Optimizacija cestovnog linijskog prijevoza putnika u gradskom prometu

Štefan, Damir

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:119:719933

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Damir Štefan

OPTIMIZACIJA CESTOVNOG LINIJSKOG PRIJEVOZA PUTNIKA U GRADSKOM PROMETU

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2017.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

OPTIMIZACIJA CESTOVNOG LINIJSKOG PRIJEVOZA PUTNIKA U GRADSKOM PROMETU

OPTIMIZATION OF ROAD LINE PASSENGER TRANSPORT IN URBAN TRAFFIC

Mentor: izv. prof. dr. sc Marijan Rajsman

Student: Damir Štefan
JMBG: 0036433208

Zagreb, rujna 2017.

OPTIMIZACIJA CESTOVNOG LINIJSKOG PRIJEVOZA PUTNIKA U GRADSKOM PROMETU

SAŽETAK

Autobusni sustav prijevoza putnika u gradovima je jedan od standardnih sustava javnog prijevoza u svijetu i on nadopunjuje ostale podsustave prijevoza u gradovima. Cestovni linijski prijevoz putnika u gradskom prometu se analizira s obzirom na pripadajuće podsustave a to su: tehnički, tehnološki, organizacijski, ekonomski i ekološki sustav. U današnje vrijeme sustavi javnog prijevoza se ne mogu organizirati i provesti u djelo bez modernog i efikasnog informacijskog sustava na kojemu se temelji funkcioniranje cijelog sustava. Prema analizi autobusnih linija ZET-a koji pruža uslugu javnog cestovnog linijskog prijevoza putnika u Gradu Zagrebu ponuđene su mogućnosti optimizacije sustava.

KLJUČNE RIJEČI: javni prijevoz putnika; analiza sustava; informacijski sustav; optimizacija

OPTIMIZATION OF ROAD LINE PASSENGER TRANSPORT IN URBAN TRAFFIC

SUMMARY

Urban public bus transport service system is one of the standard public transport systems in the world and it complements other urban public transport systems. Road passenger transport service in city traffic is analyzed with regard to the relevant subsystems: technical, technological, organizational, economic and ecological system. Today, public transport system can not be organized and implemented without a modern and efficient information system which is the basis for the functioning of the whole system. According to the analysis of the bus lines of ZET that provides public road passenger transport services to the City of Zagreb system optimization options are offered.

KEYWORDS: public passenger transport; system analysis; information system; optimization

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1 Problem i predmet rada 1
1.2 Svrha, cilj i doprinos 1
1.3 Metodologija rada 1
1.4 Ocjena dosadašnjih istraživanja 2
1.5 Struktura rada 2
2. POJAM I ZNAČENJE OPTIMIZACIJE 4
3. POJAM, ZNAČENJE I STRUKTURA SUSTAVA PRIJEVOZA PUTNIKA U CESTOVNOM PROMETU 6
3.1 Putnička prijevozna potražnja 6
3.2 Zakonska regulativa o obavljanju prijevoza putnika u cestovnom prometu 12
3.3 Analiza sustava prijevoza putnika u cestovnom prometu 14
3.3.1 Tehnički sustav 15
3.3.1.1 Cestovna transportna sredstva u javnom putničkom prometu 15
3.3.1.2 Cestovna prometna infrastruktura 17
3.3.1.3 Informacijski sustav 23
3.3.2 Tehnološki sustav 28
3.3.2.1 Linije javnog prijevoza 28
3.3.2.2 Dinamički elementi linije 32
3.3.2.3 Brzine u cestovnom prijevozu putnika 34
3.3.2.4 Elementi kvalitete usluge u javnom cestovnom prometu 35
3.3.3 Organizacijski sustav 36
3.3.4 Ekonomski sustav 38
3.3.5 Ekološki sustav 40
4. SNIMAK I ANALIZA CESTOVNOG LINIJSKOG PRIJEVOZA PUTNIKA U GRADSKOM PROMETU - PRIMJER GRADA ZAGREBA 42
4.1 Snimak i analiza putničke potražnje 42
4.1.1 Linija Kvaternikov trg - Trnava 42

4.1.2 Linija Glavni kolodvor - Travno 47
4.1.3 Linija Glavni kolodvor – Novi Jelkovec 50
4.2 Snimak i analiza tehničkog sustava 56
4.2.1 Tehničke značajke cestovnih transportnih sredstava u javnom putničkom prometu 56
4.2.2 Cestovna infrastruktura 58
4.2.3 Informacijski sustav 64
4.2.3.1 Fiksni informativni zasloni 66
4.2.3.2 Opis postojećeg sustava za nadzor i upravljanje prometom 67
4.2.3.3 Izrada voznog reda 69
4.3 Snimak i analiza tehnološkog sustava 73
4.3.1 Tehnološke značajke autobusa na analiziranim linijama 73
4.3.2 Broj autobusa na liniji 75
4.3.3 Linije i trase 75
4.3.3 Vozni redovi 78
4.3.4 Vrijeme obrta 81
4.3.5 Intervali vožnje 83
4.3.6 Frekvencije polazaka 85
4.3.7 Prijevozni učinak 87
4.3.8 Prijevozna sposobnost linija 88
4.3.9 Prometna brzina 89
4.3.10 Prijevozna brzina 90
4.3.11 Obrtna brzina 91
4.3.12 Statičko i dinamičko iskorištenje prijevoznih kapaciteta 92
4.4 Organizacijski sustav 93
4.5 Ekonomski sustav 97
4.6 Ekološki sustav 100
5. MOGUĆNOSTI OPTIMIZACIJE SUSTAVA CESTOVNOG LINIJSKOG PRIJEVOZA PUTNIKA U GRADSKOM PROMETU – PRIMJER GRADA ZAGREBA 102
5.1 Mogućnosti optimizacije tehničkog sustava 102
5.2 Mogućnosti optimizacije tehnološkog sustava 103

5.3 Mogućnosti optimizacije organizacijskog sustava 104
5.4 Mogućnosti optimizacije ekonomskog sustava 105
5.5 Mogućnosti optimizacije ekološkog sustava 106
6. ZAKLJUČAK 107
POPIS LITERATURE 109
POPIS ILUSTRACIJA 113
Popis slika 113
Popis tablica 113
Popis grafikona 114

1. UVOD

Tema diplomskog rada odnosi se na definiranje metodologije i sadržaja optimizacije sustava tehnologije prijevoza putnika u gradskom prometu. Autobusni transportni sustav temeljni je nositelj djelatnosti cestovnog linijskog putničkog transporta u gradskom prometu. Iz toga proizlazi i značenje optimizacije autobusnoga transportnog sustava, neovisno o tome je li isti funkcionira kao jedini ili jedan od više transportnih sustava koji je u funkciji u gradskom prometu. Optimizacijom sustava cestovnog linijskog putničkog transporta podiže se njegova efikasnost i efektivnost u procesu proizvodnje transportne usluge u gradskom putničkom prometu.

1.1 Problem i predmet rada

Predmet ovog diplomskog rada je analiza relevantnih čimbenika koji utječu na kompleksni sustav cestovnog linijskog prijevoza putnika u gradskom prometu. Problem rada je prikazati strukturu tog sustava i kroz njegovu analizu na primjeru grada Zagreba dobiti informacijsku podlogu kako bi se mogle predložiti mogućnosti optimizacije prema svakom od analiziranih sustava.

1.2 Svrha, cilj i doprinos

Svrha istraživanja je ukazati na: tehničke, tehnološke, organizacijske, ekonomske i ekološke elemente optimizacije sustava cestovnog linijskog putničkog prijevoza u gradskom prometu. Optimizacija prethodno navedenog sustava ima za cilj poboljšanje važnih elemenata kvalitete transportne usluge što rezultira višom razinom njezine ukupne kvalitete. Kroz predložene mjere optimizacije dodatno bi se doprinijelo mogućem poboljšanju funkcioniranja sustava javnog prijevoza u Zagrebu.

1.3 Metodologija rada

Metodologija se temelji na proučavanju dostupne domaće i strane literature. Prilikom izrade diplomskog rada korištene su: knjige, prometni časopisi, predavanja i priručnici na temu javnog gradskog prijevoza, službene internetske stranice i podaci ZET-a te istraživanje putničke potražnje provedeno kroz brojenje prometa na određenim gradskim autobusnim linijama.

1.4 Ocjena dosadašnjih istraživanja

Dosadašnja istraživanja imaju za cilj pružiti relevantne informacije o temi koja se obrađuje u diplomskom radu i služe kao temelj za daljnje istraživanje. U dosadašnjim istraživanjima o optimizaciji javnog cestovnog prijevoza putnika pišu: Rajsman M. u priručniku pod nazivom *Osnove tehnologije prometa - Gradski promet*, zatim može se navesti znanstveni rad u časopisu *Journal of Traffic and Logistics Engineering* pod nazivom *Public Urban Passenger Transport as Important Factor in the Development of Cities* (Javni gradski prijevoz putnika kao važan čimbenik u razvoju gradova) od autora Rajsman M., Horvat R. i Rajsman M., koji naglašavaju važnost integriranja i koordinacije različitih podsustava prijevoza na području grada zbog optimiziranja rada javnog prijevoza i bolje mobilnosti građana. Zatim znanstveni rad objavljen u časopisu *Tehnički vjesnik* pod nazivom *Modeliranje razvitka autobusnoga transportnog sustava Grada Zagreba* od autora Rajsman M., Soleša D. i Tolić I. Također treba navesti priručnik *Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu* od autora Rajsman M. Još se mogu navesti priručnik *Logistika prijevoza putnika* koji su izradili autori Brčić D. i Ševrović M., te priručnik *Upravljanje prijevoznom potražnjom u gradovima* koji su izradili autori Brčić D., Šimunović Lj. i Slavulj M. Svi navedeni autori su svojim istraživačkim radom omogućili detaljan uvid u funkcioniranje javnog gradskog prijevoza putnika i naznačili kako je održivi razvoj prometnog sustava u gradovima jedan od aspekata optimizacije cestovnog linijskog prijevoza putnika u gradskom prometu.

1.5 Struktura rada

Diplomski rad je strukturiran po poglavljima gdje se zasebno analiziraju sustavi u cestovnom linijskom prijevozu u gradskom prometu, utjecaj prijevozne potražnje i upravljanje prijevoznom potražnjom, zatim tehnički, tehnološki, organizacijski, ekonomski i ekološki sustavi koji su svaki zasebno proučavani.

Struktura sadržaja je sljedeća:

1. Uvod,
2. Pojam i značenje optimizacije,
3. Pojam, značenje i struktura sustava prijevoza putnika u cestovnom prometu,

4. Snimak i analiza cestovnog linijskog prijevoza putnika u gradskom prometu – primjer Grada Zagreba,
5. Mogućnosti optimizacije sustava cestovnog linijskog prijevoza putnika u gradskom prometu – primjer Grada Zagreba,
6. Zaključak.

U drugom poglavlju je definiran pojam i značenje optimizacije i na koji način se odnosi na definiranu temu rada.

Treće poglavlje obrađuje tematiku prijevozne potražnje i upravljanje prijevoznom potražnjom, zatim zakonsku regulativu vezanu uz javni prijevoz putnika i analizu sustava cestovnog linijskog prijevoza putnika prema podjeli na: tehnički, tehnološki, organizacijski, ekonomski i ekološki.

Četvrto poglavlje se bazira na slici trenutačnog stanja sustava linijskog prijevoza putnika u Gradu Zagrebu, analizi odabranih autobusnih linija i zatečenim stanjem u Zagrebačkom električnom tramvaju.

U petom poglavlju se predlažu moguća rješenja optimizacije pojedinih sustava javnog linijskog prijevoza na primjeru Grada Zagreba i ZET-a na temelju pozitivnih primjera u Europi i svijetu.

2. POJAM I ZNAČENJE OPTIMIZACIJE

Pojam optimizacije u širem smislu može se definirati kao način kreiranje sustava tako da u najvećoj mogućoj mjeri bude funkcionalan i efikasan. Optimizacija se također može odnositi i na ekonomski aspekt i to na ostvarenje profita i produktivne učinkovitosti. Pojavljuje se i termin optimizacija procesa koji se može definirati kao način podešavanja procesa pomoću optimiziranja određenog skupa parametara bez narušavanja zadanih ograničenja. Kao najučestaliji ciljevi pojavljuju se minimiziranje troškova i maksimiziranje efikasnosti, a osnovni parametri koji se trebaju podesiti kako bi se došlo do optimalnog rada sustava su: optimizacija opreme gdje je potrebno provjeriti da li je postojeća oprema iskorištena u najvećoj mogućoj mjeri, optimizacija operativnih procedura pomoću automatizacije i optimizacija kontrolnih petlji od kojih svaka upravlja jednim dijelom procesa [1].

Cilj postojanja i funkcioniranja prometnog sustava pa tako i tehnologije prometa i transporta u svojoj znanstvenoj i stručnoj dimenziji jeste podmirenje transportne potražnje odgovarajućom prometnom ponudom i to na određenoj optimalnoj razini. Jedna od bitnih zadaća prometnog inženjera je optimiranje organizacije prometnog procesa i upravljanje njime te je potrebno razmotriti trenutačno stanje iskorištenja prijevoznih kapaciteta kao bitnog čimbenika iskorištenja prijevoznih kapaciteta i pokazatelja uspješnosti poslovanja transportnoga poduzeća [2].

Optimizacija transportnog i prometnog procesa izravno je povezana sa željenom ili zahtijevanom razinom kvalitete transportne usluge i njenim elementima, kao što su primjerice: sigurnost transportnog procesa, redovitost pružanja transportnih usluga, udobnost korisnika usluga sukladno duljini relacije transporta, točnost, frekvencija polazaka, interval pružanja transportnih usluga, brzina putovanja (prometna ili komercijalna brzina transporta) i pripadajuće cijene transportne usluge [2].

Optimizacija s gledišta tehnologije prijevoza putnika kao sustava odnosi se na istraživanje optimuma tehnologije proizvodnje transportne usluge na relacijama u linijskom gradskom, prigradskom i međugradskom putničkom prometu kao i turističkom prometu. Optimum se stalno mijenja ovisno o napretku odnosno razvitku znanosti (koji ima stalni

eksponencijalni rast) a definiran je u vremenu i prostoru na kojem se transportne usluge pružaju [2].

Sustav javnog prijevoza putnika ima sve značajniju ulogu u perspektivi razvitka prometnog sustava. Razvitkom sustava javnog prijevoza daje se poticaj većoj socijalnoj dinamici i širem socijalnom uključivanju ljudi svih uzrasta, poticaj zdravijem načinu života, poboljšanju razine sigurnosti cestovnog prometa. Uloga sustava javnog putničkog prijevoza svakim danom je sve značajnija u osiguranju mobilnosti, posebice kroz: inovacije (posebice tehničke, tehnološke i organizacijske), te kreativnost u poslovanju (odnos prema korisnicima, primjeni novih ili modifikaciji postojećih tehnologija putničkog prijevoza) [2].

U pogledu optimizacije prometnog procesa i upravljanja sustavom primjerice javnoga gradskoga putničkog prijevoza temeljni cilj sadržan je u postizanju takve razine kvalitete prijevozne usluge koja je primjerena zahtjevima odnosno potrebama suvremenoga građanina, posebice u pogledu privlačnosti i za one koji posjeduju automobil i još uvijek prednost daju individualnom prijevozu [2].

3. POJAM, ZNAČENJE I STRUKTURA SUSTAVA PRIJEVOZA PUTNIKA U CESTOVNOM PROMETU

U ovome poglavlju će se obraditi tematika putničke potražnje u cestovnom prometu, zatim dio zakonske regulative vezane uz cestovni prijevoz putnika Republike Hrvatske a nakon toga će se podsustav prijevoza putnika u cestovnom prometu raščlaniti na pripadajuće podsustave po vertikali.

3.1 Putnička prijevozna potražnja

Putnička potražnja se može definirati kao prijevozna potreba koja se može prikazati kao broj prevezenih ljudi po jedinici vremena ili prostora. Potražnja je potreba putnika da poduzme putovanje od mjesta na kojemu se nalazi do mjesta ili odredišta na koje treba stići, to je mjera zahtjeva za prijevozom. Dinamika potražnje ovisi o složenoj funkciji koju definiraju cijena prijevoza i veličina prijevozne ponude. Visoka cijena može ograničiti potražnju ali odluka o plaćanju visoke cijene prijevoza ovisi i o svrsi putovanja naprimjer putovanje na posao ili putovanje sa svrhom rekreacije drugačije će utjecati na odluku korisnika na odabir određene vrste prijevoza s obzirom na cijenu prijevoza. Potražnja također ovisi o mogućnosti zamjene ili supstitucije prijevoza drugim podsustavima prijevoza [3].

S ekonomskog gledišta potražnja se može definirati i s obzirom na elastičnost potražnje. Elastičnost predstavlja jačinu reakcije korisnika ili potrošača prijevozne usluge i može se reći da je elastičnost potražnje intenzitet reakcije količine potražnje za nekom prijevoznom uslugom s obzirom na promjenu cijene od jedan posto te usluge. Elastičnost potražnje je omjer postotne promjene tražene količine i postotne promjene cijene [4]:

a) ako promjena cijene od 1 % uzrokuje promjenu tražene količine veću od 1 % onda je potražnja elastična,
b) ako promjena cijene od 1 % uzrokuje promjenu tražene količine manju od 1 % onda je potražnja neelastična,
c) ako promjena cijene od 1 % uzrokuje promjenu tražene količine jednaku 1 % onda je potražnja jedinično elastična.

Prijevozna potražnja je faktor koji utječe na dimenzioniranje ponude transportnih kapaciteta prijevozničkog poduzeća. Kada je potražnja zadovoljavajuća i sukladna prijevoznoj ponudi za posljedicu će stvoriti prihod i profit. Potreba za putovanjima je socijalna kategorija koja se često subvencionira od strane društvene zajednice. Zato se stalno postavlja pitanje organizacije efikasnog javnog prijevoza uz što moguće manju razinu subvencija [3].

Broj stanovnika glavni je demografski činitelj prijevozne potražnje. Zbog toga se može zaključiti kako veći broj stanovnika stvara i veću prijevoznu potražnju. Koncentracija stanovanja u gradskim aglomeracijama utječe na trend rasta gradskih aglomeracija te stoga i uzrokuje, na ograničenoj površini, koncentraciju prijevozne potražnje. U razdoblju od 1950. do 2014. godine broj stanovnika u gradovima je narastao s 746 milijuna na 3.9 milijardi stanovnika, a u zemljama u razvoju postotak ljudi u gradovima raste još intenzivnije nego u razvijenim zemljama svijeta. Očekuje se trend koncentracije stanovništva u urbanim područjima i u sljedećim desetljećima te će proces urbanizacije kao i veličina gradova u zemljama u razvoju prerasti gradove razvijenoga svijeta. Zbog toga je jedan od najvažnijih ciljeva UN-a u 21.st. upravljanje urbanim područjima i izgradnja održivih gradova [5], [6].

Cijeli niz individualnih aktivnosti i karakteristika uvjetuju prijevoznu potražnju, odnosno utječu na stvaranje putovanja u urbanim aglomeracijama. Kategorizacija činitelja prijevozne potražnje napravljena je prema demografskim činiteljima, prometnim činiteljima, gospodarskim, političkim i kulturno-socijalnim, prostorno-geografskim činiteljima, činiteljima koji utječu na okoliš i klimu te činiteljima koji utječu na provođenje strategija i mjera [5].

Važni demografski činitelji prijevozne potražnje su sljedeći: gustoća stanovništva grada, promjena broja stanovnika, udio stanovnika grada u ukupnom broju stanovnika zemlje itd [5].

Prometni činitelji dodatno se dijele na [5]:

a) statičke,
b) dinamičke,
c) prometno-ekonomske činitelje.

Statički činitelji se mogu podijeliti na: stupanj motorizacije, gustoću vozila, podsustavi javnoga gradskoga prijevoza, broj park & ride mjesta, duljina ulične mreže, duljina sustava

javnoga gradskoga prijevoza, kvaliteta usluge javnoga gradskoga prijevoza, duljina biciklističkih staza, broj cestovnih prometnih nesreća, postojanje luke (na moru, na unutrašnjim plovnim putovima), postojanje aerodroma [5].

Dinamički činitelji mogu se podijeliti na: načinska razdioba putovanja po podsustavima prijevoza, prijeđeni kilometri javnoga gradskog prijevoza na godišnjoj razini, prevezeni putnici javnoga gradskoga prijevoza na godišnjoj razini, prosječno prijeđeni kilometri osobnoga vozila, prosječni dnevni broj prijeđenih kilometara osobnih vozila itd [5].

Prometno-ekonomski činitelji se mogu podijeliti na [5]:

a) cijena najjeftinije pojedinačne karte JGP-a (u jednom smjeru),
b) cijena parkiranja radnim danom u centru grada,
c) cijena taksi usluge.

Od gospodarskih, političkih i kulturno-socijalnih činitelja koji utječu na prijevoznu potražnju u gradskom prometu ističu se: BDP po stanovniku grada na godišnjoj razini, gospodarske djelatnosti, ekonomski aktivno stanovništvo, udio ekonomski aktivnoga stanovništva, posebna politička ili kulturna funkcija grada, broj kazališta, broj muzeja, broj turističkih noćenja na godišnjoj razini, broj bolnica, broj stadiona, broj sjedišta međunarodnih tvrtki itd [5].

Prostorno-geografski činitelji prijevozne potražnje su: površina područja grada, površina urbane zone grada, geografski kontekst (planine, šume, itd.), prirodni prometni pravci (rijeke, obale, itd.) [5].

Upravljanje prijevoznom potražnjom je koncept maksimiziranja potrebe za kretanjem kroz prometni sustav pomoću povećanja zaposjednutosti vozila ili utjecajem na vrijeme i potrebu za putovanjem. Glavni cilj i fokus upravljanja prijevoznom potražnjom u urbanoj sredini je reducirati ovisnost o korištenju osobnih vozila te reducirati potrebu za putovanjem. Pristup je orijentiran na korisnika prometnoga sustava, odnosno na stranu potražnje za putovanjima, koja uključuje skup mjera za poticanje promjene stavova i ponašanja pri odabiru načina putovanja s ciljem postizanja održivoga transportnoga sustava urbane sredine [5].

Prometni sustav ima presudan utjecaj na okoliš, zdravlje i socijalnu sliku urbanih sredina. Upravljanje prometnom potražnjom mora biti važan dio prometnog planiranja. Izazov je promjena postojeće modalne raspodjele putovanja i smanjenje ovisnosti transportnoga sustava o fosilnim gorivima uvjetovan je izazito velikim prostornim, ekonomskim i ekološkim troškovima. Stoga je upravljanje prijevoznom potražnjom konačna svrha i cilj održivoga prometnoga sustava urbane sredine [5].

Kao koristi upravljanja prijevoznom potražnjom mogu se navesti [5]:

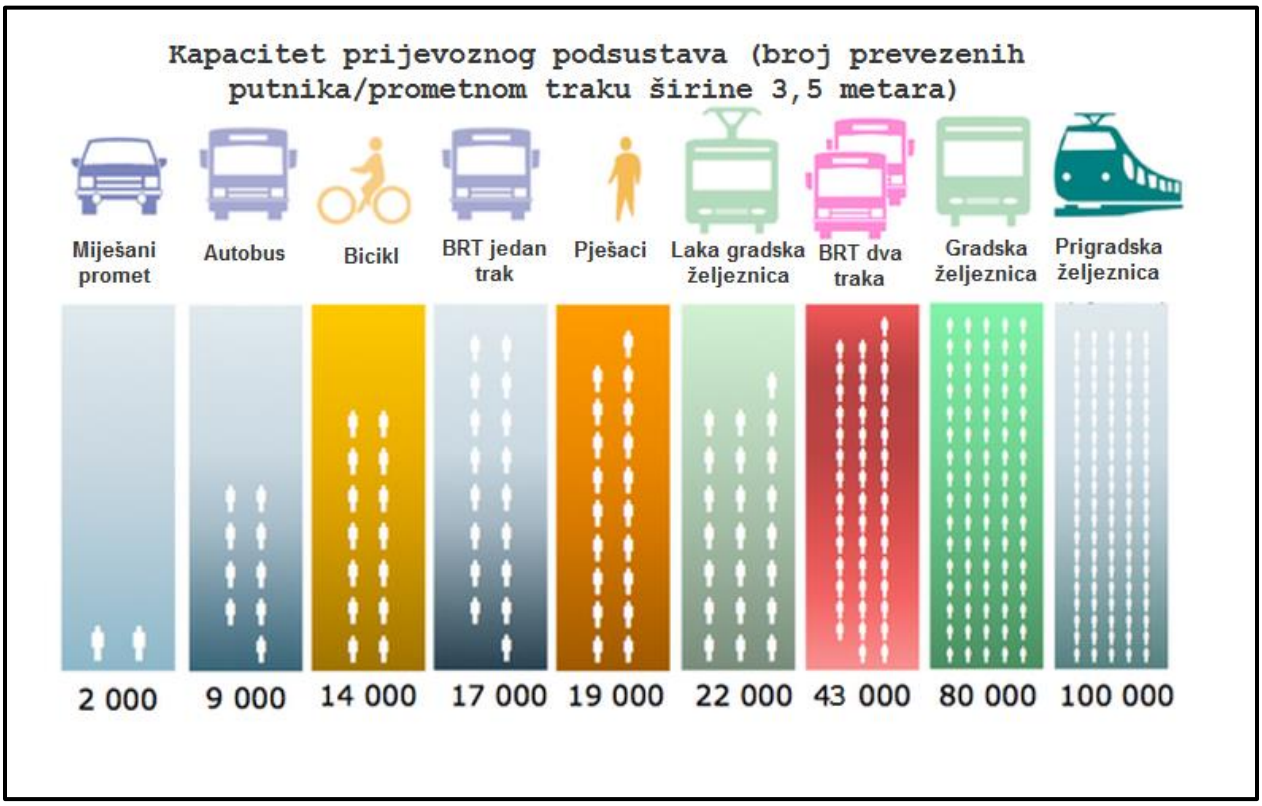
a) bolja dostupnost prometnoga sustava,
b) bolja predvidivost prometnoga sustava,
c) veća količina pravovremenih informacija,
d) povećanje mogućih alternativa za putovanje na posao,
e) povećanje mogućnosti ukupnoga prometnoga sustava.

U pristupu upravljanja prijevoznom potražnjom smisao je upravljati ukupnom prijevoznom potražnjom koja je generirana od zahtijevane dnevne mobilnosti stanovnika urbanih cjelina. Zbog trenda sve veće urbanizacije svjetske populacije, gradovi intenzivnije razvijaju svoje prometne strategije. Prometna politika kojoj je cilj povećanje kapaciteta gradske prometne mreže nije održiva, već treba voditi računa o iskorištavanju ponude postojeće infrastrukture kako bi se postigla prostorna, ekonomska, energetska i ekološka racionalnost [5].

Prostorna ekonomičnost važna je posebno u urbanim sredinama gdje je zauzeće prostora i stupanj izgrađenosti sredine u korelaciji s brojem stanovnika aglomeracije. Što je veći broj stanovnika urbane sredine, to je veća potražnja za mobilnosti stanovnika i dostupnosti prostora koji treba biti opslužen prometnim sustavom. U skladu s trendom globalne urbanizacije prostor postaje resurs o kojem u urbanim sredinama treba voditi računa kako bi se prostor što racionalnije koristio s aspekta prometnog sustava. Također neupitno je da su svi prijevozni podsustavi i alternative prostorno učinkovitije od korištenja osobnoga vozila [5].

Naprimjer propusna moć jednoga prometnoga traka u smjeru koji koristi mješoviti cestovni promet je najniža i iznosi do 2000 osoba/sat. Ostale alternative u obliku nemotoriziranih načina putovanja te podsustavi javnoga gradskoga prijevoza imaju višestruko veću propusnu moć jednoga traka po smjeru u jediničnom satu. Laka gradska željeznica stoga ima oko 10 puta

veću propusnu moć po jednom traku u smjeru na sat od mješovitoga cestovnoga prometa. Brzi autobusni prijevoz (*Bus Rapid Transit* – BRT*)* ima oko 10 puta veću propusnu moć, dok gradska željeznica (Metro podsustav) i prigradska željeznica imaju i od 20 do 25 puta veću propusnu moć od propusne moći jednoga prometnoga traka koji je namijenjen mješovitom cestovnom prometu što se može vidjeti na slici 1 [5].

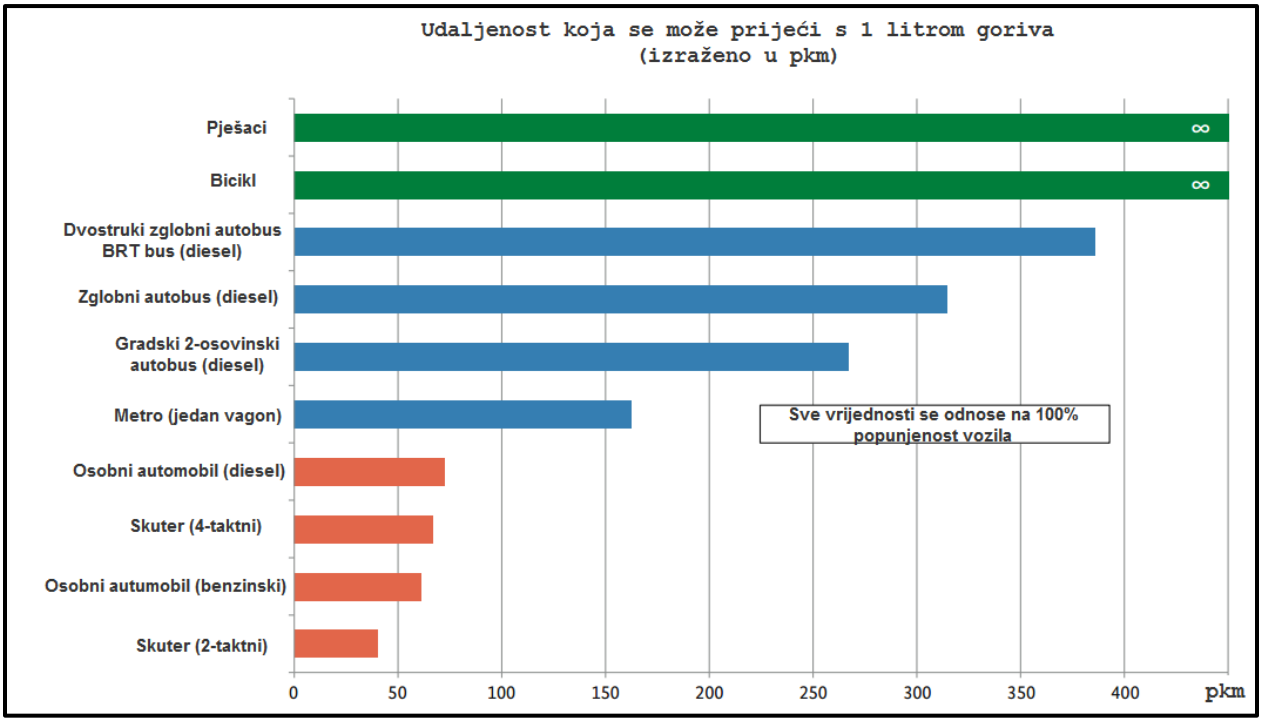


Slika 1. Kapacitet prometnog traka za različite načine prijevoza

Izvor: [5]

Sljedeći važan problem koji je vezan uz prijevoz putnika je ovisnost o nafti i naftnim derivatima. U konceptu upravljanja prijevoznom potražnjom opravdano se postavlja problem učinkovitosti pojedinih načina i oblika prijevoza. Intenzitet potrošnje energije može se prikazati kroz utrošak litre goriva, temeljen je na vrsti podsustava prijevoza i na prijeđenim kilometrima. Stoga je u urbanim prostorima, gdje je koncentracija prijevozne potražnje u vremenu i prostoru ograničena nužno je voditi računa o energetskoj učinkovitosti tako da se sa što manje energije preveze što više putnika. Energetska učinkovitost pojedinih načina i podsustava prijevoza može

se usporediti (prema nazivnom kapacitetu) u odnosu na utrošenu litru goriva kao što se može vidjeti na grafikonu 1 [5].



Grafikon 1. Prikaz udaljenosti koja se može prijeći s 1 litrom goriva pri 100 % popunjenosti vozila
Izvor: [7]

Ekonomska učinkovitost većim se dijelom očituje smanjenjem eksternih troškova uzrokovanih prometnim sustavom. Eksterni troškovi odnose se na sve stanovnike urbane sredine, odnosno na radno sposobne i zaposlene stanovnike gradova koji plaćaju pristojbe (porezi, prirezi i sl.) te tako pune lokalni proračun iz kojega se plaćaju navedeni eksterni troškovi. Najvećim se dijelom eksterni troškovi koji su prouzrokovani prometom prikazuju kao: troškovi prometnih zagušenja, troškovi zaštite okoliša i troškovi prometnih nesreća (dvije trećine prometnih nesreća se događa u gradovima) te troškovi izgradnje i održavanja prometne infrastrukture [5].

Prilikom analize upravljanja prijevoznom potražnjom treba razmatrati i ekološku učinkovitost a zagušenje prometa rezultira osim s ekonomskom neučinkovitošću i s ekološkom neučinkovitošću. Prometna zagušenja su najčešće posljedica sljedećih faktora: potražnja prelazi

raspoloživi kapacitet, neplanirani incidenti ili prometne nesreće, održavanje cesta, “uska grla” na cestovnoj mreži, sigurnosni razlozi itd [5].

Kao neke od vrlo često korištenih strategija upravljanja prijevoznom potražnjom mogu se nabrojati [5]:

a) zajednička vožnja,
b) razvoj i poboljšanje pješačkih i biciklističkih prometnica,
c) alernativni rasporedi rada,
d) prioriteti za vozila visoke popunjenosti,
e) rad na daljinu,
f) poboljšanje javnog prijevoza,
g) naplata zagušenja i korištenje inteligentnih transportnih sustava.

3.2 Zakonska regulativa o obavljanju prijevoza putnika u cestovnom prometu

Prijevoz putnika u unutarnjem cestovnom prometu se može obavljati na temelju *Zakona o prijevozu u cestovnom prometu NN 82/2013* i to prema podjeli na [8]:

a) javni linijski prijevoz putnika koji se može obavljati kao putnički, ekspresni ili direktni linijski prijevoz na međužupanijskim i županijskim linijama te kao lokalni linijski prijevoz putnika i može se obavljati samo autobusima,
b) posebni linijski prijevoz putnika,
c) shuttle prijevoz,
d) povremeni prijevoz putnika,
e) autotaksi prijevoz.

Pravna ili fizička osoba-obrtnik smije obavljati djelatnost javnoga cestovnog prijevoza putnika ili tereta u unutarnjem cestovnom prometu ako je upisana u sudski, odnosno obrtni registar i posjeduje licenciju za unutarnji prijevoz koju izdaje ured državne uprave u županiji, odnosno upravno tijelo Grada Zagreba nadležno za poslove prometa. Pravna osoba ili fizička osoba-obrtnik podnosi izdavatelju licencije zahtjev za licenciju. U zahtjevu treba navesti: vrstu prijevoza za koji se traži licencija, broj motornih i priključnih vozila kojima će se obavljati

djelatnost te priložiti pisane dokaze o ispunjavanju uvjeta iz članka 15. Zakona o prijevozu u cestovnom prometu. Uz zahtjev se prilaže i kopija rješenja o upisu djelatnosti prijevoza u cestovnom prometu u sudski, odnosno obrtni registar. Licencija se izdaje na razdoblje od 10 godina i nije prenosiva [8].

Licenciju za unutarnji prijevoz može dobiti fizička osoba-obrtnik ili pravna osoba ako [8]:

a) ima dobar ugled,
b) ima financijsku sposobnost,
c) ispunjava uvjet stručne osposobljenosti,
d) vlasnik je najmanje jednoga registriranog motornog vozila za pojedine vrste prijevoza, ili ima pravo na upotrebu tog vozila na osnovi sklopljenog ugovora o zakupu ili leasingu.

Prijevoznik koji obavlja javni linijski prijevoz putnika na određenoj liniji mora imati licenciju i dozvolu za tu liniju. Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture izdaje dozvolu za međužupanijski linijski prijevoz putnika. Upravno tijelo županije nadležno za poslove prometa izdaje dozvolu za županijski linijski prijevoz putnika. Dozvola se izdaje s rokom važenja do 5 godina i nije prenosiva. Dozvole se izdaju na zahtjev prijevoznika uz koji se prilažu sljedeći dokumenti [8]:

a) usklađeni vozni red,
b) dokaz o prijevoznim kapacitetima i najmanje jednom zaposlenom vozaču po autobusu,
c) itinerer u odgovarajućem mjerilu,
d) pisani ugovor o zajedničkom obavljanju prijevoza, ako prijevoz obavljaju dva ili više prijevoznika.

Obveze nositelja dozvole tj. prijevoznika su [8]:

a) svoje usluge pružati svim korisnicima bez diskriminacije i pod jednakim tehničkim i drugim uvjetima,

b) najkasnije u roku 30 dana od dana izdavanja dozvole započeti s obavljanjem prijevoza na odobrenoj liniji,
c) donijeti cjenik,
d) obavljati javni linijski prijevoz putnika u skladu sa Zakonom o prijevozu u cestovnom prometu, izdanom dozvolom i voznim redom, cjenikom i općim uvjetima prijevoza,
e) istu cijenu primjenjivati na isti način na sve korisnike autobusne linije,
f) za vrijeme prijevoza u vozilu imati dozvolu ili ovjerenu kopiju dozvole,
g) putniku bez vozne karte osigurati nabavu vozne karte,
h) brinuti za red, sigurnost i redovitost obavljanja prijevoza,
i) javno, putem medija objaviti početak, izmjenu ili prestanak prijevoza na liniji.

Vozač domaćeg prijevoznika u cestovnom linijskom prijevozu tijekom vožnje u vozilu mora imati [8]:

a) izvod iz licencije, odnosno kopiju licencije,
b) kvalifikacijsku karticu vozača,
c) putni list,
d) odgovarajuće dozvole koje se odnose na određenu vrstu prijevoza.

3.3 Analiza sustava prijevoza putnika u cestovnom prometu

Promet se može definirati kao složeni dinamički sustav. Sustav označuje skup elemenata u međusobnom odnosu. Složena kompozicija sustava omogućuje, ovisno o stajalištu, vrlo raznovrsno raščlanjivanje ili dekomponiranje cjeline po vertikali i po horizontali. Stupanj dekomponiranja, tj. selekcija stratuma odnosno slojeva na osnovi kojih je određeni sustav opisan ovisi o promatraču, njegovu znanju i njegovom interesu za analizu funkcioniranja određenog sustava. Sustavi mogu sadržavati razine (podsustave, stratume, slojeve) koji su objektivno dani, bez obzira na to radi li se o prirodnim ili umjetno stratificiranim sustavima. Općenito govoreći, stratifikacija tj. raspored razina podsustava, slojeva ili stratuma prema njihovom većem ili manjem utjecaju, pitanje je interpretacije funkcioniranja sustava. Složenost sustava karakteriziraju reverzibilne veze tj. uzročno-posljedične i povratne veze [9].

Vertikalna analiza sustava prijevoza putnika u cestovnom prometu omogućuje identifikaciju temeljnih razina strukture tog sustava a to su [9]:

1. tehnički sustav,
2. tehnološki sustav,
3. organizacijski sustav,
4. ekonomski sustav,
5. pravni sustav,
6. ekološki sustav.

3.3.1 Tehnički sustav

Tehnička razina prometnog sustava predstavlja temeljnu razinu koju čine tehnička sredstva, to su materijalna sredstva potrebna za stvaranje prijevozne usluge što uključuje i elemente informacijskog sustava. S obzirom na ulogu koju tehnička sredstva imaju u konkretnom tehnološkom procesu proizvodnje prometne usluge ona se mogu klasificirati na [9]:

a) transportna sredstva,
b) prometna infrastruktura:
    1. prometnice – predstavljaju prostorne objekte po kojima se kreću odgovarajuća transportna sredstva,
    2. prometna čvorišta ili terminali – prestavljaju središta obavljanja početnih i završnih radnji,
c) informacijski sustav.

3.3.1.1 Cestovna transportna sredstva u javnom putničkom prometu

Autobus je motorno vozilo namijenjeno za prijevoz većeg broja putnika u cestovnom prometu. Spada među jedan od najzastupljenijih načina prijevoza u gradovima u svijetu i autobusni sustav odlikuje veća fleksibilnost u odnosu na neke druge podsustave javnog prijevoza [3].

Najčešće se mogu podijeliti s obzirom na namjenu i relaciju putovanja na kojima se koriste i to na:

a) gradski,
b) prigradski,
c) međugradski,
d) turistički.

Autobusi se dalje mogu podijeliti s obzirom na konstrukciju, veličinu i broj putničkih mjesta na [10]:

a) Minibus – s obzirom na svoj gabarit i broj putničkih mjesta najmanje je cestovno prijevozno sredstvo za javni prijevoz čija visina dopušta stajanje putnika za vrijeme vožnje. Najviše se koristi na kratkim linijama u središtima gradova.
b) Standardni autobus – je klasičan autobus koji je vrlo zastupljen u javnom prijevozu u gradskom, prigradskom i međugradskom prometu zbog svojih zadovoljavajućih tehničko-eksploatacijskih karakteristika.
c) Zglobni autobus – najdulje je cestovno prijevozno sredstvo za javni prijevoz putnika, sadrži mehanički zglob i mijeh harmonike koji čine cjelinu kontinuirane unutrašnjosti a posjeduje mogućnost otklona +/- 40 stupnjeva u horizontalnoj ravnini i +/-10 stupnjeva u vertikalnoj.
d) Katni autobus – je najviše prijevozno sredstvo za cestovni prijevoz putnika koje sadrži dva po visini podijeljena putnička prostora međusobno povezana sa jednim ili dva komunikacijska stepeništa. Nedostatak je visoko težište vozila što može uzrokovati prevrtanje prilikom naglih skretanja pri većim brzinama. Prednost je što ima veći prijevozni kapacitet bez povećanja zauzetosti prometne površine u odnosu na standardni autobus.

U tablici 1. može se vidjeti usporedba tehničkih značajki prema vrsti nadgradnje: minibusa, standardnog, zglobnog i katnog autobusa.

Tablica 1. Usporedba tehničkih značajki autobusa prema vrsti nadgradnje

značajke	minibus	standardni	zglobni	katni
duljina (m)	5,4 - 7,7	10,7 – 12,2	16,7 – 18,0	8,5 – 12,0
širina (m)	2,1 – 2,4	2,4 – 2,5	2,5 – 2,7	2,45 – 2,50
visina (m)	2,7 – 2,8	2,9 – 3,1	2,7 – 3,15	4,0 – 4,4
kapacitet	15 – 30	70 – 82	96 – 160	70 – 125
unutrašnja visina (m)	1,85 – 1,9	2,05 – 2,23	2,2 – 2,5	1,4 – 1,8
broj osovina	2	2	3 – 4	2 - 3
razmak osovina (m)	2,7 – 4,3	5,6 – 7,6	5,25 – 7,3	4,3 – 5,6
prednji prepust (m)	0,75 – 1,25	2,1 – 2,7	2,25 – 2,65	0,9 – 2,5
visina poda (m)	0,5 – 0,7	0,5 – 0,9	0,75 – 0,9	0,64 – 0,68
minimalni radijus okretanja (m)	7,8 – 13,5	10,5 – 12,0	12,0 – 14,5	9,2 – 11,5
maksimalna brzina (km/h)	40 – 95	72 – 110	72 – 100	60 – 85

Izvor: [11]

Iz tablice 1. može se vidjeti da je prilikom odabira autobusa prema vrsti nadgradnje bitno voditi računa o uvjetima u kojima će se koristiti a pogotovo će na to utjecati: kapacitet, visina poda i minimalni radijus okretanja.

3.3.1.2 Cestovna prometna infrastruktura

Javnom cestom smatra se svaka cesta (površina) od općeg značenja za javni promet koja zadovoljava sve uvjete što ih utvrđuju osnovni Zakon o cestama i ostali propisi. Prema Zakonu o cestama javne ceste se, ovisno o njihovom društvenom, prometnom i gospodarskom značenju razvrstavaju u jednu od sljedeće četiri skupine [12], [13]:

a) Autocesta – je javna cesta posebno sagrađena i namijenjena isključivo prometu motornih vozila koja ima dva fizički odvojena kolnička traka (zeleni pojas, zaštitnu ogradu i sl.) za promet iz suprotnih smjerova s po najmanje dva prometna traka s obzirom na konfiguraciju terena i po jedan trak za zaustavljanje vozila u nuždi bez raskrižja s poprečnim cestama i željezničkim ili tramvajskim prugama u istoj razini u čiji se promet može uključiti odnosno isključiti se iz njega samo određenim i posebno sagrađenim priključnim prometnim trakovima za ubrzavanje ili usporavanje odnosno priključnim rampama, kojom je omogućen siguran prometni tok vozila i koja je kao autocesta označena propisanim prometnim znakom.

b) Državna cesta – definira javnu cestu koja povezuje cjelokupni teritorij Republike Hrvatske i povezuje ga s mrežom glavnih europskih cesta.
c) Županijska cesta – je javna cesta koja povezuje područje jedne ili više županija i naselja unutar županije, one integriraju cjelokupni prostor županije u mrežu cesta Republike Hrvatske.
d) Lokalne ceste – povezuju naselja i lokalitete unutar općine i integriraju cjelokupni prostor općine u mrežu cesta Republike Hrvatske.

Nerazvrstane ceste – su ceste koje se koriste za promet vozilima i koje svatko može slobodno koristiti na način i pod uvjetima određenim zakonom i drugim propisima a koje nisu razvrstane kao javne ceste prema Zakonu o cestama [12].

Hrvatska na svom području, prema stanju iz 2015. godine, ima ukupno 1.325 km autocesta, 6.886 km državnih cesta, 9.703 km županijskih cesta i 8.980 km lokalnih cesta [14].

Gradske prometnice imaju višestruku ulogu a jedna od njih je povezivanje izvangradskog i gradskog prometa. Izvangradska i gradska cestovna mreža imaju niz sličnosti, ali i značajne razlike u funkcionalnom pogledu [15]:

a) zadaci gradske mreže su složeniji,
b) prostorna i druga ograničenja su oštrija,
c) raznovrsniji su vidovi prometa – multimodalnost,
d) jači su konflikti različitih podsustava prijevoza, više pješačkih i biciklističkih tokova.

Funkcionalna klasifikacija gradskih prometnica i osnovni kriterij za utvrđivanje ranga, odnosno tipa prometnice predstavlja njena namjena, a elementi ovise o prognoziranom prometnom opterećenju. Dvije su osnovne funkcionalne razine gradske prometne mreže. Primarna mreža kojoj je osnovna funkcija osiguranje mobilnosti, odnosno protočnosti prometa i sekundarna mreža kojoj je osnovna funkcija osiguranje pristupačnosti lokacijama određenih urbanih sadržaja. Dakle gradska prometna mreža se može podijeliti prema funkcionalnoj klasifikaciji na [15]:

a) primarna (gradska) mreža prometnica nosi osnovni gradski promet, preuzima prigradski i dio tranzitnog, mora biti kompatibilna s mrežom javnih cesta izvan grada,
b) sekundarna (lokalna) mreža osigurava pristup urbanim sadržajima (lokalitetima), najbrojnije su pristupne ulice koje su namijenjene za opsluživanje.

Prometnice primarne gradske mreže se dalje mogu podijeliti na [16]:

a) ceste visokog učinka
    1. gradske autoceste (primjer Zagrebačka obilaznica),
    2. brze ceste – karakterizira ih velika brzina, protok, duljina prometnice, komfor, sigurnost, visok geometrijski dizajn standard (primjer Vukovarska ulica).
b) gradske avenije primjer – (Zagrebačka, Slavonska ulica),
c) glavne (sabirne) ulice primjer – (Bukovačka cesta),
d) ulica - predstavlja veznu komponentu između primarne i sekundarne gradske mreže.

Zajedno sa eksploatacijskim pokazateljima, neophodno je definirati mjerodavna vozila kako bi se temeljem njihovih dimenzija i dinamičkih parametara mogli dimenzionirati i oblikovati elementi prometnica u gradovima. Za dionice cesta primarne gradske mreže koriste se mjerodavna vozila izvangradske mreže kako bi se postigao kontinuitet prometnih uvjeta. Na sekundarnoj mreži postoji veća varijabilnost u izboru mjerodavnog vozila, pa na nekim dijelovima mreže mogu biti mjerodavna npr. komunalna vozila ili osobni automobil naprimjer na parkiralištima namijenjenim osobnim vozilima. Kod projektno-oblikovnih elemenata slobodni profili s pripadajućim elementima uvjetovani su prosječnim brzinama V = 30 km/h, pri čemu se u fazi koncipiranja moraju odrediti kombinacije mjerodavnih vozila za mimoilaženje odnosno za obilaženje na dionicama s jednosmjernim prometom. Polumjer tlocrtnih zavoja kod pristupnih gradskih ulica R_{min} određen je polumjerom okretanja mjerodavnih vozila [16], [17].

Drugi važan element cestovne infrastrukture su terminali koji predstavljaju značajne čimbenike u suvremenom putničkom prometu. Upravo ostvareni promet putnika na terminalima pokazuje da ih se može s prometnog aspekta tretirati kao međunarodne, međugradske, prigradske ili mješovite. U praksi ima vrlo malo terminala koji su isključivo jedan od ovih nabrojenih tipova, osim kada postoji određena potreba i opravdanost uvođenja posebnih ili razdvojenih

terminala. Važno je predvidjeti tip terminala te na taj način precizirati strukturu i njegov kapacitet [18].

Putnički terminali su statički dio sustava putničkog prijevoza za obavljanje operativnih i pratećih funkcija. Sadržaji koji omogućuju navedene funkcije dijele se na 4 osnovne skupine [18]:

a) zgradu na terminalu,
b) peronske površine,
c) površine za promet u mirovanju,
d) operativno tehnički dio terminala.

Što se tiče zakonskih odredbi o autobusnim kolodvorima Pravilnik o kategorizaciji autobusnih kolodvora utvrđuje mjerila i postupak za kategorizaciju autobusnih kolodvora. Zahtjev za utvrđivanje kategorije autobusnog kolodvora podnosi se uredu državne uprave u županiji, odnosno upravnom tijelu Grada Zagreba nadležnom za poslove prometa, na čijem se području nalazi autobusni kolodvor. Kategoriju autobusnog kolodvora utvrđuje Povjerenstvo za kategorizaciju autobusnih kolodvora [19].

Kategoriziranje autobusnog kolodvora radi se na temelju osnovnih i dodatnih mjerila u četiri kategorije, i to: A, B, C i D kategoriju. Osnovna mjerila su: infrastrukturna opremljenost kolodvorske zgrade, promet u mirovanju (prostor za parkiranje autobusa i osobnih vozila) i radno vrijeme autobusnog kolodvora. Infrastrukturna opremljenost kolodvorske zgrade uključuje sljedeće elemente [19]:

a) čekaonica (grijanje i osvjetljenje, klimatizacija čekaonice, mjesta za sjedenje),
b) prodaja autobusnih karata (kompjutorizirana, strojna, ručna),
c) način informiranja (putem panoa, razglasom, video monitorom, telefonom, usmeno, putem internetske stranice),
d) peroni (dovoljan broj ovisno o učestalosti dolazaka i polazaka autobusa, najmanje dva natkrivena),
e) sanitarne prostorije,
f) prometni ured,
g) garderoba,

h) prostor prilagođen za pristup osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivošću.

Prateći sadržaji kolodvora što se tiče ugostiteljske djelatnosti odnose se na restorane, kafeterije i ostale vrste ugostiteljske ponude. Uslužna djelatnost se odnosi na ponudu bankomata, prodaju tiska, trgovačku djelatnost i pristup internetu. Također može se razmatrati povezanost autobusnog kolodvora s prometnim terminalima [20]:

a) javnoga gradskog prometa - stajališta za autobuse ili tramvaje,
b) taksi stajalište,
c) druge transportne sustave (do 10 minuta pješačenja).

Pri projektiranju ulaza i izlaza s autobusnih kolodvora trebalo bi se pridržavati pravila trokuta preglednosti kao i kod raskrižja i priključaka. U Republici Hrvatskoj ovu problematiku obrađuju norma HRN U.C4.O50 iz 1990. godine te Smjernice za projektiranje raskrižja u naseljima sa stajališta sigurnosti prometa iz 2004. godine. Norma HRN U.C4.O50 prikazuje postupak proračuna za osiguranje preglednosti za raskrižja s obveznim zaustavljanjem i raskrižja bez obveznog zaustavljanja s detaljnim objašnjenjem postupka [21].

Sljedeći važan element cestovne infrastrukture u javnom prijevozu putnika je autobusno stajalište. Postupak za utvrđivanje lokacije autobusnih stajališta provode [22]:

a) Hrvatske ceste d.o.o.,
b) županijska uprava za ceste,
c) Upravno tijelo Grada Zagreba,
d) odnosno korisnik koncesije, ovisno o javnoj cesti na kojoj se treba locirati autobusno stajalište.

U postupku utvrđuje se opravdanost zahtjeva predlagatelja za izgradnju odnosno smještanjem autobusnog stajališta na javnoj cesti i to analizom [22]:

a) prijevoznih potreba putnika,
b) linija javnog prijevoza u cjelini te postojećeg rasporeda autobusnih stajališta,
c) tehničkih elemenata javne ceste,
d) prosječnog godišnjeg dnevnog prometa i vršnog prometa,

e) razine sigurnosti prometa,
f) odstupanja od postojeće razine prometne usluge na promatranoj trasi odnosno cestovnom pravcu javne ceste ako se izgradi odnosno smjesti novo autobusno stajalište.

Ako za izgradnju odnosno smještanje novih autobusnih stajališta nisu predviđena potrebna sredstva u Programu građenja i održavanja javnih cesta troškove njihove izgradnje odnosno smještanja može snositi predlagatelj te tako izgrađena autobusna stajališta postat će nakon izgradnje odnosno smještanja sastavni dio javne ceste [22].

Smještanje autobusnih stajališta na autocesti, brzoj cesti i cesti namijenjenoj isključivo za promet motornih vozila, izgradnja nije dopuštena. Na državnim i županijskim cestama moraju se graditi odnosno smještati na desnoj strani izvan kolnika postojeće javne ceste. Iznimno, nadležni subjekt može na prijedlog predlagatelja, uz prethodno pribavljenu suglasnost nadležne policijske uprave, dopustiti smještanje autobusnog stajališta i na kolniku javne ceste. Autobusna stajališta se projektiraju za svaki prometni smjer s desne strane u smjeru vožnje, obilježava se sukladno Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama, prometni znak »stajalište autobusa« postavlja se obvezno na početku ili ulazu autobusnog stajališta. Na pješačkom otoku autobusnog stajališta mora se postaviti ploča s imenom stajališta i izvatkom iz voznog reda, kao i košara za otpatke. Također mora se opremiti natkrivenim prostorom za putnike tj. čekaonicom koje u pravilu moraju biti istovjetne na trasi javne ceste. Natkriveni prostori za putnike oblikuju se na način da zadovolje potrebe putnika u funkcionalnom smislu, a u oblikovnom smislu moraju odgovarati klimatskim prilikama te zemljopisnim značajkama područja na kojem se smještaju. Okoliš autobusnog stajališta ovisno o podneblju u kojem se gradi odnosno smješta autobusno stajalište te se mora odgovarajuće urediti. Uređenje autobusnog stajališta podrazumijeva i odgovarajuće uređenje pješačkog pristupa stajalištu [23].

U Pravilniku o autobusnim stajalištima propisani su minimalni elementi za dimenzioniranje autobusnog stajališta i najmanje udaljenosti autobusnog stajališta od raskrižja. Kao najbolji smještaj autobusnih stajališta se u većini slučajeva odabire neposredno iza raskrižja u smjeru vožnje. Time je omogućeno lakše uključivanje autobusa u prometni tok, a i zbog pješačkih prijelaza iza stajališta pješaci imaju bolju preglednost. Kod smještaja autobusnog stajališta iza raskrižja ako se na istoj dionici ceste nalazi i tramvajsko stajalište može doći do konflikta motornog prometa i pješačkih tokova koji nastaje kada pješaci prelaze nepropisno cestu

ispred autobusnog stajališta kao što je prikazano na slici 2. Također do konflikta sa pješačkim tokovima može doći i ako se odmah nakon autobusnog stajališta nalazi i pješački prijelaz [24].



Slika 2. Smještaj autobusnog stajališta uz tramvajsko stajalište i mogući konflikt s pješačkim tokovima zbog nepropisnog prelaženja ceste, [25]

3.3.1.3 Informacijski sustav

Informacijski sustav je sustav koji prikuplja, pohranjuje, čuva, obrađuje i isporučuje informacije važne za organizaciju, tako da budu dostupne i upotrebljive svakome kome su potrebne. Informacijska tehnologija omogućuje automatizaciju poslovanja i ubrzanje izvođenja operacija i koristi se u različitim aspektima rada organizacije, ali trebala bi se također koristiti kao strategijski resurs kojim organizacija ili određeno poduzeće mogu osigurati svoj rast, povećanje prihoda i konkurentnost na tržištu. Načini na koji se može koristiti kao strategijski resurs su [26]:

a) poboljšanje procesa i promjena organizacijske strukture,
b) uključivanje informacijske tehnologije u proizvode i usluge,
c) povezivanje s drugim organizacijama.

Poslovni subjekt kao što je poduzeće može se podijeliti na tri podsustava [26]:

a) izvršni podsustav u kojemu se izvršavaju poslovni procesi,
b) upravljački podsustav koji upravlja poslovnim sustavom,
c) informacijski sustav koji pribavlja i obrađuje potrebne informacije.

Svaki poslovni sustav ima svoj informacijski sustav i unutar njega razrađene postupke informacijskih aktivnosti. Informacijski sustav uključuje infrastrukturu, organizaciju, ljude i uređaje pri radu s informacijama. U nekim organizacijama te postupke obavljaju sami ljudi a u drugima se koristi moderna informacijska tehnologija, prema tome informacijski sustav može biti manualan ili podržan informacijskom tehnologijom tj. kompjuteriziran. Cilj informacijskog sustava je opskrbiti poslovni sustav informacijama potrebnim izvršnom podsustavu za izvođenje poslovnog procesa, upravljačkom podsustavu za upravljanje poslovnim sustavom, pri suradnji i komunikaciji unutar samog poslovnog sustava i prema okolini sustava [26].

Informacijski sustav je važan u logističkom pristupu stvaranja usluge prijevoza putnika. Logistika kao znanost predstavlja skup multidisciplinarnih i interdisciplinarnih znanja koja izučavaju i primjenjuju zakonitosti planiranja, organiziranja, upravljanja, kontroliranja tokova materijala, ljudi, energije i informacija u sustavima. Nastoji pronaći metode optimizacije tih tokova s ciljem ostvarivanja ekonomskog efekta. Logistika kao poslovna funkcija obuhvaća sve djelatnosti potrebne za kompleksnu pripremu i realizaciju prostorne i vremenske transformacije dobara, usluga i znanja. Nastoji uporabom ljudskih resursa i sredstava u sustavima staviti na raspolaganje tržištu tražena dobra ili uslugu u pravo vrijeme i na pravom mjestu u traženoj količini, kvaliteti i cijeni s točnim informacijama vezanim uz ta dobra ili uslugu. Naglasak je na minimalnim troškovima i optimizaciji kako bi se postigao odgovarajući ekonomski učinak. Logistika podrazumijeva planiranje, organizaciju, upravljanje, izvršavanje i kontrolu prometnih operacija. Gradska logistika se može opisati kao proces ukupne optimizacije logističko-prijevoznih aktivnosti kompanija u urbanim područjima, uzimajući u razmatranje prometno okruženje, prometna zagušenja i potrošnju energije, unutar okvira tržišne ekonomije [3].

Kako se prijevozna usluga distribuira kroz prostorno-vremenski okvir, nužno je imati i informaciju u logističkom procesu prijevozne usluge. Informacije mogu biti raznorodnog tipa: gdje su prijevozne jedinice, koji je vozni red, koji je raspored prometnog osoblja, gdje su zastoji i zagušenja na mreži, gdje su izvanredni događaji, kakva je prijevozna potražnja i slično. Stoga je suština logističkog informatičkog sustava prikupiti i pretvoriti točne podatke u korisne informacije. Kvaliteta informacije je od neprocjenjive važnosti. Stoga su za informacijski sustav važna tri osnovna uvjeta [3]:

a) pribavljanje prave informacije,

b) održavanje informacije točnom,
c) učinkovito prenošenje informacije – komunikacijski kanal mora biti efikasan.

Definiranje informacijskog sustava logistike prijevoza putnika može se podijeliti na [3]:

a) sustav istraživanja i obrade prijevozne potražnje,
b) sustav za obavješćivanje operativnih zaposlenika i putnika,
c) sustav pomoći prilikom odlučivanja (protokoli u redovnim i izvanrednim situacijama),
d) sustav izvještaja i izlaznih podataka.

Primjene informacijsko-komunikacijske tehnologije (Information and Communications Technology - ICT) u sustavu javnoga gradskog prijevoza putnika mnogostruke su te postaju ključna komponenta u logističkom smislu upravljanja uslugama javnoga gradskog prijevoza putnika. Glavna područja u kojima se primjenjuju ICT i telematičke tehnologije su [3]:

a) Operativni nadzor, upravljanje i kontrola:
    1. automatska lokacija vozila (Automatic Vehicle Location - AVL),
    2. kompjutorsko otpremanje vozila (Computer-aided dispatch - CAD),
    3. videonadzor (Closed-circuit television - CCTV).
b) Prikupljanje podataka za upravljanje i planiranje. ICT pruža veliku mogućnost prikupljanja i obrade podataka u svrhu mnogih operativnih i planerskih funkcija vezanih za javni gradski prijevoz. Tu primjerice pripadaju: brojanje putnika, troškovi, naplata karata, moguće je skupljanje podataka o izvorištu i odredištu putnika itd.
c) Sustav za informiranje putnika. Razvoj ICT-a je omogućio revolucionarnu promjenu u pružanju informacija putnicima u realnom vremenu, kako kroz informativne panele smještene na stajalištima, tako i putem interneta i mobilnih telefonskih uređaja.
d) Elektronski sustav naplate i upravljanja sustavom predstavlja također pogodnost koju omogućuje ICT. Primjena kod magnetske kartice s određenom količinom novaca.

Sljedeće su pametne kartice (engl. smart card) tehnologija voznih karata koju ne treba nužno provlačiti kroz aparat da bi se omogućilo korištenje usluge prijevoza.

Inteligentni transportni sustavi (Intelligent transportation system - ITS) u prijevozu putnika nadogradnja su informacijsko komunikacijskih sustava u sklopu računalno podržanih sustava operativnog nadzora i upravljanja poduzećem (engl. fleet management). Sustav nadzora i upravljanja omogućuje pregledan prikaz radnih procesa za ekonomično korištenje vozila i pravovremeno prepoznavanje smetnji. To je idealan informacijski i dispozicijski sustav za optimiranje rada i pripremu rada u javnom prijevozu putnika putem nadzora, upravljanja, organizacije i vođenja kompleksnog prometa korištenjem računala. Modularni softverski paket omogućuje prikaz informacija i pružanje pomoćnih sredstava za dispoziciju i komunikaciju [3].

U osnovne funkcije računalno podržanog sustava nadzora i upravljanja poduzeća pripadaju [3]:

a) utvrđivanje lokacije vozila,
b) usporedba zadanog i stvarnog stanja u prometu radi nadzora voznog reda,
c) automatska razmjena informacija putem podatkovne radiokomunikacije,
d) upravljanje govornom komunikacijom,
e) kontinuirano informiranje dispečera o aktualnom stanju radnog procesa,
f) prikaz radne situacije u grafičkom i tabličnom obliku,
g) usporedba zadanog i stvarnog stanja radi nadzora putovanja (usporedba zadanog/ stvarnog učinka),
h) alati za pomoć dispečeru kod organizacijskih i dispozicijskih mjera (upravljanje smetnjama):
    1. nadzor posebnih događaja,
    2. protokoliranje svih važnih informacija i zahvata za osiguranje alata za dijagnozu (npr. analiza voznih podataka),
    3. nadzor veza i osiguranje veza,
    4. informacija za putnike o stvarnom vremenu (Dynamic passenger information-system-DFI),

5. utjecaj na svjetlosnu signalizaciju.

Korištenjem mogućnosti ITS sustava te integracijom s cjelovitim prometnim rješenjima ITS-a na području urbane sredine prometno poduzeće ostvaruje sljedeće ciljeve [3]:

a) povećanje atraktivnosti javnog prometa kao i prihvaćanja javnog prometa od strane putnika na osnovi obilježja kakvoće, kao što su pouzdanost, raspoloživost i jednostavno rukovanje putem:
   1. postizanja maksimalne točnosti i redovitosti,
   2. poboljšanja sigurnosti veza kod presjedanja,
   3. skraćivanja vremena prijevoza mogućnošću utjecaja na svjetlosnu signalizaciju.
b) bolja informiranost putnika na stajalištima putem stvarnih podataka, kao i davanje informacija u vizualnom i akustičnom obliku.

Pojednostavljenje radnih procesa i povećanje efikasnosti i ekonomičnosti za prijevoznika može se postići [3]:

a) optimizacijom korištenja vozila i osoblja,
b) optimizacijom vremena prometovanja vozila (vrijeme obrta),
c) ranim prepoznavanjem radnih i tehničkih nepravilnosti i smetnji,
d) učinkovitim radom osoblja u centrali,
e) povećanom fleksibilnošću na temelju mogućnosti da se vozilo koristi prema potrebi.

Primjena ICT-a, telematike i ITS tehnologije omogućuje da prijevoz putnika funkcionira bolje, efikasnije i omogućuje povećanje alternativnih tipova usluge. U konačnici, poduzeću omogućuje ekonomski efikasniji sustav. Što se tiče putnika ITS omogućuje veću atraktivnost sustava prijevoza putnika koja pomaže da se putnici lakše odluče na putovanje javnim gradskim prijevozom [3].

Jedan od najvažnijih elemenata informacijskog sustava koji direktno utječe na želju pojedinaca za korištenjem javnog prijevoza je putno informiranje. Ovisno o tome kada je informacija primljena, putne informacije dijele se na: predputne (Pre-trip informations), putne (On-trip informations) i informacije koje se daju na kraju ili nakon putovanja (Post-trip informations) [3].

Usluga predputnoga informiranja omogućuje korisnicima da iz doma, odnosno sa svoga radnoga mjesta ili neke druge javne lokacije planiraju itinerare putovanja ili dođu do korisnih informacija o: raspoloživim oblicima prijevoza, parkirnim mjestima, priključnim vezama, vremenu polaska, dolaska, kašnjenja i cijenama putovanja ili o online prijavi rezervacije. Planiranje putovanja uglavnom se temelji na statičkim predputnim informacijama o [3]:

a) planiranim radovima na cesti, što utječe na frekvenciju prometa i vozno vrijeme,
b) specijalnim događajima koji generiraju porast prometa na cesti,
c) naplati cestarine (cijene, način plaćanja),
d) tranzitu (cijene, vozni redovi, način plaćanja, rute),
e) intermodalnim informacijama (veze, usluge),
f) regulaciji kretanja komercijalnih vozila (ograničenja visine i težine, prijevoz opasnih tvari).

3.3.2 Tehnološki sustav

Tehnološki sustav spada među najvažnije elemente prijevoza putnika u cestovnom linijskom prijevozu putnika i odnosi se na statičke elemente linije kao što: su linija, trasa, stajališta i terminali. Zatim dinamički elementi prometne usluge na liniji kao što su: broj vozila, vrijeme obrta, interval i frekvencija vožnje, prijevozna sposobnost linije i brzine vožnje. Tehnološke značajke autobusa su također uključene u analizu [27].

3.3.2.1 Linije javnog prijevoza

Autobusni pravci, u pravilu, trebaju slijediti, što je više moguće, glavne gradske ulice. Treba izbjegavati sporedne ulice, radi postizanja veće brzine vožnje i mogućnosti postavljanja stajališta na glavnim izvorima i ciljevima putovanja. U idealnim uvjetima autobusni pravac treba biti ravan i izravan. Uobičajeno je odrediti pravac prometovanja tako da prolazi pokraj važnih objekata kao što su: bolnice, škole, trgovački centri, stadioni i slično. Prijevozne tvrtke često

dobivaju zahtjeve za novim pravcima ili promjenama postojećih, kako se prijevozna potražnja mijenja tijekom vremena. Autobusni podsustav je tu u prednosti nad tračničkim, s obzirom na to da je fleksibilniji. Uvjet za uspostavu ili promjenu trase linije je postojanje cestovne infrastrukture i minimalni tehnički uvjeti koje prometnica treba ispunjavati. Kružno usmjeravanje linija autobusnog prometa često se koristi u područjima s malom gustoćom stanovanja [3].

Mreža linija predstavlja glavnu komponentu infrastrukture sustava javnog prijevoza. To je skup linija javnoga prijevoza koje se međusobno preklapaju ili presijecaju. Uslugu javnog prijevoza obavljaju prijevozna sredstva koja prometuju po fiksnim linijama po unaprijed utvrđenom voznom redu. Duljina mreže predstavlja ukupnu duljinu svih pravaca koje opslužuje jedna ili više linija javnog prijevoza [28].

Linija javnoga prijevoza je dio mreže linija koja je koordinirana za učinkovito prometovanje. Sastoji se od [28]:

a) trase,
b) stajališta,
c) terminala.

Trasa linije javnoga prijevoza je unaprijed utvrđen pravac po kojemu prometuju prijevozna sredstva. Duljina linije je jednosmjerna udaljenost između dvaju terminala, izražena u kilometrima, bez obzira na to prometuje li linija sama ili se preklapa s drugim linijama [28].

Dominantni cilj pri projektiranju sustava javnog prijevoza je privlačenje što većeg broja putnika. Kako bi se to postiglo, definiraju se glavne karakteristike projekta mreže koje utječu na kvalitetu usluge javnog prijevoza i time na privlačenje putnika a to su [28]:

a) pokrivenost područja stajalištima javnog prijevoza,
b) brzina putovanja,
c) atraktivnost linije,
d) izravna putovanja.

Pri projektiranju linija javnog prijevoza i pri njihovom koordiniranju u mreži, potrebno je analizirati čimbenike koji utječu na geometrijske elemente kao što su [28]:

a) razmak,
b) duljina,
c) smjer,
d) veza između linija.

Kako bi se postigla integracija unutar različitih linija, npr. mreže metroa i mreže autobusa, moraju se ponuditi praktični i učinkoviti transferi između linija. Integracija mreže kroz transfere u mrežama linija uključuje [28]:

a) funkcionalni projekt linije,
b) optimalni plan stajališta transfera,
c) koordinirani vozni red,
d) informacije,
e) zajedničku tarifu.

Projektiranje mreže javnoga gradskog prijevoza putnika uključuje određivanje razmaka između linija javnog gradskog prijevoza. Autobusne su linije, u pravilu, ortogonalne, s obzirom na to da prate glavne gradske prometnice (i pod uvjetom da su prometnice ortogonalno postavljene), dok su radijalne linije odlike, u pravilu, tračničkih sustava. Optimalna udaljenost između dviju linija daje ravnotežu triju komponenata: vremena pješačenja, vremena čekanja, troška usluge. Pravci trebaju biti smješteni tako da prijevozna potražnja (jednak broj putnika sa svake strane linije) koristi pravce javnoga gradskog prijevoza. Ako je prijevozna potražnja približno jednaka s obje strane linije, razmak između pravaca rezultira [3]:

a) manjim troškom izgradnje i instaliranja linija,
b) učestalijim uslugama na svakom pravcu, pa je vrijeme čekanja manje,
c) većom udaljenošću do prilaznih pravaca, što nepovoljno utječe na vrijeme pješačenja.

Optimum polaganja linija javnog gradskoga prijevoza putnika ovisi o tome koliki je trošak izgradnje i instalacije linije u odnosu na ukupne troškove za lokalnu zajednicu. Za tračničke sustave, investicijski trošak izgradnje pravca je, u pravilu, vrlo visok. Stoga je nužno imati što manje pravaca, to jest veliki razmak između pravaca i što manje vrijeme slijeđenja

između vlakova. Problem pješačenja do stajališta tračničkog sustava može se rješavati autobusnim linijama, automobilima, taksi službom ili biciklima – podsustavima koji su manjeg kapaciteta i koji nadopunjuju prijevoznom moći podsustav koji ima veću prijevoznu moć. Tipična dužina linije u jednom smjeru za autobus je 5-12 km, u velikim gradovima i 15-20 km. Maksimalno vrijeme obrta za sve podsustave je oko 2 sata, ali moguće su iznimke s linijama i do preko 2 sata vremena obrta [3].

Svaka linija treba osigurati dvije temeljne funkcije: skupljanje/distribuciju putnika i njihov prijevoz na određenoj udaljenosti. Liniju treba položiti što je moguće više u skladu s većinom linija želja putovanja, sa što manje presjedanja i što više direktnih putovanja. Kompromis između dobre pokrivenosti uslugom prijevoza i velike brzine putovanja ovisi o broju i distribuciji putovanja duž linije. Punjenje linije moguće je podsustavom manjega kapaciteta (bus, paratranzit, taksi, tram i slično), individualnim vozilima (Park&Ride, pješačenjem) [3].

Principi kojima bi se trebalo voditi pri određivanju lokacije stajališta javnoga gradskog prijevoza putnika [3]:

a) trebaju biti postavljeni na velikim izvorima atrakcije i destinacije pješačkih tokova (npr. bolnice, pošte, kolodvori, trgovi, trgovački centri, škole sveučilišta),
b) trebaju biti postavljena tamo gdje ne ugrožavaju sigurnost prometa i pješaka,
c) trebaju biti postavljena na izlaznoj strani raskrižja uz ugibalište (autobus),
d) položaj stajališta ne smije ometati pristup ostalim posjedima,
e) autobusna stajališta trebaju biti pozicionirana tamo gdje postoji mogućnost smještaja ugibališta,
f) stajališta JGPP-a trebaju biti pozicionirana tamo gdje postoji dovoljno prostora u dužinu i širinu za smještaj putnika,
g) u blizini JGPP-a stajališta treba onemogućiti ulično parkiranje, legalno i nelegalno iz sigurnosnih razloga.

Razmak između stajališta javnoga gradskog prijevoza tj. međustanična udaljenost ovisi o više faktora [3]:

a) podsustavu javnoga gradskog prijevoza putnika,
b) brzini putovanja (tablica 2.),

c) broju putnika,
d) trasi i tipu – razini gustoće izgrađenosti zemljišta (gravitacijski polumjer),
e) tipu i duljini putovanja korisnika.

Tablica 2. Međustajališni razmak u odnosu na brzinu prijevoznog sredstva različitih podsustava javnog prijevoza.

Prijevozno sredstvo podsustava	Brzina (km/h)	Međustanična udaljenost (m)
tramvaj i gradski BUS	16-23	250-550
podzemna željeznica	21-23	600-1500
metro	25-35	1000-1500
električna gradska i prigradska željeznica	40-50	2500-3000

Izvor: [29]

Odnos između razmaka stajališta i brzine vožnje odnosno putovanja je takav da što su razmaci između stajališta kraći, to je udaljenost pješačenja korisnika prijevoza kraća, dok kraća udaljenost između stajališta podsustava javnog prijevoza uzrokuje manju brzinu vožnje što pak utječe na vrijeme ukupnog putovanja podsustavom javnog prijevoza [3].

3.3.2.2 Dinamički elementi linije

Statički elementi linije nisu navedeni u zasebnom poglavlju jer su već detaljno obrađeni u poglavlju o cestovnoj infrastrukturi.

Osnovni i izvedeni dinamički elementi utvrđuju se prema prijevoznoj ponudi i potražnji na liniji i određeni su voznim redom. Dinamički elementi prometne usluge na liniji su sljedeći [3]:

a) osnovni dinamički elementi:
   1. broj vozila na liniji (N),
   2. vrijeme obrta na liniji (T_0).
b) izvedeni dinamički elementi:
   1. interval vozila – slijeđenje (i),
   2. frekvencija vozila – (f).

Broj vozila na liniji (N) – kako se prijevoz putnika na liniji odvija pomoću vozila koja putuju duž trase linije, važno je koliko će vozila prometovati tom linijom, koja se iskazuje kao prijevozna ponuda u broju jedinica N, da bi se zadovoljila prometna potražnja. Tok vozila nije

idealno kontinuiran zbog uvjeta prometovanja u gradovima i čini diskontinuirani tok vozila koji je teško matematički definirati [27].

Vrijeme obrta (T_0) – sadrži vrijeme potrebno da vozilo napravi jedan obrt može se prikazati prema [27]:

$$T_o = \sum t_v + \sum t_{čui} + \sum t_t \ [\text{min}] \tag{1}$$

gdje oznake imaju sljedeće značenje:

- t_v-vrijeme vožnje,
- $t_{čui}$-vrijeme čekanja na stajalištima za ulazak i izlazak putnika,
- t_t-vrijeme provedeno na terminalima.

Interval (i) je vremenski razmak slijeđenja između dva uzastopna vozila na liniji (u praksi je i_{min} = 1,0 min, a $i_{max} = T_0$. Odnos je iskazan sljedećom formulom [27]:

$$i = \frac{T_0}{N} \ [\text{min}] \tag{2}$$

Brzina obrta može se izraziti iz vremena obrta (T_0) prema formuli [27]:

$$V_0 = \frac{2 \cdot L}{T_0} \ [km/h] \tag{3}$$

Frekvencija usluge (f) ili učestalost, važna je značajka 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 obrta [27]:

$$f = \frac{N}{T_0} \cdot 60 \ [voz/h] \tag{4}$$

Frekvencijom vozila izražava se intenzitet kretanja vozila na liniji i uz to frekvencija vozila predstavlja recipročnu vrijednost intervala slijeđenja te se može izraziti [27]:

$$f = \frac{60}{i}\ [voz/h] \tag{5}$$

3.3.2.3 Brzine u cestovnom prijevozu putnika

Prijevozna brzina (transportna brzina ili brzina putovanja) – prosječna brzina koju vozilo postigne pri prometovanju između dva terminala tj. početne i završne točke na liniji i može se prikazati formulom [29]:

$$V_p = \frac{L}{T_p} \cdot 60\ [km/h] \tag{6}$$

gdje oznake imaju sljedeće značenje:

- L – udaljenost između terminala [km],
- Tp – vrijeme putovanja [min].

Brzina obrta V_0 u uvjetima linijskog prijevoza putnika služi za izračunavanje trajanja vremena obrta i izradu voznog reda za cijelu liniju i za svako vozilo pojedinačno, prema formuli [29]:

$$V_0 = \frac{2 \cdot L}{T_0} \cdot 60[km/h] \tag{7}$$

Eksploatacijska brzina je odnos ukupno prijeđenog puta tijekom dana (mjeseca, godina) s vremenom koje je vozilo provelo na radu uključujući dolazak i odlazak u garažu, kao i sve ostale gubitke kao što su kvarovi, servisi, itd, prema formuli [29]:

$$V_e = \frac{\sum L}{\sum T_r}\ [km/h] \tag{8}$$

gdje oznake imaju sljedeće značenje:

- ΣL – ukupno prijeđeni put,
- ΣTr – ukupno provedeno vrijeme u eksploataciji.

3.3.2.4 Elementi kvalitete usluge u javnom cestovnom prometu

Osnovni elementi kvalitete transportne usluge u cestovnom prijevozu su: učestalost, putničke informacije, točnost, čistoća, sigurnost, pouzdanost, cijena, povezanost transportnog sustava, dostupnost, panoramski pogled, brzina, redovitost i udobnost [30].

S gledišta elemenata kvalitete prijevozne usluge u gradskom prometu sigurnost je uvijek najznačajniji kriterij. Nakon nje prema rangovima kriterija važna je učestalost jer je veća frekvencija polazaka pa se može i ranije krenuti. Slijedi povezanost transportnog sustava te se to odnosi na povezanost sa drugim podsustavima prijevoza. Putnicima je također važan čimbenik cijena ili tarifa prijevoznih usluga te ukoliko su relacije putovanja kraće ne isplati se plaćati visoke cijene prijevoznih usluga. Dostupnost je čimbenik koji itekako mora biti zadovoljen kako putnici ne bi trebali predugo pješačiti do svog odredišta, jer se u tom slučaju odlučuju za drugo prijevozno sredstvo. Neizostavni dio kod elementa kvalitete prijevozne usluge su i putničke informacije koje moraju biti dostupne svim korisnicima jednako, dali to bilo putem interneta ili javno objavljeno. Nakon sigurnosti možda i najvažniji čimbenik svim korisnicima je i točnost, koja je važna kako bi se autobusne kompanije pridržavale vremena polazaka i dolazaka prema voznim redovima. Također bitna je i redovitost (redovit prijevoz tijekom tjedna i vikenda) [30].

Autobusi u prigradskom prometu koriste se na dužim relacijama nego autobusi u javnom gradskom prijevozu putnika. Najznačajniji elementi kvalitete koji moraju biti zadovoljeni su svakako sigurnost, koja predstavlja najznačajniji element kvalitete prijevozne usluge neovisno o tome na kojim se udaljenostima obavlja prijevoz putnika. Zatim u prigradskom prijevozu putnika vrlo je važna točnost polazaka autobusa i cijena prijevoza, jer ukoliko se izgubi točnost ili je cijena za korisnike usluge prijevoza previsoka, korisnici će se odlučiti za prijevoz vlastitim prijevoznim sredstvima. Zatim se po važnosti u prigradskom putničkom prijevozu ističu još brzina putovanja (brzina kretanja vozila), povezanost transportnog sustava (povezanost s drugim prometnim sustavima), redovitost (prijevoz redovit tijekom tjedna i vikenda), udobnost (za duže relacije potrebna sjedeća mjesta), čistoća (urednost autobusa), dostupnost stajališta u pravilu zahtjeva da stajališta moraju biti stacionirana na frekventnim točkama te na određenoj liniji u približno jednakim udaljenostima [30].

Autobusi u međugradskom prijevozu namijenjeni su prijevozu putnika na dulje relacije. Pa tako zbog njihove namjene predviđena su isključivo sjedeća mjesta, klasična je izvedba s

dvojim vratima te su vrata izvedena uže nego kod gradskih autobusa. Autobusi imaju veliki prostor za prtljagu, razmaci između sjedala i ergonomska izvedba putničkog prostora mora omogućiti siguran, udoban i učinkovit prijevoz putnika na veće udaljenosti. Isto tako, pošto se radi o putovanjima na duže relacije pokazuje se i potreba za dodatnim sadržajima s obzirom na specifičnosti putovanja. U autobusima na međugradskim relacijama nalaze se dodatni sadržaji poput WC-a, televizije itd. Što se tiče elemenata kvalitete u međugradskom prometu ističe se kao i kod ostalih vrsta prijevoza sigurnost, zatim udobnost koja mora biti na najvišem nivou pošto se radi o prijevozu putnika na dulje relacije. Zatim po važnosti se ističe i cijena prijevoza, jer ukoliko je cijena prijevoza previsoka potencijalni korisnici odlučit će se za prijevoz vlastitim prijevoznim sredstvom ili nekim drugim podsustavom prijevoza koji je cjenovno povoljniji, a pruža slične uvijete prijevoza. Isto tako vrlo je bitna učestalost i točnost u međugradskom prijevozu iz razloga da se putnici mogu sa sigurnošću pouzdati u vozni red prijevoznika te putovati u željenom momentu [30].

Autobusi korišteni u turističkom prijevozu moraju sadržajno ispunjavati iste zahtjeve kao i autobusi u međugradskom prijevozu s tim da se tu od elemenata kvalitete ističu sigurnost, udobnost i panoramski pogled kao najvažniji. Autobusi svojim tehničko-tehnološkim karakteristikama jednaki su ili još malo snagom i kapacitetom snažniji [30].

3.3.3 Organizacijski sustav

Pod organizacijom kao općim pojmom razumijevaju se vrste i načini spajanja raznih dijelova određene cjeline, a u svrhu postizanja zajedničkog cilja koji pojedinac uopće ne može postići ili ga može postići samo uz uložen veliki napor. Organizacija ima sposobnost izdizanja proizvodnog sustava nad klasičnim opsluživanjem. U svrhu postizanja izdizanja proizvodnog sustava organizacija mora imati [9]:

a) utvrđene ciljeve, kao primjer veći obujam prijevoza, veći dohodak ili veća produktivnost,
b) sadržajne aktivnosti kao što su struktura rada, prijevoza ili utroška,
c) nositelje, a to mogu izvršitelji, djelatnici i sredstva,
d) metodologiju odnosno način svrhovitog izvođenja aktivnosti,

e) mehanizme praćenja koji predstavljaju aktivnosti vezane prikupljanjem informacija (raznih pokazatelja, povratne sprege).

Suvremeni pristup teoriji organizacije rada nužno polazi od toga da se tehnika i tehnologija proizvodnje neprekidno usavršavaju te se istovremeno stalno razvijaju i unapređuju društveno-ekonomski odnosi. Zadaci organizacije prilagođuju se novim uvjetima, a njezin sadržaj se usmjerava sve više na usklađivanje elemenata proizvodnje radi postizanja optimalnih kvalitativnih i kvantitativnih učinaka [9].

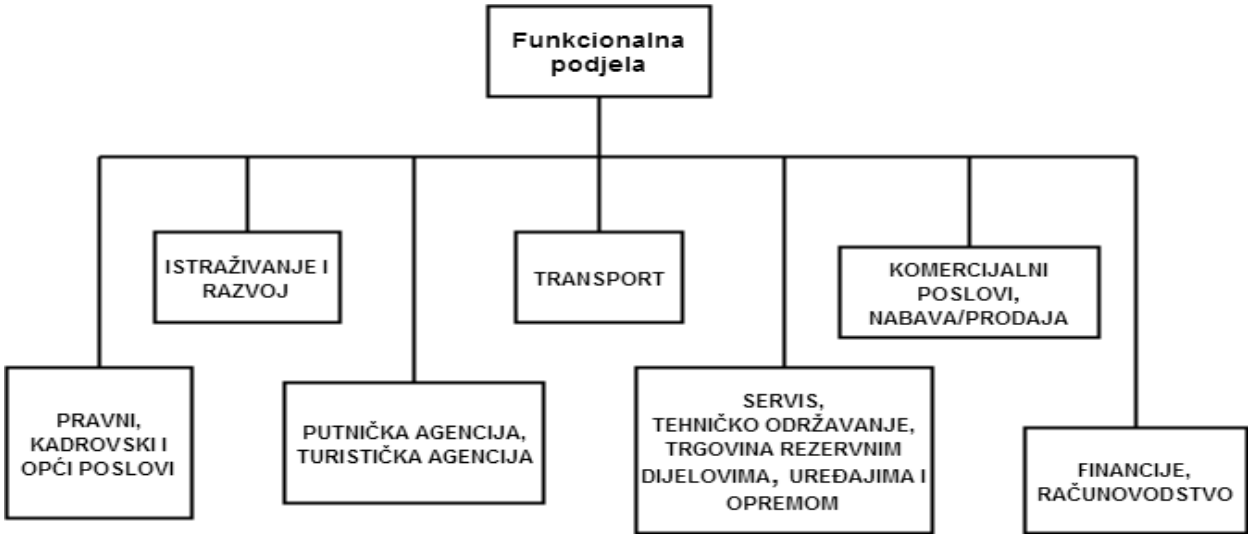
Organiziranje obuhvaća [31]:

a) identifikaciju i klasifikaciju potrebnih aktivnosti,
b) grupiranje aktivnosti nužnih za postizanje ciljeva,
c) delegiranje - dodjeljivanje svake grupe aktivnosti pojedinom menadžeru zajedno s ovlastima nužnim za njihov nadzor,
d) osiguranje koordinacije u organizacijskoj strukturi (vodoravne i okomite).

Dijelovi organizacije su zasebne cjeline unutar organizacije nad kojima menadžer ima ovlasti radi obavljanja određenih aktivnosti. Svrha organiziranja je učiniti ljudsku suradnju učinkovitom [31].

Organizacijska struktura predstavlja način na koji su organizacijske aktivnosti: klasificirane, grupirane i koordinirane. Struktura mora biti prilagođena ciljevima i strategiji. Strukturom se distribuira moć u poduzeću, tj. razina utjecaja na odluke. Organizacijska struktura mora odražavati svoje okruženje te što je ona više promjenjiva to i struktura mora biti fleksibilnija. Treba uvažavati osobnost ljudi koji čine organizaciju, pri grupiranju aktivnosti i stvaranju odjela unutar organizacijske strukture. Organizacijska struktura je shema poslova i odjela koja usmjerava ponašanje pojedinaca i grupa prema ostvarivanju organizacijskih ciljeva. Organizacijska struktura važna je stoga što osigurava pravilno raspoređivanje i uređenost funkcija i njihovih međuodnosa te tako utječe na efektivnost ostvarivanja ciljeva.

Primjer funkcionalne strukture prijevoznika u javnom cestovnom putničkom prijevozu može se vidjeti na slici 3. Takva struktura je jedan od najboljih modela organiziranja sa svrhom uspješnog poslovanja na tržištu cestovnog prijevoza putnika [27].



Slika 3. Funkcionalna organizacijska struktura prijevoznika u cestovnom putničkom prijevozu

Izvor: [32]

3.3.4 Ekonomski sustav

Promet se kao podsustav ekonomskog sustava kroz ekonomsku razinu s njime povezuje. Zato se prometni sustav i definira kao dio ekonomskog sustava. Može se promatrati i s aspekta djelatnosti odnosno tehnoloških sektora, pri čemu on ulazi u tercijarni sektor. Promet kao gospodarska djelatnost omogućuje obavljanje procesa reprodukcije za ogroman broj proizvoda, funkcija transporta je neophodan element u procesu društvene reprodukcije jer ona povezuje sferu proizvodnje sa sferom potrošnje a u smislu javnog prijevoza putnika povezuje izvorišta i odredišta korisnika usluge prijevoza [9].

Prometne tvrtke raspolažu brojnim i kvantitativno i kvalitativno različitim resursima radi dostizanja postavljenih ciljeva. Vrsta, količina i kvaliteta resursa prometnih tvrtki predodređena je vrstom prometa kojim se prometna tvrtka bavi. No, neovisno o vrsti prometa kojim se prometna tvrtka bavi i neovisno o njezinoj veličini (mala, srednja, velika prometna tvrtka) najmanje se četiri resursa izdavajaju kao zajednički za sve prometne tvrtke. Pritom se misli i na tvrtke koje obavljaju prateće i pomoćne djelatnosti u prometu, djelatnosti putničkih agencija i

ostalih agencija u prometu. Sukladno s time osnovni su resursi prometnih tvrtki ovi: financijski resursi, fizički resursi, ljudski resursi i sustavni ili tehnološki resursi. Pravilno korištenje četiri prethodno nabrojana resursa čini uspješnu prometnu tvrtku [33].

Oblikovanje cijene prijevoza i prijenosa usluga analogno je oblikovanju cijene bilo kojega materijalnog dobra. Cijena prijevozne usluge prezentira se korisniku u novčanom obliku, a sastoji se od troškova koje ima prijevoznik i određenog viška ovisnog o stanju na transportnom tržištu, odnosno o trenutačnoj ponudi i potražnji prijevoza robe i putnika. Kako bi se lakše mogle uočiti oscilacije u kretanjima cijena usluga, neophodno je pratiti kretanje troškova, a u svrhu oblikovanja cijene i svjesnog utjecaja na kretanje elemenata cijene te stvaranje ukupne dobiti i politike upošljavanja kapaciteta i ljudi u određenom razdoblju [9].

Prometne troškove čine dvije glavne skupine troškova. To su fiksni troškovi, odnosno stalni i varijabilni troškovi. Fiksni troškovi predstavljaju stalne nepromjenjive vremenske troškove koji su neelastični i teško se prilagođavaju promjenama stupnja iskorištenja kapaciteta u pogledu kretanja na transportnom tržištu, odnosno na njihovu ukupnu visinu ne utječu oscilacije u veličini iskorištenja prometnih sredstava. Najniži su onda kada se kapaciteti u prometu koriste optimalno. Varijabilni prometni troškovi su oni koji se mijenjaju s veličinom izvršene prometne usluge, odnosno mijenjaju se sa stupnjem iskorištenja kapaciteta. Vrlo su elastični i lako se prilagođavaju raznim oscilacijama u kretanju zaposlenosti u poslovanju prometnih poduzeća [9].

Prijevoznici trebaju trošak poslovanja (obavljanja prijevoza) naplatiti kroz sustav naplate korištenja prijevozne usluge. Tarifa je definirana kao naknada za obavljeni prijevozni rad. Najsofisticiraniji i najpravedniji sustav tarife prijevoza je da se prijevozna usluga naplaćuje prema stvarno obavljenom prijevoznom radu. To je u praksi, naročito u gradskom i prigradskom javnom prijevozu putnika, vrlo često teško ostvariti. Većina sustava naplate u gradskom prometu zasniva se na kombinaciji naplate najduže relacije, vremenske naplate ili zonske naplate, koja vrlo često favorizira korisnike dužih putovanja, dok je izrazito nepovoljna za korisnike kraćih putovanja [3].

Naplata prijevozne usluge može se podijeliti na [3]:

a) naplata prema fiksnom trošku i marži – prilično je jednostavan način obračuna prijevozne usluge u kojoj prijevoznik obračunava troškove uvećane za svoju

maržu koju naplaćuje korisniku; taj sustav se vrlo često koristi kod turističkih putovanja i čarter vožnji,

b) naplata prema stvarno prijeđenom putu,
c) naplata po vremenu provedenom u vozilu/sustavu,
d) zonska naplata,
e) prosječna cijena,
f) kombinirana naplata,
g) sustav jedinstvene tarife – tarifna unija.

S gledišta prijevoznika koji pruža uslugu javnog gradskog prijevoza putnika financijska sredstva koja prima u obliku subvencija od lokalne zajednice specifični su aspekt javnog prijevoza koji ima značajnu ulogu u vlasništvu i organizaciji prijevozne tvrtke, regulaciji i različitim financijskim stajalištima u vezi s prijevoznim sustavom [3].

3.3.5 Ekološki sustav

Postoje dva pristupa promatranju zagušenja prometa. Prometni inženjeri usredotočuju se na kapacitete infrastrukture i učinkovitost korištenja cesta, dok ekonomisti analiziraju troškove prijevoza i koristi korisnika. Za prometne inženjere zagušenje započinje onda kada postojeća cestovna mreža nije dovoljna za pružanje normalnoga protoka vozila. Opaženo je kako javnost vidi sebe kao žrtvu zagušenja, ali ne vidi kako isto tako pridonosi tom zagušenju. Očito je kako je smanjenje zagušenja jedan od primarnih ciljeva upravljanja prijevoznom potražnjom. Prometni sustavi imaju negativne utjecaje na okoliš. Urbani je promet odgovoran za 40 % emisije CO_2 i 70 % ostalih proizvedenih polutanata zbog prijevoza. Gustoća osobnih vozila i rezultirajuća zagušenja doprinose tom globalnom trendu [5].

Glavni su ciljevi zaštite okoliša sljedeći: smanjiti regionalna zagađenja koja su odgovorna za lošu kvalitetu zraka, uključujući pitanje čestica (PM_{10}), čestica NO_x te SO_2 emisije; smanjiti globalne klimatske promjene, posebno emisije CO_2; smanjiti sumporove diokside, okside dušika te emisije NH_3 koje uzrokuju trošenje ozonskoga omotača; smanjiti buku i njezin utjecaj na zdravlje; smanjiti štetan utjecaj na biološku raznolikost i promjene u stabilnosti lokalnoga okoliša. U posljednjih se nekoliko desetljeća prometna politika na međunarodnoj, nacionalnoj i lokalnoj razini sve više povezivala s aspektima okoliša. Od 1990-ih „održivi transport" i „održiva

mobilnost" ključnim su konceptima u transportnoj politici, naglašavajući potrebu za povezivanjem brige za okoliš s ostalim aspektima (socijalnim, ekonomskim) u sve odluke vezane uz promet. Taj je razvoj zasnovan na povećanom razumijevanju jer se čovječanstvo suočava s brojnim problemima vezanima uz okoliš te sektor prometa znatno pridonosi mnogima od tih problema [5].

Kyoto protokolom članice Europske unije obvezale su se na 8 % smanjenja emisija stakleničkih plinova od razine iz 1990. godine do razdoblja između 2008. i 2012. godine. Teško će države članice EU postići dogovoreno te će mnogo snažnije političke napore zahtijevati postizanje potrebne redukcije u sljedećem desetljeću. Trenutačno promet pridonosi s otprilike 20 % ukupnih stakleničkih plinova u EU, no taj se udio brzo povećava zahvaljujući povećanim prometnim potrebama. Osnovni scenarij predviđa rast emisija od 31 % iznad razine 2000. pa sve do 2030. godine. Četiri petine ovih predviđenih emisija nastat će od cestovnoga transporta. Urbani promet stvara značajne opasnosti po zdravlje stanovnika. Glavni generatori jesu [5]:

a) zagađivači zraka,
b) buka i stres (mogu također doprinijeti negativnom utjecaju).

Postoji opći konsenzus o tome kako su ispušni plinovi iz prometa ozbiljna opasnost za život i zdravlje urbane populacije. Učinci zagađivača su u rasponu od smrti do lakših bolesti ili nelagode. Zagađenje uzrokuje respiratorne i kardiovaskularne bolesti a dugi period izloženosti emisijama polutanata može smanjiti očekivano trajanje života [5].

4. SNIMAK I ANALIZA CESTOVNOG LINIJSKOG PRIJEVOZA PUTNIKA U GRADSKOM PROMETU - PRIMJER GRADA ZAGREBA

U ovome poglavlju će se analizirati javni prijevoz putnika u gradu Zagrebu prema pripadajućim podsustavima tj. s gledišta tehnologije prijevoza putnika u cestovnom prometu kao sustava. Snimak i analiza definiraju svaki element sustava i predstavljaju bazu za stvaranje prijedloga za optimizaciju sustava.

4.1 Snimak i analiza putničke potražnje

Prilikom analize putničke potražnje potrebno je razmotriti demografske podatke promatranog područja. Zagreb je glavni grad Republike Hrvatske, i najveći grad u Hrvatskoj po broju stanovnika. Zagreb danas predstavlja upravno, gospodarsko, kulturno, prometno i znanstveno središte Hrvatske. Položajem spada u gradove Srednje Europe. Grad Zagreb je posebna teritorijalna, upravna i samoupravna jedinica koja ima položaj županije. Zagreb se nalazi u kontinentalnoj središnjoj Hrvatskoj i ima položaj prometnog čvorišta puteva između Srednje i Jugoistočne Europe te Jadranskog mora. Grad Zagreb prostire se na površini od 64 km^2. Područje Grada Zagreba (u širem smislu), osim naselja Zagreb, obuhvaća i drugih 70 naselja. Metropolitansko područje grada imalo je 1 107 623 stanovnika 2013. godine. Grad Zagreb, kao glavni grad Republike Hrvatske, ima status jedinica lokalne samouprave (grad) koja ujedno ima i položaj jedinice područne (regionalne) samouprave, odnosno županije. Zagreb također ima pozitivan prirodni prirast [34].

U sljedećim poglavljima se analiziraju tri autobusne linije: Kvaternikov trg – Trnava linija broj 215, Glavni kolodvor - Travno linija broj 221 i Glavni kolodvor – Novi Jelkovec linija broj 281. Brojanje putnika je obavljeno prema režimima održavanja linija radnim danom, subotom i nedjeljom. Takav način brojanja je potreban zbog neravnomjernosti putničke potražnje kroz tjedan.

4.1.1 Linija Kvaternikov trg - Trnava

Linija Kvaternikov trg – Trnava, broj 215. Linija je odabrana metodom slučajnog odabira u analizi. Linija 215 povezuje terminal Kvaternikov trg sa zagrebačkim naseljem Trnava. Prvo brojanje je izvršeno radnim danom u petak 25.08.2017. prema ljetnom voznom redu ZET-a što se može vidjeti u tablici 3.

Tablica 3. Rezultati brojanja putnika na liniji Kvaternikov trg – Trnava - režim održavanja polazaka - radni dan (petak) od 15:31 do 16:10 h

	Brojanje putnika na liniji Kvaternikov trg - Trnava, radnim danom u PETAK 25.08.2017.						
	SMJER Kvaternikov trg - Trnava						
	Vrijeme polaska 15:31 - Vrijeme dolaska 15:50						
BROJ	**STANICA**	**ULAZ**	**IZLAZ**	**BROJ PUTNIKA u BUSu (p)**	**UDALJENOST (km)**	**ZAUZETOST (p/C)**	**PRIJEVOZNI UČINAK (PKM)**
1	Kvatrić	31	0	31	**0,95**	0,19	29,45
2	Veterinarski fakultet	0	1	30	**0,35**	0,19	10,50
3	Zagrebački transporti	0	0	30	**0,55**	0,19	16,50
4	Trg Volovčica	1	1	30	**0,50**	0,19	15,00
5	Turopoljska	0	6	24	**0,35**	0,15	8,40
6	Kolareva	3	0	27	**0,40**	0,17	10,80
7	Getaldićeva	1	0	28	**0,35**	0,18	9,80
8	Borongajska - kampus	0	1	27	**0,50**	0,17	13,50
9	Lozarinska	0	2	25	**0,50**	0,16	12,50
10	Vukomerec - okretište	0	6	19	**0,35**	0,12	6,65
11	Sobolski put	0	5	14	**0,45**	0,09	6,30
12	Vukomerička HO	0	2	12	**0,40**	0,08	4,80
13	Resnički put	0	6	6	**0,50**	0,04	3,00
14	Trnava	0	6	0	0,00	0,00	
	SMJER Trnava – Kvaternikov trg						
	Vrijeme polaska 15:51 - Vrijeme dolaska 16:10						
1	Trnava	2	0	2	**0,50**	0,01	1,00
2	Resnički put	3	0	5	**0,40**	0,03	2,00
3	Vukomerička 40	1	0	6	**0,45**	0,04	2,70
4	Sobolski put	0	1	5	**0,35**	0,03	1,75
5	Vukomrec - okretište	4	0	9	**0,50**	0,06	4,50
6	Lozarinska	6	0	15	**0,50**	0,09	7,50
7	Borongajska - kampus	0	0	15	**0,35**	0,09	5,25
8	Getaldićeva	1	0	16	**0,40**	0,10	6,40
9	Kolareva	2	1	17	**0,35**	0,11	5,95
10	Turopoljska	0	0	17	**0,50**	0,11	8,50
11	Trg Volovčica	2	0	19	**0,55**	0,12	10,45
12	Zagrebački transporti	1	0	20	**0,35**	0,13	7,00
13	Veterinarski fakultet	0	1	19	**0,95**	0,12	18,05
14	Kvatrić	0	19	0	0,00	0,00	
	Σ	58	58		12,30		228,25

Izvor: Izradio autor brojanjem prometa u petak 25.08.2017. u Zagrebu.

Iz tablice 3. se može uočiti da je u smjeru Kvaternikov trg – Trnava na relaciji Kvatrić-Veterinarski fakultet prevezeno najviše putnika u iznosu od 31 putnik, a najmanje na relaciji Resnički put-Trnava u iznosu od 6 putnika.

U smjeru Trnava – Kvaternikov trg najviše putnika je prevezeno na relaciji Zagrebački transporti-Veterinarski fakultet u iznosu od 20 putnika, a najmanje na relaciji Trnava-Resnički put u iznosu od 2 putnika. Ukupan broj prevezenih putnika na obrtu iznosi 58 putnika.

Sljedeće brojanje putnika je izvršeno u subotu 26.08.2017. prema ljetnom voznom redu a dobiveni rezultati mogu se vidjeti u tablici 4.

Tablica 4. Rezultati brojanja putnika na liniji Kvaternikov trg – Trnava – režim održavanja polazaka subota od 10:05 do 10:44 h

	Brojanje putnika na liniji Kvaternikov trg - Trnava, u SUBOTU 26.08.2017.						
	SMJER Kvaternikov trg - Trnava						
	Vrijeme polaska 10:05 - Vrijeme dolaska 10:22						
BROJ	**STANICA**	**ULAZ**	**IZLAZ**	**BROJ PUTNIKA u BUSu (p)**	**UDALJENOST (km)**	**ZAUZETOST (p/C)**	**PRIJEVOZNI UČINAK (PKM)**
1	Kvatrić	18	0	18	**0,95**	0,11	17,10
2	Veterinarski fakultet	0	1	17	**0,35**	0,11	5,95
3	Zagrebački transporti	0	0	17	**0,55**	0,11	9,35
4	Trg Volovčica	4	3	18	**0,50**	0,11	9,00
5	Turopoljska	6	1	23	**0,35**	0,14	8,05
6	Kolareva	4	5	22	**0,40**	0,14	8,80
7	Getaldićeva	0	0	22	**0,35**	0,14	7,70
8	Borongajska - kampus	0	0	22	**0,50**	0,14	11,00
9	Lozarinska	0	4	18	**0,50**	0,11	9,00
10	Vukomerec - okretište	0	8	10	**0,35**	0,06	3,50
11	Sobolski put	0	3	7	**0,45**	0,04	3,15
12	Vukomerička HO	0	1	6	**0,40**	0,04	2,40
13	Resnički put	0	3	3	**0,50**	0,02	1,50
14	Trnava	0	3	0	0,00	0,00	
	SMJER Trnava - Kvaternikov trg						
	Vrijeme polaska 10:25 - Vrijeme dolaska 10:44						
1	Trnava	5	0	5	**0,50**	0,03	2,50
2	Resnički put	6	0	11	**0,40**	0,07	4,40
3	Vukomerička 40	2	0	13	**0,45**	0,08	5,85
4	Sobolski put	0	2	11	**0,35**	0,07	3,85
5	Vukomrec - okretište	3	0	14	**0,50**	0,09	7,00
6	Lozarinska	4	0	18	**0,50**	0,11	9,00
7	Borongajska - kampus	0	0	18	**0,35**	0,11	6,30
8	Getaldićeva	0	0	18	**0,40**	0,11	7,20
9	Kolareva	5	0	23	**0,35**	0,14	8,05
10	Turopoljska	1	0	24	**0,50**	0,15	12,00
11	Trg Volovčica	2	5	21	**0,55**	0,13	11,55
12	Zagrebački transporti	0	0	21	**0,35**	0,13	7,35
13	Veterinarski fakultet	0	0	21	**0,95**	0,13	19,95
14	Kvatrić	0	21	0	0,00	0,00	
	Σ	60	60		12,30		201,50

Izvor: Izradio autor brojanjem prometa u subotu 26.08.2017. u Zagrebu.

Iz tablice 4. može se uočiti da je u smjeru Kvaternikov trg – Trnava na relaciji Turopoljska-Kolareva prevezeno najviše putnika u iznosu od 23 putnika, a najmanje na relaciji Resnički put-Trnava u iznosu od 3 putnika.

U smjeru Trnava – Kvaternikov trg najviše putnika je prevezeno na relaciji Turopoljska-Trg Volovčica u iznosu od 24 putnika, a najmanje na relaciji Trnava-Resnički put u iznosu od 5 putnika. Ukupan broj prevezenih putnika na obrtu iznosi 60 putnika.

Sljedeće brojanje putnika je izvršeno u nedjelju 20.08.2017. prema ljetnom voznom redu a dobiveni rezultati mogu se vidjeti u tablici 5.

Tablica 5. Rezultati brojanja putnika na liniji Kvaternikov trg – Trnava - režim održavanja polazaka nedjelja od 13:05 do 13:40 h

	Brojanje putnika na liniji Kvaternikov trg - Trnava, u NEDJELJU 20.08.2017.						
	SMJER Kvaternikov trg - Trnava						
	Vrijeme polaska 13:05 - Vrijeme dolaska 13:20						
BROJ	**STANICA**	**ULAZ**	**IZLAZ**	**BROJ PUTNIKA u BUSu (p)**	**UDALJENOST (km)**	**ZAUZETOST (p/C)**	**PRIJEVOZNI UČINAK (PKM)**
1	Kvatrić	21	0	21	**0,95**	0,13	19,95
2	Veterinarski fakultet	0	0	21	**0,35**	0,13	7,35
3	Zagrebački transporti	0	1	20	**0,55**	0,13	11,00
4	Trg Volovčica	0	4	16	**0,50**	0,10	8,00
5	Turopoljska	0	0	16	**0,35**	0,10	5,60
6	Kolareva	0	1	15	**0,40**	0,09	6,00
7	Getaldićeva	0	0	15	**0,35**	0,09	5,25
8	Borongajska - kampus	0	0	15	**0,50**	0,09	7,50
9	Lozarinska	0	1	14	**0,50**	0,09	7,00
10	Vukomerec - okretište	0	0	14	**0,35**	0,09	4,90
11	Sobolski put	0	4	10	**0,45**	0,06	4,50
12	Vukomerička HO	0	4	6	**0,40**	0,04	2,40
13	Resnički put	0	1	5	**0,50**	0,03	2,50
14	Trnava	0	5	0	0,00	0,00	
	SMJER Trnava - Kvaternikov trg						
	Vrijeme polaska 13:25 - Vrijeme dolaska 13:40						
1	Trnava	5	0	5	**0,50**	0,03	2,50
2	Resnički put	2	0	7	**0,40**	0,04	2,80
3	Vukomerička 40	0	0	7	**0,45**	0,04	3,15
4	Sobolski put	3	0	10	**0,35**	0,06	3,50
5	Vukomrec - okretište	0	0	10	**0,50**	0,06	5,00
6	Lozarinska	0	0	10	**0,50**	0,06	5,00
7	Borongajska - kampus	0	0	10	**0,35**	0,06	3,50
8	Getaldićeva	0	1	9	**0,40**	0,06	3,60
9	Kolareva	0	0	9	**0,35**	0,06	3,15
10	Turopoljska	0	0	9	**0,50**	0,06	4,50
11	Trg Volovčica	5	3	11	**0,55**	0,07	6,05
12	Zagrebački transporti	0	0	11	**0,35**	0,07	3,85
13	Veterinarski fakultet	0	0	11	**0,95**	0,07	10,45
14	Kvatrić	0	11	0	0,00		
	Σ	36	36		12,30		149,00

Izvor: Izradio autor brojanjem prometa u nedjelju 20.08.2017. u Zagrebu.

Iz tablice 5. može se uočiti da je u smjeru Kvaternikov trg – Trnava na relacijama Kvatrić-Veterinarski fakultet i Veterinarski fakultet-Zagrebački transporti prevezeno najviše putnika u iznosu od 21 putnika, a najmanje na relaciji Resnički put-Trnava u iznosu od 5 putnika.

U smjeru Trnava – Kvaternikov trg najviše putnika je prevezeno na relacijama: Trg Volovčica-Zagrebački transporti, Zagrebački transporti-Veterinarski fakultet i Veterinraski

fakultet-Kvatrić u iznosu od 11 putnika, a najmanje na relaciji Trnava-Resnički put u iznosu od 5 putnika. Ukupan broj prevezenih putnika na obrtu iznosi 36 putnika.

4.1.2 Linija Glavni kolodvor - Travno

Linija Glavni kolodvor – Travno, broj 221. Linija je odabrana metodom slučajnog odabira u analizi. Linija 221 povezuje Glavni kolodvor i gradsko naselje Travno u Novom Zagrebu. Prvo brojanje putnika je izvršeno radnim danom u četvrtak 24.08.2017. prema ljetnom voznom redu ZET-a što se može vidjeti u tablici 6.

Tablica 6. Rezultati brojanja putnika na liniji Glavni kolodvor – Travno - režim održavanja polazaka radni dan (četvrtak) od 15:30 do 16:07 h

	Brojanje putnika na liniji Glavni kolodvor - Travno, radnim danom u četvrtak 24.08.2017.						
	SMJER Glavni kolodvor - Travno						
	Vrijeme polaska 15:30 - Vrijeme dolaska 15:46						
BROJ	**STANICA**	**ULAZ**	**IZLAZ**	**BROJ PUTNIKA u BUSu (p)**	**UDALJENOST (km)**	**ZAUZETOST (p/C)**	**PRIJEVOZNI UČINAK (PKM)**
1	Glavni kolodvor	53	0	53	0,55	0,33	29,15
2	Lisinski	10	0	63	0,60	0,40	37,80
3	Nacionalna s. knjižnica	5	2	66	1,20	0,42	79,20
4	Bundek	0	2	64	0,75	0,40	48,00
5	Muzej suvremene umjetnosti	4	18	50	0,65	0,31	32,50
6	Građevinska škola	0	6	44	0,60	0,28	26,40
7	Islandska	0	0	44	0,40	0,28	17,60
8	B. Magovca	1	7	38	0,40	0,24	15,20
9	Dječji vrtić	0	3	35	0,45	0,22	15,75
10	B. Magovca 111	0	15	20	0,50	0,13	10,00
11	Ukrajinska	0	4	16	0,30	0,10	4,80
12	Travno	0	16	0	0,00	0,00	0,00
	SMJER Travno - Glavni kolodvor						
	Vrijeme polaska 15:50 - Vrijeme dolaska 16:07						
1	Travno	22	0	22	0,60	0,14	13,20
2	Islandska	2	0	24	0,75	0,15	18,00
3	Građevinska škola	0	2	22	0,65	0,14	14,30
4	Muzej suvremene umjetnosti	8	8	22	0,65	0,14	14,30
5	Bundek	1	0	23	1,30	0,14	29,90
6	Nacionalna s. knjižnica	2	2	23	0,45	0,14	10,35
7	Lisinski	1	2	22	0,55	0,14	12,10
8	Glavni kolodvor	0	22	0	0,00	0,00	0,00
	Σ	109	109		11,35		428,55

Izvor: Izradio autor brojanjem prometa u četvrtak 24.08.2017. u Zagrebu.

Iz tablice 6. može se uočiti da je u smjeru Glavni kolodvor – Travno na relaciji Nacionalna s. knjižnica-Bundek prevezeno najviše putnika u iznosu od 66 putnika, a najmanje na relaciji Ukrajinska-Travno u iznosu od 16 putnika.

U smjeru Travno – Glavni kolodvor najviše putnika je prevezeno na relaciji Islandska-Građevinska škola u iznosu od 24 putnika, a najmanje na relacijama: Travno-Islandska, Lisinski-Glavni kolodvor, Građevinska škola-Muzej suvremene umjetnosti i Muzej suvremene umjetnosti-Bundek u iznosu od 22 putnika. U ovome slučaju postoji vrlo mala razlika od minimalnog i maksimalnog prevezenog broja putnika u ovome smjeru i ona iznosi 2 putnika. Ukupan broj prevezenih putnika na obrtu iznosi 109 putnika.

Sljedeće brojanje putnika na liniji Glavni kolodvor - Travno je izvršeno u subotu 26.08.2017. prema ljetnom voznom redu a dobiveni rezultati mogu se vidjeti u tablici 7.

Tablica 7. Rezultati brojanja putnika na liniji Glavni kolodvor – Travno - režim održavanja polazaka subota od 12:01 do 12:37 h

	Brojanje putnika na liniji Glavni kolodvor - Travno, u SUBOTU 26.08.2017.						
	SMJER Glavni kolodvor - Travno						
	Vrijeme polaska 12:01 - Vrijeme dolaska 12:18						
BROJ	**STANICA**	**ULAZ**	**IZLAZ**	**BROJ PUTNIKA u BUSu (p)**	**UDALJENOST (km)**	**ZAUZETOST (p/C)**	**PRIJEVOZNI UČINAK (PKM)**
1	Glavni kolodvor	27	0	27	0,55	0,17	14,85
2	Lisinski	4	2	29	0,60	0,18	17,40
3	Nacionalna s. knjižnica	1	1	29	1,20	0,18	34,80
4	Bundek	0	1	28	0,75	0,18	21,00
5	Muzej suvremene umjetnosti	12	7	33	0,65	0,21	21,45
6	Građevinska škola	0	1	32	0,60	0,20	19,20
7	Islandska	0	3	29	0,40	0,18	11,60
8	B. Magovca	0	8	21	0,40	0,13	8,40
9	Dječji vrtić	0	2	19	0,45	0,12	8,55
10	B. Magovca 111	0	6	13	0,50	0,08	6,50
11	Ukrajinska	0	0	13	0,30	0,08	3,90
12	Travno	0	13	0	0,00	0,00	0,00
	SMJER Travno - Glavni kolodvor						
	Vrijeme polaska 12:22 - Vrijeme dolaska 12:37						
1	Travno	12	0	12	0,60	0,08	7,20
2	Islandska	2	0	14	0,75	0,09	10,50
3	Građevinska škola	3	1	16	0,65	0,10	10,40
4	Muzej suvremene umjetnosti	13	4	25	0,65	0,16	16,25
5	Bundek	3	0	28	1,30	0,18	36,40
6	Nacionalna s. knjižnica	1	2	27	0,45	0,17	12,15
7	Lisinski	1	3	25	0,55	0,16	13,75
8	Glavni kolodvor	0	25	0	0,00	0,00	0,00
	Σ	79	79		11,35		274,30

Izvor: Izradio autor brojanjem prometa u subotu 26.08.2017. u Zagrebu.

U tablici 7. može se uočiti da je u smjeru Glavni kolodvor – Travno na relaciji Muzej suvremene umjetnosti-Građevinska škola prevezeno najviše putnika u iznosu od 33 putnika, a najmanje na relacijama B. Magovca 111-Ukrajinska i Ukrajinska-Travno u iznosu od 13 putnika.

U smjeru Travno – Glavni kolodvor najviše putnika je prevezeno na relaciji Bundek-Nacionalna s. knjižnica u iznosu od 28 putnika, a najmanje na relaciji Travno-Islandska u iznosu od 12 putnika. Ukupan broj prevezenih putnika na obrtu iznosi 79 putnika.

Sljedeće brojanje putnika na liniji Glavni kolodvor - Travno je izvršeno u nedjelju 27.08.2017. prema ljetnom voznom redu a dobiveni rezultati mogu se vidjeti u tablici 8.

Tablica 8. Rezultati brojanja putnika na liniji Glavni kolodvor – Travno – režim održavanja polazaka nedjelja od 11:40 do 12:14 h

	Brojanje putnika na liniji Glavni kolodvor - Travno, u NEDJELJU 27.08.2017.						
	SMJER Glavni kolodvor - Travno						
	Vrijeme polaska 11:40 - Vrijeme dolaska 11:58						
BROJ	**STANICA**	**ULAZ**	**IZLAZ**	**BROJ PUTNIKA u BUSu (p)**	**UDALJENOST (km)**	**ZAUZETOST (p/C)**	**PRIJEVOZNI UČINAK (PKM)**
1	Glavni kolodvor	18	0	18	0,55	0,11	9,90
2	Lisinski	2	1	19	0,60	0,12	11,40
3	Nacionalna s. knjižnica	2	0	21	1,20	0,13	25,20
4	Bundek	0	0	21	0,75	0,13	15,75
5	Muzej suvremene umjetnosti	1	8	14	0,65	0,09	9,10
6	Građevinska škola	3	1	16	0,60	0,10	9,60
7	Islandska	0	0	16	0,40	0,10	6,40
8	B. Magovca	0	7	9	0,40	0,06	3,60
9	Dječji vrtić	0	3	6	0,45	0,04	2,70
10	B. Magovca 111	0	4	2	0,50	0,01	1,00
11	Ukrajinska	0	0	2	0,30	0,01	0,60
12	Travno	0	2	0	0,00	0,00	0,00
	SMJER Travno - Glavni kolodvor						
	Vrijeme polaska 11:59 - Vrijeme dolaska 12:14						
1	Travno	8	0	8	0,60	0,05	4,80
2	Islandska	3	0	11	0,75	0,07	8,25
3	Građevinska škola	0	2	9	0,65	0,06	5,85
4	Muzej suvremene umjetnosti	2	3	8	0,65	0,05	5,20
5	Bundek	0	1	7	1,30	0,04	9,10
6	Nacionalna s. knjižnica	0	0	7	0,45	0,04	3,15
7	Lisinski	2	0	9	0,55	0,06	4,95
8	Glavni kolodvor	0	9	0	0,00	0,00	0,00
	Σ	41	41		11,35		136,55

Izvor: Izradio autor brojanjem prometa u nedjelju 27.08.2017. u Zagrebu.

U tablici 8. može se uočiti da je u smjeru Glavni kolodvor – Travno na relaciji Nacionalna s. knjižnica-Bundek i Bundek-Muzej suvremene umjetnosti prevezeno najviše putnika u iznosu od 21 putnika, a najmanje na relacijama B. Magovca 111-Ukrajinska i Ukrajinska-Travno u iznosu od 2 putnika.

U smjeru Travno – Glavni kolodvor najviše putnika je prevezeno na relaciji Islandska-Građevinska škola u iznosu od 11 putnika, a najmanje na relacijama Bundek-Nacionalna s. knjižnica i Nacionalna s.knjižnica-Lisinski u iznosu od 7 putnika. Ukupan broj prevezenih putnika na obrtu je u iznosu od 41 putnika.

4.1.3 Linija Glavni kolodvor – Novi Jelkovec

Linija Glavni kolodvor – Novi Jelkovec, broj 281. Linija je odabrana metodom slučajnog odabira u analizi. Linija 281 povezuje Glavni kolodvor i Novi Jelkovec. Novi Jelkovec je naselje u sastavu gradske četvrti i dio naselja Sesvete u gradu Zagrebu. Prvo brojanje na liniji je izvršeno radnim danom u srijedu 23.08.2017. prema ljetnom voznom redu ZET-a što se može vidjeti u tablici 9.

Tablica 9. Rezultati brojanja putnika na liniji Glavni kolodvor – Novi Jelkovec – režim održavanja polazaka - radni dan (srijeda) od 15:45 do 17:02 h

	Brojanje putnika na liniji Glavni kolodvor - Novi Jelkovec, u SRIJEDU 23.08.2017.						
	SMJER Glavni kolodvor - Novi Jelkovec						
	Vrijeme polaska 15:45 - Vrijeme dolaska 16:21						
BROJ	**STANICA**	**ULAZ**	**IZLAZ**	**BROJ PUTNIKA u BUSu (p)**	**UDALJENOST (km)**	**ZAUZETOST (p/C)**	**PRIJEVOZNI UČINAK (PKM)**
1	Glavni kolodvor	42	0	42	0,50	0,26	21,00
2	Lisinski	7	0	49	0,70	0,31	34,30
3	Nacionalna s. knjižnica	6	0	55	0,85	0,35	46,75
4	Kruge	3	9	49	1,20	0,31	58,80
5	Rakušina	2	0	51	1,00	0,32	51,00
6	Radnička	2	2	51	0,30	0,32	15,30
7	Končar	1	0	52	0,45	0,33	23,40
8	Čavićeva	6	1	57	0,70	0,36	39,90
9	Elka	0	5	52	0,45	0,33	23,40
10	Kozari bok	4	4	52	0,55	0,33	28,60
11	Zelena tržnica	0	15	37	2,10	0,23	77,70
12	Slavonska - Čulinečka	0	0	37	2,10	0,23	77,70
13	Slavonska - Lj. Posavskog	0	29	8	0,70	0,05	5,60
14	Rimski put - bazen	0	0	8	0,60	0,05	4,80
15	Rimski put, dj.igralište	0	8	0	0,00	0,00	0,00
	SMJER Novi Jelkovec - Glavni kolodvor						
	Vrijeme polaska 16:30 - Vrijeme dolaska 17:02						
1	Rimski put, dj.igralište - 16:30	17	0	17	0,35	0,11	5,95
2	Jelkovec - tržnica	4	0	21	0,50	0,13	10,50
3	Jelkovec - vrtić	16	0	37	0,90	0,23	33,30
4	Lj. Posavskog - Rimski put	12	0	49	0,50	0,31	24,50
5	Slavonska - Lj. Posavskog	5	0	54	2,10	0,34	113,40
6	Slavonska - Čulinečka	3	1	56	2,00	0,35	112,00
7	Zelena tržnica	6	19	43	1,10	0,27	47,30
8	Žitnjak	0	4	39	0,60	0,25	23,40
9	Čavićeva	0	0	39	0,30	0,25	11,70
10	Končar	1	0	40	0,70	0,25	28,00
11	Radnička	0	4	36	0,65	0,23	23,40
12	Rakušina	2	4	34	1,20	0,21	40,80
13	Kruge	0	2	32	0,80	0,20	25,60
14	Nacionalna s. knjižnica	0	3	29	0,45	0,18	13,05
15	Lisinski	0	3	26	0,55	0,16	14,30
16	Glavni kolodvor	0	26	0	0,00	0,00	0,00
	Σ	139	139		24,90		1035,45

Izvor: Izradio autor brojanjem prometa u srijedu 23.08.2017. u Zagrebu.

Iz tablice 9. može se uočiti da je u smjeru Glavni kolodvor – Novi Jelkovec na relaciji Čavićeva-Elka prevezeno najviše putnika u iznosu od 57 putnika, a najmanje na relaciji Slavonska – Lj. Posavskog -Rimski put – bazen te na relaciji Rimski put – bazen-Rimski put, dj. igralište u iznosu od 8 putnika.

U smjeru Novi Jelkovec – Glavni kolodvor najviše putnika je prevezeno na relaciji Slavonska – Čulinečka-Zelena tržnica u iznosu od 56 putnika, a najmanje na relaciji Rimski put, dj. igralište-Jelkovec – tržnica u iznosu od 17 putnika. Ukupan broj prevezenih putnika na obrtu iznosi 139 putnika.

Sljedeće brojanje na liniji Glavni kolodvor – Novi Jelkovec je izvršeno u subotu 26.08.2017. prema ljetnom voznom redu a dobiveni rezultati se mogu vidjeti u tablici 10.

Tablica 10. Rezultati brojanja putnika na liniji Glavni kolodvor – Jelkovec – režim održavanja polazaka subota 26.08.2017 od 13:12 do 14:20 h

	Brojanje putnika na liniji Glavni kolodvor - Novi Jelkovec, SUBOTA 26.08.2017.						
	SMJER Glavni kolodvor - Novi Jelkovec						
	Vrijeme polaska 13:12 - Vrijeme dolaska 13:41						
BROJ	**STANICA**	**ULAZ**	**IZLAZ**	**BROJ PUTNIKA u BUSu (p)**	**UDALJENOST (km)**	**ZAUZETOST (p/C)**	**PRIJEVOZNI UČINAK (PKM)**
1	Glavni kolodvor	27	0	27	0,50	0,17	13,50
2	Lisinski	3	0	30	0,70	0,19	21,00
3	Nacionalna s. knjižnica	4	0	34	0,85	0,21	28,90
4	Kruge	3	4	33	1,20	0,21	39,60
5	Rakušina	3	0	36	1,00	0,23	36,00
6	Radnička	0	0	36	0,30	0,23	10,80
7	Končar	1	0	37	0,45	0,23	16,65
8	Čavićeva	0	1	36	0,70	0,23	25,20
9	Elka	6	0	42	0,45	0,26	18,90
10	Kozari bok	0	0	42	0,55	0,26	23,10
11	Zelena tržnica	3	9	36	2,10	0,23	75,60
12	Slavonska - Čulinečka	0	1	35	2,10	0,22	73,50
13	Slavonska - Lj. Posavskog	0	16	19	0,70	0,12	13,30
14	Rimski put - bazen	0	9	10	0,60	0,06	6,00
15	Rimski put, dj.igralište	0	10	0	0,00	0,00	0,00
	SMJER Novi Jelkovec - Glavni kolodvor						
	Vrijeme polaska 13:51 - Vrijeme dolaska 14:20						
1	Rimski put, dj.igralište - 16:30	6	0	6	0,35	0,04	2,10
2	Jelkovec - tržnica	0	0	6	0,50	0,04	3,00
3	Jelkovec - vrtić	12	0	18	0,90	0,11	16,20
4	Lj. Posavskog - Rimski put	14	0	32	0,50	0,20	16,00
5	Slavonska - Lj. Posavskog	1	0	33	2,10	0,21	69,30
6	Slavonska - Čulinečka	1	2	32	2,00	0,20	64,00
7	Zelena tržnica	5	8	29	1,10	0,18	31,90
8	Žitnjak	0	2	27	0,60	0,17	16,20
9	Čavićeva	1	3	25	0,30	0,16	7,50
10	Končar	0	0	25	0,70	0,16	17,50
11	Radnička	0	0	25	0,65	0,16	16,25
12	Rakušina	0	3	22	1,20	0,14	26,40
13	Kruge	3	1	24	0,80	0,15	19,20
14	Nacionalna s. knjižnica	0	4	20	0,45	0,13	9,00
15	Lisinski	1	1	20	0,55	0,13	11,00
16	Glavni kolodvor	0	20	0	0,00	0,00	0,00
	Σ	94	94		24,90		727,60

Izvor: Izradio autor brojanjem prometa u subotu 26.08.2017. u Zagrebu.

Iz tablice 10. može se uočiti da je u smjeru Glavni kolodvor – Novi Jelkovec na relaciji Elka-Kozari bok i Kozari bok-Zelena tržnica prevezeno najviše putnika u iznosu od 42 putnika, a najmanje na relaciji Rimski put – bazen i Rimski put, dj. igralište u iznosu od 10 putnika.

U smjeru Novi Jelkovec – Glavni kolodvor najviše putnika je prevezeno na relaciji Slavonska – Lj. Posavskog-Slavonska - Čulinečka u iznosu od 33 putnika, a najmanje na relaciji

Rimski put, dj. igralište-Jelkovec - tržnica te na relaciji Jelkovec – tržnica-Jelkovec – vrtić u iznosu od 6 putnika. Ukupan broj putnika prevezen na obrtu iznosi 94 putnika.

Zadnje brojanje na liniji Glavni kolodvor – Novi Jelkovec je izvršeno u nedjelju 27.08.2017. prema ljetnom voznom redu i rezultati se mogu vidjeti u tablici 11.

Tablica 11. Rezultati brojanja putnika na liniji Glavni kolodvor – Novi Jelkovec – režim održavanja polazaka nedjelja od 12:43 do 13:36 h

	Brojanje putnika na liniji Glavni kolodvor - Novi Jelkovec, NEDJELJA 27.08.2017.						
	SMJER Glavni kolodvor - Novi Jelkovec						
	Vrijeme polaska 12:43 - Vrijeme dolaska 13:06						
BROJ	**STANICA**	**ULAZ**	**IZLAZ**	**BROJ PUTNIKA u BUSu (p)**	**UDALJENOST (km)**	**ZAUZETOST (p/C)**	**PRIJEVOZNI UČINAK (PKM)**
1	Glavni kolodvor	14	0	14	0,50	0,09	7,00
2	Lisinski	2	0	16	0,70	0,10	11,20
3	Nacionalna s. knjižnica	1	0	17	0,85	0,11	14,45
4	Kruge	1	0	18	1,20	0,11	21,60
5	Rakušina	0	0	18	1,00	0,11	18,00
6	Radnička	2	0	20	0,300	0,13	6,00
7	Končar	0	0	20	0,45	0,13	9,00
8	Čavićeva	0	0	20	0,70	0,13	14,00
9	Elka	2	0	22	0,45	0,14	9,90
10	Kozari bok	0	0	22	0,55	0,14	12,10
11	Zelena tržnica	0	10	12	2,10	0,08	25,20
12	Slavonska - Čulinečka	0	0	12	2,10	0,08	25,20
13	Slavonska - Lj. Posavskog	0	4	8	0,70	0,05	5,60
14	Rimski put - bazen	0	6	2	0,60	0,01	1,20
15	Rimski put, dj.igralište	0	2	0	0,00	0,00	0,00
	SMJER Novi Jelkovec - Glavni kolodvor						
	Vrijeme polaska 13:11 - Vrijeme dolaska 13:36						
1	Rimski put, dj.igralište	5	0	5	0,35	0,03	1,75
2	Jelkovec - tržnica	3	0	8	0,50	0,05	4,00
3	Jelkovec - vrtić	4	0	12	0,90	0,08	10,80
4	Lj. Posavskog - Rimski put	11	0	23	0,50	0,14	11,50
5	Slavonska - Lj. Posavskog	2	0	25	2,10	0,22	73,50
6	Slavonska - Čulinečka	0	0	25	2,00	0,16	50,00
7	Zelena tržnica	7	5	27	1,10	0,17	29,70
8	Žitnjak	0	1	26	0,60	0,16	15,60
9	Čavićeva	0	1	25	0,30	0,16	7,50
10	Končar	0	0	25	0,70	0,16	17,50
11	Radnička	0	4	21	0,65	0,13	13,65
12	Rakušina	0	0	21	1,20	0,13	25,20
13	Kruge	0	0	21	0,80	0,13	16,80
14	Nacionalna s. knjižnica	0	3	18	0,45	0,11	8,10
15	Lisinski	0	5	13	0,55	0,08	7,15
16	Glavni kolodvor	0	13	0	0,00	0,00	0,00
	Σ	54	54		24,90		473,20

Izvor: Izradio autor brojanjem prometa u nedjelju 27.08.2017.

Iz tablice 11. može se uočiti da je u smjeru Glavni kolodvor – Novi Jelkovec na relaciji Elka-Kozari bok i Kozari bok-Zelena tržnica prevezeno najviše putnika u iznosu od 22 putnika, a najmanje na relaciji Rimski put – bazen i Rimski put, dj.igralište u iznosu od 2 putnika.

U smjeru Novi Jelkovec – Glavni kolodvor najviše putnika je prevezeno na relaciji Zelena tržnica-Žitnjak u iznosu od 27 putnika, a najmanje na relaciji Rimski put, dj igralište i

Jelkovec – tržnica u iznosu od 5 putnika. Ukupan broj putnika prevezen na obrtu iznosi 54 putnika.

Obzirom na sve navedeno linija Glavni kolodvor – Novi Jelkovec imala je najveći prijevozni učinak i ukupni broj prevezenih putnika u odnosu na prve dvije odabrane linije.

4.2 Snimak i analiza tehničkog sustava

Snimak i analiza tehničkog sustava javnog prijevoza putnika u cestovnom prometu definira:

a) snimak i analizu transportnih sredstava na linijama,
b) snimak i analizu cestovne infrastrukturu na linijama,
c) snimak i analizu informacijskog sustava Zagrebačkog električnog tramvaja.

4.2.1 Tehničke značajke cestovnih transportnih sredstava u javnom putničkom prometu

Na sve tri predmetne linije korišten je niskopodni zglobni autobus s maksimalnim kapacitetom od 159 putničkih mjesta proizvođača Mercedes-Benz model Citaro G. Razlog zbog kojega je korišten isti autobus na sve tri linije je taj što je kroz homogenizaciju voznog parka poduzeću lakše organizirati održavanje autobusa i servis u pogonu, mehaničari imaju jednostavniju zadaću u slučaju kvarova jer su dobro upoznati sa značajkama autobusa. U tablici 12. mogu se vidjeti tehničke značajke predmetnog autobusa.

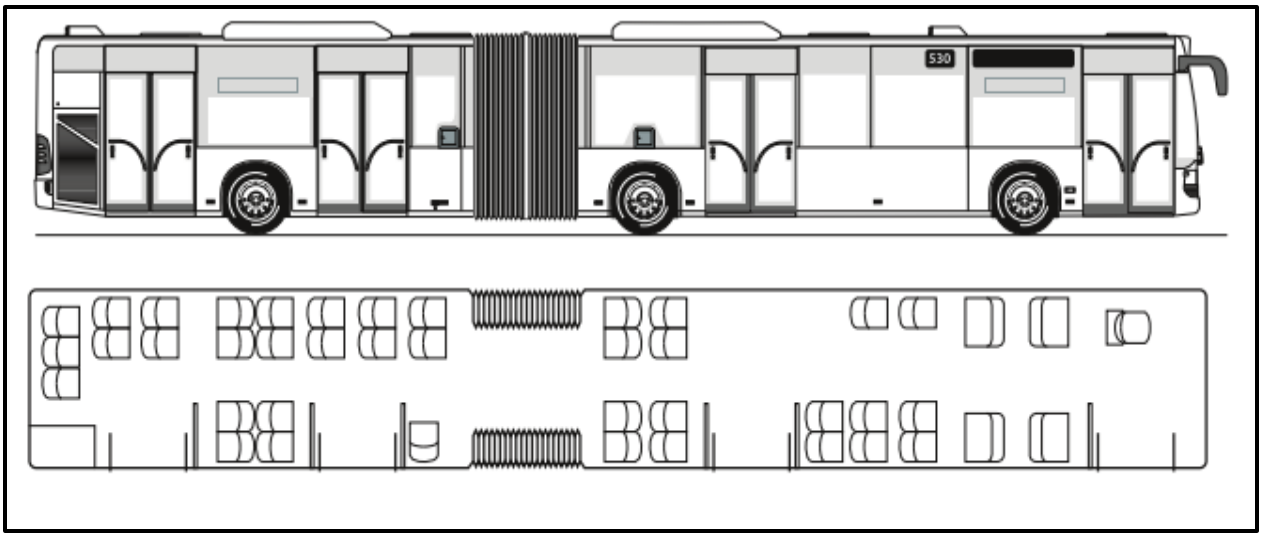
Tablica 12. Tehničke značajke autobusa Mercedes-Benz Citaro G (O530)

Tehničke značajke	MB O530 G
dužina [mm]	17 940
visina [mm]	3076
širina [mm]	2550
osovinski razmak srednje i pogonske osovine [mm]	5990
osovinski razmak prednje i srednje osovine [mm]	5845
prednji/stražnji prevjes [mm]	2705/3400
unutarnja visina [mm]	2313
broj vrata	4
prednja/ostala vrata - visina poda [mm]	320 / 340
broj sjedećih mjesta	42
broj mjesta za stajanje	117
širina vrata [mm]	1250
minimalni polumjer okretanja [mm]	22 850
najveća dopuštena masa [kg]	28 000
transmisija	automatska
motor	EURO V OM 457 hLA
obujam motora [cc]	11 967
snaga motora [kW]	220
pneumatici	275/70 R 22.5

Izvor: [35]

Iz tablice 12. je vidljivo da je niskopodni autobus Merceds-Benz prilagođen uvjetima javnog gradskog prijevoza putnika svojim značajkama. Također to je model s vrlo velikim kapacitetom putničkih mjesta što omogućuje dodatno podizanje kvalitete usluge autobusnog prijevoza na opterećenijim linijama.

Na slici 4. se može vidjeti konfiguracija mjesta za sjedenje predmetnog autobusa u varijanti sa 4 vrata.



Slika 4. Konfiguracija mjesta za sjedenje korištenog modela autobusa, [35]

Iz slike 4. može se vidjeti konfiguracija mjesta za sjedenje niskopodnog autobusa Citaro G koja čine nešto manje od jedne trećine nazivnog kapaciteta autobusa. Jedan od razloga je taj što gradski autobusi moraju imati širi putnički hodnik zbog frekventnije izmjene putnika. Nekoliko sjedala sa širim dimenzijama omogućuju putnicima odlaganje prtljage prilikom putovanja.

4.2.2 Cestovna infrastruktura

Za obavljanja javnog cestovnog prijevoza putnika ZET koristi dostupnu cestovnu infrastrukturu Grada Zagreba. Gradske prometnice koje se koriste prilikom obavljanja javnog prijevoza putnika mogu se podijeliti s obzirom na svoju funkciju na primarnu mrežu gradskih prometnica i sekundarnu mrežu. Mreža linija ZET-a na kojima prometuju linije: 215, 221 i 281 organizirana je u pravilu na mreži primarnih gradskih prometnica koje odgovaraju profilu mjerodavnog vozila autobusa a s obzirom na prometni i slobodni profil te tlocrtne i visinske elemente prometnice. Također gradske prometnice se dijele i prema administrativnoj podjeli, tj. prema zakonskoj regulativi na državne, županijske, lokalne i nerazvrstane ceste. [15].

Linija 215 koristi sljedeće prometnice koje spadaju pod kategoriju županijske ceste: Ulica Hrvatske bratske zajednice, Avenija Većeslava Holjevca i Ulica Savezne Republike Njemačke. Od lokalnih cesta tu se ubrajaju sljedeće: Islandska ulica, Ulica Božidara Magovca i Ukrajinska ulica.

Linija 281 prometuje Ulicom Vjekoslava Heinzela koja spada u kategoriju županijskih cesta a od lokalnih cesta prometuje na: Planinskoj ulici, Borongajskoj cesti, Vukomeričkoj cesti i Resničkom putu.

Linija 221 prometuje sljedećim cestama koje spadaju u kategoriju županijskih cesta: Ulica Hrvatske bratske zajednice, Slavonska avenija i Ulica kneza Ljudevita Posavskog. Od nerazvrstanih cesta koristi Rimski put i Ulicu 144. brigade Hrvatske vojske.

Predmetne linije koriste dva ZET-ova terminala a to su terminal Kvaternikov trg i terminal Glavni kolodvor. Linija 215 je smještena na terminalu Kvaternikov trg i to na peronu 5 koji je opremljen košem, osvijetljenjem, nadstrešnicom, klupom i izvatkom iz voznog reda. Terminal omogućuje presjedanje na sljedeće tramvajske linije: 4, 5, 7, 11, 12, 13.

Linije 221 i 281 započinju na terminalu Glavni kolodvor. Linija za Novi Jelkovec je smještena na peronu 5 a linija za Travno je smještena na peronu 7. Terminal je opremljen: košem, osvijetljenjem, klupama, nadstrešnicama i izvatkom iz voznog reda. Uz željeznički kolodvor povezan je i sa sljedećim tramvajskim linijama: 2, 4, 6, 9, 13.

Što se tiče stajališta na promatranim linijama mnoga stajališta bi trebalo dodatno urediti ili opremiti. U tablici 13. može se vidjeti prikaz stanja značajki stajališta na liniji 215.

Tablica 13. Popis stajališta na liniji 215 i njihove značajke

Linija Kvaternikov trg - Trnava							
	SMJER Kvaternikov trg - Trnava						
Broj	Stajalište	Izvan kolnika	Nadstrešnica	Klupa	Vozni red	Osvijetljenje	Koš
1	Kvatrić	+	+	+	+	+	+
2	Veterinarski fakultet	+	+	+	+	+	+
3	Zagrebački transporti	-	+	+	-	+	+
4	Trg Volovčica	-	+	+	+	+	+
5	Turopoljska	-	+	+	-	+	+
6	Kolareva	-	+	-	-	+	+
7	Getaldićeva	+	+	+	-	+	+
8	Borongajska - kampus	+	+	+	-	+	+
9	Lozarinska	-	+	+	+	+	+
10	Vukomerec - okretište	+	-	-	-	+	+
11	Sobolski put	-	+	+	+	+	+
12	Vukomerička HO	-	+	+	+	-	+
13	Resnički put	+	-	-	-	+	+
14	Trnava	-	-	-	-	+	+
	SMJER Trnava - Kvaternikov trg						
1	Trnava	+	-	-	+	+	+
2	Resnički put	+	-	-	-	+	+
3	Vukomerička 40	-	-	-	-	+	+
4	Sobolski put	+	+	+	+	-	+
5	Vukomrec - okretište	+	-	-	-	-	+
6	Lozarinska	+	+	-	+	+	+
7	Borongajska - kampus	+	+	+	-	-	+
8	Getaldićeva	+	+	+	-	-	-
9	Kolareva	+	+	+	-	-	+
10	Turopoljska	-	+	-	-	-	+
11	Trg Volovčica	-	+	-	+	+	+
12	Zagrebački transporti	-	+	+	+	-	+
13	Veterinarski fakultet	+	+	+	+	+	+
14	Kvatrić	+	-	-	+	+	+

Iz tablice 13. je vidljivo da je 57 % stajališta izvan kolnika a 43 % na kolniku. Većina stajališta je opremljena košem u iznosu od 96 %. Također 28 % stajališta nema nadstrešnicu, 42 % nema klupu, 50 % nema izvadak iz voznog reda a 28 % nema osvijetljenje ili osvijetljenje nije adekvatno.

U tablici 14. može se vidjeti prikaz stanja značajki stajališta na liniji 221.

Tablica 14. Popis stajališta na liniji 221 i njihove značajke

Linija Glavni kolodvor - Travno							
	SMJER Glavni kolodvor - Travno						
Broj	Stajalište	Izvan kolnika	Nadstrešnica	Klupa	Vozni red	Osvijetljenje	Koš
1	Glavni kolodvor	+	+	-	+	+	+
2	Lisinski	+	+	+	+	+	+
3	Nacionalna s. knjižnica	+	+	+	+	+	+
4	Bundek	+	-	-	-	-	+
5	Muzej suvremene umjetnosti	+	+	+	+	+	+
6	Građevinska škola	+	+	+	-	+	+
7	Islandska	+	+	+	+	+	+
8	B. Magovca	+	+	+	+	+	+
9	Dječji vrtić	+	+	+	+	+	+
10	B. Magovca 111	+	+	+	-	+	+
11	Ukrajinska	+	+	+	+	+	+
12	Travno	+	+	+	+	+	+
	SMJER Travno - Glavni kolodvor						
1	Travno	+	+	+	+	+	+
2	Islandska	+	+	+	+	+	+
3	Građevinska škola	+	+	+	+	+	+
4	Muzej suvremene umjetnosti	+	+	+	+	+	+
5	Bundek	+	+	+	-	-	+
6	Nacionalna s. knjižnica	+	-	-	-	+	+
7	Lisinski	+	-	-	-	+	+
8	Glavni kolodvor	+	+	-	+	+	+

Iz tablice 14. je vidljivo da su sva stajališta smještena izvan kolnika. Sva stajališta su opremljena košem. Također 16 % stajališta nema nadstrešnicu, 26 % nema klupu, 31 % nema izvadak iz voznog reda a 10 % nema adekvatno osvijetljenje.

U tablici 15. može se vidjeti prikaz stanja značajki stajališta na liniji 281.

Tablica 15. Popis stajališta na liniji 281 i njihove značajke

Linija Glavni kolodvor - Novi Jelkovec							
	SMJER Glavni kolodvor - Novi Jelkovec.						
Broj	Stajalište	Izvan kolnika	Nadstrešnica	Klupa	Vozni red	Osvijetljenje	Koš
1	Glavni kolodvor	+	-	-	+	+	+
2	Lisinski	+	+	+	+	+	+
3	Nacionalna s. knjižnica	+	+	+	-	+	+
4	Kruge	+	+	+	+	+	+
5	Rakušina	+	+	+	-	+	+
6	Radnička	+	-	-	-	-	-
7	Končar	+	-	-	-	-	+
8	Čavićeva	+	-	-	-	+	-
9	Elka	+	+	+	+	+	+
10	Kozari bok	+	-	-	-	-	-
11	Zelena tržnica	+	-	-	-	+	-
12	Slavonska - Čulinečka	+	-	-	-	-	+
13	Slavonska - Lj. Posavskog	+	+	+	-	+	+
14	Rimski put - bazen	+	-	-	-	+	+
15	Rimski put, dj.igralište	+	-	-	+	+	-
	SMJER Novi Jelkovec - Glavni kolodvor						
1	Rimski put, dj.igralište	+	-	-	+	+	-
2	Jelkovec - tržnica	+	-	-	-	-	-
3	Jelkovec - vrtić	+	-	-	-	-	-
4	Lj. Posavskog - Rimski put	+	-	-	-	+	+
5	Slavonska - Lj. Posavskog	+	+	+	-	+	+
6	Slavonska - Čulinečka	+	-	-	-	+	+
7	Zelena tržnica	+	-	-	-	+	+
8	Žitnjak	+	-	-	-	+	-
9	Čavićeva	+	+	-	-	+	+
10	Končar	+	-	-	-	+	+
11	Radnička	+	-	-	+	-	+
12	Rakušina	+	-	-	-	-	+
13	Kruge	+	+	+	+	-	+
14	Nacionalna s. knjižnica	+	-	-	-	+	+
15	Lisinski	+	-	-	-	+	+
16	Glavni kolodvor	+	-	-	+	+	+

Iz tablice 15. je vidljivo da su sva stajališta smještena izvan kolnika. Stajališta koja nisu opremljena košem iznose 29 %. Također 71 % stajališta nema nadstrešnicu, 74 % nema klupu, 70 % nema izvadak iz voznog reda a 29 % nema adekvatno osvijetljenje. Prema stanju stajališta najlošija situacija je na stajalištima linije 281.

Što se tiče sigurnosti prometa povoljna je činjenica što je većina stajališta smještena na ugibalištima a prostor za smještaj putnika na većini stajališta je dobro izveden. Razumijevanje kako se pješaci ponašaju na autobusnim stajalištima je neophodno za sigurnost putnika. Kretanje pješaka nakon izlaska iz autobusa može biti nepredvidljivo, što može dovesti do nesigurnog prelaska s jedne strane ceste na drugu. Prema istraživanju rizično ponašanje među pješacima je vjerojatnije na cestama s manje prometa. Sljedeće se smatra potencijalnom konfliktnom situacijom kod autobusnih stajališta: prelaženje ceste na mjestu gdje nije obilježen pješački prijelaz, prolaženje između parkiranih vozila uz cestu radi prelaska ceste, trčanje preko ceste, nepoštivanje crvenog svijetla, trčanje po cesti s ciljem hvatanja vozila javnog prijevoza i ostalo nepropisno prelaženje preko ceste [36].

Sljedeći infrastrukturni elementi su ZET-ovi autobusni pogoni ili garaže. Analizirane linije koriste zglobne autobuse smještene u pogonu Dubrava (slika 5). Pogon Dubrava je spremište ili garaža za autobuse i ima svoju benzinsku postaju te parkirališni prostor.



Slika 5. Autobusni pogon Dubrava parkirališni prostor, [37]

Iz slike 5. se može uočiti da se isti modeli autobusa grupiraju po određenim zonama parkirališnih površina. Pogoni Dubrava posjeduje i svoju servisnu radionicu i stanice za preventivni tehnički pregled. Također ima punionicu stlačenog prirodnog plina [38].

Nakon autobusnih pogona slijede autobusna stajališta, kao element cestovne infrastrukture u javnom prijevozu putnika, koja se prilikom rekonstrukcije postojećih ili izgradnje novih projektiraju i izvode u prostoru sukladno odrednicama prema važećem Pravilniku o autobusnim stajalištima NN 119/2007. Obzirom na prometno-tehnička, urbanistička, građevinska, imovinsko-pravna i slična ograničenja sva stajališta na prometnoj mreži jednostavno nije moguće prilagoditi prema gore navedenom pravilniku. Jedan dio stajališta, posebno autobusnih, koji se nalazi na rubnim dijelovima grada što uključuje liniju 281, ne zadovoljava osnovne prometno-tehničke uvjete i posljedica je naslijeđenog stanja. Na usputnim stanicama na trasi linija 215, 221 a pogotovo 281 na određenim mjestima nema mogućnosti da se iste postave. Veliki problem predstavlja održavanje i vandalizam, gdje se ZET i Grad Zagreb svakodnevno susreću s otuđenjem i uništavanjem opreme na informativnim stupovima i nadstrešnicama što zahtjeva dodatna financijska sredstva i postupak nabave potrošnih dijelova. Bez obzira na sve navedene razloge moderan javni gradski prijevoz mora brinuti o zadovoljenju barem osnovnih uvjeta ali često i više od toga. [39]:

4.2.3 Informacijski sustav

Pružanje pravovremenih i stvarnovremenskih informacija je od ključne važnosti u modernom sustavu javnog prijevoza bez kojih je danas nemoguće zamisliti funkcioniranje javnog linijskog putničkog prijevoza. Putne informacije ZET pruža na sljedeće načine:

a) na terminalima i stajalištima putem informativnih panoa i informativnih zaslona,
b) informativnim zaslonima na vozilima i unutar vozila,
c) kroz službenu internetsku stranice ZET-a kojoj je moguće pristupiti putem pametnog telefona.

Također informiranje putnika u ZET-u može se podijeliti s obzirom na lokaciju korisnika u sustavu na predputno i putno informiranje putnika. Kada se govori o predputnom informiranju

onda se često spominje planiranje putovanja prije nego korisnik dođe do sustava javnog prijevoza bilo terminala ili stajališta. ZET omogućuje mobilnim korisnicima predputne informacije preko službene internetske stranice uz mogućnost prikaza aktualnog voznog reda ili planiranja putovanja uz pomoć Google karte kao što se može vidjeti na slici 6.



Slika 6. Predputno informiranje na službenim internetskim stranicama ZET-a, [40]

Prema primjeru slike 6. kada se unesu izvorišta i odredišta putovanja sve opcije koje se ponude su automatski podešene da prikazuju rezultate samo za javni prijevoz putnika.

Putno informiranje se obavlja kada je putnik već fizički u samom sustavu javnog prijevoza. U tom slučaju informacije od strane ZET-a na predmetnim linijama mogu se dobiti pomoću informativnih panoa, informativnih zaslona koji su fiksni na terminalima i stanicama ili pomoću informativnih zaslona na samim vozilima koji pružaju informaciju o broju i nazivu autobusne linije (slika 7) ali i unutar autobusa koji pokazuju redoslijed stanica.



Slika 7. Informativni zaslon na autobusu, [41]

U slučaju određenih smetnji ili krivog unosa podataka vozača u informacijski sustav poruke koje informativni zaslon prikazuje mogu biti pogrešne što može dovesti do nesporazuma s putnicima umjesto informiranja.

4.2.3.1 Fiksni informativni zasloni

Kod fiksnih informativnih zaslona vrši se podjela na dvoredne i četveroredne na autobusnim stajalištima i terminalima. Većina autobusnih stajališta predmetnih linija nema informativne zaslone. Na peronu linije 281 na Glavnom kolodvoru nema informativnog zaslona kao ni na peronu linije 215 na Kvaternikovom trgu. Peron linije 221 sadrži informativni zaslon. Napajanje na autobusnim stajalištima i terminalima izvedeno je na dva načina: mrežno napajanje i napajanje iz objekta ZET-a. Informativne displeje nije moguće izvoditi na svim stajalištima iz više razloga. Prvenstveno ne postoje prostorni uvjeti za smještaj konzolnog nosećeg stupa no s obzirom na važnost terminala u autobusnom sustavu trebalo bi uložiti više sredstava u postavljanje informativnih zaslona na tim kritičnim točkama [39].

Na sve tri promatrane linije fiksni informativni zasloni su postavljeni na tek 14 % stanica i većina ih se nalazi na stanicama u užem središtu grada. Na liniji 215 je postavljen jedan, na liniji 281 su postavljena dva, a na liniji 221 je postavljeno 8 informativnih zaslona. S tim da linije 221 i 281 koriste dva ista stajališta na kojima su postavljeni informativni zasloni.

4.2.3.2 Opis postojećeg sustava za nadzor i upravljanje prometom

Kako bi predmetne linije pravilno funkcionirale potrebno je opisati nekoliko glavnih komponenti informacijskog sustava koje će biti objašnjenje u ovome poglavlju. Prva od osnovnih komponenata sustava je uređaj i oprema unutar vozila koja uključuje putno računalo FR Compact (FR City). Računalo je uklopljeno u metalno kućište, koje s prednje strane ima monokromatski zaslon, a upravljanje se vrši putem numeričke tipkovnice s nekoliko dodatnih tipki sa slovnim znakovima. U normalnom režimu rada, računalo na zaslonu shematski prikazuje trenutni položaj vozila, s obzirom na stajalište na trasi i dužinu puta do sljedećeg stajališta. Osim toga putem računala uspostavlja se govorna i tekstualna komunikacija vozača s prometnim centrom - dvosmjerno, putem Motorola TETRA (Terrestrial Trunked Radio) radijske stanice koja je s računalom povezana putem sabirnice, a isto tako računalo je povezano i s GPS (globalni navigacijski satelitski sustav) prijemnikom. Putno računalo u vozilima, sadrži 32 MB radne memorije i 64 MB Flash memorije za pohranu. Centralna je računalna jedinica u vozilima, povezana i upravlja s: TETRA digitalnom radio stanicom u vozilu (Motorola), odometrom vozila, GPS prijemnikom, vanjskim oznakama vozila te poništivači karata u vozilima. Sadrži WiFi primopredajnik te audio jedinicu za razglas u vozilima. Pogonjena je autonomnim operativnim sustavom Atos tvrtke ATRON, prijenos podataka odvija se putem WiFi mreže ili USB-a. Atos upravlja sa sljedećim funkcijama [39]:

a) podacima reda vožnje,
b) radio komunikacijom,
c) logikom određivanja položaja vozila,
d) komunikacijom s centralnim jedinicama sustava,
e) te glasovnim i tekstualnim obavijestima putnicima.

Druga komponenta sustava za nadzor i upravljanje prometom su informativni zasloni na stajalištima. Osnovna namjena im je najava dolaska sljedećeg vozila na trasi, te raznovrsne obavijesti vezane uz promet. Informativni zasloni na stajalištima su kompleksni uređaji sastavljeni od: Atron „HAST“ računala, Motorola TETRA digitalne radijske stanice te zaslona tvrtke Gorba. Tehnologija prikaza je uglavnom „flip-dot“ ili LED. Zasloni su koncipirani kao dvoredni, četveroredni, ili osmoredni, a razlučivost im je približno 20-tak znakova po redu [39].

Način rada druge komponenete jest sljedeći: prikaz vremena dolaska vozila (u minutama ili u satima) i prikaz broja i odredišta linije, ili prikaz fiksnih tekstualnih poruka te međusobna kombinacija ovih dvaju načina rada. Uz to zasloni su opremljeni s razglasom i mogućnošću glasovnih poruka putem TETRA mreže. Prijenos podataka odvija se putem TETRA mreže ili USB-om [39].

Treći element su centralne poslužiteljske jedinice. Centralne poslužiteljske jedinice čine 5 osnovnih poslužitelja: Atries server, Init server, Comm server, AVL server i DPI server. Poslužitelji su pokretani s Windows NT 2003 i Linux Red Hat operativnim sustavima. Sadrže sve baze podataka te sve aplikacije za unos obradu i manipulaciju svim podacima te komunikaciju; međusobno i s Motorola TETRA DIMETRA poslužiteljima [39].

U užem smislu Sustav za nadzor i upravljanje prometom AVL koncipiran je na način da se odvija putem 4 radne stanice (osobna računala s pripadajućim Motorola sustavom radijskih veza) na radnim mjestima prometnika u prometnom centru te radnim mjestima dispečera u pogonu, s mogućnošću nadzora i ograničene kontrole prometa. AVL programska rješenja sadrže sve podatke prikupljene i obrađene u bazama podataka sustava, a sastoje se od niza grafičkih i tabličnih prikaza podataka o [39]:

a) vozilima, vozačima i linijama,
b) pozicijama vozila na mreži,
c) te mogućnošću uspostave pojedinačne ili grupne govorne i tekstualne komunikacije s vozilima.

Sustav digitalne radijske veze TETRA DIMETRA koristi se za govornu komunikaciju i prijenos podataka za potrebe sustava za praćenje prometa ATRON-AVL kako slijedi [39]:

a) prijenos podataka i lokacije - autobus, tramvaj,
b) govorna komunikacija autobusnih, tramvajskih, servisnih vozila,
c) govorna komunikacija vozila za prijevoz invalida,
d) rad otpremnika i dispečera,
e) osvježavanje zaslona za dinamičko informiranje putnika – DPI.

4.2.3.3 Izrada voznog reda

Izrada voznih redova u ZET-u radi se u računalnom programu INTERPLAN koji je sastavni dio cijelog ATRON sustava i odvija se u nekoliko koraka. U prvom koraku, koji se zove izrada linije i izvodi se u programu INTERPLAN, prethodi unošenje niza podataka. Primjerice za izradu svakoga novoga voznog reda linije 215 Kvaternikov trg - Trnava potrebno je u periodima dana unijeti promjene voznih vremena za oba smjera vožnje [3].

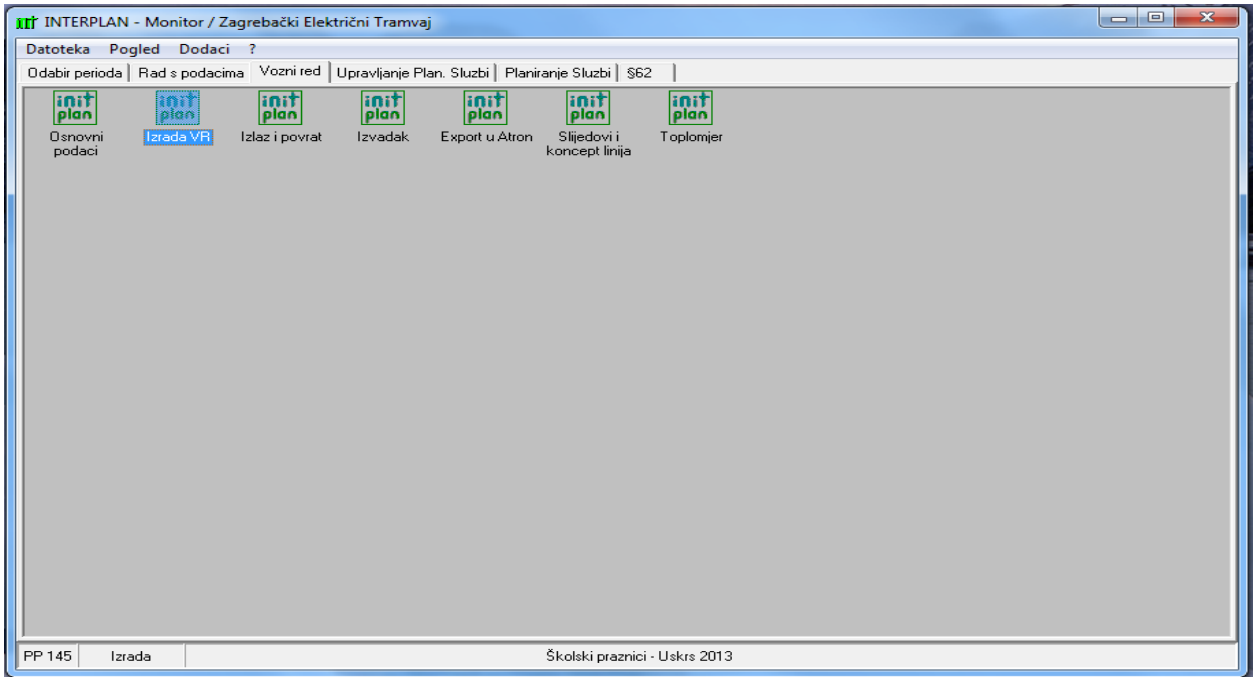
INTERPLAN se sastoji od sljedećih potprograma tj. modula [3]:

a) baza podataka s podacima neophodnim za izradu voznih redova među koje pripadaju:
    1. dani rada (radni dan, subota, nedjelja, izvanredni dan - blagdan),
    2. vrste vožnji (redovna, izvanredna, škola, službena - interna i drugo),
    3. vozila (tip vozila, kapacitet, cijena koštanja prijeđenoga kilometra),
    4. popis stajališta s udaljenošću (u metrima) i vremenima vožnje (u minutama) u različitim vremenskim periodima tijekom dana,
    5. prazne (nulte) vožnje u kilometrima i vrijeme vožnje.
b) modul za izradu voznog reda (polazaka) s pripadajućom statistikom: kilometri, sati rada i brzine,
c) modul za raspoređivanje vozila na linije,
d) modul za određivanje službi,
e) modul za disponiranje vozača na službe,
f) modul za izradbu izlaznih i povratnih lista vozila iz/u spremište (garažu),
g) modul za izradu koncepta linije,
h) polasci na liniji po voznom redu,
i) sljedovi vozila na terminalima po vremenima i po voznom redu,
j) modul za izradu voznog reda za vozače,
k) modul za izradbu izvatka iz voznog reda za putnike na stajalištima,
l) modul za izradu knjižice s kompletnim voznim redom,
m) modul za provjeru logičnosti (provjera eventualnih pogrešaka nastalih pri izradi voznog reda),
n) modul za pridruživanje voznog reda kalendarskim danima,

o) modul za transfer podataka u ATRIES.

Važno je napomenuti da je ATRIES sastavni dio cijelog sustava i predstavlja program koji služi za unos svih podataka sa sučeljima prema sustavima planiranja i centralnom funkcijom za statistiku a sadrži bazu podataka i služi za distribuciju i realizaciju plana. Prije nego što se počne izrađivati vozni red potrebno je popuniti bazu podataka s navedenim neophodnim podacima. Nakon unosa podataka prilazi se kreiranju trase svake pojedinačne linije iz popisa stajališta, a potom se određuju vremena vožnje između stajališta posebno za vrste dana i posebno za periode tijekom dana [3, 42].

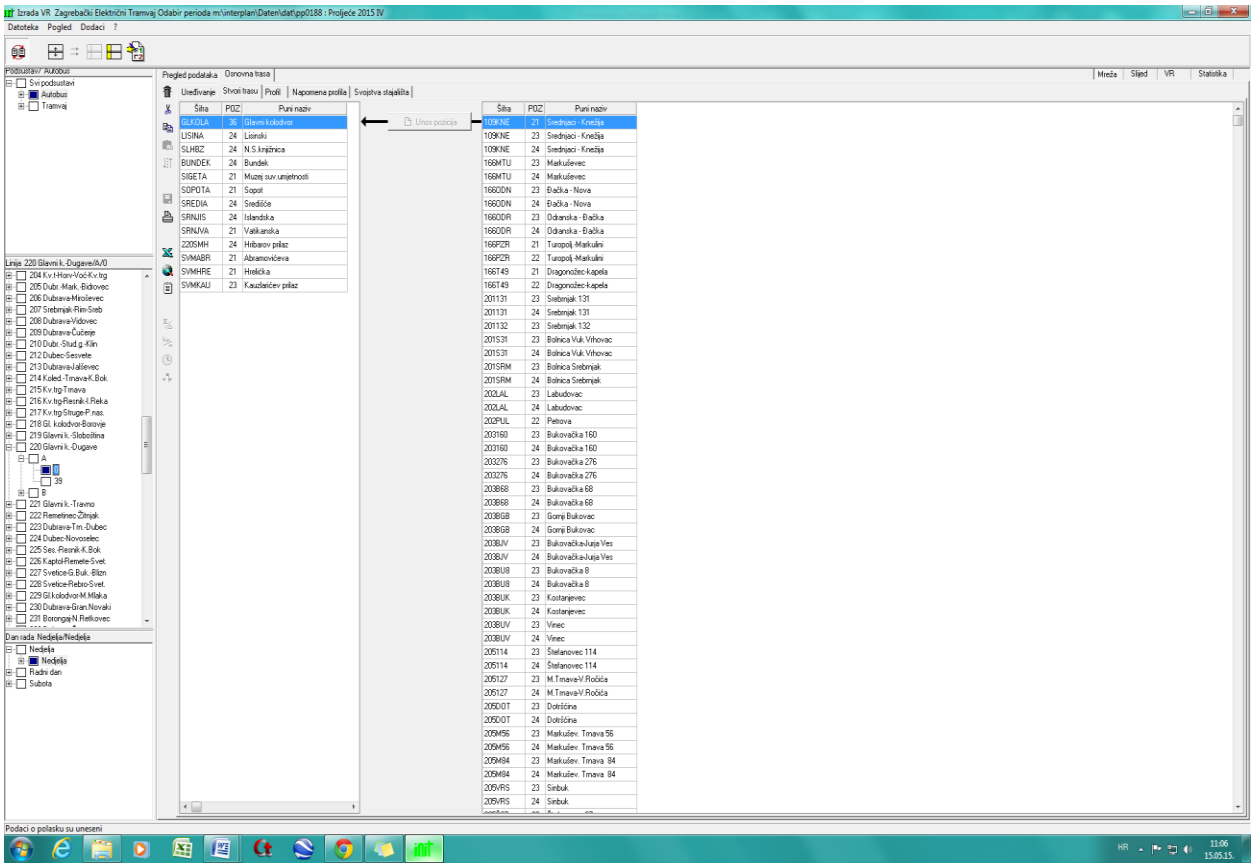
Na slici 8. može se vidjeti početni izbornik programa INTERPLAN.



Slika 8. Početni izbornik programa INTERPLAN, [39]

Uz opcije unosa obveznih podataka i izradu voznog reda na slici 8. može se uočiti da je također ponuđena opcija koja prebacuje podatke iz voznog reda u sustav ATRON i time omogućuje koordinaciju cijelog sustava što uključuje putna računala u autobusima, dispečere u pogonima i osoblje u centru za kontrolu prometa.

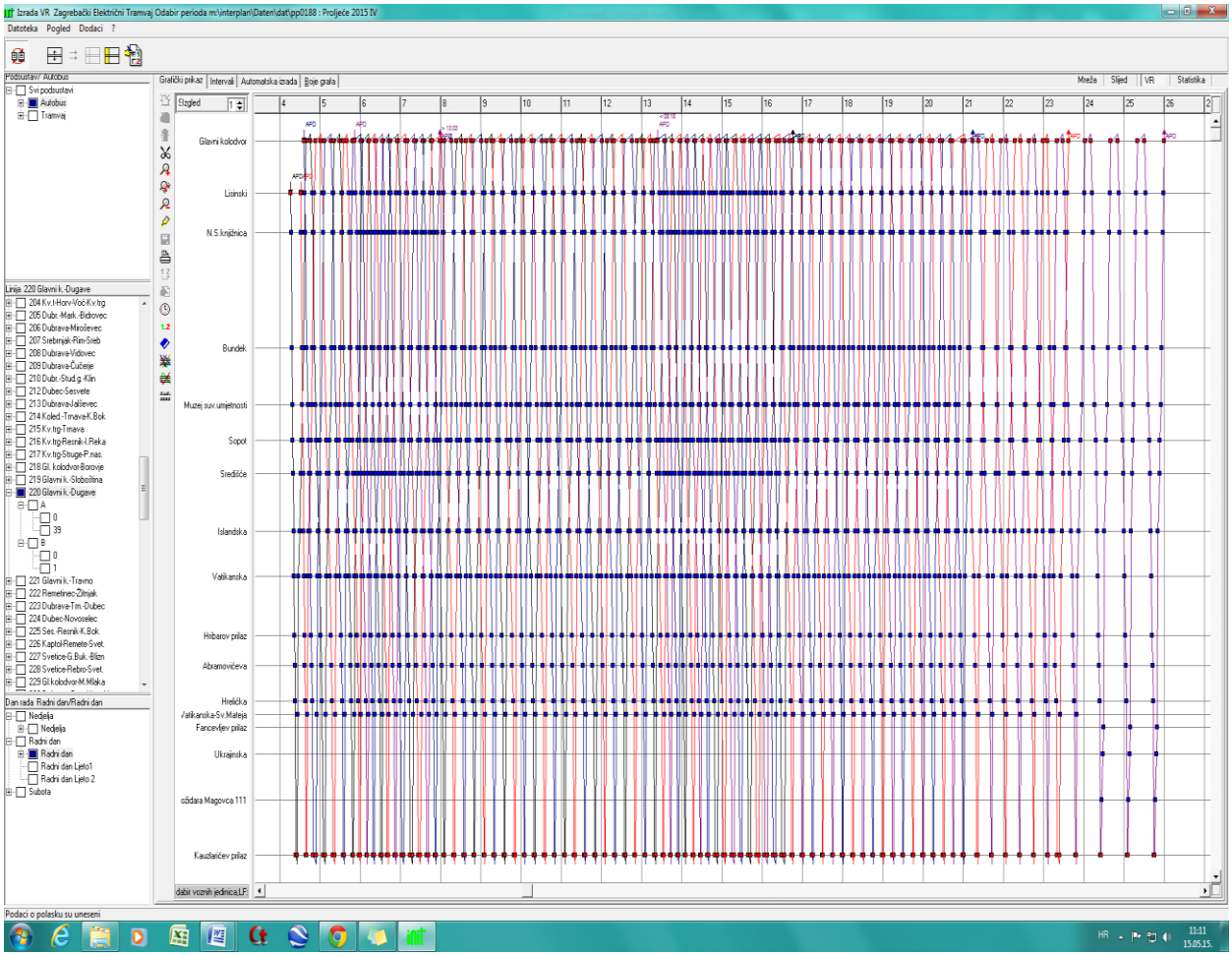
Na slici 9. može se vidjeti kreiranje trase u programu INTERPLAN.



Slika 9. Kreiranje trase dodavanjem stajališta za smjer A, [39]

Prema slici 9. prilikom kreiranja trase potrebno je unijeti nazive svih stajališta, zatim odabrati određena stajališta linije za svaki smjer posebno i nakon toga upisati međustajališne udaljenosti.

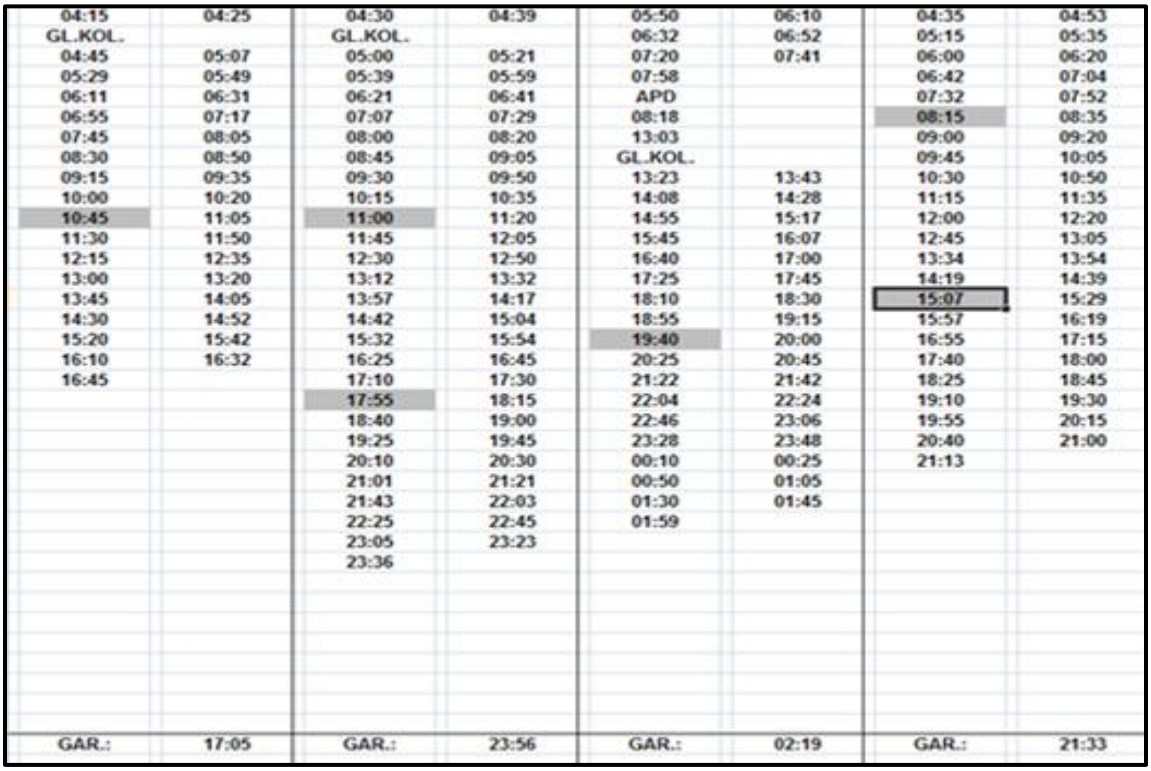
Na slici 10. može se vidjeti izrađen grafički prikaz linije.



Slika 10. Grafički prikaz izrađene linije, [39]

Na slici 10. može se vidjeti grafički prikaz izrađene linije. On prikazuje sve putanje svih vozila angažiranih tijekom dana na liniji. Na apcisi se nalaze sati u danu, a na ordinati pojedina stajališta. Različita angažirana vozila su označena linijama različitih boja.

Na slici 11. prikazan je vozni red namijenjen za radno osoblje i vozače.



04:15	04:25	04:30	04:39	05:50	06:10	04:35	04:53
GL.KOL.		GL.KOL.		06:32	06:52	05:15	05:35
04:45	05:07	05:00	05:21	07:20	07:41	06:00	06:20
05:29	05:49	05:39	05:59	07:58		06:42	07:04
06:11	06:31	06:21	06:41	APD		07:32	07:52
06:55	07:17	07:07	07:29	08:18		08:15	08:35
07:45	08:05	08:00	08:20	13:03		09:00	09:20
08:30	08:50	08:45	09:05	GL.KOL.		09:45	10:05
09:15	09:35	09:30	09:50	13:23	13:43	10:30	10:50
10:00	10:20	10:15	10:35	14:08	14:28	11:15	11:35
10:45	11:05	11:00	11:20	14:55	15:17	12:00	12:20
11:30	11:50	11:45	12:05	15:45	16:07	12:45	13:05
12:15	12:35	12:30	12:50	16:40	17:00	13:34	13:54
13:00	13:20	13:12	13:32	17:25	17:45	14:19	14:39
13:45	14:05	13:57	14:17	18:10	18:30	15:07	15:29
14:30	14:52	14:42	15:04	18:55	19:15	15:57	16:19
15:20	15:42	15:32	15:54	19:40	20:00	16:55	17:15
16:10	16:32	16:25	16:45	20:25	20:45	17:40	18:00
16:45		17:10	17:30	21:22	21:42	18:25	18:45
		17:55	18:15	22:04	22:24	19:10	19:30
		18:40	19:00	22:46	23:06	19:55	20:15
		19:25	19:45	23:28	23:48	20:40	21:00
		20:10	20:30	00:10	00:25	21:13	
		21:01	21:21	00:50	01:05		
		21:43	22:03	01:30	01:45		
		22:25	22:45	01:59			
		23:05	23:23				
		23:36					
GAR.:	17:05	GAR.:	23:56	GAR.:	02:19	GAR.:	21:33

Slika 11. Prikaz tablice voznog reda za prometno osoblje, [39]

Tablica voznog reda za prometno osoblje prikazana na slici 11. je temelj rada vozača i ostalog operativnog osoblja. Vozačima je raspored iz tablica dostupan putem putnih računala u autobusu. Vozači posjeduju lozinke za pristup sustavu. Polja obojana sivom bojom označuju kraj tj. početak smjene drugog vozača.

4.3 Snimak i analiza tehnološkog sustava

U ovome poglavlju će se obraditi tehnološki sustav cestovnog linijskog prijevoza putnika ZET-a.

4.3.1 Tehnološke značajke autobusa na analiziranim linijama

U gradskom prometu sve više su zastupljeni niskopodni autobusi što je slučaj i na analiziranim linijama: 215, 221 i 281. Svojim značajkama niskopodni autobusi se nameću kao najbolje rješenje za prijevoz putnika u gradovima. Svrha niskopodnosti je reduciranje razlike visina poda autobusa i stajališta, to znači i da stajališta moraju biti odgovarajuće konstrukcije prilagođena visinom za što lakši transfer putnika. Takvi autobusi olakšavaju transfer svih putnika

koji mogu jednim korakom savladati visinsku razliku i ući u autobus, ali najveću prednost kod takve konstrukcije ostvaruju osobe u indvalidskim kolicima. Određeni stariji modeli niskopodnih autobusa proizvođača Mercedes-Benz na analiziranim linijama nemaju električnu rampu za ulazak putnika u invalidskim kolicima [43].

Grupe putnika kojima najviše pogoduje konstrukcija niskopodnosti autobusa ako je usklađena sa visinom autobusnog stajališta su [43]:

a) starije i nemoćne osobe,
b) osobe u invalidskim kolicima,
c) osobe koje imaju prtljagu ili se vraćaju iz kupnje,
d) osobe s oštećenjem vida,
e) osobe s malom djecom.

Tablica 16. Udio niskopodnih autobusa u strukturi voznog parka ZET-a,

BROJ AUTOBUSA PREMA STRUKTURI		
VRSTA AUTOBUSA	Na dan 31.12.2016.	
	BROJ AUTOBUSA	UDIO U UKUPNOM BROJU
KLASIČNI (SOLO)	213	53%
niskopodni	179	44%
visokopodni	34	8%
ZGLOBNI	159	39%
niskopodni	159	39%
visokopodni	0	0%
MINI	31	8%
UKUPNO	403	100
NISKOPODNI	338	84%
VISOKOPODNI	65	16%
UKUPNO	403	100%

Izvor: [39]

Iz tablice 16. može se potvrditi da ZET brine a aspektu važnosti niskopodnosti u autobusnom javnom gradskom prometu time što niskopodni autobusi čine 84 % njegovog voznog parka a u budućnosti i dalje planiraju nabavljati niskopodne autobuse renomiranih proizvođača.

4.3.2 Broj autobusa na liniji

Na liniji Kvaternikov trg – Trnava broj 215 kako bi se održavala učestalost polazaka prema voznom redu u vršnom periodu opterećenja radnim danom s obzirom na izmjereno vrijeme obrta na liniji minimalan potreban broj angažiranih autobusa je 4 autobusa. Subotom je taj broj smanjen na 3 autobusa. Nedjeljom su potrebna dva autobusa za održavanje broja polazaka.

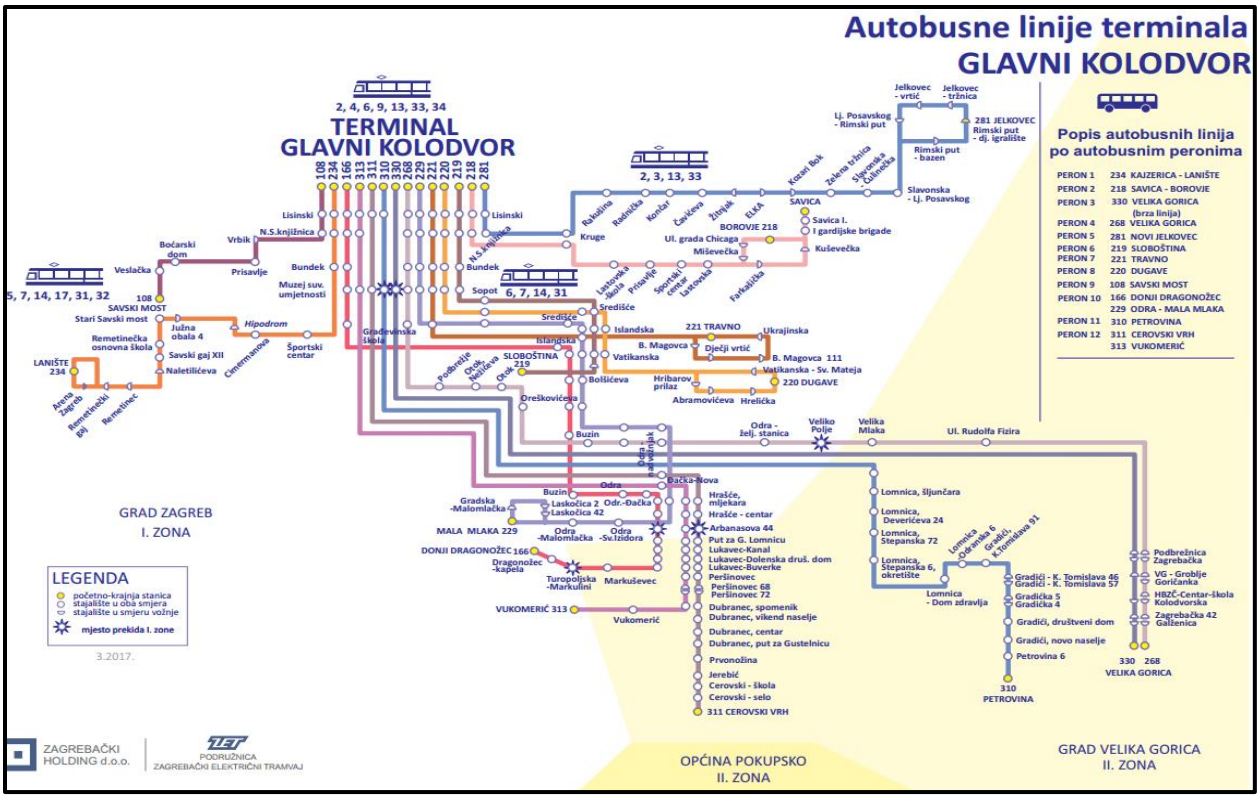
Na liniji Glavni kolodvor – Travno broj 221 kako bi se održavao broj polazaka prema voznom redu u vršnom periodu opterećenja radnim danom s obzirom na izmjereno vrijeme obrta na liniji minimalan potreban broj angažiranih autobusa je 4. Subotom i nedjeljom je manje angažiranih autobusa te su potrebna 2 autobusa.

Na liniji Glavni Kolodvor – Novi Jelkovec broj 281 kako bi se održavao broj polazaka prema voznom redu u vršnom periodu opterećenja radnim danom s obzirom na izmjereno vrijeme obrta na liniji minimalan potreban broj angažiranih autobusa je 3 autobusa. Subotom i nedjeljom taj broj angažiranih autobusa je manji i iznosi 2 autobusa.

Potrebno je napomenuti da je broj angažiranih autobusa tijekom dana na svim linijama veći od potrebnog minimalnog broja autobusa koji su angažirani tijekom vršnog perioda dana. Određeni angažirani autobusi se u periodima dana kada je režim polazaka manji vraćaju u garažu. Prethodno definiran broj angažiranih autobusa po predmetnim linijama se odnosi na ljetni vozni red.

4.3.3 Linije i trase

Linija autobusnog javnog prijevoza je dio mreže linija koje su koordinirane za učinkovito prometovanje. Na slici 12. može se vidjeti mreža linija terminala Glavni kolodvor koja obuhvaća analizirane linije Glavni kolodvor – Travno broj 221 i Glavni kolodvor – Novi Jelkovec broj 281.

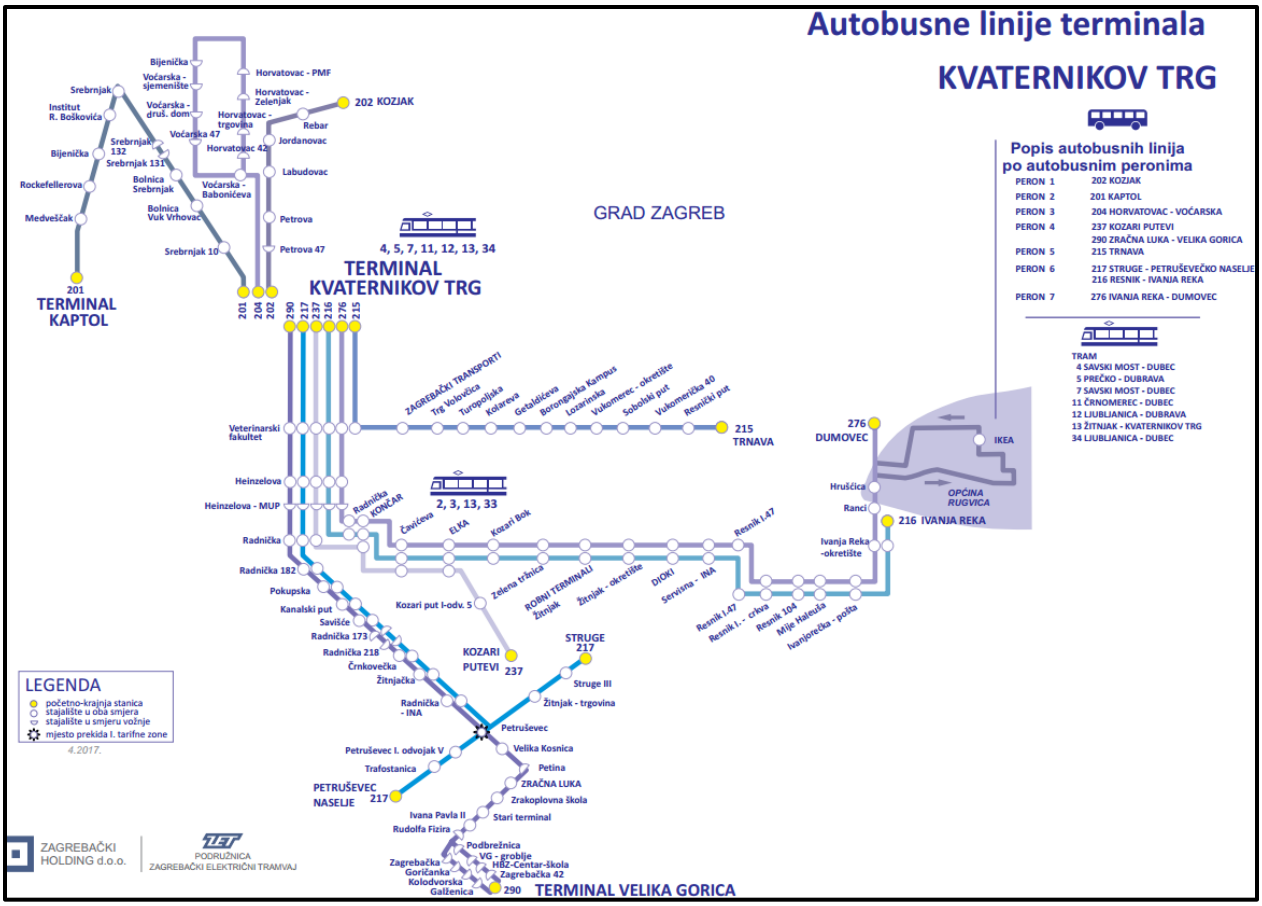


Slika 12. Shema autobusnih linija terminala Glavni kolodvor, [44]

Shema na slici 12. prikazuje: trase, stajališta, terminale i perone za pojedine linije. Linija 221 u smjeru Glavni kolodvor – Travno sastoji se od dvije početno-krajnje stanice koje su iste za oba smjera i 10 stajališta. U smjeru Travno – Glavni Kolodvor linija ima 6 stajališta. Linija je definirana kao gradska linija prema području obuhvata i duljini linije. Po geometrijskom obliku može se klasificirati kao radijalna linija koja povezuje uže središte grada sa naseljem Travno koje se nalazi izvan užeg središta grada.

Linija 281 se sastoji od dvije početno-krajnje stanice koje su iste za oba smjera i 13 stajališta u smjeru Glavni kolodvor – Novi Jelkovec. U smjeru Novi Jelkovec – Glavni kolodvor ima 14 stajališta. Linija se može definirati kao prigradska zbog veće duljine i većih međustajališnih razmaka. Linija je radijalnog oblika i povezuje uži centar grada Zagreba sa stambenim područjem na perifernom dijelu grada Novim Jelkovcem.

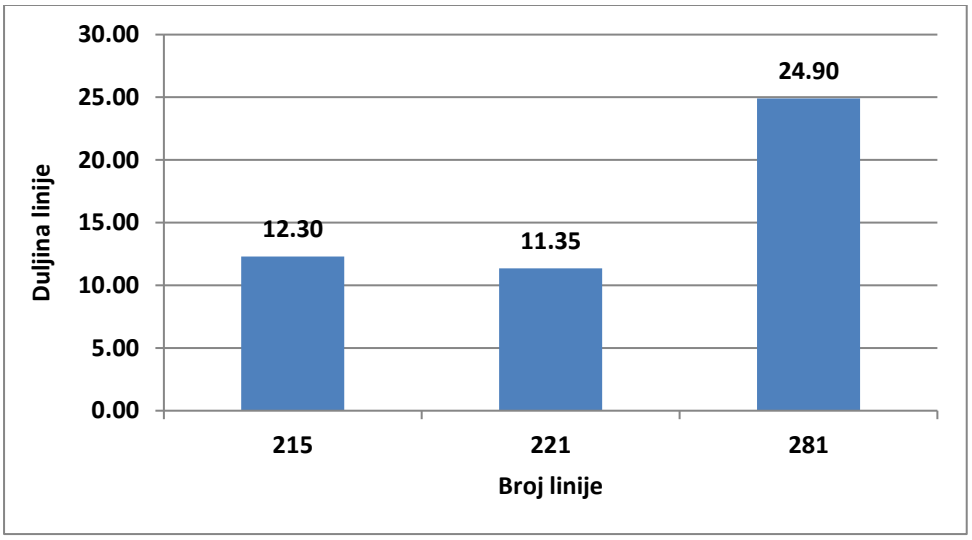
Sljedeća linija u analizi je Kvaternikov trg – Trnava koja se može vidjeti na slici 13.



Slika 13. Shema autobusnih linija terminala Kvaternikov trg, [45]

Shema na slici 13. prikazuje između ostalog: trasu, terminale i stajališta linije 215. Linija u oba smjera ima iste početno-krajnje točke i jednak broj stajališta koji iznosi 12 stajališta. Linija je klasificirana kao gradska linija te je većina međustajališnih razmaka na liniji manja od ili jednaka duljini od 500 m. Linija je radijalnog oblika i izlazi iz gradskog centra.

Na grafikonu 2. prikazana je usporedba duljina analiziranih linija.

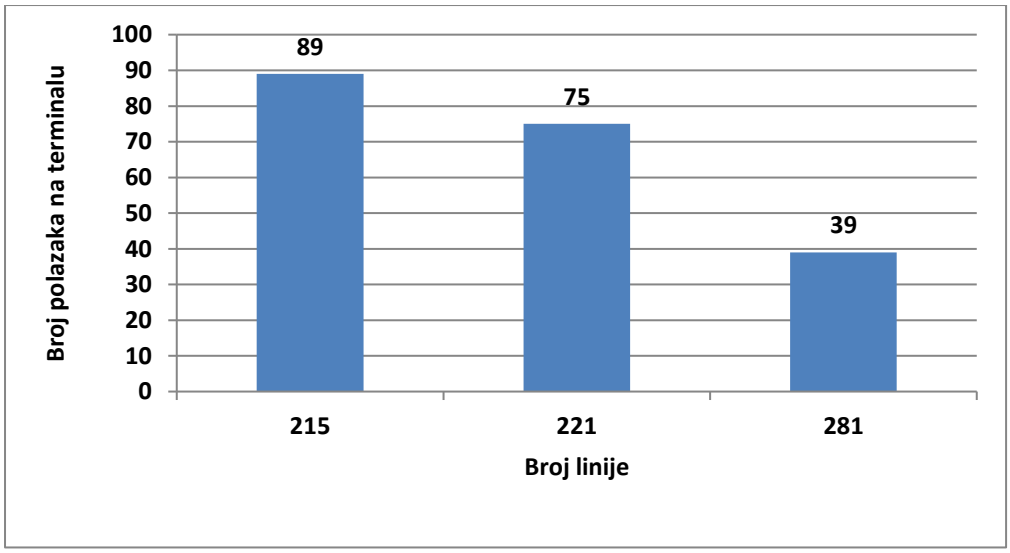


Grafikon 2. Usporedba duljina analiziranih linija

Prema grafikonu 2. može se vidjeti da je linija 281 najdulja i više nego dvostruko dulja od linija 215 i 221. Najkraća je gradska linija 221.

4.3.3 Vozni redovi

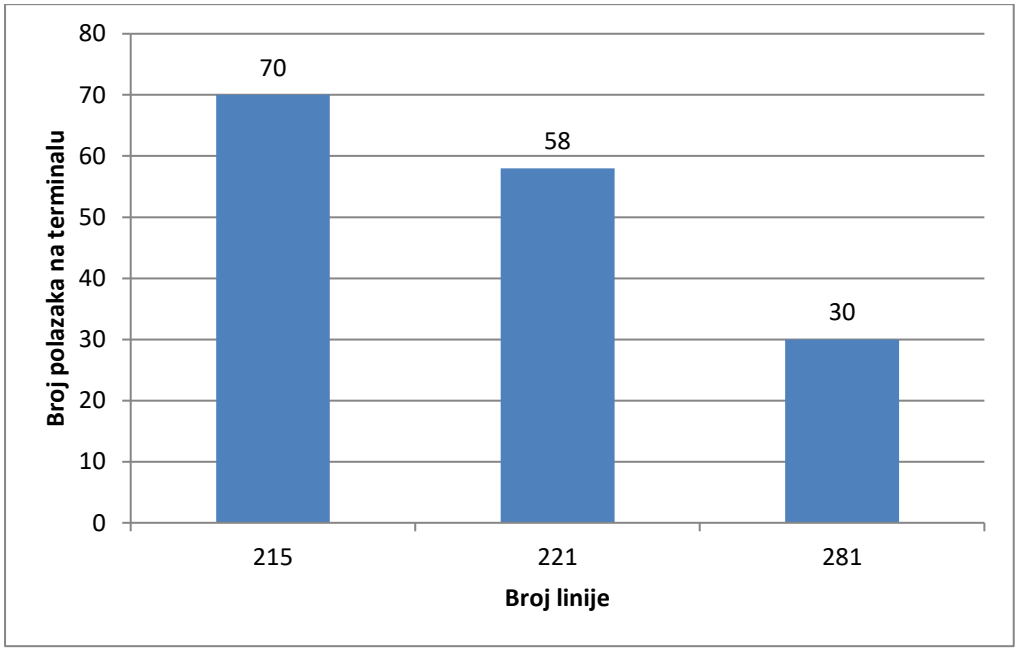
Vozni red definira strukturu i broj polazaka na linijama. Na grafikonu 3. može se vidjeti usporedba broja polazaka između analiziranih linija tijekom radnog dana. Uz napomenu svi pokazatelji u sljedećim poglavljima su prikazani za ljetni vozni red.



Grafikon 3. Usporedba broja polazaka na analiziranim linijama režim održavanja polazaka - radni dan

Iz grafikona 3. je vidljivo da je broj polazaka radnim danom najveći na liniji 215 u iznosu od 89 polazaka, zatim slijedi linija 221 sa 75 polazaka i najmanji broj polazaka je na liniji 281 u iznosu od 39 polazaka.

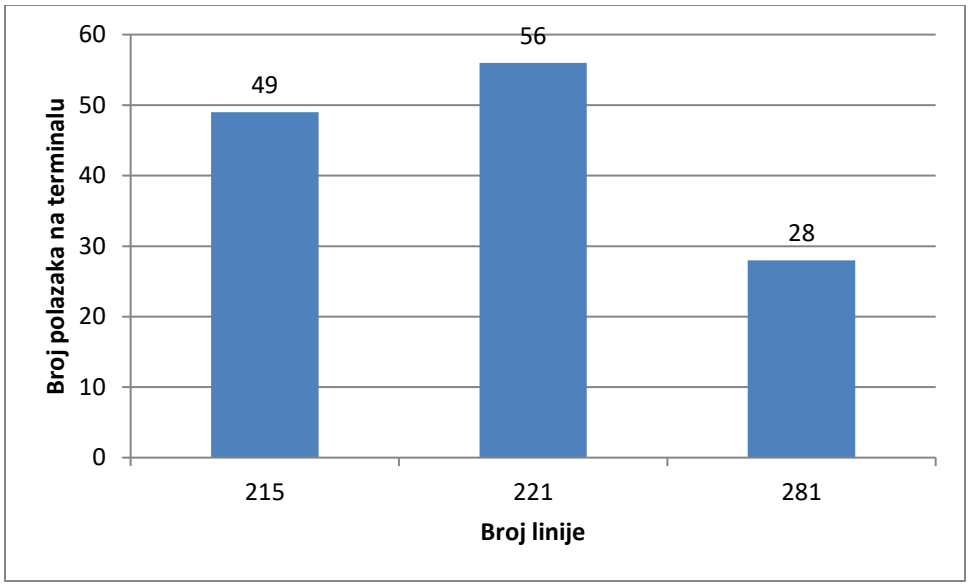
Na grafikonu 4. može se vidjeti usporedba broja polazaka subotom na promatranim linijama.



Grafikon 4. Usporedba broja polazaka na analiziranim linijama režim održavanja polazaka - subota

Iz grafikona 4. je vidljivo da je broj polazaka subotom najveći na liniji 215 u iznosu od 70 polazaka, zatim slijedi linija 221 sa 58 polazaka i najmanji broj polazaka je na liniji 281 u iznosu od 30 polazaka. Ukupan broj polazaka na svim linijama je manji nego radnim danom.

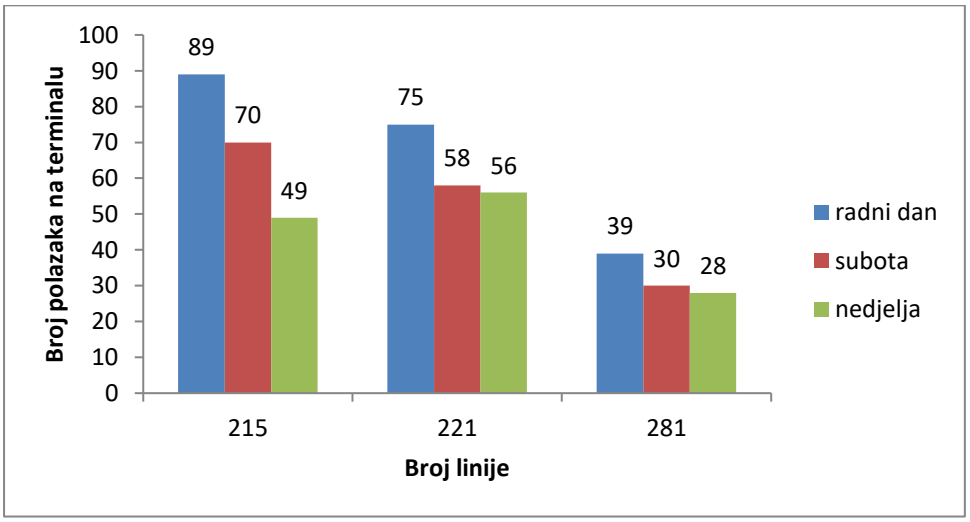
Na grafikonu 5. može se vidjeti usporedba broja polazaka nedjeljom na promatranim linijama.



Grafikon 5. Usporedba broja polazaka na analiziranim linijama režim održavanja polazaka – nedjelja i praznik

Iz grafikona 5. je vidljivo da je broj polazaka nedjeljom najveći na liniji 221 u iznosu od 56 polazaka, zatim slijedi linija 215 sa 49 polazaka a najmanji broj polazaka je na liniji 281 u iznosu od 28 polazaka. Ukupan broj polazaka na svim linijama je manji nego radnim danom i subotom.

Na grafikonu 6. je prikazana usporedba linija po režimima održavanja: radni dan, subota i nedjelja.



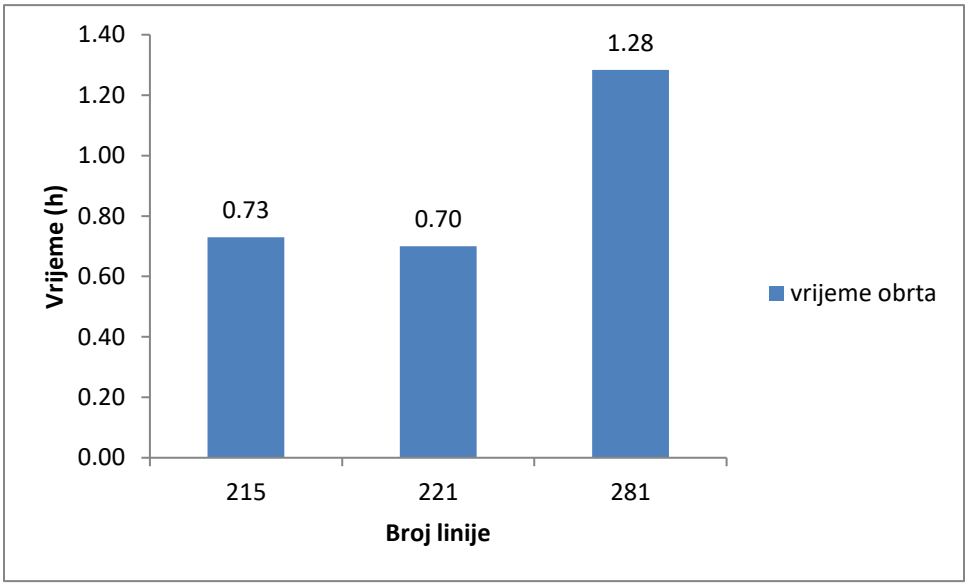
Grafikon 6. Usporedba broja polazaka po linijama prema režimima održavanja

Iz grafikona 6. dobiveni postotak smanjenja polazaka za linije s obzirom na radni dan je sljedeći:

a) za liniju 215:
    1. subotom 21,55 % manje polazaka,
    2. nedjeljom 44,94 % manje polazaka,
b) za liniju 221:
    1. subotom 22,6 % manje polazaka,
    2. nedjeljom 25,33 % manje polazaka,
c) za liniju 281:
    1. subotom 23,07 % manje polazaka,
    2. nedjeljom 28,2 % manje polazaka.

4.3.4 Vrijeme obrta

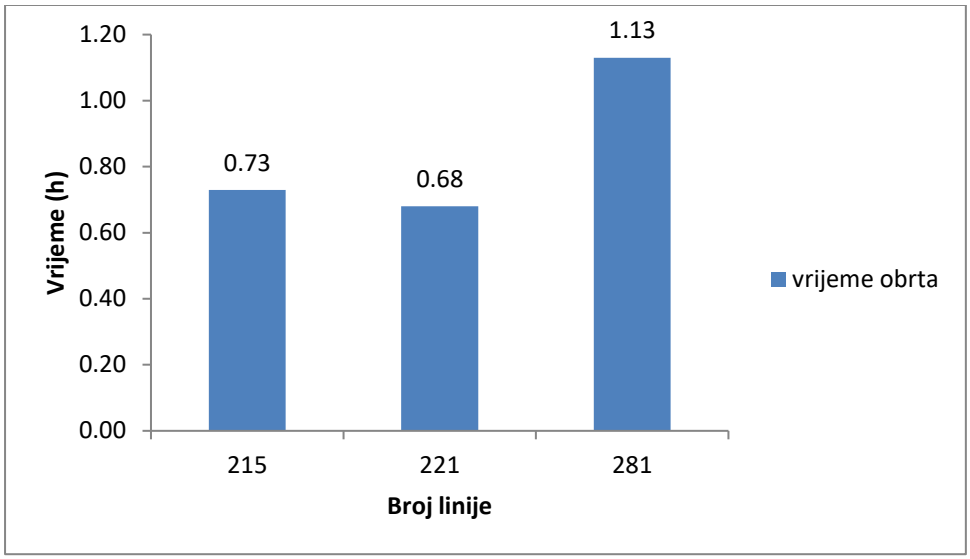
Vrijeme obrta na analiziranim linijama varira zbog razlike u prometnom toku po danima i satima u tjednu. Na grafikonu 7. može se vidjeti usporedba vremena obrta linija radnim danom.



Grafikon 7. Usporedba vremena obrta na analiziranim linijama - radni dan

Iz grafikona 7. može se vidjeti da linija 281 ima najdulje vrijeme obrta od 1,28 h, linija 215 ima trajanje obrta od 0,73 h dok linija 221 ima najkraće trajanje obrta od 0,7 h.

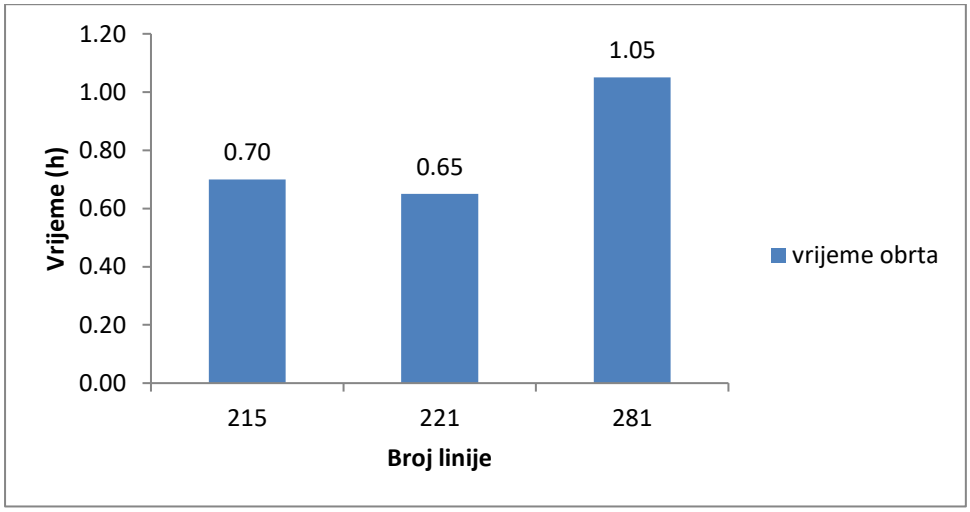
Na grafikonu 8. može se vidjeti usporedba vremena obrta linija subotom.



Grafikon 8. Usporedba vremena obrta na analiziranim linijama - subota

Iz grafikona 8. može se vidjeti da linija 281 ima najdulje vrijeme obrta od 1,13 h ali manje nego radnim danom, linija 215 ima trajanje obrta od 0,73 h dok linija 221 ima najkraće trajanje obrta od 0,68 h koje je također manje nego u slučaju radnog dana.

Na grafikonu 9. može se vidjeti usporedba vremena obrta linija nedjeljom.



Grafikon 9. Usporedba vremena obrta na analiziranim linijama - nedjelja

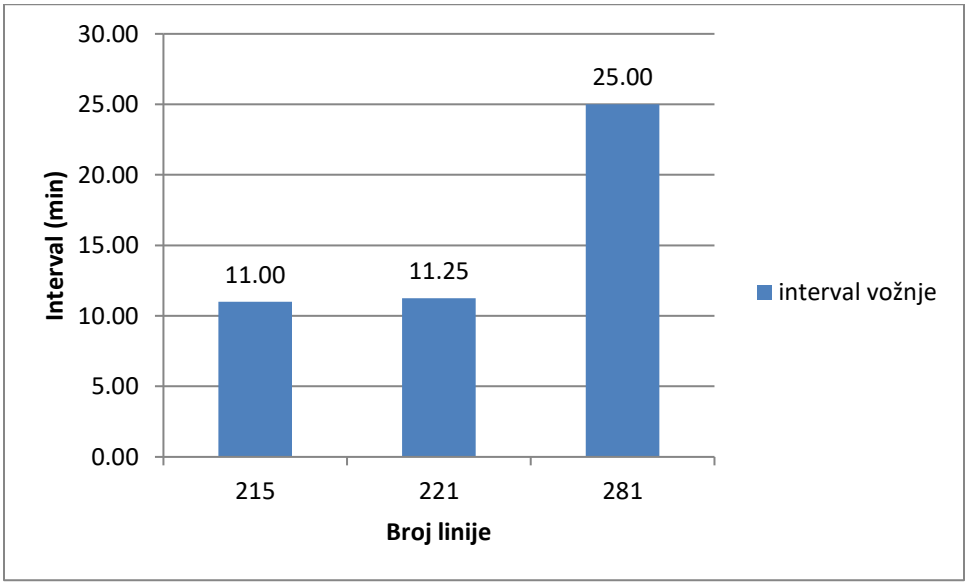
Iz grafikona 9. može se vidjeti da nedjeljom linija 281 ima najdulje vrijeme obrta od 1,05 h, linija 215 ima trajanje obrta od 0,7 h dok linija 221 ima najkraće trajanje obrta od 0,65 h. Sve

linije imaju najkraće vrijeme obrta nedjeljom na što utječe struktura prometnog toka tj. manja gustoća prometnog toka nedjeljom. Količina prometa subotom i nedjeljom je manja što je pogotovo izraženo na opterećenoj gradskoj mreži što rezultira smanjenjem vremena obrta u režimu polazaka subotom i nedjeljom i to također može utjecati na potreban broj angažiranih vozila na linijama.

4.3.5 Intervali vožnje

Interval vožnje oscilira prema danima te se treba analizirati u tjednu posebno za radni dan subotu, nedjelju ili praznik. Interval iskazuje odnos vremena obrta i broja vozila na radu.

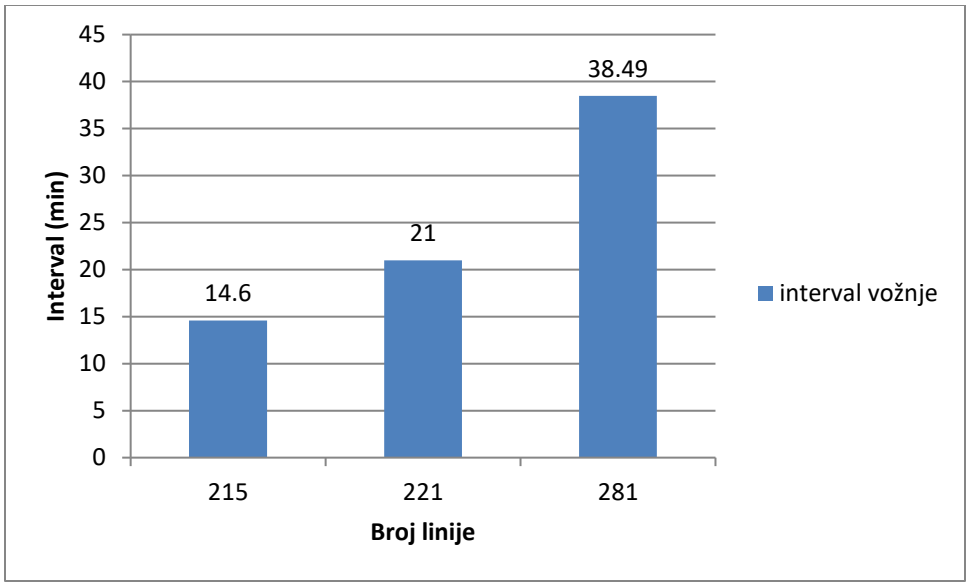
Grafikon 10. prikazuje usporedbu intervala vožnje na analiziranim linijama u režimu održavanja polazaka za radni dan.



Grafikon 10. Usporedba intervala vožnje na analiziranim linijama - radni dan

Grafikon 10. pokazuje vrlo malu razliku između intervala na linijama 221 i 215, dok linija 281 ima više nego dvostruko veći interval od njih. Linija 215 ima interval vožnje u iznosu od 11,00 min, linija 221 interval vožnje od 11,25 min a linija 281 interval vožnje u iznosu od 25,00 min.

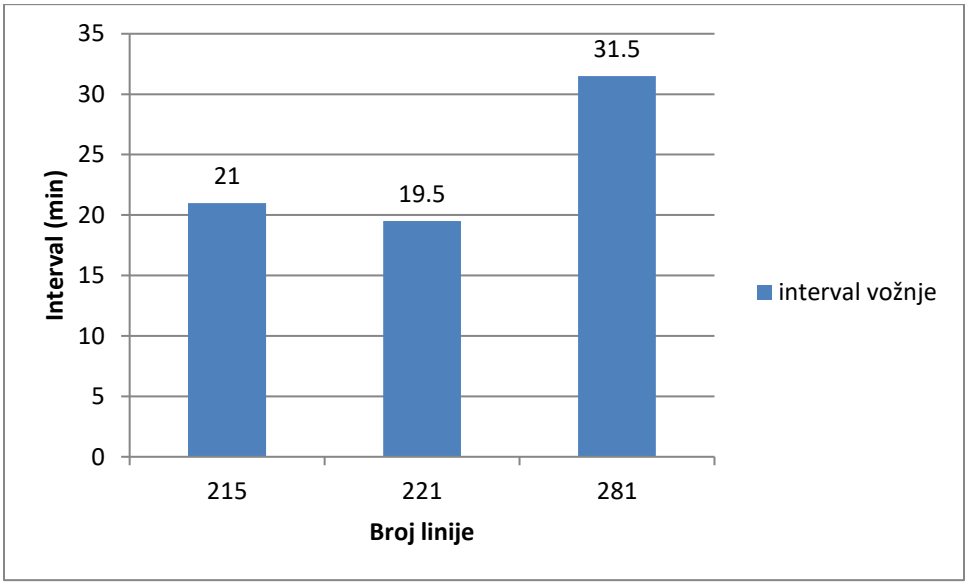
Grafikon 11. prikazuje usporedbu intervala vožnje na analiziranim linijama za subotu.



Grafikon 11. Usporedba intervala vožnje na analiziranim linijama - subota

Grafikon 11. pokazuje da subotom linija 215 ima najmanji interval vožnje u iznosu od 14,6 min, zatim linija 221 dok linija 281 ima najveći interval vožnje u iznosu od 38,49 minuta.

Grafikon 12. prikazuje usporedbu intervala vožnje na analiziranim linijama u režimu održavanja polazaka nedjeljom.



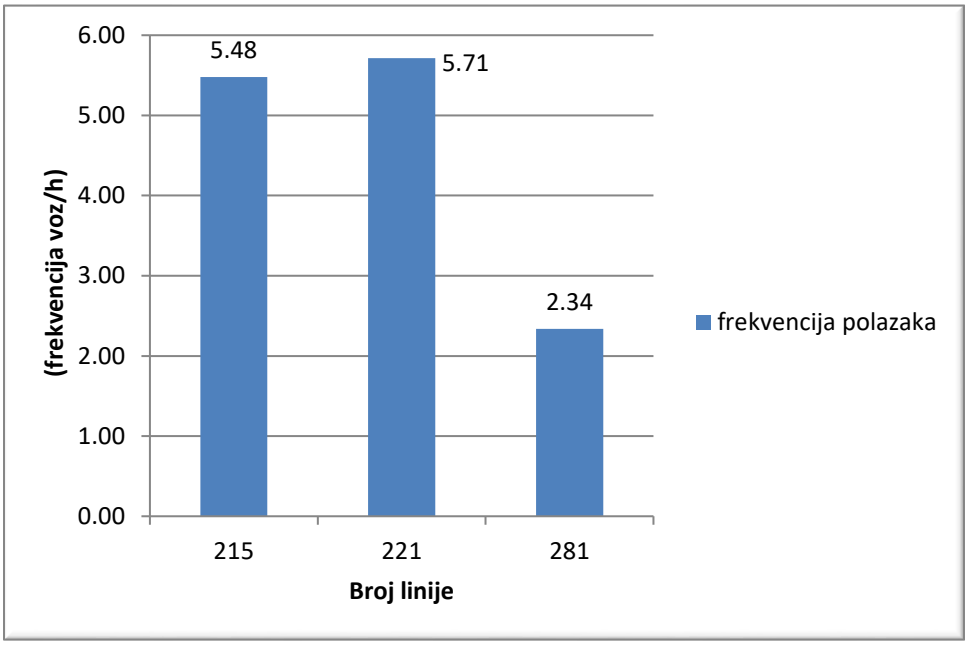
Grafikon 12. Usporedba intervala vožnje na analiziranim linijama - nedjelja

Grafikon 12. pokazuje da nedjeljom linija 221 ima najmanji interval vožnje u iznosu od 21 min, zatim linija 221 dok linija 281 ima najveći interval vožnje u iznosu od 31,5 min.

4.3.6 Frekvencije polazaka

Frekvencija polazaka je pokazatelj koji u odnos stavlja broj angažiranih autobusa i vrijeme obrta na predmetnim linijama.

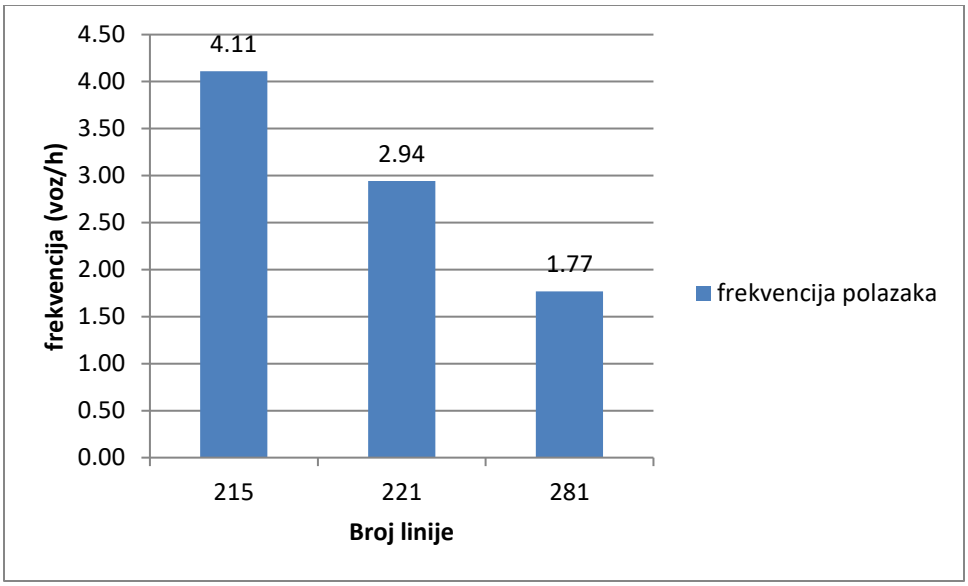
Na grafikonu 13. su prikazane frekvencije polazaka na analiziranim linijama za radni dan.



Grafikon 13. Frekvencije polazaka – režim održavanja radnim danom

Iz grafikona 13. se može vidjeti da je frekvencija na linijama 215 i 221 više nego dvostruko veća nego na liniji 281 koja ima najmanju frekvenciju od 2,34 voz/h. Linije 215 i 221 imaju podjednaku frekvenciju polazaka prema režimu održavanja polazaka radnim danom. Za liniju 215 frekvencija iznosi 5,48 voz/h a za liniju 221 frekvencija iznosi 5,71 voz/h.

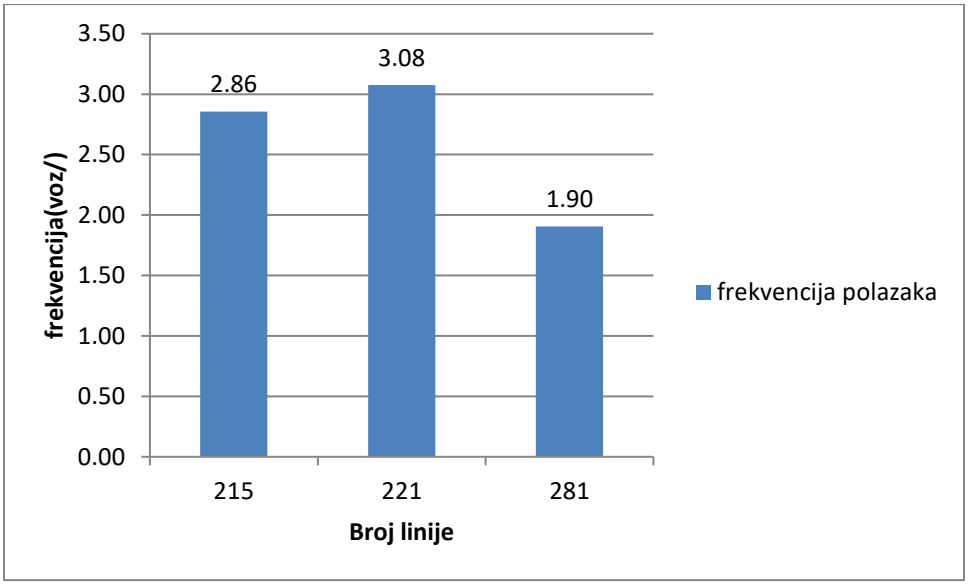
Grafikon 14. prikazuje usporedbu frekvencija polazaka na analiziranim linijama za režim polazaka subotom.



Grafikon 14. Frekvencija polazaka – režim održavanja polazaka subotom

Iz grafikona 14. se može vidjeti da je frekvencija polazaka na liniji 215 4,11 voz/h dok je na liniji 221 manja i iznosi 2,94 voz/h. Linija 281 koja ima najmanju frekvenciju od 1,77 voz/h.

Na grafikonu 15. može se vidjeti usporedba frekvencija polazaka prema režimu polazaka nedjeljom.



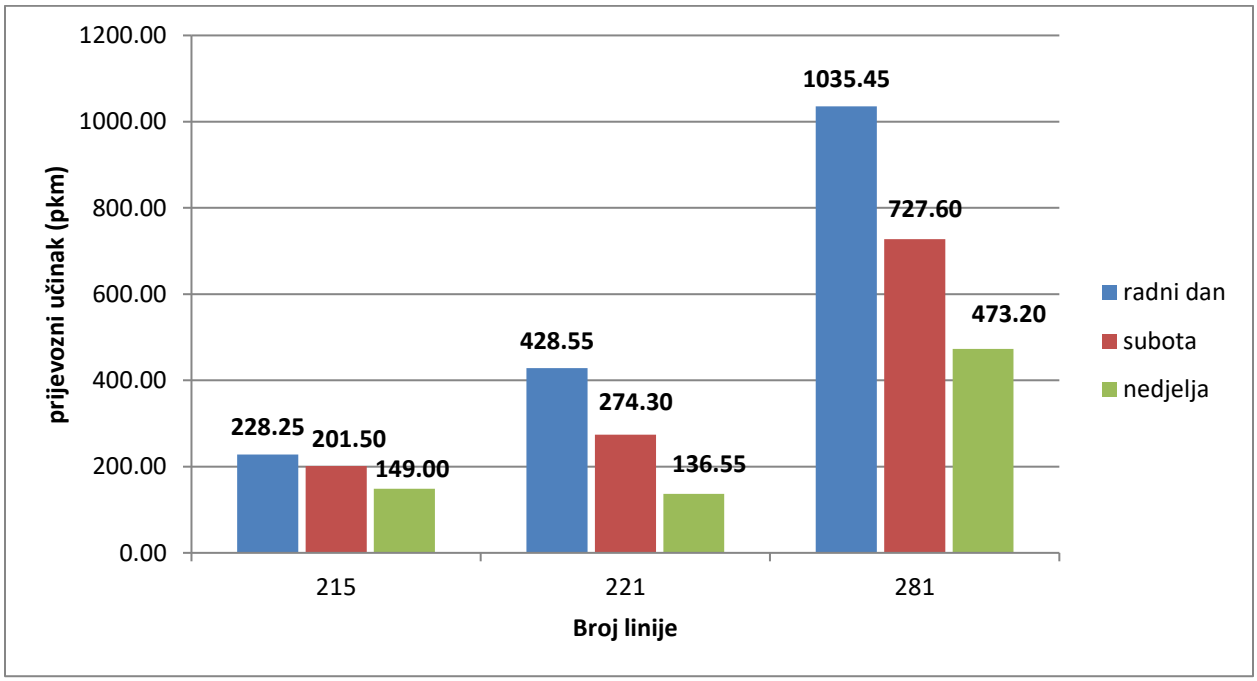
Grafikon 15. Frekvencija polazaka – režim održavanja nedjelja

Iz grafikona 15. se može vidjeti da je učestalost na liniji 215 2,86 voz/h dok je na liniji 221 veća i iznosi 3,08 voz/h. Linija 281 ima najmanju frekvenciju polazaka od 1,90 voz/h.

4.3.7 Prijevozni učinak

Pijevozni učinak po linijama se iskazuje u putničkim kilometrima (pkm) i jedan je od važnih pokazatelja obavljenog prijevoznog rada na liniji.

Na grafikonu 16. se može vidjeti usporedba prijevoznog učinka linija s obzirom na režime održavanja: radni dan, subota i nedjelja.



Grafikon 16. Usporedba prijevoznog učinka

Iz grafikona 16. može se vidjeti da je najveći prijevozni učinak obavljen na liniji 281 a najmanji na liniji 215 dok je linija 221 ostvarila malo veći učinak od linije 215.

Iz grafikona 16. dobiveni postotak smanjenja prijevoznog učinka za linije s obzirom na radni dan je sljedeći:

a) za liniju 215:
   1. subotom 11,71 % manji prijevozni učinak,
   2. nedjeljom 34,72 % manji prijevozni učinak,

b) za liniju 221:

1. subotom 35,99 % manji prijevozni učinak,
2. nedjeljom 68,13 % manji prijevozni učinak,

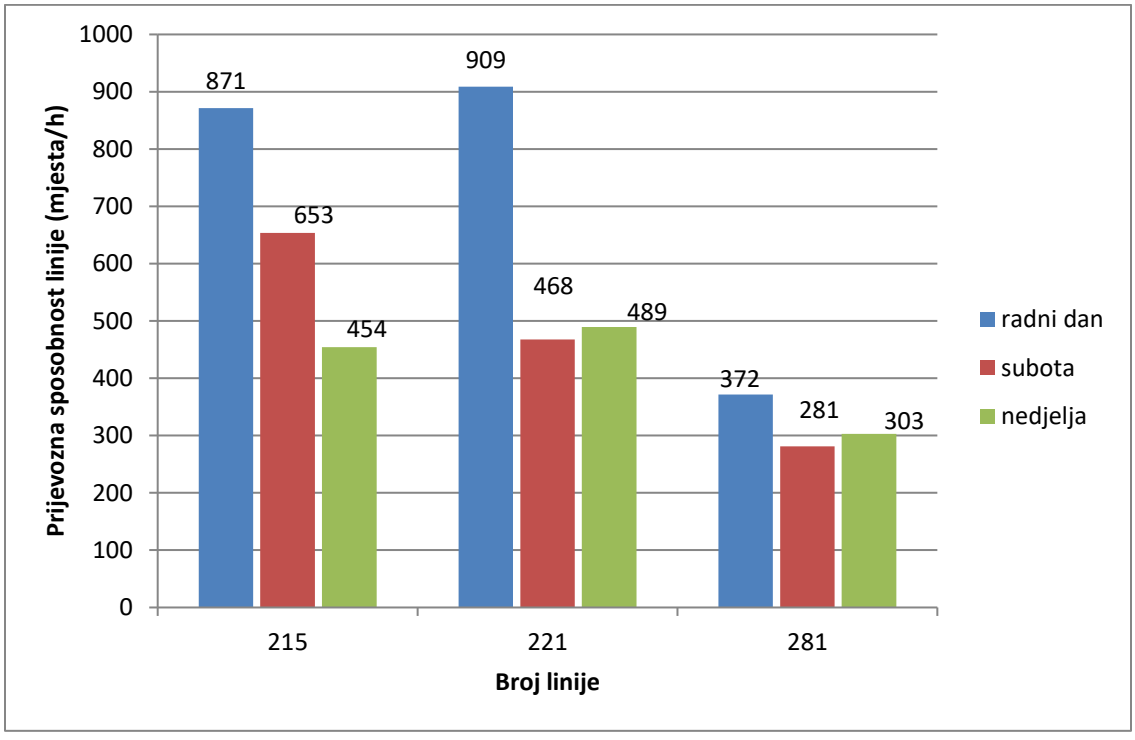
c) za liniju 281:

1. subotom 29,73 % manji prijevozni učinak,
2. nedjeljom 54,30 % manji prijevozni učinak.

4.3.8 Prijevozna sposobnost linija

Prijevozna sposobnost linije varira tijekom tjedna kao i frekvencija polazaka. Prijevozna sposobnost linije može se dobiti i umnoškom broja mjesta u vozilu (mv), brzinom obrta (Vo) i brojem vozila na radu (n) te se taj umnožak treba podijeliti sa duljinom linije.

Na grafikonu 17. se može vidjeti usporedba prijevozne sposobnosti linija po režimina održavanja polazaka.



Grafikon 17. Prijevozne sposobnosti analiziranih linija

Iz grafikona 17. se može vidjeti da je prijevozna sposobnost linije 215 radnim danom 871 mjesta/h. Linija 221 ima najveću prijevoznu sposobnost i ona iznosi 909 mjesta/h dok linija 281 ima najmanju prijevoznu sposobnost i ona iznosi 372 mjesta/h.

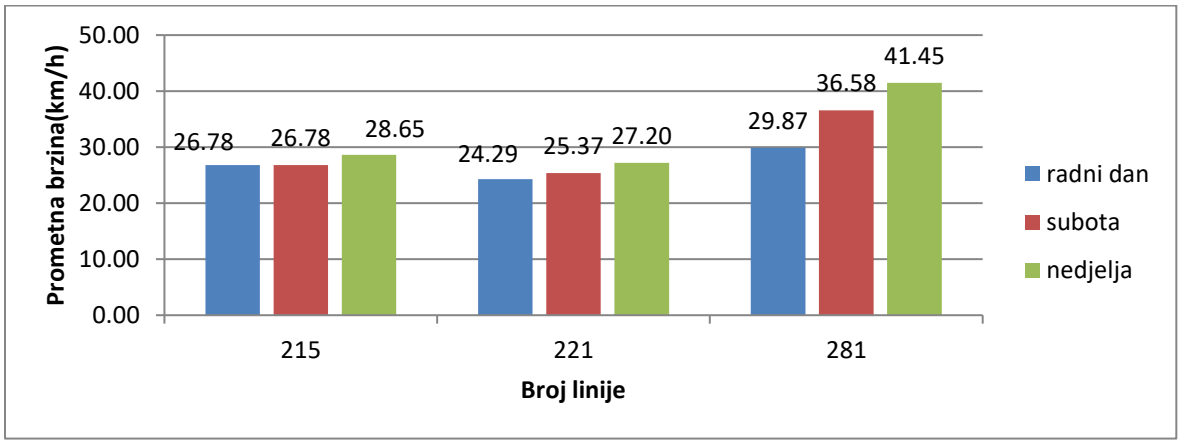
Iz grafikona 17. dobiveni postotak smanjenja prijevozne sposobnosti za analizirane linije s obzirom na radni dan je sljedeći:

a) za liniju 215:
    1. subotom 25,00 % manja prijevozna sposobnost linije,
    2. nedjeljom 47,87 % manja prijevozna sposobnost linije,
b) za liniju 221:
    1. subotom 48,51 % manja prijevozna sposobnost linije,
    2. nedjeljom 46,20 % manja prijevozna sposobnost linije,
c) za liniju 281:
    1. subotom 24,46 % manja prijevozna sposobnost linije,
    2. nedjeljom 18,54 % manja prijevozna sposobnost linije.

4.3.9 Prometna brzina

Prometna brzina varira tijekom tjedna. Još se naziva i brzina vožnje i u nju su uključena sva zadržavanja koja su rezultat prometnog toka.

Na grafikonu 18. može se vidjeti usporedba prometnih brzina prema režimu održavanja polazaka radnim danom, subotom i nedjeljom.



Grafikon 18. Usporedba prometnih brzina na linijama

Iz grafikona 18. može se uočiti da radnim danom linija 281 postiže najveću prometnu brzinu u iznosu od 29,87 km/h. Zatim slijedi linija 215 s brzinom od 26,78 km/h a najmanju brzinu postiže linija 221 u iznosu od 24,29 km/h.

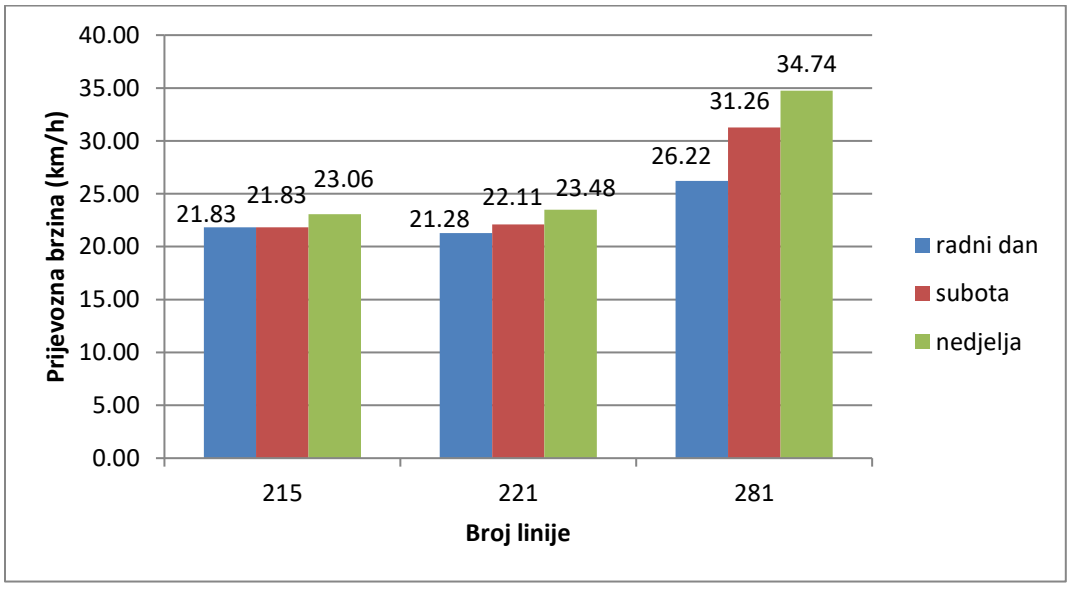
Subotom najmanju prometnu brzinu postiže linija 221 u iznosu od 25,37 km/h, zatim slijedi linija 215 s prometnom brzinom od 26,78 km/h a najveća brzina je na liniji 281 u iznosu od 36,58 km/h.

Nedjeljom najmanju prometnu brzinu postiže linija 221 u iznosu od 27,20 km/h, zatim slijedi linija 215 s prometnom brzinom u iznosu od 28,65 km/ a najveća brzina je na liniji 281 u iznosu od 41,45 km/h.

4.3.10 Prijevozna brzina

Prijevozna brzina je prosječna brzina kretanja vozila na predmetnim linija i uključuje zadržavanje autobusa na stajalištima radi ulaska i izlaska putnika. Također varira tijekom tjedna.

Na grafikonu 19. se može vidjeti usporedba prijevoznih brzina između predmetnih linija po svim režimima održavanja polazaka.



Grafikon 19. Usporedba prijevoznih brzina na linijama

Iz grafikona 19. može se vidjeti da najveću prijevoznu brzinu radnim danom ostvaruje prigradska linija 281 u iznosu od 26,22 km/h dok gradske linije 215 i 221 ostvaruju manje brzine.

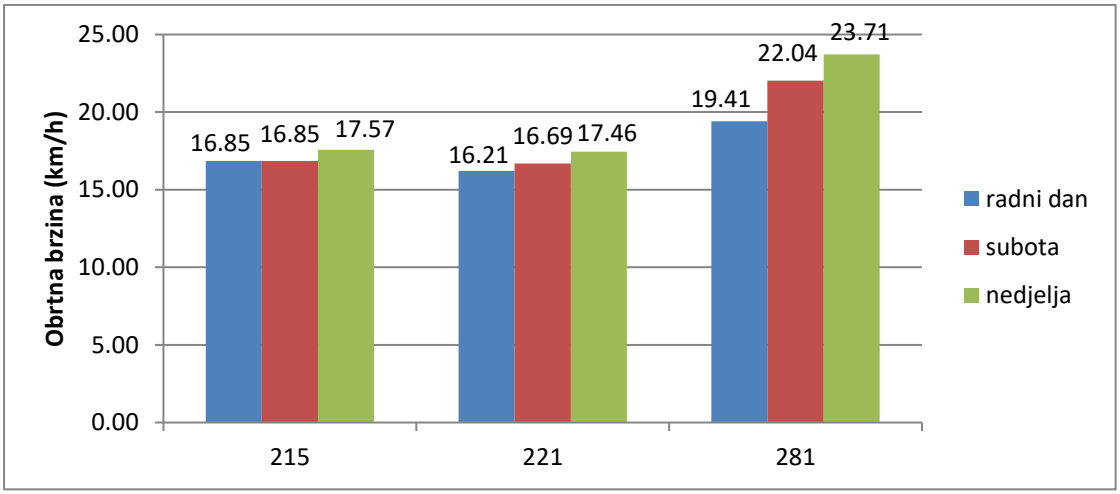
Subotom najmanju prijevoznu brzinu ostvaruje linija 215 u iznosu od 21,83 km/h a najveću linija 281 u iznosu od 31,26 km/h.

Nedjeljom najmanju brzinu ostvaruje linija 215 u iznosu od 23,06 km/h a najveću linija 281 u iznosu od 34,74 km/h

4.3.11 Obrtna brzina

Obrtna brzina na predmetnim linijama je prosječna brzina svih kretanja i zadržavanja autobusa pri prijevozu putnika.

Grafikon 20. pokazuje usporedbu obrtnih brzina na svim linijama po svim režimima rada.



Grafikon 20. Usporedba obrtnih brzina na linijama po svim režimima polazaka

Iz grafikona 20. može se vidjeti da najveće obrtne brzine ostvaruje prigradska linija 281 dok gradske linije 215 i 221 postižu manje brzine jer imaju različite uvjete prometnog toka kao gradske linije.

Radnim danom linija 221 ima najmanju obrtnu brzinu u iznosu od16,21 km/h a najveću linija 281 u iznosu od 19,41 km/h. Subotom najveću brzinu ima linija 281 u iznosu od 22,04 km/h a najmanju linija 221 u iznosu od 16,69 km/h. Nedjeljom najveću obrtnu brzinu postiže

linija 281 u iznosu od 23,71 km/h dok linija 221 ima najmanju obrtnu brzinu u iznosu od 17,46 km/h.

Eksploatacijske brzine nisu izračunate zbog nemogućnosti pribavljanja podataka o ukupnom vremenu koja su angažirana vozila provela na radu.

4.3.12 Statičko i dinamičko iskorištenje prijevoznih kapaciteta

U ovome poglavlju su izračunati koeficijenti statičkog i dinamičkog iskorištenja prijevoznih kapaciteta za sve tri linije.

Statičko iskorištenje prijevoznih kapaciteta za radni dan:

a) Linija 215: $\gamma_s = 11{,}32$ %,
b) Linija 221: $\gamma_s = 22{,}74$ %,
c) Linija 281: $\gamma_s = 24{,}98$ %.

Statičko iskorištenje prijevoznih kapaciteta za subotu:

a) Linija 215: $\gamma_s = 10{,}18$ %,
b) Linija 221: $\gamma_s = 14{,}67$ %,
c) Linija 281: $\gamma_s = 17{,}28$ %.

Statičko iskorištenje prijevoznih kapaciteta za nedjelju:

a) Linija 215: $\gamma_s = 7{,}42$ %,
b) Linija 221: $\gamma_s = 7{,}09$ %,
c) Linija 281: $\gamma_s = 11{,}19$ %.

Dinamičko iskorištenje prijevoznih kapaciteta za radni dan:

a) Linija 215: $\gamma_d = 11{,}67$ %,
b) Linija 221: $\gamma_d = 23{,}74$ %,
c) Linija 281: $\gamma_d = 26{,}15$ %.

Dinamičko iskorištenje prijevoznih kapaciteta za subotu:

a) Linija 215: $\gamma_d = 10{,}30$ %,

b) Linija 221: $\gamma_d = 15{,}19\ \%$,
c) Linija 281: $\gamma_d = 18{,}37\ \%$.

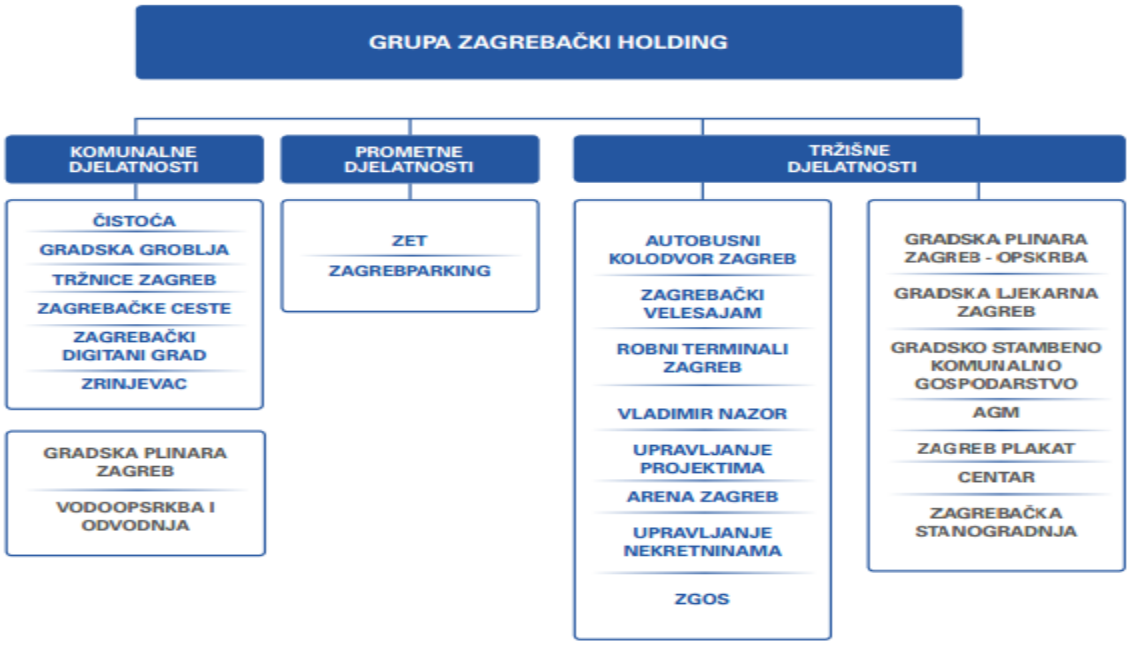
Dinamičko iskorištenje prijevoznih kapaciteta za nedjelju:

a) Linija 215: $\gamma_d = 7{,}61\ \%$,
b) Linija 221: $\gamma_d = 7{,}56\ \%$,
c) Linija 281: $\gamma_d = 11{,}42\ \%$.

S obzirom na izračunato statičko i dinamičko iskorištenje prijevoznih kapaciteta može se zaključiti da se ne može ostvariti profit na predmetnim linijama što potvrđuje problematiku pokrivanja troškova javnog gradskog prijevoza.

4.4 Organizacijski sustav

Zagrebački holding d.o.o. osnovan je 2007. godine prema Zakonu o trgovačkim društvima i u 100-postotnom je vlasništvu Grada Zagreba. Sastoji se od 16 podružnica koje obavljaju djelatnosti nekadašnjih gradskih poduzeća, Zagrebački holding d.o.o. vlasnik je i 8 trgovačkih društava te jedne ustanove, a ukupni broj zaposlenih je oko 11.000. Poslovno područje prometnih djelatnosti odvija se kroz podružnice ZET i Zagrebparking. Na slici 14. može se vidjeti organizacijska struktura Grupe Zagrebački holding [46].

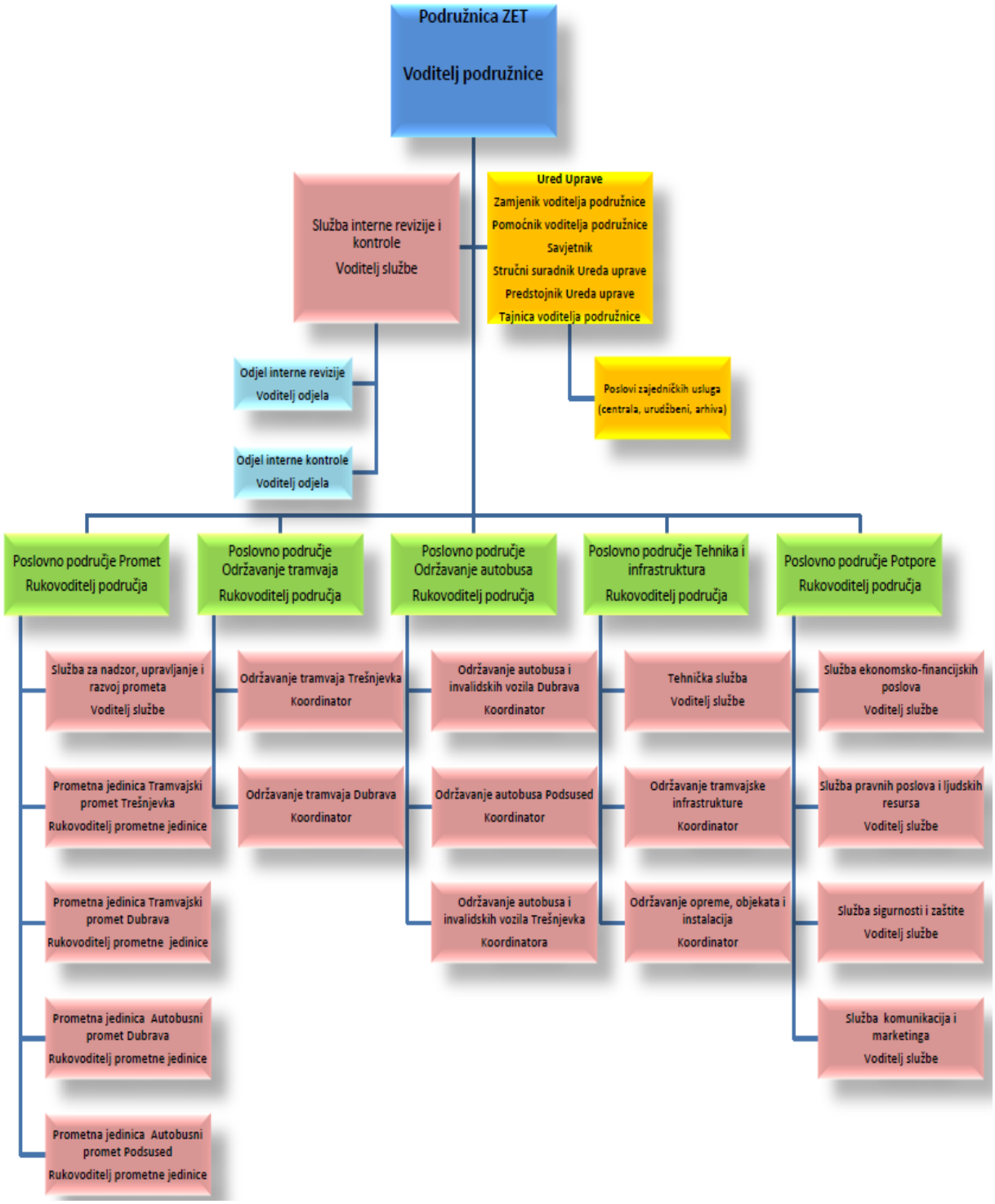


Slika 14. Organizacijska struktura Grupe Zagrebački holding, [47]

Javni gradski prijevoz je jedan od aduta kojime Zagreb opravdava status metropole. Od godine 1891., kada su 5. rujna prvi put planirano i organizirano gradskim ulicama krenula tramvajska kola, pokretana jednom konjskom snagom, u dnevnik se Zagrebačkog električnog tramvaja upisalo mnogo događaja. Na prvim je stranicama elektrifikacija 1910., a posebno se ističe i 1931. – kada se, četiri godine ranije uspostavljen, ZET-u priključuje i autobusni promet. Neizostavnu ulogu u zagrebačkom prijevozu putnika ima Uspinjača, još od 1890., kao i sljemenska žičara – koja je, također u ZET-ovom prometu bila od 1963. do 2007. godine. Nakon stanke zbog izgradnje, nasljedit će je nova i suvremenija. Modernizira se i tramvajski vozni park, osobito od godine 2005., kada prvi niskopodni tramvaj domaće proizvodnje počinje voziti zagrebačkim ulicama. Dovršetak investicijskih projekata, koji podrazumijevaju i nova autobusna vozila te ona specijalizirana za prijevoz osoba s invalidnošću, u današnjem vremenu Zagreb ubraja u gradove s vodećim europskim javnim prijevoznicima. Posebna pozornost pridaje se praćenju svjetskih industrijskih dostignuća pa tako i uvođenju novih tehnologija. Praćenje aktualne prometne situacije, koordinirano i promptno postupanje u izvanrednim okolnostima te digitalnu razmjenu svih važnijih podataka u sklopu prometne mreže i voznog parka ZET-u omogućuje Sustav za nadzor i upravljanje prometom. Zahvaljujući automatiziranoj internoj distribuciji i obradi informacija iz tog se kompleksnog računalnog sustava stvaraju pretpostavke i

za niz dodatnih usluga koje standard javnog gradskog prijevoza u Zagrebu podižu na najvišu razinu. Sinkronizirano s implementacijom sofisticiranih tehnoloških rješenja stvaraju se i pretpostavke za suvremene prijevozničke, ali i prateće poslovne principe koji zagrebačkog javnog prijevoznika često dovode do inovativnog poslovnog subjekta sa svojim ne malim brojem svakodnevnih korisnika, njih nešto manje od milijun na dan [48].

Javni prijevoz putnika u hrvatskoj metropoli, kao i na dijelovima okolnih područja Grada Zagreba, temeljna je misija ZET-a. 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. Biti primarni prijevozni izbor u lokalnoj zajednici, osobito u gradskom središtu, prepoznat razinom sigurnosti, daljnjim razvojnim trendom te kvalitetom usluga općenito - vizija je Zagrebačkog električnog tramvaja. Dostupnost usluge svim kategorijama putnika, ekološka prihvatljivost te društvena odgovornost također su smjernice daljnjeg poslovanja. Na slici 15. može se vidjeti organizacijska struktura ZET-a [48].



Slika 15. Organizacijska struktura ZET-a, [39]

4.5 Ekonomski sustav

Tarifni model ZET-a, evoluirao je od relacijskog prema zonskom modelu, dok je naplata istovremeno evoluirala, od modela masovne prodaje pojedinačnih karata putem konduktera i vozača, prema razgranatoj mreži prodajnih punktova ZET-a, Tiska i Duhana. U većini europskih gradova i regija, naplata karata je gotovo u cijelosti automatizirana putem stajališnih automata, dok je ZET ostao dosljedan svojem prijašnjem modelu opremanja vozila automatima za validaciju karata. Tarifni sustav ZET-a, u primjeni je na administrativnom području grada Zagreba te na dijelu područja Županije Zagrebačke, koje uključuje; grad Veliku Goricu, grad Zaprešić i općine: Bistra, Jakovlje, Klinča Sela, Stupnik i Pokupsko. Do 1994. Godine, ZET je opsluživao gotovo cjelovito područje Županije Zagrebačke. Razlog povlačenja ZET-a iz dijela područja Županije Zagrebačke bio je taj, što Županija Zagrebačka nije htjela preuzeti obveze subvencioniranja prijevoznih troškova i odlučila je na dijelu svojeg područja raspisati koncesije za pojedine linije. Grad Velika Gorica i Zaprešić, kao i veći dio njima susjednih novoformiranih općina, zadržali su ZET, pristajući na određeni oblik financijske potpore (subvencije ZET-u), kako bi time zadržali i dotadašnji standard prijevozne usluge. Godišnji proračunski izdaci grada Zagreba za subvenciju ZET-a iznose oko 700 milijuna kuna, što je oko 70 % njegovog ukupnog prihoda. Od 1992. g., u tarifni sustav ZET-a uključene su i HŽ - Hrvatske željeznice na gradskom području, od Podsuseda do Sesvetskog Kraljevca, a potom i na ostalim željezničkim pravcima kroz grad. Ključnu ulogu u tome imalo je uvođenje djelomičnog zajedništva tarife, odnosno primjena zajedničke pokazne karte ZET/HŽ [49].

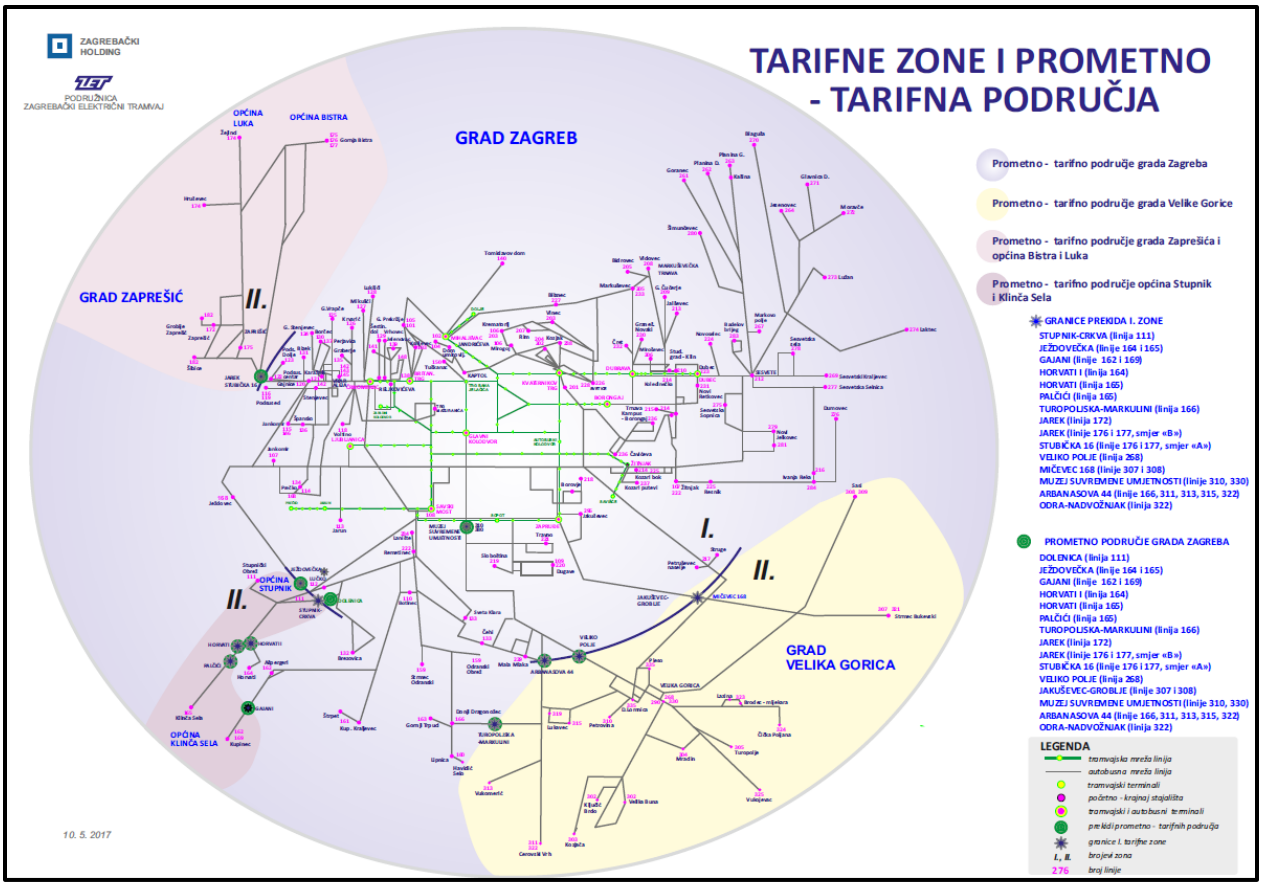
U samom začetku funkcioniranja, ZET-ov zonski tarifni sustav bio je koncipiran po tada važećim načelima struke i prakse većine srednjoeuropskih gradova. Zone su bile formirane po principu koncentričnih krugova, od središta grada prema periferiji. Radijus prve odnosno središnje zone i međusobna udaljenost zona utvrđeni su u dužini od 9 +/-1 km. Prvi njegov manji koncepcijski preobražaj nastao je neposredno nakon njegovog uspostavljanja, kada je, pod pritiskom građana Čučerja i okolnih mjesta korigirana granica prve zone. Nakon uspostave novog lokalnog ustroja ta je granica prve zone pomaknuta još više prema istoku tako da je u nju ušlo naselje Sesvete i sva manja naselja koja su pripadala prijašnjoj općini Sesvete. Ove korekcije nastale su pod utjecajem lokalnih političkih struktura grada Zagreba. Nakon uspostave novog lokalnog ustroja, tarifni sustav ZET-a doživio je gotovo temeljitu promjenu, pretvorivši se

iz zonskog u kombinirani jedinstveno - zonski, bolje reći surogat zonski. Pri tome je zonska podjela ostala na području Županije Zagrebačke, a jedinstveno tarifno područje formirano je unutar administrativnog područja grada [49].

Cijene prijevoza na području Grada Zagreba su sljedeće [50]:

a) pojedinačne karte
    1. pojedinačne karte u dnevnom prometu (valjanost 90 minuta) - 10,00 kn,
    2. pojedinačne karte u dnevnom prometu (valjanost 30 minuta) - 4,00 kn,
    3. pojedinačne karte u noćnom prometu - 15,00 kn,
    4. karta za uspinjaču jednosmjerna - 4 kn.
b) dnevna karta: 30 kn,
c) višednevne karte:
    1. 3 dana - 70,00 kn,
    2. 7 dana - 150,00 kn,
    3. 15 dana - 200,00 kn,
    4. 30 dana - 400,00 kn,
d) mjesečni pretplatni kuponi:
    1. opći kupon - 360 kn,
    2. osnovnoškolski - 90 kn,
    3. srednjoškolski - 100 kn,
    4. studentski - 100 kn,
    5. socijalni - 100 kn,
    6. umirovljenički - 100 kn,
e) godišnji pretplatni kuponi:
    1. opći kupon - 3480 kn,
    2. osnovnoškolski 870 kn,
    3. srednjoškolski 960 kn,
    4. studentski 960 kn,
    5. umirovljenički 960 kn.

Sve tri analizirane linije nalaze se u području prve tarifne zone ZET-a. Također trenutno su tarifne zone podijeljene u dvije zone što se može vidjeti na slici 16.



Slika 16. Prikaz tarifnih zona ZET-a za 2017. godinu, [51]

Iz slike 16. se može zaključiti da Grad Velika Gorica, Grad Zaprešić i općine Stupnik i Klinča Sela od sada spadaju u II. tarifnu zonu. Cilj ZET-a je uspostava jednotarifne unije na području Zagrebačke županije.

Što se tiče subvencija koje ZET prima svake godine nastoji se postići takva razina subvencioniranja da svake godine bude što manja uz racionalizaciju poslovanja. U tablici 17. se mogu vidjeti iznosi subvencija ZET-a.

Tablica 17. Prikaz godišnjeg iznosa subvencija ZET-a

Godina	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.
Iznos subvencije (u tisućama kuna)	646.352	789.676	638.062	532.668	520.321

Izvor: [52]

Iz tablice 17. može se zaključiti da je 2013. godine subvencija porasla za 22,17 % s obzirom na 2012. godinu. Od tada je stalno u padu i to za 19,19 % u 2014. godini s obzirom na

prethodnu godinu. Zatim u 2015. godini je subvencija smanjena za 16,51 % u odnosu na 2014. godinu. U 2016. godini je subvencija smanjena za 2,32 % u odnosu na prethodnu godinu.

Prihodi od prodaje voznih karata i prijevoza putnika su u stalnom porastu kao što se može vidjeti u tablici 18.

Tablica 18. Prikaz godišnjih prihoda od prijevoza putnika ZET-a

Godina	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.
Prihodi od prijevoza putnika (u tisućama kuna)	316.246	464.111	516.020	516.488	518.163

Izvor: [52]

Iz tablice 18. može se zaključiti da ZET ulaže velike napore u stvaranje pozitivne slike o svojem poslovanju. Strategija koju koriste za podizanje financijskog rezultata je zasada uspješna s obzirom na odaziv korisnika prijevozne usluge. Porast prihoda u 2013. godini s obzirom na prethodno razdoblje je za čak 46,75 %. U 2014. ZET je ostvario porast prihoda za 11,18 %. U sljedeće dvije godine razina prihoda je ostala na gotovo istoj razini uz minimalan rast.

4.6 Ekološki sustav

Autobusi na predmetnim linijama koriste dizelski pogon. Kako bi se smanjio utjecaj štetnih emisija, prilikom eksploatacije u uvjetima gradskog prometa potrebno je razmotriti konstrukcijske značajke motora i mjere koje se primjenjuju za njihovu redukciju. Kako bi se što više smanjila emisija ispušnih plinova, na dizelskom su motoru mogući razni konstrukcijski dodaci ili je moguće dijelove motora oblikovati tako da su ispušni plinovi što manje onečišćeni, uz bolje tehničke značajke motora i manju buku. Sastav ispušnih plinova prije svega ovisi o kvaliteti izgaranja, a kako bi ona bila što bolja, poduzimaju se određene mjere, od kojih su najbitnije: početak dobave i ubrizgavanje goriva, punjenje motora, hlađenje usisanog zraka i povrat ispušnih plinova u usisnu granu [53].

Da bi se ispunili sve stroži ekološki zahtjevi danas se moderni dieselski motori (sa sustavom izravnog ubrizgavanja goriva) izvode sa regulacijom podešavanja kuta dobave u ovisnosti o opterećenju motora i brzini vrtnje (elektronička regulacija). Također se kod novih

konstrukcija motora izvode jedno ili više predubrizgavanja prije glavnog ubrizgavanja. Uspoređujući pojedina konstrukcijska rješenja prostora izgaranja, svako ima prednosti i mane, ali generalno uzevši, prvenstveno će zahtjevi za što čišćim ispušnim plinom određivati konstrukciju motora [53].

Tek kombinacijom postojećih konstrukcija motora, sustava za ubrizgavanje s tehnikom elektroničkog upravljanja i regulacije, te naknadnim pročišćavanjem ispušnih plinova postižu se zadovoljavajući rezultati. Prednabijanje zraka usisa je konstrukcijski zahvat koji se vrlo često koristi kod dieselskih motora. Postoji dinamičko, mehaničko prednabijanje i prednabijanje ispušnim plinovima. Prednabijani motori opremaju se dodanim hlađenjem stlačenog zraka u cilju smanjenja emisija Nox [53].

Zahvati izvan motora se odnose na kemijske reakcije: termičke reakcije i katalitičke reakcije. Selektivna katalitička redukcija se primjenjuje kod velikih dizelskih motora kao što su motori teških vozila i autobusa [53].

Elementi koji se primjenjuju kod dizel motora su denox katalizator koji je predviđen za rad u području siromašne smjese ($\lambda<1$) i služi za smanjenje emisija NOx-a preko 30 %. Oksidacijski katalizator omogućuje oksidaciju CO i HC pri temperaturi katalizatora iznad 170°C. Pročistač čestica je efikasno sredstvo naknadne obrade isušnih plinova za smanjenje čestica, emisija čestica je smanjena za 99 %, emisija CO za oko 96 %, a emisija HC je gotovo u potpunosti eliminirana [53].

5. MOGUĆNOSTI OPTIMIZACIJE SUSTAVA CESTOVNOG LINIJSKOG PRIJEVOZA PUTNIKA U GRADSKOM PROMETU – PRIMJER GRADA ZAGREBA

U ovome poglavlju daju se prijedlozi mogućeg poboljšanja i optimizacije cestovnog linijskog prijevoza putnika u gradskom prometu primjer Grada Zagreba.

5.1 Mogućnosti optimizacije tehničkog sustava

Tehnički sustav ZET-a bi se mogao označiti kao zadovoljavajuć. To znači da postoje mogućnosti za optimizaciju i dodatno poboljšanje sustava.

S obzirom na prijevozna sredstva korištena na predmetnim linijama ako se ne donese odluka za korištenje autobusa na alternativna pogonska goriva onda se predlažu sljedeće mjere za efikasno korištenje dizel motora. Prva mjera se odnosi na isključivo korištenje ULSD (Ultra Low Sulphur Diesel Fuel) dizel goriva. Zatim korištenje posebnih sredstava za čišćenje motora koji imaju ulogu čišćenja sustava za ubrizgavanje goriva. Uporaba aditiva za povećanje cetanskog broja također može povećati kvalitetu paljenja i sagorijevanja goriva, uz obavezno korištenje katalizatora i pročistaća čestica. Kao još jedna mjera može se navesti zamjena starog motora s novim motorom koji zadovoljava veće emisijske standarde. Također potrebno je koristiti sredstvo AdBlue koje je u kombinaciji sa SCR katalizatorom vodeća tehnologija za smanjenje dušikovih oksida (NOx) u ispušnim plinovima koji nastaju u procesu izgaranja u dizelskim motorima [54], [55].

U moguće mjere poboljšanja kvalitete sustava javnog gradskog prijevoza ubraja se uređenje autobusnih stajališta. Stajalište autobusa je prva točka kontakta između putnika i pružatelja prijevozne usluge javnog linijskog prijevoza putnika u gradskom prometu. Prostor, lokacija, dizajn i rad autobusnih stajališta značajno utječu na učinkovitost prometnog sustava, zadovoljstvo putnika i njihovu sigurnost. Prema tome uređenje autobusnih stajališta je jedno od ključnih pitanja za poboljšanje cjelokupne transportne usluge. Povećanje sigurnosti na autobusnim stajalištima je od velike važnosti. Način na koji se može povećati sigurnost su poboljšana pristupačnost i dobro organizirani nogostupi koji vode prema stajalištu i obilježeni pješački prijelazi u neposrednoj blizini stajališta.

Trebale bi se primijeniti i mjere za smirivanje prometa. Prije implementacije potrebno je provesti istraživanje o prometnim nesrećama u kojima su sudjelovali pješaci na lokacijama u blizini autobusnih stajališta ako postoji evidencija o njima, definirati PGDP prometnice i dopušteno ograničenje brzine. Kao neke od mjera za smirivanje prometa mogu se nabrojati: dodavanje biciklističkih staza tamo gdje je to moguće, sužavanje prometnog traka, vibracijske trake, uzdignute plohe na kolniku i umjetne izbočine. Također na raskrižjima na kojima se promet upravlja prometnim svjetlima jedna od mjera je ugradnja pješačkog tipkala. Instalacija rasvjete na autobusnim stajalištima je također poželjna opcija jer je cestovna rasvjeta često nedovoljno jaka [56].

Izgradnja nadstrešnice na autobusnim stajalištima je jedan od načina povećanja privlačnosti autobusnog sustava. Prilikom izgradnje nadstrešnice treba voditi računa da je materijal od kojeg je izgrađena što otporniji na vremenske uvjete i oštećivanje zbog vandalizma. Također potrebno je dobro definirati odgovornost za održavanje nadstrešnica. U nekim dijelovima svijeta postoji praksa da se građani mogu prijaviti za održavanje i čišćenje određenog stajališta. Ako se obvežu na održavanje određenog stajališta nudi im se mogućnost besplatnog prijevoza i priznanje društvene zajednice. Također nužno je opremiti sva stajališta sa izvatkom iz voznog reda.

5.2 Mogućnosti optimizacije tehnološkog sustava

Mogućnost optimizacije tehnološkog sustav na analiziranim linijama se temeljno odnosi na statičke elemente linija što uključuje stajališta i uz to podizanje razine kvalitete usluge.

Proces optimizacije autobusnih stajališta može se podijeliti s obzirom na tri vrste djelovanja [57]:

a) uklanjanje suvišnih stajališta,
b) dodavanje novih tamo gdje je potrebno,
c) premještanje stajališta zbog loše lokacije koja ugrožava sigurnost prometa,

Proces optimizacije je konstantan proces jer se prometni sustav neprestano mijenja i s tog gledišta potrebno je analizirati povijesne podatke o nesrećama u blizini stajališta i pratiti zahtjeve korisnika autobusnog sustava kako bi se donijele poboljšane odluke.

Za održavanje postojećih stajališta na liniji treba razmotriti jesu li stajališta blizu: obrazovnih ustanova, bolnica, staračkih domova, radnih pogona koji zapošljavaju veliki broj ljudi. Zatim da li su autobusna stajališta blizu transfernih točaka s drugim prijevoznim sustavima kao što su tramvaj i željeznica. Za stajališta s takvim obilježjima potrebno ih je dodatno opremiti i uredit ako već nisu adekvatno uređena [57].

Zatim odnos između gustoće naseljenosti i razmaka između stajališta mogu biti kriteriji za uklanjanje stajališta. Razmaci manji od 300 m između dva stajališta bi mogao biti razlog za uklanjanje jednog od njih, uzimajući u obzir gustoću naseljenosti i potrebno pješačenje do drugog stajališta koje u tom slučaju ne bi predstavljalo preveliki vremenski gubitak za pješaka.

Također kroz analizu izlazaka putnika na određenim stajalištima na kojima vrlo rijetko izlaze putnici ili analizu stajališta koja dnevno imaju vrlo mali transfer putnika (manje od 20 putnika koji dnevno koriste stajalište) bi se mogla donijeti odluka o uklanjanju stajališta.

5.3 Mogućnosti optimizacije organizacijskog sustava

Optimizacija organizacijskog sustava može se sagledati s obzirom na stvarnu situaciju u ZET-u kroz nedostatak dovoljnog broja vozača autobusa. Jedan od efekata nedovoljnog broja vozača je da se organizacija prijevoza ne može efikasno organizirati. To se odnosi na planiranje radnih sati vozača i perioda odmora a svako neočekivano bolovanje može uzrokovati velike probleme u organizaciji što se odražava i na troškove. Prije nego što se mogu poduzeti konkretni koraci organizacija mora imati cilj i viziju kako ga postići. Taj cilj bi trebao biti zapošljavanje adekvatnog broja vozačkog kadra. Zato je potrebno kroz istraživanje tržišta rada pribavit ljudske potencijale i kroz njihovu stalnu edukaciju stvoriti bazu za uspješno poslovanje prijevozne tvrtke.

Kako bi se optimiziralo upravljanje resursima transportnog procesa potrebna je stalna racionalizacija poslovanja, smanjenje neproizvodne vožnje, praćenje vrijednosti pokazatelja djelovanja, praćenje održavanja tehničkih pregleda, tehničke ispravnosti, pouzdanosti i sl. U suvremenom pristupu procesima izbora prijevoznog sredstva i vozača stvara se informacijska baza u kojoj su: podaci vezani uz vozilo, podaci koji se odnose na vozača i podaci o preventivnim i mogućim interventnim radnjama. Zato je važno imati integriranu informacijsku podlogu u organizacijskom sustavu kako bi se bolje nadzirao rad operativnog osoblja [58].

Organizacija rada vozača i cijelog osoblja bi se mogla optimizirati kada bi se nadogradio trenutni informacijsko-komunikacijski sustav koji radi na principu radiokomunikacije sa sustavom koji je baziran na tehnologiji globalnog navigacijskog satelitskog sustava.

Jedan od trendova u svijetu je stalan porast mobilnih uređaja. Nameće se ideja o ponovnom uvođenju i boljem implementiranju mobilnog sustava naplate karata preko mobilnih aplikacija. To je jedan od novijih načina organizacije naplate voznih karata. Sigurna internetska kupnja voznih karata je sve više prisutna u sustavima javnog prijevoza, na taj način se promiče zadovoljstvo kupaca ali i administrativni troškovi prodaje karata prijevoznika se mogu smanjiti. Takav sustav mora podržavati sve standardne načine mobilnog plaćanja.

Još jedan način organizacije prodaje karata je instalacija uređaja za tiskanje voznih karata unutar samog vozila što bi olakšalo i ubrzalo proces rukovanja i naplate karata.

5.4 Mogućnosti optimizacije ekonomskog sustava

U zadnjih nekoliko godina tendencija u ZET-u je smanjenje rashoda u poslovanju kroz racionalizaciju poslovanja. Kroz pažljivo praćenje i analizu putničkih kilometara i utrošenih sati na radu vozila i radnog osoblja mogu se odrediti parametri efikasnosti i proizvodni učinak rada koji bi trebali biti podloga za daljnje aktivnosti smanjenja troškova javnog gradskog prijevoza.

Također treba se težiti uspostavljanju jedinstvene tarifne unije na području Zagrebačke županije što bi moglo poboljšati financijske rezultate poduzeća ako bi se taj projekt realizirao.

Ipak prijevoznik u gradskom linijskom prijevozu putnika ne može nadoknaditi troškove komercijalnom cijenom vozne karte pa je nužno subvencioniranje od strane vlasnika. Načini na koji bi se javni prijevoz mogao dodatno subvencionirati i financirati su: porez na imovinu, naplata zagušenja, naplata parkiranja, kroz mogućnosti oglašavanja, putem razvojnih pristojbi, naplaćivanjem naknade kroz registraciju vozila, porez na potrošnju itd [59].

5.5 Mogućnosti optimizacije ekološkog sustava

S obzirom na prijevozna sredstva korištena na predmetnim linijama postoji mogućnost optimizacije kroz upotrebu autobusa na alternativna pogonska goriva. Gradovi i velika prometna zagušenja pridonose velikoj količini štetnih emisija. Orijentacija prijevoznika prema novim tehničkim dostignućima u vidu kupnje autobusa na alternativni pogon povoljno utječe na smanjenje razine štetnih emisija i buke jer su one u uvjetima gradske eksploatacije najveće u odnosu na prigradski i međugradski prijevoz putnika. Prednosti autobusa na stlačeni prirodni plin su višestruke i to pokazuju iskustva iz prakse. Prednosti stlačenog prirodnog plina u odnosu na diesel su oko 50 % manje emisije CO i 44 % manje krutih čestica koje uzrokuju teška oštećenja pluća, astmu i ostale bolesti dišnih organa [60].

Sljedeći tip alternativnog pogona su hibridni autobusi koji nude širok raspon pogodnosti, uključujući znatno niže emisije štetnih plinova, povećanje učinkovitosti i smanjene troškova održavanja. Hibridni autobusi smanjuju emisije štetnih pliniva za čak 75 % u odnosu na autobus s diesel pogonom. Smanjenje emisije postiže se zahvaljujući električnom pogonu, i diesel motoru s niskom razinom sumpora. Testiranja su pokazala da je emisija čestica kod hibridnih autobusa gotovo 90 % manja nego u konvencionalnih dizel autobusa, dok je emisija dušikovog oksida manja za 30 – 40 %, emisija uljikovog monoksida također je niža u odnosu na diesel i prirodni stlačeni plin. Također električni i hibridni autobusi proizvode najmanju razinu buke [61].

Kao primjer hibridnog modela gradskog autobusa može se navesti autobus MAN Lion´s City Hybrid koji predstavlja optimalno rješenje za gradski linijski promet budućnosti. Njegov inovativni hibridni koncept pogona EfficienyDesign objedinjuje eko vožnju i maksimalnu ekonomičnost. Kod minimalne emisije ispušnih plinova postiže se maksimalna učinkovitost u prijevozu. Tako MAN hibridni autobus troši do 30 % manje goriva i na taj način štedi do 10.000 litara dizela godišnje ovisno o profilu uporabe. Ušteda u potrošnji goriva se također odražava i u emisiji CO_2. Autobus MAN Lion´s City Hybrid smanjuje štetan učinak na okoliš do 26 tona CO_2 godišnje manje u odnosu na gradske autobusa s dosadašnjim motorima. Moderan hibridni pogon ne čuva samo okoliš i novčanik već i poboljšava kvalitetu življenja u središtu grada s manjom emisijom buke i ispušnih plinova na stajalištima [62].

6. ZAKLJUČAK

Ovim radom dan je detaljan prikaz o javnom cestovnom prijevozu putnika. Glavni naglasak stavljen je na ulogu prometnog sustava u urbanim sredinama, s konkretnim opisom tog sustava u gradu Zagrebu. Na osnovu analize pojedinih linija prijevoza putnika u gradu Zagrebu su doneseni konkretni zaključci. Optimizacija prijevoza se provodi kroz nekoliko podsustava, a to su tehnički, tehnološki, organizacijski, ekonomski i ekološki.

Tehnički sustav odnosi se na prijevozna sredstva koja se koriste i njihove tehničke značajke, prometnu infrastrukturu (prometnice i terminali) i informacijski sustav bez kojeg ne može funkcionirati kordinacija radnog osoblja i pravovremeno informiranje putnika. S obzirom na ulogu koju navedeni dijelovi tehničkog sustava imaju, moraju omogučiti pružanje kvalitetne prijevozne usluge. Vozni park s kojim raspolaže ZET relativno zadovoljava te usluge iako je prosjećna starost autobusa osam godina. S kupnjom novih modernih autobusa s novim tehnologijama pogona i ekološki prihvatljivim rješenjima dobiva se veća kvaliteta javnog prijevoza.

Tehnološki sustav javnog cestovnog linijskog putničkog transporta se može poboljšati porastom kvalitetne transportne usluge i povećanjem sigurnosti putnika. Dobro funkcioniranje sustava temelji se na optimiranju voznog reda čemu prethodi analiza: vremena obrta pojedine linije, međustajališnih razmaka i duljine linije kako bi se zadovoljila razina kvalitete prijevozne usluge kao što su učestalost, točnost, redovitost i udobnost.

Organizacijskim sustavom podrazumijevamo postojeću organizaciju linija javnog prijevoza te potreban broj angažiranih autobusa na pojedinoj liniji radnim danom, vikendom i praznikom, kordinaciju radnog osoblja i pravovremeno informiranje putnika, kao i način na koji se obavlja prodaja karata u ZET-u. Sve je ovo relativno dobro riješeno jer postoje pretplatne karte, vrijednosne karte, višednevne karte i papirnate karte a mogu se kupiti na više prodajnih mjesta u gradu.

Ekonomičnost poslovanja prijevoznika u javnom linijskom gradskom putničkom prometu predstavlja poseban problem. Naime, uvjeti eksploatacije s obzirom na sve bitne značajke proizvodnog procesa transportne usluge najteži, najzahtjevniji i sukladno tome najsloženiji su na relacijama u gradskom prometu. S obzirom na visoka očekivanja putnika kao korisnika

transportne usluge te postizanje što više razine atraktivnosti sustava javnog gradskog putničkog prijevoza izravno povezane s visokom kvalitetom transportne usluge (sigurnost, točnost, brzina putovanja, udobnost, frekvencija, interval itd.), nužno su prisutni visoki ukupni troškovi u poslovanju prijevoznika koje nije moguće nadoknaditi komercijalnom cijenom vozne karte. Zbog toga je financijski rezultat prijevoznika u javnom gradskom linijskom putničkom prometu negativan, što rezultira nužnim subvencioniranjem od strane vlasnika, odnosno gradova.

U financijske pokazatelje ZET-a ulaze prihodi od karata, subvencija grada Zagreba, gubici i rashodi. ZET je već godinama kao najveći gubitaš Zagrebačkog holdinga zbog veoma neučinkovitog gospodarenja sredstvima od kojih najveći dio čine upravo subvencije grada Zagreba koje snose svi građani. Poslovanje ZET-a iznimno je teško pratiti zbog netransparentnosti poslovanja za razliku od velikih europskih gradova u kojim su godišnji izvještaji prijevoznih kompanija javno dostupni.

Ekološki sustav također je jedan od važnih čimbenika razvoja javnog prijevoza jer treba voditi brigu o ekološkim standardima. Da bi se postigli glavni ciljevi zaštite okoliša potrebno je smanjiti emisije ispušnih plinova a to je moguće samo s novim tehnički i ekološki naprednim vozilima.

Optimizaciju cestovnog linijskog prijevoza u gradskom prometu potrebno je u praksi provesti kroz analizu nabrojanih podsustava. Svaki od tih podsustava bi provedbom njihove optimizacije dao pravu sliku o gradskom prijevozu. Glavni cilj u provedbi optimizacije je osigurati visoku razinu mobilnosti i dostupnosti prijevoza uz racionalno korištenje raspoloživih resursa.

POPIS LITERATURE

[1] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Process_optimization (pristupljeno: rujna, 2017)

[2] Rajsman M. TEHNOLOGIJA PRIJEVOZA PUTNIKA U CESTOVNOM PROMETU. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2017.

[3] Brčić D, Ševrović M. Logistika prijevoza putnika. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2012.

[4] URL: https://hr.wikipedia.org/wiki/Potražnja (pristupljeno: rujna, 2017)

[5] Brčić D, Šimunović L, Slavulj M. Upravljanje prijevoznom potražnjom u gradovima. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2016.

[6] URL: http://www.un.org /en/development/desa/ news/population/ world-urbanization - pr ospects-2014.html (pristupljeno: rujna, 2017)

[7] URL:http://www.sutp. org/files/ contents/ documents/ resources/ A_Sourcebook/ SB5_ Environment % 20and %20 Health / GIZ_SU TP_SB5 h_Urban-Tran sport-and- Energy-Effici ency _EN.pdf (pristupljeno: rujna, 2017)

[8] Zakon o prijevozu u cestovnom prometu. Zagreb: Narodne novine d.d.,82; 2013.

[9] Bukljaš Skočibušić M, Radačić Ž, Jurčević M. Ekonomika prometa. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2011.

[10] URL: https://www.prometna-zona.com/autobusi/ (pristupljeno: rujna, 2017)

[11] Rajsman M. Autobusi gradskog tipa. Nastavni materijal; 2016; Zagreb, Fakultet prometnih znanosti.

[12] Zakon o cestama. Zagreb: Narodne novine d.d.,84; 2011.

[13] Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2016. Zagreb: Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske.

[14] URL: https:// hr.wikipedia.org/wiki/ Cestovni_promet_u_Hrvatskoj (pristupljeno: rujna, 2017)

[15] URL: http://www.gfos.unios.hr/ download/ Irena- Ištoka-Otković- gp-2-klasifikacija -i-prostorni- modeli-28-03-2017-12-23.pdf (pristupljeno: rujna, 2017)

[16] URL: http://e-student.fpz.hr/ Predmeti/G/ Gradske_prometnice /Materijali/ 2_PREDA VANJE_ SEKUNDARNE_PROMETNICE.pdf (pristupljeno: rujna, 2017)

[17] URL: http://www.gfos.unios.hr/download/ Irena-I%C5%A1toka-Otkovi% C4%87-gp-4-projektni-uvjeti-i-poprecni-presjeci-28-03-2017-12-23.pdf. (pristupljeno: rujna, 2017)

[18] URL: http://files.fpz.hr/Djelatnici/ gstefancic/Gordana-Stefancic-Kolodvori-i-terminali.pdf. (pristupljeno: rujna, 2017)

[19] Pravilnik o kategorizaciji autobusnih kolodvora. Zagreb: Narodne novine d.d.,52; 2014.

[20] Rajsman M. Kategorizacija autobusnih kolodvora. Nastavni materijali; 2016; Zagreb, Fakultet prometnih znanosti.

[21] Cvitanić D, Vujasinović A, Stazić T. Preglednost cestovnih raskrižja u razini. Građevinar 2011; 63(09/10): 859-868.

[22] Pravilnik o autobusnim stajalištima. Zagreb: Narodne novine d.d.,119; 2007.

[23] Rajsman M. Autobusna stajališta. Nastavni materijali; 2016; Zagreb, Fakultet prometnih znanosti.

[24] URL: http://files.fpz.hr/Djelatnici/gluburic/Luburic-predavanja-v3.pdf (pristupljeno: rujna, 2017)

[25] URL: https://www.google.hr/maps (pristupljeno: rujna, 2017)

[26] Bosilj Vukšić V. Informacijska tehnologija u poslovanju. Zagreb: Element; 2004.

[27] Rajsman M. OSNOVE TEHNOLOGIJE PROMETA GRADSKI PROMET. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2012.

[28] URL: http://files.fpz.hr/ Djelatnici/ gstefancic/ Gordana-Stefancic-Tehnologija- gradskog-prometa-II.pdf (pristupljeno: rujna, 2017)

[29] URL: http://files.fpz.hr/ Djelatnici/ gstefancic/ Gordana-Stefancic-Tehnologija -gradskog-prometa-I.pdf (pristupljeno: rujna, 2017)

[30] Kukec T. Dinamika putničke potražnje i transportnog rada u hrvatskom javnom cestovnom putničkom prometu [Diplomski rad]. Fakultet prometnih znanosti; 2016.

[31] Jurčević M. Funkcija organiziranja – Organizacijska struktura. Nastavni materijali; 2016; Zagreb, Fakultet prometnih znanosti.

[32] Rajsman M. Predavanje iz kolegija: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu. Nastavni materijal; 2016; Zagreb, Fakultet prometnih znanosti.

[33] Pupavac D, Zelenika R. Upravljanje znanjem i zadovoljstvom zaposlenika - čimbenik kompetitivnosti prometnih tvrtki [Izvorni znanstveni rad]. Ekonomski pregled 54 (9-10), 787-808; 2003.

[34] URL: https://hr.wikipedia.org/wiki/Zagreb (pristupljeno: rujna 2017.)

[35] URL: https://www.mercedesbenz.sk (pristupljeno: rujna 2017.)

[36] URL: http:// www.yubs.rs/Simpozijumi/ RAP_2014_Radovi/038_Simunovic _The_impa ct_of_bus_stop_RAP_2014_Rad.pdf (pristupljeno: rujna 2017.)

[37] URL: http://photobucket.com/gallery/user/221221221/media/cGF0aDovMURTQzAw MzkwLmpwZw==/?ref= (pristupljeno: rujna 2017.)

[38] URL: http:// www.zgh.hr/ aktualnosti-10/ novosti- 170/predsjednik-uprave-posjetio-zet-ov-au tobusni-pogon-u-dubravi/1128 (pristupljeno rujan 2017)

[39] Službeni podaci pribavljeni od ZET-a; 2017.

[40] URL: https://zet.hr (pristupljeno rujan 2017)

[41] URL:http://i48.photobucket.com/albums/f212/masinli/Mb%20gbr.208%20 zet_zpsulljahm 2.jpg (pristupljeno: rujna, 2017)

[42] URL: https:// www.scribd.com/ document/ 145051394/ Sustav-Za- Nadzor-i- Upravljanje - Prometom (pristupljeno: rujna, 2017)

[43] URL: https://consultations.tfl.gov.uk /buses/ accessible- bus-stop -design- guidance/ user_ uploads/ accessible-bus-stop-design-guidance-for-public- consultation- 290914.pdf (pristupljeno: rujna, 2017)

[44] URL: http://www.zet.hr / User Docs Images/ Prilozi / Trase Autobus / Terminal Glavni Kolodvor3.2017.pdf (pristupljeno: rujna, 2017)

[45]URL:http://www.zet.hr/UserDocsImages/Prilozi/TraseAutobus/TerminalKvaternikovTrg.pdf

[46] URL : http://www.zgh.hr/o-nama-7/profil-13/13 (pristupljeno: rujna, 2017)

[47] URL: http://www.zgh.hr/ UserDocsImages/ dokumenti/ izvjesca / 2016 / GRUPA % 20 ZA %20WEB%202017.pdf (pristupljeno: rujna, 2017)

[48] URL: http://www.zet.hr/o-nama/259#kategorija_330 (pristupljeno: rujna, 2017)

[49] Ostojić M. Tarifa i sustavi naplate u javnom gradskom prijevozu [Diplomski rad]. Fakultet prometnih znanosti; 2015.

[50] URL: http://www.zet.hr/tabovi-dolje/cijene-prodaja-i-placanje/50 (pristupljeno: rujna, 2017)

[51] URL: http://www.zet.hr/zone-i-tarifna-podrucja/52 (pristupljeno: rujna, 2017)

[52] URL: http://www.zgh.hr/UserDocsImages/dokumenti/izvjesca/ (pristupljeno: rujna, 2017)

[53] Ekologija u prometu - cestovni promet. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2013.

[54] URL: https://www3.epa.gov/ ttnchie1/ conference/ei17/ session8/ wang.pdf (pristupljeno: rujna, 2017)

[55] URL: http://gumiimpex.hr/web/wp-content/ uploads/2013/09/ AdBlue- PRIRUČNIK- za - korisnike.pdf?x37505 (pristupljeno: rujna, 2017)

[56] Babić D. Predavanje iz kolegija: Prometna signalizacija. Nastavni materijal; 2016; Zagreb, Fakultet prometnih znanosti.

[57] URL: https://mta.maryland.gov/content/bus-stop-optimization (pristupljeno: rujna, 2017)

[58] Rajsman, M.: Tehnologija cestovnog prometa, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2012.

[59] URL: https://d1rkab7 tlqy5f1.cloudfront. net/ TBM/ Over% 20faculteit/Afdelingen / Engineering % 20Systems% 20and%20Services/ EJTIR/ Back% 20issues/1.1/ 2001_01_05% 20Alternative %20 Ways%20of%20Funding%20Public%20Transport.pdf (pristupljeno: rujna, 2017)

[60] URL: http://het.hr/ biom/downloads/Dinko% 20Butkovic%20(ZET)%20-%20 Uloga% 20biometana %20u%20bud ucem%20bioe nergetskom%2 0sustavu%20-%208% 20godina %20autobusa% 20na%20SPP%20u%20ZET-u.pdf (pristupljeno: rujna, 2017)

[61] Brnić D. Primjena zamjenskih goriva i hibridnog pogona autobusa u gradsko – prigradskom transportu [Diplomski rad]. Fakultet prometnih znanosti; 2015.

[62] URL: https://www.bus.man.eu/hr/hr/ gradski- autobusi/ man- lions-city- hybrid/ pregled/ Pregled.html (pristupljeno: rujna, 2017)

POPIS ILUSTRACIJA

Popis slika

Slika 1. Kapacitet prometnog traka za različite načine prijevoza 10
Slika 2. Smještaj autobusnog stajališta uz tramvajsko stajalište i mogući konflikt s pješačkim tokovima zbog nepropisnog prelaženja ceste 23
Slika 3. Funkcionalna organizacijska struktura prijevoznika u cestovnom putničkom prijevozu 38
Slika 4. Konfiguracija mjesta za sjedenje korištenog modela autobusa 58
Slika 5. Autobusni pogon Dubrava parkirališni prostor 63
Slika 6. Predputno informiranje na službenim internetskim stranicama ZET-a 65
Slika 7. Informativni zaslon na autobusu 66
Slika 8. Početni izbornik programa INTERPLAN 70
Slika 9. Kreiranje trase dodavanjem stajališta za smjer A 71
Slika 10. Grafički prikaz izrađene linije 72
Slika 11. Prikaz tablice voznog reda za prometno osoblje 73
Slika 12. Shema autobusnih linija terminala Glavni kolodvor 76
Slika 13. Shema autobusnih linija terminala Kvaternikov trg 77
Slika 14. Organizacijska struktura Grupe Zagrebački holding 94
Slika 15. Organizacijska struktura ZET-a 96
Slika 16. Prikaz tarifnih zona ZET-a za 2017. godinu 99

Popis tablica

Tablica 1. Usporedba tehničkih značajki autobusa prema vrsti nadgradnje 17
Tablica 2. Međustajališni razmak u odnosu na brzinu prijevoznog sredstva različitih podsustava javnog prijevoza. 32
Tablica 3. Rezultati brojanja putnika na liniji Kvaternikov trg – Trnava - režim održavanja polazaka - radni dan (petak) od 15:31 do 16:10 h 43
Tablica 4. Rezultati brojanja putnika na liniji Kvaternikov trg – Trnava – režim održavanja polazaka subota od 10:05 do 10:44 h 44
Tablica 5. Rezultati brojanja putnika na liniji Kvaternikov trg – Trnava - režim održavanja polazaka nedjelja od 13:05 do 13:40 h 46
Tablica 6. Rezultati brojanja putnika na liniji Glavni kolodvor – Travno - režim održavanja polazaka radni dan (četvrtak) od 15:30 do 16:07 h 47
Tablica 7. Rezultati brojanja putnika na liniji Glavni kolodvor – Travno - režim održavanja polazaka subota od 12:01 do 12:37 h 48
Tablica 8. Rezultati brojanja putnika na liniji Glavni kolodvor – Travno – režim održavanja polazaka nedjelja od 11:40 do 12:14 h 49

Tablica 9. Rezultati brojanja putnika na liniji Glavni kolodvor – Novi Jelkovec – režim održavanja polazaka - radni dan (srijeda) od 15:45 do 17:02 h 51
Tablica 10. Rezultati brojanja putnika na liniji Glavni kolodvor – Jelkovec – režim održavanja polazaka subota 26.08.2017 od 13:12 do 14:20 h 53
Tablica 11. Rezultati brojanja putnika na liniji Glavni kolodvor – Novi Jelkovec – režim održavanja polazaka nedjelja od 12:43 do 13:36 h 55
Tablica 12. Tehničke značajke autobusa Mercedes-Benz Citaro G (O530) 57
Tablica 13. Popis stajališta na liniji 215 i njihove značajke 60
Tablica 14. Popis stajališta na liniji 221 i njihove značajke 61
Tablica 15. Popis stajališta na liniji 281 i njihove značajke 62
Tablica 16. Udio niskopodnih autobusa u strukturi voznog parka ZET-a, ... 74
Tablica 17. Prikaz godišnjeg iznosa subvencija ZET-a 99
Tablica 18. Prikaz godišnjih prihoda od prijevoza putnika ZET-a 100

Popis grafikona

Grafikon 1. Prikaz udaljenosti koja se može prijeći s 1 litrom goriva pri 100 % popunjenosti vozila 11
Grafikon 2. Usporedba duljina analiziranih linija 78
Grafikon 3. Usporedba broja polazaka na analiziranim linijama režim održavanja polazaka - radni dan 78
Grafikon 4. Usporedba broja polazaka na analiziranim linijama režim održavanja polazaka - subota 79
Grafikon 5. Usporedba broja polazaka na analiziranim linijama režim održavanja polazaka – nedjelja i praznik 80
Grafikon 6. Usporedba broja polazaka po linijama prema režimima održavanja 80
Grafikon 7. Usporedba vremena obrta na analiziranim linijama - radni dan 81
Grafikon 8. Usporedba vremena obrta na analiziranim linijama - subota 82
Grafikon 9. Usporedba vremena obrta na analiziranim linijama - nedjelja 82
Grafikon 10. Usporedba intervala vožnje na analiziranim linijama - radni dan 83
Grafikon 11. Usporedba intervala vožnje na analiziranim linijama - subota 84
Grafikon 12. Usporedba intervala vožnje na analiziranim linijama - nedjelja 84
Grafikon 13. Frekvencije polazaka – režim održavanja radnim danom 85
Grafikon 14. Frekvencija polazaka – režim održavanja polazaka subotom 86
Grafikon 15. Frekvencija polazaka – režim održavanja nedjelja 86
Grafikon 16. Usporedba prijevoznog učinka 87
Grafikon 17. Prijevozne sposobnosti analiziranih linija 88
Grafikon 18. Usporedba prometnih brzina na linijama 89
Grafikon 19. Usporedba prijevoznih brzina na linijama 90
Grafikon 20. Usporedba obrtnih brzina na linijama po svim režimima polazaka 91