

Analiza autobusnog prijevoza u gradu Rijeci

Miloš, Tomislav

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Polytechnic Nikola Tesla in Gospić / Veleučilište Nikola Tesla u Gospiću**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:107:424254>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-19**



Repository / Repozitorij:

[Polytechnic Nikola Tesla in Gospić - Undergraduate thesis repository](#)

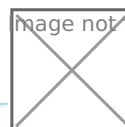


Image not found or type unknown

VELEUČILIŠTE „NIKOLA TESLA“ U GOSPIĆU

Tomislav Miloš

ANALIZA AUTOBUSNOG PRIJEVOZA U GRADU RIJECI ANALYSIS OF PUBLIC PASSENGER TRANSPORT IN RIJEKA TOWN

Završni rad

Gospić, 2017.

VELEUČILIŠTE „NIKOLA TESLA“ U GOSPIĆU

Prometni odjel

Stručni studij cestovnog prometa

ANALIZA AUTOBUSNOG PRIJEVOZA U GRADU RIJECI ANALYSIS OF PUBLIC PASSENGER TRANSPORT IN RIJEKA TOWN

Završni rad

MENTOR

Prof.dr.sc. Hrvoje Baričević

STUDENT

Tomislav Miloš

MBS2961000224/09

Gospić, lipanj 2017.

Veleučilište „Nikola Tesla“ u Gospiću

Projetni odjel

Gospić, 30.05 2017.

ZADATAK

za završni rad

Pristupniku Tomislav Miloš MBS: 2961000224/09

Studentu stručnog studija Projetnog Odjela izdaje se tema završnog rada pod nazivom
ANALIZA JAVNOG PRIJEVOZA PUTNIKA U GRADU RIJECI

Sadržaj zadatka: U radu se akceptiraju tehnički, parametrima
javnog linijanskog prijevoza putnika tj. tehnički,
tehnički, eksploatacijski i dr. indikatori. Također
uzeta je u razmatranje jedna od prometnih linija
(lin. 5) iz radialne mreže te su navedeni
izborni i neobavezni karakteristike za funkcioniranje
optimalnog prijevoznog procesa.

Završni rad izraditi sukladno odredbama Pravilnika o završnom radu Veleučilišta „Nikola Tesla“ u Gospiću.

Mentor: prof. dr. Hrvoje Benčević zadano: 30.05.2017.
(ime i prezime) (nadnevak) (potpis)

Pročelnik odjela: _____ predati do: 30.09.17.
(ime i prezime) (nadnevak) (potpis)

Student: Tomislav Miloš primio zadatak: 30.05.2017.
(ime i prezime) (nadnevak) (potpis)

Dostavlja se:

- mentoru
- pristupniku

IZJAVA

Izjavljujem da sam završni rad pod naslovom ANALIZA AUTOBUSNOG PRIJEVOZA U GRADU RIJECI izradio samostalno pod nadzorom i uz stručnu pomoć mentora prof.dr.sc. Hrvoje Baričevića.

Tomislav Miloš

Tomislav Miloš

SAŽETAK

Analiziranje kvalitete života urbanih sredina u kontekstu opsluživanja prometnim kapacitetima je univerzalni i višeslojni problem. Čest je slučaj da javni prometni sustavi ili njihovi dijelovi nisu optimalno iskorišteni. U vrijeme vršnih opterećenja gužve smanjuju komfor, dok prazne vožnje čine mnoge usluge financijski neisplativima. Promet generira gubitak javnih prostora jer rast prometne potražnje smanjuje socijalnu aktivnost i prohodnost prometne mreže. Isto tako, zagađenje i buka imaju ozbiljan utjecaj na kvalitetu zdravlja i življenja uz apostrofiranu političku i medijsku kampanju. Grad Rijeka s gravitirajućim prigradskim naseljima primjer je prezagušene urbane strukture s gotovo permanentnim vršnim opterećenjem. Postojeće prometne poteškoće u užem gradskom području proizlaze iz neprimjerenog odnosa između kapaciteta postojećih prometnica i količine prometa (individualnog i javnog). Postojeći autobusni prijevozni modalitet rezultat je prethodnog, višegodišnjeg opredjeljenja, iako svjetski i europski trendovi ukazuju na potrebu za tehnološkim inovacijama.

Ključne riječi: javni prijevoz putnika, urbana infrastruktura, prometni upravljački centar, jedinstveni informacijski sustav, kvaliteta javnog prijevoza.

SUMMARY

Analysing the quality of life in urban environment in the context of providing traffic capacities, presents a universal and a multi layered problem. It is often the case that the public transport systems or parts thereof are not used optimally. During peak loads, crowds decrease comfort, while empty rides make many services financially unprofitable. Traffic generates loss of public areas, since the increase of the traffic demand decreases social activity and obstructs traffic networks. Moreover, pollution and noise have a serious impact on the quality of life and health, with pronounced political and media campaign. The Town of Rijeka, with gravitating settlements in the suburbs, is an example of overpopulated urban structure with almost permanent peak load. The existing traffic difficulties in the inner town area arise from the inappropriate ratio between the capacities of the existing roads, and the amount of traffic (both individual and public). The existing bus transport modality is the result of the selection made years ago, although the world and European trends point out to the need for technological innovations.

Key words: Public Passenger Transport, Urban Infrastructure, Traffic Control Centre, Unique Information System, Quality of Public Transport.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. KONCEPCIJA JAVNOG PRIJEVOZA.....	2
2.1. Saturacija.....	3
2.2. Pokretljivost.....	5
2.3. Vanjski utjecaji.....	6
3. PLANIRANJE JAVNOGA GRADSKOG PRIJEVOZA.....	7
3.1. Proces planiranja.....	7
3.2. Metodologija planiranja.....	9
3.2.1. Prometne mreže.....	9
3.2.2. Prognoziranje količine putovanja.....	14
3.2.3. Konfiguracija mreže.....	16
3.2.4. Vrste linija.....	20
3.3. Planiranje jednog prometnog pravca.....	24
3.4. Udaljenost između prometnih pravaca.....	26
3.5. Razmak među stajalištima.....	27
4. POVIJEST JAVNOGA GRADSKOG PRIJEVOZA U RIJECI.....	29
4.1. Osnovne informacije o „KD AUTOTROLEJU“	30
4.2. Analiza gradske linija broj 5.....	34
4.2.1. Analiza broja putnika.....	38
4.2.2. Grafički prikaz broja putnika.....	40
4.2.3. Numerički pokazatelji eksploatacije.....	41
5. ZAKLJUČAK.....	42
LITERATURA.....	44

1. UVOD

Promet se pokazao kao jedan od najvažnijih čimbenika dosadašnjeg društvenog i gospodarskog razvoja, a javni gradski prijevoz ima veliku ulogu u tome. Javni gradski prijevoz putnika u cestovnom prometu je prijevoz koji se odvija motornim vozilima na pojedinim linijama na području grada tj. naseljenom mjestu kao i prijevoz između područja grada u neposrednoj okolici grada. Područje gdje se odvija javni linijski gradski i prigradski promet u cestovnom prometu kao organizacija i način obavljanja uređuje se propisima koje donose skupština općine odnosno skupština grada. Javni gradski prijevoz omogućuje bržu cirkulaciju stanovnika unutar gradova, kao i površinsko širenje grada.

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

Čvorišna uloga gradova u prometu dovela je u velikom broju gradova do pretrpanosti prostora prometnim postrojenjima. U novije vrijeme u nizu gradova nastoji se oteretiti od prometa pretežno centralne dijelove grada, koji su osjećali najviše poteškoća. To se najbolje postiže preraspodjelom funkcija pojedinih četvrti grada. Poznat je svjetski fenomen preseljavanja stanovništva iz centra grada prema rubnim područjima, ili u satelitske centre. Tim se stvaraju novi oblici stanovanja i organizacije prostora sistema metropolitanskih područja. Upravo u ovim područjima, koja su prije svega gradska, ali specifičnog tipa, promet dobija novu ulogu i nov polet. Gradski promet je razvijen u svim gradovima iznad 100.000 stanovnika, ali također i u mnogima i ispod 100.000 ljudi. Njime se prevozi svakodnevno u svijetu nekoliko milijardi putnika. To je nesumnjivo najfrekventniji oblik prometa uopće. Posebna je teškoća praćenja obima prevoza u ovom prometu. Moguće je pratiti jedino dosljednije javni gradski promet. Složenost gradskog prometa je vrlo velika. Danas svaki grad organizira svoj promet prema vlastitim zahtjevima i vlastitim mogućnostima, pa je teško utvrditi istovjetnost ili unificiranost svjetskog gradskog prometa. To posebno otežava racionalnije planiranje ovog prometa u svjetskim razmjerima.

2. KONCEPCIJA JAVNOG PRIJEVOZA

Stručne i znanstvene spoznaje o prometu primjenjuje tehnološke i znanstvene principe za planiranje, funkcionalno projektiranje, rad i rukovođenje prometnim objektima za bilo koju vrstu prometa, kako bi se omogućilo sigurno, brzo, udobno, pogodno, ekonomično i ekološki prihvatljivo kretanje ljudi i robe. Grana znanosti o javnom prijevozu, bavi se planiranjem, geometrijskim projektiranjem i regulacijom prometa na cestama, ulicama, autocestama, mrežama javnoga gradskog prometa, terminalima, prostorom koji graniči s njima te odnosima s ostalim načinima prijevoza.

Javni prijevoz ima sveobuhvatan utjecaj na razvoj modernog društva. U prošlosti su glavnu ulogu pri lokaciji gradova imali prometni pravci. Danas, prijevozni sustavi utječu na to gdje i kako će se razvijati gradska područja. Prijevoz ima društvene i kulturne utjecaje, on oblikuje način života, a problemi koji se odnose na prijevoz imaju istaknuto mjesto u političkim programima. Tehnologije korištene za prijevoz putnika, tijekom povijesti, stalno se razvijaju. U 19. stoljeću željeznica je bila glavni nositelj putovanja na velike udaljenosti. Danas je zamijenjena automobilima i zrakoplovima. Različiti oblici javnog prijevoza u gradovima kretali su se od kočija na konjsku vuču do električnih podzemnih vlakova i bili su dominantni od 1820. do 1920. godine. Od 1920. godine automobil postaje sve popularniji način gradskog prijevoza, no javni prijevoz i dalje ima važnu ulogu.

Navedene promjene nisu se događale lako i bez problema. Svladavanje barijere udaljenosti na brz način zahtijevalo je novac i napor, što je često rezultiralo sporednim negativnim učincima. Stručnjaci koji izučavaju ponašanje putnika smatraju da većina ljudi gleda na putovanje kao na nužno zlo, koje treba minimizirati poboljšanjem prijevoznog sustava kako bi on postao zadovoljavajući.

Dubioze gradskog prijevoza je problem o kojem se već desetljećima govori ili o krizi u gradskom prijevozu. Njegovo značenje potencirano je objavljivanjem u popularnim časopisima kao vijest s naslovnice, a političari često o tome raspravljaju u svojim kampanjama. Prema anketama javnog mišljenja, stavljen je na mjesto najozbiljnijih problema. Problem gradskog prijevoza je skup međusobno povezanih problema koji se mogu razvrstavati u tri glavne kategorije:

- saturacija
- pokretljivost
- vanjski utjecaji

2.1. Saturacija

Prometna zagušenost se pojavljuje u gradovima već stoljećima. To nije pojava koju je uzrokovao automobil. Zagušenje pješacima na pješačkim prijelazima učestalo se pojavljuje na područjima gradskih središta velikih gradova. U gradovima u kojima dominira biciklistički prijevoz postoje zagušenja biciklima. Najuobičeniji primjer je zagušenje vozilima javnoga gradskoga prijevoza u vrijeme „špica“ što se ne pojavljuje samo u velikim gradovima, nego isto tako i u malim.

Prometna zagušenja nisu ništa novo. Još u starom Rimu, čim se povećao broj stanovnika, izazvalo je to potrebu za prijevozom na kotačima što je rezultiralo zagušenjem, te je jedna od prvih odluka Gaja Julija Cezara (100.- 44. pr. Kr.) bila zabrana prometa na kotačima iz središta Rima. Prema djelu „Tabulas Herakliensis“: Što se tiče onih ulica grada Rima koje su ili koje će biti unutar gušće naseljenih područja, nitko nakon prvog siječnja, danju nakon svitanja ili prije dvadeset dva sata ne smije voziti ili voditi kola osim ako je to neophodno za izgradnju stanova ili za javne radove ili za građevine koje su po državnoj naredbi bile planirane za rušenje. Kola, kao i kola za iznošenje smeća, mogu ući u grad noću ili na milju daleko od grada nakon svitanja a najkasnije do deset sati danju, i ništa izvan ovoga zakona ne može doći u obzir.“

Klaudije je proširio Cezarovu zabranu na gradove sa samoupravom, a Marko Aurelije ju je primijenio na sve gradove u Rimskom Carstvu, bez obzira na njihov gradski status. Cezarova inovacija bila je preteča zone zabrane za promet automobila.

Posljedica zagušenja su povećani troškovi putnicima, gubitak vremena, povećana mogućnost prometnih nesreća kao i psihički stres. Zagušenje ima nekoliko općih uzroka:

- 1) hiperurbanizacija – koncentracija ljudi i ekonomskih aktivnosti u gradskim područjima. Glavni razlog proizvodnih aktivnosti je njihovo lociranje u gradovima, kao i želja većine ljudi da žive u gradovima kako bi se udaljenosti putovanja smanjile, a s druge strane putovanje postaje sporije;

- 2) specijalizacija aktivnosti unutar gradova – ljudi putuju između mjesta različitih djelatnosti koje su disperzirane oko grada i u gradu. Radna mjesta, mjesta stanovanja i za rekreaciju koncentrirana su na različitim područjima, te zbog toga ljudi moraju putovati između njih. Odvajanje radnih mjesta i mjesta za stanovanje uzrokovalo je putovanje do posla, naročito s pojavom industrijalizacije. U srednjem vijeku, uobičajeni model europskih gradova bila je zgrada s trgovinom i radnim prostorom na prvom katu, kuhinjom i dnevnom

sobom na drugom katu, te spavaćom sobom na gornjim katovima. Ići na posao, značilo je sići kat niže;

3) usklađivanje ponude i potražnje – ponuda za prijevoznim sredstvima je uglavnom stalna, no potražnja varira tijekom dana, te je jedan od razloga nastajanja prometnih „špica“. Problem proizlazi iz putovanja na posao i s posla jer većina ljudi započinje i završava radni dan u isto vrijeme;

4) ponuda često potiče potražnju – povećanje prometnih kapaciteta, na primjer izgradnja nove autoceste koja izgleda prostrana kada se pust u promet, potiče ljude na putovanja, naročito ako se povećava životni standard. S vremenom, zbog zagušenja, ta prednost nestaje. Prema tome povećanje prometne infrastrukture nije uvijek dovoljno za sprečavanje zagušenja. Ono također nije ekonomično jer trošak gradnje infrastrukture nije mali te je ekonomičnije uz upozorenje javnosti dopustiti prometne gužve. Ljudi se žale na prometne gužve, ali ih toleriraju, radije nego da se odsele negdje drugdje.

Oblik prijevoza s velikim kapacitetom je usluga koju pruža javni prijevoz. To vrijedi za centralizirane gradove, kao što su New York, Chicago, Philadelphia i Boston, gdje je koncentracija ljudskih aktivnosti tako intenzivna da promet privatnim vozilima izaziva neprestano zagušenje, koje nikakvo proširenje sustava ulica ne bi moglo eliminirati. Nemoguće bi bilo prevoziti stotine tisuća zaposlenih do poslovnih četvrti tijekom prometnih „špica“, samo automobilima. Osim što su ti gradovi doživjeli disperziju po pregrađanima, oni su potakli razvoj centralnoga poslovnog dijela, što pokazuje da će centar ostati jaka žarišna točka.

Gradovi koji su razvijeni u 19. stoljeću, kada je putovanje javnim gradskim prometom bilo dominantno, imali su dobre sustave i usluge javnog prijevoza, te su se zbog toga razvili u velike gradove sa središnjim poslovnim kvartovima koji su bili dominantni. U gradovima koji se nisu razvili u velike sve do 20. stoljeća, automobil je počeo zamjenjivati javni prijevoz i postaje najpopularnije prijevozno sredstvo. Oni se šire uokolo, s dobrim sustavom autocesta, i nemaju dominantnu poslovnu četvrt. Njihov izgled ne favorizira uporabu javnog prijevoza, a udaljenost između zgrada ne potiču pješaćenje. Bez obzira na slabu gustoću naseljenosti, imaju problem zagušenja. Očigledno je da kada neki grad dosegne određenu veličinu, bez obzira na gustoću, prijevozni sustav, koji se temelji na automobilima, ne funkcionira. Glavni pristup u ublažavanju prometnih zagušenja uključuje programe povećanja zajedničkoga korištenja automobila i reduciranje putovanja u vrijeme „špice“.

2.2. Pokretljivost

U državama u kojima se prijevozni sustav zasniva na vožnji automobilima nije ugrožen drugi aspekt prijevoza, pokretljivost, on je uglavnom zadovoljavajući. Mnoge obitelji imaju samo jedan automobil što smanjuje mobilnost pojedinim članovima. No, svi stanovnici ne žive u velikim gradovima, nego u manjim, te u seoskim sredinama. S pomoću šire definicije (u tu skupinu su uključene i osobe koje nemaju na raspolaganju automobil u bilo koje vrijeme kada žele putovati) procjenjuje se, s obzirom na prijevoz, da je zakinto oko dvije trećine stanovništva.

Prijedlog za rješenje tog problema u nekim državama SAD-a je nabavka osobnog vozila svakome, što je jeftinije za državu, nego održavanje masovnoga javnog prijevoza koji zahtijeva subvencije. Međutim, neki stanovnici nisu bez automobila zbog ekonomskih razloga, to mogu biti oni koji su fizički i psihički nesposobni voziti, ili su prestari ili premladi. Neki ljudi ne vole voziti, čak i ako mogu. Stoga će neki oblik javnog prijevoza uvijek biti potreban, bez obzira na to radi li se o tramvaju, autobusu ili podzemnoj željeznici, ili, u budućnosti, o nekome od oblika kvazijavnog prijevoza.

Kako ponuditi prijevozne usluge hendikepiranim osobama politički je problem već niz godina. Jedno od rješenja je ponuditi prijevoz od kuće do kuće (door-to-door) taksijima i kombijima. Drugo rješenje je da se osposobe sva vozila javnog prijevoza za pristup osobama s tjelesnim oštećenjima i s invalidskim kolicima, tzv. mainstreaming. Kako se radi o osobama koje je potrebno uključiti u redovito školovanje, zaposlenja, kulturna zbivanja, to se nameće potreba da sva prijevozna sredstva javnoga gradskog prijevoza budu pristupačna za osobe u invalidskim kolicima. Prijevozna poduzeća moraju ponuditi uslugu koja se obavlja na poziv (demand-responsive) za one koji nisu u mogućnosti koristiti klasična vozila javnog prijevoza.

Prometne gužve nisu samo problem velikih gradova. U manjim gradovima bilo bi fizički izvedivo, a i ekonomski opravdano, riješiti sva putovanja automobilima, uključujući vozila za iznajmljivanje i taksi vozila. Bilo bi manjih zagušenja u „špicama“, koja su podnosiva po objektivnim standardima. Niti jeda grad nema idealan cestovni sustav, no stalno se obavljaju poboljšanja i modernizacije. Primarna uloga prijevoza jest ponuditi mobilnost za one koji su u nepovoljnom položaju glede prijevoza. Tu se radi o jednakosti, a ne toliko o učinkovitosti. Putovanje je bitno ta ljude, za poboljšanje kvalitete življenja, tako da svi imaju pravo ne neki oblik prijevozne usluge, bez obzira na okolnosti.

2.3. Vanjski utjecaji

Treći aspekt problema sustava javnog prijevoza su vanjski utjecaji koji se očituje u:

1) prometnim nesrećama – godišnja stopa smrtnosti na prometnicama svake godine bilježi porast što izaziva zabrinutost. Prema istraživanjima u SAD-a, svaki vozač motornog vozila uključen je u neku prometnu nesreću svakih 5 godina. Javni prijevoz je svakako sigurniji oblik prijevoza za mobilnost ljudi u gradovima;

2) potrošnji energije – to je djelomično i strateški problem jer se više od polovice svjetskih rezervi nafte nalaze na Srednjem istoku, opterećenom ratnim sukobima. Javni gradski prijevoz ima mogućnost smanjene potrošnje nafte. Europski gradovi koji su više orijentirani na javni gradski prijevoz koriste mnogo manje energije po glavi stanovnika, nego u nekim gradovima u SAD-u. U Sjedinjenim Državama je diskutabilno hoće li javni gradski prijevoz imati znatan utjecaj na potrošnju energije. Sadašnji je pristup da se proizvedu automobili koji će učinkovitije koristiti gorivo. Nesigurnost u vezi s budućom energetsom situacijom ide u korist širenja javnoga gradskog prijevoza.

3. PLANIRANJE JAVNOGA GRADSKOGA PRIJEVOZA

Planiranje javnoga prijevoza, s naglaskom na planiranje u urbanim sredinama, uključuje osnovni postupak i metodologiju planiranja, projekt mreže pravaca i odabir specifičnih lokacija za pravce i stajališta, te izradbu i odabir prometnih planova. Uključenje više varijabli zahtijeva od planera da donese više odluka.

3.1. Proces planiranja

Sustav javnoga prijevoza jedna je od mnogih usluga koja se nudi stanovnicima. Planiranje javnog prijevoza mora biti integrirano u opsežno planiranje budućnosti grada. Potrebno ga je obaviti u odnosu na pravce javnog prijevoza i zemljišne namjene te u kontekstu višemodalnog planiranja s obzirom na to da vozila javnoga prijevoza često koriste iste prometnice s privatnim vozilima.

Prometno planiranje ima nekoliko razina i vremenskih okvira:

1) dugoročno planiranje obično ima raspon od 20 godina i uključuje velike projekte s dugoročnim vremenskim periodom od ideje do početka djelovanja;

2) kratkoročno planiranje usredotočuje se na sljedećih 3-5 godina i sadržava skromnije promjene koje se mogu realizirati dosta brzo.

Proces planiranja sadrži četiri faze:

1. planiranje sustava – to je dugoročno planiranje za cijelo gradsko područje. Uključuje ispitivanje alternativnih sustava i opću razinu, procjenjujući njihovu potencijalnu učinkovitost glede troškova prioritetnih koridora za sljedeću modernizaciju;
2. analiza alternativa – ovo istraživanje je usporedba nekoliko alternativa za koridor prioriteta, uključujući osnovu ili nultu alternativu. Ta faza rezultira odabirom preferirane alternative koja sadrži nacrt izjave o ekološkim utjecajima;
3. preliminarni inženjering – ova faza određuje tehničku izvedivost, uspostavlja specifične pravce, nagibe i lokacije stajališta i daje detaljnu procjenu troškova;
4. krajnji projekt – u ovoj fazi planeri prometa pripremaju konačne planove i specifikacije koje će koristiti općenito javnom prometu.

Cijeli taj proces traje nekoliko godina.

Pregled važnih faza planiranja:

1. postavljanje cilja
2. formuliranje alternative
3. ocjena djelovanja alternative
4. procjena alternative

1. Postavljanje cilja podrazumijeva donošenje odluke politike na najvišoj razini. Dok planeri donose prijedloge, s njima se mora složiti relevantna uprava. Potrebno je odgovoriti na neka važna pitanja.

Prvo, je li namjera sustava javnog prijevoza „izvući“ vozače iz njihovih automobila, ili pomoći ljudima koji nemaju pristup automobilu? Odgovor će ovisiti o lokalnim uvjetima. U dijelovima velikih gradova, gdje je zagušenje na prometnicama nepodnošljivo, uklanjanje automobila s prometnice može biti dominantan cilj.

Drugo, mora li usluga javnog prijevoza biti raširena po središnjem dijelu grada ili po predgrađima? Dva cilja zahtijevaju različite vrste usluge. Te usluge ne moraju biti međusobno isključive jer u većini velikih gradova prometuje se na oba područja. Na primjer, autobusni i tramvajski sustav u Zagrebu daje mogućnost da se putuje bilo gdje u gradu i po predgrađu pomoću javnog prijevoza.

Treće, tko će platiti uslugu javnog prijevoza te kako? Većina sustava javnog prijevoza prometuje s deficitom. Obično gradski porezni obveznici plaćaju dio troškova. Tvorci politike moraju odlučiti o količini prijevoznih usluga i o tome kolika je porezna potpora prihvatljiva.

2. Formuliranje alternative drugi je korak u procesu planiranja, često smatran umjetnošću. On je uvelike intuitivno izvođenje projektiranja te je zbog važnosti obrađen u sljedećim poglavljima.

3. Ocjena djelovanja alternative najrazvijeniji je dio procesa planiranja i dio je metodologije planiranja.

4. Procjena alternative uključuje standardne metodologije, kao što je analiza troškova/koristi, ili analiza troškova/učinkovitosti. Često su opterećene greškama. To su sustavni postupci koji postižu znatnu racionalnost u donošenju odluka. Procjena se mora zasnivati na ciljevima postavljenim u prvom koraku jer se ostvarenje nekih ciljeva ne može kvantificirati.

3.2. Metodologija planiranja

Do velikih pomaka u metodologiji prometnog planiranja dolazi 1960-ih godina s razvojem elektroničkih računala u području Chicaga. Kodirana je mreža javnog prijevoza za računalo, izrađeni su modeli programa za predviđanje protoka putnika te za procjenu rezultata pomoću analize koristi/troška (benefit/cost analysis). Glavni cilj tih računalnih programa je u tome da procijene uporabu, a proces se nazvao predviđanje potražnje za putovanjima.

3.2.1. Prometne mreže

Mreža je vrsta grafičkog prikaza, to je geometrijski crtež sastavljen od točaka i linija. Grana matematike, koja se njime bavi, naziva se teorija grafičkog prikaza ili topologija. U praktičnim primjenama, točke i linije uvijek su međusobno povezane. Svaka linija ima točku na svakom kraju, a nekoliko linija može se sresti u jednoj točki. Prometni planeri obično nazivaju tu točku čvor, a liniju veza.

Mreža je definirana kao grafički prikaz u kojemu postoji neka vrsta protoka. Na mreži javnog prijevoza veze predstavljaju segmente pravca javnog prijevoza. Za željezničku liniju, veza je dionica tračnice, a za autobusni pravac, to su ulice kojima prometuju autobusi.

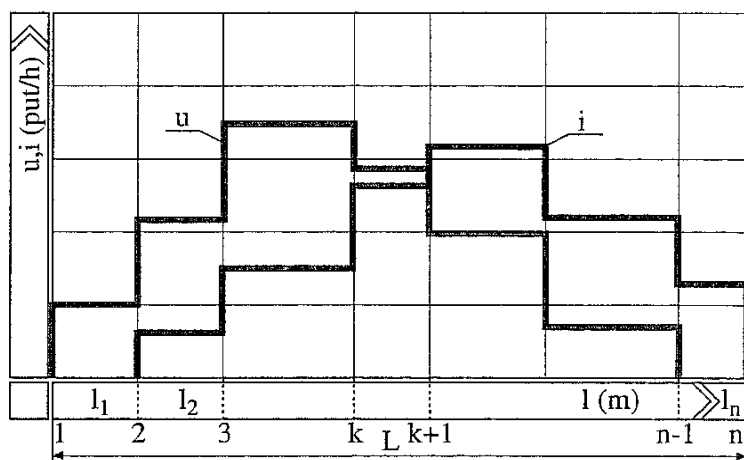
Svaka veza javnog prijevoza ima dvije dimenzije:

- protok (broj putnika koji koriste vezu)
- otpor (trošak koji izazove svaki putnik protoka u vezi)

Protok je rezultat procesa procjene, u planiranju javnog prijevoza to je broj putnika koji se proveze kroz neku točku linije u promatranom vremenu.

Putnici putuju na različita mjesta duž linije i oni koji izlaze oslobađaju mjesta onima koji ulaze, tako da se duž linije izmjenjuju putnici i stvara se promjenjiv protok putnika u vozilima koji proizlazi iz kapaciteta prijevoznog sredstva i intervala prometovanja.

Dijagram 1. Ulasci i izlasci putnika duž linije



Izvor: Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa, Zagreb, 2008.

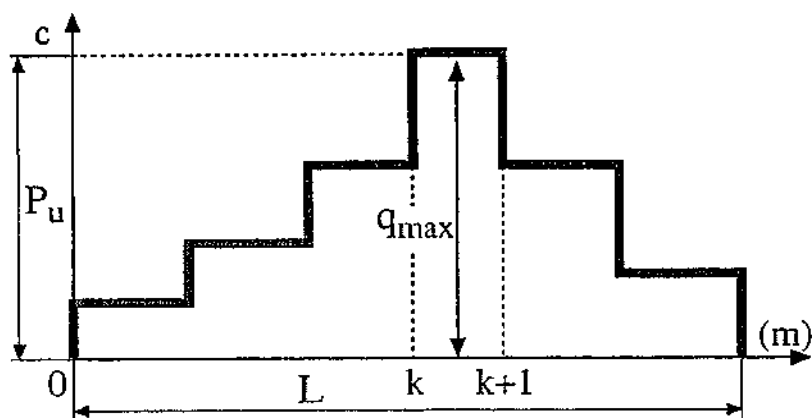
Polazeći od definicije da protok putnika predstavlja broj putnika koji se u jedinici vremena preveze na pojedinim dijelovima linije i polazeći od pretpostavke da putnici ulaze od prvog stajališta („1“) do predzadnjeg (n-1), a izlaze od drugog („2“) do posljednjeg („n“) stajališta, to se protok putnika na nekom stajalištu („S“) može izraziti kao:

$$q_s = \sum_1^s u - \sum_2^s i$$

q_s – protok putnika na stajalištu

Na dijelu linije gdje se pojavljuje najveći protok putnika q_{max} , a to su obično karakteristična stajališta (trgovi, bolnice, kolodvori, trgovački centri itd.) („k“) i

Dijagram 2. Protok putnika na liniji



Izvor: Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa, Zagreb, 2008

(„k+1“), maksimalni protok ($q_{\max}$) može se odrediti kao razlika sume ulazaka i izlazaka od početnog stajališta („1“) do karakterističnog stajališta („k“):

$$q_{\max} = \sum_1^k u - \sum_2^k i$$

Također, maksimalni protok putnika ($q_{\max}$) tijekom promatranog vremena može se izračunati kao razlika ukupnog broja putnika koji su izašli od stajališta u kojemu se završava maksimalni protok („k+1“) do kraja linije i ukupnog broja ulazaka na istom dijelu linije:

$$q_{\max} = \sum_{k+1}^n i - \sum_{k+1}^{n-1} u$$

Tada slijedi:

$$\sum_1^k u - \sum_2^k i = \sum_{k+1}^n i - \sum_{k+1}^{n-1} u$$

$$\sum_1^k u - \sum_{k+1}^{n-1} i = \sum_2^k i - \sum_{k+1}^n u$$

$$\sum_1^{n-1} u = \sum_2^n i$$

Značajka protoka putnika na liniji je neravnomjernost protoka (n_q). Kako bi se odredilo stvarno opterećenje linije i minimizirali poremećaji u prijevozu putnika neravnomjernost protoka može se izračunati kao odnos maksimalnog protoka i prosječnog protoka putnika. Zbog toga se uvodi faktor neravnomjernosti protoka u vršnom satu v_n :

$$v_n = \frac{4q_{\max}^{15}}{q_{\max}}$$

v_n – faktor neravnomjernosti protoka putnika u vršnom satu

$q_{\max}^{15}$ – petnaestominutni maksimalni protok putnika u vršnom satu

$q_{\max}$ – maksimalni protok putnika u vršnom satu

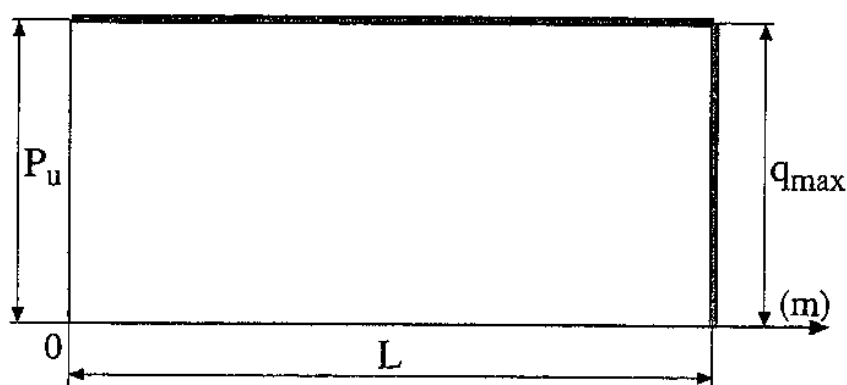
Ukupan broj prevezenih putnika (P_u) podrazumijeva broj putnika koji se u nekom promatranom vremenu prevezu na liniji. To je podatak vezan za jedinicu vremena i liniju, tj. smjer iz kojega se ne vidi koliko i na kojim dijelovima linije se prevezlo putnika. Najčešće se dobije statističkim putem na osnovi broja prodanih karata i procjene broja putnika sa pretplatnim kartama. Do stvarne vrijednosti može se doći i brojenjem putnika ili snimanjema

na stajalištima što predstavlja veoma kompleksan posao. Stvarno opterećenje linije izražava se protokom putnika i služi kao važan pokazatelj pri planiranju javnoga gradskog prijevoza.

Međutim, postoje tri slučaja kada je $q_{\max} = P_u$. Vjerojatnost tih događaja je veoma mala, ali nije isključena.

1) U jednom krajnje pojednostavljenom slučaju, gdje svi putnici putuju od početnog do krajnjeg stajališta (izravna linija) ili ako ne bi nitko ulazio i izlazio na međustajalištima duž linije, maksimalni protok putnika bio bi nepromijenjen i jednak ukupnom broju putnika.

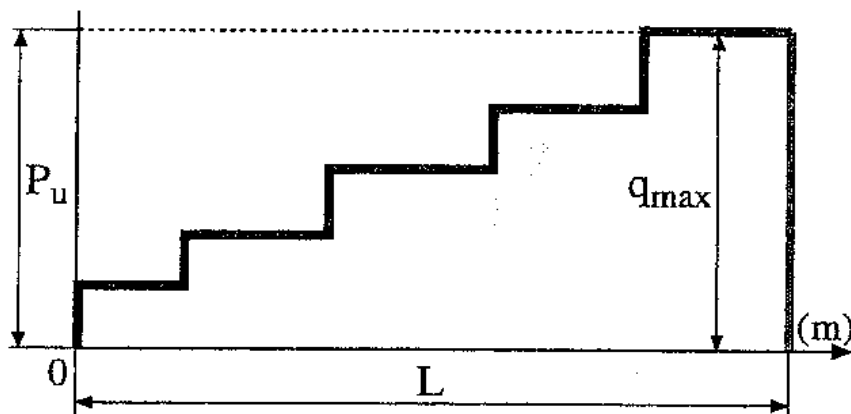
Dijagram 3. $P_u = q_{\max}$



Izvor: Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa, Zagreb, 2008

2) U slučaju kada bi duž linije putnici samo ulazili, bez izlazaka, tada bi ukupni broj prevezenih putnika bio jednak maksimalnom protoku.

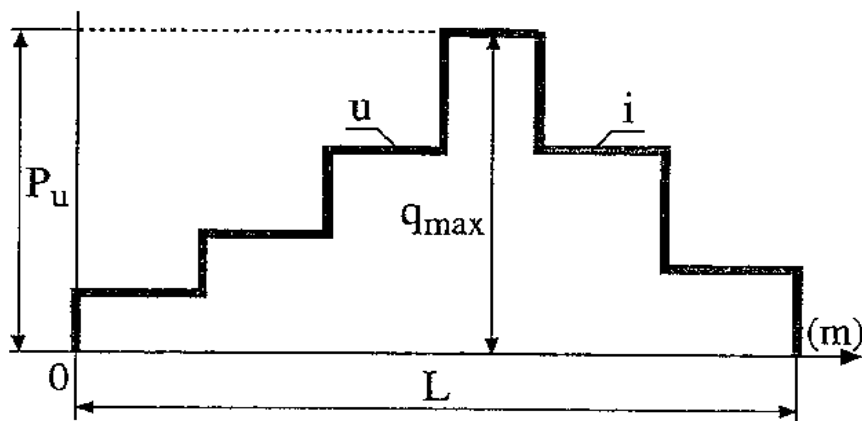
Dijagram 4. $P_u = q_{\max}$



Izvor: Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa, Zagreb, 2008

3) U ovom slučaju postoji pretpostavka da na dijelu linije od početka do točke S postoje samo ulasci putnika, a od točke S do kraja linije samo izlasci putnika, tada ukupni broj prevezenih putnika bio jednak maksimalnom protoku.

Dijagram 5. $P_u = q_{\max}$



Izvor: Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa, Zagreb, 2008

Inače, u pravilu, ukupan broj putnika se razlikuje od protoka putnika.

Otpor uključuje vrijeme i trošak da se prijeđe veza i mora se procijeniti i naznačiti u opisu mreže. U konvencionalnom kodiranju mreže javnog prijevoza, svaki se pravac predstavlja odvojeno, čak ako dva ili više pravaca koriste iste ulice ili tračnice.

Postoji posebna vrsta čvora poznata kao čvor za ukrcavanje/iskrcavanje; to je mjesto gdje vozilo ulazi u mrežu ili je napušta. Područje koje se istražuje podijeljeno je u mala geografska područja, koja se tradicionalna nazivaju prometne zone. Zone variraju po veličini ovisno o širini istraživanja. Mogu biti male kao gradska četvrt, ili velike kao četvorni kilometar. Svaka zona dobiva jedan čvor za ukrcavanje/iskrcavanje koji se naziva središnji čvor (centrid), te se pretpostavlja da se svi polasci i odlasci događaju u tom čvoru.

Specijalna vrsta veza, nazvana umjetna veza, spaja čvor za ukrcavanje/iskrcavanje s čvorom koji predstavlja stajalište javnoga prijevoza. Ona dobiva otpor koji se sastoji:

1. od prosječnog vremena pješaćenja do stajališta za javni prijevoz (u centru do pet, a na periferiji do deset minuta)
2. od prosječnog vremena čekanja na dolazak prijevoznog sredstva (pet do sedam minuta radnim danima, a 15 minuta u vrijeme vikenda)
3. od vozarine (cijena karte plus cijena vremena čekanja)

Umjetne veze također se koriste za transfere između dvaju pravaca. Takva veza dobiva otpor koji predstavlja vrijeme čekanja na drugi pravac. Ako putnik mora pješaćiti između pravac (što je čest slučaj na stajalištima podzemne željeznice) dodaje se i to vrijeme ukupnom vremenu putovanja i ono se koristi pri izračunavanju vozarine.

3.2.2. Prognoziranje količine putovanja

Proces se sastoji od predviđanja što će se dogoditi u budućnosti pod hipotetskim okolnostima ako se donesu odluke o poboljšanju postojeće linije javnoga gradskog prijevoza, proširenju mreže ili prilikom izgradnje nove mreže.

Proces se zasniva na podijeli područja kojim se istražuje u prometne zone. Prije predviđanja putovanja procjenjuju se zemljišne namjene, rast populacije (ili pad), ekonomski razvoj u svakoj zoni, društvene aktivnosti, trend potreba, navike i stavovi populacije, mobilnost i dr. Proces predviđanja količine budućih potraživanja sastoji se od četiri glavne faze:

1. Stvaranje vožnji – nastaje kao posljedica vožnje koju obavlja jedna osoba s unaprijed utvrđenim izvorom i ciljem putovanja. Ključne varijable za procjenu početnih stambenih putovanja su dohodak, posjedovanje automobila te veličina kućanstva. Završne vožnje obično se zasnivaju na području zaposlenja i lokacije radnog prostora. Ta faza u procesu prognoziranja važna je jer određuje ukupan broj vožnji u određenom području, a isto tako definira gdje vožnje počinju, a gdje završavaju.

2. Raspodjela vožnji – služi za procjenu kamo su vožnje usmjerene. Proračunava se broj vožnji koje započinju u svakoj zoni i završavaju u nekoj drugoj zoni. Rezultat je tablica vožnji od zone do zone, poznata kao izmjenjivanje u zoni.

Za izračun te faze koriste se dvije kategorije matematičkih modela:

- modeli čimbenika rasta započinju s tablicom izmjenjivanja u zoni za osnovnu godinu i dijele je na čimbenike kako bi odgovarali ukupnoj vrijednosti predviđanja;
- sintetički modeli ne zahtijevaju korištenje tablice, oni procjenjuju izmjenjivanje na osnovi vremena putovanja i troška.

Gravitacijski model popularniji je od sintetičkog modela, no neki planeri više koriste model mogućnosti (opportunity model).

3. Sektorizacija – podjela po prijevoznom sredstvu. Način vožnji dijeli se na dvije modalne skupine:

- vožnja u automobilu
- vožnja javnim prijevozom.

4. Raspodjela putovanja po mreži – procjenjuju se pravci kojima će se vožnje obavljati. Svaka izmjena u zoni šalje se preko mreže koja je kodirana i pohranjena u računalu. Vožnja automobilom ide preko mreže koja sadrži glavne ili sporedne prometnice, dok vožnja javnim prijevozom ide preko železničkih linija i autobusnih pravaca. Težnja je postići što manje sučeljavanja tih dvaju vrsta prometovanja. Noviji programi izračunavaju ravnotežu u kojoj nikakva izmjena ne može imati koristi od prelaska na drugi pravac.

Određuju se vožnje za razdoblje od jednog dana u tjednu, isto tako i za kraće vrijeme kao što su prometne „špice“ tijekom promatranog dana. Krajnji rezultat tog procesa je prikaz:

- procijenjenog broja vozila koja koriste svaku vezu mreže prometnice
- broj putnika, koji koriste svaku vezu mreže javnog prijevoza.

Putem računala mogu se dobiti podaci o ukupnom vremenu putovanja, raspodjeli putovanja po stajalištima javnog prijevoza te niz drugih statističkih podataka. Ti podaci su ključni za metodu procjene broja putovanja kao i za procjenu zagađenja zraka ili potrošnju energije.

Planiranje budućnosti uključuje poboljšanja mreže. To znači dodavanje ili ukidanje veze, što opet ponekad znači promjenu otpora određenih veza kao što je povećanje brzine u javnom prijevozu ili manje vrijeme čekanja na dolazak prijevoznog sredstva. Ta poboljšanja odnese se uglavnom na autobusne pravce koji se mogu brzo promijeniti. Stvaranje ideje za izmjenu mreže tj. skiciranje plana je faza koja zahtijeva ljudski um (računala nemaju mašte). Sustavni postupci za dodavanje i ukidanje linije su intuitivni. Na raspolaganju su dvije smjernice:

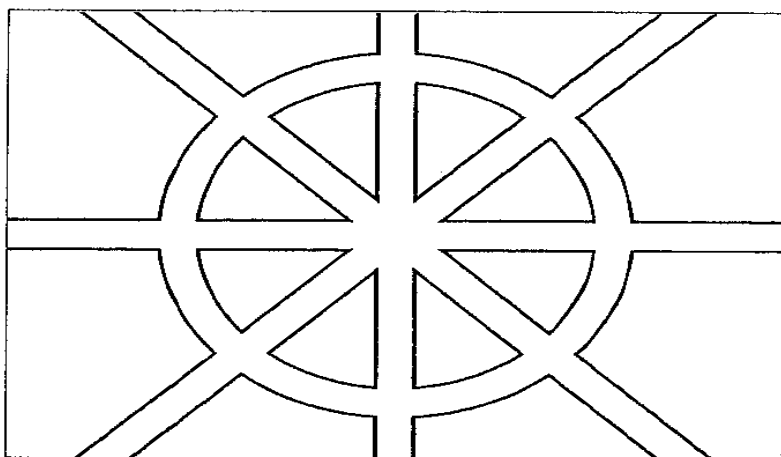
- 1) iskustvo o postojećim mrežama javnog prijevoza koje sugerira neka ograničenja u projektu
- 2) tehnolozi-planeri moraju obaviti istraživanja koja poboljšavaju različite dimenzije sustava javnoga prijevoza.

3.2.3. Konfiguracija mreže

Većina željezničkih pravaca javnog prijevoza su radijalni pravci koji povezuju periferni dio grada sa središtem bilo da se radi o prigradskoj, klasičnoj ili lakoj željeznici. Američka iskustva govore da je u gradu koji ima samo jednu liniju, ta linija radijalna (Miami). Ako postoje dvije linije, one obično imaju presjek u centru (Atlanta), a ako ima više linija, obično se susreću u centru, formirajući plan zvjezdice (Boston).

Obodni željeznički pravci, kod nas se nazivaju kružni, nemaju dovoljan obujam prometa da bi opravdali investicije. Kada se kružni pravci kombiniraju s radijalnim, nastane uzorak „paukove mreže“. Najbolji primjer može se vidjeti u Moskvi gdje je gust promet na kružnom pravcu. London i Pariz imaju uglavnom tangencijalne pravce podzemne željeznice.

Slika 1. Shema radijalno kružnih pravaca



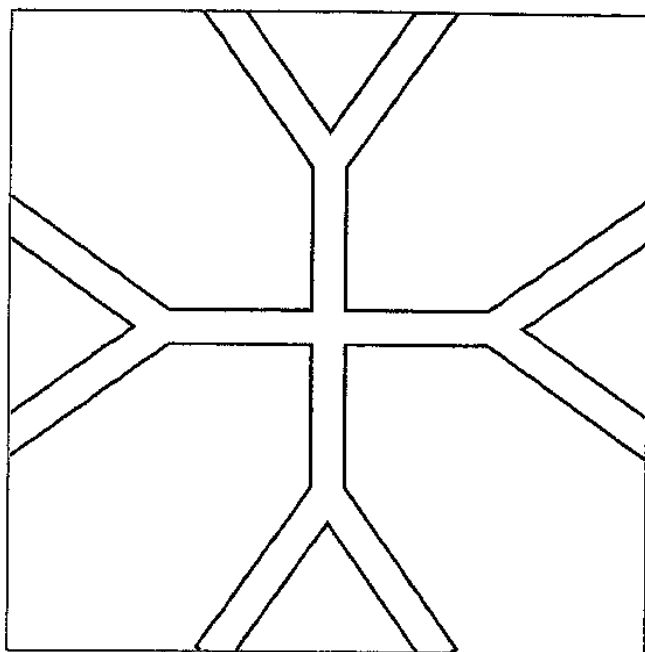
Izvor: Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa, Zagreb, 2008

Na slici 1. prikazana je shema radijalno kružne mreže linija. Koristi se za transfer između radijalnih pravaca.

Mnoge željezničke mreže imaju razgranate pravce, tj. radijalne pravce koji se dijele u dvije ili više linija (slika 2.).

Taj model nudi veću pokrivenost na rubnim područjima, no usluga je manje učestala. Sustav je uobičajen u velikim američkim gradovima kao što su New York, Chicago i Washington. U nekim gradovima glavne linije se dijele na tri (San Francisco) ili čak četiri grane (Boston).

Slika 2. Radijalni pravci s granama



Izvor: Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa, Zagreb, 2008

Slaba točka nekih sustava je raspodjela u središtu grada. U idealnim okolnostima, stajališta su smještena pokraj velikih koncentracija aktivnosti putnika kao što su trgovački centri, škole, bolnice, kolodvori itd. Mnogi putnici (obično zbog tradicionalnih razloga) pješake do odgovarajuće točke transfera ili moraju nakratko koristiti autobus. U St. Peterburgu tri radijalna pravca su postavljena tako da čine trokut u gradskom centru. Putnik na bilo kojoj liniji može lako prijeći na bilo koju od dviju linija.

Autobus

U većini malih gradova, autobusni pravci su radijalni i stapaju se u središtu grada. U velikim gradovima i gradovima srednje veličine, autobusne mreže su veće i složenije te nemaju obilježja jednostavnog uzorka. Većina pravaca slijedi glavne ulice.

Uzorak ulice u obliku pravokutne mreže uobičajen je u američkim gradovima i ima prednost jer pokriva cijeli grad te omogućuje vožnju između vanjskih područja, bez prolaska kroz centar. Glavni nedostatak je u tome što većina putnika do svog cilja ne dolazi izravnom vožnjom, nego mora presjedati s jedne linije na drugu. Sustav radi dobro ako su razmaci kratki, što se može opravdati jedino u velikim gradovima. Vjerojatnost da će putnici morati prelaziti važan je čimbenik u planiranju autobusne mreže. Potreba za prijelazom destimulira uporabu javnog prijevoza, jer se putnici žale na gubitak vremena i smanjenje kvalitete putovanja. Istraživanja ponašanja rezultirala su saznanjima da vrijeme provedeno izvan vozila (uključujući vrijeme čekanja) psihološki ima veću težinu, nego vrijeme provedeno u vozilu. U gradovima sa željezničkim javnim prijevozom, mnogi autobusni pravci završavaju na željezničkim postajama, što prisiljava mnoge putnike na prijelaz, no oni imaju koristi zbog veće brzine na željezničkoj dionici svog putovanja. Stvarne autobusne mreže razlikuju se od bilo kojeg idealnog uzorka jer su ulice nepravilne, postoje topografska ograničenja, ili zapreke kao što su autoceste i željezničke tračnice. Pravci su prilagođeni potražnji, tako da su u područjima s malom gustoćom, gdje većina kućanstava ima automobil, pravci razmaknuti, dok su u područjima s velikom gustoćom, gdje ima više korisnika javnog prijevoza, pravci manje razmaknuti. Socioekonomske značajke putnika imaju važnu ulogu. Sredine s niskim prihodima mogu biti opslužene brojnim pravcima, dok bogata područja imaju smanjenu uslugu javnog prijevoza.

Pri planiranju autobusne mreže potrebno je usredotočiti se na tranzitne centre ili točke transfera. Područje se podijeli na manja lokalna područja s vlastitim tranzitnim centrima. Obično je to trgovački centar, kolodvor ili neko drugo atraktivno područje. U tom se slučaju nude tri vrste usluga:

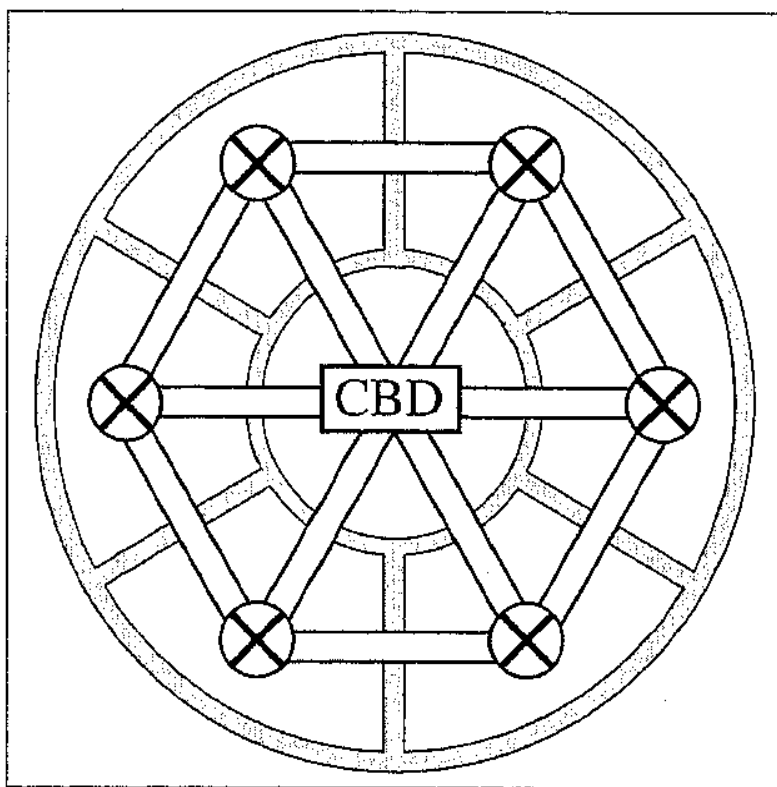
1. lokalni autobusi koji kruže unutar lokalnog područja i prevoze putnike od i do tranzitnog centra. Autobusi ne ulaze u susjedno područje. Prometuju na stalnim pravcima prema stalnom voznom redu, ili ako je potražnja mala, može se organizirati usluga na poziv;

2. brzi autobusi, s ograničenim brojem stajališta, voze između svakoga tranzitnog centra i CBD-a. U idealnim uvjetima mogu imati prvenstvo pred drugim prometom kao na HOV trakovima te mogu voziti velikim brzinama;

3. brzi autobusi koji prometuju po obodnom pravcu između tranzitnih centara, pogotovo ako postoji obilaznica oko gradskog područja.

Primjena takvog plana nudi široku pokrivenost gradskog područja, pružajući osobama bez automobila mogućnost dolaska u bilo koji dio grada s presjedanjem. Na slici 60. prikazana je podjela područja na lokalna podpodručja što je označeno isprekidanim crtama. Centralno područje sadrži poslovnu četvrt (CBD) i ima konvencionalnu uslugu javnog prijevoza. Sva ostala područja imaju tranzitni centar za javni prijevoz gdje završavaju autobusi koji kruže unutar podpodručja. Brzi autobusi prometuju između svakoga tranzitnog centra i CBD-a. Postoji i periferna obodna linija koja spaja tranzitne centre. U plan tranzitnog centra dobro se uklapa putovanje tipa „park-and-ride“ (parkiraj i koristi javni prijevoz).

Slika 3. Tranzitni sustav javnog prijevoza za autobuse



Izvor: Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa, Zagreb, 2008

3.2.4. Vrste linija

Jedna linija čini podsustav u sustavu mreže linija javnoga gradskog prijevoza. Mogu se klasificirati:

- prema teritoriju na kojemu se prometuje
- prema načinu pružanja trase u odnosu na granice grada.

Prema teritoriju na kojemu prometuju linije se dijele na:

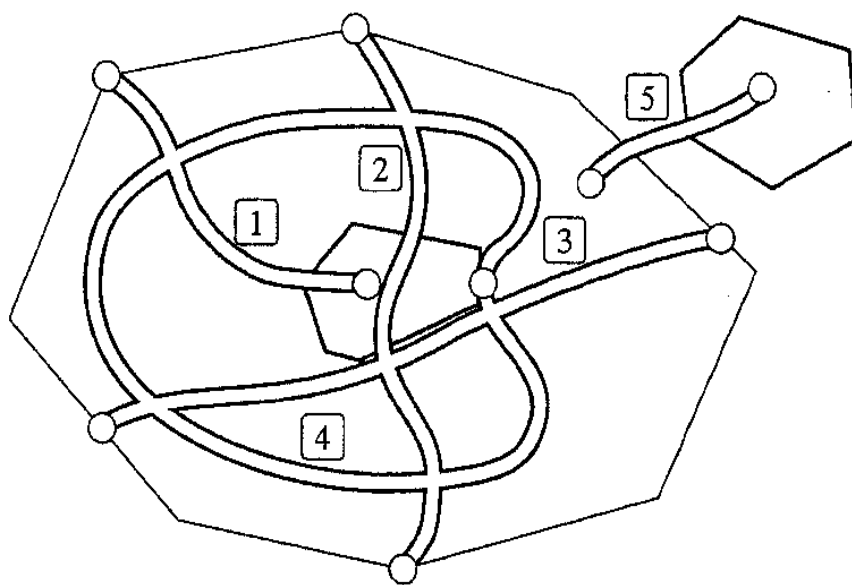
1. gradske linije – čije se trase pružaju na užem gradskom području. Karakteristična je velika izmjena putnika, mala međustajališna udaljenost, male brzine putovanja i velika neravnomjernost protoka putnika;
2. prigradske linije – povezuju područje grada s prigradskim naseljima. Većina putnika svakodnevno putuje na posao ili u školu. Karakteristična je veća međustajališna udaljenost, manja izmjena putnika te veća brzina putovanja i manja neravnomjernost protoka putnika.

Prema načinu pružanja trase u odnosu na granice grada, posebno na središte grada, linije mogu biti:

1. radijalne linije – povezuju središte s periferijom grada. Predstavljaju pravce intenzivnog prometovanja;
2. dijametralne linije – povezuju dva periferna dijela grada i prolaze kroz središte grada. Nepotrebna presjedanja svode na najmanju mjeru;
3. tangencijalne linije – povezuju dva periferna dijela grada, ali ne prolaze kroz središte grada, samo ga dodiruju (tangiraju). Na dobro postavljenoj trasi tangencijalne linije, mogu se postići velike brzine prometovanja jer ne prometuju kroz zagušeno središte;
4. kružne linije – svojom trasom zatvaraju kružni pravac prometovanja. Karakterističan je problem neravnomjernog opterećenja duž cijele trase;
5. polukružne linije – trasom predstavljaju dio kružne linije;
6. periferne linije – povezuju dvije točke na periferiji grada i predstavljaju pravce slabijeg prometovanja.

Radijalne i dijametralne linije su osnovne i čine kostur mreže linija, dok su kružne, polukružne i tangencijalne rasteretne linije i oslobađaju središte grada od nepotrebnih presjedanja.

Slika 4. Shematski prikaz vrsta linija

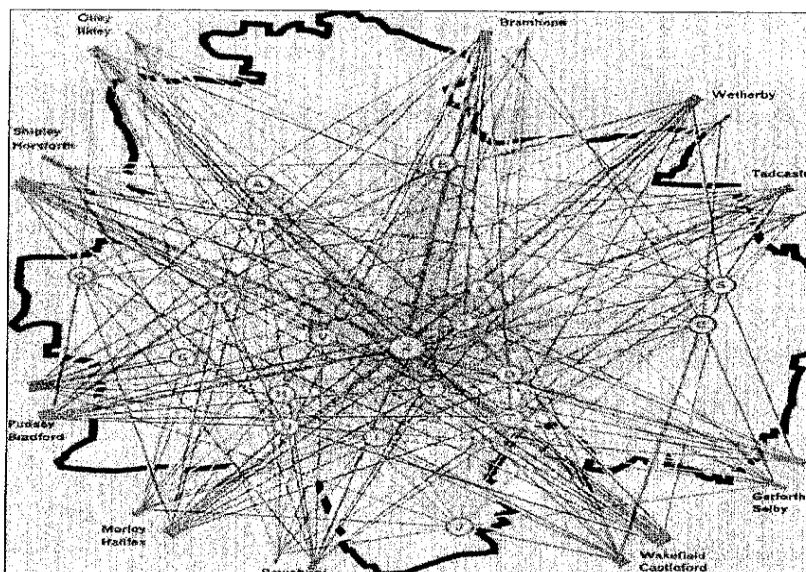


Izvor: Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa, Zagreb, 2008

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

1. trasa linije treba biti usklađena s linijama želja putovanja putnika, što se utvrđuje anketiranjem, intervjuiranjem, snimanjem, brojanjem itd.;
2. pješaćenje do stajališta u središtu grada mora biti do pet minuta, a izvan središta do deset minuta;
3. mreža linija treba biti trasirana tako da većina putnika do cilja dođe izravnom vožnjom ili najviše s jednim presjedanjem;
4. prelaženje na druge linije i prijevozna sredstva mora biti sigurno, lako i ugodno;
5. gdje god je to moguće, treba osigurati što veću nezavisnost linija javnoga gradskog prijevoza u odnosu na druge sudionike u prometu.

Slika 5. Linija želja putovanja putnika



Izvor: Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa, Zagreb, 2008

Potrebno je povremeno provjeravati linije želja putnika jer izgradnjom nekih dijelova grada dolazi do promjena u izvorima i ciljevima putovanja putnika.

Zahtjevi putnika određuju se faktorima kvalitete mreže linije:

1. koeficijent gustoće mreže – K_σ

$$K_\sigma = \frac{\sum L}{P_g} \quad [\text{km/km}^2]$$

$\sum L$ – duljina svih linija [km]

P_g – površina gradskog teritorija [km²]

Taj odnos pokazuje koliko kilometara linija javnoga gradskog prijevoza dolazi na jedan četvorni kilometar površine grada. Prema Lehneru, smatra se normalnom gustoća mreže:

- u središtu grada 3 – 5 [km/km²]
- izvan središta grada 1,5 – 2,5 [km/km²]

2. liniski koeficijent – K_l

$$K_l = \frac{\sum L}{\sum L_n}$$

$\sum L$ – duljina svih linija javnoga gradskog prijevoza [km]

$\sum L_n$ – duljina ulične mreže po kojoj prometuju linije javnoga gradskog prijevoza [km]

Što je veći linijski koeficijent, to je površina grada bolje opslužena i smanjuje se broj presjedanja.

3. koeficijent izravnosti K_i

$$K_i = \frac{P_i}{P_i + P_p}$$

P_i – broj izravnih putnika

P_p – broj putnika koji presjedaju

Prednost mreže u odnosu na izravnu vožnju izražava se koeficijentom izravnosti. Težnja je postići što manje presjedanja da njegova vrijednost bude što bliže jedan;

4. koeficijent zakrivljenosti K_z

$$K_z = \frac{L}{L_p}$$

L – stvarna duljina linije [km]

L_p – pravocrtna udaljenost između dvaju terminusa na liniji [km]

Njegova najmanja vrijednost je jednaka jedan i što je ta vrijednost veća, to je veći transportni rad i prosječna duljina putovanja putnika. U stvarnim uvjetima, linija se trasira prema željama putnika, a ne po najkraćima trasama;

5. koeficijent prilagođenosti K_p

$$K_p = \frac{l_{prp}}{l_{prv}}$$

l_{prp} – prosječna duljina putovanja putnika [km]

l_{prv} – prosječna duljina vožnje putnika [km]

Tim koeficijentom se ocjenjuje koliko je prilagođena mreža linija stvarnim potrebama/željama putovanja putnika. Što je njegova vrijednost bliže jedan, to je linija bolje prilagođena stvarnim kretanjima putnika.

3.3. Planiranje jednog prometnog pravca

Željeznica

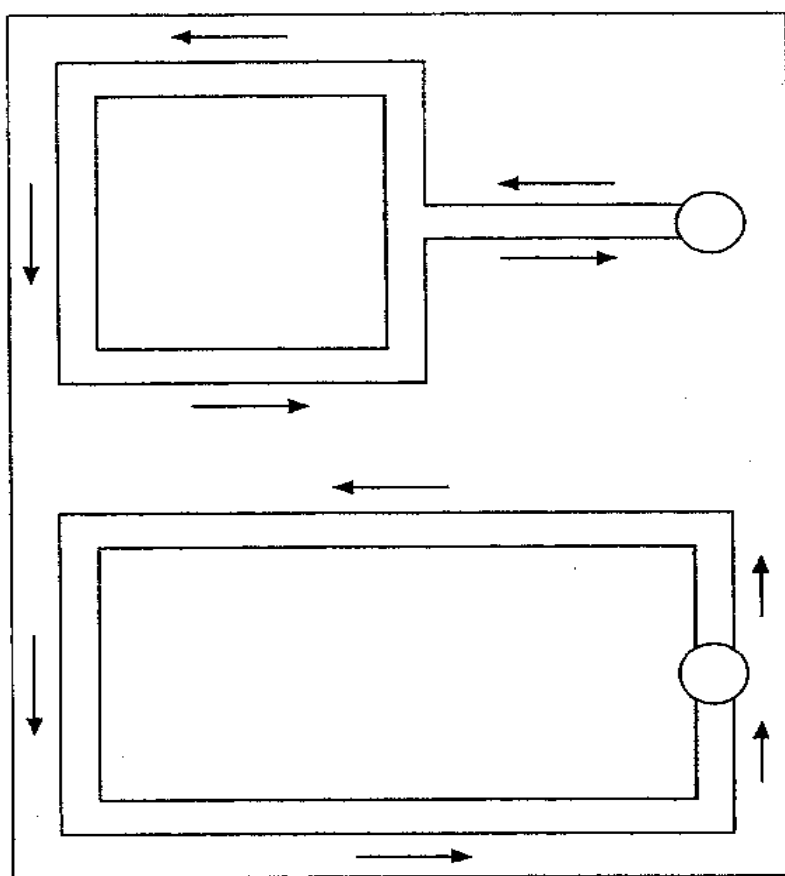
Pri određivanju lokacije željezničkih linija često se preferira prvenstvo prolaza. Pravci moraju biti što je moguće ravniji, s obzirom na to da skretanja i krivine uzrokuju kašnjenja za većinu putnika. Ponekad se pojavljuju kompromisna rješenja, kojima je jedan zaobilazni pravac obično izgrađen umjesto dvaju pravaca. Kad god je moguće, potrebno je izbjegavati prijelaz za putnike. Vanjske dionice pravca često se premalo koriste, što rezultira neekonomičnim posljedicama. Bolje je planirati niz sabirnih autobusnih pravaca koji dovoze putnike iz područja s manjom gustoćom do željezničkog terminala. Stajališta moraju biti smještena pokraj gustih koncentracija aktivnosti tako da mnogi potencijalni centri, sveučilišta, bolnice, stadioni te zračne luke i kolodvori. Pravci javnog prijevoza moraju prometovati kroz guste centre aktivnosti i spajati ih. Kako su mreže željezničkih linija rijetke, mnogi putnici do stajališta dolaze pomoću drugih oblika prijevoza, a rjeđe pješaćenjem. To je problem koji je potrebno razmotriti prilikom određivanja itinerara. Ako većina putnika prelazi s autobusa na vlak, stajališta treba postaviti na točkama sjecišta tih pravaca. Ako putnici dolaze do prigradskih stajališta svojim automobilom, takva stajališta moraju imati parkiralište tipa „parkiraj i nastavi putovanje“ („park-and-ride“).

Autobus

Autobusni pravci moraju slijediti glavne ulice što je više moguće, izbjegavati sporedne ulice, radi postizanja veće brzine vožnje i mogućnosti postavljanja stajališta na najvećim izvorima i ciljevima putovanja putnika. U idealnim uvjetima, autobusni pravac mora biti ravan i izravan. Uobičajeno je odrediti pravac prometovanja tako da prolazi pokraj važnih objekata, kao što su bolnice, škole, trgovački centri, stadioni, itd. Potencijalna skretanja zaslužuju pažljivo proučavanje, kako bi se utvrdilo jesu li opravdana. Prijevozne tvrtke često primaju zahtjeve za novim pravcima ili promjenama na postojećim. Prijedlog je prihvatljiv ako je operativno izvediv i ako udovoljava specijalnim smjernicama projekta te ako je koristan sadašnjim i budućim korisnicima.

Kružno usmjeravanje prometa može se koristiti u područjima s malom gustoćom (slika 6.). Umjesto da autobusi prometuju od smjera A do smjera B i od smjera B do smjera A na istoj liniji, svi autobusi prometju u istom smjeru po petlji. To produžuje vrijeme vožnje putnicima koji putuju u smjeru suprotnom od prometovanja autobusa. Ta se opcija najviše primjenjuje za osiguranje minimalne usluge u područjima s malom potražnjom.

Slika 6. Kružno usmjeravanje prometa



Izvor: Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa, Zagreb, 2008

Kompromis predstavlja usmjeravanje prometa u obliku balona. U tom slučaju autobusi prometuju naprijed i natrag, po većem dijelu pravca, no postoji i jedna mala jednosmjerna petlja na vanjskom kraju.

3.4. Udaljenost između prometnih pravaca

Projektiranje mreže javnog prijevoza uključuje određivanje razmaka između pravaca. Kod uzorka u obliku mreže (tipičan uzorak kod autobusnih sustava), razmak je udaljenost između paralelnih pravaca. Kod radijalnog tipa (tipičan je za željezničke sustave i autobusne trakove), predstavlja kutnu udaljenost između radijalnih linija. Optimum daje ravnotežu triju komponenata troška:

- vremena pješaćenja
- vremena čekanja
- vremena usluge

Prema nekim autorima (Vuchic, 1972.), pravci moraju biti smješteni tako da jednak broj putnika sa svake strane koristi svaki pravac. Ako je ukupan broj usluga konstanta, širok razmak između pravaca rezultira:

1. manjim troškom izgradnje, jer se gradi manje pravaca
2. učestalijim uslugama na svakom pravcu i stoga se smanjuje vrijeme čekanja
3. većom udaljenošću do prilaza pravcima što je nepovoljno ako većina putnika pješaci

Vrijede i suprotni rezultati:

1. mali razmak između pravaca povećava troškove izgradnje;
2. rjeđa je prometna usluga na svakome pravcu;
3. kraće su udaljenosti pješaćenja do prilaznih pravaca.

Optimum ovisi o tome koliko je visok trošak izgradnje u odnosu na troškove vremena putnika. Za željezničke sustave, trošak izgradnje pravaca je veoma visok. Najbolje je imati manje pravaca, tj. širok razmak između njih i češću uslugu na svakome pravcu. Problem pješaćenja do stajališta na širokim pravcima bit će riješen ako putnici budu koristili sabirne autobuse, ili se voze osobnim automobilima. Za konvencionalne autobusne sustave, pravci slijede i postavljeni su na postojećim cestama, te je trošak jednak nuli. Najbolje bi bilo imati mnogo pravaca (mali razmak) i rjeđu uslugu na svakom pravcu. Bit će manje pješaćenja, no vrijeme čekanja za putnike će biti dulje.

3.5. Razmak među stajalištima

Udaljenost između stajališta uvelike određuje brzinu prijevoza na liniji, koja utječe na kvalitetu pružanja usluge putnicima. Maksimalna brzina samo je sekundarna. Pri odlučivanju o broju stajališta na liniji, važno je spoznati da svako stajalište izaziva gubitak vremena zbog:

1. kočenja pri približavanju stajalištu
2. ulazaka i izlazaka putnika
3. ponovnog ubrzavanja do optimalne brzine vožnje.

Vozila koja postižu velike brzine, kao što su prigradski vlakovi, koriste se na linijama s velikim razmakom između stajališta. Isto tako, vozila koja sporo ubrzavaju, moraju imati linije s velikim udaljenostima između stajališta. Linije sa učestalim stajalištima moraju koristiti vozila malih brzina, kao što su autobusi ili tramvaji.

Potrebno je odrediti razmak između stajališta koji će smanjiti vrijeme putovanja putnika. Što su stajališta bliža, putnici će manje pješачiti, ali će se prosječna brzina putovanja povećati jer će se smanjiti brzina vožnje prijevoznog sredstva. Neka istraživanja (Feder, 1973.) rezultiraju saznanjima da je optimalna udaljenost između stajališta 800 metara. Tipične autobusne linije imaju planiranih šest do deset stajališta na dva kilometra duljine linije, posebno ako autobusi staju samo na poziv.

Uključivanje novčanih troškova daje različit optimum. Postoji vjerojatnost da tehnolog – planer javnog prijevoza odabere manji broj stajališta na liniji jer će to povećati prosječnu brzinu vožnje, a smanjiti operativne troškove. No, putnici će u tom slučaju više pješачiti do ulaznog stajališta.

Načini i brzina odlaska na stajališta razlikuju se. Veće brzine dolaska, a to je obično pri uporabi automobila, povećavaju optimalni razmak između stajališta. Na većini prigradskih stajališta trebali bi se nalaziti veliki parkirališni prostori, a stajališta bi trebalo postaviti svakih tri kilometra, te bi tada vlakovi prometovali velikim brzinama.

Zanimljiv je kumulativni učinak vremenskih zastoja izazvanih stajalištima. Uz pretpostavku da vlak započinje jutarnju vožnju u predgrađu i prometuje prema središtu tijekom jutarnje „špice“, putnik koji čeka na ulazak ima koristi od toga što je vlak stao, dok putnik koji je u vlaku trpi zastoje. Ako je manje putnika u vlaku, a mnogo onih koji čekaju na ulazak, tada treba postaviti stajališta na manjim udaljenostima. Ako je više putnika u vlaku, a manje na stajalištima, potrebno je postaviti manje stajališta. Kako se vlak približuje središtu

grada, u njemu je sve više putnika te treba manje stajališta. To je suprotno od uobičajene prakse, u kojoj razmaci postaju bliži kako se putnik približuje središtu grada.

Schneider (1961.) taj je problem analizirao na hipotetičkom koridoru s linijom javnog prijevoza. Pretpostavio je da svako putovanje završava u središtu grada, a polazišta su jednako raspoređena po cijelom koridoru. Cilj je smanjenje ukupnog vremena putovanja. Rezultat je bio, nakon ponovljenih postupaka za pronalaženje optimalnog broja stajališta i skupa optimalnih razmaka, da se udaljenosti između stajališta moraju povećati kako se prijevozno sredstvo približava središtu grada.

Vuchic (1966.) također je istražio problem međustajališne udaljenosti i razvio model u kojemu gustoća polazišta putovanja ne mora biti pravila. Otkrio je da optimalna lokacija za sljedeće stajalište ovisi o broju putnika koji su već u vlaku i o broju onih koji žele ući. Kako se povećava broj putnika u vlaku, dolazi do opadanja „skloosti vlaka za stajanjem“, a udaljenosti bi se mogle jednoliko povećavati.

Vuchic je dinamičkim programiranjem izradio računalni program te predstavio rezultate za različite uzorke gustoće. Analizirao je slučaj u kojemu je gustoća polazišta jedinstvena po cijelom koridoru. Otkrio je da se udaljenosti između stajališta moraju aritmetički povećavati u smjeru kumulacije putnika, kao što je tvrdio i Schneider.

4. POVIJEST JAVNOGA GRADSKOG PRIJEVOZA U RIJECI

Javni gradski prijevoz Grada Rijeke ima bogatu i dugu prijevozničku prošlost. Začeci javnog gradskog prijevoza u Rijeci datiraju od 1874. godine kada je na prostoru užeg centra grada bio organiziran prijevoz putnika omnibusima s konjskom vučom.

Organizirani javni prijevoz putnika započeo je 7. studenog 1899. godine kada su krenula prva tramvajska kola od mosta na Rječini uzduž Fiumare prema zadnjoj stanici na Pioppi, na jednotračnoj pruži četiri kilometra dugoj, što je Rijeku svrstalo u red modernih gradova u Europi. Tramvaj prometuje pune 53 godine, te u lipnju 1952. odlazi s riječkih ulica.

Nagli razvoj grada Rijeke i njegove okolice diktirao je brži, moderniji i kvalitetniji prijevoz te je 1951. godine u gradsku prometnu komunikaciju uključen trolejbus. Prva trolejbusna trasa išla je ulicama Janka Polić Kamova, Strossmayerovom, Žrtava fašizma, Fiorello la Guardia, Nikole Tesle i Krešimirovom. Godinu dana kasnije, kada se Rijeka intenzivno razvija i naseljava, trolejbus se produžuje do Kantride. Trolejbusi koji su gotovo osamnaest godina dvjema dijametralnim linijama povezivali istočni i zapadni dio grada predstavljajući tako os gradskog prometnog sustava, 16. kolovoza 1969. godine povučeni su iz prometa i odlaze u povijest.

Prekretnicu u javnom gradskom prijevozu putnika označava 29. lipnja 1931. godine kada su u Rijeci uvedene tri autobusne linije koje su svakih 20 minuta povezivale središte Rijeke sa Škurinjama, Kozalom i Podmurvicama. Do 1955. godine Autotrolej svoje putnike prevozi kamionima, polovnim vozilima Leyland i autobusima na kat "londoncima", onodobnom svojevrsnom atrakcijom. Od 1969. godine u gradsku prometnu komunikaciju uključeni su autobusi tipa MERCEDES, od 1978. vozila marke SANOS, a od 1980. godine autobusi marke MAN čime je započela tipizacija voznog parka i preorijentacija na autobuse velikog kapaciteta s većom pogonskom snagom, prilagođene prometu u Rijeci i prigradu.

4.1. Osnovne informacije o „KD AUTOTROLEJU“

KD Autotrolej d.o.o. Rijeka zajedničko je Društvo Grada Rijeke, kao većinskog vlasnika, i osam susjednih gradova i općina i to: Grad Rijeka 83,44%, Grad Bakar 2,75%, Općina Čavle 3,27%, Općina Jelenje 1,80%, Grad Kastav 1,68 % Općina Klana 1,28%, Općina Viškovo 2,27%, Općina Kostrena 2,67% i Grad Kraljevica 0,84%.

Mreža linija KD Autotrolej proteže se i na područje Općine Matulji i Općine Lovran, te Grada Opatije s kojima su međusobni odnosi regulirani Ugovorom o uređivanju međusobnih prava i obveza u obavljanju gradskog i prigradskog prometa.

Slika 7: Autotrolej



Izvor: www.autotrolej.hr

U Nadzorni odbor, koji je sastavljen od pet članova, Gradsko vijeće Grada Rijeke, kao većinski vlasnik, predlaže tri člana, od kojih je jedan član iz redova radnika u Društvu, a po jednog člana predlaže Općina Klana, zastupajući Općinu Viškovo i Grad Kastav, te jednog člana Općina Kostrena zastupajući gradove Bakar i Kraljevicu, te općina Čavle i Jelenje.

KD Autotrolej d.o.o. Rijeka ima 700 radnika, od toga 370 vozača. KD Autotrolej d.o.o. Rijeka organiziran je na principu funkcijske organizacijske strukture. Zadaci su raspoređeni oko ključnih funkcija i aktivnosti. Broj funkcijskih jedinica jednak je broju poslovnih funkcija – četiri radne jedinice sa četrnaest pripadajućih službi.

Svaki autobus ima na sebi natpis "Autotrolej" i broj linije koju vozi. Novi autobusi to imaju mehanički izvedeno. To znači da vozač samo mora napisati kod i na displayu na autobusu se ispiše broj linije i smjer kojim vozi. Svi autobusi Autotroleja su narančaste boje. Autobusi imaju po 44 sjedeća mjesta i 56 stajaćih, ali točan broj mjesta ovisi o autobusu. U autobusu je zabranjeno pušiti i pričati s vozačem, a u novim autobusima je zabranjeno korištenje mobitela jer ometa elektroniku u autobusu.

Slika 8: Autobus «Autotroleja»



Izvor: www.autotrolej.hr

Putne karte

Danas su u optjecaju pojedinačne, mjesečne i godišnje putne karte. Pojedinačne karte su za jedno poništavanje, ili dva poništavanja. Pojedinačne karte za jedno poništavanje prodaje vozač u autobusu, a koriste se za putovanje na području jedne, dviju, triju, četiriju ili pet tarifnih zona. Putnik s poništenom pojedinačnom kartom ima pravo prijelaza uz vremensko ograničenje, putujući najkraćim putem u smjeru vožnje, i to za jednu zonu 50 minuta, dvije zone 70 minuta, tri zone 90 minuta, četiri zone 110 minuta i pet zona 130 minuta. Pojedinačne karte za dva poništavanja prodaju se na prodajnim mjestima Autotroleja, te u kioskima Duhana, Tiska i još trideset i dva privatna kioska. Pravo korištenja te karte istovjetno je kao i za karte za jedno poništavanje.

Mjesečne pokazne karte sastoje se od iskaznice i vrijednosnog kupona. Broj iskaznice mora odgovarati broju kupona i kategoriji putnika koji koristi prijevoz. Razlikujemo 38 vrsta vrijednosnih kupona za 8 kategorija putnika, i to za:

- zaposlene i nezaposlene građane – radnička iskaznica (R) i kupon oznake R pripadajuće zone 1., 2., 3., 4. ili 5. Za izdavanje iskaznice potrebno je donijeti osobnu iskaznicu i fotografiju dimenzije 3x3,5 cm ne stariju od šest mjeseci.
- studente – studentska iskaznica (St) i kupon oznake ST za 1., 2., 3., 4. ili 5. zonu. Za izdavanje iskaznice potrebno je donijeti ovjerenu “Potvrdu” od strane ovlaštene osobe. Uz tiskanicu potrebna je fotografija dimenzije 3x3,5 cm ne starija od šest mjeseci i ovjeren indeks s upisanim i ovjerenim semestrom tekuće školske godine.
- srednjoškolce – srednjoškolska iskaznica (Sš) i kupon oznake SŠ za 1., 2., 3., 4. ili 5. zonu. Za izdavanje iskaznice potrebno je donijeti ovjerenu “Tiskanicu za izdavanje iskaznice” od strane ovlaštene osobe. Uz tiskanicu potrebna je fotografija dimenzije 3x3,5 cm ne starija od šest mjeseci i ovjerena učenička knjižica.
- srednjoškolce – srednjoškolska iskaznica (Sš) i godišnji kupon oznake GSŠ za 2., 3., 4. ili 5. zonu. Ovaj kupon se izdaje samo za učenike prvih razreda srednjih škola, a na temelju spiska škola ovjerenog od strane Primorsko-goranske županije (Upravnog odjela za obrazovanje, kulturu i sport).
- umirovljenike – mirovinska iskaznica (M) i kupon oznake M za prvu tarifnu zonu, cijelo tarifno područje od prve do pete zone, ili područje od druge do pete, bez prava korištenja prve tarifne zone. Za izdavanje iskaznice potrebno je donijeti zadnji odrezak od mirovine, osobnu iskaznicu i fotografiju dimenzije 3x3,5 cm ne stariju od šest mjeseci.
- osnovnoškolce – osnovnoškolska iskaznica (Oš) i kupon oznake Đ za prvu tarifnu zonu, cijelo tarifno područje od prve do pete zone, ili područje od druge do pete zone, bez prava korištenja prve tarifne zone. Za izdavanje iskaznice potrebno je donijeti ovjerenu učeničku knjižicu i fotografiju dimenzije 3x3,5 cm ne stariju od šest mjeseci.
- socijalnu kategoriju putnika – socijalna iskaznica (N) i kupon oznake N za prvu tarifnu zonu, cijelo tarifno područje od prve do pete zone, ili područje od druge do pete zone, bez prava korištenja prve tarifne zone. Za izdavanje iskaznice potrebno je donijeti evidencijski karton ovjeren za tekući mjesec, od strane Zavoda za zapošljavanje Grada Rijeke i Grada Opatije, osobnu iskaznicu i fotografiju dimenzije 3x3,5 cm ne stariju od šest mjeseci

KD Autotrolej d.o.o. Rijeka obavlja prijevoz na 43 linije, ukupne duljine 636 kilometara, povezujući 11 gradova i općina sa županijskim središtem (Grad Rijeka). Godišnje se preveze oko 40.000.000 putnika i ostvari preko 10.000.000 kilometara. U sastavu voznog parka KD Autotrolej d.o.o. Rijeka danas ima 185 autobusa marke MERCEDES, MAN, TAM i SANOS, od čega 101 standardna, 73 zglobnih autobusa i 11 minibusu. Posebno treba naglasiti uvođenja u promet autobusa s SPP (stlačeni prirodni plin).

4.2. Analiza gradska linija broj 5

Gradska mreža linija proteže se uzduž osnovnih cestovnih prometnica u smjeru Ribarska-Drenova i Drenova-Ribarska. Linije broj 5 polazi iz Ribarske ulice te joj je prva stanica Palazzo Modello gdje se ukrcavaju putnici.

Linija broj 5 jedna je od 17 gradskih linija. Vozi relacijom od Ribarske ulice do Drenove i s Drenove nazad u grad. Njena uloga je značajna kako se zna da u Rijeci uglavnom većinu poslovnih, zdravstvenih, kulturnih, obrazovnih (fakulteti, srednje škole) ustanova smješteno u centru grada. Upravo zato postoje i tzv. “vršni sati” u kojim su autobusi prepuni. Ti vršni sati su u razdobljima od 7:00 do 8:00, od 12:00 do 14:00, i od 16:00 do 17:00 sati.

Tabela 1: Vozni red linije broj 5 – Ribarska-Drenova

	Radni dan	Subota	Nedjelja
Sati	Minute	Minute	Minute
04	30, 39, 48, 57	44, 57	40, 57
05 06	06, 15, 24, 33, 41, 50, 59 08, 17, 26, 35, 42, 53	06,17, 28, 40, 51 02, 13, 24, 35, 47, 58	13, 29, 45 01, 17, 33, 48
07 08	03, 11, 20, 30, 38, 48, 55 04, 14, 24, 34, 44, 54	09, 20, 31, 43, 55 05, 17, 29, 39, 50	04, 20, 36, 51 07, 23, 39, 52
09 10	04, 14, 25, 35, 45, 55 05, 15, 25, 36, 46, 56	01, 12, 24, 35, 46, 57 08, 19, 31, 42, 53	05, 18, 30, 42, 55 08, 21, 33, 45, 58
11 12	06,16, 26, 36, 47, 57 07, 17, 27, 37, 46, 55	04, 15, 26, 38, 49 00, 11, 22, 33, 45, 56	11, 24, 36, 48 01, 14, 27, 39, 51
13 14	04, 13, 22, 31, 40, 48, 57 06, 15, 24, 33, 42, 51, 59	07, 18, 29, 40, 52 03, 16, 29, 42, 54	04, 17, 30, 42, 54 07, 20, 33, 45, 57
15 16	08, 17, 26, 35, 44, 53 02, 10, 19, 28, 37, 46, 55	08, 19, 32, 45, 57 09, 22, 35, 48	10, 23, 36, 52 08, 24, 39, 55
17 18	04, 15, 25, 35, 45, 55 05, 15, 26, 36, 46, 56	00, 12, 25, 38, 51 03, 15, 28, 41, 54	11, 27, 42, 58 14, 30, 45
19 20	06, 16, 26, 37, 47, 57 07, 17, 27, 37, 49	06, 18, 31, 44, 57 09, 21, 33, 45, 57	01, 17, 33, 48 04, 20, 36, 51
21 22	01, 13, 24, 35, 46, 58 10, 22, 33, 43, 54	08, 20, 32, 44, 56 07, 19, 31, 43, 55	07, 23, 39, 57 13, 30, 47
23 24	05, 17, 30	06, 18, 30	05, 22

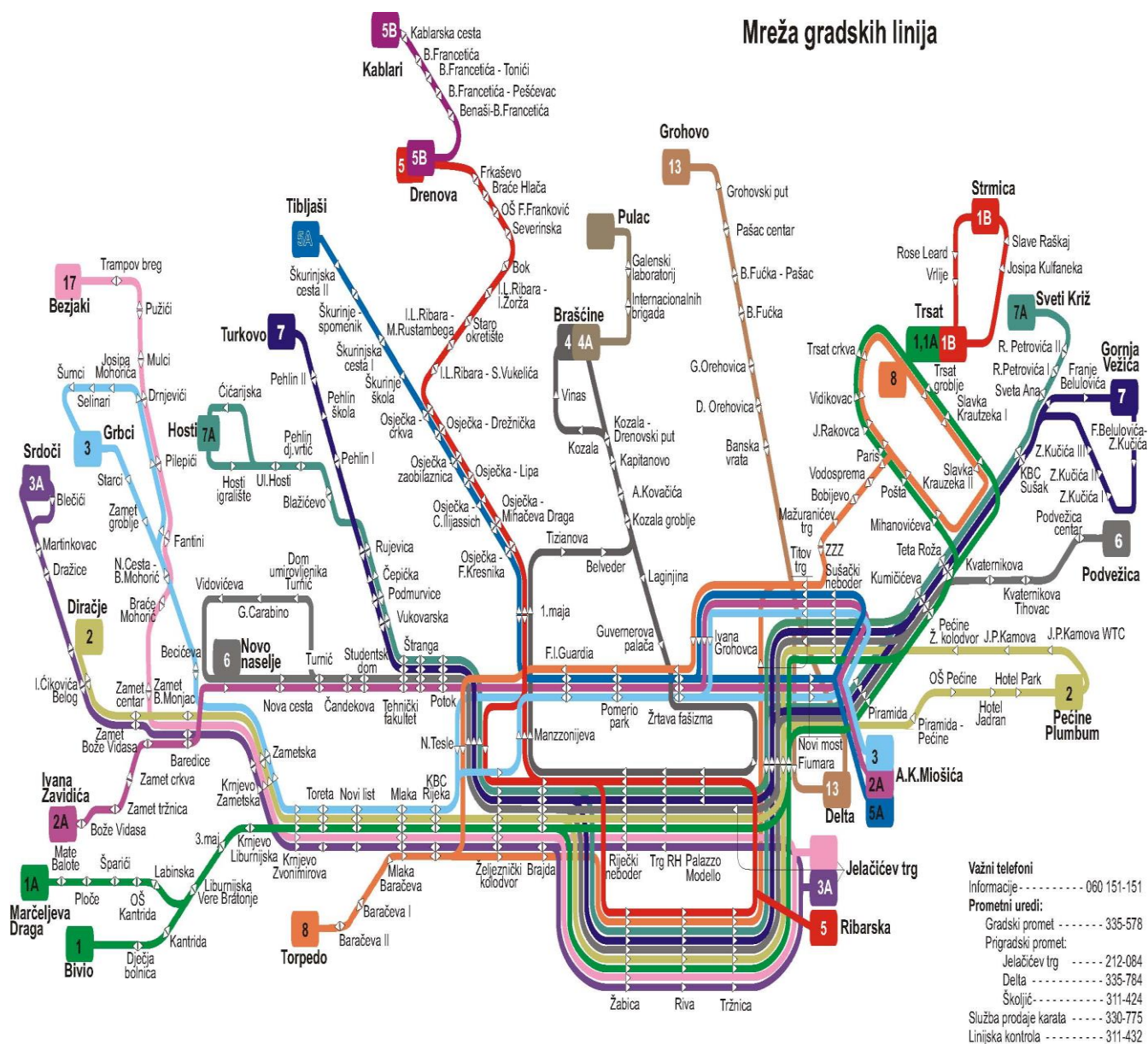
Izvor: www.autotrolej.hr

Tabela 2: Vozni red linije broj 5 – Drenova - Ribarska

	Radni dan	Subota	Nedjelja
Sati	Minute	Minute	Minute
04			
05 06	07, 16, 28, 37, 45, 55 04, 13, 21, 30, 39, 48, 55	10, 23, 32, 43, 54 06, 17, 28, 39, 50	10, 30, 47 03, 18, 34, 50
07 08	03, 11, 18, 26, 34, 43, 53 02, 11, 20, 29, 38, 48, 58	01, 13, 24, 36, 47, 59 14, 27, 39, 52	06, 18, 34, 50 09, 24, 40, 56
09 10	08, 18, 28, 38, 48, 59 09, 19, 29, 39, 49, 59	03, 14, 25, 36, 47, 59 10, 21, 32, 43, 54	12, 25, 38, 51 03, 15, 28, 41, 54
11 12	10, 20, 30, 40, 50 00, 10, 21, 31, 41, 53	06, 17, 28, 39, 50 01, 13, 24, 35, 46, 57	06, 18, 31, 44, 57 09, 21, 34, 47
13 14	02, 12, 21, 30, 39, 47, 57 06, 15, 23, 32, 41, 50, 58	08, 20, 31, 42, 53 04, 15, 27, 38, 48	00, 12, 24, 37, 50 03, 15, 27, 40, 53
15 16	08, 17, 25, 34, 43, 52 01, 09, 18, 27, 36, 44, 53	01, 14, 26, 38, 51 04, 17, 29, 41, 54	06, 18, 30, 43, 56 09, 25, 41, 57
17 18	02, 11, 20, 29, 38, 49, 59 09, 19, 29, 38, 49, 59	07, 20, 32, 44, 57 10, 23, 35, 47	12, 28, 44 00, 15, 31, 47
19 20	00, 11, 20, 30, 40, 50 00, 11, 21, 30, 41, 51	00, 13, 26, 38, 50 03, 16, 29, 41, 51	03, 18, 34, 50 06, 21, 37, 53
21 22	01, 12, 23, 34, 46, 57 08, 22, 34, 46, 58	03, 15, 27, 38, 50 02, 14, 26, 37, 49	09, 24, 40, 56 12, 30, 48
23 24	09, 20, 30, 39, 51 04	01, 12, 25, 36, 48 02	05, 22, 38, 55

Izvor: www.autotrolej.hr

Slika 9: Gradske linije

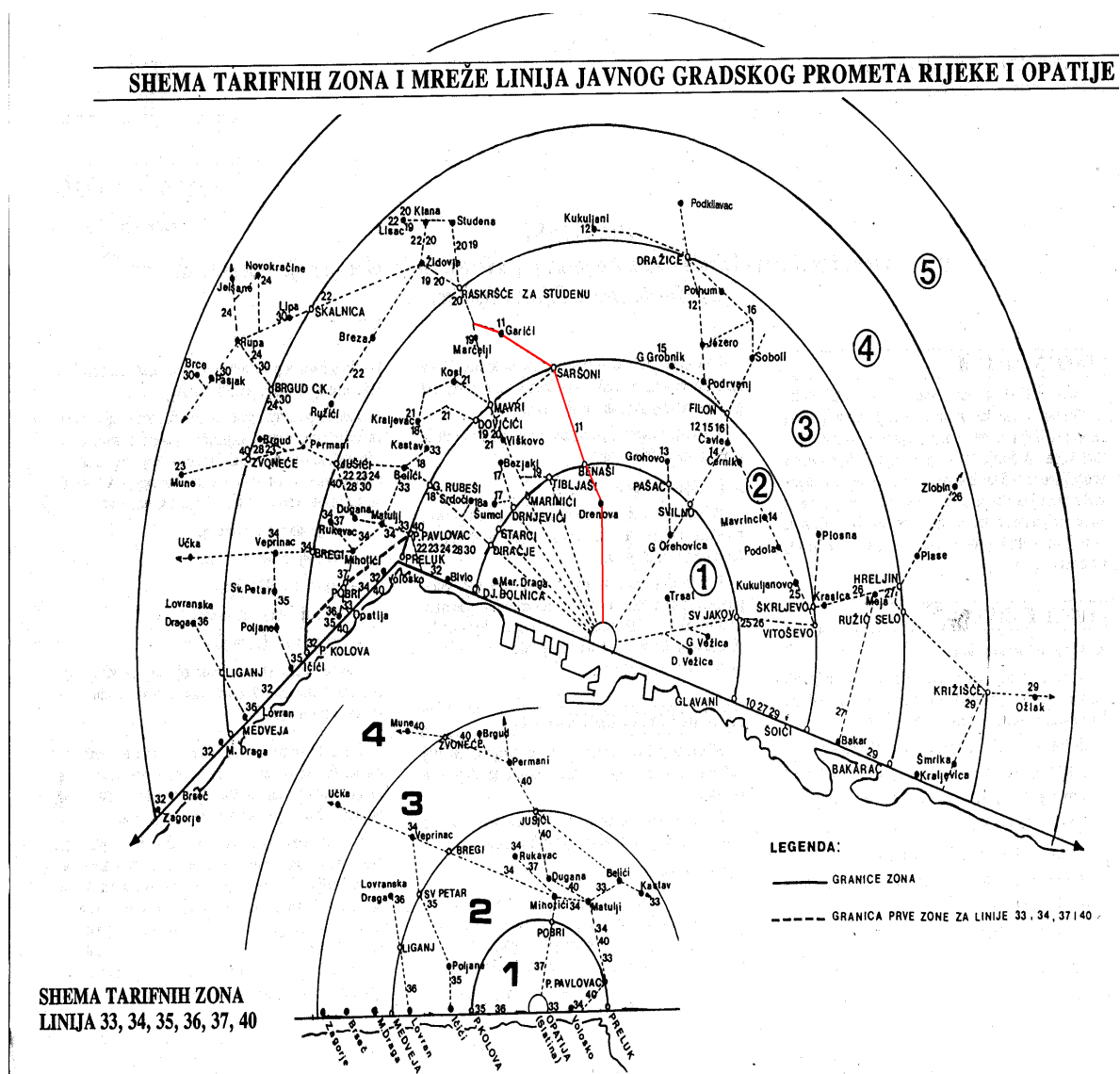


Rijeka, 03.03.2008. godine

www.autotrolej.hr

Izvor: www.autotrolej.hr

Slika 10: Gradske linije



Izvor: www.autotrolej.hr

4.2.1. Analiza broja putnika

Sljedeće dvije tablice pokazuju izmjenu putnika na autobusnim stanicama gradske linije broj 5, odnosno broj putnika koji su ušli i izašli na pojedinim stanicama. Tablice sadrže trenutni broj putnika u autobusu, i dva numerička pokazatelja eksploatacije promatrane linije. Prvi je koeficijent popunjenosti, odnosno omjer između trenutnog broja putnika u autobusu i njegovog kapaciteta na svakoj pojedinoj postaji. Drugi je koeficijent izmjenjivosti, odnosno zbroj putnika koji ulaze ili izlaze iz vozila u omjeru sa zbrojem onih koji ostaju u vozilu nastavljajući putovanje, na svakoj pojedinoj postaji. Kapacitet promatranog vozila je 91 mjesta (31 sjedećih + 60 stajaćih). Brojenje putnika započeli smo na prvoj stanici linije broj 5 –Palazzo Modello.

Smjer: Ribarska-Drenova, mjerenje obavljeno 20.12.2016. u vremenskom intervalu od 13:30 do 14:15.

Tabela 3: Analiza broja putnika

STANICA	ULAZE	IZLAZE	UKUPNO	KOEF. POPUNJENOSTI	KOEF. IZMJENJIVOSTI
Palazzo Modello	45	0	45	0,4945	1
Trg Republike Hrvatske	30	1	74	0,8131	0,4189
Riječki neboder	12	2	84	0,9230	0,1666
Manzzonijeva	10	8	86	0,9450	0,2093
1. Maja	5	10	81	0,8901	0,1851
Osječka-F. Kresnika	6	14	73	0,8021	0,2739
Osječka-Mih. Draga	15	40	48	0,5274	1,1458
Osječka-Lipa	2	5	45	0,4945	0,1555
Osječka-Zaobilaznica	1	3	43	0,4725	0,0930
Osječka-Drežnička	3	15	31	0,3406	0,5806
Osječka-Crkva	5	8	25	0,2747	0,52
I.L. Ribara-S. Vukelića	2	9	16	0,1758	0,6875
I.L. Ribara-M. Rustambega	2	8	10	0,1098	1
Staro okretište	5	2	13	0,1428	0,5384
I.L. Ribara-I.Žorža	1	3	11	0,1208	0,3636
Bok	2	6	7	0,0769	1,1428
Severinska	3	5	5	0,0549	1,6
OŠ F. Franković	1	2	4	0,0439	0,75
Braće Hlača	0	2	2	0,0219	1
Frkaševo	0	2	0	0	0
Drenova	0	0	0	0	0

Izvor: KD Autotrolej

Smjer: Drenova- Ribarska, mjerenje obavljeno 20.12.2016. u vremenskom intervalu od 15:19 do 16:05.

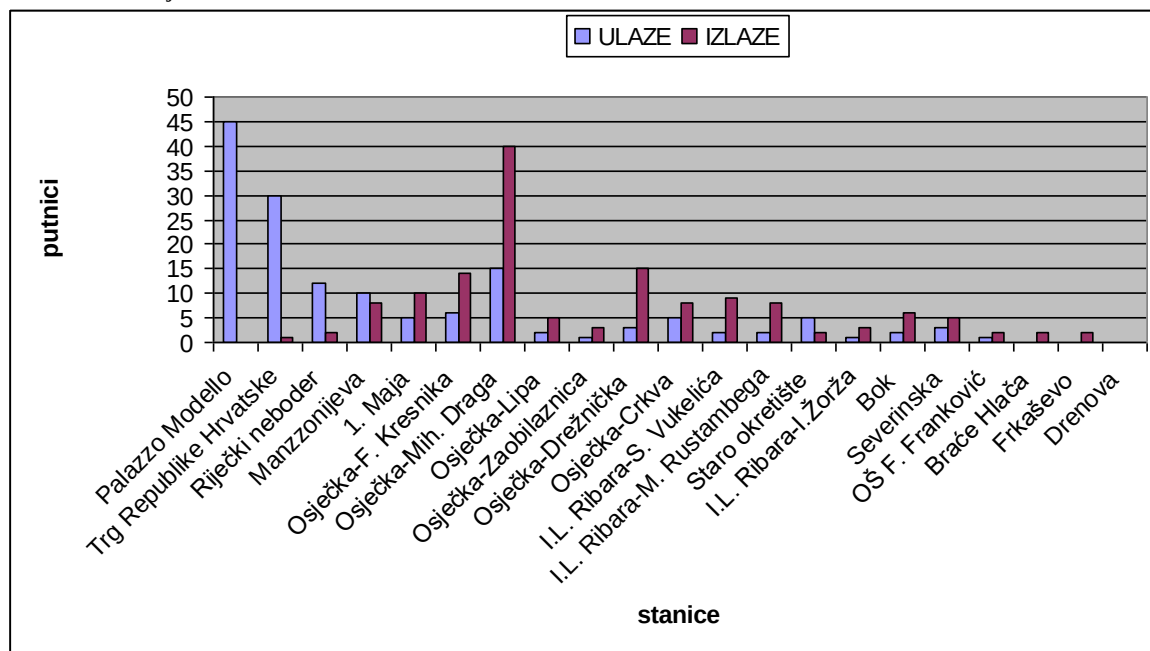
Tabela 4. Analiza broja putnika

STANICA	ULAZE	IZLAZE	UKUPNO	KOEF. POPUNJENOSTI	KOEF. IZMJENJIVOSTI
Drenova	1	0	1	0,0109	1
Frkaševo	4	0	5	0,0549	0,8
Braće Hlača	2	0	7	0,0769	0,2857
OŠ F. Franković	10	1	16	0,1758	0,6875
Severinska	3	1	18	0,1978	0,2222
Bok	5	0	23	0,2527	0,2173
I.L. Ribara-I. Žorža	2	1	24	0,2637	0,125
Staro okretište	1	0	25	0,2747	0,04
I.L. Ribara-M. Rustambega	4	2	27	0,2967	0,2222
I.L. Ribara-S. Vukelića	9	3	33	0,3626	0,3636
Osječka-Crkva	7	3	37	0,4065	0,2702
Osječka-Drežnička	10	2	45	0,4945	0,2666
Osječka-Zaobilaznica	2	0	47	0,5164	0,0425
Osječka-Lipa	1	0	48	0,5274	0,0208
Osječka-C. Ilijassich	3	1	50	0,5494	0,08
Osječka-Mih. Draga	25	10	65	0,7142	0,5384
Osječka-F. Kresika	5	10	60	0,6593	0,25
1. Maja	1	6	55	0,6043	0,1272
Nikole Tesle	3	8	50	0,5494	0,22
Brajda	1	26	25	0,2747	1,08
Žabica	0	10	15	0,1648	0,6666
Riva	0	9	6	0,0659	1,5
Tržnica	0	6	0	0	0

Izvor: Samostalan rad na terenu

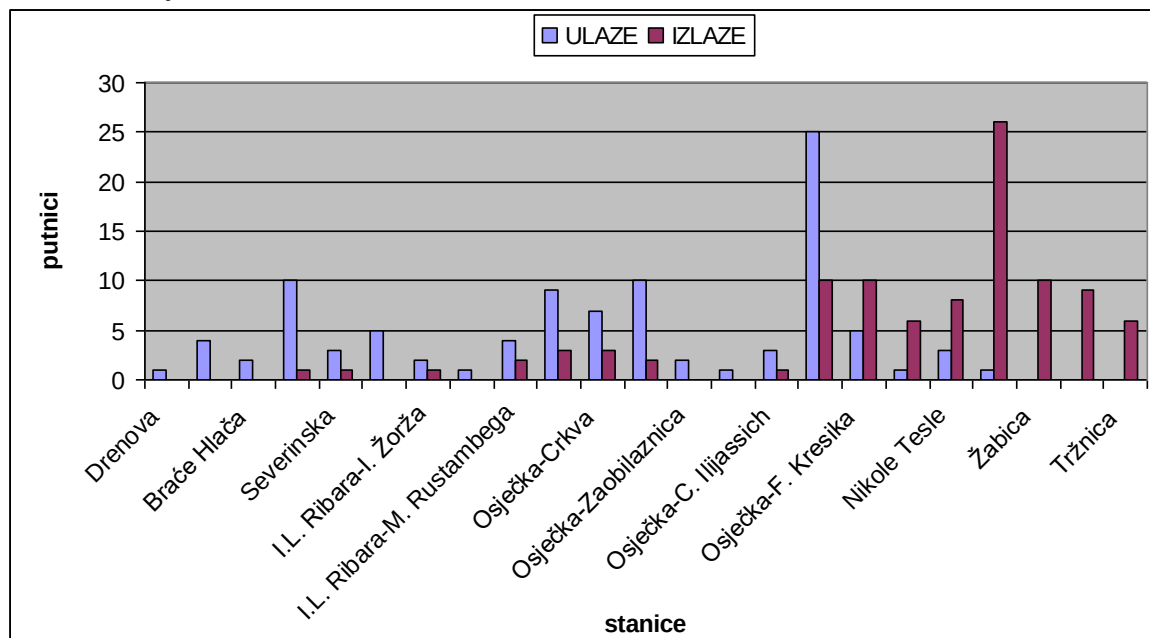
4.2.2. Grafički prikaz broja putnika

Grafikon 1: Smjer Ribarska-Drenova



Izvor: Izradio autor

Grafikon 2: Smjer Drenova-Ribarska



Izvor: Izradio autor

4.2.3. Numerički pokazatelje eksploatacije

- Broj mjesta u autobusu = 91 (31 sjedećih + 60 stajaćih)
- Koeficijent popunjenosti = $\sum \text{putnika po stanici} / \text{kapacitet}$
- Koeficijent izmjenjivosti = $\sum \text{putnika koji ulaze/izlaze} / \text{broj putnika u busu}$
- $\sum \text{svih putnika} = 151$
- Srednji broj putnika = $\sum \text{svih putnika} / \text{brojem postaja}$
- Srednji broj putnika = $151 / 44 = 3,43$

Kroz grad je putna brzina manja zato jer u gradu autobusi češće staju na autobusnim stajalištima koja su izvedena kao ugibališta. Ugibališta su prostori izvan kolnika, određeni za stajanje autobusa po voznom redu, koji ne ispunjava uvjete propisane za autobusni kolodvor. Kada autobus izađe iz Centra, stanice su sve rjeđe i gužve su sve manje pa se putna brzina povećava. Kada nema gužve, vožnja traje 20 minuta, a u dnevnim i večernjim gužvama zna trajati i do 45 minuta. Čepovi se stvaraju u centru grada, na Škurinjama i na Potoku.

Linija 5 ima 21 stajalište do okretišta na Drenovi. Sva ta stajališta su uvjetna (ona stajališta na kojima se prijevozna sredstva u javnom linijskom prijevozu zaustavljaju ako na njima ima putnika, ali i ako netko od putnika želi izaći).

5. ZAKLJUČAK

Gradski promet u suvremenim uvjetima dobija sve složenije prijevozne zahtjeve, a veoma se značajno kompliciraju i uvjeti njegova normalnog odvijanja. Ubrzan tempo razvoja gradova i kompleksnost toga razvoja dovodi do brojnih konfliktnih situacija u životu grada. Za normalnije funkcioniranje gradskog organizma postavljaju se sve veći zahtjevi upravo pred promet. U mnogim primjerima svjetskih, pa i naših gradova, nagli razvoj gradskog prometa dovodi često do pogoršanja situacije u gradu, što je karakteristika i organizacije JPP u gradu Rijeci. Osobito njihove jezgre građene su za sasvim drugačije prometne potrebe od današnjih. U tim jezgrama je najčešće koncentrirano životno bilo grada - glavne gospodarske i društvene institucije, koje privlače veliki broj stanovnika grada i okolice. Zbog toga se upravo najznačajniji problemi suvremenog svjetskog gradskog prometa javljaju u centru grada. Prometnu situaciju u gradu kao cjelini, veći dio svjetskih gradova nastoji popraviti uvođenjem i sve modernijih signalnih uređaja koji se mogu regulirati u svakom momentu, prema potrebi odvijanja prometa. Promet se prati u svakodnevnom odvijanju i putem televizijskih kamera. Najobuhvatnije promjene u gradovima u svrhu poboljšanja prometih tokova sadrže korjenite kompleksne promjene cjelokupne strukture grada. Nastojanje ide prije svega za tim da se izbjegne klasična shema gradskog organizma tipa centar (city) - periferija. Gradovi se planski izgrađuju u svim komponentama. Podjednako se opterećuju funkcijama svi dijelovi grada, u smislu izazivanja podjednakih prometnih potreba.

Konačno, od najnovijeg vremena, dobrim dijelom još u projektima, za rješavanje situacije prometa u gradovima predlaže se niz novih prevoznih sustava i prometnih sredstava, koji uglavnom idu za većom ili kompletnijom automatizacijom prijevoza.

U ovm završnom radu prezentirano je i slojevito istraživanje o eksploatacijskim pokazateljima na jednoj od gradskih linija koje opslužuje KD Autotrolej. Također je i spomenuta nova tehnologija uvođenja autobusa na SPP kao mjere ekološke zaštite cjelovite urbane aglomeracije grada Rijeke.

Tomislav Miloš

Tomislav Miloš

POPIS DIJAGRAMA, SLIKA, TABLICA I GRAFIKONA

1. DIJAGRAMI

Dijagram 1. Ulasci i izlasci putnika duž linije.....	10
Dijagram 2. Protok putnika na liniji.....	10
Dijagram 3. $P_u = q_{\max}$	12
Dijagram 4. $P_u = q_{\max}$	12
Dijagram 5. $P_u = q_{\max}$	13

2. SLIKE

Slika 1. Shema radijalno kružnih pravaca.....	16
Slika 2. Radijalni pravci s granama.....	17
Slika 3. Tranzitni sustav javnog prijevoza za autobuse.....	19
Slika 4. Shematski prikaz vrsta linija.....	21
Slika 5. Linija želja putovanja putnika.....	22
Slika 6. Kružno usmjeravanje prometa.....	25
Slika 7: Autotrolej.....	30
Slika 8: Autobus «Autotroleja».....	31
Slika 9: Gradske linije.....	36
Slika 10: Gradske linije.....	37

3. TABLICE

Tabela 1: Vozni red linije broj 5 – Ribarska-Drenova.....	34
Tabela 2: Vozni red linije broj 5 – Drenova – Ribarska.....	35
Tabela 3: Analiza broja putnika.....	38
Tabela 4: Analiza broja putnika.....	39

4. GRAFIKONI

Grafikon 1: Smjer Ribarska-Drenova.....	40
Grafikon 2: Smjer Drenova-Ribarska.....	40

LITERATURA

1. Baričević, H.: Tehnologija kopnenog prometa, Pomorski fakultet, Rijeka, 2001.
2. Baričević, H., Smojver, Ž.: „Prilog primjeni SPP tehnologije u javnom prijevozu putnika“, Zbornik s međunarodnog simpozija, Internacionalni univerzitet, Novi Travnik, 2015.
3. Baričević, H., Smojver, Ž., Mrvčić, R.: „Modeliranje prometne potražnje u JGP grada Rijeke, Automatizacija u prometu, KoREMA, Krapina/Maribor/Ljubljana, 2016.
4. Božičević, J., Topolnik, D.: Infrastruktura cestovnog prometa, Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1996.
5. Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa I, Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.
6. <http://www.prometna-zona.com/>
7. <http://www.autotrolej.hr>