

Analiza linije 269 Borongaj - Sesevetski Kraljevec u Zagrebu

Marić, Domagoj

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:119:913178>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-20**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Domagoj Marić

Analiza linije 269 Borongaj - Sesevski Kraljevec u Zagrebu

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, srpanj 2019.

Zagreb, 4. travnja 2019.

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

ZAVRŠNI ZADATAK br. 5145

Pristupnik: **Domagoj Marić (0135241156)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Gradski promet**

Zadatak: **Analiza linije 269 Borongaj - Sesevski Kraljevec u Zagrebu**

Opis zadatka:

U završnom radu potrebno 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:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:



Dino Šojat, mag. ing. traff.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZAVRŠNI RAD

Analiza linije 269 Borongaj – Sesvetski Kraljevec u Zagrebu

Analysis of Bus Line 269 Borongaj – Sesvetski Kraljevec in the City of Zagreb

Mentor: Dino Šojat, mag. ing. traff.

Student: Domagoj Marić, 0135241156

Zagreb, srpanj 2019.

Analiza linije 269 Borongaj – Sesevetski Kraljevec u Zagrebu

SAŽETAK

Ovaj rad se temelji na prometno-tehničkoj analizi autobusne linije 269, njenim statičkim i dinamičkim elementima, prostornom obuhvatu, te najvažnijim karakteristikama linije. Cilj rada je na temelju brojanja putnika na liniji utvrditi da li je iskorištenost linije zadovoljavajuća, te analizom protoka putnika vidjeti gdje su najveći protoci te ima li većih odstupanja u broju prevezenih putnika.

KLJUČNE RIJEČI: autobusna linija, prostorni obuhvat, brojanje putnika, analiza protoka putnika

Analysis of Bus Line 269 Borongaj-Sesevetski Kraljevec in the City of Zagreb

SUMMARY

This paper is based on traffic-technical analysis of bus line 269, its static and dynamic elements, spatial coverage, and the most important characteristics of the line. The aim of this paper is to determine if the line utilization is satisfactory and to analyze the passenger flow to see where the greatest flows are and whether there are any major differences in the number of passengers carried.

KEY WORDS: bus line, spatial coverage, passenger count, passenger flow analysis

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Prostorni obuhvat autobusne linije 269	3
2.1 Infrastrukturni objekti u blizini linije	4
2.2 Trasa linije	5
3. Statički elementi linije	8
3.1 Stajališta linije	8
3.2 Terminali	10
3.3 Duljina linije	12
3.4 Međustajališna udaljenost	13
4. Dinamički elementi linije	15
5. Brojenje putnika	22
6. Analiza protoka putnika	26
6.1 Izmjena putnika na liniji	27
6.2 Popunjenost vozila	29
7. Zaključak	30
8. Literatura	31

1. Uvod

U gradu Zagrebu javni prijevoz putnika obavlja Zagrebački električni tramvaj (ZET). Mrežu ZET-ovog javnog gradskog prijevoza čine tramvajske i autobusne linije. Tramvajska mreža prostire se na gotovo 120 kilometara pruge i sadrži 15 dnevnih i 4 noćne linije. Autobusnu mrežu ZET-a čine 143 dnevne linije i 4 noćne linije koje prometuju gradom Zagrebom, Velikom Goricom i Zaprešićem te također povezuju i općine Bistra, Luka, Stupnik i Klinča Sela. Osim prijevoza autobusima i tramvajima, ZET svakodnevno specijaliziranim vozilima prevozi osobe s invaliditetom te djecu s poteškoćama u razvoju. Također, u gradu Zagrebu se nalazi uspinjača koja je u vlasništvu ZET-a. Ona predstavlja simbol grada te povezuje Donji i Gornji grad.

U ovom završnom radu analizirat će se dnevna autobusna linija ZET-a 269 Borongaj – Sesevetski Kraljevec.

Kroz završni rad obradit će se ovi naslovi:

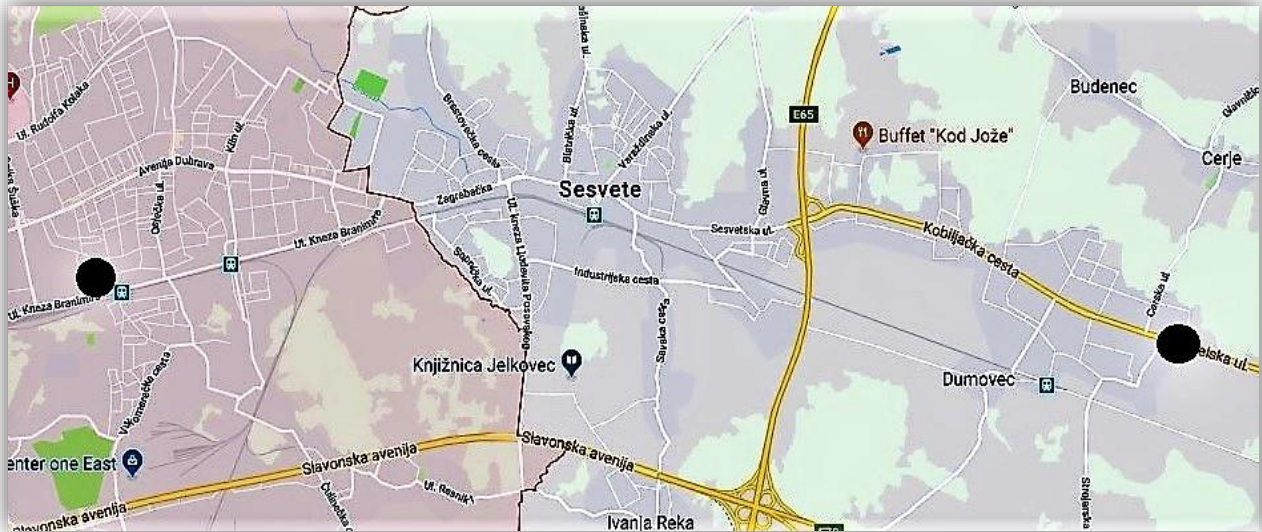
1. Uvod
2. Prostorni obuhvat autobusne linije 269
3. Statički elementi linije
4. Dinamički elementi linije
5. Brojanje putnika na liniji
6. Analiza protoka putnika
7. Zaključak

Nakon uvodnog dijela analizirat će se prostorni obuhvat linije, to jest lokacija linije, smještaj linije u autobusnoj mreži te pojedine posebnosti linije 269.

U trećem poglavlju pod nazivom statički elementi linije obaviti će se podjela statičkih elemenata linije te će se opisati stajališta, terminali i ostali elementi navedene linije. Nakon toga slijedi četvrto poglavlje u kojem će biti nabrojani dinamički elementi linije te će se prikazati njihov utjecaj na samu liniju 269 Borongaj – Sesevetski Kraljevec. Brojanje putnika na navedenoj liniji bit će tablično prikazano i objašnjeno u petom poglavlju. Šesto poglavlje

donosi analizu protoka putnika gdje će biti detaljno prikazano koliko je protok putnika u vozilu te kolika je popunjenost vozila između određenih stajališta. Na kraju, sedmo poglavlje donosi zaključak čitavog završnog rada.

veliki značaj za stanovnike svih navedenih naselja ponajprije zbog transporta do terminala Dubec i Borongaj s kojih korisnici najčešće nastavljaju svoj put prema središtu grada.



Slika 2. Prostorni obuhvat autobusne linije 269

2.1 Infrastrukturni objekti u blizini linije

Prema načinu pružanja trase u odnosu na granice grada, autobusna linija 269 povezuje vanjski dio istočnog dijela grada s predgrađem grada Zagreba. Uzduž cijele linije prostiru se vrlo važni infrastrukturni objekti koji privlače veći broj putnika. Neki od tih objekata su Dom zdravlja u Sesvetama, srednja škola u Sesvetama, policija, pošta, sud i ostali administrativni objekti. Također, izgrađena su i stajališta u blizini trgovačkog lanca Konzum te novoizgrađeno stajalište u blizini stambenog naselja Blage Zadre. Ovu liniju koriste brojni učenici, studenti i umirovljenici kojima je javni gradski prijevoz jedina mogućnost transporta uz taksi.

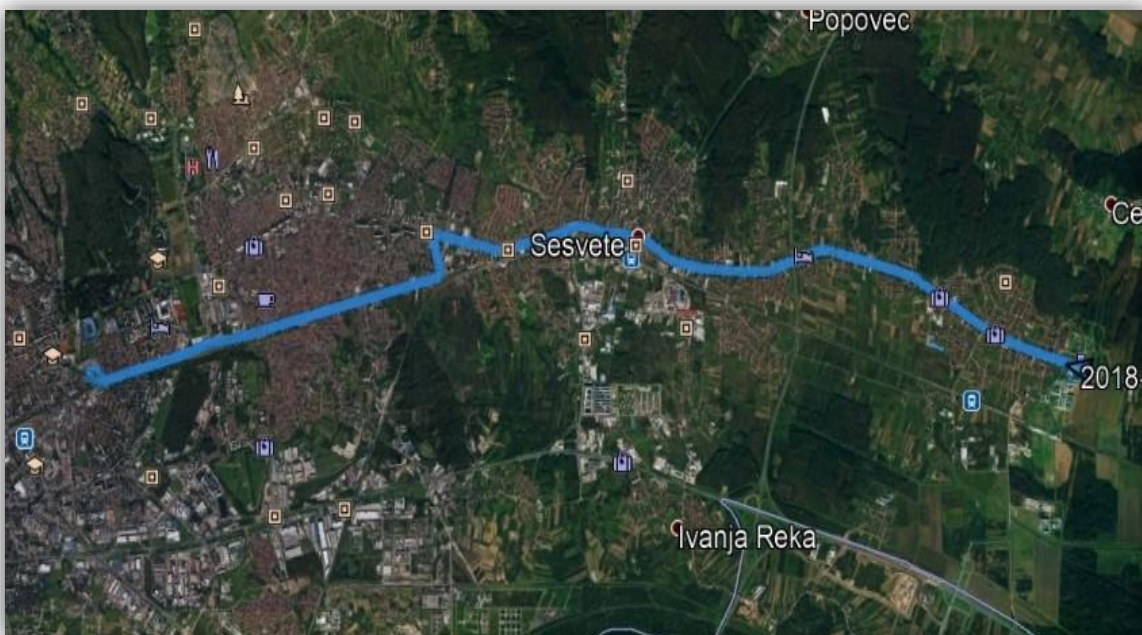


Slika 3. Prikaz trgovačkog lanca „Konzum“ u blizini stajališta

2.2 Trasa linije

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.;
2. Pješčenje do stajališta u središtu grada mora biti do pet minuta, a izvan središta do deset minuta;
3. Mreža linija treba biti trasirana tako da većina putnika do cilja dođe izravnom vožnjom ili najviše s jednim presjedanjem;
4. Prelaženje na druge linije i prijevozna sredstva mora biti sigurno, lako i ugodno;
5. Gdje god je to moguće, treba osigurati što veću nezavisnost linija javnoga gradskog prijevoza u odnosu na druge sudionike u prometu. [1]



Slika 4. Trasa autobusne linije 269

Autobusna linija 269 spada u autobusnu mrežu linija grada Zagreba. Njezina trasa proteže se od terminala Borongaj na zapadu i okretišta Sesvetski Kraljevec na istoku. Trasa linije 269 veoma je specifična zbog puno većeg broja stajališta u području između Dubca i Sesvetskog Kraljevca nego u području Borongaja i Dubca. Razlog tome je veća gustoća naseljenosti područja između Dubca i Sesvetskog Kraljevca. Također, linija se u području između Borongaja i Dubca proteže Ulicom kneza Branimira te se isprepliće s linijom 231 Dubec-Borongaj kojoj je svrha prijevoz putnika na navedenom području te da se rastereti linija 269. Duljina navedene trase iznosi oko 29 km u oba smjera. Za autobusne linija poželjno je da prolaze većim ulicama zbog gabarita samih vozila. Ta je teza primijenjena na ovoj liniji. Linija prolazi najvažnijom prometnicom od Sesvetskog Kraljevca do Dubca. Kroz cijelu trasu linije autobus vozi isključivo bijelim trakovima (zajednički trakovi s ostalim vozilima) te nigdje nema zasebne trakove. To smanjuje brzinu vožnje i povećava vrijeme putovanja. Trasa linije 269 prolazi kroz puno raskrižja u razini, što također utječe na ostale parametre vožnje. Najproblematičniji koridori su između stajališta Mlinar i okretišta Borongaj u smjeru Borongaja, a u smjeru Sesvetskog Kraljevca dolazi do zastoja u koridoru između Dubca i Sesveta. Raskrižje u razini Zagrebačka-Ninska-Bistrička ulica stvara najveće zagušenje prometa zbog prevelikog priljeva vozila iz svih smjerova toga raskrižja. Autobus ta zagušenja i repove čekanja ne može izbjeći.



Slika 5. Terminal Sesvete

Na autobusnu liniju 269 ukrcava se relativno veći broj putnika u Sesvetama i u Dubcu. Navedena linija isprepliće se s mnoštvom linija koje vode od Dubca prema sjevernom dijelu okolice Sesveta, gdje se nalaze mnogobrojna naselja s većim brojem stanovnika. Također, u Sesvetama se nalazi autobusni terminal koji omogućuje presjedanja svim korisnicima ZET-a.

Autobusne linije terminala Sesvete su:

- 212 Dubec - Sesvete
- 225 Sesvete - Kozari Bok
- 275 Sesvete - Sesevetska Sopnica
- 277 Sesvete - Sesevetska Selnica
- 278 Sesvete - Sesevetska Sela - Kraljevečki Novaki
- 282 Sesvete - Novi Jelkovec
- 283 Sesvete – Badelov Brijeg
- 284 Sesvete - Ivanja Reka [7]

3. Statički elementi linije

Statički elementi linije u sustavu javnog gradskog prijevoza su trasa linije, terminali i stajališta linije, duljina linije i međustajališna udaljenost. [3]

Trasa linije objašnjena je u drugom poglavlju ovog rada. Trasa linije definirana je kao unaprijed utvrđeni pravac kretanja vozila između dva terminala koja prolazi određenim ulicama. Trasa linije se treba poklapati s osnovnim tokovima kretanja putnika između terminala A i B.

3.1 Stajališta linije

Stajališta, odnosno stojne točke, su mjesta na linijama koja služe za ulazak odnosno izlazak putnika iz vozila, a postavljena su na temelju analize kretanja putnika. Stajališta treba postaviti na najizraženijim pješačkim tokovima i glavnim točkama izvorišta, odredišta i okupljanja najvećeg broja putnika, a s ciljem smanjenja pješačenja kao i putovanja od „vrata do vrata“. Položaj stajališta treba omogućiti sigurno ulaženje i izlaženje, tj. prijelaz putnika na drugu liniju ili neki drugi vid prometa. Položaj stajališta mora biti takav da ne sprječava i ne ugrožava normalno prometovanje drugih sudionika. Stajališta se dijele na:

1. Stalna
2. Po potrebi.

Također, bitno je napomenuti da pješačenje od kuće do stajališta javnog gradskog prijevoza ne bi trebalo iznositi duže od pet minuta za urbani dio grada, a deset minuta izvan centra grada.

Na navedenoj liniji ističu se neka stajališta poput onog Bistrička-Zagrebačka u smjeru Borongaja. Ovo stajalište se razlikuje od ostalih po tome što se na tom stajalištu zaustavlja veći broj autobusnih linija. Također, to je jedino stajalište na liniji koje posjeduje digitalni-informatički stup koji pokazuje putnicima točno vrijeme dolaska autobusa u stvarnom

vremenu. Navedeno stajalište odvojeno je prometnih otokom od kolnika i izgrađeno je za stajanje dva autobusa u isto vrijeme.



Slika 6. Stajališta na autobusnoj liniji 269 Borongaj-Sesvetski Kraljevec

Ostala stajališta su označena žutim oznakama na kolniku, imaju klupu za sjedenje, nadstrešnicu te vozni red autobusne linije. Na nadstrešnici napisan je naziv stajališta. Uz to, svako stajalište ima i prometni znak autobusnog stajališta.

Stajalište Mlinar razlikuje se od ostalih jer je dolazak i odlazak sa stajališta osiguran pothodnikom, što je vrlo važno za sigurnost pješaka koji bi u suprotnom morali prelaziti cestu s četiri prometna traka i računskom brzinom od 60 km/h.



Slika 7. Pothodnik za pješake na stanici Mlinar

Stajališta su općenito postavljena u skladu s prometno-tehničkim zahtjevima. Putnici, koji nemaju druge autobusne linije u blizini, mogu kroz desetak minuta doći od mjesta stanovanja do stanice. Stajališta se nalaze u blizini škola, trgovačkih centara, administrativnih objekata i svega ostalog što privlači putnike. Stanice su izgrađene i na većim raskrižjima u Dubcu i Sesvetama, te je dobra povezanost s ostalim linijama autobusa ili tramvaja. Križanja su semaforizirana što pješacima omogućava lakši prelazak ulica i presjedanje iz jednog vozila u drugo.

3.2 Terminali

Terminali predstavljaju krajnje točke, na linijama na kojima vozila mijenjaju smjer.

Terminali se postavljaju na značajnim izvorima putnika. Oni omogućuju izravnavanje vremenskih neravnomjernosti u kretanju vozila, uzrokovanih zastojevima. 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]

Prema gore navedenim kriterijima, terminal Borongaj se svrstava u terminal A, a terminal Sesvetski Kraljevec u terminal B. Terminal Borongaj ima značajniju ulogu zbog svoje

važnosti, veličine i vrste terminala. Na terminalu Borongaj se odvija izmjena putnika. Također, na navedenom terminalu se okreće više autobusnih linija i tramvajskih linija. Uz sve navedeno, na terminalu Borongaj nalazi se i taksi stajalište. Terminal Borongaj sadrži i administrativni dio tvrtke ZET, koji služi za izmjenu i odmor vozača, služi korisnicima za kupovinu karata ili pokaza te kao administrativni dio za putnike.

Najveća važnost terminala Borongaj vidi se pri izlasku putnika iz autobusa koji odmah nastavljaju svoje putovanje tramvajima prema centru grada.



Slika 8. Terminal Borongaj

S druge strane, terminal Sesevetski Kraljevec služi kao okretište i mjesto za izmjenu putnika. Njega ne karakterizira niti veličina, niti važnost, ali on predstavlja najistočniji terminal u gradu Zagrebu. Na terminalu Sesevetski Kraljevec nalazi se parkiralište osobnih vozila malog kapaciteta, stajalište i vozni red linije 269. Terminal Sesevetski Kraljevec u jutarnjim satima vršnog opterećenja služi za balansiranje voznoga reda, jer vožnja od Borongaja do Sesevetskog Kraljevca prođe brže i bez većih zaustavljanja nego u suprotnom

smjeru. Može se još napomenuti kako se na terminalu Sesevski Kraljevec nalazi sanitarni čvor za potrebe vozača.



Slika 9. Okretište Sesevski Kraljevec

3.3 Duljina linije

Duljina linije je jednosmjerna udaljenost između dvaju terminala (početnog A – bližeg centru i B – daljeg od centra), izražena u kilometrima, bez obzira na to prometuje li linija sama ili se preklapa s drugim linijama. [2]

$$L = \frac{L_{ab} + L_{ba}}{2} \text{ (m)}$$

L – duljina čitave linije

L_{ab} – duljina linije u smjeru b

L_{ba} – duljina linije u smjeru a

Duljina linije u cijelosti, te duljina linije od terminala Borongaj do Sesevetskog Kraljevca i obratno, nalazi se u tablici 1.

Tablica 1. Duljina autobusne linije 269

Duljina linije u smjeru Borongaj (m)	14333
Duljina linije u smjeru sesevetski Kraljevec (m)	14644
Ukupna duljina linije 269 Borongaj - Sesevetski Kraljevec (m)	28977

Linija 269 ima sličnu duljinu linije u oba smjera. Mala se razlika ponajviše vidi oko terminala Borongaj gdje u smjeru Sesevetskog Kraljevca autobus ima malo veću duljinu linije.

3.4 Međustajališna udaljenost

Međustajališna udaljenost važna je karakteristika linije. Pri određivanju stajališta bitno je procijeniti razmak između susjednih stajališta. Taj razmak mora biti u određenim granicama koje su prikazane u tablici 2.

Tablica 2. Normativ za međustajališnu udaljenost i brzinu putovanja [3]

Prijevozno sredstvo	Brzina putovanja (km/h)	Međustajališno putovanje (m)
Tramvaj i gradski autobus	16-23	250-600
Podzemni tramvaj	21-26	600-1500
Brza gradska željeznica	25-35	500-1500
Električna gradska i prigradska željeznica	40-50	2500-3000

Tablica 3. Duljina međustajališnih udaljenosti na liniji 269

1.	PUTCERZS	Put za Cerje	544
2.	ŠKOLSKZS	Školska	444
3.	SESKRAZS	Sesvetski Kraljevec	495
4.	KOB-69ZS	Kobiljak 69	857
5.	KOBTRGZS	Kobiljak - trgovina	708
6.	KRANOVZS	Kraljevački Novaki	604
7.	SESSELZS	Sesvetska Sela	1090
8.	BLAZADZS	Blage Zadre	401
9.	VLADNAZS	Vladimira Nazora	661
10.	BISZAGZS	Bistrička - Zagrebačka	932
11.	DUUBECZS	Dubec	2362
12.	MLINARZS	Mlinar	3205
13.	BORONGZX	Borongaj	2030
1.	MLINARIS	Mlinar	2200
2.	DUUBECIS	Dubec	3310
3.	BISZAGIS	Bistrička - Zagrebačka	2414
4.	VLADNAIS	Vladimira Nazora	596
5.	BLAZADIS	Blage Zadre	573
6.	SESSELIS	Sesvetska Sela	675
7.	KRANOVIS	Kraljevački Novaci	1392
8.	KOBTRGIS	Kobiljak - trgovina	611
9.	KOB-96IS	Kobiljak 96	740
10.	SESKRAIS	Sesvetski Kraljevec	817
11.	ŠKOLSKIS	Školska	490
12.	PUTCERIS	Put za Cerje	456
13.	SEKROKIX	Sesvetski Kraljevec okretište	370

Kao što je vidljivo u tablici 3, veći dio međustajališnih udaljenosti na autobusnoj liniji 269 iznosi preko 600 metara. To se može objasniti kroz više čimbenika. Prvi i najvažniji čimbenik je geografski položaj naselja i same linije. Stambene jedinice koje prevladavaju u naseljima oko Sesveta su kuće, što objašnjava razmak između stajališta. Time se dobiva manji broj stanovnika po površini, ali se dobiva i veća površina obuhvata linije. Drugi čimbenik je infrastruktura, koji se vidi na razmaku između stajališta Sesvetska Sela i stajališta Kraljevački Novaci. Tamo je razmak stajališta velik jer je naseljenost u tom području manja zbog petlje koja vodi na autocestu. Razmak između Sesveta i Dubca je također velik, ali na tom području prolazi veliki broj linija koje prevoze putnike od Dubca do Sesveta i dalje na sjeverni dio Sesveta. Na kraju, na udaljenosti između Dubca i Borongaja nalazi se samo stajalište Mlinar, koje je ponajviše bitno za studente, jer se od stajališta Mlinar do Znanstveno-učilišnog kampusa Borongaj može stići pješaćenjem od desetak minuta.

4. Dinamički elementi linije

Dinamički elementi linije utvrđuju se voznim redom koji se mijenjaju prema prijevoznim zahtjevima na liniji.

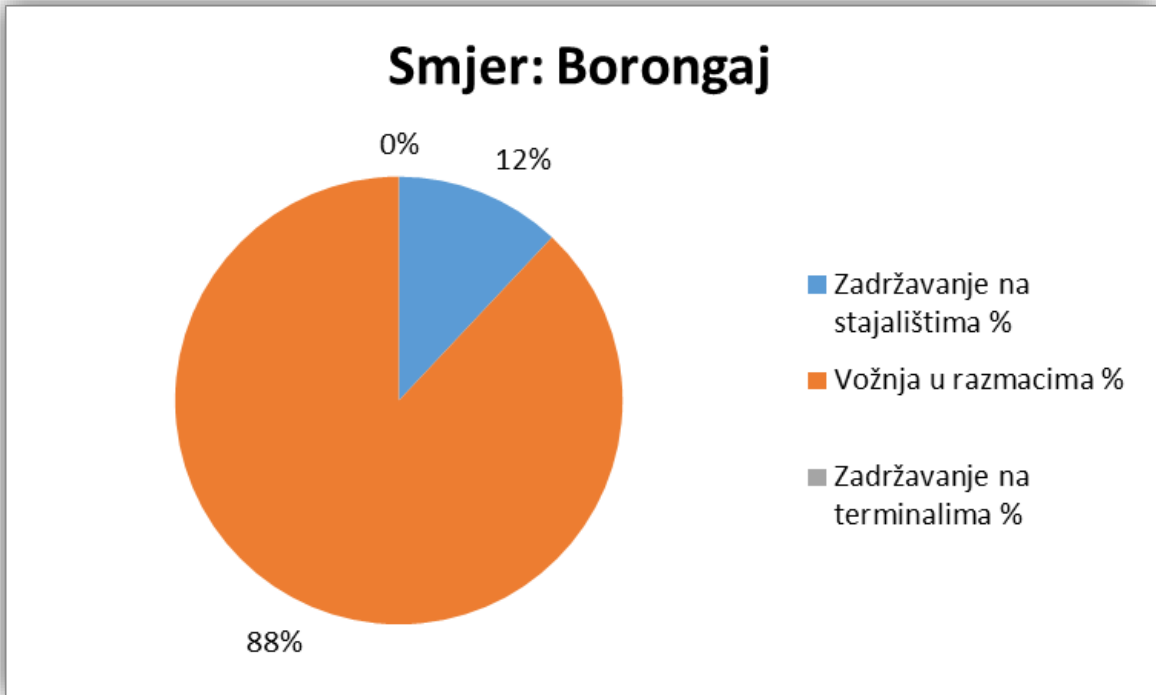
Dinamički elementi prometne usluge na liniji su sljedeći:

- 1 Osnovni dinamički elementi
 - a) Broj vozila (N)
 - b) Vrijeme obrta (T_o)
- 2 Izvedeni dinamički elementi
 - a) Interval vozila (i)
 - b) Frekvencija (f)

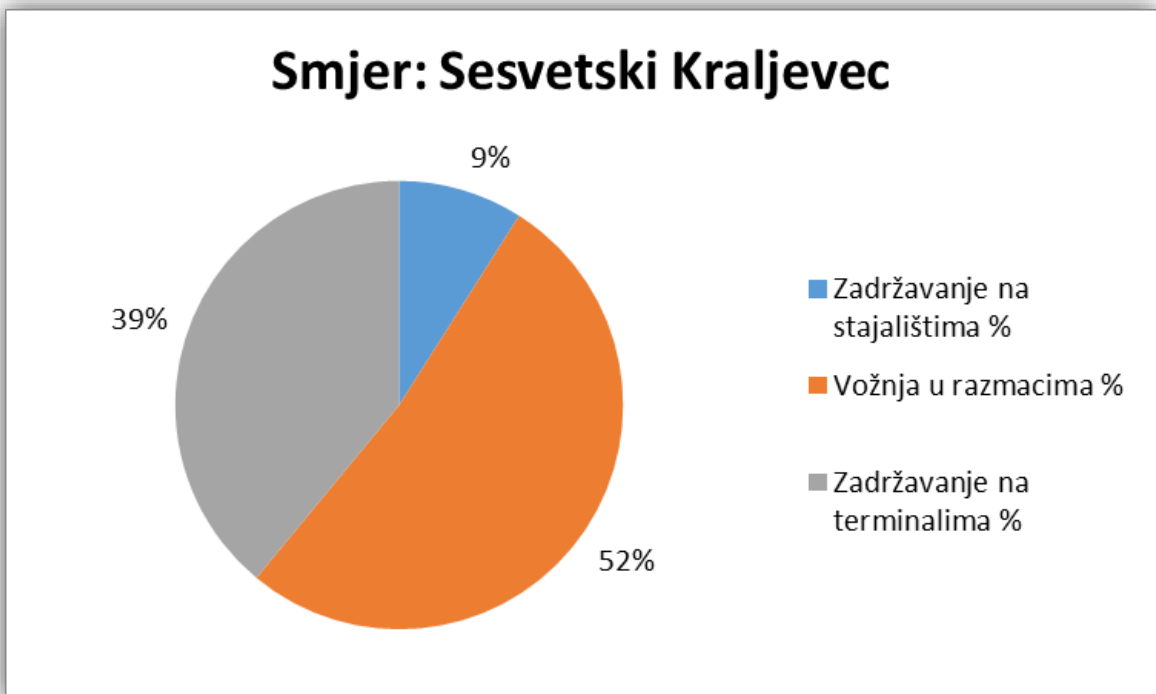
Broj vozila na liniji (N) - prijevoz putnika na liniji obavlja se određenim vozilima koja prometuju duž linije i zbog uvjeta prometovanja u gradovima čine diskontinuirani tok vozila koja je teško matematički determinirati.

Polazi se od aproksimacije da je tok vozila duž linije kontinuiran te se računa s prosječnim vrijednostima osnovnih parametara: brzina, gustoća i protok.

Vrijeme obrta (T_o)-sadrži vrijeme potrebno da vozilo napravi jedan obrt u koje ulazi vrijeme vožnje (t_v), vrijeme čekanja na stajalištima za ulazak i izlazak putnika ($t_{\check{c}ui}$) i vrijeme provedeno na terminusu (t_t). [1]

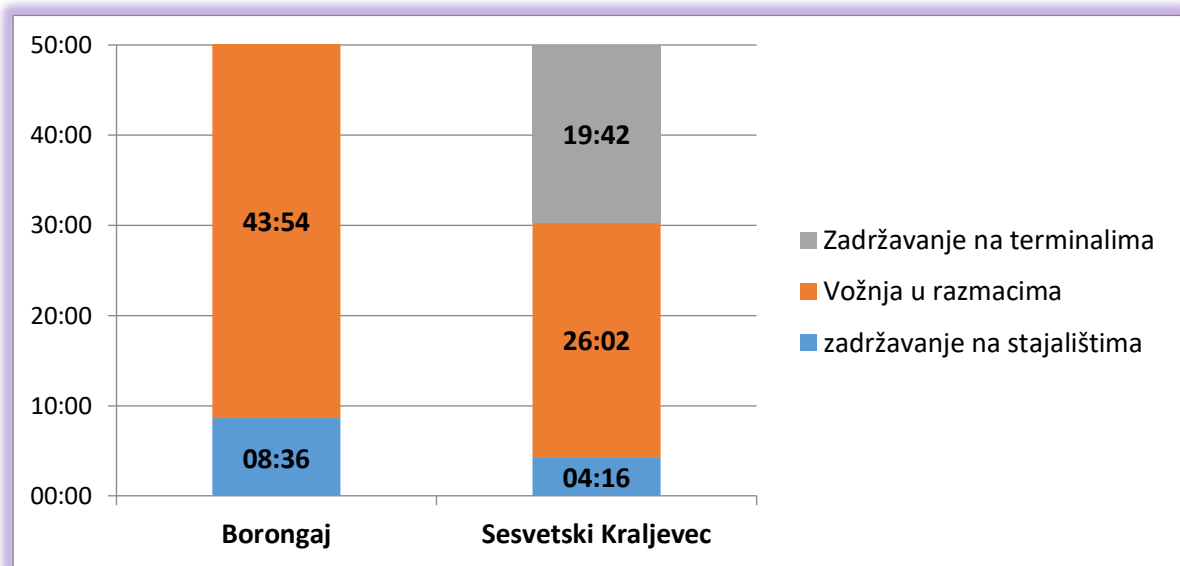


Grafikon 1. Vrijeme poluobrta za smjer Borongaj



Grafikon 2. Vrijeme poluobrta za smjer Sesevski Kraljevec

U grafikonu 3 prikazano je vrijeme obrta za autobusnu liniju 269.



Grafikon 3. Vrijeme obrta autobusne linije 269

Na grafikonu je vidljivo kako vremena nisu ujednačena za oba smjera. Ta pojava se događa i u smjeru Kraljevec, ali u popodnevnim vršnim satima. Razlog ovakve neujednačenosti u vremenima su gužve i repovi čekanja na prometnicama. U jutarnjem vršnom opterećenju, što prikazuje ovaj grafikon, velike gužve i čekanja pojavljuju se na dionici ceste u Sesvetama zbog priljeva vozila iz svih smjerova prema centru grada. Još veći rep čekanja se događa na Branimirovoj ulici u smjeru Borongaj. Ta dva mjesta, gdje se stvaraju repovi čekanja, iznimno utječu na vrijeme obrta vozila. Zbog toga se na terminalu Borongaj vozilo uopće ne zadržava (vidljivo na grafikonu 1), osim izmjene putnika, a sinkroniziranje voznog reda se obavlja na terminalu Sesevski Kraljevec, gdje vrijeme zadržavanja na terminalu iznosi gotovo dvadeset minuta. Ovaj problem bi se mogao riješiti žutim trakovima za vozila javnog gradskog prijevoza.



Slika 10. Raskrižje Bisrička-Zgrebačka-Ninska u Sesvetama

Interval (i) – vremenski je razmak između dvaju uzastopnih vozila na liniji, odnosno vozni red. Dobije se kao odnos vremena obrta i broja vozila na radu:

$$i = \frac{T_0}{N} \text{ (min).}$$

BROJ LINIJE: **269**

U PROMETU OD: **08.07.2018.**

NAZIV LINIJE: **Borongaj - Sesvetski Kraljevec**

BORONGAJ				RADNI DAN				SE SVETSKI KRALJEVEC			
sati		minute		sati		minute		sati		minute	
4	50			4	26	55		4	26	55	
6	16	32	56	6	16	30	50	6	16	30	50
8	17	40		8	17	40		8	17	40	
7	02	25	50	7	02	25	45	7	02	25	45
8	16	45		8	05	30		8	05	30	
8	16	45		8	00	30		8	00	30	
10	16	45		10	00	30		10	00	30	
11	10	32	56	11	00	30	55	11	00	30	55
12	17	40		12	17	40		12	17	40	
13	02	25	47	13	02	25	47	13	02	25	47
14	10	32	56	14	10	32	56	14	10	32	56
15	17	40		15	17	40		15	17	40	
18	02	25	47	18	02	25	47	18	02	25	47
17	10	45		17	05	30		17	05	30	
18	16	45		18	00	30		18	00	30	
18	16	45		18	00	30		18	00	30	
20	16	45		20	00	30		20	00	30	
21	16	45		21	00	30		21	00	30	
22	16	40		22	00	30	55	22	00	30	55
23	16			23	16	55		23	16	55	
0	25			1	00			1	00		
1											

BORONGAJ				SUBOTA				SE SVETSKI KRALJEVEC			
sati		minute		sati		minute		sati		minute	
6	05	15	45	4	26			4	26		
6	16	45		6	05	30		6	05	30	
7	16	45		8	00	30		8	00	30	
8	16	45		7	00	30		7	00	30	
8	16	45		8	00	30		8	00	30	
8	16	40		8	00	30		8	00	30	
10	16	40		10	00	20	55	10	00	20	55
11	16	45		11	20			11	20		
12	16	45		12	00	30		12	00	30	
13	16	45		13	00	30		13	00	30	
14	16	45		14	00	30		14	00	30	
15	16	40		15	00	30		15	00	30	
16	16	45		16	00	30		16	00	30	
17	16	45		17	00	30		17	00	30	
18	16	45		18	00	30		18	00	30	
18	16	45		18	00	30		18	00	30	
20	16	45		20	00	30		20	00	30	
21	16	45		21	00	30		21	00	30	
22	16	45		22	00	30	55	22	00	30	55
23	16			23	00	25	55	23	00	25	55
0	25			1	00			1	00		
1											

BORONGAJ				NEDJELJA				SE SVETSKI KRALJEVEC			
sati		minute		sati		minute		sati		minute	
6	25			6	30			6	30		
6	16	45		8	00	30		8	00	30	
7	16	45		7	00	30		7	00	30	
8	16	45		8	00	30		8	00	30	
8	16	45		8	00	30		8	00	30	
10	16	40		10	00	30		10	00	30	
11	16	45		11	00	20		11	00	20	
12	16	45		12	00	30		12	00	30	
13	16	45		13	00	30		13	00	30	
14	16	45		14	00	30		14	00	30	
15	16	45		15	00	30		15	00	30	
16	16	45		16	00	30		16	00	30	
17	16	45		17	00	30		17	00	30	
18	16	45		18	00	30		18	00	30	
18	16	45		18	00	30		18	00	30	
20	16	45		20	00	30		20	00	30	
21	16	45		21	00	30		21	00	30	
22	16	45		22	00	30		22	00	30	
23	16			23	00	25	55	23	00	25	55
0	25			1	00			1	00		
1											

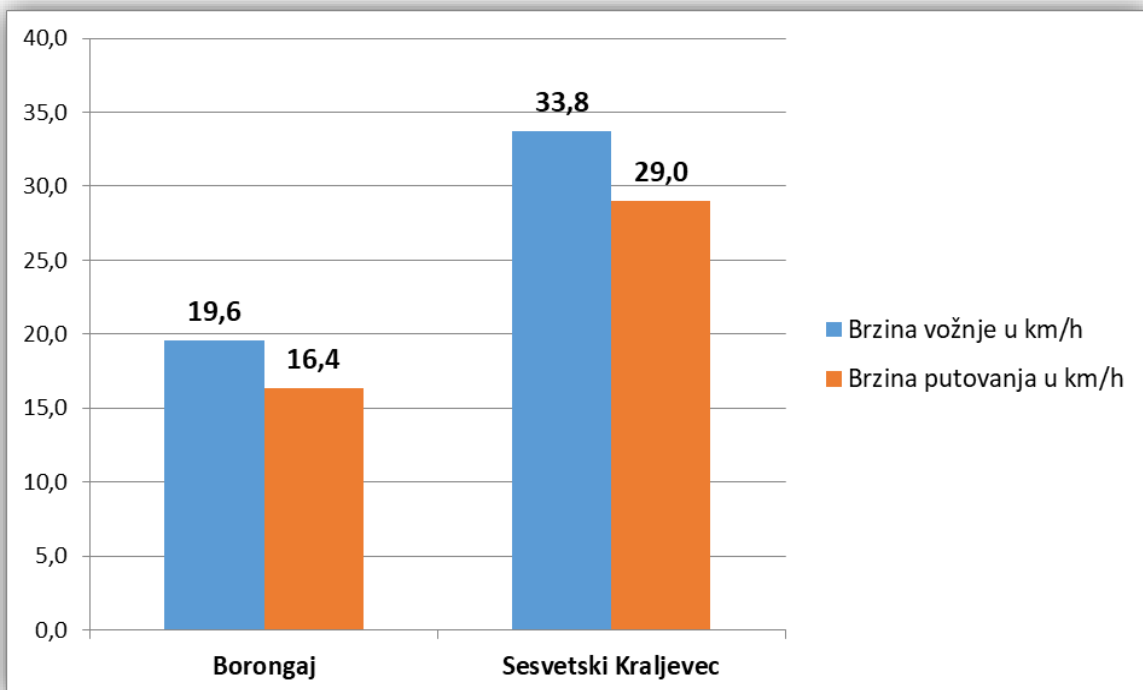
Napomena: * polazak od 1 do Dubice u satima označenim sivom bojom nema polazaka
 Ne predviđeno vrijeme polaska/dolaska, mogu utjecati poremećaji u prometu, vremenski uvjeti ili druge izvanredne okolnosti.

Slika 11. Vozni red autobusne linije 269

Frekvencija (f) – ili učestalost, važna je karakteristika sustava javnog prijevoza. Definira se kao broj vozila koja u jedinici vremena (obično u sat vremena) prođu kroz neku točku linije. Izražava se odnosom broja vozila i vremena praćenja:

$$f = \frac{T_0}{N} * 60 \text{ (voz/h)}.$$

Za zadanu liniju izračunata je brzina putovanja i brzina vožnje. Dobiveni podaci nalaze se u grafikonu 2.



Grafikon 4. Brzina vožnje i brzina putovanja autobusne linije 269

U grafikonu su prikazane brzine vožnje i brzine putovanja vozila u jutarnjem vršnom opterećenju. Brzina vožnje je brzina vozila bez uračunatog vremena dok je vozilo stajalo na stajalištima, dok brzina putovanja uzima u obzir i vrijeme provedeno na stajalištima za izmjenu putnika, kada je brzina vozila iznosila $v = 0$. Iz toga proizlazi kako je brzina vožnje veća od brzine putovanja. Velika je razlika u brzinama između smjera Borongaj i smjera Sesevetski Kraljevec. Na veliku razliku u iznosima brzina vožnje utječu velike gužve na prometnicama u jutarnjim satima u smjeru grada, koje uvelike usporavaju vozilo, dok na

razliku u iznosima brzina putovanja osim gužve na cesti utječe i vrijeme zadržavanja na stajalištima pri ulasku i izlasku putnika. Vrijeme ulaska i izlaska putnika veće je u smjeru Borongaj zbog većeg broja putnika i veće gužve u samome vozilu.

U tablici 3 vidljivo je kako bi brzina putovanja za autobuse u javnom gradskom prijevozu trebala iznositi između 16 i 23 km/h. Međutim, za autobusne linije koje putuju perifernim dijelom grada kao što je autobusna linija 269 Borongaj-Sesvetski Kraljevec, uobičajeno je da su brzine putovanja veće.

5. Brojenje putnika

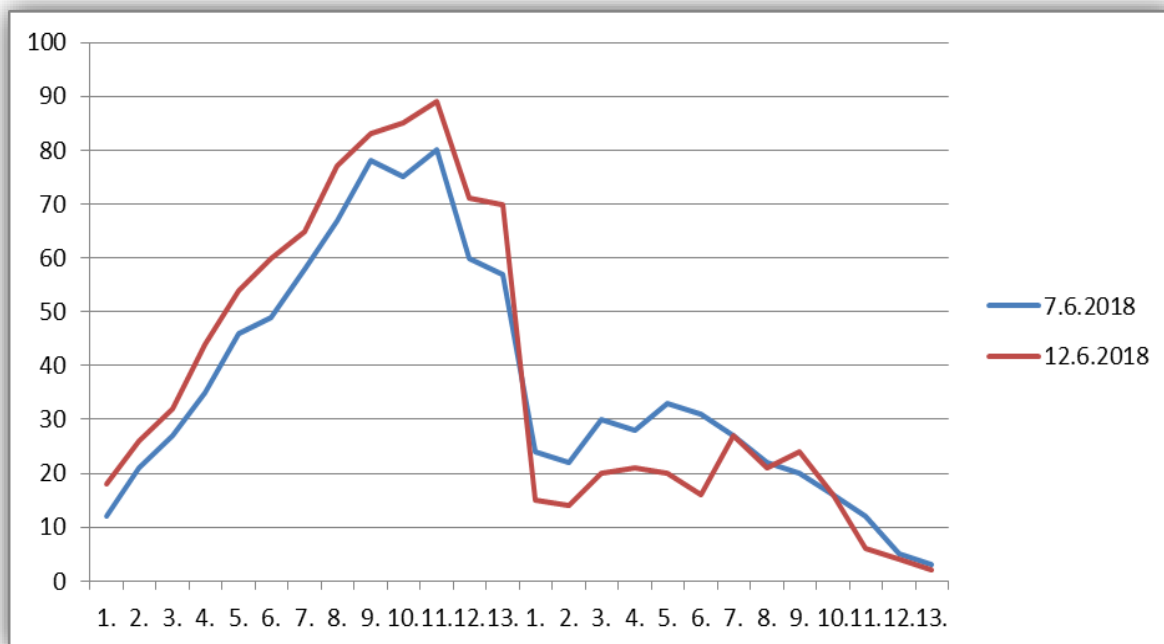
Najdetaljnije informacije o protoku putnika na liniji dobiju se brojenjem ulazaka i izlazaka putnika na svakoj stanici uzduž linije. Takvim brojenjem dobivaju se podaci o broju putnika prema stanicama kao i opterećenje prijevoznog sredstva po dionicama linije. [5]

Brojenje putnika na autobusnoj liniji 269 izvršeno je 07. i 12. lipnja 2018. U oba dana izbrojan je jedan cijeli obrt. Vozilo je kretalo iz Sesevetskog Kraljevca prema Borongaju u 06:48, a iz suprotnog smjera u 07:38. U tablicama će biti navedeni rezultati brojenja.

Tablica 4. Brojenje putnika u smjeru Borongaj dana 07.06.2018., polazak u 06:48

07.06.2018.	Naziv stajališta	Ušli putnici	Izašli putnici
1	Sesevetski Kraljevec okretište	12	0
2	Put za Cerje	9	0
3	Školska	6	0
4	Sesevetski Kraljevec	9	1
5	Kobiljak 69	11	0
6	Kobiljak - trgovina	6	0
7	Kraljevački Novaci	9	0
8	Sesevetska Sela	10	1
9	Blage Zadre	11	0
10	Vladimira Nazora	4	7
11	Bistrička - Zagrebačka	19	14
12	Dubec	5	28
13	Mlinar	0	3
14	Borongaj	0	57
		Ukupno = 111	Ukupno = 111

Na grafikonu 5 vidljivo je da oba dana nije primijećena velika razlika broja putnika u vozilu na međustajališnim razmacima. Brojenjem se dolazi do zaključka da putnici radnim danima koriste liniju 269 za prijevoz do terminala Dubec i Borongaj, te nakon prolaska navedenih terminala broj putnika u vozilu znatno opada.



Grafikon 5. Broj putnika u vozilu na međustajališnim razmcima

Tablica 5. Brojenje putnika u smjeru Sesvetski Kraljevec dana 07.06.2018., polazak u 07:38

07.06.2018.	Naziv stajališta	Ušli putnici	Izašli putnici
1	Borongaj	24	0
2	Mlinar	0	2
3	Dubec	9	1
4	Bistrička - Zagrebačka	6	8
5	Vladimira Nazora	14	9
6	Blage Zadre	0	2
7	Sesvetska Sela	0	4
8	Kraljevački Novaci	0	5
9	Kobiljak - trgovina	2	4
10	Kobiljak 96	1	5
11	Sesvetski Kraljevec	2	6
12	Školska	0	7
13	Put za Cerje	0	2
14	Sesvetski Kraljevec okretište	0	3
		Ukupno = 58	Ukupno = 58

Tablica 6. Brojenje putnika u smjeru Borongaj dana 12.06.2018., polazak u 06:48

12.06.2018.	Naziv stajališta	Ušli putnici	Izašli putnici
1	Sesvetski Kraljevec okretište	18	0
2	Put za Cerje	8	0
3	Školska	6	0
4	Sesvetski Kraljevec	12	0
5	Kobiljak 69	10	0
6	Kobiljak – trgovina	6	0
7	Kraljevački Novaci	5	0
8	Sesvetska Sela	13	1
9	Blage Zadre	6	0
10	Vladimira Nazora	7	5
11	Bistrička – Zagrebačka	19	15
12	Dubec	4	22
13	Mlinar	2	3
14	Borongaj	0	70
		Ukupno = 116	Ukupno = 116

Tablica 7. Brojenje putnika u smjeru Sesvetski Kraljevec dana 12.06.2018., polazaku 07:38

12.06.2018.	Naziv stajališta	Ušli putnici	Izašli putnici
1	Borongaj	15	0
2	Mlinar	1	2
3	Dubec	7	1
4	Bistrička - Zagrebačka	6	5
5	Vladimira Nazora	1	2
6	Blage Zadre	0	4
7	Sesvetska Sela	13	2
8	Kraljevački Novaci	1	7
9	Kobiljak - trgovina	5	2
10	Kobiljak 96	0	0
11	Sesvetski Kraljevec	0	8
12	Školska	0	10
13	Put za Cerje	0	2
14	Sesvetski Kraljevec okretište	0	4
		Ukupno = 49	Ukupno = 49

Prema rezultatima dobivenih brojenjem dolazi se do zaključka kako vozilo u smjeru Borongaja ima puno veći broj prevezenih putnika nego u smjeru Sesvetski Kraljevec. To se može objasniti zbog vremena kada su se brojali putnici, to jest zbog ciljeva putnika koji se

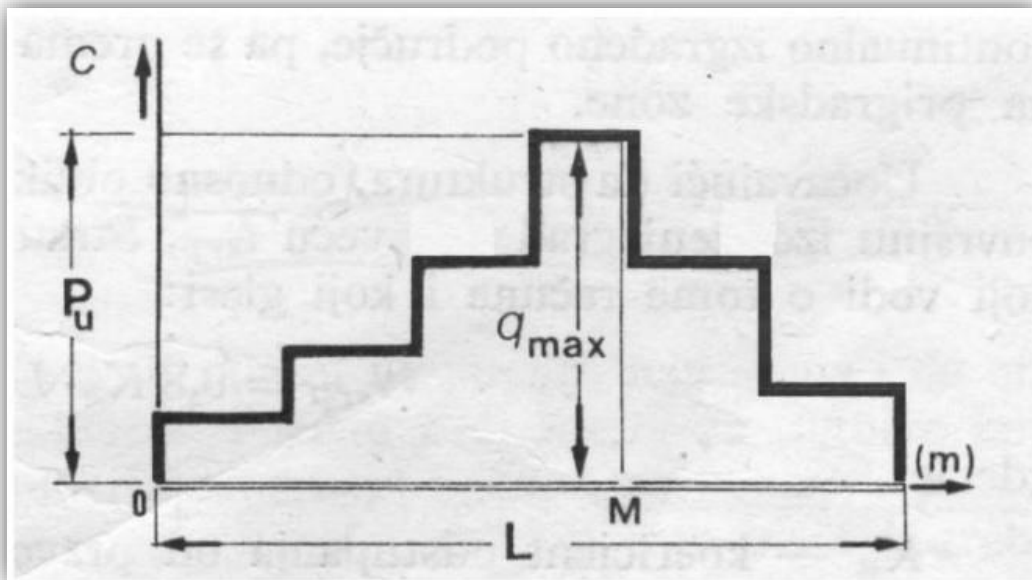
upućuju prema gradu radi odlaska na posao, u školu, na fakultet i ostalih aktivnosti. Također, iz tablica se može uočiti kako putnici u smjeru Borongaj praktički samo ulaze u vozilo na svim stajalištima do Sesveta gdje kreću izlaziti. Dosta putnika izađe i na stajalištu Dubec jer se tamo nalazi tramvajski terminal Dubec koji omogućuje nastavak putovanja putnicima tramvajem. U smjeru Sesvetski Kraljevec najveći broj putnika ulazi na terminalu Borongaj, a izlazak putnika ravnomjeran je na gotovo svim stajalištima. U oba dana kada su se brojali putnici u smjeru Sesvetski Kraljevec došlo je do neravnomjernosti na pojedinim stajalištima pri ulasku putnika. Prva neravnomjernost dogodila se pri brojanju 07. lipnja 2018. na stajalištu Vladimira Nazora, kada je na toj stanici ušlo 14 putnika. Razlog tako velikog broja putnika koji je ušao na navedenoj stanici je sajam koji se održava u neposrednoj blizini stajališta svakoga četvrtka. Druga neravnomjernost dogodila se 12. lipnja 2018. pri ulasku putnika na stajalištu Sesvetska Sela, gdje je ušlo 13 putnika u vozilo. Razlog tomu je blizina svetišta Svetog Antuna Padovanskog u Sesvetskim Selima, kada se u lipnju tradicionalno obilježava hodočašće u navedeno svetište.

6. Analiza protoka putnika

Protok je rezultat procesa promjene, u planiranju javnog prijevoza to je broj putnika koji se preveze kroz neku točku linije u promatranom vremenu. Putnici putuju na različita mjesta duž linije i oni koji izlaze oslobađaju mjesta onima koji ulaze, tako da se duž linije izmjenjuju putnici i stvara se promjenjiv protok putnika u vozilima koji proizlazi iz kapaciteta prijevoznog sredstva i intervala prometovanja. Polazeći od definicije da protok putnika predstavlja broj putnika koji se u jedinici vremena preveze na pojedinim dijelovima linije i polazeći od pretpostavke da putnici ulaze od prvog stajališta („1“) do predzadnjeg (n-1), a izlaze od drugog stajališta („2“) do posljednjeg („n“) stajališta, to se protok putnika na nekom stajalištu („S“) može izraziti kao:

$$q_s = \sum_1^S u + \sum_2^S i$$

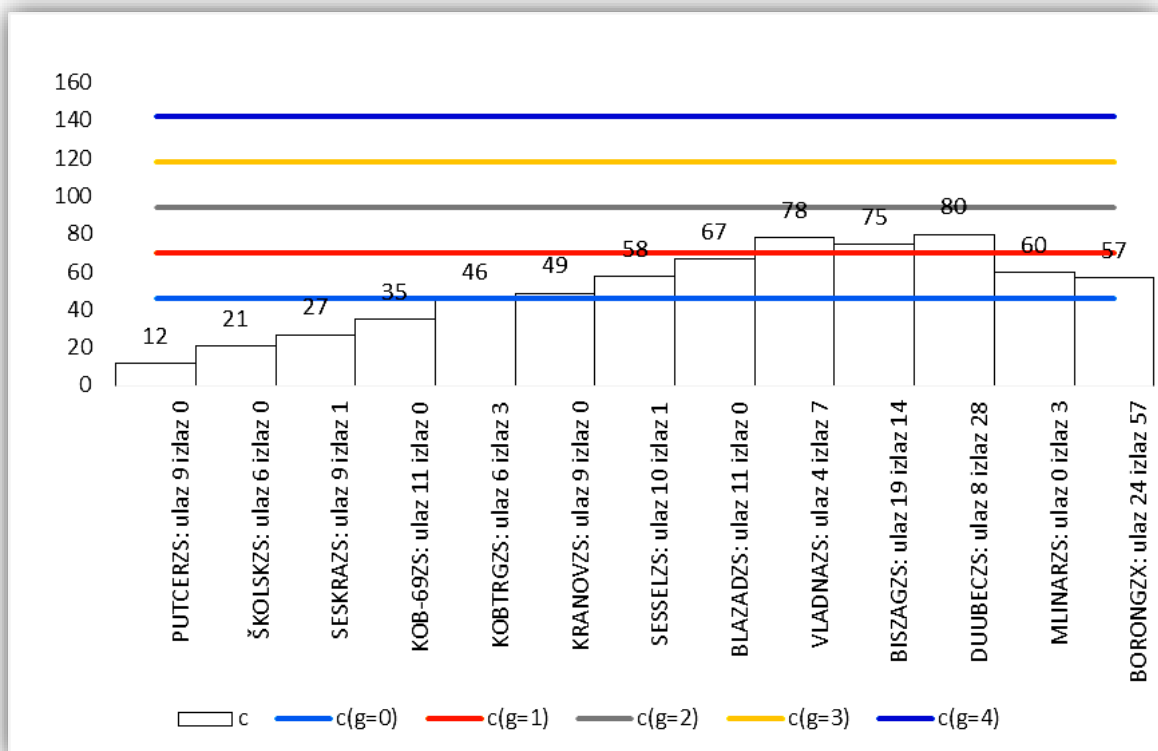
q_s – protok putnika na stajalištu. [1]



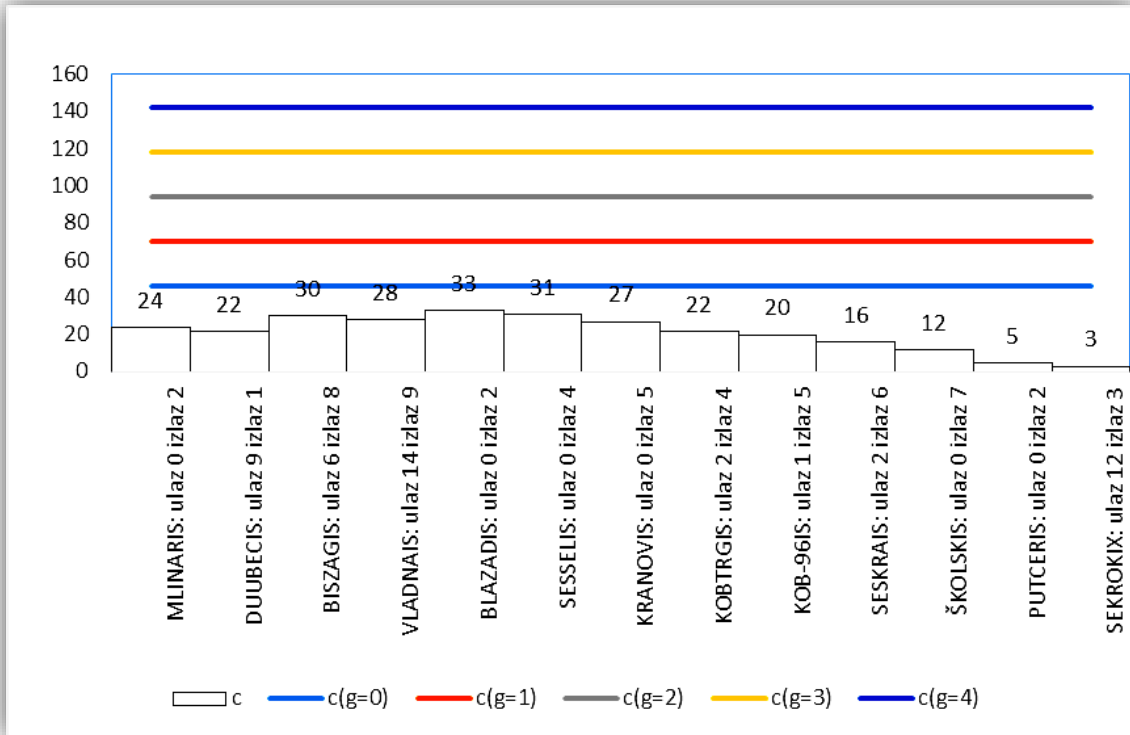
Slika 12. Dijagram protoka putnika na liniji

6.1 Izmjena putnika na liniji

Izmjena putnika na liniji pokazuje koliko se puta tijekom jedne vožnje izmijene putnici u jednom smjeru. Ujedno, ona ocrta lokalnu raspodjelu dolazaka i odlazaka putnika po međustajalištima na liniji. U grafikonu 3 bit će navedena izmjena putnika za smjer Borongaj, a u grafikonu 4 bit će navedena izmjena putnika za smjer Sesevetski Kraljevec.



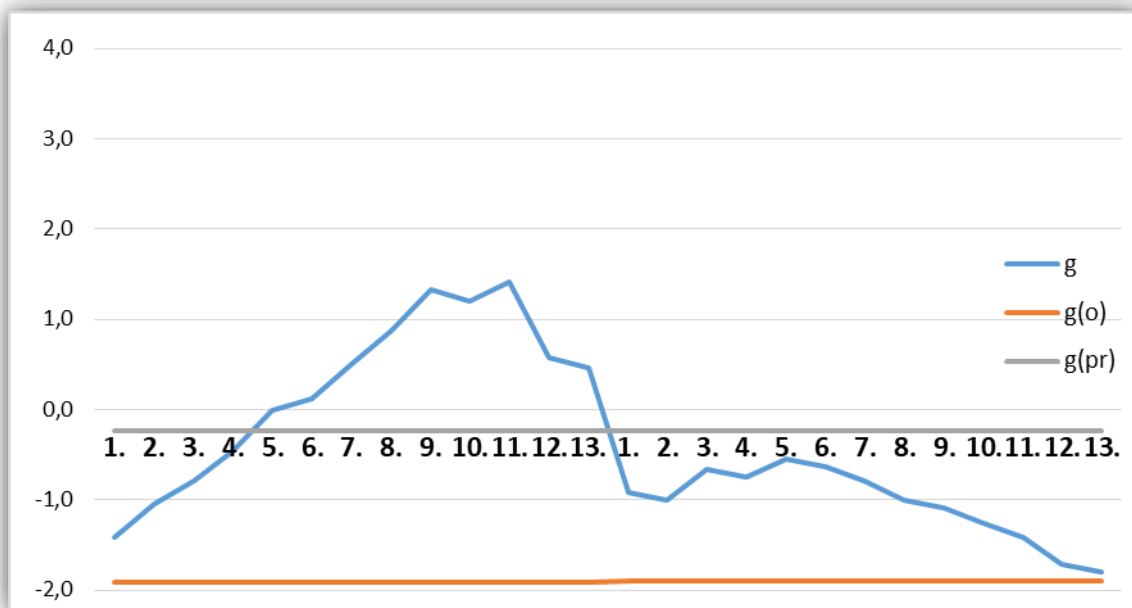
Grafikon 6. Prikaz izmjene putnika za smjer Borongaj



Grafikon 7. Prikaz izmjene putnika za smjer Sesvetski Kraljevec

Iz gore navedenih grafikona vidljivo je kako kapacitet vozila nije iskorišten u cijelosti. To se može opravdati preko sljedećih činjenica. Prva činjenica je ta da putnici u Sesvetama na stajalištu Bistrička – Zagrebačka putuju i drugim autobusnim linijama u jutarnjim satima kako bi došli do terminala Dubec, gdje svoj put na posao i ostale aktivnosti nastavljaju tramvajem. Druga činjenica je ta da putnici često ne koriste vozila u kojima se već nalazi veći broj putnika. Razlog takvog ponašanja putnika je njihovo mišljenje kako im je u vozilima smanjena udobnost i mogućnost sjedanja u istom. Treći razlog je vrijeme putovanja koje je duže od uobičajenog zbog gužvi na cesti i zato što vozilo nema odvojene trakove kao tramvaj koji vozi jednoliko kroz cijelo razdoblje dana. Sve ove navedene činjenice odnose se na vožnju u smjeru Borongaj u jutarnjem vršnom opterećenju. U smjeru Sesvetski Kraljevec vozilo u jutarnjim satima ima jako malu iskorištenost kapaciteta i u svakome trenutku u vozilu postoji mogućnost za sjedanjem jer je taj smjer manje dominantan u jutarnjim vršnim satima.

6.2 Popunjenost vozila



Grafikon 8. Prikaz popunjenosti vozila u jednom vremenskom obrtu

Kapacitet vozila u svojoj formuli sadrži broj sjedećih mjesta i ukupnu stajaću površinu. Broj sjedećih mjesta za navedeno vozilo iznosi 46, a stajaća površina 24 metara kvadratnih. Ovaj grafikon prikazuje popunjenost vozila za vrijeme jednog cijelog obrta. Vidljivo je kako popunjenost vozila raste od početnog terminala Sesvetski Kraljevec do stanice Bistrička – Zagrebačka kada popunjenost počinje stagnirati uz male oscilacije. Na stajalištu Kraljevački Novaci popunjenost vozila počinje biti pozitivna, što znači da su se u vozilu zauzela sva sjedeća mjesta te putnici koji se ukrcavaju moraju stajati u vozilu. Popunjenost vozila penje se do $g = 1.5$ što je ujedno i maksimalna popunjenost. U tom trenutku u vozilu su sva sjedeća mjesta popunjena i na stajaćoj površini na metar kvadratni smješteni su jedan i pol putnik. U teoriji se uzima kako na jedan metar kvadratni površine u vozilima javnog gradskog prijevoza mogu stati 4 putnika, ali u stvarnosti su češće vrijednosti popunjenosti vozila oko dva putnika na metru kvadratnome maksimalno. Prema procjeni putnici na stajalištima propuštaju i čekaju sljedeće vozilo ako se u vozilu koje je došlo okvirno nalaze dva putnika na metru kvadratnome površine.

7. Zaključak

Analizom prikupljenih podataka brojenja putnika, mjerenja vremena vožnje i vremena putovanja vozila na autobusnoj liniji 269 Borongaj – Sesevetski Kraljevec dolazi se do konkretnih zaključaka. Linija 269, gledajući kroz jedan radni dan, ima različita vremena putovanja i brzine putovanja. Brzine putovanja kreću se od 16 km/h do skoro 30 km/h. Vremena putovanja se kreću od 30 do 55 minuta. Razlog velikom vremenu putovanja, a maloj brzini putovanja su velike gužve na prometnicima i korištenje zajedničkih prometnih trakova s ostalim vozilima gdje se gubi iznimno puno vremena u repovima čekanja. Ovaj problem se može riješiti uvođenjem odvojenih prometnih trakova za vozila javnog gradskog prijevoza, bar na mjestima gdje se stvaraju najveće gužve i gdje infrastruktura to dopušta. Nadalje, razlog kratkom vremenu putovanja i velikoj brzini putovanja je veća međustajališna udaljenost i dobra protočnost cesta kojima prolazi linija kada nema većih gužvi.

S druge strane, popunjenost vozila je zadovoljavajuća uzmu li se u obzir i ostale autobusne linije tvrtke ZET. U jednom obrtu u jutarnjim satima liniju 269 koristi i do 170 putnika, što pokazuje koliko je ova linija značajna za putnike koji se njome koriste. Zadovoljavajuća popunjenost vozila očituje se u tome što popunjenost u maksimumu ne prelazi dva putnika po metru kvadratnome, a u prosjeku je iznad razine popunjenosti sjedećih mjesta te se linija može okarakterizirati kao isplativa linija na prijevoznika i također pogodna za putnike jer ostaje dovoljno mjesta za udobno putovanje i kretanje u vozilu.

Što se tiče trase linije i područja obuhvata same linije, linija 269 povezuje najistočniji dio grada Zagreba sa širim centrom grada i ima veliki značaj za stanovnike tog područja grada. Trasa linije proteže se glavnim prometnicama te nema problema sa mimoilaženjem s drugim vozilima, ali postoji određeno vrijeme čekanja na semaforiziranim raskrižjima u razini s većim kapacitetom vozila. Razmak međustajališnih udaljenosti je veći od propisanih normativa, ali razlog tomu je duljina linije koja za oba smjera iznosi gotovo 29 kilometara i puno manja gustoća stanovnika po kilometru kvadratnom zbog stambenih jedinica kuća. Sva stajališta na liniji su pravilno označena i imaju klupu za sjedenje te nadstrešnicu.

8. Literatura

1. Gordana Štefančić, *Tehnologija gradskog prometa I.*, Zagreb, 2008., (str. 150-151., 160-161., 167-170.)
2. Gordana Štefančić, *Tehnologija gradskog prometa II.*, Zagreb, 2010., (str. 2.)
3. file:///C:/Users/Korisnik/Desktop/OTP_Gradski_promet_2012_vjezbe.pdf
Datum pristupa stranici: 29. lipnja 2018. godine
4. Službena web stranica ZET-a: <http://www.zet.hr/>
Datum pristupa stranici: 04. srpnja 2018. godine
5. Davor Brčić, Marko Ševrović; *Logistika prijevoza putnika*, Zagreb, 2012.
<http://files.fpz.hr/Djelatnici/dbrcic/Brcic-Sevrovic--Logistika-prijevoza-putnika.pdf>
Datum pristupa stranici: 19. srpnja 2018. godine
6. Marijan Rajsman, *Osnove tehnologije prometa*, Zagreb, 2012.
http://estudent.fpz.hr/Predmeti/O/Osnove_tehnologije_prometa/Materijali/OTP_Gradski_promet_2012_predavanja_Rajsman.pdf
Datum pristupa stranici: 19. srpnja 2018. godine
7. Tino Marić, *Geoprometna analiza autobusnih linija autobusnog kolodvora naselja Sesevete*, Zagreb, 2016.
<https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz:524/preview>
Datum pristupa stranici: 03. kolovoz 2018. godine



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.

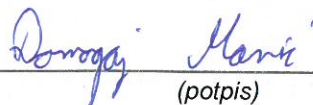
Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ završnog rada
pod naslovom **Analiza linije 269 Borongaj - Sesevetski Kraljevec u Zagrebu**

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

U Zagrebu, _____ 13.06.2019.

Student/ica:



(potpis)