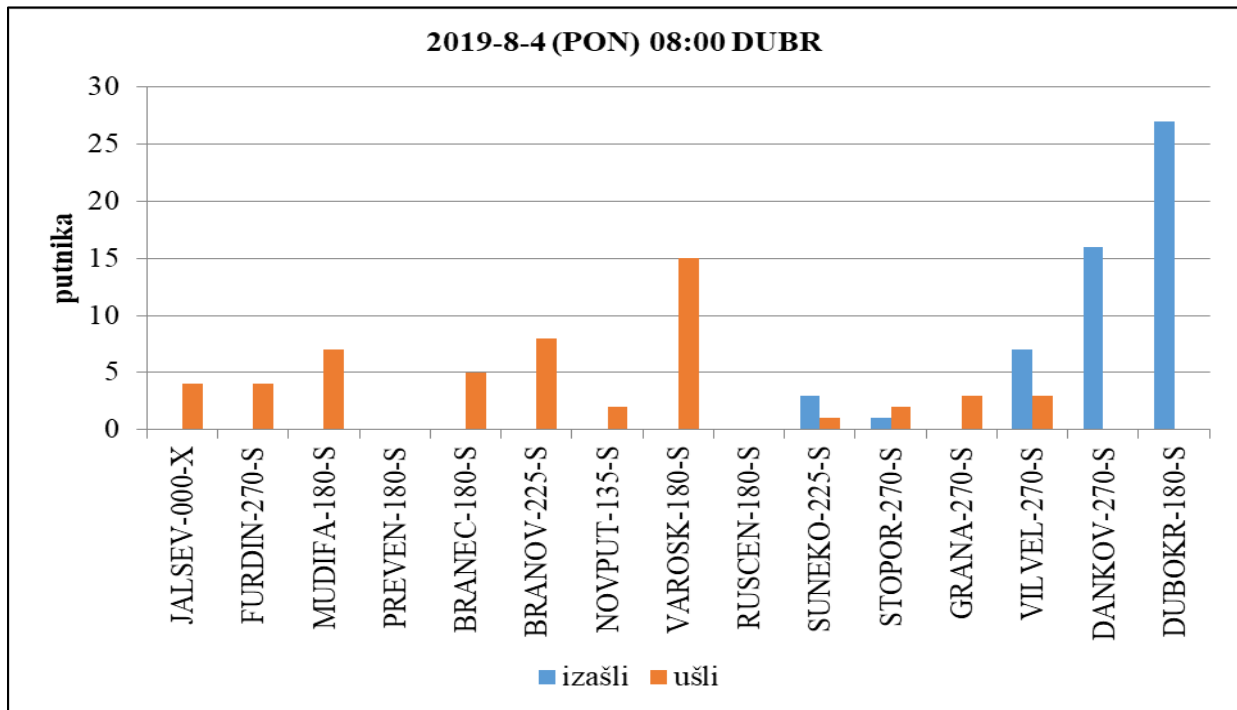


Slika 20. Izašli i ušli putnici tijekom jutarnjeg vršnog opterećenja u smjeru terminala Jalševce

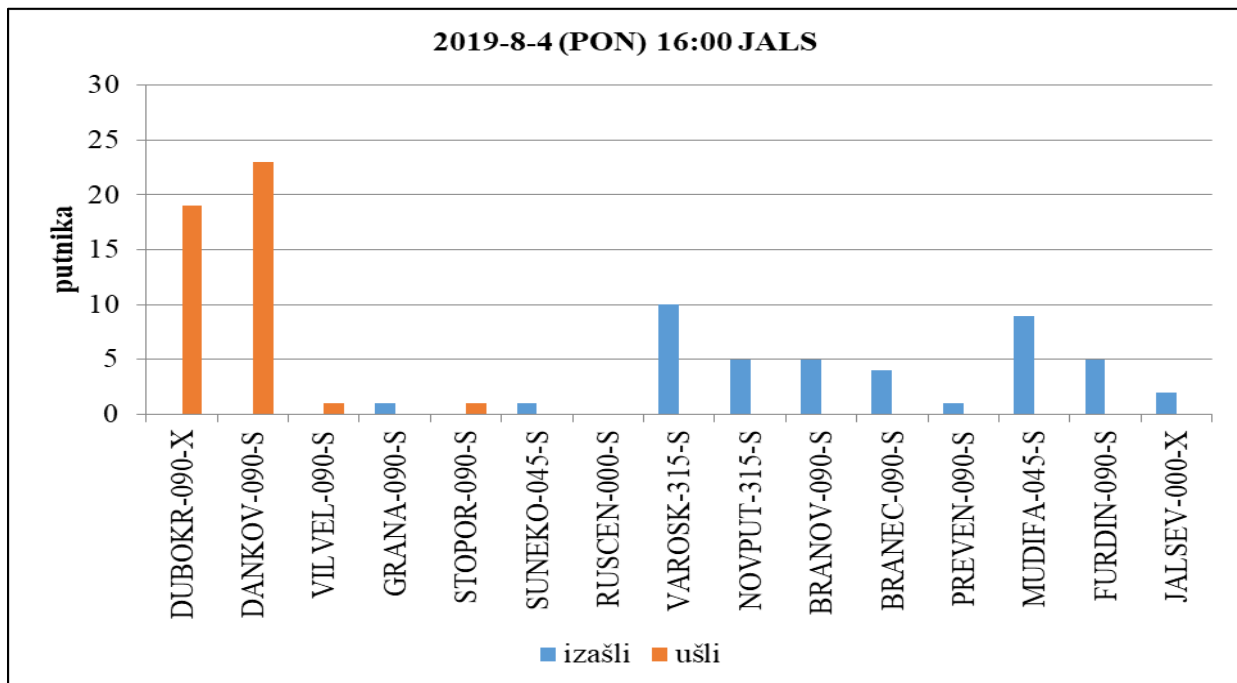
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

U jutarnjem vršnom periodu u smjeru terminala Dubrava kojeg prikazuje Slika 21, vidljiv je kontinuirani rast popunjenosti autobusa sve do stajališta Varoška. Iz prethodnog poglavlja vidi se da stajalištem Sunekova prometuju i linije 208 i 209, tako da je razumljiv pad broja ušlih putnika. Na stajalištu Dankovečka dolazi do većeg izlazaka putnika iz autobusa jer je stajalište centar gradske četvrti Gornja Dubrava, a i dostupnost tramvajskom prometu u smjeru grada i smjeru terminala Dubec je veća. Većina tih putnika su srednjoškolci, studenti te zaposlene osobe u smjeru radnoga mjesta. Najveći broj izlazaka putnika je na terminalu

Dubrava, gdje putnike dalje distribuiraju tramvaji, prigradski autobusi, taksi vozila ili neke od autobusnih linija u smjeru bolnice Dubrava.



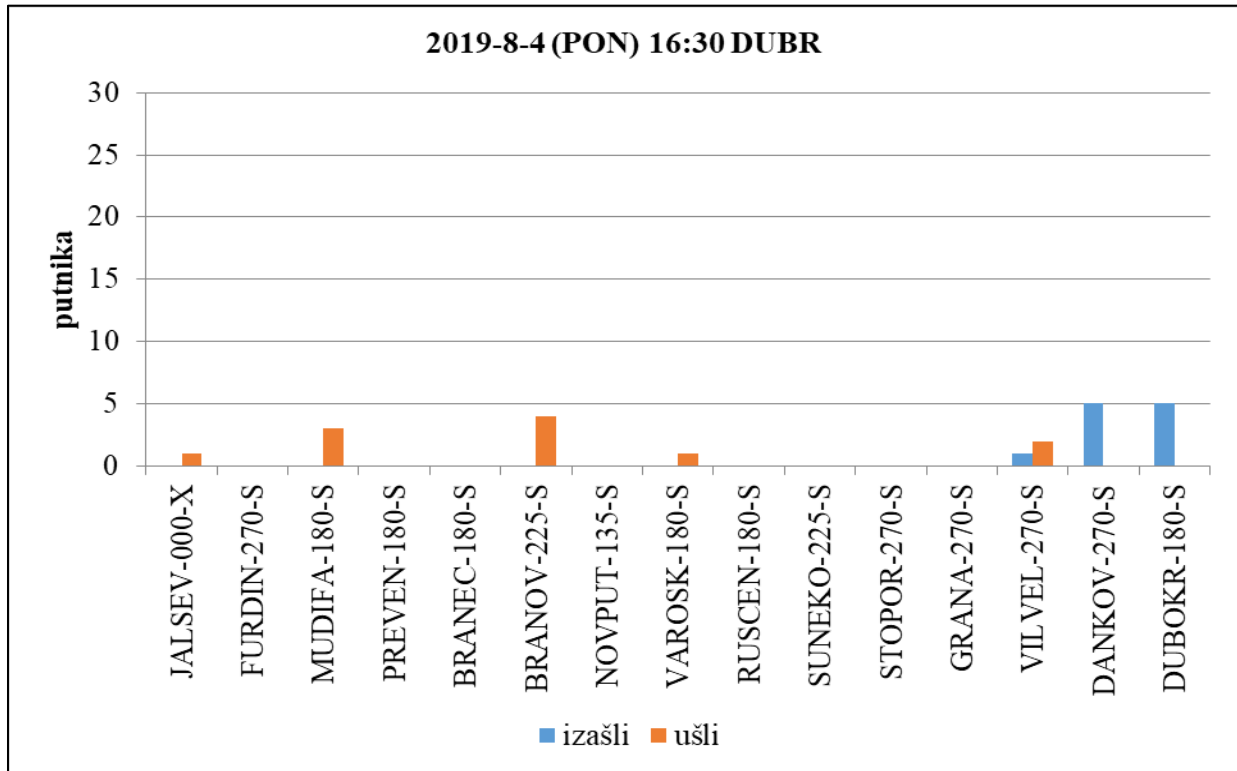
Slika 21. Izašli i ušli putnici tijekom jutarnjeg vršnog opterećenja u smjeru terminala Dubrava
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“



Slika 22. Izašli i ušli putnici tijekom poslijepodnevnog vršnog opterećenja u smjeru terminala Jalševac
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

U poslijepodnevnom vršnom periodu u smjeru terminala Jalševac kojeg prikazuje Slika 22, veliki je broj ulazaka putnika na prva dva stajališta, terminalu Dubrava i stajalištu Dankovečka. Razlog tomu je distribucija putnika tramvajima prema ta dva čvorišta te

migracija putnika većinom s radnih mjesta ili obrazovnih ustanova prema mjestu stanovanja. Nakon stajališta Sunekova iz već utvrđenih razloga dolazi do podjednakog izlaska putnika na svakom stajalištu.



Slika 23. Izašli i ušli putnici tijekom poslijepodnevnog vršnog opterećenja u smjeru terminala Dubrava
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

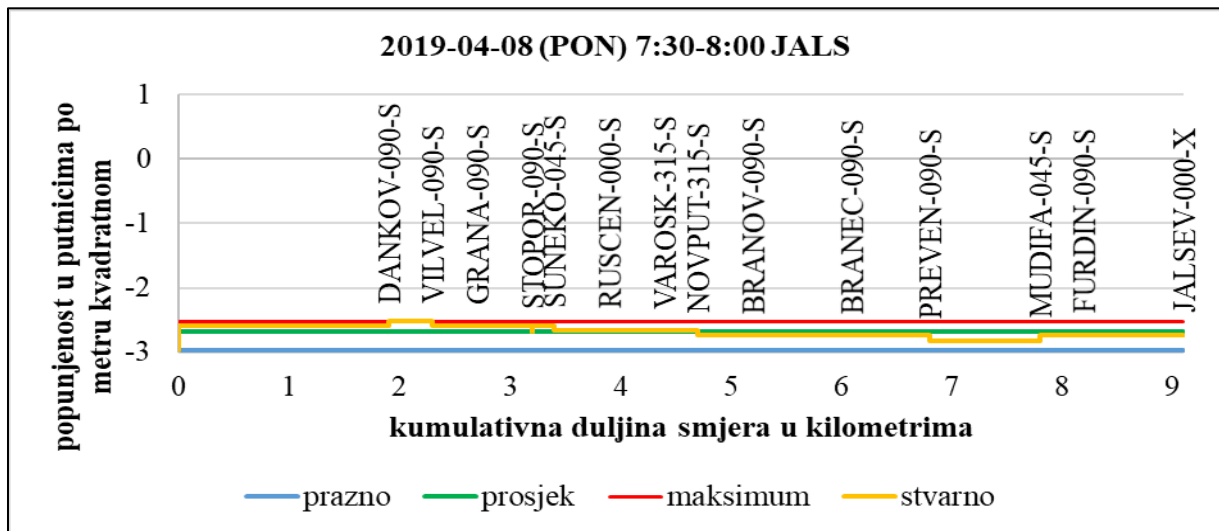
Slika 23 prikazuje izmjenu putnika u poslijepodnevnom vršnom periodu u smjeru terminala Dubrava koja je bila razmjerno manja u odnosu na druge polaske. Prekasno je za odlazak na posao i obrazovne ustanove, stoga se radi o putovanjima u privatne ili administrativne svrhe.

6.2 Popunjenost vozila

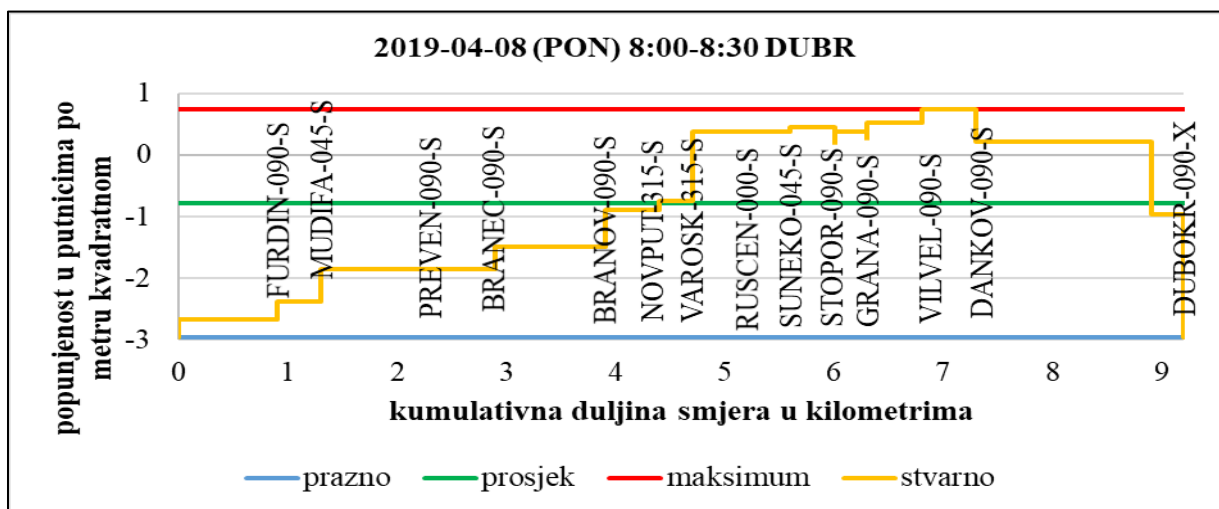
Kako prikazuje Slika 24, popunjenost vozila prema terminalu Jalševac u jutarnjem vršnom periodu je vrlo mala. Vidljivo je kako popunjenost vozila na prvom stajalištu, terminalu Dubrava, naraste gotovo do maksimuma. Popunjenost je iznad prosjeka sve do stajališta Novoselečki put gdje opada ispod prosjeka, iako niti u jednom trenutku ne dolazi do potpunog pražnjenja autobusa. Razlog tome je ulazak putnika prije terminala Jalševac koji ostaju u autobusu i nakon zadnjeg stajališta te nastavljaju putovanje u smjeru terminala Dubrava.

Slika 25 prikazuje popunjenost vozila u smjeru terminala Dubrava u jutarnjem vršnom periodu. Popunjenost vozila ima konstantan rast do stajališta Varoška gdje odjednom ulazi

veći broj putnika, pa tada popunjenost u putnicima po metru kvadratnom prelazi preko nule što znači da su sva sjedeća mjesta popunjena i da svaki idući putnik koji uđe mora stajati. Primjenjuje se kako na jedan metar kvadratni mogu stati četiri putnika, no do stajališta Sunekova putnici nemaju izbora nego se ukrcaju u autobus bez obzira na popunjenost. Maksimalna popunjenost u ovom poluovertu vidljiva je na stajalištu Vile Velebita, te poslije na sljedeća dva stajališta se uočava velik pad popunjenosti sve do potpunog pražnjenja vozila.



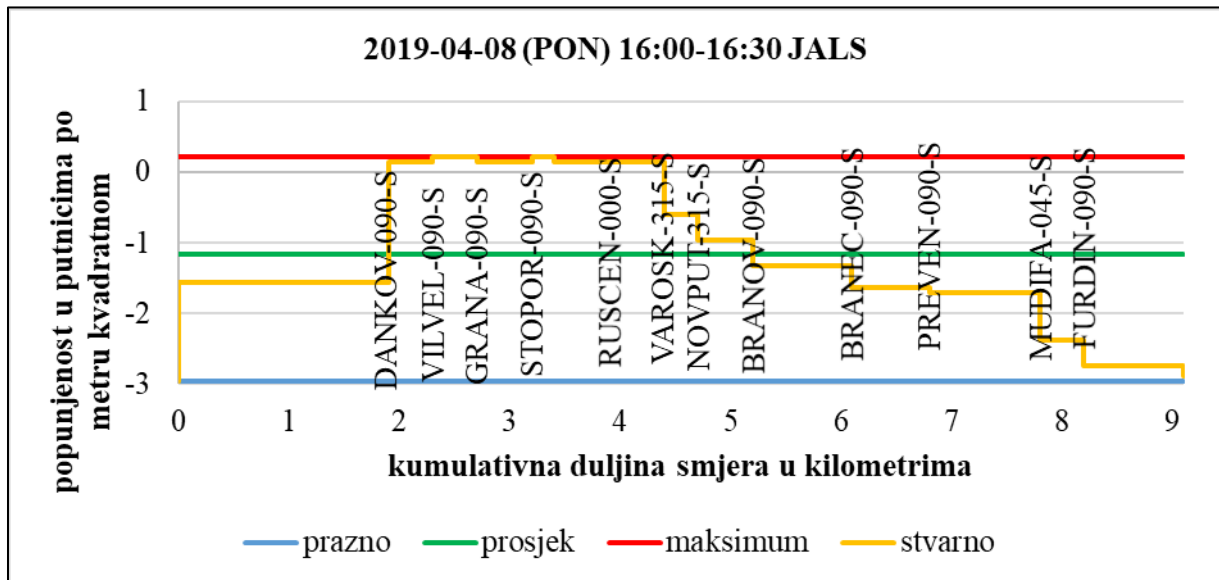
Slika 24. Popunjenost vozila u smjeru terminala Jalševac u jutarnjem vršnom periodu
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“



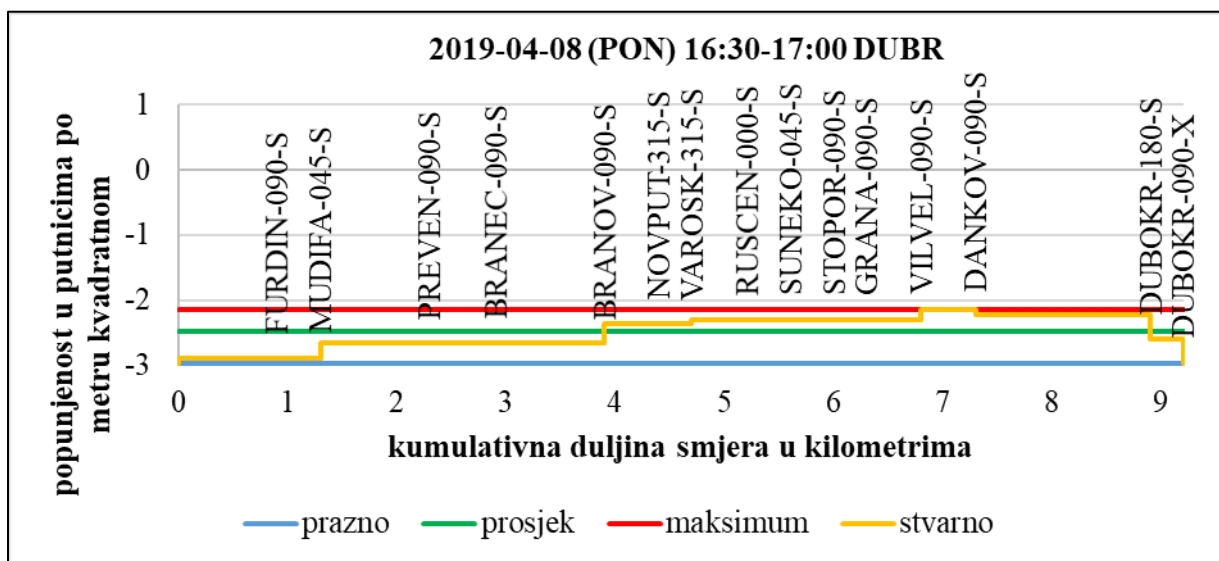
Slika 25. Popunjenost vozila u smjeru terminala Dubrava u jutarnjem vršnom periodu
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

Promatrajući popunjenost vozila u smjeru terminala Jalševac u poslijepodnevnom vršnom periodu, kojeg prikazuje Slika 26, uočava se kako je već na terminalu Dubrava popunjenost gotovo na razini prosjeka, da bi na sljedećem stajalištu (Dankovečka) dosegla maksimum i popunila sva sjedeća mjesta. Konstantna popunjenost putnicima traje do stajališta Varoška gdje izlazi nekolicina putnika. Popunjenost pada ispod prosjeka na stajalištu Branovečina te

podjednako pada do stajališta Mudifaji gdje izlazi veći broj putnika, a do terminala Jalševce se vozilo potpuno ispraznilo.



Slika 26 Popunjenost vozila u smjeru terminala Jalševce u poslijepodnevnom vršnom periodu
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“



Slika 27. Popunjenost vozila u smjeru terminala Dubrava u poslijepodnevnom vršnom periodu
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

Slika 27 prikazuje popunjenost vozila u smjeru terminala Dubrava u poslijepodnevnom vršnom periodu, gdje je vidljivo kako je maksimalna popunjenost vozila vrlo niska i dosegnuta je tek pred kraj poluobrta na stajalištu Vile Velebita. To je vrijeme u kojem malo putnika migrira u smjeru grada. Prosječna popunjenost je oko -2,5 putnika po metru kvadratnom, što znači da je u vozilu bilo prosječno 5 putnika. Podjednak broj putnika izašao je iz vozila na stajalištu Dankovečka i na terminalu Dubrava gdje se vozilo ispraznilo.

Uspoređujući dijagrame, vidljivo je kako je popunjenost vozila u jutarnjem vršnom periodu izrazito manja prema terminalu Jalševac za razliku od poslijepodnevnog vršnog perioda kada su se popunila sva sjedeća mjesta u vozilu. U smjeru terminala Dubrava u jutarnjem vršnom periodu popunjenost vozila bila je najveća u usporedbi sa svim ostalim promatračkim razdobljima što se i očekivalo, dok je u poslijepodnevnom vršnom periodu bila niska, odnosno putnici u to vrijeme jako malo koriste javni prijevoz u smjeru terminala Dubrava na liniji 213.

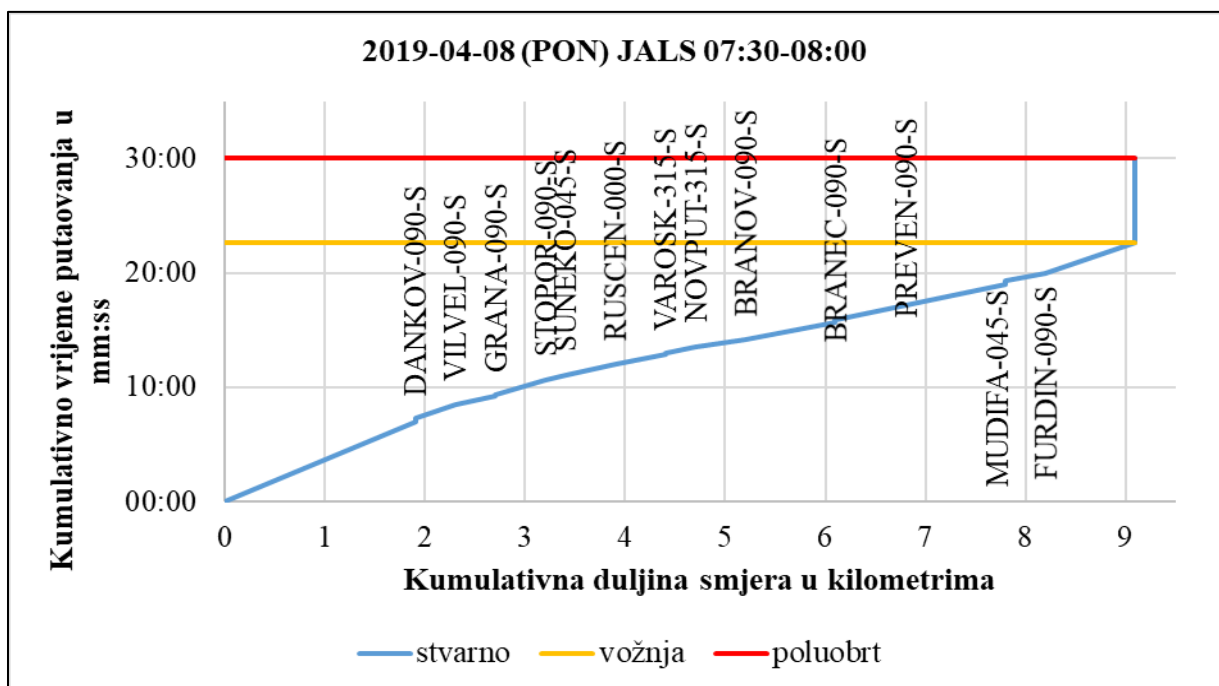
Stajaća površina autobusa od 13,5 m² optimalna je za liniju 213. U jutarnjem periodu u smjeru terminala Dubrava sva sjedeća mjesta bila su popunjena, te je popunjenost dosegala gotovo jednog putnika po metru kvadratnom. U poslijepodnevnom periodu u smjeru terminala Jalševac sva su sjedeća mjesta bila popunjena, ali popunjenost se kretala oko nule, što znači da stajaća površina nije bila u upotrebi. U poslijepodnevnom periodu u smjeru terminala Dubrava i u jutarnjem u smjeru terminala Jalševac bilo je slobodnih sjedećih mjesta.

7. KARAKTERISTIKE PROMETNIH TOKOVA

Prometni tok je istovremeno kretanje više vozila na putu u određenom poretku. Za opisivanje prometnih tokova i zakonitosti kretanja motornih vozila u prometnim tokovima na cestovnim prometnicama neophodno je definirati pokazatelje. Ti se pokazatelji, u teoriji prometnog toka, nazivaju osnovni parametri prometnog toka ili osnovne veličine prometnog toka. Osnovna razlika u uvjetima kretanja vozila u prometnim tokovima u odnosu na uvjete kretanja pojedinačnog vozila je što u prometnom toku na kretanje vozila djeluje i međusobna interakcija vozila [10].

7.1 Vremena u prijevoznom procesu

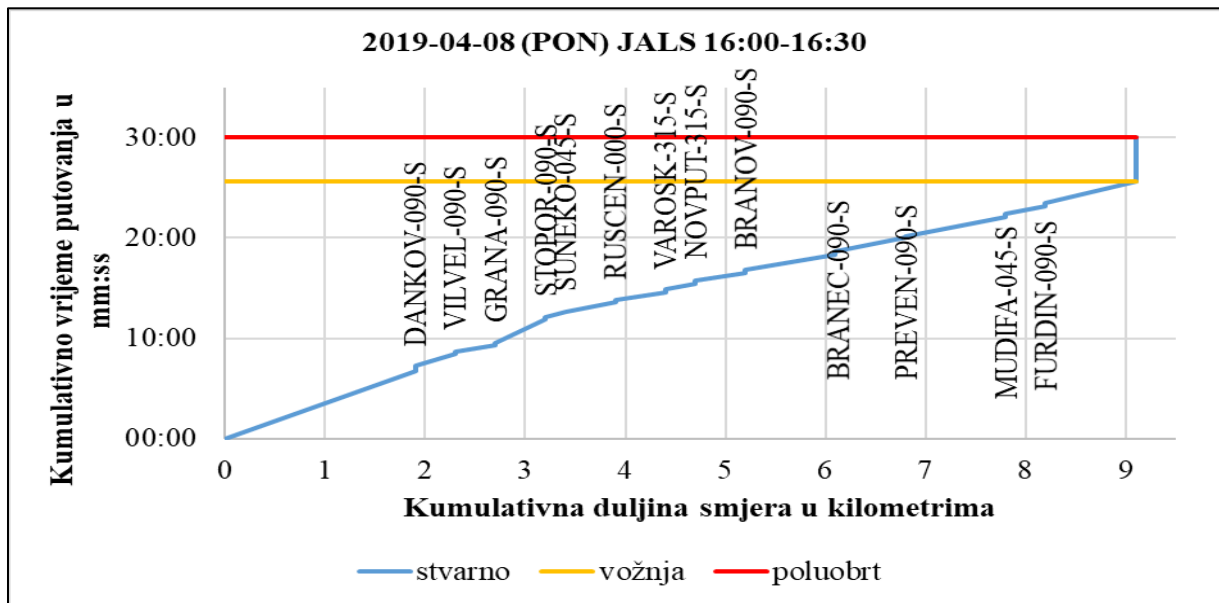
Prikupljanjem i obradom podataka pristupilo se i analizi vremena u prijevoznom procesu. Crvenim pravcem označeno je vrijeme poluobrtla dok je žutim pravcem označeno vrijeme vožnje. Vrijeme poluobrtla za oba smjera je 30 minuta.



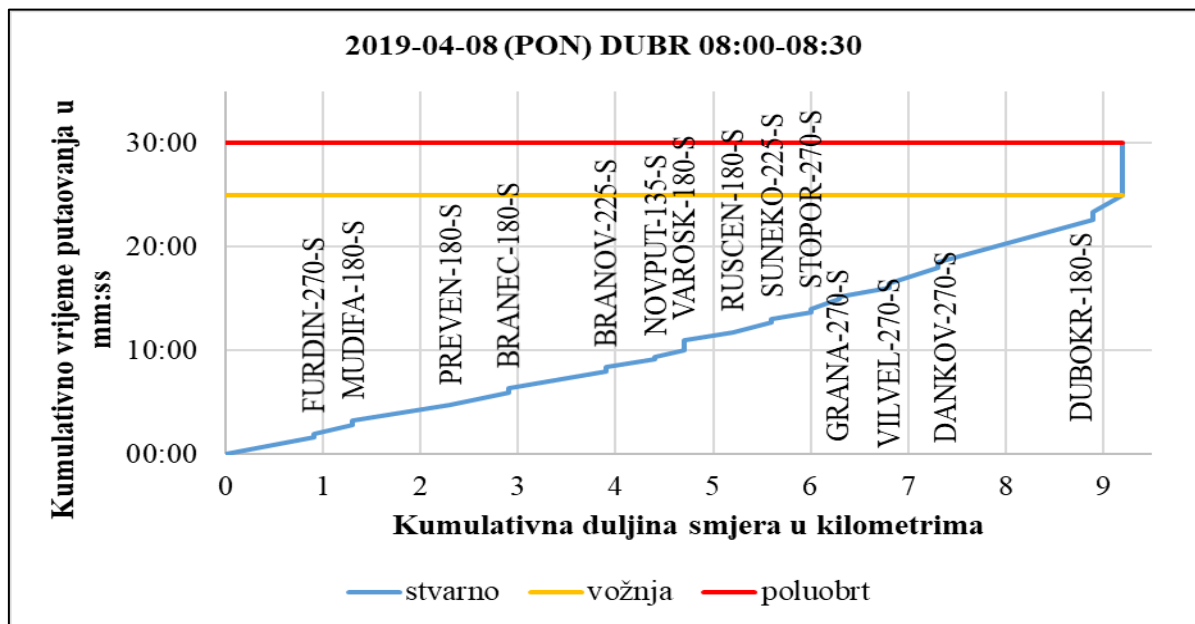
Slika 28. Vrijeme putovanja u jutarnjem vršnom periodu u smjeru terminala Jalševac
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

Slika 28 i Slika 29, koje prikazuju vremena vožnje u smjeru terminala Jalševac, ističu razliku između vremena putovanja jutarnjeg i poslijepodnevnog vršnog perioda, no nema većih razlika. Vidljivo je podjednako vrijeme putovanja u oba slučaja do prvog stajališta Dankovečka a razlog tome su prometne gužve, semafori i repovi čekanja na Aveniji Dubrava.

Tek nakon prvog stajališta uočljive su razlike u krivuljama gdje se vozilo na nekoliko stajališta u jutarnjem vršnom periodu nije zaustavilo, a u poslijepodnevnom na svakom stajalištu su većinom izlazili putnici. Razlika u vremenu dolaska na terminal je 3 minute za ova dva slučaja. I u jutarnjem i u poslijepodnevnom vršnom periodu vozilo je stiglo na terminal prije vremena polaska vozila s terminala Jalševac i prema utvrđenom rasporedu, odnosno na vrijeme.



Slika 29. Vrijeme putovanja u poslijepodnevnom vršnom periodu u smjeru terminala Jalševac
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

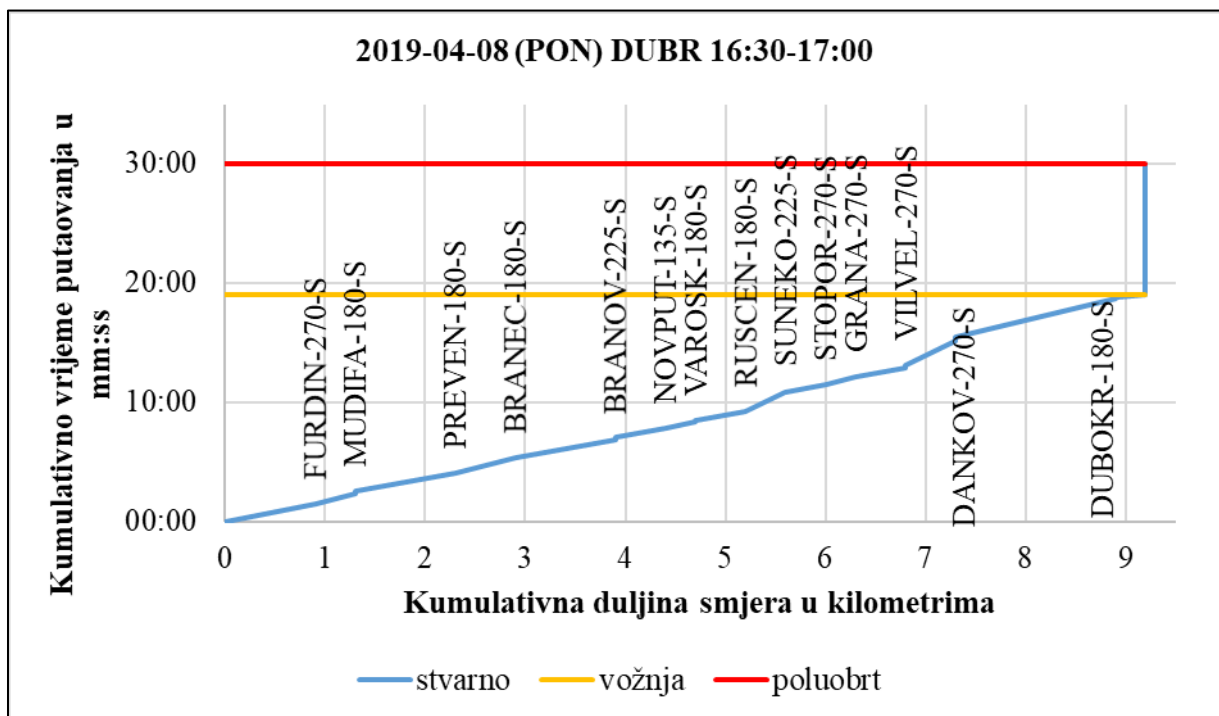


Slika 30. Vrijeme putovanja u jutarnjem vršnom periodu u smjeru terminala Dubrava
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

Iako na Aveniji Dubrava postoji trak samo za prolaz vozilima javnog gradskog prijevoza, mnogi vozači osobnih automobila to ne poštuju te radi bržeg dolaska do željenog cilja koriste

taj trak. U slučaju većeg broja tramvaja na dionici između terminala Dubrava i stajališta Dankovečka, produžuje se vrijeme vožnje autobusa zbog nemogućnosti korištenja traka za JGP.

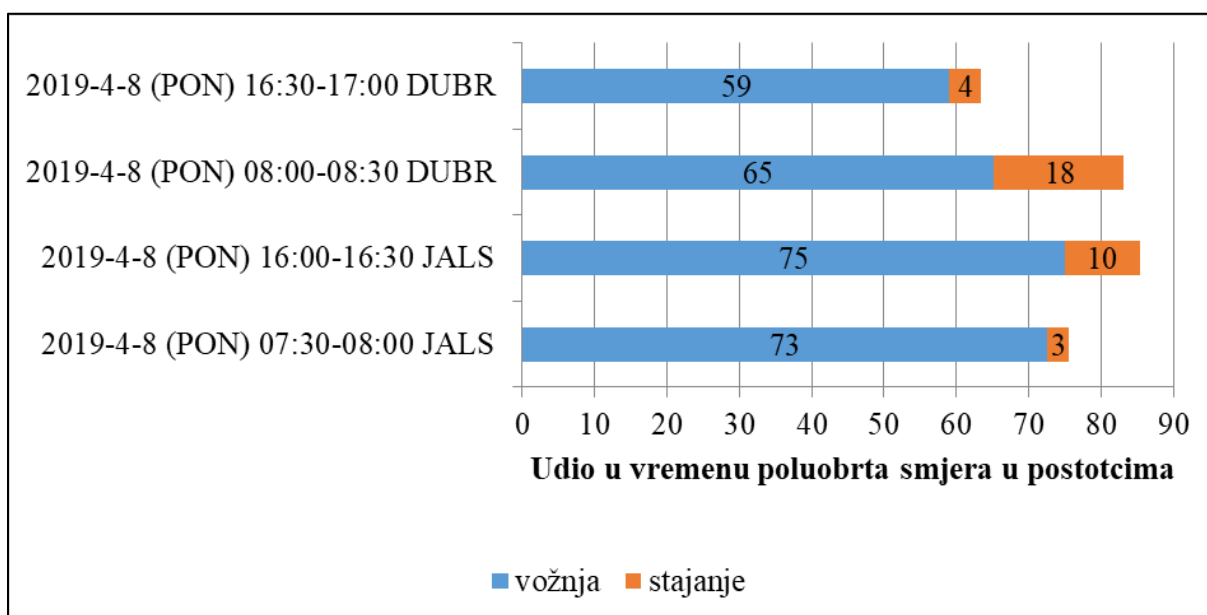
Mjesto na kojem se povremeno stvaraju gužve usporavanjem autobusa, pogotovo u poslijepodnevnom periodu, je dionica između stajališta Grana i stajališta Stara Oporovečka. Tamo se nalaze dva nesemaforizirana raskrižja u razmaku od 100 metara s većim pritokom vozila sa svih privoza te se stvaraju repovi čekanja.



Slika 31. Vrijeme putovanja u poslijepodnevnom vršnom periodu u smjeru terminala Dubrava
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

Slika 30 i Slika 31 prikazuju vremena putovanja u smjeru terminala Dubrava u jutarnjem i poslijepodnevnom vršnom periodu. Jasno je vidljiva razlika između promatranih perioda gdje je vozilo u slučaju poslijepodnevnog vršnog perioda stiglo na terminal Dubrava 11 minuta prije ponovnog polaska s terminala, dok je vozilo u jutarnjem vršnom periodu trebalo 6 minuta više. Nesmetan prolaz linije 213 u smjeru terminala Dubrava u poslijepodnevnom vršnom periodu duž cijele linije bez puno stajanja omogućuje sam promet koji migrira u suprotnom smjeru, dok je obrnut slučaj u jutarnjem periodu gdje velika većina prometa migrira u istom smjeru kao i autobus. Veliki broj putnika podrazumijeva puno stajanja i izgubljenog vremena na čekanju kod ulazaka i izlazaka putnika, a veliki broj osobnih automobila na prometnicama u jutarnjim satima stvaraju gužve i sporu vožnju, iako je vozilo stiglo na terminal Dubrava u zadovoljavajućem vremenu.

Udio u vremenu poluoobrta smjera u postotcima prikazuje Slika 32, iz koje je vidljivo kako u jutarnjem polasku u smjeru terminala Jalševac i poslijepodnevnom u smjeru Dubrave dominantno prevladava vrijeme vožnje u odnosu na vrijeme stajanja. U oba slučaja nije bilo većih zastoja i gužvi u prometu, a popunjenost vozila je bila niska. Mala razlika, u odnosu na prva dva slučaja, uočava se u jutarnjem putovanju u smjeru terminala Dubrava i poslijepodnevnom u smjeru terminala Jalševac gdje je popunjenost vozila bila mnogo veća, stoga je i vrijeme stajanja bilo nešto duže. Ni u jednom slučaju od ova četiri nije bilo kašnjenja te zbog toga vozilo ne prelazi maksimalnih 100 % koje označuje vrijeme poluoobrta.



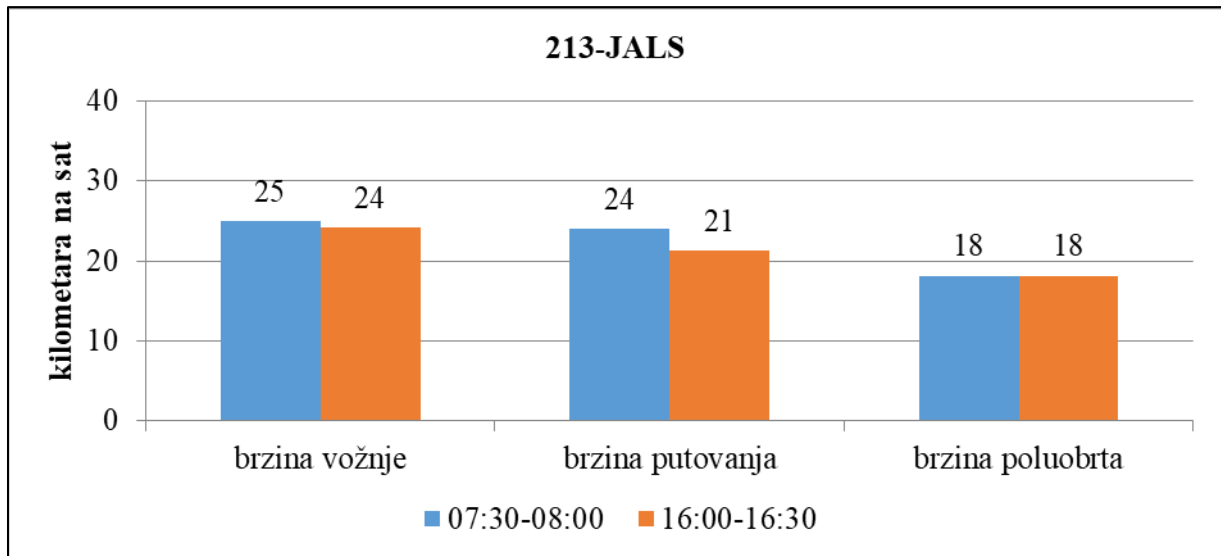
Slika 32. Udio u vremenu poluoobrta smjera u postotcima
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

7.2 Brzine

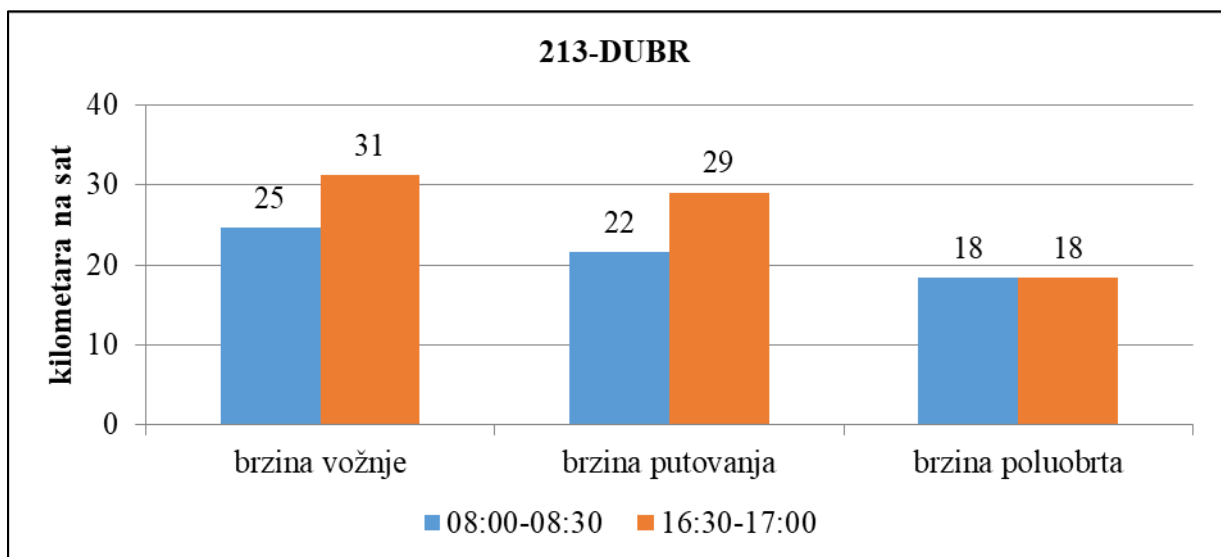
Obradom prijevozne ponude linije analizirale su se brzine na autobusnoj liniji 213 Dubrava - Jalševac. Obrađene su brzina vožnje, brzina putovanja i brzina poluoobrta. Brzina vožnje predstavlja brzinu bez vremena dok je vozilo stajalo na stajalištima. Brzina putovanja uzima u obzir i vrijeme provedeno na stajalištima, dok brzina poluoobrta uključuje i vrijeme provedeno na terminalima.

Slika 33 pokazuje kako je brzina vožnje i brzina putovanja u jutarnjem periodu u smjeru terminala Jalševac gotovo podjednaka jer zbog malog broja putnika nije bilo potrebe stajati na svakom stajalištu, dok je brzina poluoobrta očekivano znatno manja zbog vremena provedenog na terminalu. U poslijepodnevnom periodu veća je razlika između brzine vožnje i brzine

putovanja jer se vozilo zaustavljalo na svakom stajalištu zbog veće izmjene putnika. Brzine poluobrta su jednake zato što je vozilo poslijepodnevnom periodu izgubilo manje vremena čekajući na terminalu Jalševac. Brzina putovanja u oba slučaja je u rangu prosjeka, jer bi brzina putovanja autobusa u javnom gradskom prijevozu trebala biti između 16 km/h i 23 km/h.



Slika 33. Brzine na liniji 213 u smjeru terminala Jalševac
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“



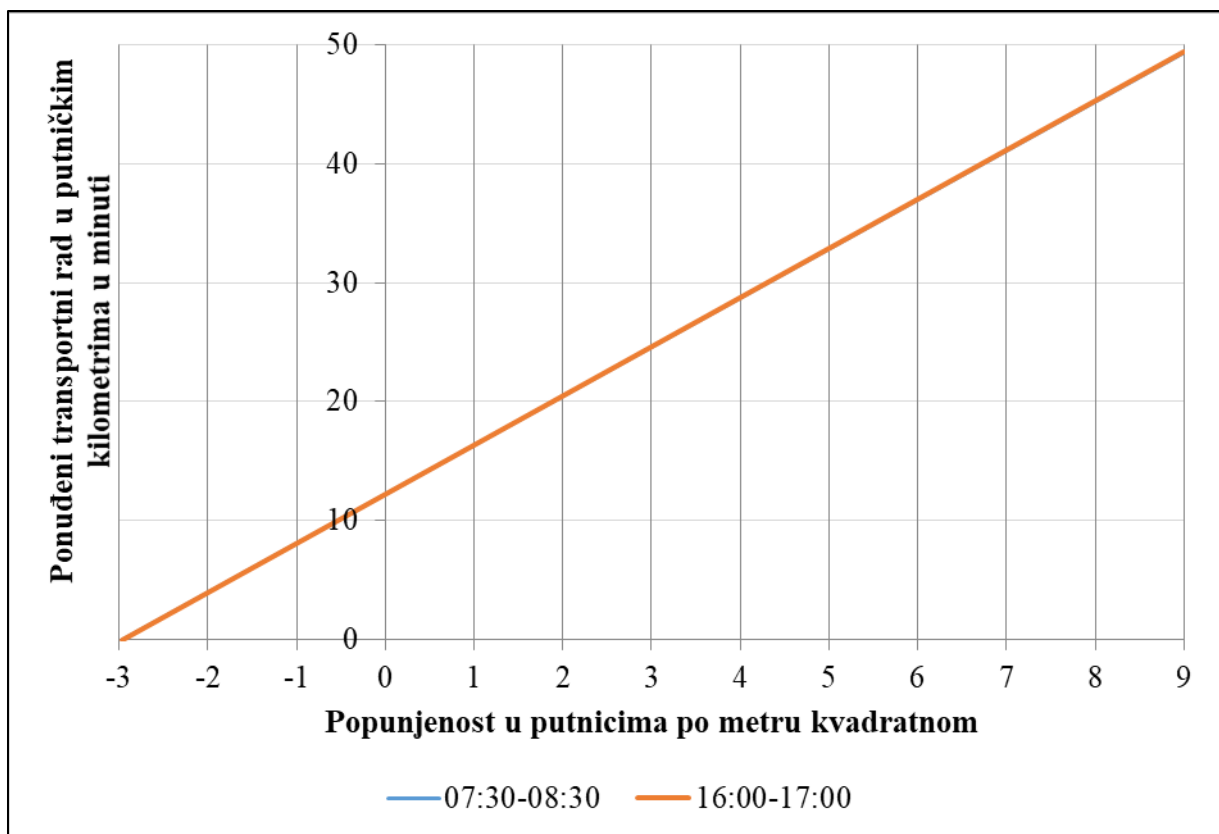
Slika 34. Brzine na liniji 213 u smjeru terminala Dubrava
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

Brzina vožnje i brzina putovanja u smjeru terminala Dubrava za jutarnje i poslijepodnevno putovanje bitno se razlikuju. U jutarnjem periodu popunjenost vozila i gužve u prometu bitno su utjecale na brzinu putovanja ali je ona još uvijek u rangu prosjeka, dok su manja popunjenost i rijedak promet u smjeru terminala Dubrava u poslijepodnevnom periodu

rezultirali brzinom putovanja od 29 km/h što je iznad prosjeka. Slika 34 pokazuje da su i u ova dva, kao i u prethodnim slučajevima, brzine poluobrti 18 km/h.

7.3 Prijevozna ponuda linije

U toku obavljanja transportnog procesa, putnici ili roba se prevoze na određenim udaljenostima i pri tome se ostvaruje transportni rad. Transportni rad je proizvod ostvarenog obujma prijevoza putnika ili količine prevezenog tereta i udaljenosti na kojoj je prijevoz izvršen. Transportni rad izražava se putničkim i tona kilometrima. Za jedinicu transportnog rada u putničkom prometu uzima se putnički kilometar (pkm) i to je rad ostvaren prijevozom jednog putnika na udaljenosti od jednog kilometra [11].



Slika 35. Prijevozni ponuđeni transportni rad u odnosu na popunjenost vozila
Izvor: autor uz korištenje programa „Microsoft Excel“

Uz prijevozu potražnju, transportni rad najznačajniji je kvantitativni pokazatelj pružene usluge prijevoza u javnom cestovnom putničkom prometu. Transportni rad se proučava u svim modalitetima kopnenog prijevoza i u svima predstavlja jednu od najznačajnijih kvantitativnih elemenata za određivanje efikasnosti procesa prijevoza putnika i tereta. Transportni rad ovisi o prijevoznim kapacitetima prijevoznih poduzeća, o putničkoj potražnji i o udaljenostima na kojima se provodi proces prijevoza putnika [11].

Slika 35 prikazuje da je ponuđeni transportni rad pri popunjenim sjedećim mjestima 12 putničkih kilometara u minuti, dok je kod maksimalne popunjenosti vozila pri 4 putnika po metru kvadratnom ponuđeni transportni rad 28 putničkih kilometara u minuti. Jutarnji i poslijepodnevni vršni periodi ostvaruju jednaki transportni rad u odnosu na popunjenost putnika, stoga Slika 35 prikazuje dva pravca koji se u potpunosti identični. Maksimalan transportni rad na liniji 213 bio je u jutarnjem vršnom periodu u smjeru terminala Dubrava i iznosio je 16 putničkih kilometara po minuti.

8. ZAKLJUČAK

Autobusna linija 213 Dubrava - Jalševac jedna je od mnogih autobusnih linija kojoj je namjena prevoziti putnike s rubnih, odnosno udaljenijih dijelova grada, prema većim tramvajskim terminalima. Kvalitetno pozicioniranje stajališta duž linije 213 zadovoljava pokrivenost područja i zahtjeve putnika iako sama opremljenost većine stajališta nije zadovoljavajuća. Vozni red i učestalost zadovoljavaju prijevoznu potražnju.

Brzina putovanja i u jutarnjem i u poslijepodnevnom vršnom periodu odgovaraju prosjeku za brzinu autobusa u javnom gradskom prometu. Izoliranost od ostatka prometa vidljiva je na dionici Avenije Dubrava gdje je ona jedino i potrebna, stoga je rijedak slučaj kašnjenja bilo u jednom ili drugom smjeru.

U promatranim periodima nije bilo kašnjenja. Vrijeme putovanja u smjeru terminala Dubrava u poslijepodnevnom periodu bilo je najkraće, dok je u istom periodu u smjeru terminala Jalševac bilo najduže.

Analizom popunjenosti vozila vidljive su razlike prema poluobrtima. Znatno veća popunjenost javlja se u jutarnjem periodu u smjeru terminala Dubrava i poslijepodnevnom u smjeru terminala Jalševac, što je i očekivano. Vidljive su razlike u broju izlazaka i ulazaka putnika gledano po stajalištima, gdje se ističe stajalište Prevende sa samo jednim ušlim putnikom u oba obrta, dok je stajalište Dankovečka čvorište tramvajskog i autobusnog prometa. Pogodnost linije 213 je interakcija s linijama 208 i 209, jer na dionici od terminala Dubrava do stajališta Sunekova prometuju istom trasom, pa putnici mogu birati kojom linijom žele putovati i tako rasteretiti popunjenost vozila. Ponuđeni transportni rad na liniji 213 zadovoljava potrebe putnika i trase.

Za autobusnu liniju 213 predlažu se moderniji autobusi na liniji i bolje opremljena stajališta za siguran i brz ulazak i izlazak putnika. Poboljšanjem usluge javnog gradskog prijevoza bi se privukao veći broj putnika na korištenje javnog prijevoza, čime bi se smanjio broj osobnih automobila na cestovnim prometnicama u gradu, što bi rezultiralo manjom pojavom zagušenja osobito u vršnim periodima tijekom dana.

LITERATURA

- [1] G. Štefančić, Tehnologija gradskog prometa 1, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2008.
- [2] Zagrebački električni tramvaj, »O nama,« ZET, 13 7 2021. [Mrežno]. Available: <https://www.zet.hr/o-nama/259>. [Pokušaj pristupa 17 7 2021].
- [3] Zagrebački električni tramvaj, »Cijene, prodaja, plaćanje,« ZET, 13 7 2021. [Mrežno]. Available: <https://www.zet.hr/cijene-prodaja-i-placanje/50>. [Pokušaj pristupa 20 7 2021].
- [4] Zagrebački električni tramvaj, »Detaljnije o zonama i tarifnim područjima,« ZET, 13 7 2021. [Mrežno]. Available: <https://www.zet.hr/zone-i-tarifna-podrucja/detaljnije-o-zonama-i-tarifnim-podrucjima/66>. [Pokušaj pristupa 7 20 2021].
- [5] Prometna zona, »Gradski promet,« Prometna zona, 7 6 2018. [Mrežno]. Available: <https://www.prometna-zona.com/gradski-promet/>. [Pokušaj pristupa 20 7 2021].
- [6] ZG portal, »Gradska četvrt Gornja Dubrava,« ZG portal, 23 8 2015. [Mrežno]. Available: <https://www.zgportal.com/o-zagrebu/grad-zagreb-cetvrti/gornja-dubrava/>. [Pokušaj pristupa 20 7 2021].
- [7] D. Brčić i M. Ševrović, »Logistika prijevoza putnika,« Fakultet prometnih znanosti, 2012. [Mrežno]. Available: <https://files.fpz.hr/Djelatnici/dbrcic/Brcic-Sevrovic--Logistika-prijevoza-putnika.pdf>. [Pokušaj pristupa 29 7 2012].
- [8] M. Ćosić i D. Šojat, »Osnove tehnologije prometa - gradski promet vježbe,« Fakultet prometnih znanosti, 3 2015. [Mrežno]. [Pokušaj pristupa 13 8 2021].
- [9] Zagrebački električni tramvaj, »Dnevne linije,« ZET, 22 7 2021. [Mrežno]. Available: <https://www.zet.hr/autobusni-prijevoz/dnevne-linije-251/251>. [Pokušaj pristupa 24 7 2021].

- [10] I. Dadić, G. Kos i M. Ševrović, »Teorija prometnog toka,« Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2014. [Mrežno]. Available: <http://files.fpz.hr/Djelatnici/msevrovic/Teorija-prometnih-tokova-2014-skripta.pdf>. [Pokušaj pristupa 18 8 2021].
- [11] M. Rajsman, »Tehnologija cestovnog prometa,« Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2012. [Mrežno]. Available: <https://bib.irb.hr/datoteka/582142.Marijan-Rajsman-Tehnologija-cestovnog-prometa2.pdf>. [Pokušaj pristupa 29 7 2021].

POPIS SLIKA

Slika 1. Mreža tramvajskih linija	2
Slika 2. Vrste karata za prijevoz ZET-om	3
Slika 3. Tarifne zone i tarifna područja	4
Slika 4. Geografski prikaz četvrti Gornja Dubrava	6
Slika 5. Geografski prikaz Avenije Dubrava	7
Slika 6. Geografski prikaz Dankovečke ulice	8
Slika 7. Geografski prikaz Sunekove ulice	9
Slika 8. Geografski prikaz Novoselečkog puta	9
Slika 9. Geografski prikaz Branovečke ceste	10
Slika 10. Lokator GPS signala Seeworld GP-740FL	11
Slika 11. Postupak dobivanja voznih vremena	12
Slika 12. Obrada podataka	12
Slika 13. Peron linije 213 Dubrava - Jalševac na terminalu Dubrava	14
Slika 14. Terminal Jalševac	14
Slika 15. Vozni red linije 213 Dubrava - Jalševac	15
Slika 16. Stajalište Dankovečka u smjeru terminala Jalševac	16
Slika 17. Stajalište Varoška u smjeru terminala Dubrava	17
Slika 18. Stajalište Prevende u smjeru terminala Jalševac	18
Slika 19. Mercedes-Benz Conecto gbr-431	21
Slika 20. Izašli i ušli putnici tijekom jutarnjeg vršnog opterećenja u smjeru terminala Jalševac	22
Slika 21. Izašli i ušli putnici tijekom jutarnjeg vršnog opterećenja u smjeru terminala Dubrava	23
Slika 22. Izašli i ušli putnici tijekom poslijepodnevnog vršnog opterećenja u smjeru terminala Jalševac	23

Slika 23. Izašli i ušli putnici tijekom poslijepodnevnog vršnog opterećenja u smjeru terminala Dubrava	24
Slika 24. Popunjenost vozila u smjeru terminala Jalševac u jutarnjem vršnom periodu	25
Slika 25. Popunjenost vozila u smjeru terminala Dubrava u jutarnjem vršnom periodu.....	25
Slika 26 Popunjenost vozila u smjeru terminala Jalševac u poslijepodnevnom vršnom periodu	26
Slika 27. Popunjenost vozila u smjeru terminala Dubrava u poslijepodnevnom vršnom periodu.....	26
Slika 28. Vrijeme putovanja u jutarnjem vršnom periodu u smjeru terminala Jalševac	28
Slika 29. Vrijeme putovanja u poslijepodnevnom vršnom periodu u smjeru terminala Jalševac	29
Slika 30. Vrijeme putovanja u jutarnjem vršnom periodu u smjeru terminala Dubrava.....	29
Slika 31. Vrijeme putovanja u poslijepodnevnom vršnom periodu u smjeru terminala Dubrava	30
Slika 32. Udio u vremenu poluobrtu smjera u postotcima	31
Slika 33. Brzine na liniji 213 u smjeru terminala Jalševac	32
Slika 34. Brzine na liniji 213 u smjeru terminala Dubrava	32
Slika 35. Prijevozni ponuđeni transportni rad u odnosu na popunjenost vozila	33

POPIS TABLICA

Tablica 1. Međustajališne udaljenosti u odnosu na brzinu prijevoznog sredstva	19
Tablica 2. Međustajališne udaljenosti u odnosu na gustoću naseljenosti	19
Tablica 3. Međustajališne udaljenosti u odnosu na prosječnu duljinu putovanja	20



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 213 Dubrava - Jalševac u Gradu Zagrebu**

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

U Zagrebu, 02.09.2021.

Student/ica:

(potpis)